

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Química**

Facultad: CIENCIAS

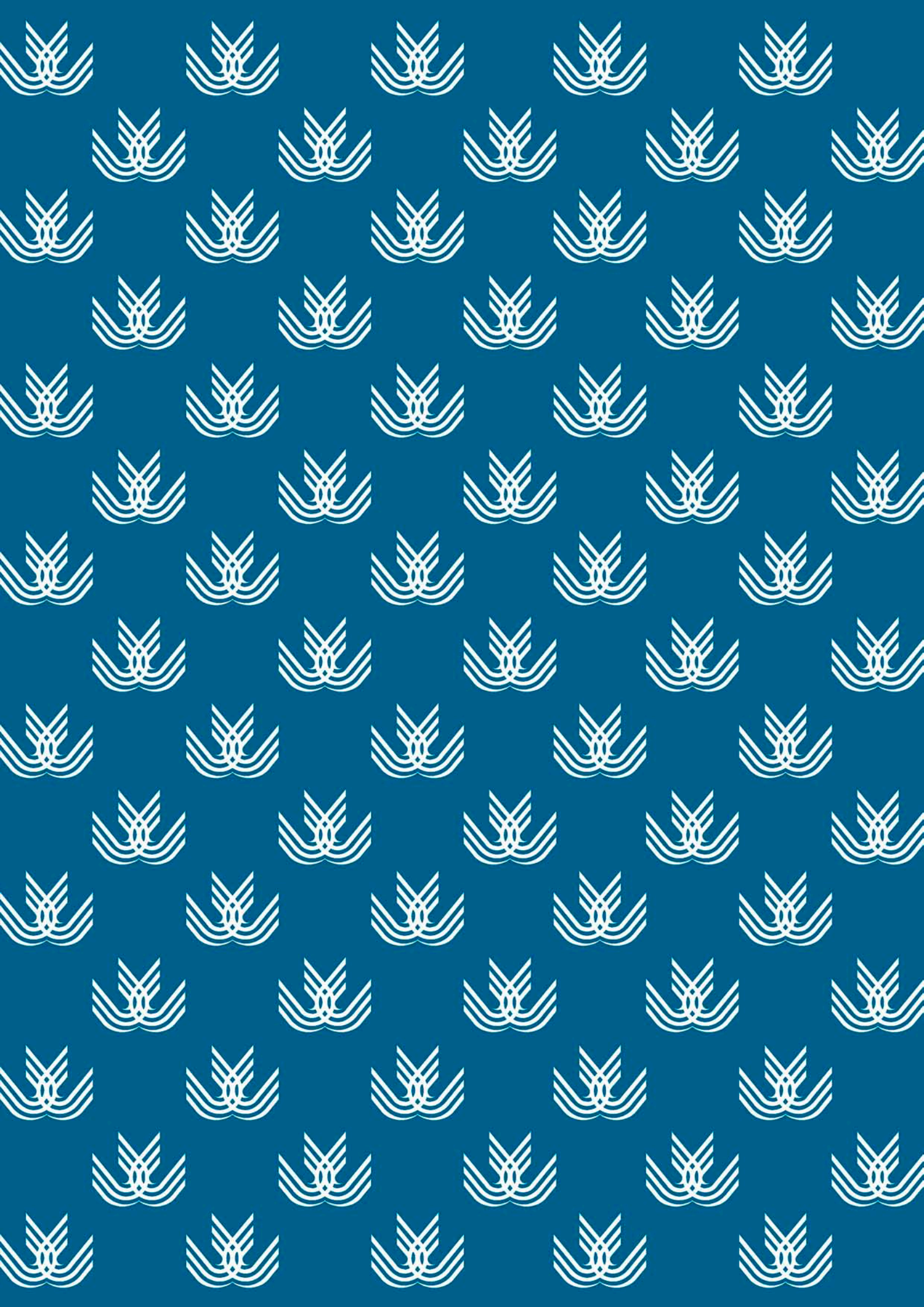
Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Título: Diseño de un pasteurizador para helados

Autora: María José GONZÁLEZ MÁRQUEZ

Fecha: Enero 2007





INDICE GENERAL

MEMORIA DESCRIPTIVA

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

ANEXOS

PLIEGO DE CONDICIONES

PRESUPUESTO

PLANOS

1. Descripción del proyecto y emplazamiento.....	1
2. Objeto y Justificación del proyecto.....	3
3. Historia y evolución del helado.....	6
4. Descripción general de la fabricación de helados.....	8
4.1. Definición de helado.....	8
4.2. Posibles estructuras de los helados.....	8
4.3. Clasificación de los helados.....	9
4.3.1. Clasificación básica de los helados	
4.3.2. Clasificación básica de los helados según su	
Composición según Real Decreto 618/1998 de	
17 de abril	
4.4. Valor nutritivo de los helados de base láctea.....	10
4.5 Componentes básicos de los helados.....	11
4.6. Características de calidad de las materias primas	
empleadas en la elaboración de helados.....	13
4.7. Proceso industrial de la elaboración de helados.....	15
4.7.1. Tabla de descripción del proceso	
4.7.2. Recepción y almacenamiento de los ingredientes	
4.7.2.1. Recepción y almacenamiento de ingredientes	
líquidos	
4.7.2.2. Recepción y almacenamiento de ingredientes	
sólidos	
4.7.3. Pesaje y dosificación de los ingredientes	
4.7.3.1. Pesaje y dosificación de los ingredientes líquidos	
4.7.3.2. Pesaje y dosificación de los ingredientes sólidos	
4.7.4. Mezcla de los ingredientes	
4.7.5. Homogeneización de la mezcla	

4.7.6. Pasteurización de la mezcla	
4.7.7. Maduración de la mezcla	
4.7.8. Mantecación de la mezcla	
4.7.9. Envasado del helado	
4.7.10. Endurecimiento del helado	
4.7.11. Empaquetado y paletización	
4.7.12. Conservación del helado en cámaras frigoríficas	
4.7.13. Expedición del helado	
5. Proceso de Pasteurización.....	22
5.1. Introducción.....	22
5.2. Definición de pasteurización y sus ventajas.....	22
5.3. Destrucción de los microorganismos por el calor.....	23
5.3.1. Termorresistencia microbiana	
5.3.2. Combinación tiempo/temperatura	
5.3.2.1. Elección de la combinación tiempo/temperatura en el proceso de pasteurización	
5.3.3. Factores que afectan a la termorresistencia de los microorganismos	
5.4. Equipo de pasteurización.....	28
5.5. Condiciones que debe cumplir el pasteurizador.....	31
5.6. Tipos de pasteurizadores.....	32
5.6.1. Pasteurizadores tubulares	
5.6.2. Pasteurizadores de placas	
5.7. Tipos de pasteurización.....	32

5.8. Sistemas de calentamiento en los pasteurizadores.....	34
5.8.1. Sistema de calentamiento por agua	
5.8.2. Sistema de calentamiento por vapor al vacío	
5.8.3. Sistema de enfriamiento en el pasteurizador	
5.9. Descripción del proceso de pasteurización.....	36
5.10. Clasificación de los intercambiadores de calor.....	38
5.11. Tipos de calentamiento.....	39
5.11.1. Calentamiento indirecto	
5.11.1.1. Intercambiador de calor de placas	
<i>5.11.1.1.1. Placas del intercambiador de calor</i>	
<i>5.11.1.1.2. Juntas</i>	
<i>5.11.1.1.3. Tipos de flujo</i>	
<i>5.11.1.1.4. Clasificación de los intercambiadores de calor de placas</i>	
5.11.1.2. Intercambiadores de calor tubulares	
5.11.1.3. Intercambiadores de calor de superficie rascada	
5.11.2. Calentamiento directo	
5.12. Elección del tipo de intercambiador de calor.....	54
5.12.1. Motivos de la elección	
5.12.2. Descripción del equipo seleccionado	
5.13. Tubo de mantenimiento.....	62
5.14. Ventajas de los intercambiadores de calor de placas respecto a los multitubulares.....	63
6. Homogeneizador.....	68
6.1. Introducción.....	68
6.2. Principio de funcionamiento del homogeneizador.....	68
6.3. Descripción del homogeneizador.....	70
6.3.1. Bomba de alta presión	
6.3.2. Válvula	
6.3.3. Cabezal de homogeneización	
6.4. Homogeneización en simple y doble etapa.....	73

7. Componentes básicos del sistema HTST.....	74
7.1. Tanque de suministro a nivel constante (Tanque de Balance).....	74
7.2. Bomba distribuidora (medidora).....	75
7.2.1. Bombas centrífugas	
7.2.2. Bombas de desplazamiento positivo	
7.3. Medidor de flujo magnético.....	79
7.4. Medición de la temperatura.....	79
7.4.1. Dispositivos de fuerza de temperatura	
7.4.1.1. Termómetros de cinta bimetálica	
7.4.1.2. Sistemas de llenado térmico	
7.4.2. Dispositivos eléctricos de temperatura	
7.4.2.1. Termorresistencias	
7.4.2.2. Termopares	
7.4.2.3. Sistema de medición de temperatura seleccionado y ubicación	
7.5. Las válvulas: válvulas de cierre y válvulas de desviación de flujo.....	82
7.5.1. Válvula de mariposa	
7.5.2. Válvula de asiento	
7.5.3. Desvío de flujo	
7.5.4. Válvula de recirculación	
7.5.4.1. Dispositivo desviador de flujo: válvulas de recirculación de vástago simple	
7.5.4.2. Dispositivo desviador de flujo: válvulas de recirculación de vástago doble	

7.6. Controlador/ Registrador.....	88
7.6.1. Gráficos para registro Termométrico	
7.7. Tuberías y accesorios.....	89
7.7.1. Conexiones	
7.8. Relaciones del regenerador de presión.....	90
7.8.1. Controlador del regenerador de presión	
7.8.2. Bombas auxiliares para producto pre-pasteurización	
7.8.2.1. Bombas de impulso ascendente	
8. Equipos auxiliares del sistema HTST.....	92
8.1. Equipo de producción de agua fría.....	92
8.2. Equipo de producción de vapor.....	93
9. Datos necesarios para el dimensionamiento del	
 intercambiador de calor de placas.....	95

10. Diseño del pasteurizador.....	104
10.1. Introducción.....	104
10.2. Cálculo y diseño del intercambiador de calor de placas.....	107
10.2.1. Método de cálculo	
10.2.2. Hipótesis de cálculo	

11. Anexo I.....	143
11. Reglamentación aplicable.....	143
11.1. Instrucción Técnica complementaria referente a Intercambiadores de calor ITC MIE AP 13.....	143
11.2. Real Decreto 618/1998 de 17 de Abril.....	153
12. Anexo II.....	179
12. Sistema HACCP en el Proceso de Pasteurización de una fábrica de helados.....	179
12.1. Introducción.....	179
12.2. Principios Generales del Sistema HACCP.....	179
12.3. Control HACCP en la pasteurización.....	180
12.3.1. Homogeneización (PCC 2)	
12.3.2. Pasteurización (PCC 1) / Enfriamiento (PCC 2)	
12.4. Diagrama de flujo general y controles APPCC.....	184
13. Anexo III.....	186
13. Estudio de Seguridad e Higiene.....	186
13.1. Introducción.....	186
13.1.1. Objeto del estudio	
13.2. Medidas preventivas y de protección.....	186
13.2.1. Señalización	
13.2.2. Iluminación	
13.2.3. Ventilación	
13.2.4. Suministro de agua	
13.2.5. Prevención y protección contra incendios	
13.2.6. Equipos eléctricos	
13.2.7. Protección de los elementos a tensión	
13.2.8. Resguardos de maquinaria	
13.2.9. Superficies y accesos	
13.2.10. Equipos de protección personal	
13.2.10.1. Protección de la vista	
13.2.10.2. Protección de los oídos	
13.2.10.3. Protección de manos y brazos	
13.2.10.4. Protección para pies y piernas	
13.2.11. Productos químicos peligrosos y tóxicos	
13.2.12. Niveles de ruidos	
13.2.13. Diseño estructural de la planta	
13.2.14. Control de riesgos	

14. Anexo IV.....	198
14. Evaluación del impacto ambiental.....	198
14.1. Operaciones de limpieza y desinfección.....	198
14.2. Generación de vapor.....	198
14.3. Abastecimiento de agua.....	200
14.4. Consumo de energía.....	200
14.5. Aguas residuales.....	201
14.6. Residuos.....	202
14.7. Emisiones a la atmósfera.....	202
14.8. Medidas preventivas para minimizar el impacto ambiental en la planta de pasteurización.....	203
14.8.1. Reducción del consumo energético	
14.8.2. Reducción del consumo de agua	
14.8.3. Neutralización de las corrientes ácidas y básicas antes del vertido	
14.8.4. Gestión de residuos	
14.8.5. Reducción de las emisiones gaseosas producidas por la caldera de vapor	

15. Pliego de Condiciones.....	206
15.1. Pliego General de Condiciones.....	206
15.1.1. Índice Pliego General de Condiciones	
15.2. Pliego Particular de Condiciones.....	243
15.2.1. Índice Pliego Particular de Condiciones	

16. Presupuesto.....	254
16.1. Presupuesto del equipo de pasteurización.....	254
16.2. Presupuesto de los componentes básicos que constituyen la planta de pasteurización.....	255
16.3. Presupuesto del homogeneizador.....	256

1. Descripción del Proyecto y Emplazamiento

El presente proyecto tratará de la descripción general de la elaboración de helados y el diseño detallado del equipo de pasteurización. El pasteurizador tendrá una capacidad de tratamiento de 5000 l/h de mezcla base para la elaboración del helado (mix).

La planta cumplirá con la Reglamentación Técnico Sanitaria para helados y mezclas envasadas para congelar (Real Decreto 618/1998 de 17 de Abril) y con la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP-13 del Reglamento de Aparatos a Presión, referente a Intercambiadores de Calor de Placas (BOE 253/1988 de 21-10-1988).

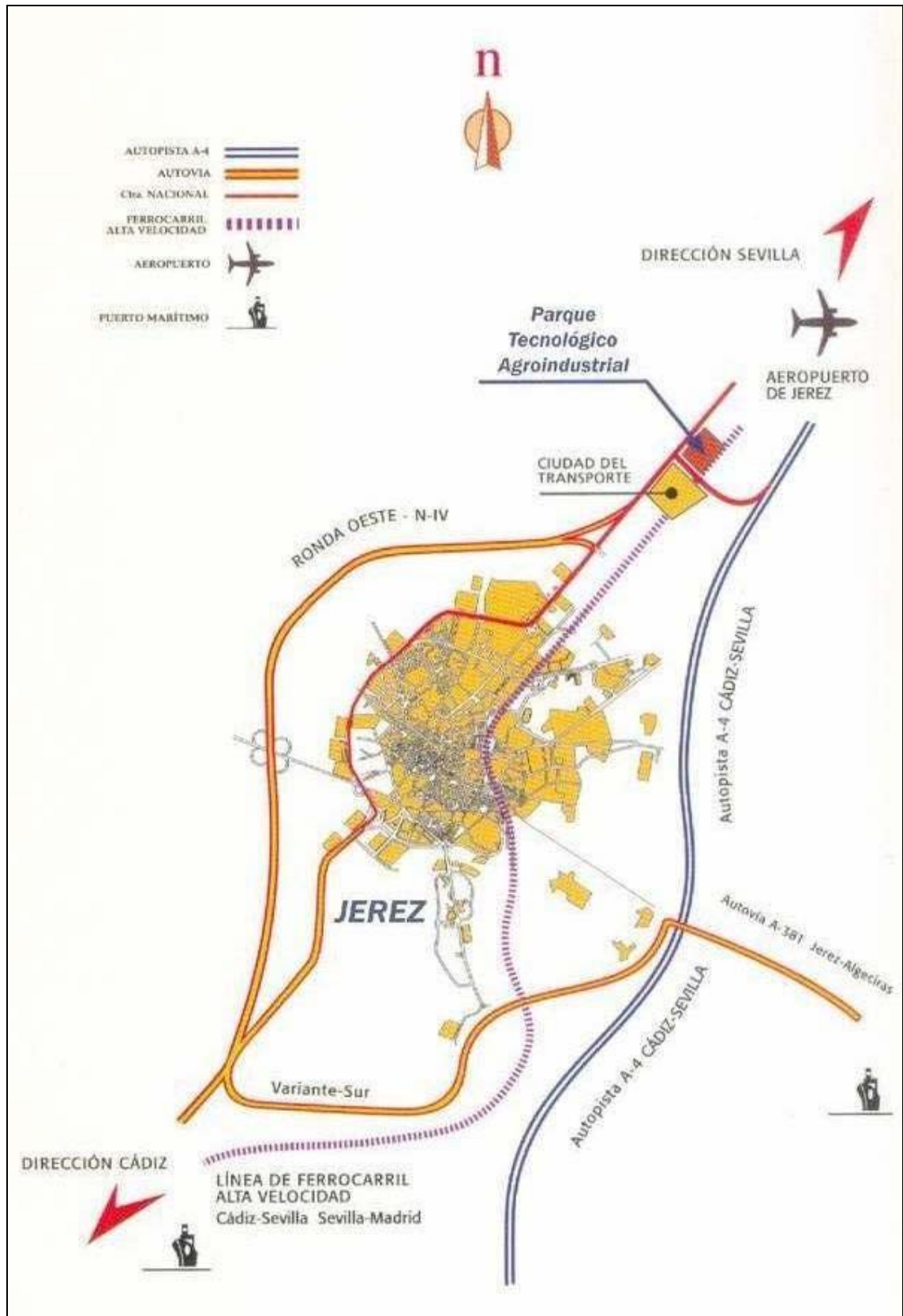
La fábrica está actualmente situada en Sanlúcar de Barrameda (Cádiz) dentro del núcleo urbano. Las vías de comunicación no son las más adecuadas, así como los servicios más elementales (suministro agua, electricidad...), al no encontrarse dentro de un polígono industrial. La capacidad de producción diaria actual es de 1000 litros/hora de mezcla base, caudal insuficiente para la demanda de producto existente.

La ubicación de la fábrica de helados se situará en el nuevo Parque Agroalimentario en actual construcción en Jerez de la Frontera (Cádiz). Esta superficie consta de 301.882 m² brutos y 150.077 m² edificables, con un total de 20 empresas hasta la fecha.

Constará con magníficas comunicaciones, especialmente beneficioso para el sector logístico de las empresas ubicadas en dicha zona, con equipamientos completamente nuevos especialmente adaptados al sector industrial: sistemas de suministro de agua, sistemas de depuración de aguas, sistema eléctrico, etc.

Asimismo, en dicho parque se situará un laboratorio externo autorizado por Salud Pública, especialmente adaptado para el análisis microbiológico de alimentos de todas aquellas empresas agroalimentarias que requieran sus servicios, como es el caso de la que se aborda en el presente PFC.

Tabla 1.1: Plano ubicación Parque Tecnológico Agroalimentario



2. Objeto y Justificación del proyecto

El mercado actual de los helados es muy dinámico y objeto de una constante demanda de nuevos y originales productos. Cada año aparecen en el mercado muchos productos nuevos, con mayor o menor éxito. La necesidad de lanzar productos novedosos varía en las distintas partes del mundo. Uno de los mercados más competitivos es el japonés, en el que cada una de las compañías fabricantes de helados suele introducir anualmente en el mercado unos 40 nuevos productos, 25 de ellos en primavera y otros 15 en otoño.

El mercado estadounidense del helado es muy dependiente de las modas populares. Mientras que un año se centra en los helados de “lujo” o de “gran lujo”, el año siguiente lo que venden son helados sin grasa y sin azúcar y el siguiente, todo el público demanda helados de yogurt.

En el mercado europeo, la tendencia actual es a la innovación de los productos con gruesos recubrimientos de chocolate o sorbetes de frutas. El helado de yogurt y los helados sin grasa y sin azúcar representan un segmento muy pequeño del sector europeo.

La tendencia más novedosa en el mercado de los helados es la de combinar el producto con pequeñas cantidades de bebidas alcohólicas para los consumidores adultos.

El sector de los helados en España se caracteriza por su marcada estacionalidad, concentrándose la mayor parte del consumo entre los meses de junio y septiembre. A pesar de ello, desde hace unos años está triunfando el lanzamiento de nuevos productos especialmente destinados a su consumo durante la época navideña, como es el caso de sorbetes para combinarlos con cava, y helados de “lujo”, así como el creciente desarrollo de dicho producto dentro de la restauración, le prometen a este producto un futuro más que favorecedor. Asimismo durante los periodos otoñales e invernales, se fomenta la exportación de este producto a los países que se encuentran en época veraniega.

Según el último informe de la Asociación Española de Fabricantes de Helados (AEFH), las ventas de helados en España se situaron en 326 millones de litros durante el pasado año, lo que supone un crecimiento del 5,3 % en volumen y del 9,3 % en valor.

En España, el consumo per cápita de helados superó los 8 litros anuales en 2005, frente a los más de 6 litros del año anterior; por delante de Portugal y Grecia pero por detrás de países como Suecia y Finlandia, con 12 litros por persona y año.

En nuestro país, el consumo de helados está más extendido entre la población más joven, de entre 16 y 25 años. En verano, los hombres prefieren consumir helado fuera del hogar, mientras que las mujeres lo consumen por igual fuera y dentro de casa. Cataluña, Madrid y Valencia, por este orden, son los mayores consumidores de un producto que debe obligatoriamente variar de denominación de acuerdo con su composición y elaboración.

A continuación se muestra la producción de helados y la evolución del consumo a nivel mundial.

Tabla 1.2. Producción anual de helados en millones de hectolitros (referente a 2005)

Puesto	País	Producción
1	Estados Unidos	61.3 M hL
2	China	23.6 M hL
3	Canadá	5.4 M hL
4	Italia	4.6 M hL
5	Australia	3.3 M hL
6	Francia	3.2 M hL
7	Alemania	3.1 M hL
8	Suecia	1.3 M hL
9	Suiza	1.0 M hL
10	Nueva Zelanda	0.9 M hL
11	Finlandia	0.7 M hL
12	Dinamarca	0.5 M hL

Tabla 2.2. Consumo anual (per cápita) de helados y postres helados en litros

Puesto	País	Consumo
1	Nueva Zelanda	26.3 L
2	Estados Unidos	22.5 L
3	Canadá	17.8 L
4	Australia	17.8 L
5	Suiza	14.4 L
6	Suecia	14.2 L
7	Finlandia	13.9 L
8	Dinamarca	9.2 L
9	Italia	8.2 L
10	Chile	6.0 L
11	Francia	5.4 L
12	Alemania	3.8 L
13	China	1.8 L

Fuente: The Latest Scoop, Int. Dairy Foods Assn.

Los helados de marca representan un 84 % del mercado, los elaborados en pequeños establecimientos suponen un 6 % y el 10 % restante se reparte entre los helados cremosos y golosinas líquidas.

Los sabores más extendidos siguen siendo el tradicional de vainilla, aunque destaca la aparición de sabores más complejos, helados con añadidos y formatos más pequeños.

Dado el creciente desarrollo de la industria heladera y las continuas inversiones en las investigaciones en el lanzamiento de nuevos productos con fines dietéticos, o de alto coste, parece más que justificado la inversión en este tipo de industria.

Este proyecto está centrado en el proceso de elaboración de helado, concretamente en el diseño de la planta de pasteurización. Muy importante será mantener el efecto de eliminación de microorganismos realizado en la unidad de pasteurización en el resto del proceso para evitar la recontaminación del producto.

Se considera como crítica la unidad de pasteurización, ya que si el producto a comercializar no cumple las condiciones higiénico-sanitarias desde dicha unidad, todos los procesos industriales subsiguientes implicados en la elaboración del producto serán innecesarios ya que se estará lanzando un producto al mercado que no posee las condiciones legales higiénicas necesarias, lo cual ocasionaría un grave riesgo para la salud y se estaría incurriendo en un delito contra la misma.

Desde el punto de vista técnico, esta planta está diseñada para una pasteurización HTST mediante un proceso en continuo. Se ha elegido este sistema, debido a varias consideraciones que se citan a continuación:

- ✓ El efecto germicida (porcentaje de gérmenes destruidos o eliminados) supera el 99 %, concretamente alcanza el 99,9 %.
- ✓ Las modificaciones físico-químicas, así como la alteración de las propiedades organolépticas y la pérdida de vitaminas sobre el producto no son muy acusadas.
- ✓ Proceso muy rápido, lo que significa más capacidad productiva.
- ✓ Temperatura alta que asegura la destrucción de todos los microorganismos patógenos.
- ✓ Ahorro energético.

3. Historia y evolución del helado

El helado, en tiempos pasados, era manjar de reyes, y su consumo estaba reservado a los más privilegiados, que celosamente guardaban las fórmulas de su preparación.

Existen varias hipótesis sobre el origen de los helados. Algunos historiadores sostienen que muchos siglos antes de Jesucristo, en un concurso de bebidas heladas o enfriadas con nieve o hielo en las cortes babilonias.

Por otra parte cuentan que Alejandro Magno y el Emperador Romano Nerón enfriaban los jugos de frutas y los vinos con hielo o nieve traídos de las montañas por sus esclavos.

Durante la Edad Media, en las cortes árabes se preparaban productos azucarados con frutas y especias enfriadas con nieve (sorbetes); los turcos lo llamaban “chorbet” y los árabes “charat”.

El helado nació en China y luego se extendió por la India, a las culturas persas y después a Grecia y Roma. Pero es precisamente en la Italia de la Baja Edad Media cuando el helado toma carácter de naturaleza en Europa; Marco Polo en el siglo XIII al regresar de sus viajes de Oriente, trajo varias recetas de postres helados usados en Asia durante cientos de años, los cuales se implantaron con cierta popularidad en las cortes italianas.

En el siglo XVI se descubre que el nitrato de etilo mezclado con la nieve producía temperaturas muy bajas; este descubrimiento tendría su importancia en la fabricación de helados. Al casarse Catalina de Medicis con Enrique II de Francia, su cocinero llevó estas primitivas recetas de helados a la corte francesa, guardándose las mismas con mucho secreto. En Francia se añadió huevos a las recetas. Una nieta de Catalina se casa con un príncipe inglés, llevando así el helado a Inglaterra. De esta manera se fueron difundiendo estos productos en Europa, llevándose luego a América durante la época de la colonización.

En el año 1660, el siciliano Francisco Procope abre en París un establecimiento donde alcanzó gran fama con sus helados. El rey Luís XIV lo llevó a su presencia para felicitarlo por su producto. Se puede considerar a este establecimiento como la primera heladería existente. Se dice que bajo su reinado comenzaron a prepararse helados de vainilla y de chocolate, más tarde los de nata, etc.

Un gran peso en esta industria es el descubrimiento del descenso crioscópico (descenso de la temperatura de solidificación) de las soluciones de sal (salmueras) las cuales permitían que utilizando un balde rodeado con una mezcla de hielo y sal o de agua y sal a bajas temperaturas, se congelaran batiendo bebidas y jugos de frutas azucarados dando lugar a los primeros helados de textura cremosa.

Hacia 1700, los helados llegaron a América del Norte y se hicieron populares en Estados Unidos. En 1846, Nancy Johnson, una norteamericana, inventó la primera heladora automática, con lo que se puso la base para el surgimiento del helado

industrial. Unos años después, en 1851, Jacobo Fussel fundó la primera empresa productora de helados de Estados Unidos.

En la actualidad, conviven dos formas de producción: la industrial y la artesanal.

4. Descripción general de la fabricación de helados

4.1. Definición de helado

Se puede definir al helado como *un alimento procedente de una mezcla homogénea y pasteurizada de diversos ingredientes (leche, agua, azúcar, nata, zumos, huevos, cacao, etc), que es batida y congelada para su posterior consumo en diferentes formas y tamaños*. Generalmente en la fabricación de helados se emplean diversos aditivos especiales, como espesantes, colorantes, aromas, estabilizadores y emulsionantes.

La normativa define el helado como *aquellas preparaciones alimenticias que han sido llevadas al estado sólido, semisólido o pastoso, por una congelación simultánea o posterior a la mezcla de las materias primas utilizadas y que han de mantener el grado de plasticidad y congelación suficiente, hasta el momento de su venta al consumidor*.

4.2. Posibles estructuras de los helados

El helado es un alimento normalmente de sabor dulce que se consume en estado congelado. Además de agua y azúcar, muchas veces contiene componentes lácteos, frutas y otros aditivos, sustancias aromáticas y colorantes. Por lo general, en la fabricación de helados se emplean aditivos especiales, como espesantes, estabilizadores y emulsionantes. La mezcla de aditivos anterior a la congelación recibe el nombre de “mezcla para helar”, por lo común abreviado en el término mezcla (mix).

Para conseguir una consistencia cremosa, hay que incluir en el mix inmediatamente antes de la congelación aire para que el helado “suba” (en inglés, overrun). El aumento de volumen experimentado por el helado consecuente con la inclusión de aire batido se expresa en % (% overrun).

Si se quiere expresar cuantitativamente la composición de la mezcla (mix) de los helados, se suelen mencionar los siguientes conceptos: contenido en extracto seco, tasa de grasa, cantidad de grasa láctea y cantidad de extracto seco desengrasado.

Cuando un alimento es el resultado de la mezcla de varios componentes puede presentar diversas estructuras físicas dentro de una apariencia general. En el caso de los helados, su estructura puede parecer típicamente sólida cuando están bien congelados; pueden tener una estructura pastosa, semisólida, cuando están cerca de su punto de fusión; o pueden ser líquidos si se dejan fundir a temperatura ambiente. Dentro de los helados pueden convivir casi todos los tipos de estructura física al ser éste el resultado de la unión de una serie de ingredientes sólidos y líquidos, los tipos de unión pueden ser muy diferentes.

Tabla 1.4: Estructuras posibles en la mezcla y en los helados

Tipo de disolución	Sustancias	Tamaño de las partículas en nm
Emulsión	Grasa en agua	50-100.000
Emulsión	Aire en helado	50-100.000
Solución coloidal	Proteínas en agua	1-100
Solución molecular	Lactosa en agua	0.1-1
Solución iónica	Azúcares y sales en agua	0.1

4.3. Clasificación de los helados

Son varias las clasificaciones que se pueden hacer de los helados según se atiende a su composición, ingredientes, envasado, etc.

4.3.1. Clasificación básica de los helados

-Helados de agua: granizados y sorbetes, tienen como base o componente principal al agua.

-Helados de leche: tienen la leche u otros productos lácteos (nata, mantequilla, leche desnatada, etc.) como base principal.

4.3.2. Clasificación de los helados según su composición según el Real Decreto 618/1998 de 17 de abril

Helados de base láctea

- **Helados de crema:** Son aquellos cuyo ingrediente básico es la nata o crema de leche, por lo que su contenido en grasa de origen lácteo es más alto que en el resto de helados. Contienen un mínimo de un 8 % en grasa y un 2.5 % en proteínas, ambas de origen lácteo.
- **Helados de leche:** Son aquellos cuyo ingrediente básico es la leche entera y contienen al menos un 2.5 % y un 6 % de grasa y proteínas lácteas respectivamente.
- **Helados de leche desnatada:** El ingrediente básico es la leche desnatada, que es aquella leche que ha sido privada parcial o totalmente de su contenido graso natural. Contienen como máximo un 0.30 % de materia grasa de origen lácteo y como mínimo un 6 % de extracto seco magro lácteo.

La operación de desnatado se puede realizar de dos formas:

Decantación: Dejando reposar la leche en un recipiente con lo que se produce la ascensión de los glóbulos de grasa (de menor peso que el resto de los componentes de la leche).

Centrifugación: Donde la leche es sometida en un recipiente giratorio a fuerzas muy superiores a la de la gravedad, con lo que la separación en nata y leche desnatada es casi instantánea.

- **Helado:** Es el que contiene como mínimo un 5 % de materia grasa alimenticia y las proteínas son exclusivamente de origen lácteo.

Helados de agua (sorbetes y granizados)

Es el producto resultante de congelar una mezcla debidamente pasteurizada y homogeneizada de diversos productos con agua, y se pueden dividir en:

- **Sorbetes**, que se presentan en estado sólido y contienen al menos un 15 % de frutas y un 20 % de extracto seco.
- **Granizados**, que se presentan en estado semisólido y contienen al menos un 12 % de extracto seco.

4.4. Valor nutritivo de los helados de base láctea

En un helado se puede encontrar:

- **Proteínas:** el contenido proteico de los helados de base láctea oscila entre el 2.7 % y el 5.5 %. Un consumo de 100 gr. de helado de base láctea proporciona entre un 7 % y un 10 % de la cantidad de proteínas que se necesita diariamente.
- **Calorías:** la aportación de energía de los helados lácteos oscila (en función de los ingredientes) entre las 110 y las 384 kilocalorías cada 100 gramos por lo que pueden ser considerados como productos de contenido energético medio. En el caso de los helados de agua y sorbetes el valor energético es medio/bajo (entre 68 y 138 kilocalorías cada 100 gramos). El consumo de 100 gr. del helado más calórico (de crema con cobertura) supondría un aporte máximo de un 15 % del total de las calorías que deben proporcionar diariamente los alimentos. Por eso el helado puede ser integrado en la dieta sin que suponga un desequilibrio de la misma.
- **Calcio:** las recomendaciones de ingesta de calcio son de alrededor de 800-1000 miligramos al día con variaciones en función de la edad, el sexo y el estado fisiológico de las personas. El mayor contenido medio de calcio se

encuentra en los helados de leche (135 mg/100 gr), seguido de los helados crema (97.8 mg/100 gr) y de los helados (79 mg/100 gr). El consumo de 100 gr. de helado de base láctea supone entre un 8 y un 16 % de la ingesta diaria recomendada de calcio (dependiendo del grupo de población considerado).

- **Glúcidos:** el contenido de glúcidos en los helados oscila entre 20 y 30 gramos/100 gr. En cuanto a la presencia de lactosa en ellos cabe decir que es beneficiosa para la flora intestinal además de favorecer la absorción del calcio (salvo que se sea alérgico a ella).
- **Grasas:** fundamentalmente, las de la leche o de origen vegetal. La grasa es el macronutriente que presenta más variabilidad cualitativa y cuantitativa entre los diferentes tipos de helados pero las cantidades oscilan entre los 5 y los 20 gramos por cada 100 gr. de helados.
- **Minerales:** los helados son pobres en sodio –con niveles inferiores a 70 ml/100 g- por lo que pueden integrarse sin problemas en la dieta de personas que deban controlar la ingesta de este elemento. Además, aportan otros minerales como magnesio y fósforo.
- **Vitamina B2:** 100 gr de helado de base láctea puede cubrir entre el 10 % y el 15 % de la cantidad diaria recomendada de esta vitamina.
La presencia o no de cobertura (generalmente, de chocolate) en los helados es un factor clave para su cualificación ya que modifica cualitativa y cuantitativamente la valoración nutricional de los productos que la contienen con respecto a los que no la incorporan. Por ejemplo, los helados que incorporan cacao y/o derivados pueden significar una aportación de polifenoles (componentes funcionales con efectos antioxidantes).

4.5. Componentes básicos de los helados

A continuación se describen los ingredientes constituyentes del helado y sus principales funciones:

- **Grasa:** Proporciona aroma y sabor, cuerpo, textura y suavidad en boca.
- **Sólidos lácteos no grasos:** Suministran textura, cuerpo, contribuyen al sabor dulce y a la incorporación de aire.
La mejor fuente de grasa y sólidos no grasos es la leche fresca, que suministra al helado un sabor mejor que otras fuentes más elaboradas. Pero el contenido en grasa y sólidos no grasos es adecuado para el helado de leche, y no para otros tipos de helados, que necesitarán un mayor aporte.
Entre otras fuentes de grasa concentrada, la mejor es la nata, ya que proporciona muy buenas características al producto final. Sin embargo, la nata fresca es un producto caro y perecedero, por lo que se suelen emplear nata congelada o mix vegetal.

La grasa de la leche se utiliza para fabricar helados de mayor calidad, pero se obtienen helados de calidad aceptable cuando se usan grasas vegetales, como los aceites de coco, palma, semilla de palma y en menor frecuencia de algodón y soja. También es importante asegurar que toda la grasa se funda por debajo de 37 °C para evitar una persistente sensación de grasa en la boca.

Respecto a los sólidos no grasos, se pueden obtener además de la leche, de la nata o las otras grasas, a través de varias fuentes como el lactosuero o los retenidos de un tratamiento de ultrafiltración. De los componentes más importantes de los sólidos no grasos son las proteínas, con sus propiedades funcionales de retención de agua y emulsificación. Normalmente los fabricantes de helados suelen añadir en sus mezclas leche en polvo desnatada como fuente de sólidos no grasos, ya que tiene la ventaja de soportar un almacenamiento relativamente largo sin deteriorarse.

- **Azúcar:** Aporta sabor dulce y mejora la textura. Aunque los sólidos no grasos contribuyen al sabor dulce del helado, no es suficiente y se debe añadir edulcorantes. El azúcar más importante en la elaboración de los helados es con diferencia la sacarosa (azúcar de remolacha o azúcar de caña), que es relativamente barato. Después de la sacarosa, el edulcorante más utilizado es el jarabe de glucosa, que además de barato tiene las ventajas de proporcionar una consistencia suave y flexible y de facilitar el batido, aunque tiene la mitad de poder edulcorante. El jarabe de glucosa se suele utilizar en la fabricación de helados hasta un máximo del 25 % del total de azúcares.
- **Aromatizantes:** Dan los sabores no lácteos. La grasa vegetal tiene muy poco sabor intrínseco y es necesario añadir aromas para contrarrestar esta circunstancia. Por el contrario, la grasa de la leche tiene un sabor intrínseco que puede interferir con el efecto de los aromatizantes añadidos.
- **Colorantes:** Mejoran la apariencia y refuerzan los aromas y sabores.
- **Emulsionantes:** Mejoran la capacidad de batido de la mezcla y producen un helado de textura suave y seca, además facilitan el proceso de fabricación.
- **Estabilizantes:** Mejoran la viscosidad de la mezcla, la incorporación de aire, la textura y las características de fusión. También aumentan la percepción de untuosidad y reducen los efectos de los cambios de temperatura durante el almacenamiento. La cantidad y tipo de estabilizante depende de la composición de la mezcla, la naturaleza del resto de los ingredientes, los parámetros del tratamiento y de la vida útil prevista para el producto final.
- **Ingredientes de alto valor añadido:** Proporcionan aromas y sabores adicionales y mejoran la apariencia y las características organolépticas del producto (virutas de chocolate, frutos secos, licores, etc.).

- **Agua:** Es responsable del carácter refrescante del producto, y el medio disolvente de los ingredientes hidrosolubles (azúcares, proteínas, sales, ácidos, sustancias aromáticas) y determina la consistencia del helado de acuerdo con cual sea la proporción congelada. Constituye gran parte del volumen de la mezcla.
- **Aire:** El aire incrementa la viscosidad de la mezcla y proporciona la textura cremosa-pastosa. Demora la transmisión de calor en la congelación y fusión de los helados.

4.6. Características de calidad de las materias primas empleadas en la elaboración de helados

- **Leche desnatada en polvo:** No debe tener más del 1,2-1,5 % de grasa ni de un 2,5 % de humedad. Tendrá aproximadamente un 35 % de proteínas, un 52 % de lactosa y un 8 % de minerales. Debe ser de color uniforme, blanco o cremoso claro, carente de color amarillo o pardo, característico de un producto que ha sido sometido a un calentamiento excesivo. El olor y el sabor de la leche en polvo deben ser frescos y puros, antes y después de su reconstitución. Debe reunir también las siguientes características:
 - Ausencia de conservantes y neutralizantes.
 - La acidez máxima será del 1,85 % expresada en ácido láctico.
 - La acidez de la grasa será como máximo del 2 % en peso de la grasa y vendrá expresada en % de ácido oleico.
 - Ausencia de impurezas microscópicas.
 - Menos de 100.000 colonias de gérmenes por gramo de leche en polvo.
 - Ausencia de coliformes en 0,1 gramos de leche en polvo.
- **Mantequilla:** La mantequilla es el producto graso obtenido por batido y amasado de la leche o nata. Debe cumplir las siguientes características:
 - Consistencia sólida y homogénea.
 - Color amarillo más o menos intenso.
 - Sabor y olor característicos.
 - Humedad máxima del 16 % en peso,
 - Extracto seco magro, máximo del 2 % en peso.
 - Materia grasa, mínimo del 80 % en peso.
 - Cloruro sódico en dosis máximas del 5 % en peso.
 - Ausencia total de gérmenes patógenos.
 - Ausencia de gérmenes coliformes en 0,1 gramos.
- **Sacarosa:** Debe llegar en forma de polvo cristalino de color blanco y sin ningún tipo de impurezas. Presentará un máximo del 2 % en humedad y del 0,25 % en sales.

- **Jarabe de glucosa:** Debe tener un extracto seco aproximado del 80 %. El contenido aproximado de oligosacáridos del extracto seco será del 38 %. No debe tener ningún tipo de impurezas.
- **Materias primas de alto valor añadido:** Deben tener cierta seguridad desde el punto de vista microbiológico, ya que estos componentes no son tratados térmicamente y podrían ser la fuente de microorganismos indeseables.
- **Agua:** El agua debe ser inodora e insípida, excepto en aguas sometidas a tratamiento en que se tolerará el ligero olor y sabor característicos del potabilizante utilizado. Debe ser incolora y tener los siguientes caracteres químicos y microbiológicos:
 - Caracteres químicos:
 - pH de 7 a 8,5.
 - Residuo seco: hasta 750 mg por litro de agua evaporada.
 - Cloruros: hasta 250 mg por litro de agua.
 - Sulfatos: hasta 200 mg por litro de agua.
 - Nitratos: hasta 30 mg por litro de agua.
 - Calcio: hasta 100 mg por litro de agua.
 - Magnesio: hasta 50 mg por litro de agua.
 - Hierro y manganeso: hasta 0,2 mg por litro de agua.
 - Oxígeno absorbido: hasta 3 mg por litro de agua.
 - Caracteres microbiológicos:
 - Recuento total de bacterias aerobias: máximo de 50 a 65 colonias por mililitro de agua.
 - Presencia de bacterias fecales: ausencia de coliformes, estreptococos y clostridios en cien mililitros de agua.
 - Ausencia total de gérmenes potencialmente patógenos y del E. Coli o de los bacteriófagos anti-E coli y anti-Shigella.

El agua procedente de la red de suministro es tratada con filtros a la entrada. Diariamente antes de proceder a la elaboración del mix se analiza, teniendo especial precaución con el contenido en cloro que según el “*Real Decreto 140/2003, de 7 de Febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano*”, estima que los niveles correctos son aquellos que se encuentran entre 0,2-1 ppm de cloro libre residual.

4.7. Proceso industrial de elaboración de helados

Introducción

La elaboración de los diversos tipos de helados puede ser artesanal o industrial. En la elaboración industrial, en primer lugar se realiza la recepción y almacenamiento de los ingredientes y aditivos que componen los helados. Posteriormente éstos se mezclan y pasan al siguiente paso que es el proceso de homogeneización. Acompañando a esta etapa transcurre la pasteurización y a continuación la maduración de dicha mezcla.

Posteriormente se lleva a cabo el batido con aire la mezcla (también conocida como mix) y congelación (mantecación). A continuación, los helados son envasados en sus diferentes formatos, ya sean tarrinas, conos, paquetes familiares, polos, etc.

Por último, se produce el endurecimiento de los helados y conservación por frío, hasta ser finalmente expedidos y puestos a disposición del consumidor. Esta es una descripción generalista, a continuación se procederá a una descripción detallada por etapas.

4.7.1. Tabla de descripción del proceso

ÁREA	PROCESOS POR ETAPAS	
SALA DE RECEPCIÓN	RECEPCIÓN DE INGREDIENTES	
DEPÓSITO DE INGREDIENTES	INGREDIENTES LÍQUIDOS (agua, nata, leche, zumo de frutas, jarabe de glucosa, etc)	INGREDIENTES SÓLIDOS (leche en polvo, azúcar, dulce de leche, chocolate, coberturas, aditivos, etc)
MÓDULO DE MEZCLA, HOMOGENEIZADO Y PASTEURIZACIÓN	DOSIFICACIÓN Y PESAJE	
	MEZCLADO Y AGITADO 50-60 °C	
	PRECALENTADO 73-75 °C	
	HOMOGENEIZADO A ALTA PRESIÓN 100-240 Kg/cm ² – 67 °C	
	PASTEURIZADO EN PLACAS 83-85 °C - 15/20 seg	
DEPÓSITO DE AROMAS	INCORPORACIÓN DE AROMAS	
MÓDULO DE ENFRIADO Y MADURADO	ENFRIADO EN PLACAS de 73 a 25 °C (AGUA A 15-20 °C) de 25 a 4 °C (AGUA A 2-3 °C)	
	MADURADO Y AGITADO 4-5 °C – 3-4 HORAS (HASTA 24 HORAS)	
MÓDULO DE BATIDO Y ENVASADO	BATIDO CON AIRE (OVERRUN) AIRE 90 % +/- 5 %	
	BATIDO Y CONGELADO ENTRADA 5 °C/ SALIDA -5 °C	
	ENVASADO	
TÚNEL -30/-40 °C	ENDURECIMIENTO CONGELADO CONTINUO -15 °C	
CÁMARA -30/-40 °C	ENDURECIMIENTO A -23 °C	
ÁREA DE EXPEDICIÓN	EMPAQUETADO Y PALETIZADO	
	EXPEDICIÓN Y VENTA	

4.7.2. Recepción y almacenamiento de los ingredientes

Las materias primas se almacenan en tanques, silos, bidones o sacos dependiendo de su forma física.

4.7.2.1. Recepción y almacenamiento de ingredientes líquidos

Los productos líquidos que se reciben tales como la leche, nata, leche concentrada, glucosa líquida y grasas vegetales se entregan en cisternas. Los productos lácteos recibidos se enfrían hasta unos 5 °C antes de su almacenamiento, mientras que la leche concentrada, la glucosa y las grasas vegetales se almacenan a temperaturas relativamente altas (30-50 °C), con objeto de mantener su viscosidad lo suficientemente baja como para que puedan ser bombeadas. El agua utilizada viene directamente de la red y es analizada diariamente antes de proceder a la mezcla. Los aromas y colorantes llegan en bidones de diferente capacidad, y son almacenados en el almacén de materias primas.

4.7.2.2. Recepción y almacenamiento de ingredientes sólidos

Los ingredientes sólidos utilizados en la elaboración son leche en polvo desnatada, azúcar, aditivos como emulgentes y espesantes, suero en polvo y mantequilla (aunque en la mezcla se añade la mantequilla derretida, ésta se recibe y almacena en estado sólido). El azúcar y la leche en polvo se pueden entregar en contenedores y por medio de sistemas de transporte neumático pasan a los silos de almacenamiento. El resto de los ingredientes sólidos se reciben generalmente en sacos.

4.7.3 Pesaje y dosificación de los ingredientes

Todos los ingredientes sólidos son pesados, mientras que los líquidos pueden ser pesados o dosificados mediante medidores volumétricos. Como se trata de materias primas caras que deben dar un producto final homogéneo y uniforme en su composición, se deben utilizar sistemas de pesado y dosificación fiables y de precisión.

4.7.3.1. Pesaje y dosificación de los ingredientes líquidos

Los ingredientes líquidos llegan al tanque de mezcla a través de tuberías tras ser previamente dosificados en dosificadores volumétricos. La mantequilla derretida y el jarabe de glucosa son impulsados por bombas centrífugas desde el derretidor centrífugo y el tanque de glucosa hacia el tanque de mezcla. El agua entra directamente ayudada por la presión de servicio de la red.

4.7.3.2. Pesaje y dosificación de los ingredientes sólidos

Los ingredientes sólidos se pesan y dosifican de acuerdo a una fórmula prefijada, y posteriormente son transportados por medio de un alimentador de productos en polvo. Esta máquina consta de una tolva de recepción a nivel del suelo donde se descarga la materia prima. El producto es transportado por medio de un tornillo sinfín horizontal y

otro vertical hasta la tubería final de descarga, de donde pasa al tanque de mezcla correspondiente.

En cuanto a la mantequilla, los bloques congelados pasan a un derretidor centrífugo, donde por medio de vapor se va aumentando la temperatura de los mismos hasta

40-45 °C, con lo cual se derriten, siendo entonces la mantequilla bombeable.

4.7.4. Mezcla de los ingredientes

Para la mezcla se dispondrá de dos tanques de mezcla en los que se trabajará alternativamente. Los ingredientes líquidos son adicionados en el tanque de mezcla, mientras que los ingredientes sólidos son añadidos separadamente por medio de un alimentador de productos en polvo. Los dos tanques de mezcla hacen posible la producción continua, ya que mientras la primera hornada de mezcla está siendo homogenizada, la siguiente remesa puede ser preparada en el segundo tanque. Para la primera remesa de producción del día el agua es precalentada en una sección del intercambiador de calor. Las siguientes remesas son también precalentadas en una sección del intercambiador de placas, pero el medio de calentamiento es la mezcla calentada de la anterior carga. El empleo de un intercambiador de placas para precalentar ingredientes tiene las siguientes ventajas:

- ✓ Tiempo de mezcla más corto.
- ✓ Mezcla final más homogénea.
- ✓ Tratamiento uniforme y cuidadoso sin formación de espuma.
- ✓ Mayor capacidad de mezclado.
- ✓ Bajo consumo energético.

El tanque de mezcla es de acero inoxidable sin aislamiento, ya que el tiempo de retención en el mismo suele ser muy corto.

4.7.5. Homogeneización de la mezcla

El estado higiénico del homogeneizador supone un gran riesgo potencial de recontaminación del producto. Para eliminar este riesgo se intercala el homogeneizador en el equipo de tratamiento térmico (pasteurizador), consiguiendo que la mezcla sea homogeneizada justo antes de la fase de máxima temperatura. Por ello, se tratará más extensamente en el **apartado 6** de este PFC.

4.7.6. Pasteurización de la mezcla

Al ser objeto de este PFC, esta operación se presentará de forma detallada en el apartado 5.

4.7.7. Maduración de la mezcla

Tras los procesos de homogeneización y pasteurización de la mezcla, ésta es conducida a depósitos a una temperatura de 4-5 °C por un periodo de 3 a 72 horas. Con esta maduración se consiguen cambios beneficiosos en la mezcla, tales como:

- ✓ Cristalización de la grasa.
- ✓ Las proteínas y los estabilizantes añadidos tienen tiempo de absorber agua, con lo que el helado será de buena consistencia.
- ✓ La mezcla absorberá mejor el aire en su batido posterior.
- ✓ El helado obtenido tendrá mayor resistencia a derretirse.

A la temperatura de 4-5 °C no hay peligro de desarrollo microbiano durante el tiempo de maduración (3 a 72 horas).

Los tanques de maduración están equipados con agitadores especiales, dándole a la mezcla un tratamiento suave con un bajo consumo de energía eléctrica. Tiene una doble pared para la refrigeración con agua fría.

Durante la maduración se añaden a la mezcla los aditivos finales (colorantes y aromas). Estos no fueron añadidos durante la mezcla ya que en la pasteurización podrían perder sus características organolépticas. Se dosifican manualmente en forma líquida desde los bidones en los que vienen.

4.7.8. Mantecación de la mezcla

La congelación o mantecación es una de las etapas que más influyen en la calidad del helado final. Es el punto clave de la transformación de una mezcla de ingredientes en helado, y es a partir de aquí cuando se habla de helado y no de mezcla. En esta etapa se realizan dos importantes funciones:

- Incorporación de aire por agitación vigorosa de la mezcla, hasta conseguir el cuerpo deseado.
- Congelación rápida del agua de la mezcla de forma que se formen pequeños cristales de hielo, consiguiendo una mejor textura en el helado.

Cuanto más baja sea la temperatura de congelación, mayor proporción de agua se congelará con un mayor número de cristales pequeños, aunque no se puede bajar demasiado la temperatura ya que aumentaría mucho la consistencia del helado y sería difícil manejarlo.

4.7.9. Envasado del helado

Un buen envase de helados debe soportar bajas temperaturas, ser no tóxico y no comunicar sabores ni olores al helado. Deben proteger de la transmisión de vapor de agua y oxígeno, ser resistentes al agua y capaz de manipularse en equipos automáticos de llenado y cerrado. También debe permitir su decoración gráfica y propaganda y no

fallar cuando se humedece durante la descongelación, así como permanecer en las vitrinas sin defectos.

La deshidratación es causada por el escape de humedad de vapor a través de las paredes o sellado del envase. La capa deshidratada de la superficie puede ser muy fina, pero puede afectar a la apariencia del producto. Si penetra aire en el envase puede haber oxidación por enzimas no eliminadas. También la luz acelera la oxidación, especialmente en alimentos con alto contenido graso. La pérdida de sabor u olor y la absorción de olores no suele ocurrir mientras los helados envasados permanecen congelados. Durante el almacenamiento y el transporte se pueden producir daños físicos por compresión. Para evitarlo se deben manipular las cajas que contienen helados con cuidado.

Sobre una cinta transportadora se procede al llenado de los envases con helado, que luego son sellados y tapados y salen por otra cinta transportadora hacia el túnel de endurecimiento. Todas las funciones son controladas por un panel central. A la máquina se le puede acoplar accesorios tales como contenedor para envases, contenedor de tapas, cierre térmico de las tapas, equipo de llenado para varios sabores, etc.

4.7.10. Endurecimiento del helado

Tras el envasado de los helados es necesario su endurecimiento, ya que a la salida del mantecador la temperatura era de $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$, y durante las manipulaciones posteriores ésta puede haber subido incluso por encima de $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, con lo que el helado, tendrá una consistencia semifluida y podría perder su configuración si no se vuelve a congelar. Las temperaturas alcanzadas en el centro del helado deben ser de la menos de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Todos los dispositivos endurecedores tienen por misión la de sustraer a los envases de helados ya llenos y cerrados más calor con la máxima rapidez, congelar más cantidad de agua, lo que endurece el helado y, con ello, aumentar su capacidad de almacenado y transporte. Esta etapa es clave para la obtención de un helado de calidad; un endurecimiento lento provoca la aparición de cristales de hielo de gran tamaño que le dan un cuerpo más basto, empeorando la calidad del producto.

Normalmente se emplean túneles de endurecimiento con nitrógeno líquido. El Nitrógeno es un gas incoloro, inodoro y químicamente inerte presente en el aire en un 78 %. Se almacena en forma líquida en depósitos a una presión de 3 kg/cm^2 a temperatura ambiente para aprovechar su calor latente. Se lleva al túnel por una conducción aislada térmicamente. Por medio de ventiladores se crean corrientes

que favorecen el endurecimiento. El túnel tiene aislamiento por inyección de poliuretano, lo que limita las pérdidas de frío.

4.7.11. Empaquetado y paletización

Los helados una vez envasados y tras haber pasado por el túnel de endurecimiento, se meten manualmente en cajas de cartón para su conservación y posterior distribución al público. Las láminas de cartón deben venir preparadas con todas las líneas para doblar debidamente marcadas y todas las caras formadas. Una vez que los envases han sido empaquetados en las cajas de cartón y selladas las mismas con cinta adhesiva al pasar por las correspondientes máquinas retráctiladoras, se procede a colocarlas ordenadas en varios pisos de palets, para seguidamente introducirlos en la cámara frigorífica.

4.7.12. Conservación del helado en cámaras frigoríficas

Mientras que los helados fabricados en el ámbito artesanal están destinados a un consumo inmediato y, como máximo, se almacenan corto tiempo, el helado fabricado a escala industrial debe con frecuencia recorrer largas distancias desde el establecimiento donde se elabora hasta el consumidor. Para el helado, lo mejor es mantenerlo a una temperatura baja constante en todos los puntos de la cadena de frío. Pero por ser en cierta medida inevitable las elevaciones de la temperatura en las operaciones de carga, transporte y descarga, los helados se mantienen en los grandes establecimientos a temperaturas más bajas, con objeto de disponer de una reserva de frío en los momentos mencionados. Para que el helado conserve su forma y consistencia, desde el final del endurecimiento en la fábrica hasta su transporte al consumidor, se deposita a bajas temperaturas (-28 °C).

4.7.13. Expedición del helado

La expedición de los helados se hará por medio de camiones frigoríficos de reparto. Estos disponen de un portón trasero por donde se meten los palets. En los laterales del camión hay unas puertas a través de las cuales se puede acceder al producto.

Cada camión tiene un furgón debidamente aislado y un equipo frigorífico para mantener los helados bien conservados hasta el punto de destino.

5. Proceso de pasteurización

5.1. Introducción

El objetivo de la pasteurización de la mezcla es la destrucción de las bacterias patógenas que tienen la capacidad de transmitir diversas enfermedades a los consumidores.

El proceso de pasteurización fue desarrollado por Pasteur (debido a ello, lleva su nombre, en su honor), y consistía básicamente en someter a distintos alimentos a la acción del calor, para destruir cepas patógenas de microorganismos. Este principio comenzó a utilizarse a la leche, la cual se calentaba a 60 °C durante 30 minutos. Investigaciones posteriores determinaron que se pueden utilizar distintas combinaciones de tiempo y temperatura. Así actualmente un proceso de pasteurización utilizado en lechería aplica una temperatura de 72 a 75 °C por un tiempo de 20 segundos. Esta condición además de ser más económica, evita someter a la leche y otros alimentos a condiciones de temperatura tales que disminuyen sensiblemente su calidad nutricional.

En la elaboración de helados se aplica esta técnica de forma obligatoria, como modo de garantizar la calidad sanitaria de este alimento.

5.2. Definición de pasteurización y sus ventajas

La pasteurización es un método de calentamiento que tiene como principal objetivo la destrucción de los microorganismos patógenos que puedan estar en la mezcla, reduciendo el número de los mismos hasta un valor aceptable.

La definición exacta de “pasteurización del helado” sería: ***“tratamiento térmico de la mezcla en condiciones tales que las temperaturas alcanzadas y el tiempo de exposición a las mismas permitan eliminar de las mezclas preparadas, los microorganismos peligrosos para la salud del ser humano”***.

Un segundo fin que proporciona el tratamiento térmico es la inactivación de los sistemas enzimáticos y de los microorganismos capaces de provocar indeseables modificaciones del olor y del sabor durante el almacenamiento de los helados, así como una completa disolución de los ingredientes de la mezcla. Así mismo, los tratamientos térmicos aumentan la capacidad de retención de agua de las proteínas a las temperaturas normales, probablemente porque los puntos reactivos de las cadenas polipeptídicas quedan más accesibles o debido a una mayor polimerización de las proteínas. Esta propiedad adquirida se utiliza en la preparación de las leches destinadas a heladería, panadería y charcutería, e incluso para el control del fenómeno de gelificación en la leche evaporada. Por el contrario, estos tratamientos no son adecuados en la fabricación de las leches en polvo para reconstitución ni para las leches condensadas azucaradas que son susceptibles de espesamiento.

La pasteurización del mix, comprende la totalidad de los componentes: leche fluida, nata, leche en polvo, azúcares, estabilizadores, agua, etc. Lo correcto es la pasteurización total de la mezcla o mix.

Los errores más comunes cometidos son:

-Trabajar en frío por desconocimiento del peligro que significa la falta de pasteurización y de sus verdaderos beneficios.

- Se trabaja la mezcla en frío por sobrentender que la leche y la nata están pasteurizadas.
- Se pasteuriza solamente la leche fluida y la nata.

La pasteurización total de la mezcla es el procedimiento correcto porque incluye en su tratamiento no sólo el elemento que mayores posibilidades de contaminación ofrece (la leche y sus derivados), sino también otros que por diversas causas pueden ser motivo de problemas bacteriológicos: azúcar, huevos, cacao, etc. Ninguno de ellos ofrece condiciones de asepsia o esterilidad en sus procesos de elaboración y es necesario que el tratamiento integral por calor de la mezcla, elimine cualquier posibilidad de que el conjunto, y por lo tanto, el producto final, queden contaminados.

5.3. Destrucción de los microorganismos por el calor

5.3.1. Termorresistencia microbiana

Los microorganismos requieren una determinada temperatura para su crecimiento. Cuando se sobrepasa esa temperatura, inicialmente la velocidad de desarrollo se reduce y eventualmente, se detiene. Los microorganismos y las esporas son destruidos por el calor cuando se someten a una temperatura alta durante un tiempo suficiente. La temperatura y tiempo necesarios para destruir un microorganismo concreto y sus esporas (si es esporulado), depende de su termorresistencia. Las esporas son más termorresistentes que las células vegetativas y hay diversos factores del entorno microbiano que pueden modificar la resistencia al calor, por ejemplo, la presencia de grasa en un alimento. La termorresistencia de los microorganismos se expresa como tiempo de inactivación térmica, que es el tiempo necesario para destruir un número de células (o esporas) a una temperatura concreta, en unas condiciones específicas.

Durante el calentamiento de un producto, es imposible calcular el tiempo exacto que se necesita para inactivar todos los microorganismos. Sin embargo, calentando las células vegetativas y las esporas a una temperatura determinada, resulta posible medir el tiempo necesario para que la población disminuya en un 90 %. El tiempo (en minutos) que se requiere para reducir el número de microorganismos viables en un 90 %, se conoce como tiempo de reducción decimal o valor D. Representando el número de microorganismos superviviente frente al tiempo en un papel semilogarítmico, se obtiene la curva de velocidad de inactivación. Aunque es importante conocer el efecto de una temperatura concreta sobre una especie microbiana, desde el punto de vista práctico, lo que más interesa es conocer qué efecto tendrá un aumento de temperatura sobre el tiempo necesario para reducir el número de microorganismos. Representando en papel semi-logarítmico los valores D a diferentes temperaturas (tiempo de inactivación térmica) para una especie microbiana, se obtiene la gráfica de tiempos de inactivación térmica. A partir de la pendiente de esta recta se calcula el valor z, que se define como el incremento de temperatura (en °C) necesario para conseguir una reducción decimal en el tiempo de inactivación térmica. Obtenida la gráfica para un microorganismo, es posible seleccionar la combinación de tiempo-temperatura necesaria para destruirlo en las

condiciones especificadas. La termorresistencia de un microorganismo o (espora) se caracteriza por los valores D y z.

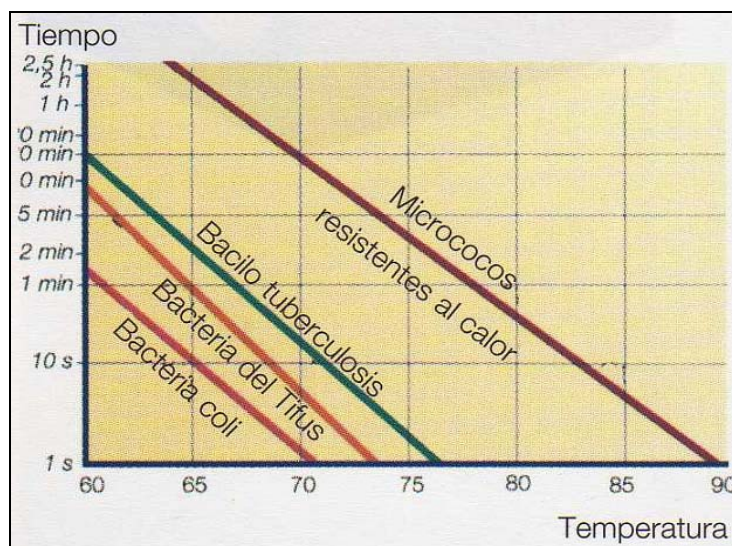
Una vez definida la termorresistencia de una especie microbiana, puede calcularse fácilmente la velocidad de inactivación que se requiere para reducir una población inicial de organismos viables hasta un nivel seguro para el consumidor y así poder establecer los tratamientos térmicos necesarios en cada caso.

5.3.2. Combinación tiempo/temperatura

La combinación de temperatura y tiempo de mantenimiento es muy importante, ya que determina la intensidad del tratamiento térmico.

La tabla muestra las curvas de tratamiento térmico con efectos letales sobre las bacterias Coliformes, bacterias del Tifus y sobre el bacilo de la Tuberculosis.

Figura 1.5: Efecto letal de la combinación tiempo/temperatura sobre las bacterias



Cuanto mayor sea la temperatura del tratamiento, menor tiempo se necesitará para conseguir los objetivos. Sin embargo, es necesario barajar el riesgo de aparición de defectos en el sabor, valor nutritivo y apariencia del producto. Así, un calentamiento fuerte produce cambios en el sabor (en primer lugar se origina sabor a cocido y después el sabor a quemado). Además las proteínas presentes en la leche como ingrediente constitutivo de algunos tipos de helados son desnaturalizadas a altas temperaturas. La elección de la combinación tiempo/temperatura debe ser optimizada para conseguir un efecto adecuado tanto desde el punto de vista microbiológico como desde el punto de vista de la calidad.

5.3.2.1. Elección de la combinación tiempo-temperatura en el proceso de pasteurización

La destrucción de las bacterias por el calor es una de las operaciones básicas de la industria heladera porque permite prolongar significativamente el tiempo de conservación de los productos.

Cuando los microorganismos y/o las esporas de bacterias son sometidos a un tratamiento térmico no todos los microorganismos mueren a la vez. En lugar de esto, una cierta proporción es destruida en un período de tiempo dado mientras que el resto sobrevive. Si los microorganismos sobrevivientes son una vez más sujetos al mismo tratamiento por el mismo período de tiempo, una proporción igual de éstos serán destruidos, y así sucesivamente. En otras palabras, un tratamiento térmico concreto siempre elimina la misma proporción del recuento inicial de cada etapa, con lo cual la cinética de la muerte térmica, en condiciones isotérmicas, es de primer orden.

El efecto letal de la pasteurización en los microorganismos puede entonces ser expresado matemáticamente como la siguiente función logarítmica:

$$t = D \log N_0/N$$

donde:

N= Número de microorganismos por gramo que quedan en el producto después de un tiempo de calentamiento t.

N₀ = Número de microorganismos por gramo en el tiempo t=0.

D = Tiempo necesario para destruir el 90% de los microorganismos presentes en el producto. Este tiempo D se llama “tiempo de destrucción térmica” o “tiempo de reducción decimal”.

t = Tiempo de calentamiento a una determinada temperatura.

De esta ecuación, se deduce:

- Cuanto mayor es N₀, es decir, cuanto más elevada es la contaminación inicial, mayor es el tiempo de calentamiento necesario para destruir los microorganismos.
- Cuanto mayor es D, más resistentes al calor son los microorganismos presentes y mayor es el tiempo necesario para destruirlos. El valor de D depende de los microorganismos que hay en el producto (cada uno tiene una D distinta) y de la temperatura. La relación entre D y las temperaturas es la siguiente:

$$\text{Log } D_0/D = (T - T_0) / Z$$

donde:

D_0 y D son los tiempos de destrucción del 90% de los microorganismos a las temperaturas T_0 y T .

Z es el aumento de temperatura necesario para conseguir una disminución del 90% en el tiempo de destrucción térmica D . Este valor Z se expresa en °C.

Cada una de las especies microbianas tiene un valor de D y un valor de Z determinados. Los correspondientes a algunos microorganismos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1.5: Valores de D y Z para algunos microorganismos

Microorganismos	Temperatura de referencia	D	Z °C
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	82,2	0,018 segundos	5,6
<i>Salmonella</i> spp.	82,2	0,192 segundos	6,7
<i>Staphylococcus</i> spp.	82,2	0,378 segundos	6,7
<i>Lactobacillus</i> spp.	82,2	0,57 segundos	6,7
<i>Clostridium botulinum</i>	121,1	0,2 minutos	10
<i>Clostridium sporogenes</i>	121,1	0,1 a 1,5 minutos	10
Mesófilos en la leche entera	121,1	11 segundos	10,5
Termófilos en la leche entera	121,1	25 segundos	10,5
Mesófilos en la nata con un 30% de M.G.	121,1	31 segundos	10,5
Termófilos en la nata con un 30% de M.G.	121,1	46 segundos	10,5

A partir de estos valores se calculan los tratamientos de pasteurización y esterilización. Cuando los productos alcanzan las temperaturas de pasterización o esterilización, el tiempo de calentamiento a esta temperatura viene dado por la relación:

$$t = F_0 \times 10^{(T_1 - T_0)/Z}$$

donde:

F₀= Valor letal deseado (corresponde al t calculado para la temperatura de referencia).

T₁ = Temperatura de pasterización o esterilización.

T₀= Temperatura de referencia correspondiente a D.

La pasteurización no destruye todos los microorganismos, aunque reduce mucho su número y en muchos casos no destruye los microorganismos esporulados. De la tabla anterior, se selecciona el microorganismo cuyo valor de D sea más restrictivo; en el caso del tratamiento por pasteurización será el Lactobacillus spp. cuyos valores son: D=0,57 segundos, Z= 6,7 °C. Para una reducción de Lactobacillus spp de 1000 por mililitro a 1 por 1000 litros, es decir, de 10⁹ a 1 el valor letal F₀ se calcula:

Aplicando la ecuación $F_0 = D \text{ Log } (N_0/N) = 0,57 \text{ Log } (10^9/1) = 5,13$ segundos

$$t = F_0 \times [10^{(T_1 - T_0)/Z}] = 5,13 \times [10^{(84 - 82,2)/6,7}] = 9,52 \text{ segundos};$$

para que se asegure el correcto tratamiento (“Tecnología de la elaboración de los helados” A. Madrid, I. Cenzano) se recomienda:

Un tiempo de mantenimiento de 15 segundos a la temperatura de 84 °C

5.3.3. Factores que afectan a la termorresistencia de los microorganismos

Los factores que afectan a la termorresistencia de los microorganismos son muy numerosos. Se necesitan calentamientos más intensos par destruir esporos bacterianos, levaduras y mohos que para inactivar las células vegetativas. La termorresistencia de las células vegetativas, depende de:

- la especie microbiana;
- la temperatura óptima y máxima de crecimiento (temperaturas más altas suelen implicar mayor termorresistencia);
- el contenido lipídico de la célula (los lípidos aumentan la termorresistencia);
- la tendencia a formar agregados (los agregados de células son más termorresistentes);
- la fase de la curva de crecimiento (las células en fase de crecimiento logarítmico presentan una termorresistencia más elevada);

- la composición química del entorno (los alimentos más grasos protegen a los microorganismos de la acción del calor);
- el pH del medio (la termorresistencia disminuye cuando el pH se desvía del óptimo de crecimiento);
- la actividad del agua (la termorresistencia disminuye al descender la a_w).

Los factores como la especie microbiana, la temperatura óptima y máxima de crecimiento y el contenido en lípidos, afectan también a la resistencia térmica de las esporas, que además dependen de las condiciones de esporulación. Las células vegetativas de algunas bacterias patógenas son muy sensibles al calor y se inactivan a temperaturas relativamente bajas, mientras que algunos termófilos deben someterse a temperaturas superiores a los 80 °C durante varios minutos para lograr su destrucción. Las esporas bacterianas son más termorresistentes que las células vegetativas y algunas pueden resistir a más de 100 °C durante varios minutos antes de su completa inactivación. Por el contrario, las células y esporas de mohos y levaduras son mucho menos resistentes al calor. Las levaduras y sus esporos se inactivan con una pasteurización a 71,7 °C durante 15 segundos y las células vegetativas de algunas levaduras se destruyen incluso a temperaturas más bajas, de alrededor de 55 °C durante 10-12 minutos. El calor húmedo a 60-65 °C es suficiente para inactivar la mayoría de los mohos y sus esporas en unos 5-10 minutos, aunque algunos precisan tratamientos más severos. Por otra parte, las esporas de los mohos resisten bien al calor seco y para destruirlas se necesitan temperaturas de más de 120 °C durante 20-30 minutos. La pasteurización a 83-85 °C durante 15-20 segundos suele ser suficiente para eliminar los microorganismos que normalmente contiene la mezcla o mix.

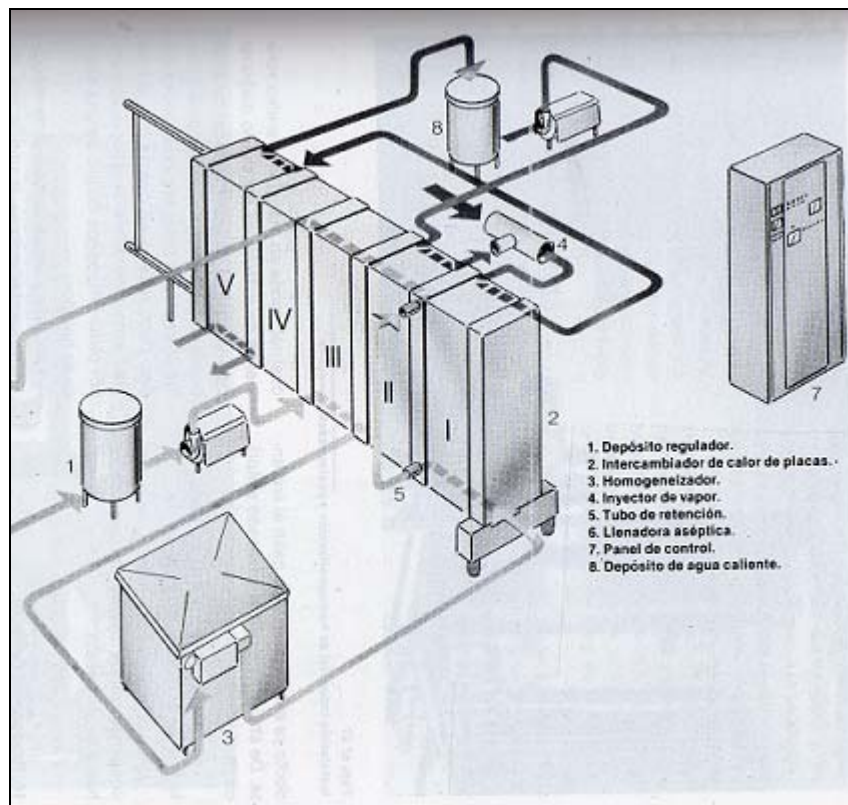
5.4. Equipo de pasteurización

Una instalación de pasteurización se compone de un equipo de calentamiento y un equipo de refrigeración. El conjunto puede completarse con un cambiador-recuperador de calor y una sección de mantenimiento. Estos equipos pueden estar montados separadamente o constituir un solo bloque. A veces, un solo elemento permite efectuar sucesivamente el calentamiento y la refrigeración, como sucede en la pasteurización baja.

En todos los tipos de equipos, el calentamiento o la refrigeración se efectúan por intercambio de calor, a través de una pared metálica, entre la mezcla a pasteurizar, por una parte, y un fluido refrigerante o calefactor por otra. Los tipos de pasteurizadores se distinguen esencialmente por la extensión, la forma y la disposición de las superficies a través de las que tiene lugar el intercambio de calor. La cantidad de calor transmitida por la pared metálica está en función del coeficiente de transmisión de esta pared, de su superficie y de la diferencia de temperatura entre el mix y el fluido. El coeficiente de transmisión de la pared depende también de su grado de limpieza. Una capa de grasa, o de caseína coagulada, lo reduce notablemente.

La figura muestra un ejemplo de pasteurizador de placas completo con todo su equipo de funcionamiento, supervisión y control del proceso.

Figura 2.5: Equipo de Pasteurización



▪ Depósito de regulación

En este depósito, una válvula de flotador colocada a su entrada regula el caudal de mezcla y mantiene constante su nivel. Si se corta el suministro de mezcla o mix, el nivel comenzará a bajar. El pasteurizador debe estar siempre lleno durante su funcionamiento, con objeto de evitar que el producto se queme sobre las placas. Por ello, el depósito de regulación lleva con frecuencia un electrodo de bajo nivel, que transmite la señal tan pronto como dicho nivel alcanza un punto mínimo. Esta señal pone en funcionamiento la válvula de desviación de flujo, que recircula el producto al depósito de regulación. La mezcla se reemplaza por agua y el pasteurizador detiene su funcionamiento cuando la circulación dura un cierto tiempo. Su funcionamiento es sencillo: cuando baja el nivel de mezcla se abre parcialmente la válvula de entrada comandada por el flotante. Por el contrario al subir el nivel, esta válvula se cierra también por efecto del flotante logrando de este modo que el caudal de mix de alimentación al pasteurizador no varíe.

▪ Bomba de alimentación

Esta bomba toma la mezcla del tanque de balance y alimenta al pasteurizador con un caudal constante. Para el caso de líquido o mezclas viscosas (caso del mix) suele utilizarse bombas centrífugas, pero debe tenerse la precaución de instalar una válvula de seguridad, que ante una obstrucción y aumento de la presión interna, detiene la bomba evitando de este modo daños graves a la instalación.

- **Controlador de caudal**

El controlador de caudal mantiene el flujo del producto a través del pasterizador al nivel deseado. Esto garantiza un control estable de la temperatura y un tiempo de mantenimiento constante para conseguir el efecto de pasteurización buscado.

- **Pre calentamiento regenerativo**

La mezcla sin tratar continúa desde el controlador de flujo hasta la primera sección del pasteurizador, la sección de pre calentamiento. Aquí se calienta en contracorriente con la mezcla pasteurizada, que a su vez se enfría.

Si la mezcla se va a someter a algún tratamiento a una temperatura comprendida entre las de entrada y salida de la sección regenerativa, dicha sección se subdividirá en dos subsecciones.

Estos sistemas permiten realizar considerables ahorros de combustible. Se comprende que se trate de aumentar el coeficiente de recuperación, dado que de esta manera el calentamiento inicial de la mezcla sin pasteurizar no cuesta nada, pero el precio de los recuperadores, así como los gastos de mantenimiento y limpieza, aumentan considerablemente al traspasar ciertos límites la superficie de intercambio.

- **Pasteurización**

El calentamiento final hasta la temperatura de pasterización con agua caliente o vapor al vacío tiene lugar en la sección de calentamiento del pasteurizador.

- **Desviación del flujo**

Cuando en el proceso de pasteurización no se alcanza la temperatura de trabajo, esta válvula instalada en la entrada a la etapa de retención permanece abierta, enviando la mezcla nuevamente al tanque de balance e impidiendo de este modo la contaminación de la mezcla pasteurizada con la mezcla “cruda”. Esta válvula es automática y está comandada por un sensor de temperatura colocado después de la sección de mantenimiento que transmite una señal al monitor de temperatura. Tan pronto como esta señal cae por debajo de un valor prefijado, correspondiente a una temperatura mínima especificada, el monitor hace que entre en funcionamiento la válvula para desviar el flujo. En muchas instalaciones, la posición de la válvula de desviación del flujo se registra junto con la temperatura de pasteurización.

- **Enfriamiento**

Inmediatamente después del calentamiento, la mezcla vuelve a la sección o secciones regenerativas para su enfriamiento. Aquí, la mezcla pasteurizada que sale del equipo se enfría con agua helada, o bien con una solución glicolada u otro tipo de refrigerante, dependiendo de la temperatura buscada. Junto con la temperatura de pasteurización y la posición de la válvula de desvío del flujo, es usual registrar la temperatura de la mezcla fría que sale del equipo. Por tanto, el gráfico en cuestión muestra tres curvas.

La mezcla se refrigera protegida de la atmósfera en refrigeradores tubulares o en la siguiente sección del cambiador de placas. Estos refrigeradores, por lo general están compuestos de dos secciones. La primera por la que circula agua fría, lleva la mezcla a una temperatura próxima a +25 °C. La segunda, por la que circula agua a temperatura próxima a 0 °C, completa la refrigeración hasta + 4 °C.

Estos equipos, de acero inoxidable, pueden limpiarse en circuito cerrado. Durante un largo tiempo se han utilizado refrigeradores al aire libre, pero han caído en desuso porque eran causa frecuentemente de contaminación, dadas las grandes dificultades de limpieza y el extenso contacto de la mezcla con el aire.

5.5. Condiciones que debe cumplir el pasteurizador

Un pasteurizador debe:

- A. Garantizar la homogeneidad del calentamiento a la temperatura seleccionada para que realmente tenga lugar el efecto bactericida buscado y para que la mezcla no sufra modificaciones por sobrecalentamiento.

Modificar lo menos posible la estructura y composición de la mezcla es el propósito que debe dirigir la elección de las condiciones de calentamiento y refrigeración.

Interesa, en primer lugar, que todas las moléculas de mix lleguen a la temperatura de pasteurización. Hay que evitar que unas se calienten mucho y otras poco, es decir, hay que garantizar la homogeneidad del calentamiento.

Si una porción de la mezcla, por pequeña que sea, escapa a la acción térmica, los gérmenes en ella contenidos se transformarán en un auténtico inóculo que se multiplicará rápidamente en la mezcla pasteurizada. Por otra parte, si se calienta en exceso una fracción de la mezcla, se producen modificaciones en su

composición y en su estructura que, en ciertos casos, pueden provocar la aparición de sabores desagradables.

Restos de ciertos metales, como el cobre, favorecen la oxidación de las vitaminas, cuya conservación es importante. Es necesario, por tanto, evitar el contacto del mix con superficies capaces de enriquecerlo, por dilución, en metales activos.

- B. Respetar al máximo la estructura y composición del mix (mezcla intermedia), evitando la oxidación de las vitaminas, así como trabajar aislando el equipo del contacto con el aire ambiental ya que provocaría la oxidación de la materia grasa que contiene la mezcla.
- C. Permitir la limpieza completa y rápida de todas las superficies en contacto con la mezcla a pasteurizar con objeto de impedir contaminaciones después del calentamiento. Se recomienda por ello el acero inoxidable.
- D. Ser económico, es decir, tener un precio de compra razonable y un consumo pequeño. Cuanto mayor es la superficie intercambiadora, menos fluido calefactor consume el equipo. Sin embargo, llega un momento en que la economía de calor no compensa el aumento de precio del equipo a causa de la mayor extensión de la superficie.

El rendimiento térmico satisfactorio de un pasteurizador depende también del estado de la superficie de intercambio. Por ejemplo, si se forma una costra de cualquier sustancia de las que componen el mix, el coeficiente de transmisión del metal desciende y el rendimiento disminuye.

- E. Ser poco voluminoso para facilitar su instalación.

5.6. Tipos de pasteurizadores

5.6.1. Pasteurizadores tubulares

Existen numerosos modelos constituidos fundamentalmente por un haz de tubos cuyos elementos se unen boca a boca por medio de codos. La mezcla circula por los tubos donde es calentada desde una o dos superficies, según los modelos, por agua que discurre en contracorriente.

La homogeneidad de la pasteurización es perfecta a causa del pequeño espesor de la corriente de mix (5 a 6 mm de media). El trabajo se realiza aislado del aire y no hay peligro de que se quemé, ya que el calentamiento se realiza con agua sólo unos grados más que la temperatura de pasteurización de la mezcla.

La limpieza es una operación prolongada e incómoda y, en algunos modelos, es preciso efectuarla desmontándolos diariamente. Por el contrario, los equipos actuales, de acero inoxidable, permiten una limpieza en circuito, haciendo circular por ellos soluciones detergentes y antisépticas.

Los pasteurizadores tubulares son más caros, pero su rendimiento calórico es excelente. Fueron muy utilizados, pero en los últimos años están siendo sustituidos por intercambiadores de placas, menos difíciles de mantener. También suelen emplearse pasteurizadores tubulares de serpentín, cuyas diferentes partes (recuperador, pasteurizador, sección de mantenimiento y refrigerador de agua) se disponen concéntricamente rodeadas por una cubierta vertical de acero inoxidable. De esta manera se reduce el espacio ocupado por el aparato.

5.6.2. Pasteurizadores de placas

Los modelos de placas son los más utilizados en la actualidad y será el objeto de este PFC debido a sus numerosas ventajas frente a cualquier otro tipo de equipo. Son los pasteurizadores más perfectos; habitualmente funcionan con los mismos límites de temperatura que los indicados para los modelos tubulares modernos. Son excelentes cambiadores de calor, el efecto bactericida es intenso y la mezcla resulta muy poco modificada. Además, la limpieza puede efectuarse fácilmente en circuito cerrado, aunque tampoco son difíciles de desmontar. Ocupan un espacio comparativamente reducido pueden tratar hasta 20.000 litros por hora.

5.7. Tipos de pasteurización

Como todos los productos lácteos, es obligatorio pasteurizar la mezcla por razones higiénicas. En cualquier caso, el calentamiento es necesario para disolver los ingredientes y para homogeneizarlos, por lo que la pasteurización no aumenta prácticamente el coste del proceso. El tratamiento se puede suministrar de varias formas distintas; las combinaciones más frecuentes son:

- **Pasteurización baja**, con una temperatura de 60 °C mantenido durante 30 minutos. Es un método lento y discontinuo, pero que presenta la ventaja de no modificar las propiedades de la leche en los helados elaborados a partir de dicha materia prima. No se coagulan las albúminas ni las globulinas y el estado de los glóbulos grasos permanece inalterado. Este procedimiento se emplea muy poco; principalmente en las pequeñas fabricaciones.
- **Pasteurización intermedia**, a una temperatura de 70-72 °C durante 15 a 30 segundos.
- **Pasteurización alta**, a una temperatura de 83-85 °C durante 15-20 segundos. Este tratamiento es el que más se utiliza. Con este procedimiento se obtienen los mejores resultados; los helados presentan las mejores características reológicas y organolépticas, es el más económico y se adapta bien a las operaciones automatizadas.
- **Tratamiento a temperatura ultra alta** (U.H.T., 100 °C-130 °C durante 1 a 40 segundos. Mejora la consistencia y la textura de los productos debido a las modificaciones que produce en la estructura y propiedades de las proteínas. El aumento de la capacidad de retención de agua permite reducir la cantidad de estabilizante. Los grupos reductores que se liberan actúan también como antioxidantes. Por otra parte, este tratamiento, sobre todo si se aplica a temperaturas superiores a 120 °C, puede originar defectos de sabor.

Por lo tanto, las condiciones ideales de pasteurización dependen de diversos factores, como la composición de la mezcla y los ingredientes utilizados. La viscosidad se modifica mucho incluso cuando no se utilizan estabilizantes, y es imposible asegurar una completa solubilización de los ingredientes si el tratamiento no se realiza en condiciones adecuadas.

La elección del sistema depende esencialmente del número inicial de gérmenes y si se trata de lograr la esterilización total o solamente la reducción del contenido microbiano. Afectan, además de todas las condiciones citadas anteriormente, las cantidades a procesar, es decir, los litros de producto que se prevén fabricar.

El sistema elegido para reducir el contenido microbiano de la mezcla debe cumplir los siguientes requisitos:

- El efecto germicida (porcentaje de gérmenes destruidos o eliminados) ha de superar el 99 % y si se trata de gérmenes patógenos debe ser del 100 %.
- La mezcla debe ser tratada con moderación para que conserve en la mayor medida posible sus principios nutritivos, así como sus propiedades organolépticas.
- La rentabilidad del sistema debe ser alta y el gasto en equipos escaso.

El tratamiento de pasteurización alta cumple casi todos los requisitos, tiene una serie de importantes ventajas y por tanto será el seleccionado:

- Proceso muy rápido, lo que significa más capacidad productiva.

- Temperatura alta que asegura la destrucción de todos los microorganismos patógenos.
- Ahorro energético.

Entre las modificaciones químicas, produce la coagulación de escasas cantidades de albúmina y globulina, así como la precipitación reducida de sales. Para evitar problemas, el tiempo transcurrido desde la mezcla de los ingredientes hasta su pasteurización debe ser lo más breve posible, y nunca superior a dos o tres horas. La pasteurización alta es preferida por su elevado efecto germicida, las modificaciones físico-químicas son bastante más acusadas que en la pasteurización intermedia, pues la mayoría de los fenómenos de desnaturalización se producen por encima de los 75 °C.

Las pérdidas de vitaminas A, B₁ y C se limitan al 20 %.

5.8. Sistemas de calentamiento en los pasteurizadores

Los medios de calentamiento utilizados en pasteurizadores son principalmente agua caliente, vapor al vacío o vapor saturado a la presión atmosférica (temperatura de 100 °C). Sin embargo, no se utiliza vapor caliente debido al alto diferencial térmico. Los medios calefactores más utilizados son el agua caliente y el vapor al vacío, aunque en la actualidad este último está en decadencia. A continuación se describen los sistemas de calentamiento por agua y vapor al vacío.

5.8.1. Sistemas de calentamiento por agua

Las calderas en la industria heladera producen vapor a una presión de 600-700 kPa. Este vapor se utiliza para calentar el agua, que a su vez sirve para calentar el producto hasta alcanzar la temperatura de pasteurización deseada.

El calentamiento del agua se realiza a partir de un sistema cerrado que consta de una válvula de regulación de calor, un calderín con tuberías y accesorios y una bomba centrífuga. El agua se calienta en el calderín con vapor que pasa a través de la válvula

de regulación. El agua caliente, por medio de la bomba centrífuga, circula por el calderín y por la sección de pasteurización del intercambiador de placas, donde cede calor al producto. El agua que sale de dicha sección de calentamiento vuelve a través de una válvula de estrangulamiento al calderín para volver a iniciar el ciclo. Esta última válvula se utiliza para ajustar el caudal de agua en circulación.

El agua formada por condensación del vapor inyectado en el calderín es descargada a través de una válvula reguladora de presión.

El sistema se llena con agua por una válvula y la presión que existe en el mismo viene indicada por el manómetro.

Los calentadores de agua se fabrican en varios tamaños con capacidades que van desde 250 a 7500 litros de agua caliente producida por hora. El consumo de vapor varía desde unos 300 kg/hora en los tipos más pequeños hasta unos 2800 kg/hora en los mayores.

Se consigue mantener una temperatura constante de pasteurización gracias a un controlador que actúa sobre la válvula de regulación de vapor. Cualquier

tendencia a la baja de la temperatura del producto es inmediatamente detectada por un sensor en la línea de dicho producto, antes de la sección de mantenimiento. Dicho sensor cambia entonces la señal al controlador, que abre la válvula de regulación de forma que se suministre más vapor al agua. Ello hace que aumente la temperatura del agua de circulación y detiene la caída de temperatura del producto.

5.8.2. Sistema de calentamiento mediante vapor al vacío

El principio de funcionamiento de un sistema de calentamiento por vapor al vacío se basa en el hecho de que el vapor puede ser condensado haciendo que irradie su calor latente de condensación a temperaturas inferiores a 100 °C, si la presión absoluta es reducida por debajo de la presión atmosférica. Una bomba de vacío reduce la presión en los canales por donde circula el medio de calentamiento hasta alcanzar un valor determinado. El vapor condensa entonces a una temperatura de, por ejemplo, 75 °C. El vapor se condensa en las superficies de transferencia térmica, que son enfriadas por el producto que encuentra al otro lado de ellas. El vapor condensado sale por el fondo del intercambiador de calor gracias a una bomba de vacío.

El sistema de vapor a vacío consta de una válvula de regulación de vapor, una bomba de vacío y un sistema de control de temperatura.

La presión del vapor antes de la válvula debe ser constante con objeto de que asegure que la válvula reguladora suministra la cantidad correcta de vapor.

Por ello, se instala una válvula reductora de la presión en la línea antes de la válvula de regulación.

El vacío necesario en la sección de calentamiento del pasteurizador se crea por la bomba de vacío, que tiene tres eyectores y que suministra, por lo tanto, tres fuentes de vacío. Uno de ellos se conecta a la salida de condensadores de la sección de calentamiento, con lo que los extrae de forma continua y a la vez crea el vacío necesario en el lado del vapor. El condensado se mezcla con agua en circulación en la bomba. El agua en exceso sale por un rebose. El segundo eyector se conecta, a través de la válvula de regulación, al regulador de temperatura en el panel de control.

El regulador ajusta la colocación de la válvula de vapor de forma que siempre suministre la cantidad de vapor necesaria para calentar la mezcla a la temperatura de pasterización fijada. El tercer eyector se conecta a la válvula de desviación del flujo.

El vapor debe estar saturado cuando entra al calentador, ya que la temperatura del vapor saturado corresponde siempre a la presión absoluta. Por ello, el lado a presión de la

bomba de vacío se conecta a un punto en la línea de vapor situado después de la válvula de regulación. Esta tubería suministra de forma continua condensados que saturan el vapor.

La temperatura de pasteurización se mantiene constante por medio de un transmisor en la línea de producto, situado antes de la sección de mantenimiento del pasteurizador, por un controlador y por una válvula reguladora de vapor operada a vacío. Cualquier tendencia a la baja de la temperatura del producto es detectada por el transmisor, que cambia su señal al controlador. En dicho controlador, la señal procedente del transmisor es comparada con la temperatura

de pasteurización prefijada. La desviación es corregida por una señal a la sección de calentamiento. El suministro de vapor a dicha sección se ajusta de forma que se suministre la cantidad de vapor necesaria para mantener constante la temperatura de pasteurización.

5.8.3. Sistema de enfriamiento en el pasteurizador

El mix se enfría sobre todo en el intercambio térmico regenerativo. La eficiencia práctica máxima del sistema regenerativo es de 92-96%, lo que quiere decir que la temperatura más baja obtenida en el enfriamiento es de 8-9°C, mediante dicho sistema. Por lo tanto, enfriar la mezcla hasta 4 °C, se necesita un medio frigorífico con temperatura de unos 0 °C. Se puede utilizar agua helada cuando la temperatura final buscada es de 3-4 °C. Para temperaturas inferiores es necesario la utilización de salmuera o soluciones alcohólicas con objeto de evitar el riesgo de congelación.

El refrigerante circula desde la instalación de refrigerante de la industria hasta los puntos de utilización. El caudal de refrigerante enviado a la sección de enfriamiento del pasteurizador se controla con objeto de mantener una temperatura de salida constante del producto. Esto se realiza gracias a un circuito de regulación que consta de un transmisor de la temperatura en el panel de control y una válvula de regulación en la línea de suministro de refrigerante. La posición de la válvula de regulación varía con el controlador como respuesta a las señales recibidas desde el transmisor.

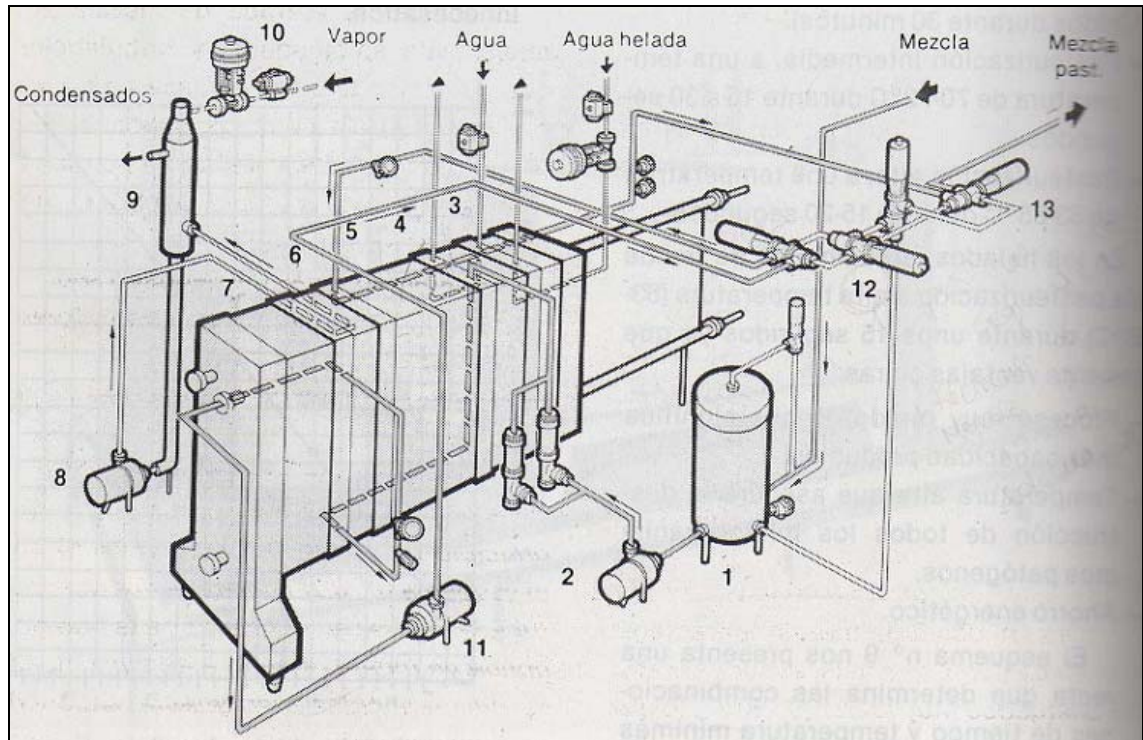
La señal del transmisor es directamente proporcional a la temperatura del producto que sale del pasteurizador. Esta señal se conecta a menudo al grabador de temperatura en el panel de control, siendo registrada en un gráfico, junto con la temperatura de pasterización y la posición de la válvula de desvío de flujo.

5.9. Descripción del proceso de pasteurización

Una planta completa de pasterización dispone de los siguientes elementos:

- Depósito regulador de entrada.
- Bomba de impulsión de la mezcla.
- Pasterizador de placas con cinco secciones.
- Equipo de calentamiento.
- Válvula de recirculación.
- Panel y elementos de control.
- Tuberías y accesorios de unión entre todos los componentes de la planta.

Figura 3.5: Planta de Pasteurización



La mezcla a 40-50 °C llega al depósito regulador (1) y una bomba (2) la envía a la sección regenerativa (5) del pasteurizador donde pasa de 40 hasta 67 °C en contracorriente con la mezcla ya calentada hasta 84 °C y que se enfría hasta 70 °C. Una vez a 67 °C pasa a la sección de calentamiento (6) donde es elevada su temperatura a 84 °C en contracorriente con agua a 90 °C. Esta agua caliente está en continua recirculación por la bomba (8) que la toma del calderín (9). Como el agua se enfría en el intercambio de calor con la mezcla, es necesaria una inyección de vapor a través de una válvula reguladora (10) que está controlada de forma que la temperatura de la mezcla sea la fijada (84 °C).

En la sección (7) del aparato de placas se mantiene durante 15-20 segundos normalmente, la temperatura de 84 °C, lo que es suficiente para la destrucción de los microorganismos patógenos.

Otra bomba (11) toma la mezcla pasteurizada y la envía nuevamente a la sección regenerativa (5) para que ceda calor a la entrante y se enfríe hasta unos 70 °C.

En la primera sección de enfriamiento (4), la mezcla pasa de 67 a 28 °C en contracorriente con agua de la red 18-22 °C. Con objeto de no gastar mucha agua, se puede instalar una torre de enfriamiento que baja su temperatura para que nuevamente pueda ser utilizada en el enfriamiento de la mezcla.

En la segunda sección de enfriamiento (3), la mezcla pasa de 28 a 4 °C, en contracorriente con agua helada a 2-3 °C, producida por una unidad de enfriamiento.

Sale así la mezcla pasteurizada y fría por la válvula (13) hacia los tanques de maduración.

Una vez calentada la mezcla hasta 67 °C, y antes de su pasteurización final, se envía a un homogeneizador y vuelve, lo que no afecta al funcionamiento de la instalación.

A la salida de la mezcla a 84 °C de la sección de mantenimiento (7), ésta pasa por una válvula (12) antes de volver a la sección regenerativa (5). La misión de esa válvula es recircular el producto al depósito inicial (1), caso de no haberse alcanzado la temperatura de pasteurización deseada. De este modo se asegura de forma automática que ninguna porción de la mezcla sale sin el tratamiento debido. La incorporación de esta sección regenerativa (5), donde la mezcla entrante es calentada por la que sale, supone un ahorro energético muy fuerte (80-90 %), lo que disminuye considerablemente los costes de funcionamiento.

5.10. Clasificación de los intercambiadores de calor

Primero será necesario dar una clasificación de los tipos de intercambiadores de calor con sus características constructivas y su funcionalidad, antes de realizar la elección del mismo.

1. Según el proceso de transferencia de calor:

- ✓ Recuperadores o de transferencia directa.
- ✓ Regeneradores o de almacenamiento.
- ✓ Lecho fluidizado
- ✓ Contacto directo.
- ✓ Con combustión o generadores de calor (hornos y calderas).

2. Según las características constructivas

- ✓ Tubular: doble tubo, carcasa y tubos,...
- ✓ Placas: paralela, espiral,
- ✓ Compactos: tubos-aletas, placas-aletas.

3. Según la disposición de los flujos:

- ✓ Paralelo
- ✓ Contracorriente
- ✓ Cruzado

4. Según su función:

- ✓ Intercambiador
- ✓ Calentador y Enfriador
- ✓ Refrigerador
- ✓ Evaporador y condensador
- ✓ Generador de vapor

5.11. Tipos de calentamiento

Existen dos opciones principales considerando un proceso térmico continuo, procesar mediante un método indirecto, o mediante un método directo. El calentamiento indirecto implica una superficie de transmisión de calor entre el producto y el medio de calentamiento. El calentamiento directo tiene lugar donde el producto y el medio de calentamiento están en contacto directo.

5.11.1. Calentamiento indirecto

Los métodos de calentamiento indirecto se basan en que tienen una superficie de transmisión de calor entre el producto y el medio de calentamiento. Existen tres tipos principales de sistemas de calentamiento indirecto: intercambiadores de calor de placas, intercambiadores de calor tubular e intercambiadores de calor de superficie rascada.

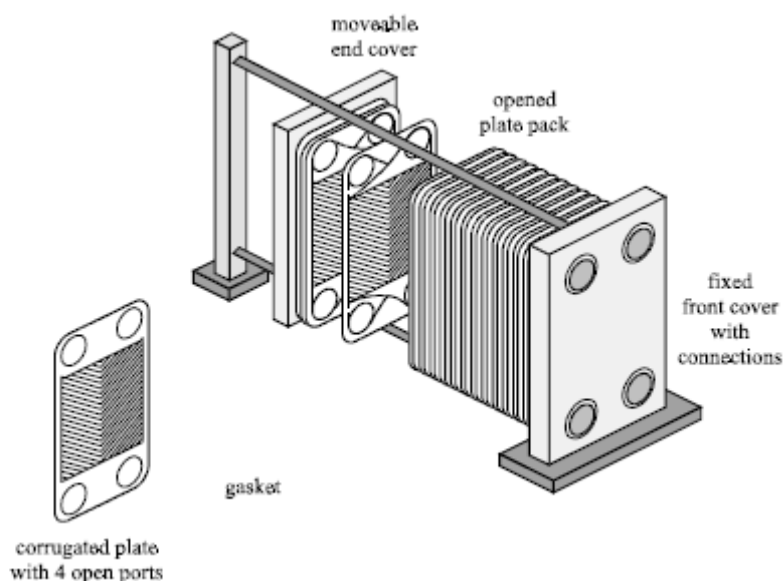
Definición de intercambiador de calor

El intercambiador de calor es un sistema físico que permite transferir calor entre dos fluidos separados por una pared sólida. El calor se transfiere sin que se produzca la mezcla de los dos fluidos.

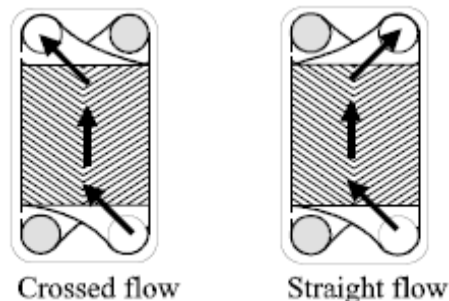
5.11.1.1. Intercambiador de calor de placas

Los intercambiadores de calor de placas son equipos que está bien establecidos para el procesado de productos homogéneos de media y alta viscosidad, haciéndolos ideales para la utilización de lácteos. Los intercambiadores de calor de placas consisten en una serie de placas conectadas en un bastidor.

Figura 4.5: Intercambiador de calor de placas



El producto y el medio de calentamiento (o medio de enfriamiento) fluyen en canales alternos en capas finas para proporcionar unas buenas condiciones de transmisión de calor.



Las placas están selladas mediante juntas de sellado elásticas adheridas dentro de un surco perforado. Generalmente, las placas son de acero inoxidable pulido de 0.5-1.25 mm de espesor separadas 3-6 mm. La superficie de las placas usualmente está corrugada con el objeto de aumentar el área disponible para la transmisión de calor e incrementar la turbulencia presente en el sistema, dando como resultado una alta eficiencia térmica. La regeneración térmica puede rebajar sustancialmente los costes energéticos. Los intersticios estrechos entre placas hacen que las unidades sean más adecuadas para productos homogéneos de baja viscosidad. Los intentos de procesar productos particulados, como por ejemplo, células de zumo de frutas, pueden dar como resultado que se bloqueen los canales y finalmente revienten las placas debido al desequilibrio de presión entre los lados de las placas del producto y del medio.

El diseño de las placas puede variar de un suministrador a otro, cada uno de los cuales tienen diferentes diseños para maximizar la eficiencia del producto y asegurar la seguridad del producto. Las placas pueden ser específicas para cada producto. Las configuraciones que se hallan presentes en las placas usualmente son de un diseño en forma de V o de espina de pez con el objeto de desarrollar un flujo turbulento a lo largo de la placa a medida que pasa a través del empaque de la placa (aumentando de este modo la transmisión de calor). Como las placas están ensambladas, el modelo de espina de pez usualmente es alternado, con la punta de la V hacia arriba en una placa y hacia abajo en la siguiente, creando los canales a través de los cuales fluye el producto. El espesor de las placas variará de un tipo a otro, dependiendo de la presión de trabajo esperada de las placas, pero éstas también pueden ser de un material de calibre fino que asegurarán una transmisión de calor elevada. El diseño del modelo de las placas en la mayoría de los casos permite el soporte del empaque entero; las placas están muy juntas en un punto especificado para asegurar que el aguante dentro del sistema se mantiene pero también se debe tener en cuenta la facilidad de limpieza. Las placas también pueden tener espacios más grandes entre ellas, que permitirán que partículas pequeñas se puedan procesar en el sistema.

Un desarrollo posterior de esta área ha sido con la placa de doble separación, que está diseñada para una seguridad más alta, deteniendo la contaminación entre el medio de calentamiento y el producto procesado. El diseño es similar a un intercambiador de calor de placas pero las parejas de placas están montadas juntas y están soldadas en las salidas del producto. Como las parejas están montadas juntas, esto forma los canales a través de los cuales el producto fluye y se sellan

juntas mediante una junta elastomérica. Debido a este diseño, si el sistema sufre un fallo de una junta, el escape se detectará externamente y se podrá tomar la acción pertinente. Este alto nivel de seguridad la hace ideal para operaciones de alta seguridad tales como en la industria farmacéutica.

El diseño utilizado en las placas también puede tener en cuenta el ensuciamiento que tiene lugar a lo largo del proceso. Este usualmente es el factor limitante en los tiempos de producción y cuanto más tiempo opera una planta, menos costes de parada existen en el proceso. Las placas también se deberían diseñar para ser limpiadas sin desmontar, sin embargo, en algunos casos o durante el mantenimiento planeado, las placas se pueden desmontar del bastidor y se limpian y se reparan a mano.

La aplicación del intercambiador de calor determinará el tipo de bastidor que se debería utilizar para mantener juntas las placas. En la industria alimentaria, el bastidor normalmente deberá estar diseñado higiénicamente tanto si es de acero inoxidable como si está revestido completamente de acero inoxidable. En las aplicaciones industriales un bastidor de acero dulce debería ser suficiente para el calentamiento de los productos químicos de limpieza o el calentamiento del medio. Las placas cuelgan del bastidor y se mantienen juntas mediante una serie de pernos de compresión que están apretados herméticamente dependiendo del tamaño y espesor de la placa y del número de placas. En algunos casos los intercambiadores de calor serán modulares, permitiendo por lo tanto, una ampliación fácil del empaque de las placas, o un cambio para nuevas aplicaciones. La disposición del bastidor colgante ha facilitado la reparación y la inspección, con un proceso mucho más fácil que con los primeros bastidores donde las placas se debían sacar una a una.

Las juntas que se utilizan para mantener las placas juntas pueden ser tanto adheridas como sujetadas con uniones tipo clip en el mismo lugar. Para el caso de la reparación, la unión tipo clip sobre las juntas asegura que el tiempo de parada sea mínimo mientras que todavía asegura que se mantenga la barrera higiénica. Las uniones tipo clip usualmente trabajan teniendo dos puntas que se posan en la abertura entre dos placas; de esta forma, en combinación con las placas colgantes, cualquier cambio en la junta se puede llevar a cabo in situ.

Tradicionalmente los intercambiadores de placas se utilizaron para los procesos de pasteurización y se han adaptado para soportar las temperaturas y presiones más altas requeridas para los procesos UHT. La principal dificultad con los intercambiadores de calor de placas fue su tendencia a ensuciarse seguida por la ineficiencia de la limpieza sin desmontarlos. La acumulación de tales residuos en las corrientes del sistema, en último lugar puede conducir a que el producto permanezca no esterilizado dando un deterioro del producto o un producto no estéril. Los fabricantes de tales sistemas están diseñando las placas de tal forma que las haga adecuadas para la limpieza en su lugar.

Una de las principales ventajas de los intercambiadores de calor de placas es la regeneración de la energía utilizada en el sistema. El producto pasará a través de tres secciones en un intercambiador de calor de placas. La primera sección será una sección de regeneración donde el producto que está entrando se calentará con el producto que está saliendo. Luego el producto entrará en la sección principal del intercambiador con el medio de calentamiento en un lado, que podría ser vapor, pero más probablemente podría ser una mezcla de vapor/agua (para intentar reducir el nivel de ensuciamiento que tiene lugar sobre la superficie de la

placa) para que el producto adquiriera la temperatura de proceso. La sección final por la que el producto pasa es la zona de regeneración, en la que el producto caliente que sale cede su energía al producto que entra, reduciendo de ese modo la capacidad de enfriamiento requerida por el sistema.

En el mantenimiento preventivo se debe comprobar los pequeños agujeros de las placas para asegurar que no existe posibilidad de contaminación cruzada. Aunque el sistema de regeneración asegura la regeneración del calor en un 90 %, teniendo un producto estéril a un lado de la placa y el producto no estéril en el otro puede provocar problemas de

contaminación cruzada o de reinfeción. Para intentar y reducir la posibilidad de contaminación el sistema de regeneración debe funcionar con el fin de que la presión sobre el lado del producto pasteurizado sea más alta que la del lado no pasteurizado. Por esta razón es importante que tales sistemas tengan un controlador/registrador de presión sensible y preciso.

Para conseguir una buena eficiencia en la transmisión de calor, los canales que quedan entre las placas deben ser lo más estrechos posible, pero, por otra parte, tanto la velocidad del flujo como la caída de presión serán mayores si se hace pasar un fuerte volumen de producto entre canales estrechos. Ninguno de estos efectos es deseable, y para evitarlos el paso del producto a través del intercambiador de calor se divide en una serie de flujos paralelos.

5.11.1.1.1. Placas del intercambiador de calor

Las placas de transferencia de calor se fabrican prensando láminas delgadas de gran variedad de aleaciones y metales, resistentes a la corrosión.

Cualquier metal con suficiente ductibilidad puede ser utilizado como material para fabricar placas. Al elegir el material de las placas debe considerarse que en los intercambiadores de calor de placas, los coeficientes de transferencia de calor son extremadamente altos. La resistencia mecánica de las placas debe ser buena, es por esto, que los materiales preferidos para la construcción son el cobre, el aluminio, el níquel, aleaciones cobre-níquel, titanio, incoloy, hastelloy y acero inoxidable. Siendo este último el más acertado debido a sus propiedades de conductividad, resistividad, maleabilidad, higiene y costo.

Las placas consisten en delgados rectángulos cuya geometría permite que sean colocados en el armazón donde se aplica la fuerza mecánica para unir las placas. En los vértices de su estructura la placa tiene puntos donde llegan las corrientes.

Los puertos pueden proveer un flujo diagonal o vertical según sean colocados en el armazón. El flujo diagonal requiere de dos diseños de placa diferentes, lo que implica un costo extra. El flujo vertical no requiere esto puesto que la inversión alternada de la placa es lo que permite el cambio de dirección del flujo y permite el arreglo de flujo deseado.

Existen tres tipos de placas que se usan en base a los requerimientos de transferencia de calor y caída de presión:

- **Placas de rendimiento bajo:** conocida como placa suave; estas placas generar coeficientes de transferencia de calor bajos y una caída de presión baja.

- **Placa de rendimiento alto:** conocida como placa dura; estas placas nos proporcionan coeficientes de transferencia de calor altos y una caída de presión alta.
- **Placa de rendimiento medio:** posee propiedades intermedias de las placas rendimiento bajo y alto.

Las dimensiones usuales de las placas son de 0,5 a 1,2 mm de espesor; al ser colocadas en la estructura, la separación entre las placas es de 2 a 5 mm lo que resulta en diámetro equivalente de 4 a 10 mm. Las placas de mayor tamaño que se pueden encontrar en la industria son de 4,3 metros de alto y 1,1 metros de ancho. En cuanto al área de transferencia de cada placa, éstas van de 0,01 a 3,6 m².

Las placas de los intercambiadores van reforzadas debajo del alojamiento de las juntas. Las acanaladuras laterales aseguran la colocación apropiada de las juntas y la estabilidad del paquete de placas.

Con objeto de aumentar la superficie de transferencia de calor, las placas presentan un relieve corrugado o acanaladuras que ayudan a inducir un alto nivel de turbulencia para velocidades medias relativamente bajas (2,5 m/s a 1 m/s). Este aumento de la superficie varía mucho en función de la forma de las corrugaciones. Gracias a la corrugación de las placas y el aumento de la turbulencia se consigue una mejor transferencia de calor (coeficientes de transmisión de calor mucho mayores que en el caso de carcasa y tubos).

La velocidad nominal es menor a la velocidad real debido al corrugado de las placas que aumenta la velocidad del fluido. Entre los tipos de corrugado podemos mencionar el tipo lavadero, el tipo chevrón, y el hueso de pescado que tiene diferentes estilos de dibujo pero su profundidad es poca. Las corrugaciones de una placa se apoyan en distintos puntos con las corrugaciones de la placa adyacente de tal manera que se provee de rigidez al conjunto sin restringir el flujo.

Todas las placas tienen en el perímetro de su área de transferencia un empaque que permite que al unir las placas sellen de tal manera que los fluidos no escapen por los pequeños espacios libres entre las placas. Sin embargo, ésta no es la función principal de los empaques, en realidad los empaques permiten dirigir las corrientes y darles paso a determinados canales. De esta forma las corrientes intercambian calor a través de las placas con las dos corrientes adyacentes al canal donde está circulando.

El número de placas está determinado por el área necesaria para lograr la transferencia de calor necesaria en el proceso. Esto se determina en la etapa de diseño del equipo donde se determinan las dimensiones y a su vez el número de placas a utilizar. Del total de placas necesarias, habrá dos placas más que actúan como soportes de la estructura pues éstas no intervienen en la transferencia de calor. Cuando el número de placas a utilizar es alto, el efecto de las placas no térmicas es despreciable.

El material de las placas debe ser elegido de manera que tenga suficiente resistencia a la fuerza aplicada para instalar el equipo y la temperatura de operación del proceso. Cada material que constituye el empaque tienen un máximo de resistencia para altas temperaturas, mismas que van desde los 135 °C para el hule de nitrilo (acrinonitrilo-butadieno) hasta los materiales que resisten temperaturas de hasta 250 °C como las fibras comprimidas de asbesto. Este último

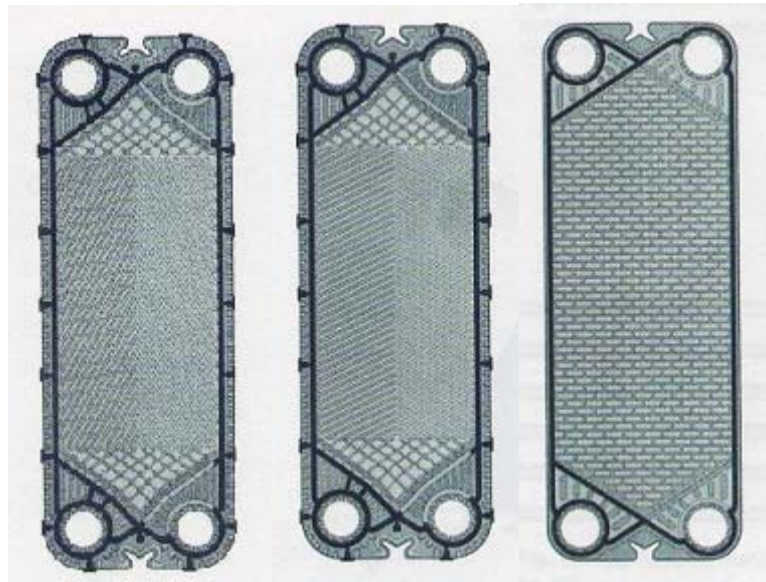
material no es ampliamente utilizado ya que sus propiedades elásticas no son buenas como las de otros materiales.

Cuando se monta un conjunto completo de placas, la estructura de los canales de flujo es simétrica en ambos lados, por lo que se elimina la necesidad que existía en los de carcasa y tubo de decidir que fluido pasará por los tubos y cuál por la carcasa, ya que los lados de la placa son equivalentes.

El número de placas se determina en función de los caudales, de las propiedades físicas de los fluidos, pérdidas de carga admisibles y programa de temperaturas.

En el siguiente dibujo podemos ver tres tipos de placas características de un sistema de este tipo.

Figura 5.5: Tipos de placas



5.11.1.1.2. Juntas

Las juntas sirven para separar los fluidos y formar los canales de flujo deseados: al mismo tiempo aseguran la estanqueidad del paquete de placas.

Pueden ser montadas o pegadas utilizando pegamento, en algunos casos van directamente embutidas. Entre los materiales más utilizados están el nitrilo (NBR), etileno-propileno (EPDM), rutilo (RU), silicona, cloropropeno (como el Neopreno), caucho fluorado como Viton; aunque también se emplean juntas duras como OILIT, etc.

Las juntas de elastómeros soportan temperaturas de hasta 170 °C, mientras que las juntas duras pueden llegar hasta 300 °C.

El sistema de ajuste de los intercambiadores de placas está diseñado para conseguir un doble sellado de los canales de flujo. Esto asegura que no se mezclen los dos fluidos del proceso. Además y en caso de que existiera alguna fuga en las

proximidades de la junta, siempre se fugaría hacia el exterior con lo que se facilita la detección de la misma.

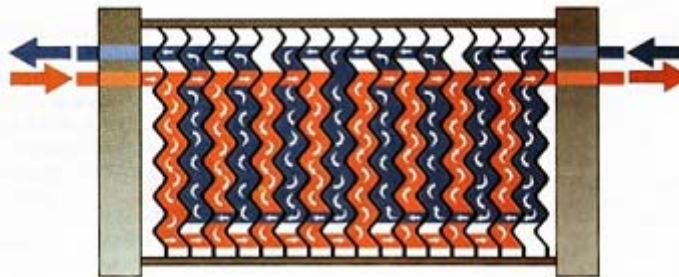
5.11.1.1.3. Tipos de flujo

La dirección del producto en relación con la dirección de la corriente de calentamiento o enfriamiento puede ser a contracorriente o en paralelo. La dirección de las corrientes puede ser modificada en cada paso. Un paso se refiere a que el flujo es dirigido mediante el empaque hacia el canal, de esta forma entra al espacio existente entre las dos placas ya sea de manera ascendente o descendente y lo inunda hasta salir por otro puerto hacia el siguiente paso.

Los tipos de flujos pueden ser en U o en Z. Una variante es el flujo multipasos, donde se conectan varios pasos en serie. Esto tiene efecto en la eficiencia de la transferencia de calor. En el flujo tipo U los puertos de entrada y salida de las dos corrientes están en la

misma placa mientras que en el flujo tipo Z están colocados del lado contrario. El flujo de multipasos consiste en conectar varios pasos en serie. El sistema es estrictamente en flujo a contracorriente, excepto en los efectos finales y en la placa central. En esta placa donde ambos fluidos cambian de dirección, el flujo en paralelo prevalece. Este tipo de flujo se usa para servicios donde se involucra un amplio rango de temperatura para el fluido de proceso y una pequeña diferencia de la misma entre los fluidos. Este tipo de flujo se usa cuando un fluido tiene mayor velocidad de flujo o caída de presión más baja que el otro.

Figura 6.5: Sistema de flujo en paralelo



El esquema muestra un ejemplo de Sistema de flujo en paralelo tanto para los canales de producto como para los del medio de calentamiento/enfriamiento.

El producto entra por un portillo de una esquina en el primer canal de la sección y fluye verticalmente por dicho canal. Sale por el otro extremo a través de otro portillo que le conduce hasta el siguiente canal, y así sucesivamente. La disposición del paso por los portillos se hace de manera que el producto pase por canales alternos en el paquete de placas.

El medio calefactor o refrigerante se introduce por el otro extremo de la sección y pasa por ella de la misma forma, es decir, a través de canales alternos. Por lo tanto, cada canal por donde circula producto tiene ambos lados un canal por donde circula el medio calefactor o refrigerante.

Para conseguir una buena eficiencia en la transmisión de calor, los canales que quedan entre las placas deben ser lo más estrechos posible, pero, por otra parte, tanto la velocidad de flujo como la caída de presión serán mayores si se hace pasar un fuerte volumen de producto entre canales estrechos. Ninguno de estos efectos es deseable, y para evitarlos el paso del producto a través del intercambiador de calor se divide en una serie de flujos paralelos.

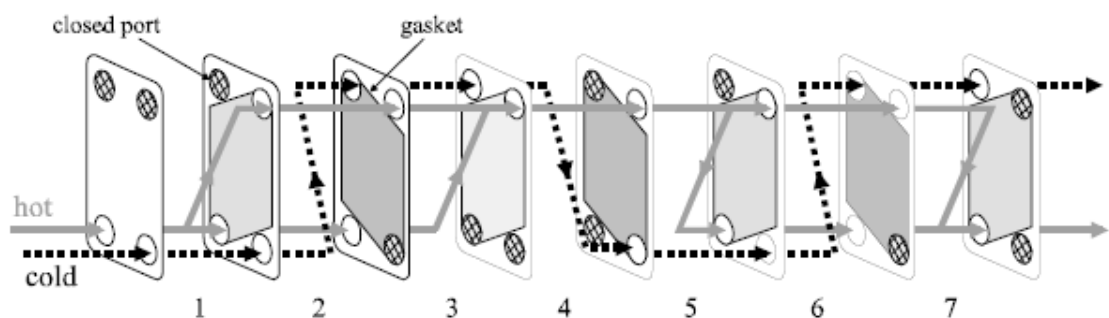
El flujo de producto, en azul, se divide en dos paralelos, que cambian de dirección cuatro veces en la sección. Los canales para el medio de calentamiento, en rojo, se dividen en cuatro flujos paralelos que cambian de dirección dos veces.

Esta combinación se indica como de $4 \times 2/2 \times 4$, que indica el número de veces de paso y el número de flujos paralelos para el producto azul sobre el número de veces de paso del número de flujos paralelos del medio de calentamiento. Esto se denomina como agrupamiento de placas.

Los fluidos frío y caliente se introducen por los orificios de conexión y circulan por los canales que se forman entre placas de manera alternativa. Un fluido es conducido por los canales impares mientras que el otro conducido por los canales pares. Los dos fluidos se encuentran así separados, sin poderse mezclar, por una delgada placa a través de la cual se produce la transferencia de calor. La distribución de los fluidos por sus canales correspondientes se hace mediante una serie de juntas en los canales impares que no permiten la entrada del fluido que ha de circular por los pares, y en los pares que no permite la entrada del de los impares. Aunque existen múltiples configuraciones, el flujo de ambos fluidos se hace en contracorriente.

Las corrugaciones forman los correspondientes canales entre las placas, cuyos bordes se apoyan por presión unos sobre otros o bien están soldadas entre ellas. Las corrugaciones son resaltes que forman los canales y por ellos circulan los fluidos. Para conseguir un mejor intercambio de calor estas placas se construyen con materiales de baja resistencia térmica.

Figura 7.5: Ejemplo de configuración de un PHE (plate heat exchanger= intercambiador de calor de placas) con ocho placas



5.11.1.1.4. Clasificación de los intercambiadores de calor de placas

Existen varios tipos de intercambiadores de placas que se pueden clasificar de varias formas:

1. Atendiendo a la forma de unión de las placas:

- **Mediante juntas:** Las placas se unen ejerciendo presión entre ellas mediante las barras del bastidor e interponiendo entre ellas juntas para garantizar la estanqueidad. Se desmonta fácilmente desatornillando las barras de unión, con lo que las operaciones de mantenimiento y limpieza se pueden efectuar rápidamente.
- **Soldado:** Las placas se unen por medio de soldaduras de manera que no necesitan juntas para garantizar la estanqueidad. La ventaja principal de este tipo es que pueden utilizarse en aplicaciones donde la presión es un obstáculo para las juntas. Pueden trabajar hasta presiones de 30 a 32 bares. Por el contrario presentan el inconveniente principal de que no pueden ser desmontados para su limpieza. Además ante un cambio en las necesidades del proceso no es posible modificar el número de placas.
- **Semisoldado:** Los intercambiadores semisoldados combinan la flexibilidad y servicio de los intercambiadores de juntas con la seguridad contra rotura de los soldados. Este tipo de intercambiadores consisten en un número par de placas en los que se alternan los canales soldados con los tradicionales canales delimitados por juntas. Uno de los fluidos circula por los canales soldados mientras que el otro lo hace por el sellado con las juntas. De esta manera se tiene que los canales soldados permiten una mayor presión en su interior mientras que los de junta destacan por su facilidad de desmontaje, mantenimiento y limpieza.

2. Atendiendo al flujo de los fluidos:

- **Flujo paralelo:** ambos fluidos se desplazan en el mismo sentido. Se utilizan poco.
- **Flujo en contracorriente:** el sentido de circulación de un fluido es el contrario al del otro. Son los que se utilizan normalmente. La transferencia de calor en este intercambiador es más efectiva que en el anterior.

3. Atendiendo al número de pasos:

- **Un paso**
- **Varios pasos (por lo general dos):** pueden ser de dos pasos para cada fluido o tan solo de un paso para uno de ellos y dos para el otro. Los que funcionan en contracorriente son de un paso. En el caso de dos pasos, por uno de ellos, los fluidos trabajan en contracorriente, mientras que el segundo paso los fluidos circulan en paralelo.

4. Atendiendo al número de circuitos de refrigerante:

- **Simple:** se tiene tan solo un circuito por donde circula el refrigerante.
- **Doble:** el refrigerante se distribuye a través de dos circuitos que son independientes. Los beneficios respecto a usar dos unidades en paralelo o en serie son la simplicidad y mejor control de la temperatura del fluido de trabajo y el menor coste de tuberías y conexiones.

5.11.1.2. Intercambiadores de calor tubulares

Los intercambiadores de calor tubulares procesarán una variedad de productos de baja viscosidad y también pueden manejar productos de viscosidad más alta que pueden contener partículas tales como sopas y salsas.

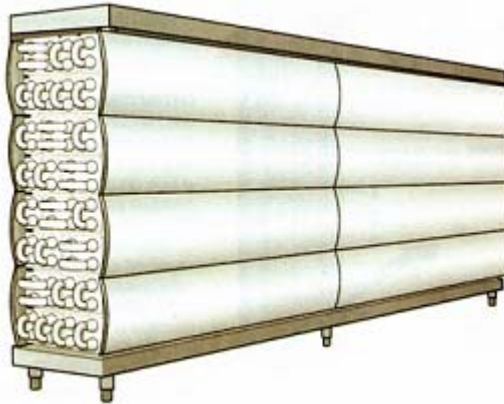
En los intercambiadores de calor tubulares el producto se bombea a lo largo de un tubo de múltiples tubos, que están fijados en el interior de un tubo más grande. En el espacio entre los dos tubos, se bombea el medio de calentamiento o enfriamiento en contracorriente con el producto, maximizando la eficiencia del intercambio de calor. La resistencia mecánica de estos tubos les permite operar a altas temperatura y presiones.

La turbulencia en los tubos se consigue mediante la velocidad del producto y también por la presencia de una superficie corrugada para mejorar la eficiencia de la transmisión de calor. La cantidad de corrugación puede variar por compatibilidad entre el producto y la instalación. Una corrugación más angulada puede introducir turbulencia sin una velocidad alta en fluidos de baja viscosidad tales como agua, zumos y productos lácteos. Las corrugaciones más suaves que tiene ángulos más graduales y pueden impartir un movimiento de giro o de retorno, ofrecen una manipulación más suave de los productos particulados y de viscosidad más alta. Las corrugaciones más anguladas se llenan con dichos productos y pueden reducir la eficiencia del intercambiador.

El diseño más sencillo de intercambiadores de calor tubulares es el monotubo, básicamente un tubo mantenido en el interior de otro tubo. El producto fluye a través del tubo central y está rodeado de un tubo exterior, que contiene el medio de calentamiento o enfriamiento. Este diseño es el sistema más frecuentemente utilizado para el procesado de productos particulados aunque existen ciertos problemas con la materia particulada que bloquea los tubos, causando de este modo problemas de procesado y aumento de la presión. Como el medio de calentamiento rodea al producto, este tipo de sistema permite un calentamiento muy suave de los productos particulados.

Un diseño más complejo, el intercambiador de calor tubular concéntrico generalmente es un intercambiador de carcasa y tubos de paso simple con el producto fluyendo a lo largo de la apertura entre los dos canales del medio de calentamiento (o enfriamiento).

Figura 8.5: Intercambiador de calor tubular



Los tubos pueden ser lisos reduciendo la caída de presión que tiene lugar cuando se procesan productos viscosos. Los tubos concéntricos tienen un diseño de canal simple donde el producto fluye a través de un tubo que está rodeado por un segundo tubo que la envuelve conteniendo el medio de calentamiento (o enfriamiento). A lo largo del centro del tubo de producto existe un tubo más que también tiene el medio de calentamiento o enfriamiento fluyendo a su través. De este modo el producto está rodado por el medio dando dos superficies de transmisión de calor permitiendo una transmisión de calor más eficiente. Como generalmente sólo existe un tubo para que el producto circule esto hace que la instalación sea más fácil de limpiar. Teniendo un mínimo efecto sobre las disposiciones de los flujos del producto, se puede conseguir una calidad uniforme del producto para productos viscosos tales como purés de frutas, concentrados y salsa, tales

como mostaza y mayonesa. El espacio por el que fluye el producto se puede diseñar dependiendo de la aplicación, dando espaciados más anchos para los productos que contienen partículas.

Un tercer diseño para los intercambiadores de calor tubulares es el sistema múltiple. Éste puede ser tanto de dos como de varios tubos paralelos, a través de los que fluye el producto, rodeado por un tubo de revestimiento que contiene el medio de calefacción

permitiendo que el medio de calentamiento circule entre y alrededor de cada tubo. Los tubos pueden ser corrugados o lisos dependiendo del nivel de turbulencia y de la eficiencia de transmisión de calor requerido.

Figura 9.5: Intercambiador de calor tubular multitubo



Los modelos tienden a ser modulares en los que los intercambiadores de calor se pueden disponer en serie dependiendo del nivel de energía requerido para conseguir la temperatura del proceso. Este diseño de intercambiador de calor puede trabajar a altas temperaturas (aproximadamente 160 °C) y altas presiones (aproximadamente 6 mPa).

Una variación del multitubo es el multicanal, que consiste en varios tubos en tubos que permiten que el medio de calentamiento circule por cualquier lado del canal del producto.

Figura 10.5: Intercambiador de calor tubular multicanal



Este tipo de montaje permite una superficie de transmisión de calor muy grande y por consiguiente una alta eficiencia térmica. Este diseño también permite una recuperación de calor en forma de calentamiento o enfriamiento producto a producto, tal como se

consigue en los intercambiadores de calor de placas. Este diseño está basado en canales estrechos y es ideal para productos de baja viscosidad tales como zumos de frutas.

Existen varias ventajas para el procesador que utiliza intercambiadores de calor tubulares. Están disponibles diseños para producir una amplia gama de productos. Son capaces de tratar un producto particulado de hasta 12 mm y mantener la integridad y calidad de la partícula a lo largo del proceso. Las principales ventajas

son: el diseño es muy simple, reducen los costes de mantenimiento y el tiempo de parada.

Una de las desventajas de los intercambiadores de calor tubulares es la tendencia a formar golpes térmicos, debido a los cambios de temperatura que tienen lugar en este tipo de procesos que tienen un producto frío a un lado del tubo y el medio de calentamiento en el otro. Para superar esto se puede utilizar un diseño de extremo flotante; esto permite que el haz de tubos internos se mueva lentamente dentro de la carcasa externa, ya que no están soldados juntos (como en otros diseños). La configuración de extremo flotante también permite cambios en la configuración del tubo, permitiendo que los monotubos se reemplacen por multitubos si es necesario un sistema multipropósito (por ejemplo a escala piloto o unidades de investigación).

Los intercambiadores de calor tubulares también pueden sufrir caídas de presiones muy elevadas en el sistema (debido a las largas longitudes de tubos utilizados en los sistemas) y esto puede conducir a problemas prácticos de procesado a flujos con recontaminación. También pueden sufrir ensuciamiento y quemado. A medida que los tubos tienden a ser largos, el operador no tiene la capacidad de abrir e inspeccionar la instalación después del procesado o de limpieza por lo que cualquier problema de ensuciamiento que pueda tener lugar se debe comprender y debe estar estrictamente registrado. Finalmente, aunque es posible la regeneración (normalmente sólo para productos de baja viscosidad), usualmente el máximo que se consigue es una regeneración del 70-75 %.

5.11.1.3. Intercambiadores de calor de superficie rascada

Un diseño más complejo que el intercambiador de calor de placas o tubular, el intercambiador de calor de superficie rascada ofrece una forma de procesado de productos altamente viscosos conteniendo partículas que tradicionalmente han sido procesadas mediante operaciones en discontinuo más lentas y permite que se produzca un producto de alta calidad repetible. El diseño básico consiste en un tubo grande (similar a los monotubos simples) con el medio de calentamiento o enfriamiento en la carcasa exterior. El tubo central de procesado contiene un eje que está conectado a un motor y está aguantado por cojinetes en ambos extremos. El eje tiene cuchillas insertadas, que están diseñadas para raspar la superficie de calentamiento del tubo en el momento que el motor activa la rotación del eje. Este diseño es ideal para productos viscosos ya que la rotación provoca turbulencia dentro de la cámara de calentamiento, aumentando de este modo la transmisión de calor dentro del producto y segundo, las cuchillas que rascan sobre la superficie de calentamiento reducen la acumulación de deposiciones que pueden tener lugar con tales productos.

La carcasa del tubo de calentamiento puede ser de níquel chapado en cromo (debido a la alta conductividad térmica que ofrecen), de acero inoxidable, bimetálica o de acero inoxidable cromado, dependiendo de la aplicación para la cual se va a utilizar,

Usualmente, la carcasa es de un diámetro normalizado y los fabricantes ofrecen una gama de ejes centrales (o rotores) para un conjunto específico de condiciones para optimizar el proceso. Un rotor de diámetro más pequeño dará un espacio libre más grande dentro de la cámara de calentamiento, permitiendo por lo tanto el procesado de productos con partículas más grandes y permiten también un tiempo de residencia más grande en la unidad de calentamiento. Un rotor con un diámetro más grande minimizará el canal de calentamiento, minimizando por tanto el tiempo de residencia, pero permitiendo que tenga lugar una transmisión de calor más eficiente. Este diseño debería ser más adecuado para productos de viscosidad más baja solamente con partículas más pequeñas.

Figura 11.5: Intercambiador de calor de superficie rascada de tipo vertical



Cada rotor contiene un conjunto de cuchillas y existen a su vez varias operaciones para el procesador dependiendo de cada aplicación. El material de la cuchilla debería ser compatible con el material de la carcasa del tubo de calentamiento. Las cuchillas rascadoras no deberían provocar el desgaste en la carcasa interna (por ejemplo si se utilizan cuchillas de acero inoxidable con una carcasa de acero inoxidable) ya que esto puede dañar al intercambiador de calor, ocasionando cuerpos extraños dentro del producto y hace que la limpieza de la instalación sea difícil. Los fabricantes ofrecen una amplia gama de materiales que resisten las temperaturas y condiciones de la operación que son una buena elección ya que minimizan el daño que pueden causar al intercambiador de calor. Para ciertas operaciones especializadas también se hallan disponibles cuchillas de acero inoxidable. Las cuchillas están fijadas al rotor de diferentes formas; la primera es una configuración “flotante”, que permite que las cuchillas se inserten fácilmente al rotor. A medida que el rotor gira a través del producto las cuchillas rascan la

superficie de calentamiento a lo largo de la cámara. Para productos muy viscosos, algunos fabricantes ofrecen diseños diferentes. La unidad de tubo ovalado combina una carcasa ovalada conteniendo un rotor redondo. Mediante la utilización de este formato el ángulo de la cuchilla cambia a medida que el eje gira forzando hacia fuera al producto desde debajo de la cuchilla ya que el ángulo se cierra y mueve debajo de la cuchilla a medida que el ángulo se abre. Este método detiene cualquier movimiento de la masa que pueda tener lugar en productos muy viscosos a medida que el eje gira. El segundo diseño es una cuchilla cargada con un resorte que permite que la cuchilla contacte con la superficie de calentamiento a velocidades de rotación más lentas (50 rpm).

Un diseño diferente disponible es la unidad de Multirascado. Utilizando tubos múltiples dentro de una carcasa, las cuchillas rascadoras están montadas a lo largo de un émbolo de movimiento alternativo. Esta acción alternativa permite una transmisión de calor eficiente en el producto con un mínimo de daño sobre el producto. El rotor está sellado en cada extremo mediante un cierre mecánico giratorio que es purgado con vapor para proporcionar un cierre aséptico (cuando sea necesario).

El medio de calentamiento o enfriamiento para los intercambiadores de calor de pared rascada pueden ser salmuera, agua, vapor, freón y en algunos casos aceite, que puede conseguir temperaturas de hasta 315 °C. Los intercambiadores de calor de superficie rascada se pueden instalar tanto en el plano vertical como horizontal. El formato vertical puede ahorrar espacio del suelo dependiendo del diseño de la instalación y de este modo puede ser más beneficioso en instalaciones donde haya poco espacio disponible. Actualmente los diseños verticales incorporan unidades hidráulicas para sacar los ejes centrales en las operaciones de reparación que los hace más rápidos para la inspección y el mantenimiento. El diseño vertical también tiene una ventaja más ya que como el producto entra en la cámara de calentamiento desde la base y circula hacia la salida, esto permite el purgado efectivo del aire que pueda estar presente en la cámara, asegurando de este modo una transmisión de calor eficiente a lo largo del sistema. El aire en la cámara de calentamiento se transferirá al tubo de mantenimiento. Por consiguiente éste debería tener cierto ángulo para permitir el purgado del aire asegurando que se mantenga el volumen correcto en el tubo de mantenimiento.

Los intercambiadores de calor de superficie rascada horizontales tienen la ventaja de una carga igual en ambos cojinetes del sistema (en cambio en los diseños verticales toda la carga está en el cojinete inferior). Como la tubería de trabajo asociada del sistema se puede conectar tanto a los conectores de delante como de detrás, las ventajas se pueden obtener teniendo una tubería de trabajo reducida diseñada para optimizar el sistema en la instalación de producción.

Las ventajas de los sistemas de superficie rascada es el coste, siendo caro el montaje y caro el mantenimiento en comparación con otros tipos de intercambiadores. Regularmente se necesitan nuevas cuchillas y sellos, y los cojinetes se deben reemplazar de una forma periódica. Ocasionalmente también se pueden reemplazar con tubos nuevos. Para las instalaciones de superficie rascada es necesario más espacio de suelo que para otros tipos de intercambiadores.

Finalmente, debido al elevado mezclado por cizalla que tiene lugar durante el proceso algunas partículas frágiles pueden quedar dañadas.

5.11.2. Calentamiento directo

Existen dos métodos principales para el calentamiento del producto mediante métodos directos: mediante inyección con vapor presurizado dentro del producto o mediante inyección del producto en el vapor (infusión de vapor). Ambos sistemas trabajan sobre la base de que el vapor entra en contacto con el producto que condensará y cederá su calor latente provocando de este modo que el producto se caliente muy rápidamente. Dicho sistema no será aplicable al estudio de este PFC.

5.12. Elección del tipo de intercambiador de calor

5.12.1. Motivos de la selección

Los motivos de la elección son los siguientes:

- Las placas del intercambiador presentan una gran capacidad de transferencia, al alcanzarse, un coeficiente de transferencia de calor muy elevado (hasta $700 \text{ W/m}^2\text{K}$) y una pérdida de carga relativamente baja.
- Incorporación de una sección regenerativa, con la que se calienta la mezcla entrante a la vez que se enfría la que sale, con lo que hay un importante ahorro energético del orden del 50-70 %.
- Proceso continuo de pasteurización de la mezcla.
- Proceso totalmente automatizado, con lo que se evitan errores y se ahorra mano de obra.
- Costo inicial bajo; el diseño de este equipo consigue una alta eficiencia térmica.
- Las dos corrientes que intervienen en el equipo alcanzan altos coeficientes de transferencia térmica.
- Más de dos fluidos pueden ser procesados en el mismo equipo. Comparados con los intercambiadores de coraza y tubos o con los de tubos concéntricos, los intercambiadores de calor de placas son bastante compactos y relativamente ligeros.
- El peso y el volumen de la instalación y la retención de líquidos son bajos.
- Las placas son extremadamente flexibles, y hay una gran variedad de diseños con lo que se puede cubrir una gran variedad de aplicaciones. Los equipos se pueden modificar fácilmente añadiendo o quitando placas o modificando el tipo de flujos.
- Sólo el perímetro de las placas se encuentra expuesto a la atmósfera de esta forma las pérdidas de calor son despreciables.
- El diseño del equipo permite un acceso sencillo al interior de la estructura. El fácil acceso a las placas permite asegurar la higiene del

- equipo pues se puede desmontar para dar mantenimiento y limpieza a las placas.
- Debido al reducido espacio entre dos placas, la cantidad de producto contenido es muy bajo si se compara con intercambiador tubular. El producto permanece durante muy poco tiempo en el intercambiador de calor y tanto el proceso como la temperatura pueden ser modificados rápidamente con muy poco efecto sobre el producto. Para la misma aplicación las dimensiones y el espacio requerido para un intercambiador de placas son notablemente inferiores a los de un intercambiador tubular.
 - Permiten la aplicación de flujos a contracorriente en la mayoría de las aplicaciones. Esto significa que no hay pérdida en la diferencia efectiva de temperatura promedio.
 - La simetría de la configuración de ambos fluidos permite predecir con decisión el valor de los coeficientes de transferencia. No es necesario introducir “parámetros de incertidumbre”.
 - Las superficies de intercambio tienen pocos problemas de ensuciamiento resultado de una buena distribución del producto, un perfil constante de velocidad y superficies de placa muy suaves. La alta turbulencia que se crea produce un efecto autolimpiable que impide el ensuciamiento. Los factores de acumulación son mucho más pequeños que en los intercambiadores de tubo y coraza.
 - El mantenimiento del intercambiador es muy fácil. Se puede limpiar sin desmontarlo utilizando el sistema C.I.P. (Cleaning-in-place), mediante limpiezas por flujo en contracorriente o mediante la adición de soluciones de limpieza.
 - Se puede acceder fácilmente al paquete de placas con solo aflojar los tornillo de apriete; de esta manera se puede inspeccionar las placas, limpiarlas mecánicamente o sustituir las juntas.

En contrapartida los intercambiadores de placas presentan los siguientes inconvenientes principales:

- ❖ Elevadas pérdidas de carga, precisan el uso de bombas de alta presión y aún mayor consumo de energía de bombeo. La chapa de metal, esté o no ondulada, no es el elemento adecuado para soportar presiones elevadas, de modo que las presiones máximas para modelos más comunes son de 10 a 15 bares, aunque hay modelos capaces de soportar un poco más.
- ❖ Los materiales de las juntas son generalmente de varios tipos de elastómeros, por lo que el límite máximo de temperatura de funcionamiento (para los materiales más usados) es de 140 a 150 °C. Los fluoroelastómeros pueden aumentar ese límite hasta 180 °C pero a un mayor coste. Existen algunos modelos que usan juntas de fibras de amianto comprimido, para los cuales la temperatura límite es de 250 °C. Dado nuestras necesidades concretas de diseño, el rango de temperatura que se puede alcanzar, es más que satisfactorio.
- ❖ Los intercambiadores de placas no funcionan correctamente con líquidos que tengan sólidos de gran tamaño, debido a la pequeña distancia entre las placas. En general el tamaño máximo de sólidos en suspensión es de 4 a 8 mm de diámetro, de acuerdo al modelo del intercambiador.

- ❖ Para cada modelo de placa, la boca de entrada tiene un tamaño fijo que limita la cantidad de fluidos de alto volumen específico (vapores y gases húmedos) que pueden entrar al intercambiador, de modo que este tipo de intercambiadores casi nunca utilizan se utilizan en servicios de gran condensación.
- ❖ Posibles problemas de obstrucción de las vías debido simultáneamente a su reducido diámetro hidráulico y a la relativamente débil velocidad de circulación.

5.12.2. Descripción del equipo seleccionado

Se ha seleccionado un intercambiador de calor de placas, el cual consiste en un bastidor rígido y una placa de presión con unas barras sobre las que se sujetan las placas. Cada placa se cuelga mediante un dispositivo especial de la barra superior, mientras que la inferior sirve de guía. El paquete de placas está comprimido entre el bastidor (placa fija) y la placa de presión (placa móvil). El cierre se consigue con cuatro pernos laterales, dos a cada lado. Posee patas de soporte, todo ello constituido o revestido de acero inoxidable AISI-316 L. Las placas están corrugadas, a fin de obtener la máxima transmisión de calor y también para que sean más rígidas. Los aceros inoxidables han demostrado ser los materiales ideales para hacer placas de intercambio de calor debido a su gran resistencia a la corrosión, su ausencia de toxicidad, durabilidad, resistencia y facilidad de limpieza. Los materiales Standard para las placas son los aceros inoxidables AISI 304 y 316, el titanio, titanio-paladio, níquel, tántalo, Hastelloy, Incolloy u otras aleaciones. En un mismo bastidor se pueden realizar varios intercambios térmicos independientes entre sí, usando placas de conexión que son introducidas en el paquete de placas para dividirlo en diferentes secciones. En el pasterizador se tienen cinco: dos de enfriamiento, una regenerativa y una de calentamiento; además de otra de mantenimiento de la temperatura (tubo de mantenimiento).

El intercambio de calor se realiza en las placas de transmisión de acero inoxidable AISI-316 L las cuales presentan una corrugación de 0,6 mm con juntas de nitrilo reforzadas debajo del alojamiento de las juntas.

Las características térmicas y de caída de presión de un fluido circulando por el canal entre dos placas queda determinado por el perfil de la corrugación de las placas. Por esta razón se fabrican placas con diversos tipos de corrugación. Las juntas sirven para separar los fluidos y formar los canales de flujo deseados: al mismo tiempo aseguran la estanqueidad del paquete de placas; entre los materiales más utilizados para las juntas se encuentran el Nitrilo (NBR), Etileno-propileno (EPDM), Rutilo (RU), Silicona, Cloropreno (como el Neopreno), Caucho fluorado como Viton. Las juntas de elastómeros soportan temperaturas de hasta 170 °C, las juntas duras como OLILT pueden llegar hasta 300 °C.

El material de junta seleccionado será Nitrilo (NBR). La elección se ha realizado en base al siguiente cuadro (*“Manual del Ingeniero Químico”*. Perry Chilton. Ed. Mc Graw-Hill).

Tabla 2.5: Guía de selección para el material de las juntas

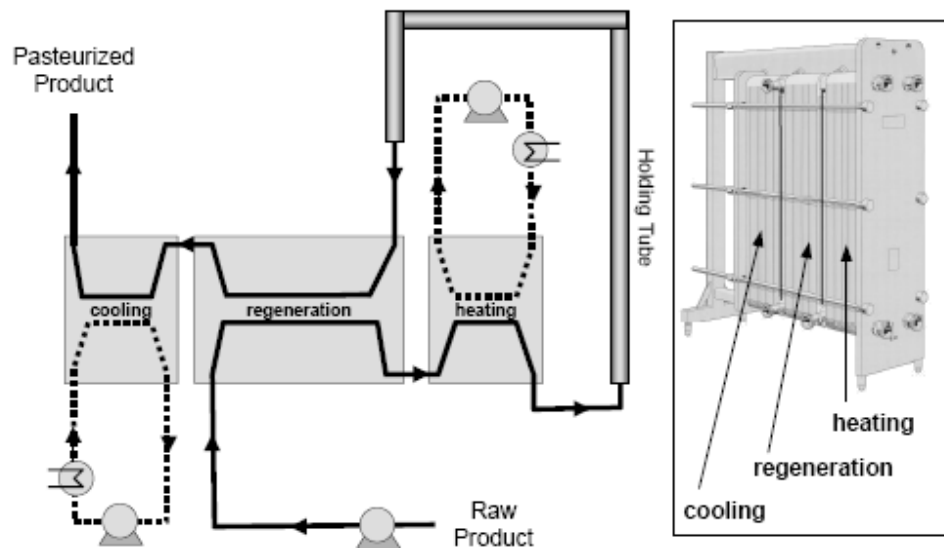
	Usos	Evitar
Nitrilo (NBR)	Resistente a aceites Resistente a grasas Alimentos Aceite mineral Agua	Oxidantes Ácidos Aromáticos Álcalis Alcoholes
Resina curada de butilo (IIR)	Ácidos Legías Álcalis fuertes Ácido fosfórico fuerte Ácidos minerales diluidos Cetonas Aminas Agua	Grasas y ácidos grasos Aceites de petróleo Hidrocarburos clorados Disoluciones con cloruros Aceite mineral Agua desmineralizada rica en O ₂ Oxidantes fuertes
Etileno-propileno (EPDM)	Agentes oxidantes Ácidos diluidos Aminas Agua La mayoría de fluidos IIR	Aceites Ácidos calientes y concentrados Oxidantes muy fuertes Grasas y ácidos grasos Hidrocarburos clorados
Viton (FKM, FPM)	Agua Aceites de petróleo Mayoría de ácidos inorgánicos Mayoría de fluidos NBR	Aminas Cetonas Ésteres Ácidos orgánicos Amoníaco líquido

Debido a la elevada viscosidad del mix (40% de sólidos totales y 20% de materia grasa), se ha seleccionado un intercambiador de calor de alta presión, con una presión de diseño de 18 bar, diseño especial para productos viscosos, con una separación entre placas promedio de 4 mm y con menos puntos de contacto entre las placas que los intercambiadores normales. Estos puntos son zonas de retención para los productos viscosos.

El intercambiador de calor consta de cinco secciones:

- Zona regenerativa entre el mix pasteurizado y el mix no pasteurizado.
- Zona de calentamiento entre el mix sin pasteurizar y el fluido calefactor (agua caliente).
- Zona de mantenimiento: tubo de mantenimiento.
- Zona de enfriamiento II, entre el mix pasteurizado y agua fría.
- Zona de enfriamiento III, entre el mix pasteurizado y agua helada.

Figura 12.5: Intercambiador de calor de placas de cinco secciones



El número de placas, el área de cada sección y las características técnicas del intercambiador de calor de placas se resumen a continuación. Los cálculos en los que se basa el diseño seleccionado se encuentran en el apartado de *Cálculos Justificativos 10. Diseño del pasteurizador*, del presente PFC.

Tabla 3.5: Características del intercambiador de calor de placas

Características del Intercambiador de calor de placas		
	Sección de calentamiento	Sección regenerativa
Número de placas	18	10
Área activa en sección m ²	9	4,87
	Sección de enfriamiento II	Sección de enfriamiento III
Número de placas	27	27
Área activa en sección m ²	13,79	14,09

Tabla 4.5: Características del intercambiador de calor de placas

Características Técnicas		
Material Bastidor		AISI 316 L
Dimensiones (A*A*L)	mm	2010x625x1920
Número Total de Placas		82
Área Activa Total	m ²	41,75
Material de Las placas, Sección	1, 2, 3, 4	AISI 316 L
Material Juntas, Sección	1, 2, 3, 4	NBR

El intercambio térmico se realiza mediante el bombeo del mix y del líquido de servicio (agua caliente, agua fría de la red de suministro o agua helada) a través de los pasos de placa del equipo de tal modo que los mismos vayan en flujo en contracorriente, y discurriendo separadamente por caras adyacentes a las placas.

El estrecho espacio entre dos placas así como las corrugaciones de las superficies de las mismas y la alta viscosidad de la mezcla hacen que los fluidos circulen en régimen laminar.

BASTIDOR

El bastidor está compuesto por un cabezal fijo, cabezal móvil, soporte trasero, barra guía superior e inferior, barras de apriete, orejetas de elevación y toberas de conexión. Todos los componentes son de acero inoxidable.

Cabezal fijo

Está construido en acero inoxidable con cuatro taladros para las toberas de conexión y cuatro más para paso de las barras de apriete. También lleva unos taladros para sujeción del pie de apoyo o para montar los brazos de amarre en caso de apoyo sobre el suelo o colgada de la pared respectivamente.

Cabezal móvil

Está construido también en acero inoxidable y puede ser suministrado con o sin toberas. En caso de no ser necesarias las toberas, que estén abiertas se podrán cegar por medio de tapones. El cabezal móvil lleva incorporado en la parte de arriba un casquillo de Nylon a través del cual desliza la guía superior del bastidor y en su extremo inferior se localiza una abertura por la cual pasa la guía inferior. Además este placón lleva cuatro taladros para paso de las barras de apriete.

Soporte trasero

Está construido en acero inoxidable y taladrado por dos agujeros para amarre de las guías superior e inferior.

Guía superior e inferior

Están construidas a partir de una barra cuadrada en acero inoxidable. La guía inferior se monta con sus caras perpendiculares a los laterales del equipo y la guía superior con sus caras a 45° respecto a la misma referencia. En cada extremo de la guía superior se amarran unas orejetas para elevación del equipo.

Barras de apriete y tuercas

Las barras de apriete son de 25 mm de diámetro con una tuerca fija en un extremo. Estas barras serán de acero inoxidable con las tuercas de apriete del mismo material.

Toberas de conexión

En el montaje de toberas con la brida en el placón móvil todas las conexiones se harán por medio de codos a 90° con el fin de evitar el choque de las bridas con las guías y las barras de apriete. Los anillos de junta para tobera solamente se montan en el placón móvil.

Las toberas de conexión normalmente están construidas en acero inoxidable AISI 316 ó 304. La unión entre tobera y placón fijo o placón móvil se realiza por medio de soldadura o de algún tipo de adhesivo de tipo anaeróbico.

PLACAS DE TRANSMISIÓN DE CALOR

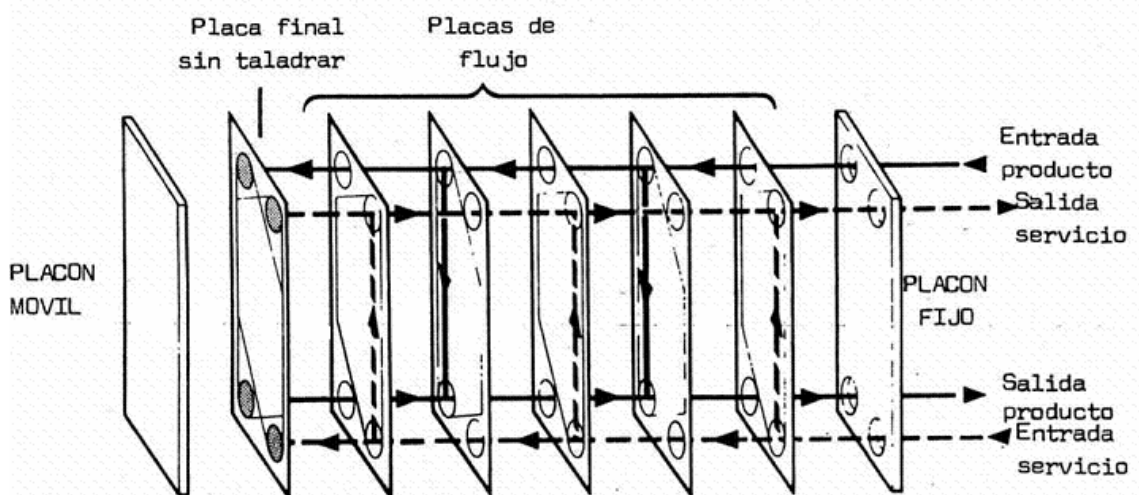
Las placas empleadas son del tipo en “V”. Están fabricadas en acero inoxidable AISI 316 L. En cada extremo de la placa se han practicado ranuras idénticas entre sí que permiten que la placa sea colgada dentro del paquete por cualquiera de ellas. La ranura superior mantiene suspendida la placa desde la guía superior del bastidor, mientras que la ranura inferior encaja en la guía inferior.

Cada placa dispone de cuatro zonas para paso de mix o líquido de servicio, situadas una en cada esquina. Estas zonas pueden estar abiertas (la tobera permite el paso de líquido a través de la placas) o cerradas (la tobera es ciega evitando el paso del fluido).

El mix o líquido de servicio está contenido dentro de la superficie delimitada por una junta de elastómero que la placa lleva pegada en su periferia dentro de una estrecha ranura. Esta junta capacita a la placa para que cierre contra la parte de atrás de la placa adyacente en el paquete, o en el caso de una placa final el cierre lo hará contra la cara del placón móvil.

Las zonas de paso en las placas de flujo quedan completamente encerradas por la junta que en esta zona presenta ranuras de escape, las cuales comunican el espacio entre cierres con la atmósfera, en puntos cercanos al agujero de paso. De esta manera, en el caso poco corriente de que hubiera pérdidas de líquido a presión, se tendría una indicación visual de escape a través de la ranura no permitiendo la mezcla de líquidos.

Figura 13.5: Disposición de las placas



Placas de flujo

Las placas de flujo representan el grueso de las placas utilizadas en el equipo de intercambio de calor entre el mix y el líquido de servicio. Cuando se montan en el paquete, las placas de flujo son colocadas alternando las de “mano izquierda” y las de “mano derecha”, de modo que se consigan dos pasos de flujo independientes (para el mix y el líquido de servicio) a través del paquete completo. El líquido sigue automáticamente este camino guiado entre las juntas de “mano izquierda” y las placas de “mano derecha” cuando se comprime el paquete de placas.

Una placa de flujo tiene abiertas dos toberas de paso para el líquido, situadas en la misma vertical, y cerradas las otras dos.

A través de estos orificios abiertos en la placa, el líquido pasa por la tobera de entrada y fluye verticalmente (de arriba abajo o viceversa) cruzando la superficie de la placa hacia la tobera de salida en el mismo lado de la placa. A este tipo de circulación se le denomina “flujo vertical” y permite que cada placa pueda ser utilizada como de mano derecha o de izquierda de acuerdo con las necesidades de funcionamiento.

Placa final

En el paquete de placas, la final se monta inmediatamente después de la última placa de flujo y junto al placón móvil con la junta contra el mismo.

La junta de placa final tiene zonas de tobera las cuales rodean a las cuatro toberas de placa. Si las toberas son de salida libre, servirán únicamente como toberas de paso.

Si el placón móvil es de tipo abierto, las zonas de tobera en la placa final son de paso; si el placón móvil es ciego, la placa final tendrá las toberas cerradas.

Consisten fundamentalmente en una serie de placas onduladas, o con nerviaciones, rectangulares o circulares, de disposición generalmente vertical, y a su vez, horizontal, unidas entre sí por juntas de goma y dispuestas en un bastidor, cuyo pie constituye a veces un reservorio de agua caliente

El espacio que separa cada dos placas consecutivas ($b=4$ mm) es recorrido por la mezcla a pasteurizar; el elemento calefactor: agua caliente, y por los fluidos refrigerantes: agua fría y agua helada, circulan en contracorriente por los espacios inmediatos.

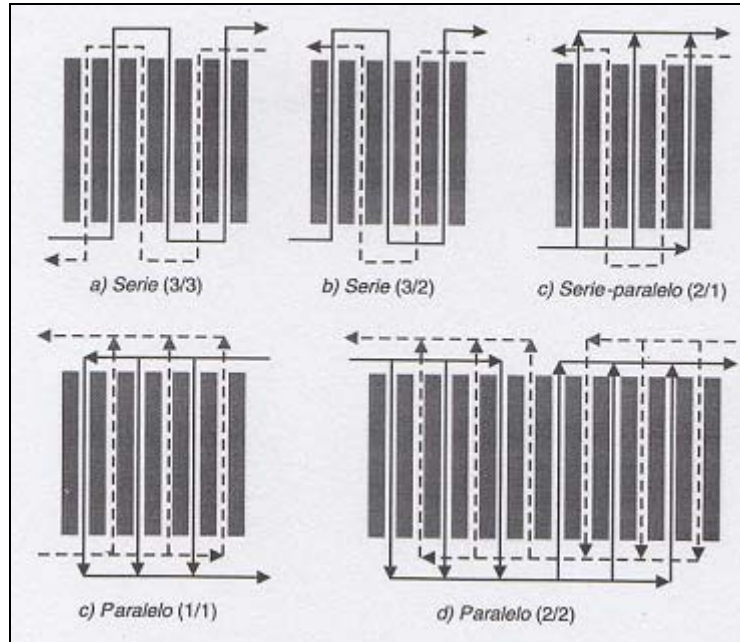
El espacio que separa las dos últimas placas de la serie suele aumentarse con objeto de reducir en él la velocidad de circulación de la mezcla y conseguir de este modo que permanezca unos instantes más a la temperatura de pasteurización; este espacio ampliado es el de la sección de mantenimiento.

Existen diferentes alternativas para el flujo de fluidos en su interior, como combinación de dos tipos básicos de flujo y diferente número de pasos de los fluidos por el cambiador. Los tipos básicos son:

- a. Flujo en serie: el fluido circula alternativamente entre placas, cambiando de dirección después de cada recorrido vertical.
- b. Flujo en paralelo: el caudal total se divide en partes iguales, circulando entre las placas y finalmente éstos convergen en una corriente única.

Por combinación de estos dos flujos básicos para cada fluido y cambiando el número de pasos surgen múltiples posibilidades, representándolos en la siguiente figura algunas de ellas.

Figura 15.5: Tipos de flujos



5.13. Tubo de mantenimiento

El tubo de mantenimiento es una componente de la planta de pasteurización cuyo objetivo es el de mantener la mezcla a una temperatura durante un cierto tiempo. Las condiciones de pasteurización HTST para el mix son 84 °C y 15 segundos. El estudio teórico del tubo de mantenimiento radica en establecer las condiciones de tratamiento térmico para la pasteurización HTST, así como el criterio microbiológico y el criterio de calidad química.

La sección externa de mantenimiento consiste en una tubería dispuesta en forma de espiral o zig-zag que a veces aparece cubierta por una rejilla protectora para impedir que el personal se pueda quemar al tocar esta sección de mantenimiento, además de encontrarse aislado térmicamente para evitar las pérdidas de calor al exterior. La longitud de la tubería y la velocidad de flujo se calculan de forma que el tiempo de permanencia en esta sección sea igual al tiempo requerido de mantenimiento.

Figura 16.5: Tubo de mantenimiento en zig-zag



Es necesario controlar de forma precisa el caudal de producto que pasa por la sección de mantenimiento, ya que ésta ha sido dimensionada para conseguir un tiempo determinado de mantenimiento para un caudal determinado. El tiempo de mantenimiento es inversamente proporcional al caudal de producto en esta sección.

La mezcla se mantiene a una temperatura constante determinada por el controlador a la entrada de la sección de mantenimiento.

El proceso está diseñado para asegurar que la partícula con un movimiento más rápido a través del tubo de mantenimiento recibirá un tratamiento tiempo/temperatura suficiente para la pasteurización.

Como el tubo de mantenimiento resulta esencial para asegurar que el producto es mantenido a la temperatura de pasteurización durante el tiempo preciso, deben seguirse ciertas precauciones:

- El tubo mantendrá una inclinación hacia arriba en la dirección del flujo del producto para favorecer la eliminación de bolsas de aire y evitar el autodrenaje.
- El producto debe conservarse en el tubo de mantenimiento sometido a una presión suficiente para evitar elevaciones bruscas de temperatura o ebullición capaces de reducir su tiempo de permanencia en el tubo. Esto suele conseguirse mediante un dispositivo de contrapresión (reductor o válvula de mantenimiento de presión).
- Como se produce cierto descenso de la temperatura según el producto atraviesa el tubo de mantenimiento, la temperatura del producto debe ser lo suficientemente elevada al entrar de forma que, siempre exista un cierto descenso de temperatura, mantenga todavía una temperatura superior a la mínima establecida al salir del tubo de mantenimiento.
- No se practicará calentamiento externo del tubo de mantenimiento. En el tubo de mantenimiento para la pasteurización del producto será instalado un sensor para medir la temperatura, colocado a la salida del tubo de mantenimiento. La temperatura del producto será registrada también automáticamente mediante un termómetro sensor situado a la salida del tubo de mantenimiento para conocer la temperatura del producto en todo momento.

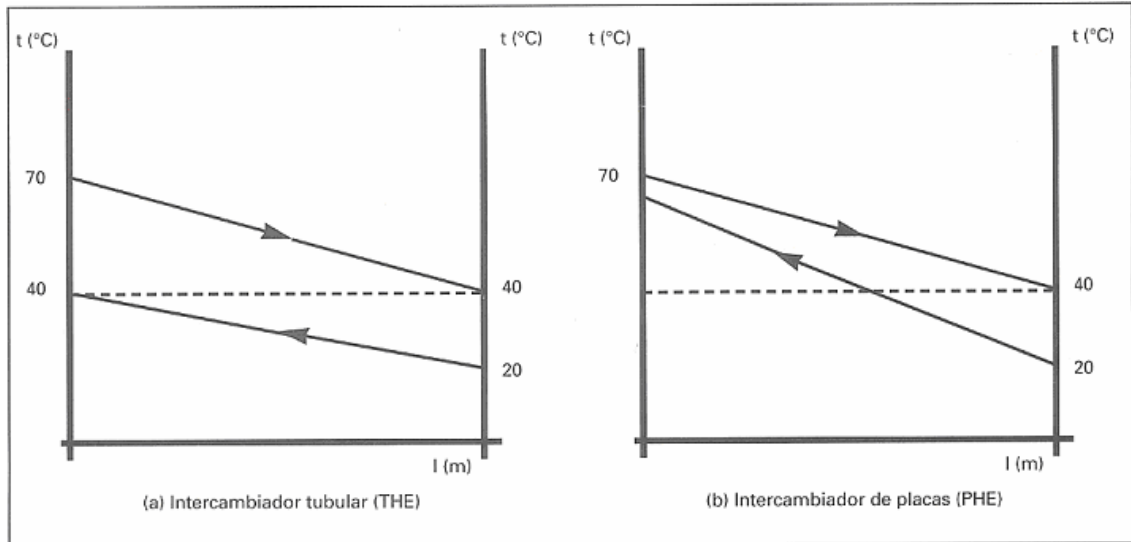
5.14. Ventajas de los intercambiadores de calor de placas respecto a los multitubulares

A. Posibilidad de cruce de temperaturas

Se entiende por “cruce” de temperaturas el hecho de que la temperatura de salida del fluido en el circuito secundario pueda ser superior a la temperatura de salida del fluido en el circuito primario

Representando la evolución de temperaturas a lo largo de la superficie de intercambio en un intercambiador de calor multitubular y en uno de placas, se obtienen los siguientes gráficos:

Figura 17.5: Posibilidad de “cruce” de temperaturas en los PHE (plate heat exchanger= intercambiador de calor de placas)



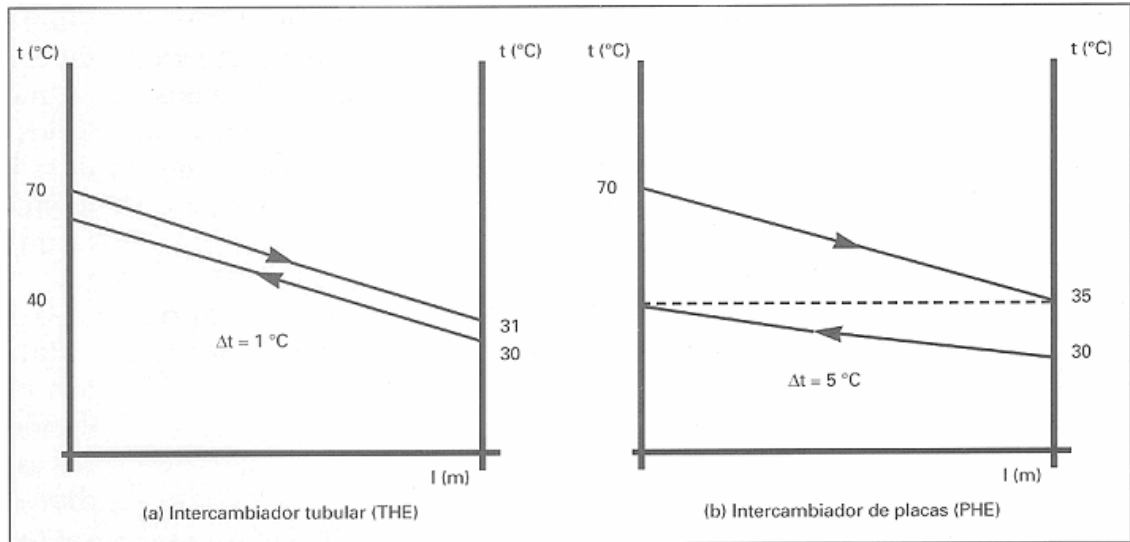
La causa de esta diferencia de comportamientos radica en el sentido de las dos corrientes de fluido: mientras que en un intercambiador de calor de placas los dos fluidos circulan en contracorriente pura (la salida de cada fluido está en contacto térmico con la entrada del otro fluido), en un intercambiador multitubular sería raro el caso, ya que significaría que la entrada y la salida de un circuito no está en el mismo plano del equipo, incomodando su instalación.

B. Mayor aproximación de temperaturas

Se entiende por aproximación de temperaturas la diferencia entre la temperatura de entrada de uno de los fluidos y la de salida del fluido del otro circuito. Es una medida de cuánto calor puede recuperar el intercambiador. El intercambiador de calor de placas por la configuración geométrica de las mismas, es capaz de aproximar la temperatura hasta 1°C, mientras que el multitubular no puede llegar más allá de 4 -5 °C, también debido a la conformación interna del mismo.

Esta ventaja es muy importante desde el punto de vista de ahorro energético en instalaciones.

Figura 18.5: “Aproximación” de temperaturas en THE (tubular heat exchanger= intercambiador de calor tubular) y PHE (plate heat exchanger= intercambiador de calor de placas)”



C. Mayor eficiencia

Para un mismo fluido y un mismo programa de temperaturas, el coeficiente global de transmisión de calor K ($\text{W}/\text{m}^2 \text{K}$), compuesto por conducción a través de la pared, δ/λ ($\text{m}^2 \text{K}/\text{W}$), convecciones de ambos fluidos a cada lado de la pared, h_1 y h_2 ($\text{W}/\text{m}^2 \text{K}$) y posibilidades factores de ensuciamiento R_f ($\text{m}^2 \text{K}/\text{W}$) según:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{h_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{h_2} + R_f$$

es del orden de 3 a 5 veces superior en un intercambiador de calor de placas al registrado en un multitubular.

Ello es debido a que configuración interna de las placas y el diámetro hidráulico de los canales confieren a los fluidos en un intercambiador de placas regímenes altamente turbulentos (se alcanza régimen turbulento con números de Reynolds tan bajo como $Re = 15$), lo que conlleva unas coeficientes de convección de los mismos considerablemente elevados (h_1 , h_2), a la vez que unos factores de ensuciamiento muy pequeños (R_f).

D. Menor superficie de transferencia

Siendo la cantidad de calor que cede el fluido caliente Q_1 , igual a la cantidad de calor que recibe el fluido frío Q_2 (despreciando el calor perdido al exterior) y a su vez igual a la cantidad de calor que debe atravesar la superficie de transferencia que los separa Q , que viene dada por la expresión:

$$Q = K \times A \times LMTD$$

siendo:

Q : cantidad de calor que atraviesa la superficie de transferencia (kW)

K : coeficiente global de transmisión de calor ($\text{kW/m}^2\text{°C}$)

A : área de transferencia de calor (m^2)

$LMTD$: temperatura media logarítmica (°C), definida por:

$$LMTD = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}}$$

donde:

ΔT_1 : $T_{\text{entrada fluido caliente}} - T_{\text{salida fluido frío}}$

ΔT_2 : $T_{\text{salida fluido caliente}} - T_{\text{entrada fluido frío}}$

por tanto, para igual cantidad de calor puesto en juego e igual temperatura media logarítmica, si el intercambiador de calor de placas, por su configuración, desarrolla coeficientes de calor del orden de 3-5 veces superior a los multitubulares, el área de transmisión de calor del mismo respecto al multitubular ha de ser de 3-5 veces menor.

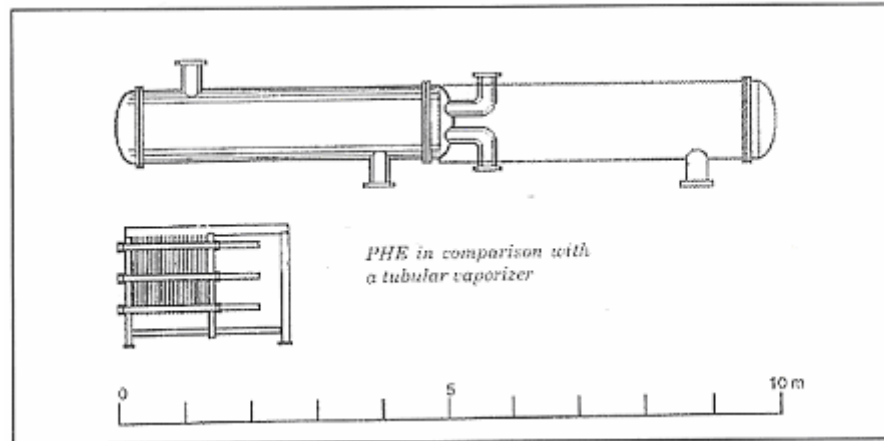
E. Menor dimensión, menor peso, menor volumen contenido

Un área de transferencia de 3-5 veces inferior lo convierten en un intercambiador de calor compacto de dimensiones reducidas; el espacio significa dinero en cualquier planta, siendo el uso racional del suelo la clave del ahorro. Se estima entre 2 y 5 veces más el espacio ocupado por un multitubular respecto de una placa realizando el mismo servicio.

Significa asimismo un peso el equipo mucho menor, lo que revierte en una mayor facilidad de manipulación e instalación. Se estima entre 3 y 10 veces más el peso de un multitubular respecto de uno de placas que realice el mismo servicio.

Además, menor volumen de ambos fluidos contenido en el intercambiador. Este punto es especialmente importante cuando por cualquier causa es necesario abrir el intercambiador de calor y perder el volumen contenido de ambos fluidos.

Figura 19.5: Comparativa de dimensiones y accesibilidades a un THE y un PHE



F. Mejor accesibilidad

El intercambiador de calor de placas no soldado, puede abrirse para su inspección o mantenimiento dentro de su propio bastidor, siendo accesible el 100 % de la superficie de intercambio (ambas partes de todas las placas), mientras que el intercambiador multitubular requiere un espacio adicional de al menos el doble de su longitud, siendo además no tan accesibles todas las partes del haz de tubos para mantenimiento o inspección.

G. Posibilidad de modificar o ampliar la superficie de intercambio

El intercambiador de calor de placas ofrece la posibilidad tanto de reponer superficie de intercambio (placas) cuando sea necesario, como de ampliar la misma, caso de que se quiera ampliar la capacidad de la planta o bien variar el programa de temperaturas que se venía realizando hasta el momento.

El intercambiador multitubular, no sólo no permite la ampliación futura de capacidad (número de tubos), sino que las reparaciones efectuadas en los mismos, lejos de mantener intacta la capacidad del mismo la disminuyen, al suponer anulación de tubos defectuosos.

6. Homogeneizador

6.1. Introducción

El propósito de la homogeneización es dividir finamente los glóbulos de grasa en la mezcla con objeto de conseguir una suspensión permanente, evitando que la grasa se separe del resto de los componentes y ascienda hacia la superficie por su menor peso. Con el tratamiento de homogeneización, se reduce el diámetro de los glóbulos a un décimo de su diámetro inicial.

La desintegración de los glóbulos grasos originales se consigue por efecto de varios factores tales como turbulencia y cavitación. Lo que se consigue es reducir los glóbulos de grasa hasta aproximadamente un diámetro de $1\mu\text{m}$, lo que se acompaña de un incremento de cuatro a seis veces en la superficie interfacial.

El estado físico y la concentración de la fase grasa en el momento de la homogeneización influyen en la práctica sobre el tamaño y la dispersión de los glóbulos de grasa obtenidos.

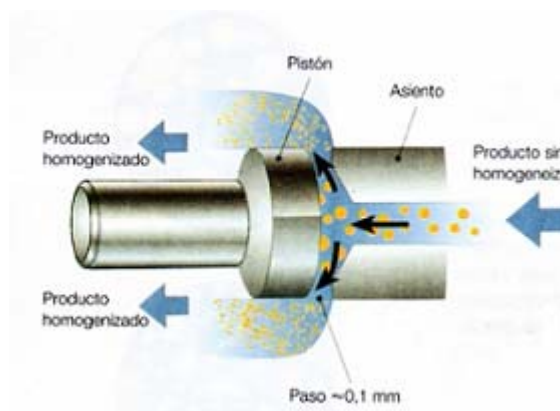
Tabla 1.6: Diámetro medio de los glóbulos de grasa de un mix, antes y después de homogeneizar

	Antes de homogeneizar	Después de homogeneizar
Diámetro medio (en μ).....	4-4,2	0,5-0,7
Número de glóbulos l. de mezcla.....	$2,5-3,0 \times 10^{12}$	$1,5-2,0 \times 10^{15}$
Superficie de los glóbulos.....	130-160 m^2	1100-1500 m^2

6.2. Principio de funcionamiento del homogeneizador

La forma de trabajar del homogeneizador se muestra en la siguiente figura:

Figura 1.6: Principio de funcionamiento del cabezal de homogeneización



Por medio de aire a alta presión se hace pasar a la mezcla a través de las pequeñas ranuras que se indican por flechas, existentes entre la válvula y el asiento, lo que produce la rotura de los glóbulos de grasa. El efecto final de la homogeneización es el resultado de la unión de tres factores:

1. Paso por una estrecha ranura a una alta velocidad, lo que somete a los glóbulos de grasa a intensas fuerzas de rozamiento que los deforman y rompen.
2. La aceleración que sufre el líquido a su paso por esa estrecha franja, va acompañada de una caída de presión, lo que crea un fenómeno de cavitación en el que los glóbulos de grasa se ven sometidos a intensas fuerzas de implosión.
3. Al chocar los glóbulos de grasa contra las paredes del cabezal de homogeneización, en el impacto, se rompen y dividen.

El efecto de la homogeneización puede reforzarse al colocar dos cabezales de modo que el producto pasa primero por uno de ellos, sufriendo una primera homogeneización, y luego por el otro que toma el producto y lo vuelve a someter a una segunda.

El número de glóbulos de grasa en una mezcla homogeneizada es 10000 veces mayor que en la mezcla antes de este tratamiento. Ello supone que las membranas que protegían a los glóbulos originales se han roto formándose más glóbulos con la misma cantidad de superficie de membranas, quedando por lo tanto desprotegidos muchos de ellos.

La formación de nuevas membranas requiere tiempo, pero mientras tanto muchos de esos glóbulos de grasa sin membrana, pueden chocar entre sí formando grumos. Este fenómeno se llama coalescencia y puede aparecer cuando la mezcla es muy rica en grasa, ya que entonces la distancia entre glóbulos es corta y pueden unirse antes de la formación de las membranas. Si la concentración en grasa es baja, la distancia a recorrer por los glóbulos es grande y da tiempo a que se formen membranas de los mismos antes de que se produzca la coalescencia.

La temperatura de homogeneización tiene una gran influencia sobre el fenómeno de la coalescencia. Cuanta más alta sea, menores son las posibilidades de formación de grumos. Los procedimientos de homogeneización a alta presión dan lugar a la formación de pequeños glóbulos de grasa. La dispersión de la fase lipídica se incrementa con el aumento de la temperatura de homogeneización y aumenta también con la disminución de la viscosidad del mix que se produce a elevadas temperaturas. Las temperaturas inferiores a 63 °C favorecen la agregación de los glóbulos grasos. El mix se homogeneizará a 67 °C a la salida de la sección regenerativa del pasteurizador y antes del calentamiento final a 84 °C.

La homogeneización de la mezcla tiene varios efectos beneficiosos en la calidad del producto final:

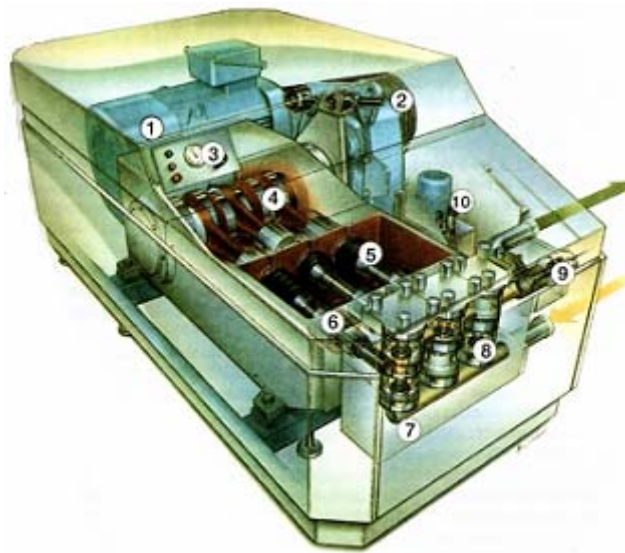
- ✓ Distribución uniforme de la grasa, sin tendencia a su separación.
- ✓ Asegura la estabilidad del producto en el tiempo, evitando la separación de materia grasa hacia la superficie y la decantación de los sólidos, impidiendo la formación de cristales de hielo.
- ✓ Genera una excelente dispersión de los aditivos, aumentando su efectividad.
- ✓ Optimiza el batido del helado.

- ✓ Acelera las reacciones químicas.
- ✓ Produce un mayor brillo con color uniforme, brillante y atractivo.
- ✓ Incrementa el sabor.

- ✓ Mayor resistencia a la oxidación, que produce olores y sabores desagradables en el helado.
- ✓ Helados con mejor cuerpo y textura.
- ✓ El mejor aprovechamiento de las materias primas resulta en menores costos.

6.3. Descripción del homogeneizador

Figura 2.6: Sección de un homogeneizador



1. Motor de accionamiento
2. Transmisión de correas
3. Indicador de presión
4. Cigüeñal
5. Pistón
6. Cartucho de sellado del pistón
7. Cuerpo de bombeo de acero inoxidable endurecido
8. Válvulas
9. Dispositivo de homogeneización
10. Sistema hidráulico de ajuste de la presión

Los dos elementos principales donde se realiza la homogeneización son:

- una bomba de alta presión de pistón
- cabezal o asiento de la válvula contra el que el mix es enviado por la bomba anterior.

6.3.1. Bomba de alta presión de pistón

El pistón y el cabezal son de acero inoxidable.

La bomba de alta presión es movida por un motor a través de un sistema de transmisión que convierte el movimiento rotatorio en movimientos lineales de avance y retroceso.

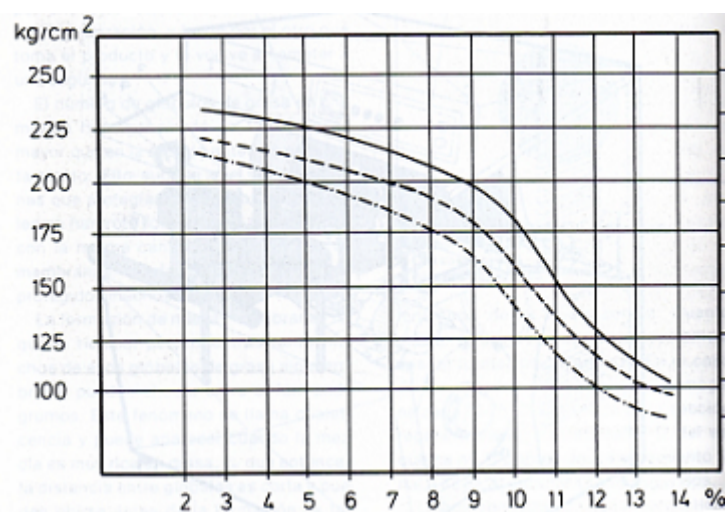
El pistón o pistones se mueven en cilindros dentro del bloque. Están fabricados en acero inoxidable. Los pistones van provistos de juntas para evitar la salida de mix. Para enfriar los pistones se hace circular agua por el interior del bloque.

La bomba de homogeneización eleva la presión a que es sometida la mezcla entre 100-240 atmósferas. En el manómetro se controla la presión a la que opera y se regula automáticamente.

La presión de homogeneización que se utiliza es distinta según el porcentaje y tipo de materia grasa. Las condiciones ideales se muestran en la figura. Se observa que las presiones necesarias son inversamente proporcionales al contenido en materia grasa; el aumentar el contenido en grasa se debe bajar la presión de homogeneización ya que es más fácil conseguir una emulsión estable al haber mayor proporción de grasa.

Las presiones recomendadas varían según el contenido en materia grasa, desde unos 200 kg/cm² en una mezcla con 4% en materia grasa, bajando hasta 80 kg/cm² con un contenido en materia grasa del 12%. En general, para homogeneizar las mezclas se suelen utilizar presiones de 140 a 175 kg/cm².

Figura 3.6: Presiones óptimas de homogeneización en función del porcentaje y tipo de grasa



A altas presiones de homogeneización, la velocidad de las partículas en el cabezal de homogeneización puede alcanzar 200 m/seg.

Frecuentemente la homogeneización simple produce la aglomeración de los glóbulos grasos y como consecuencia puede observar una excesiva viscosidad y un comportamiento anormal de la mezcla. Es recomendable realizar una segunda homogeneización a una presión de 35 kg/cm², presión suficiente para romper los glóbulos grasos aglomerados. Esta doble homogeneización puede hacerse con un equipo de doble válvula o de dos fases, o utilizando dos homogeneizadores. Con este último procedimiento se obtienen muy buenos resultados pero la operación es más complicada, requiere una mayor inversión y supone un coste más elevado.

En la práctica, se puede regular la viscosidad de la mezcla modificando la presión de homogeneización. En el caso de mezclas menos estables, es necesario reducir la presión de homogeneización para disminuir la viscosidad.

6.3.2. Válvula

Hay muchos tipos de válvulas que se pueden emplear: simples, cónicas, onduladas, de anillo líquido. El tipo de válvula influye sobre el comportamiento de la mezcla actuando sobre fenómenos físicos como la cavitación, la turbulencia y el cizallamiento. Partiendo de la misma mezcla y en idénticas condiciones de presión y de temperatura, pueden obtenerse distintos resultados.

A altas presiones de homogeneización (100-240 kg/cm²) que alcanza la mezcla a su paso por el cabezal, las velocidades a las que circulan las partículas de mix en esa zona son también elevadas (200 a 300 metros por segundo).

6.3.3. Cabezal de homogeneización

La bomba de pistones aumenta la presión del mix desde unos 300 kPa (3 bar) a la entrada, hasta una presión de homogeneización situada entre 10 y 20 MPa (100-250 bar), dependiendo del tipo de producto. La presión de entrada a la primera etapa antes del cabezal (la presión de homogeneización) se mantiene constante automáticamente. La presión de aceite sobre el pistón hidráulico y la presión de homogeneización sobre el émbolo están equilibradas.

El homogeneizador está equipado con un tanque de aceite común, sea de una o de dos etapas. Sin embargo, en la homogeneización en dos etapas se tienen dos etapas dos sistemas de lubricación, cada uno con su propia bomba. Se establece una nueva presión de homogeneización cambiando la presión del aceite. La presión de homogeneización se puede leer sobre el manómetro de alta presión. La homogeneización siempre tiene lugar en la primera etapa. La segunda etapa básicamente sirve para dos propósitos:

- Conseguir una contrapresión constante y controlada para la primera etapa, obteniéndose unas mejores condiciones de homogeneización.
- Romper los grumos formados directamente tras la homogeneización.

Las partes del cabezal de homogeneización son de gran precisión. El anillo de impacto está unido al asiento de tal manera que la superficie interior es perpendicular a la salida del orificio. El asiento tiene un ángulo de 5 ° para

conseguir que el producto se acelere de manera controlada, reduciéndose así el rápido desgaste y agrietado que de otra manera ocurriría.

El mix entra a una alta presión en el espacio existente entre el asiento y el émbolo. La amplitud del orificio es aproximadamente de 0.1 mm o 100 veces el tamaño de los glóbulos de grasa de la mezcla homogeneizada. La velocidad del mix es normalmente de 100-400 m/s en el orificio anular estrecho, y la homogeneización tiene lugar en 10-15 microsegundos. Durante este tiempo toda la energía de presión liberada por la bomba de pistón se convierte en energía cinética.

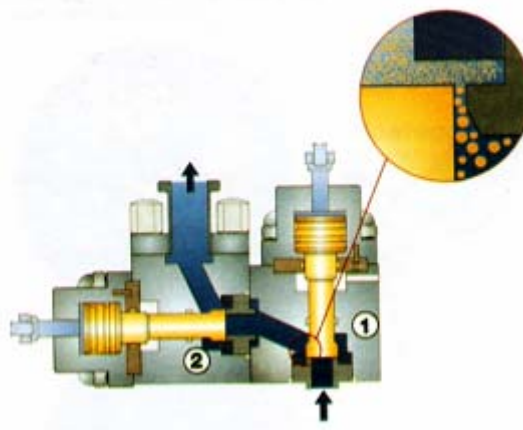
6.4. Homogeneización en simple y doble etapa

El homogeneizador puede estar equipado con uno o dos dispositivos de homogeneización conectados en serie. De aquí la denominación de homogeneización en simple y doble etapa.

En la homogeneización de simple etapa la caída de presión total se provoca en un dispositivo. En la homogeneización en doble etapa se mide la presión total en la primera etapa, P_1 y antes de la segunda etapa P_2 . El método de dos etapas normalmente se prefiere cuando se quiere conseguir una óptima eficiencia de homogeneización. Los mejores resultados se obtienen cuando la relación P_2/P_1 , es del orden de 0.2.

En la planta de pasteurización se incluirá un equipo de homogeneización en doble etapa con una presión de trabajo de 200 bares.

Figura 4.6: Cabezal de homogeneización de dos etapas



1. Primera etapa
2. Segunda etapa

7. Componentes básicos del sistema HTST

A continuación se muestra el resto de equipos o componentes, que junto al pasteurizador objeto de estudio de este PFC, completan la planta de pasteurización de helados para el tratamiento de un caudal de 5000 l/h de mix. Entre los componentes básicos que la componen se pueden citar:

- Tanque de suministro a nivel constante (tanque de balance)
- Bomba distribuidora
- Medidor de flujo magnético
- Medidores de temperatura
- Válvulas
- Controlador/registrador
- Tuberías y accesorios
- Regenerador de presión

7.1. Tanque de suministro a nivel constante (Tanque de Balance)

El tanque de balance aporta un suministro continuo de producto a la unidad del sistema HTST. Entre otras de sus funciones, se destacan las siguientes:

- Permite el almacenamiento de retorno del mix no pasteurizado que procede de la válvula distribuidora de flujo.
- Aporta un medio para la recirculación del mix pasteurizado.
- Suministra un receptáculo para propósitos CIP o de limpieza.

Existen diferentes problemas asociados con el transporte del producto a través de la línea:

- El producto que se maneja debe estar libre de aire o gases si se desea que la bomba centrífuga funcione correctamente.
- Para evitar la cavitación, la presión en todos los puntos en la entrada de la bomba debe ser más alta que la presión de vapor del líquido.
- Se debe disponer de una válvula que actúe desviando el líquido no pasteurizado correctamente, si su temperatura baja por debajo del valor requerido.
- La presión del tramo de aspiración de la bomba se debe mantener constante para asegurar un caudal uniforme en la línea.

Estos problemas, se resuelven a menudo instalando un tanque de equilibrado o regulación en la línea de aspiración de la bomba. Este tipo de tanque mantiene el producto con un nivel de líquido constante sobre el nivel de entrada de la bomba, es decir, la carga en la aspiración se mantiene constante.

El tanque contiene un flotador conectado a un rodillo pivotado excéntricamente que actúa sobre la válvula de entrada en el tanque. Conforme se mueve el flotador

hacia arriba o hacia abajo según sea el nivel de líquido, la válvula se cierra o se abre respectivamente.

Si la bomba extrae más líquido del tanque que entra en éste, el nivel cae y el flotador también. Esto provoca que la válvula se abra y deje pasar líquido al tanque de equilibrado. De esta manera, el líquido en el tanque se mantiene con un nivel constante.

La entrada se localiza al fondo del tanque para que el líquido entre por debajo de la superficie libre. De esta manera no salpica y, sobre todo, no se airea líquido. Cualquier cantidad de aire que posea el líquido a la entrada subirá a la parte superior del tanque y cierta desaireación tiene lugar de esta forma. Esto tiene un efecto favorable sobre el funcionamiento de la bomba, y el producto es tratado de forma más delicada.

El tanque de regulación incluye dentro de un sistema de recirculación donde el líquido se retorna, como consecuencia de un tratamiento insuficiente. En este caso el indicador de temperatura actúa sobre la válvula de desviación de flujo que dirige al producto hacia el tanque de equilibrado. Esto provoca un rápido incremento de nivel de líquido y un movimiento igualmente rápido del mecanismo del flotador que hace que se cierre la válvula. El producto entonces recircula hasta que el fallo ha sido reparado o se para la planta para su ajuste. Un procedimiento similar se emplea en la circulación de soluciones de limpieza cuando la línea ya está limpia.

7.2. Bomba distribuidora (medidora)

Es una bomba centrífuga que realiza la alimentación al pasteurizador. Esta bomba toma la mezcla del tanque de nivel y alimenta al pasteurizador con un caudal constante. Para el caso de líquido o mezclas viscosas suelen utilizarse bombas de desplazamiento positivo, pero debe tenerse en cuenta la precaución de instalar una válvula de seguridad, que ante una obstrucción y aumento de la presión interna, detenga la bomba evitando de este modo graves daños a la instalación.

Entre los controles que se deben realizar destacamos:

- Debe estar sellada a la velocidad máxima para garantizar que se satisfagan los requisitos mínimos para mantener el tiempo de soporte.
- Interconectados al dispositivo distribuidor de flujo y al registrador/controlador .
- Sólo puede haber en el sistema un dispositivo de medición primaria.

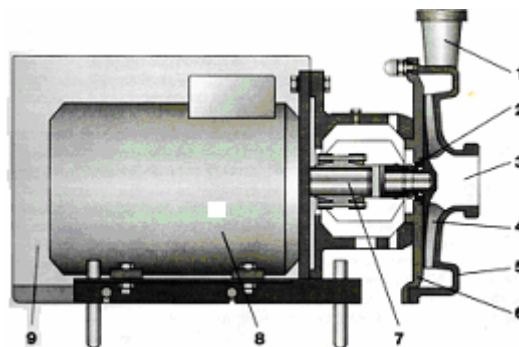
7.2.1. Bombas centrífugas

El líquido que entra en la bomba se dirige al centro (ojo) del impulsor y allí se le comunica un movimiento circular por parte de las aspas. Como resultado de la fuerza centrífuga y el movimiento impulsor el líquido lo deja a una presión más alta y velocidad mayor que la que tenía en el ojo. La velocidad es parcialmente convertida en presión en la carcasa de la bomba antes de que el líquido deje la bomba a través de la conexión de salida.

Las aspas del impulsor forman canales en la bomba. Las aspas normalmente curvadas hacia atrás, pero pueden ser rectas en las bombas pequeñas.

La bomba centrífuga es la más barata en cuanto a compra, operación y mantenimiento, y es también la bomba más adaptable a diferentes condiciones de operación. Se puede utilizar en el bombeo de todo tipo de líquidos de relativamente baja viscosidad, que no requieren tratamiento particularmente suave. Se puede utilizar siempre que estas partículas no sean más grandes que las dimensiones del canal del impulsor.

Figura 1.7: Partes principales de una bomba centrífuga



1. Línea de expulsión
2. Cierre axial
3. Línea de aspiración
4. Rodete
5. Carcasa de la bomba
6. Placa soporte
7. Eje motor
8. Motor (transmisión)
9. Cubierta de acero inoxidable y aislamiento sonoro

Una desventaja de la bomba centrífuga es que no puede bombear líquidos aireados. Deja de estar cebada y se para el bombeo. Entonces, debe pararse la bomba y cebarse y ponerla en marcha de nuevo para volver a bombear. Por consiguiente, la bomba centrífuga no es autocebante, por que el tramo de aspiración y la carcasa de la bomba han de estar llenos de líquido antes de que pueda funcionar correctamente.

Ventajas de la bomba centrífuga:

- proporciona un caudal regular y elevado;
- es una bomba muy simple, robusta, que puede acoplarse directamente a un motor eléctrico.
- se desmontan fácilmente y se pueden lavar y desinfectar.

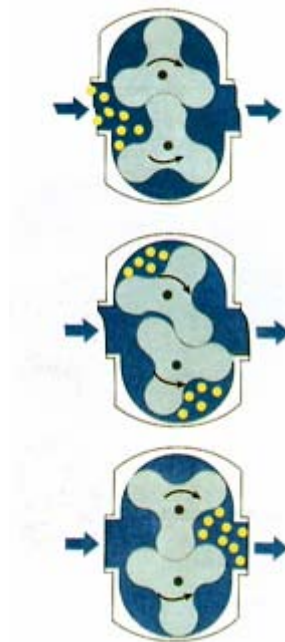
Inconvenientes de la bomba centrífuga:

- las presiones de impulsión que desarrolla son relativamente bajas;
- no es de arranque automático y hay que cebarla (colocándola por debajo del nivel del líquido a bombear);
- tiene tendencia a batir la mezcla, lo que no resulta adecuado ya que puede incorporar aire el producto.

7.2.2. Bombas de desplazamiento positivo

El principio de una bomba de desplazamiento positivo es que por cada revolución o cada movimiento alternativo, se bombea una determinada cantidad de líquido, sea cual sea la carga manométrica. Sin embargo, a viscosidades más bajas puede haber algún deslizamiento, fugas internas, conforma aumenta la presión. Esto reducirá el caudal desarrollado por revolución o embolada. El deslizamiento se reduce con el aumento de la viscosidad.

Figura 2.7: Principio de funcionamiento de las bombas de desplazamiento positivo



En las bombas de desplazamiento positivo siempre debe permanecer la descarga abierta, pues a medida que la misma se obstruya, aumenta la presión en el circuito hasta alcanzar valores que pueden ocasionar la rotura de la bomba; por tal causa siempre se debe colocar inmediatamente a la salida de la bomba una válvula de alivio o de seguridad con una descarga a tanque y con registro de presión.

Gracias al movimiento cíclico constante de su parte móvil, una bomba de desplazamiento positivo es capaz de entregar un caudal constante de líquido y soportar (dentro de sus límites) cualquier presión que se requiera.

En otras palabras, una bomba de desplazamiento positivo genera caudal, pero a alta presión.

Figura 3.7: Bomba de desplazamiento positivo



Las bombas pueden clasificarse además dependiendo de la forma en que se desplaza la parte móvil de éstas; si el desplazamiento es rectilíneo y alternado, entonces se llamarán oscilantes, y si el elemento móvil gira se llamarán rotativas.

Se dice que una bomba es de desplazamiento no positivo cuando su órgano propulsar no contiene elementos móviles; es decir, que es de una sola pieza, o de varias ensambladas en una sola.

El caudal de una bomba de desplazamiento positivo se controla normalmente mediante la regulación de la velocidad. El ajuste del émbolo en las bombas alternativas es otra posibilidad.

Se tiene que llevar cuidado en el dimensionado de la red de tuberías cuando se bombean productos de viscosidad elevada. Las bombas se deben colocar cerca del tanque de alimentación del producto y el diámetro de la tubería de aspiración debe ser elevado. De otra forma, las pérdidas de presión serán tan altas que la bomba cavitara.

Lo mismo se puede decir del lado de salida de la bomba. La presión necesaria tendrá que ser muy alta si las tuberías son muy largas y estrechas.

Selección del tipo de bomba a emplear

Las bombas instaladas en la planta son bombas centrífugas de acero inoxidable. Una es una bomba centrífuga aséptica, y las otras dos bombas son de uso general (bombeo de agua fría, agua helada), una es centrífuga y la otra rotatoria.

Las bombas son construidas según norma DIN-24255

La selección de una bomba adecuada para un proceso térmico de flujo continuo, como es este caso, depende de las características del alimento que va a ser procesado. Por tanto, una bomba centrífuga es seleccionada para el caudal y presión requerida en función de las curvas características de los fabricantes.

7.3. Medidor de flujo magnético

Los sistemas de medición con flujo magnético se emplean para sustituir la bomba (medidora) habitual en los sistemas HTST. En los sistemas comunes sólo la temperatura es medida para controlar el dispositivo desviador del flujo y para que el flujo del producto permanezca a una velocidad seleccionada constante. En los sistemas basados en la medición del flujo, la velocidad del mismo a través del tubo de retención se mide y controla constantemente, originando el flujo delantero sólo cuando se mantiene una velocidad aceptable de flujo.

El sistema deberá ajustarse, de modo que cuando el flujo de producto aumente o descienda por debajo de un valor predeterminado muy preciso, inmediatamente asuma el dispositivo de desviación la posición de flujo desviado.

El medidor de flujo magnético consta de dos electrodos rodeados de un aislante, que contiene terminales que generan un campo magnético.

Los electrodos empleados son el Hastelloy y C4 (Medición exacta) o el Carpenter 20 C6 SST (ABB-Kent-Taylor). Ambos medidores usan teflón como recubrimiento, ya que es un material no conductor, aislando así a los electrodos de la tubería.

7.4. Medición de la temperatura

El registro control de la temperatura es un factor muy importante para asegurar la calidad y seguridad del producto final.

Los métodos de medición de la temperatura que se utilizan en el proceso de pasteurización son los siguientes:

7.4.1. Dispositivos de fuerza de temperatura

Los dispositivos de fuerza de temperatura (FTDs) se pueden dividir a su vez en FTDs bimetálicos y sistemas FTD llenados térmicamente. Hacen uso del hecho de que la longitud o el volumen de una masa determinada de materia cambian a medida que aumenta la temperatura. El cambio de longitud o volumen con la temperatura depende del material y viene caracterizado por el coeficiente de expansión.

7.4.1.1. Termómetros de cinta bimetálica

Una cinta bimetálica comprende dos cintas de metal con diferentes coeficientes de expansión que están adheridas juntas, por ejemplo mediante remachado. Cuando la temperatura aumenta, cada metal se expande en una cantidad diferente provocando que la cinta entera se curve. La cantidad de curvatura es una indicación de la temperatura. Mediante un montaje mecánico adecuado, esta curvatura se puede utilizar para una indicación de la temperatura en una pantalla graduada o hacer contacto con un elemento de permutación.

Los medidores de cinta metálica son baratos y buenos diseños proporcionan una precisión razonable ($\pm 2\%$ - $\pm 3\%$ de la escala total). Se construyen para intervalos de temperatura específicos. Los termómetros bimetalicos de lectura continua se pueden utilizar como ayudas ópticas a los termómetros de resistencia y en aplicaciones donde la temperatura no se utiliza como variable de control. Los conmutadores bimetalicos se utilizan en controles de temperatura en dos puntos.

7.4.1.2. Sistemas de llenado térmico

Los sistemas de llenado térmico hacen uso de la expansión térmica de los líquidos para proporcionar una indicación directa de la temperatura. En el más común de todos ellos, el termómetro de bulbo de vidrio; el bulbo actúa como un depósito para el líquido y está conectado a un tubo capilar graduado. A medida que la temperatura aumenta, el líquido de dentro del bulbo se expande en el interior del capilar: la altura de la columna de líquido indica la temperatura actual. Los líquidos empleados son alcohol coloreado o mercurio. Los termómetros están diseñados para medir en un intervalo específico y apropiado. Si el retro-flujo de líquido se restringe, mediante un estrechamiento en el capilar, también se pueden diseñar para dar mediciones más precisas en intervalos más pequeños.

En la rotura de un termómetro de bulbo de vidrio, las astillas de vidrio y el alcohol o mercurio podrían entrar en el proceso y contaminar el producto. Por esta razón, los termómetros están montados en fundas metálicas protectoras. Aquí es esencial que exista un buen contacto térmico entre el bulbo y la funda, de otra forma la indicación de la temperatura no es precisa y se ralentiza la respuesta. De un modo alternativo se pueden utilizar termómetros de bulbo metálico.

7.4.2. Dispositivos eléctricos de temperatura

Los dispositivos eléctricos de temperatura son muy fáciles de integrar en los sistemas de control. Utilizan la dependencia de las propiedades de materiales eléctricos sobre la temperatura para proporcionar una medición; existen cuatro tipos:

- termorresistencias
- termopares
- reostatos de silicona
- semiconductores

Los que tienen una aplicación real en un equipo pasteurizador en la fabricación de helados son las termorresistencias y los termopares.

7.4.2.1. Termorresistencias

Los detectores de resistencia de temperatura (RTDs) o más conocidas como termorresistencias son el tipo más común de sensor de temperatura empleado. Comprenden una película delgada o resistencia de alambre con una resistencia estándar de 100 Ω , 500 Ω o 1000 Ω . El material de la resistencia puede ser platino o níquel, siendo las designaciones normalizadas Pt100, Pt500, Pt1000 o Ni 100. Los sensores son muy estables, teniendo un amplio intervalo de operación desde

200 °C a +850 °C dependiendo del tipo y exhiben una relación bien definida entre la resistencia y la temperatura.

Las termorresistencias pueden tener un tiempo de respuesta relativamente lento y solamente ofrecen un pequeño cambio de la resistencia por unidad de aumento de temperatura. Los RTDs también son sensibles a la vibración y al choque, por lo que se debe tener cuidado en su diseño.

7.4.2.2. Termopares

Si dos filamentos de metales diferentes se unen en sus extremos y las dos uniones están a temperaturas diferentes, se crea una diferencia de potencial que provoca una corriente que fluye alrededor del circuito cerrado. La diferencia de potencial aumenta debido a que la magnitud del potencial de contacto en cada unión depende de la temperatura. Si una de las uniones se mantiene a una temperatura constante, la magnitud de la corriente que fluye es una medida de la temperatura en la otra unión.

Los termopares son simples, fuertes y baratos y no requieren de suministro externo de potencia. También pueden responder a un cambio de temperatura más rápido que las termorresistencias. Por otra parte, la señal no es lineal, exhiben una baja sensibilidad y tienen una estabilidad relativamente baja. Se requiere de una unión de referencia y deben estar compensados. Además, el envejecimiento a veces provoca una pérdida de rendimiento. Un problema más serio es que la salida de voltaje baja es susceptible de interferencias electromagnéticas.

7.4.2.3. Sistema de medición de temperatura seleccionado y ubicación

El sistema seleccionado serán las termorresistencias, concretamente Pt100. Estarán ubicadas en los siguientes lugares dentro del pasteurizador:

- Control de la temperatura de pasteurización mediante sonda de temperatura situada antes de la sección de mantenimiento que actúa sobre la válvula reguladora de vapor que calienta el agua de pasteurización.
- Desvío de producto mediante sonda de temperatura situada a la salida de la sección de mantenimiento que actúa sobre la válvula de desvío de producto en caso de que esta no alcance la temperatura de tratamiento correcta.
- Control de la temperatura de salida de producto tratado mediante sonda de temperatura situada en la línea de salida que actúa sobre la válvula reguladora del caudal de agua del circuito de enfriamiento correspondiente.

7.5. Las válvulas: válvulas de cierre y válvulas de desviación de flujo

En la red de tuberías existen muchos puntos donde debe ser posible detener el flujo o bien dirigirlo hacia otra dirección. Estas funciones son realizadas por las válvulas.

Las válvulas de asiento, accionadas manual o automáticamente, o las válvulas de mariposa, son las que se utilizan en estos casos.

Deberán construirse en acero inoxidable para permitir una transferencia de calor adecuada a las porciones internas de la válvula, diseñadas de tal forma que eviten la acumulación de mix sin pasteurizar, cuando se encuentren en la posición de cerrado.

Todas las válvulas de salida necesitan ser del tipo protector contra fuga, cuyo diseño sirva para evitar fugas de mix más allá del cuerpo de la válvula.

Deberán ajustarse con topes, para asegurar un completo cerrado durante la operación. Las válvulas de salida serán diseñadas con un acoplamiento ajustado.

7.5.1. Válvula de mariposa

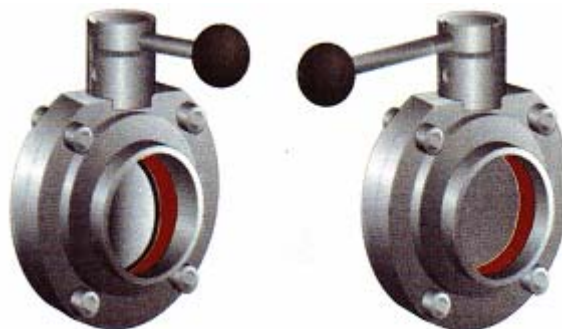
La válvula de mariposa es una válvula de cierre. Para realizar la función de desviación de flujo se pueden utilizar dos válvulas de este tipo.

Las válvulas de mariposa ofrecen una restricción de paso muy pequeña por lo que se consiguen muy pequeñas pérdidas de carga y que no haya turbulencias. También, son adecuadas para productos de elevada viscosidad y, como se trata de una válvula de paso recto, se pueden colocar en tuberías rectas.

Este tipo de válvula consta de dos mitades idénticas unidas mediante una abrazadera (constituida por dos bridas atornilladas) con una junta anular entre ellas. En el centro de la válvula se dispone un disco soportado por dos ejes para evitar que se agarrote el vástago sobre los cuerpos de la válvula.

Si el disco está en la posición abierta, la válvula ofrece muy poca resistencia al flujo. En la posición cerrada el disco cierra apoyándose sobre el anillo sellado.

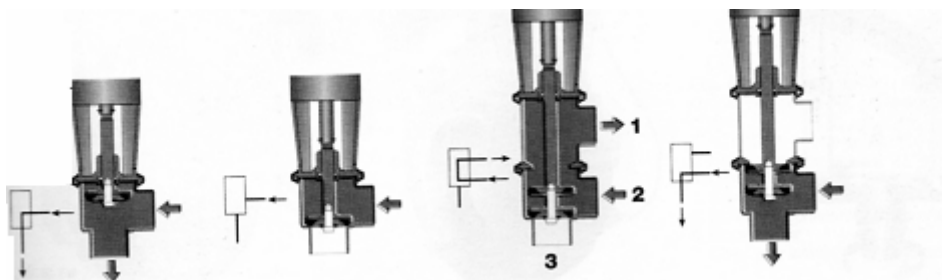
Figura 4.7: Válvula de mariposa controlada manualmente en posición abierta (izquierda) y posición cerrada (derecha)



7.5.2. Válvulas de asiento

El cuerpo de la válvula tiene un asiento que recibe al obturador que se sitúa al final del vástago de dicha válvula, que se mueve subiendo o bajando sobre el asiento bajo la acción de una manivela o de un actuador neumático.

Figura 5.7: Válvulas de asientos de varias vías



La válvula de asiento se fabrica en una versión para desviación del flujo hacia otra línea o dirección. Esta válvula tiene tres o cinco vías de entrada/salida. Cuando se mueve el vástago y baja el obturador el líquido fluirá desde la entrada 2 a la salida 1, y cuando el obturador sube hasta encontrar el asiento superior, el flujo es dirigido a través de la salida 3, tal como se observa en los dibujos.

Este tipo de válvulas puede tener hasta cinco vías. El número viene determinado por las necesidades del proceso.

Para el accionamiento de estas válvulas se dispone de distintos actuadores controlados a distancia. Por ejemplo, la válvula puede ser abierta por medio de aire comprimido y cerrada con un muelle y viceversa. Puede ser abierta y cerrada por aire comprimido.

Existen también actuadores para posiciones intermedias del obturador y para apertura y cierre en dos etapas.

La unidad de control de la válvula normalmente se coloca sobre la parte superior del actuador de la válvula como una unidad separada. Esta unidad normalmente dispone de sensores de indicación de posición para que la posición de la válvula retroalimente al sistema de control principal.

Una válvula solenoide de cierre se instala en la conducción del aire que va hacia el actuador de la válvula o la unidad superior. Una señal eléctrica excita la válvula solenoide, permitiendo la entrada de aire comprimido en el actuador. De esta manera, la válvula se cierra o se abre según lo necesite. En su camino hacia la válvula, el aire comprimido pasa a través de un filtro para eliminar aceite o cualquier sustancia extraña que pudiese afectar al funcionamiento adecuado de dicha válvula. El suministro de aire se corta cuando la válvula solenoide deja de ser activada y el aire que aún queda en la válvula de producto es evacuado a través de una vía de salida en la válvula solenoide.

7.5.3. Desvío de flujo

Un sensor situado tras la sección de mantenimiento del pasteurizador transmite una señal hasta el monitor de temperatura. Tan pronto disminuye esta señal por debajo de un valor de consigna, que se corresponde con una temperatura mínima especificada, el monitor acciona la válvula de desvío de flujo para retornar el producto. En muchas plantas la posición de la válvula de desvío de flujo se registra junto con la temperatura de pasteurización.

Para resolver la instalación de la válvula de desvío de flujo, se tienen varias soluciones para satisfacer las normas y recomendaciones legales. A continuación se indican tres soluciones que se utilizan normalmente:

1. La válvula de desvío de flujo se sitúa justo después de la sección final de mantenimiento del pasteurizador. Cuando se instala una bomba de refuerzo, la válvula se localiza antes de la bomba. Si la temperatura disminuye de un nivel preestablecido, la válvula desvía el flujo hacia el tanque de alimentación y la bomba se para. Entonces, el flujo en las secciones regenerativa y de enfriamiento quedan en espera (incluso cuando no se tiene bomba de refuerzo). Tras una corta espera, sin que se produzca un aumento de temperatura, el intercambiador de calor se vacía, limpia y desinfecta. Cuando es posible de nuevo un calentamiento satisfactorio la planta vuelve a funcionar.
2. La válvula de desvío de flujo se localiza tras la sección de enfriamiento de la planta. Cuando se detecta una disminución de temperatura el flujo se desvía hacia el tanque pulmón de alimentación y la planta se vacía de producto, limpia y desinfecta. La planta se tiene entonces lista para volver a empezar cuando las condiciones de temperatura sean aceptables de nuevo.
3. La válvula de flujo se localiza entre la sección de mantenimiento y la bomba de refuerzo. Si la temperatura cae la válvula desvía el flujo. La bomba de refuerzo no se para, sino que determinadas válvulas del intercambiador se posicionarán automáticamente de forma que la mezcla en las secciones regenerativas y de enfriamiento sea circulada para mantener una presión correcta en la planta. Esto también consigue un adecuado equilibrio de temperaturas. Cuando las condiciones de calentamiento son de nuevo adecuadas el proceso se puede recomenzar sin limpieza intermedia.

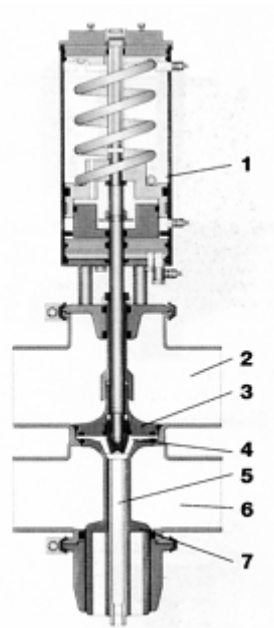
7.5.4. Válvula de recirculación

Es la encargada de recircular la mezcla en caso de no haberse alcanzado la temperatura de pasteurización preestablecida. Es una válvula de tipo neumática fabricada en acero inoxidable. Un sensor de temperatura colocado a la salida del tubo de mantenimiento, da la temperatura de la misma a un elemento de transmisión que la pasa a un controlador que a su vez puede actuar la válvula. Si

la temperatura es correcta, la mezcla sigue fluyendo normalmente hasta las siguientes secciones del pasteurizador.

Si se recibe la señal de que la temperatura de pasteurización es incorrecta, se cierra la vía normal de paso y se recircula el producto hacia el tanque de regulación. El dispositivo de regulación es en este caso la válvula de regulación de flujo.

Figura 6.7: Válvula neumática de recirculación: de varias vías de doble asiento con obturador equilibrado y vástago interior



1. Actuador
2. Boca superior
3. Obturador superior
4. Cámara de fugas con vía de drenaje
5. Eje hueco conectado a la atmósfera
6. Boca inferior
7. Obturador inferior con equilibrador

Consta de un cuerpo con un asiento para el obturador que está sujeto en el extremo de un vástago. La válvula opera entre las posiciones de apertura y cierre ajustando la diferencia de presión existente entre las caras superior e inferior del pistón. El actuador tiene un pistón de doble efecto. Cuando la presión es más alta en la cara inferior, el pistón se mueve hacia arriba, levantando el obturador de su asiento. Si la presión es más alta en la parte superior del pistón se cierra la válvula. La forma de actuar es esencialmente la siguiente: las señales neumáticas del controlador pasan a un dispositivo proporcional, un posicionador colocado en la parte superior de la válvula. Este posicionador asegura que la posición del

obturador, con relación a su asiento, sea siempre proporcional a la intensidad de la señal del controlador. Cuando la señal se corresponde con el valor prefijado, el posicionador equilibra la presión a cada lado del pistón, de forma que la posición del obturador permanece constante. Es esta condición de equilibrio, la caída de presión en la válvula es exactamente la requerida, y el valor medido, registrado por el transmisor, coincide con el valor prefijado (consigna).

Si cae la pérdida de carga del producto, el transmisor reduce su señal al controlador. Como el valor medido ahora no coincide con el valor prefijado, el controlador reacciona aumentando su señal al actuador de la válvula. El posicionador aumenta entonces la presión en el lado superior del pistón, moviéndose el obturador o cierre hacia el asiento. El aumento resultante en la resistencia al flujo de provocado por la válvula aumenta la presión del producto e inicia el ciclo contrario de operaciones, retardándose el movimiento hacia abajo del pistón. Cuando la presión en la línea ha vuelto a ganar el valor prefijado, el posicionador mantiene de nuevo el pistón de la válvula en una posición de equilibrio.

Se dividen principalmente en dos tipos: válvulas de regulación de vástago simple y válvulas de regulación de vástago doble.

7.5.4.1. Dispositivo desviador del flujo: válvulas de recirculación de vástago simple

Para un control seguro y preciso y para la separación del flujo de la mezcla sin pasteurizar y la pasteurizada es necesario un dispositivo desviador con vástago sencillo. Es una válvula de triple paso, diseñada especialmente en unión con el controlador/ registrador, capaz de controlar automáticamente la dirección del flujo del producto en un sistema pasteurizador.

El dispositivo desviador con vástago sencillo se activa con aire para la posición de abierto (flujo delantero) y mediante un resorte para la posición de cerrado (de desviación). Esta válvula se activa mediante una señal que viene del microinterruptor del controlador/registrator cuando la temperatura de 84°C o más se alcanza. La pérdida de presión o de la señal eléctrica del controlador/registrator origina que regrese automáticamente el resorte de la válvula a la posición de cerrado o de desviación del flujo.

Requisitos Básicos

- A. Estarán diseñadas para que aseguren una operación adecuada del FDD (Dispositivo Desviador de Flujo) y que solamente funcionen en dos posiciones básicas: cuando ocupe la posición de flujo delantero completo o en la posición de desviación completa; no existiendo otras posibilidades intermedias.

- B. Deberá ser imposible apretar la tuerca de empaque del vástago, para evitar que la válvula adquiriera la posición totalmente desviada dentro del tiempo ordenado (1 segundo).
- C. Tanto los fallos en el suministro de energía eléctrica como la pérdida de presión del aire moverán automáticamente la válvula a la posición libre de flujo desviado.
- D. La línea de desviación se vaciará automáticamente y no existirá en la misma, válvulas que interrumpan el proceso de desviación de flujo que realizan.

7.5.4.2. Dispositivos para desviación del flujo: vástago doble

El propósito es controlar con seguridad y precisión, y separa el flujo de mix sin pasteurizar del de producto pasteurizado.

Un dispositivo para desviación con vástago doble consta básicamente de dos válvulas de triple paso, colocadas una detrás de otra y que controlan automáticamente la dirección del flujo del producto. Este tipo de válvula o dispositivo se ha diseñado para ser limpiado “in situ”.

Todas las marcas de válvulas fabricadas tienen escasas diferencias en su diseño, sin embargo, todas ellas tienen dos cuerpos con una junta interconectora, activadores neumáticos y válvulas provistas de resorte.

Todas ellas se han diseñado para desviar el flujo o permanecer en la posición de cerrado en el caso de un fallo en el suministro de energía eléctrica o en la presión del aire.

Los microinterruptores están situados cerca del punto más alto de cada vástago. Los requisitos básicos son prácticamente los mismos que las válvulas de vástago simple más los que se enumeran a continuación.

Requisitos Básicos

- A. Estarán diseñadas para que aseguren una operación adecuada del FDD (Dispositivo Desviador de Flujo) y que solamente funcionen en dos posiciones básicas: cuando ocupe la posición de flujo delantero completo o en la posición de desviación completa; no existiendo otras posibilidades intermedias.
- B. La línea detectora de fugas se diseñará para eliminar cualquier fuga hacia el exterior o hacia el tanque de nivel constante. Esta línea detectora de fugas deberán estar separada de la línea para desviación del flujo. Se instalará una mirilla de vidrio en la línea detectora de fugas. La mirilla sirve para dar una visión completa a lo largo del diseño y se instalará en línea vertical.
- C. Todas las válvulas con vástago doble que tengan montados ambos cuerpos verticalmente deberán tener un tiempo de retraso de un mínimo de un segundo entre la estimulación de la válvula para desviación y la de la válvula detectora de fugas, cuando se cambia del flujo desviado a la posición de flujo delantero.

7.6. Controlador/Registrador

El controlador es un dispositivo que compara continuamente el valor medido con un valor de referencia prefijado (o de consigna).

Cualquier diferencia percibida hace que el controlador transmita una señal de corrección a la unidad de regulación, que cambia su posición de acuerdo con dicha señal. El proceso de corrección continúa hasta que el valor medido y el prefijado sean iguales otra vez.

El controlador puede ser de tipo eléctrico o neumático. Si el transmisor es neumático y el controlador eléctrico o viceversa, las señales tienen que ir a través de un convertidor neumático/eléctrico.

En el controlador se tiene un digital para el ajuste de la consigna. El valor medido, es decir, la salida del transmisor puede leerse en cualquier momento. Existe también un digital que muestra la señal de salida hacia el dispositivo de regulación.

Cuando está preparado para funcionar automáticamente, el instrumento ya no necesita ajuste manual.

El objetivo es controlar automáticamente el registro de temperaturas y tiempos de pasteurización, como la posición del dispositivo distribuidor del flujo.

Para que la válvula de desvío de flujo actúe recirculando el mix si la temperatura de salida del tubo de mantenimiento del pasteurizador disminuye por debajo de la temperatura de pasteurización prefijada, se utilizará un interruptor; este interruptor se conecta al controlador de temperatura y transmite una señal a través de un relé incorporado si la temperatura cae por debajo del valor fijado. Si el interruptor se prepara para actuar a 83.9° C, dará una señal tan pronto como la temperatura del producto baje hasta dicho valor. La señal pasa del controlador a la válvula solenoide que regula el suministro de aire a la válvula de desviación del flujo. La válvula de solenoide corta entonces dicho suministro de aire y la válvula pasa de la posición “flujo adelante o flujo delantero” a la de “desviación de flujo”.

7.6.1. Gráficos para Registro Termométrico

Todos los gráficos que vayan a emplearse en la pasteurización deberán contener la información siguiente:

- 1) Nombre y ubicación de la planta
- 2) Fecha
- 3) Identificación del pasteurizador, si hubiera más de uno
- 4) Nombre o iniciales del operador
- 5) Temperaturas de inicio de la operación de corte, como se han verificado al comienzo de los días de producción
- 6) Lectura del termómetro indicador en un punto específico de referencia en el gráfico
- 7) Cantidad e identificación de cada producto
- 8) Registro de las anomalías
- 9) Registro de la posición del FDD

Los gráficos serán nítidos y legibles. Es obligatorio retenerlos por un mínimo de 2 años.

Las temperaturas registradas sobre los gráficos se emplearán para verificar que se alcancen las temperaturas superiores mínimas necesarias para los productos que contengan porcentajes en azúcares o en grasas superiores.

Figura 7.7: Registro gráfico de temperatura

PASTEURIZADOR - REGISTRO DE TEMPERATURA -							
Revisión N°: 1							
FECHA	HORA	Pt100 1		GRAFO	OPERADOR	OBSERVACION	ACCION CORRECTIVA
		> 84 +/- 0,1 °C	Número				
	Inicio						

Revisó / Firma / fecha

7.7. Tuberías y accesorios

La mezcla fluye entre los distintos componentes de la planta de proceso gracias al sistema de tuberías.

En la industria heladera existen otras redes de tuberías para otros productos tales como agua, vapor, soluciones de limpieza, refrigerantes y aire comprimido. Todos estos sistemas de transporte de líquidos son básicamente diseñados de la misma forma. La diferencia radica en los materiales utilizados, el diseño de los componentes y los tamaños de las tuberías.

Todos los componentes en contacto con la mezcla que se transporta están contruidos en acero inoxidable; principalmente se utilizan dos tipos: AISI 304 y AISI 316 L, siendo este último más resistente a la corrosión.

En la red de tuberías de producto se incluyen los siguientes tipos de accesorios:

- Tramos rectos, codos, tes, reducciones y uniones.
- Accesorios especiales tales como mirillas, codos para instrumentos, etc.
- Válvulas para parada y direccionado del flujo de producto.
- Válvulas de control de presión y caudal.
- Soportes para las tuberías.

7.7.1. Conexiones

Las uniones permanentes deben ser soldadas. Pero cuando se desea poder desmontarlas se han de resolver por medio de bridas con adecuado diseño higiénico, que constan de un extremo macho y una tuerca con una junta anular en el otro, o de una unión tipo clamp (abrazadera) con una junta anular.

Este tipo de unión permite la desconexión sin perturbar las otras secciones de tubería. Este tipo de unión se utiliza para conectar equipos de proceso, instrumentos, etc., que necesitan ser desmontado para su limpieza, reparación o sustitución.

Los codos, tes y los accesorios pueden ser soldados o bien ir provistos de uniones similares a los anteriores.

Accesorios especiales para las tuberías

El sensor debe estar colocado en la tubería contra la corriente, haciendo que la lectura sea lo más precisa posible. La conexión puede ser utilizada también para colocar un grifo toma-muestras. La conexión para instrumentos también se puede resolver mediante soldadura directa a la tubería cuando ésta se está instalando.

7.8. Relaciones del regenerador de presión

En el diseño del pasteurizador HSTS y en la sección de flujo, el mix pasteurizado y la mezcla no pasteurizada están separadas únicamente por las placas de acero inoxidable y una serie de empaques en la sección regenerativa del intercambiador de calor. Por tal razón, el mix pasteurizado debe estar siempre a mayor presión que la mezcla sin pasteurizar dentro del sistema. En el caso de una fuga debida, tanto a los empaques como a fallas metálicas, el mix pasteurizado sería forzado dentro del sitio de la mezcla sin pasteurizar de la sección regenerativa y no en sentido contrario.

Esta relación entre sus respectivas presiones tendrá que mantenerse invariable durante todas las fases de operación. Ello incluye el inicio del proceso, la duración del mismo (comprendiendo al flujo desviado) y durante cualquier período de cierre en el paso del flujo. En el sistema básico HSTS esto se realiza por los siguientes métodos necesarios:

- El nivel de rebase del tanque de balance necesita ser inferior al del nivel del mix dentro de la sección regenerativa del intercambiador de calor.
- Ninguna bomba diferente a la diseñada deberá colocarse entre el tanque de balance y la entrada de mix sin pasteurizar hacia la sección regenerativa.
- Al salir de la sección regenerativa el mix pasteurizado deberá ascender en elevación vertical a un mínimo de 12 pulgadas por arriba del mix sin pasteurizar.
- No puede ubicarse dentro de la sección regenerativa ningún dispositivo promotor de flujo que pueda afectar las relaciones en las presiones.
- La mezcla sin pasteurizar debe entrar por el fondo de la sección regenerativa y ser capaz de un libre vaciado de retroceso hacia el tanque de balance durante los períodos de paro o de fallos en el suministro energía eléctrica.

7.8.1. Controlador del regenerador de presión

El controlador de presión diferencial es el controlador más comúnmente empleado en el proceso de pasteurización. Aporta una indicación visual, tanto de la presión

de la mezcla sin pasteurizar como de la pasteurizada dentro de la sección regenerativa, mientras que mantiene la relación correcta entre las presiones.

El controlador de presión diferencial utiliza dos sensores de presión. El sensor de la mezcla sin pasteurizar está ubicado entre el lado de la descarga de la bomba que impulsa el mix desde el tanque de nivel hasta la sección regenerativa del pasteurizador y la entrada a dicha sección y el sensor del producto pasteurizado está ubicado después de la salida de la sección regenerativa.

7.8.2. Bombas auxiliares para producto pre-pasterización

7.8.2.1. Bombas de impulso ascendente

Una bomba de impulso ascendente puede instalarse en el sistema de pasteurización continua bajo ciertas condiciones estrictamente controladas. Dicho tipo de bombas tiene varias funciones en un sistema HSTS:

- Ayuda a la bomba medidora a transportar el mix sin pasteurizar desde el tanque de balance a la primera sección del pasteurizador (sección regenerativa).
- Suministra presión al homogeneizador cuando éste sirve como bomba medidora.
- Aumenta la eficiencia del regenerador de presión.
- Reduce el vacío excesivo y el vertido repentino de mezcla en el regenerador.

Los requisitos para su instalación son los siguientes:

Las bombas de impulso ascendente pueden instalarse entre el tanque de balance y la sección regenerativa y pueden operar únicamente cuando se cumplen todas las condiciones:

1. La bomba de impulso ascendente estará interconectada con la bomba medidora y únicamente funcionará cuando la válvula está en flujo no desviado.
2. La bomba de impulso ascendente está interconectada con la válvula desviadora del flujo y funcionará únicamente cuando la válvula está en el flujo no desviado.
3. La bomba de impulso ascendente estará conectada por medio de un dispositivo de control automático que sólo permitirá operar cuando la presión en el lado pasteurizado del regenerador excede un mínimo de 1 libra/pulgada² a la presión generada por la citada bomba.

8. Equipos auxiliares del sistema HTST

Partes del equipo auxiliar que pueden agregarse a estos sistemas básicos:

- Equipo de producción de agua fría
- Equipo de producción de vapor
- Homogeneizador

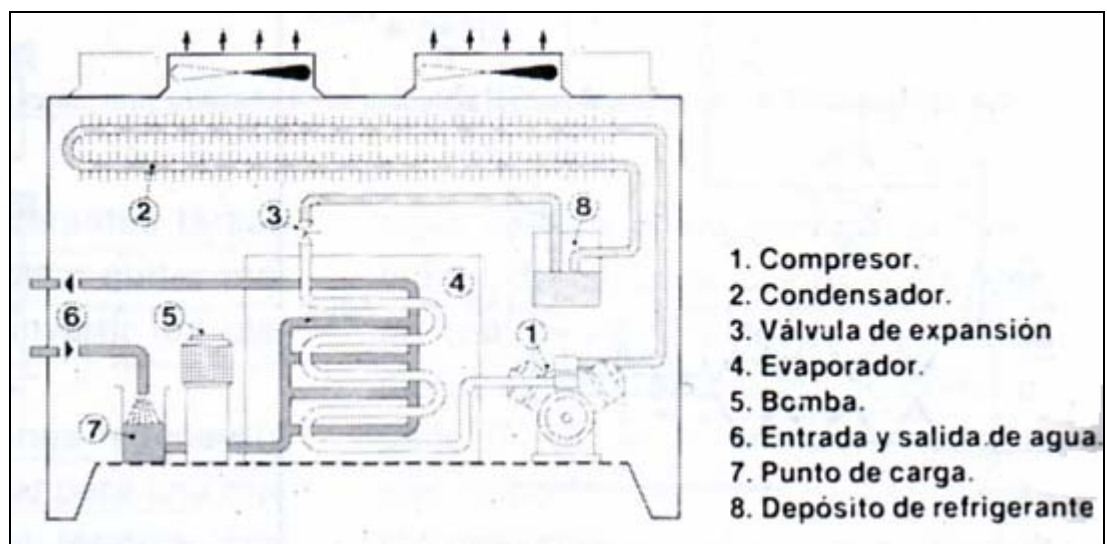
Cuando cualquier parte de este equipo se agrega al sistema HTST deberá ser diseñado, instalado y operado de forma que:

- No habrá que reducir el tiempo de mantenimiento por debajo del mínimo legal.
- No interferirá con las relaciones adecuadas dentro de la sección del regenerador.
- No afectará a la operación adecuada del dispositivo para desviación del flujo ni al registrador controlador.

8.1. Equipo de producción de agua fría

En la última sección del pasteurizador, la mezcla es enfriada a 4 °C, en contracorriente con agua fría a 1-2 °C. Para el enfriamiento de agua a esta temperatura es necesario disponer de una instalación de refrigeración como la siguiente:

Figura 9.7: Sistema de generación de frío



Se trata de un sistema de compresión y evaporación que absorbe calor del agua, con lo que ésta se enfría, y que luego es disipado por un sistema de ventilación al aire ambiental o a un segundo circuito de agua.

El fluido refrigerante es comprimido en el compresor (1), de donde pasa al condensador (2), para ser enfriado por aire. De ahí, a alta presión pasa a la válvula de expansión (3), a partir de la cual pierde presión por la expansión producida, con lo que pasa al estado de vapor en (4), para lo que necesita calor que roba al agua que impulsa la bomba (5) y que sale fría por (6), a una temperatura regulable (1,2,3°C...).

En resumen, el sistema frigorífico es un circuito cerrado en el que el refrigerante pasa cíclicamente del estado gaseoso al líquido sufriendo cambios alternativos de presión: aumentos de presión (compresión, para pasar del estado gas al líquido) y reducciones de presión (expansión, para pasar del estado líquido al gas).

Los componentes principales del sistema frigorífico son:

- evaporador
- compresor
- condensador
- válvula de expansión

8.2. Equipo de producción de vapor

Para la pasteurización de la mezcla es necesario disponer de una fuente de calor para que el helado alcance la temperatura de 84 °C. Concretamente una caldera de vapor cuya producción puede oscilar entre 250 a más de 8000 kilos de vapor por hora, según las necesidades. La misma fuente generadora de vapor debe cumplir otros propósitos dentro de una fábrica de helados:

- Limpieza y esterilización de la maquinaria (pasteurizadores, maduradores, llenadoras, etc).
- Producción de agua caliente para las necesidades generales de la fábrica.

La combustión se realiza en el hogar, de dimensiones idóneas para alojar la llama, transmitiendo calor de éste al agua por radiación.

La llama termina en el segundo hogar o post-combustión, donde los gases giran para entrar en el segundo paso, circulando hasta la parte delantera, y de ésta a la posterior a través del tercer paso. En esto dos últimos recorridos, el calor se transmite mayoritariamente por convección, a lo largo de toda la superficie tubular.

Por el lado externo del hogar, y tubos, el agua se mueve por circulación natural, absorbiendo el calor de las superficies de calefacción.

La amplia cámara de vapor y un separador de gotas situado a la salida del agua, contribuyen a obtener el vapor completamente seco y saturado.

El agua vaporizada se restituye automáticamente mediante una bomba de alimentación, de capacidad superior a la máxima que producir el generador, cuyo funcionamiento es controlado por unos dispositivos de nivel de la máxima seguridad.

El control de combustión y presión se lleva a cabo mediante una serie de automatismos que aseguran un funcionamiento totalmente autónomo y exento de vigilancia especial.

La eficiencia de las calderas suele ser del orden del 80-92 % y las pérdidas de calor en la red de distribución pueden a veces alcanzar hasta un 15 %. Por lo tanto entre el 65 y el 77 % de la energía térmica total del fuel-oil puede ser utilizada en el proceso productivo. Desde el punto de vista de costes de operación es importante que la eficiencia de la caldera no caiga por debajo del mínimo nivel, por lo que su rendimiento se controla cuidadosamente.

La temperatura del vapor en el sistema oscila entre 140 y 150 °C. En el caso de tratarse de vapor saturado, esto es equivalente a una presión de vapor de 270-385 kPa (2.7-3.8 bar).

El agua utilizada para la producción de vapor se conoce como agua de alimentación. Suele contener sales de calcio, que comunican dureza al agua, así como oxígeno y anhídrido carbónico. Esto hace que en ocasiones sea necesario tratar dicha agua.

Si no se lleva a cabo dicho tratamiento, las sales se depositarán en el sistema y formarán incrustaciones sobre la caldera, lo que supondrá una reducción drástica de su rendimiento. El oxígeno puede causar graves problemas de corrosión en los conductos de agua y vapor. Por ello, es necesaria la inclusión en el sistema de descalcificadores para ablandar el agua. Estos eliminan las sales de calcio y magnesio y las intercambian por sodio mediante intercambio iónico con una resina. Las impurezas que constituyen los fangos se eliminan por medio de un purgado de la caldera. Normalmente es necesario el acondicionamiento químico del agua de la caldera y el tratamiento del agua de alimentación, para mantener la instalación de vapor en buenas condiciones de operación.

Una bomba de alimentación de agua mantiene el nivel de agua constante dentro de la caldera. Al quemar el fuel-oil en el quemador de la caldera, los gases de combustión desprendidos calientan el agua hasta convertirla en vapor.

9. Datos necesarios para el dimensionamiento del intercambiador de calor

El tamaño y la configuración del intercambiador de calor dependen de muchos factores. Los factores que han de ser considerados son:

- Velocidad de flujo o caudal del producto
- Propiedades físicas de los líquidos
- Programa de temperaturas
- Caída de presión admisibles
- Forma y espesor de la pared de intercambio
- Necesidades de limpieza
- Tiempos de funcionamiento necesarios

Caudal de producto

La velocidad de flujo o caudal, viene determinada por el plan de trabajo o capacidad de trabajo establecido en la industria. Cuanto mayor es el caudal a procesar, mayor será el intercambiador de calor que necesite. Si el caudal de trabajo de una planta se incrementa el doble, el intercambiador de calor debe de ampliarse hasta el doble del tamaño original manteniéndose constantes el resto de factores que influyen sobre el tamaño.

Propiedades físicas de los líquidos

Estas son el valor de la densidad, que viene determinado por la naturaleza y composición del producto; el calor específico, cuyo valor viene determinado también por el producto. Y por último la viscosidad. Las viscosidades del producto y del medio calefactor se necesitan para dimensionar el intercambiador de calor. Un líquido con una viscosidad elevada desarrolla menos turbulencia cuando fluye a través del intercambiador de calor que un producto con una viscosidad baja. Por tanto, se necesita un intercambiador de calor más grande, manteniéndose constantes el resto de parámetros.

Programa de temperaturas

El objeto de la transferencia de calor es calentar o enfriar una cantidad dada de producto, desde una temperatura dada de entrada hasta una temperatura establecida de salida. Esto se consigue con un intercambiador de calor con la ayuda de un medio de calentamiento y enfriamiento, como el agua. En el caso del calentamiento, el mix se calienta con agua caliente, cuya temperatura disminuye. Se deben considerar diferentes aspectos del programa de temperaturas: el cambio de temperaturas, la temperatura diferencial entre los líquidos y la dirección del flujo de los líquidos que intercambian calor.

Cambio de temperatura

Las temperaturas de entrada y salida del producto son determinadas por las etapas de proceso anterior y posterior. El cambio de temperatura del producto viene indicada como Δt . Este cambio de temperatura se puede expresar como: $\Delta t_1 = t_2 - t_1$. La temperatura de entrada del fluido caloportador viene determinada por las condiciones de proceso. La temperatura de salida del fluido caloportador puede ser calculada mediante un balance de energía. Las pérdidas de energía hacia el aire de los alrededores pueden ser despreciadas, ya que son muy pequeñas. Por tanto, la energía dada por el líquido caliente será igual a la energía absorbida por el líquido frío, de acuerdo con el correspondiente balance de energía.

Diferencia de temperatura media logarítmica (DTML)

La diferencia de temperatura es la fuerza impulsora. Cuanto mayor es la diferencia de temperaturas, mayor es la velocidad de transferencia de calor y más pequeña es la superficie de intercambio necesaria. En productos sensibles al calor se tienen, sin embargo, límites en esa diferencia de temperaturas.

La diferencia de temperaturas varía a través del intercambiador de calor. A efectos de cálculo se utiliza un valor medio para esa diferencia de temperaturas (DTML). Un factor importante en la determinación de la diferencia de temperatura media es la dirección de flujo de cada uno de los fluidos que intercambian calor, dentro del intercambiador de calor. Existen dos opciones principales: flujo a contracorriente y flujo paralelo.

Flujo a contracorriente

La diferencia de temperaturas entre los dos líquidos se utiliza mejor si éstos fluyen en direcciones opuestas a través del intercambiador de calor. El producto frío se encuentra a su entrada con un medio calefactor más frío, y progresivamente se va encontrando con un medio calefactor más caliente a su paso por el intercambiador. El producto, conforme pasa por el citado intercambiador, se va calentando de forma que su temperatura es sólo inferior en unos pocos grados a la del medio de calentamiento en cada punto. Este tipo de intercambio se llama flujo en contracorriente.

Flujo paralelo

Con el sistema contrario, llamado flujo paralelo, ambos líquidos entran al intercambiador por el mismo extremo y fluyen en la misma dirección. En el flujo paralelo es imposible calentar el producto a una temperatura superior a la que se afecta al flujo en contracorriente, ya que el producto puede ser calentado hasta sólo dos o tres grados de diferencia respecto a la temperatura de entrada del medio calefactor.

Coefficiente global de transmisión de calor

Este factor, U , es una medida de la eficiencia de la transmisión de calor, indica la cantidad de calor que pasa por hora a través de 1 m^2 de superficie de intercambio por cada $1 \text{ }^\circ\text{C}$ de diferencia de temperaturas. En el intercambiador de calor se intenta que el valor de U sea lo más elevado posible. Este factor depende de:

- las pérdidas de presión admisibles en ambos líquidos
- las viscosidades de los líquidos
- la forma y espesor de la pared de intercambio
- el material de la pared de intercambio
- la presencia de suciedad depositada sobre las superficies de la pared de intercambio.

Pérdidas de carga admisibles

Con el fin de aumentar el valor de U y mejorar así la transferencia térmica es posible reducir el tamaño de los canales a través de los cuales circula el producto. Esto hace que se reduzca la distancia a través de la cual se debe transferir el calor desde la pared hasta el centro del canal.

Sin embargo, al mismo tiempo se ve reducida el área de la sección de paso del fluido. Esto da lugar a los siguientes resultados:

- la velocidad de flujo a través del canal aumentará, y a su vez hará que
- dicho fluido sea más turbulento

Cuanto mayor es la disminución de presión (son mayores las pérdidas de carga) del producto y del medio calefactor, mayor es la intensidad de transferencia de calor y más pequeña será la superficie de intercambio que precisa.

Las pérdidas de carga a través del intercambiador también se verán aumentadas, por lo que la presión de entrada del producto tendrá que incrementarse con objeto de que éste pueda pasar a través de los canales más estrechos. Puede que incluso sea necesario la instalación de una bomba de refuerzo, para asegurar el nivel de presión necesario en el lado del producto y poder prevenir la fuga de producto no pasteurizado hacia el producto pasteurizado, en el cuerpo de recuperación del intercambiador.

Como se puede observar de la definición de ΔP y f ambos parámetros aumentan cuanto menor es la longitud característica. Es decir, cuanto menor es la distancia entre placas (o tamaño de los canales) la caída de presión es mayor. También se observa que la caída de presión aumenta con la velocidad del fluido o lo que es lo mismo, aumenta cuanto menor es el número de canales. Por tanto, para un caudal dado, habrá que llegar a un compromiso entre el número de canales y la velocidad de paso.

La pérdida de carga no puede ser demasiado elevada, por lo que dependiendo de la aplicación y sus características se tendrán valores máximos permitidos. Para valores superiores no es rentable el uso del intercambiador.

Efecto de las corrugaciones

Los intercambiadores de placas se caracterizan porque presentan unas corrugaciones que mejoran la transferencia de calor. Esta mejora es debida a la creación de turbulencias y al de aumento en el área de transferencia respecto al caso en el que las placas fueran planas. Por tanto, al calcular el área efectiva de transferencia es necesario considerar el aumento debido al efecto de las corrugaciones. Se trabajará con el área proyectada pero aplicando un factor de corrección para calcular los coeficientes de convección como se ha expuesto anteriormente.

Forma y espesor de la pared de intercambio

La pared de intercambio es a menudo corrugada para crear un flujo más turbulento, que provoca una mejor transferencia de calor.

El espesor es también importante. Cuanto más delgada es la pared, mejor será la transferencia de calor. Pero el espesor se ha de determinar teniendo en cuenta además que el espesor ha de ser suficiente para aguantar las presiones de los líquidos que intercambian calor.

Presencia de suciedad depositada en las superficies de intercambio

La mayoría de los productos que contiene la mezcla son sensibles al calor, especialmente en los helados en base láctea, cuyo componente principal es la leche, por lo que el calentamiento se ha de aplicar de forma cuidadosa para evitar cambios indeseables en el producto. Las proteínas coagulan y se incrustan en la superficie caliente de la pared si se utilizan temperaturas de calentamiento demasiado elevadas.

Por tanto, la diferencia de temperaturas entre el medio de calentamiento y el producto ha de ser lo más pequeña posible, normalmente de 2-3 °C por encima de la temperatura de pasteurización. Si la superficie se mantiene a una temperatura demasiado elevada en relación con el producto, existe el riesgo de que las proteínas se coagulen y se depositen formando una fina capa de suciedad depositada, lo que provoca que disminuya el coeficiente global de transmisión de calor, U.

La diferencia de temperaturas entre el medio calefactor y el producto será, entonces, insuficiente para que tenga lugar la misma transferencia de calor que antes del ensuciamiento y la temperatura de salida del producto disminuirá. Esto puede ser compensado incrementando la temperatura del medio de calentamiento, pero esto también aumenta la temperatura de la superficie y provoca que se coagule una mayor cantidad de proteínas sobre la superficie, y que aumente el espesor del ensuciamiento y, de esta manera, una disminución de U.

El valor de U también viene afectado por el incremento o disminución de la velocidad de flujo a través del intercambiador de calor, ya que afecta las características del flujo. Al aumentar la velocidad de flujo se aumenta la turbulencia y se aumenta el valor de U. La disminución de la velocidad hace que éste sea más laminar, y disminuye el valor de U. Entonces, normalmente será aconsejable para evitar variaciones de velocidad de flujo del intercambiador de

calor, pero por razones económicas se pueden aceptar algunas variaciones en ciertos tipos de producción.

En ocasiones la formación de depósitos puede ser lo bastante intensa para bloquear el paso del fluido en los intercambiadores de calor de placas. En tales casos el tratamiento debe ser interrumpido y se eliminan los depósitos por técnicas de limpieza in situ.

Hay tres tipos principales de depósitos:

1. Sales depositadas como resultado de emplear agua dura. La cantidad de incrustación formada estará en relación con la cantidad de sales totales disueltas en el fluido, es decir, con su dureza total. Esto se debe a que las sales presentes, especialmente las sales de calcio y magnesio pierden solubilidad a medida que aumenta la temperatura. En muchos casos el agua es ablandada e incluso desmineralizada.
2. Depósitos del fluido que está siendo tratado. Los depósitos en sí mismos son complejos, conteniendo grasa, proteínas y minerales. La magnitud de la formación de depósitos aumentará conforme lo hacen la temperatura de tratamiento y la acidez de la mezcla.
3. El ensuciado por microorganismos puede aparecer cuando se usa agua de río sin depurar para fines de refrigeración. Bacterias formadoras de capas crecen en la superficie caliente de los intercambiadores de calor.

La incrustación está influenciada por factores que se clasifican en variables de proceso y variables de producto. Entre las primeras se pueden citar las condiciones de operación del proceso como son la velocidad del flujo, la turbulencia, el esfuerzo cortante aplicado, el material del que está hecha o recubierta la superficie de la transferencia, la temperatura y la presión. Las variables del producto se refieren a la composición del producto.

La transmisión de calor a través de los depósitos se realiza mediante el mecanismo de conducción y la resistencia depende de su naturaleza, del tiempo en servicio y temperaturas de trabajo, entre otros factores. Sin embargo, como el área y espesor de los depósitos no son conocidos y varían con el tiempo de utilización, esta resistencia es difícil de predecir teóricamente. Por ello, la resistencia de los depósitos se determina experimentalmente a partir de los coeficientes globales del cambiador en uso, U_s , y del limpio, U_L , mediante la expresión:

$$\frac{1}{U_s A} = \frac{1}{U_L A} + \frac{1}{R' A'} + \frac{1}{R'' A''}$$

Donde R' y R'' , son los denominados factores de ensuciamiento del cambiador del lado de los fluidos caliente y frío, respectivamente, y A' y A'' las áreas de la pared de contacto con ambos fluidos.

Necesidades de limpieza

Un intercambiador de calor en una industria heladera se ha de limpiar al final de cada ciclo de producción. Esta limpieza se realiza mediante recirculación de detergentes por el circuito por donde circula la mezcla en condiciones de proceso. Para conseguir una limpieza eficiente, el intercambiador de calor se ha de diseñar no sólo para conseguir el deseado programa de temperaturas, sino teniendo en cuenta la limpieza.

En algunas zonas del intercambiador se tiene cierta amplitud, por ejemplo cuando se tienen varios canales en paralelo, y la turbulencia durante la limpieza puede que no sea suficiente para eliminar de forma efectiva los depósitos de suciedad. Por tanto, algunas zonas puede que sean muy estrechas, porque se tengan por ejemplo pocos canales en paralelo, de forma que la turbulencia sea tan elevada que la pérdida de presión sea excesiva. Estas pérdidas de presión muy elevadas reducen la velocidad de flujo de la solución de limpieza, reduciéndose por tanto su efectividad.

Necesidades de tiempo de funcionamiento

El tiempo de funcionamiento de un intercambiador de calor es difícil, si no imposible, de predecir, ya que viene determinado por la cantidad de suciedad depositada.

La velocidad de formación de esa capa de suciedad depende de muchos factores tales como:

- Diferencia de temperaturas entre el producto y el medio de calentamiento
- Contenido de aire del producto
- Condiciones de presión de la sección de calentamiento

Es especialmente importante mantener el contenido de aire tan bajo como sea posible. Un exceso de aire en el producto contribuirá notablemente al aumento del ensuciamiento. Bajo ciertas condiciones, los tiempos de funcionamiento entre limpiezas se pueden también limitar por el crecimiento de microorganismos de aguas debajo de la sección de regeneración de un intercambiador de calor de placas.

Todos estos factores implican que sea importante permitir la limpieza a intervalos regulares cuando se establece el plan de producción para los pasteurizadores.

Métodos de limpieza y conservación en buen estado de los cambiadores de calor.

Un cambiador es tanto más sensible a los eventuales depósitos, cuanto más elevado es su coeficiente global de transmisión de calor. Según las circunstancias, la suciedad puede influir mucho en la rentabilidad del funcionamiento del cambiador. En tales casos, debe procederse a limpiezas periódicas o impedir que se produzca suciedad.

Limpieza durante el funcionamiento del cambiador

Se tratarán los depósitos de suciedad en la pared del intercambiador bañada por el agua de refrigeración. Ésta contiene partículas de distinta naturaleza, materias orgánicas y sustancias que originan la dureza, que provocan depósitos en conducciones. Cuando el enfriamiento se efectúa con ayuda de agua renovada fría, ablandar ésta químicamente sería casi siempre demasiado costoso, dadas las grandes cantidades de aguas necesarias. Para destruir las materias orgánicas se esteriliza el agua con cloro.

Los barros no adherentes pueden suprimirse aumentando la velocidad del agua o con la colocación de filtros.

El crecimiento de algas es una forma especial de suciedad. Incluso las aguas más puras empleadas como agua de refrigeración (sobre todo, cuando ésta se emplea en circuito cerrado y enfriado en torres de refrigeración) tienen tendencia a provocar la formación de algas. Si se utiliza aguas fluviales, la tendencia es aún más acusada. Un aumento de pH puede presentar interés en ciertos casos. Desde hace tiempo se conoce el procedimiento que consiste en adicionar al agua cloro o sulfato de cobre. Pero la experiencia ha demostrado que algunas variedades de algas son insensibles al cloro. Por ello, se ha recurrido a la cloración discontinua. Según el ritmo de formación de las algas y antes de que el agua entre en el cambiador, se le añade una o dos veces al día, o a intervalos mayores, cada dos o tres días, cloro o lejía de hipoclorito, en tal cantidad que, durante un tiempo limitado, pueda aún encontrarse un exceso de cloro en el agua tratada, a la salida del cambiador. La cantidad de cloro necesaria para este fin es de 5 a 10 g de Cl_2/m^3 de agua en circulación, y esto durante un tiempo de 2 a 5 min. Se consigue así, empleando sólo una cantidad de cloro relativamente pequeña, destruir las vegetaciones no sólo en el propio cambiador, sino también en las torres de refrigeración. Si el enfriamiento se hace en circulación, la operación puede realizarse a intervalos aún más amplios y con una dosis menor de cloro, y no es absolutamente indispensable que a la salida del cambiador pueda detectarse su presencia. Incluso con pequeñas cantidades de cloro se han obtenido resultados satisfactorios. Si las cantidades de cloro adicionadas son demasiado grandes, pueden originar corrosiones. Esto se puede evitar mediante la adición de un tampón adecuado, que tras hacer el cloro su efecto, lo neutralice. Asimismo, existen en el mercado otros productos desinfectantes que no pierden su efectividad a altas temperaturas, ya que un % de cloro aplicado se evaporará durante el funcionamiento del cambiador.

Limpieza del cambiador durante su parada

Para esta limpieza son más adecuados los métodos mecánicos. Según la naturaleza de las incrustaciones y la composición del material de las placas se emplean cepillos metálicos de acero o latón. Pero conviene poner la mayor atención al desgaste de la pared por el cepillado.

La limpieza química en circuito cerrado (CIP) es la que mejores resultados ofrece. Cuando el volumen del recinto cuyas paredes deben limpiarse no es demasiado grande con respecto a la superficie de transmisión de calor, puede aplicarse el

método que consiste en llenar dicho recinto. El cambiador se llena con un ácido que disuelva los depósitos, al que se ha añadido un inhibidor adecuadamente elegido en función del material de la pared. La duración de la operación depende, del espesor de la capa de depósitos. Los óxidos de hierro, los lodos silicatados y fosfatados se disuelven por medio de ácido clorhídrico. En caso de que las paredes estuvieran recubiertas de algas, éstas se eliminan, antes del llenado, por medio de ácido diluido. En general, los refrigeradores se tratan con sulfato de cobre, cloro u otros productos químicos análogos.

En los cambiadores que trabajan a alta temperatura, puede suceder que cierta proporción de sustancias orgánicas disueltas o líquidas por naturaleza (como los aceites) se descompongan, haciéndose insolubles y formando una especie de depósito laqueado muy difícil de eliminar. En este caso, antes de llenar el aparato con ácido diluido, conviene tratarlo con una solución acuosa alcalina de un detergente oxidante.

En caso de incrustaciones espesas de caldera, se emplea la limpieza por inyección a alta presión. El chorro, a presión de 150 a 300 atm, levanta a veces estos depósitos por la sola acción mecánica. El dispositivo entonces empleado consiste en un tubo flexible, en cuyo extremo se ha montado una tobera que, por la acción dinámica del chorro, se introduce en el tubo que debe limpiarse animada de un movimiento de rotación.

Para la limpieza de las placas éstas deberán ser desmontadas y limpiadas por ambas caras una por una.

Sistemas de limpieza CIP (cleaning-in-place)

El nombre de estos sistemas (CIP) significa que el agua de enjuagado y las soluciones de limpieza se hacen circular a través de tanques, tuberías y equipos de proceso sin necesidad de que el equipo se desmonte. El paso de los líquidos a elevada velocidad de flujo sobre las superficies de los equipos genera un efecto de limpieza mecánica que arrastra los depósitos de suciedad. Esto es de aplicación a la limpieza de redes de tuberías, intercambiadores de calor, bombas, válvulas, etc. Los programas CIP en las industrias lácteas y heladeras difieren según el circuito que vaya a ser limpiado, que contenga superficies calientes o no. Se distinguen entre:

- Programas CIP para circuitos pasteurizadores y otros equipos con superficies calientes.
- Programas CIP para circuitos con redes de tuberías, tanques y otros equipos de proceso sin superficies calientes.

La diferencia principal entre los dos tipos es que la circulación de ácido se debe incluir siempre en el primer tipo para eliminar las proteínas y las sales incrustadas en las superficies de los equipos de tratamiento térmico.

Un programa CIP para un circuito con pasteurizador, de “componentes calientes”, puede consistir en las siguientes etapas:

1. Enjuagado con agua caliente durante unos 10 minutos.
2. Circulación de una solución de detergente alcalino (0,5-1,0 %) durante unos 30 minutos a 75 °C.
3. Enjuagado del detergente alcalino con agua caliente durante unos 5 minutos.
4. Circulación de una solución de ácido (nitrato) (0,5-1,0 %) durante unos 20 minutos a 70 °C.
5. Enjuagado con agua fría.
6. Enfriamiento gradual con agua fría durante 8 minutos.

El pasteurizador normalmente se desinfecta por la mañana, antes de que comience la producción. Esto se suele hacer mediante la circulación de agua caliente a 90-95 °C durante 10-15 minutos después de que la temperatura de retorno sea al menos de 85 °C.

En algunas plantas, tras el preenjuagado con agua, el sistema CIP se programa para comenzar con el detergente ácido para eliminar primero las sales precipitadas y romper así las capas de suciedad para facilitar la disolución de las proteínas mediante la solución alcalina que se aplicaría después. Si se va a hacer la desinfección con productos químicos clorados, existe un riesgo inminente de problemas rápidos de corrosión si quedan restos en las superficies de detergente ácido. Entonces, cuando se comience con la limpieza alcalina y finalice con la limpieza ácida tras un enjuagado intermedio con agua, la planta se debe rociar con una solución alcalina débil para neutralizar el ácido antes de realizar la desinfección con un agente químico tratado.

Un programa CIP para un circuito con tuberías, tanques y otros “componentes fríos” puede comprender las siguientes etapas:

1. Enjuagado con agua caliente durante 3 minutos.
2. Circulación de un detergente alcalino al 0,5-1,5 % a 75 °C durante unos 10 minutos.
3. Enjuagado con agua caliente durante unos 3 minutos.
4. Desinfección con agua caliente 90-95 °C durante 5 minutos.
5. Enfriamiento gradual con agua fría durante unos 10 minutos (normalmente no se realiza el enfriamiento en tanques)

10. Diseño del pasteurizador

10.1. Introducción

El presente proyecto aborda el diseño y operación de una línea de pasteurización para una planta que procese 5000 litros/hora de mix o mezcla pasteurizada en una fábrica de helados. La pasteurización se lleva a cabo en un intercambiador de placas en continuo.

Los componentes principales de la planta de pasteurización son:

- Depósito regulador de entrada.
- Bomba de impulsión de la mezcla.
- Pasteurizador de placas con cinco secciones.
- Equipo de calentamiento.
- Válvula de recirculación.
- Panel y elementos de control.
- Tuberías y accesorios de unión entre todos los componentes de la planta.
- Equipo de producción de agua fría
- Equipo de producción de vapor

La mezcla llega a la planta a través del depósito regulador a una temperatura de 50 °C, y mediante una bomba de impulsión se envía a la sección regenerativa del pasteurizador, en donde pasa de una temperatura de 50 °C a 67 °C (temperatura de homogenización) al ir en contracorriente con la mezcla que ya ha sido calentada a 84 °C, la cual se enfría hasta 70 °C. De aquí pasa la mezcla al homogenizador.

La mezcla ya homogenizada a 67 °C es calentada y pasteurizada en la sección de calentamiento, donde se eleva su temperatura a 84 °C al ir en contracorriente con agua a 90 °C procedente de un calderín. Esta agua a 90 °C es calentada en un circuito cerrado mediante la inyección de vapor a través de una válvula reguladora, la cual está controlada de forma que la temperatura de la mezcla sea la fijada (84 °C). En la sección de mantenimiento se mantiene la mezcla durante unos 15 segundos a 84 °C, con lo que se asegura la destrucción de los microorganismos patógenos.

La temperatura de pasteurización es grabada y mostrada en el panel de control. Si la temperatura de la mezcla es más baja de 84 °C, hay una válvula de desviación cuya función es recircular la mezcla hasta el depósito regulador inicial si ésta no ha alcanzado la temperatura de pasteurización deseada, con lo que de forma automática se consigue que no salga ninguna porción de producto indebidamente tratado.

Después de la pasteurización la mezcla pasa a través de tres secciones de enfriamiento:

- En la primera sección de enfriamiento la mezcla es enfriada desde los 84 °C hasta 67 °C. El medio de enfriamiento es la mezcla antes de la homogenización, la cual debe ser calentada.

- En la segunda sección de enfriamiento la mezcla es otra vez enfriada, y el medio de enfriamiento es el agua procedente de la red, la cual será por lo tanto precalentada antes de pasar a uno de los tanques de mezcla para la preparación de la siguiente carga. Cuando el agua de la red viene a 18 °C, la mezcla es enfriada a unos 28 °C mientras que el agua corriente alcanza los 40 °C.
Con este sistema de intercambio de calor, la energía contenida en la mezcla no es desperdiciada, ya que parte es recuperada en una sección del intercambiador de calor donde calienta el agua usada en la siguiente carga. Para ahorrar agua se instala una torre de enfriamiento que baje su temperatura, pudiéndose así volver a utilizarla para enfriar la mezcla.
- En la sección final de enfriamiento la mezcla es enfriada a la temperatura de maduración de 4 °C, y el medio de enfriamiento es en este caso agua helada proporcionada por una unidad de enfriamiento.

Desde el intercambiador de placas la mezcla es enviada a los tanques de maduración, donde es mantenida a temperatura de 3-4 °C durante un periodo comprendido entre las 3 y las 72 horas.

A modo de esquema se representan las secciones que componen el intercambiador de calor de placas, siendo éste el equipo central de la unidad de pasteurización:

Tabla 1.10: Temperaturas de los fluidos en cada sección del intercambiador de calor (“Tecnología de la elaboración de los helados”, 1995. A. Madrid, I. Cenzano)

Sección del pasteurizador	Descripción	Tª del fluido 1		Tª del fluido 2	
		Tª mix sin pasteurizar entrada	Tª mix sin pasteurizar salida	Tª mix pasteurizado entrada	Tª mix pasteurizado salida
1ª Sección Regenerativa	Intercambio en contracorriente entre el mix sin pasteurizar y el mix pasteurizado	50 °C	67 °C	84 °C	70 °C
2ª Homogeneización					
		Tª mix sin pasteurizar entrada	Tª mix pasteurizado salida	Tª agua caliente de la caldera entrada	Tª agua caliente salida
3ª Sección de calentamiento	Intercambio de calor en contracorriente entre el mix sin pasteurizar y agua caliente procedente de la caldera de vapor	67 °C	84 °C	90 °C	81 °C
4ª Sección de mantenimiento		Mantenimiento de la mezcla a la Tª de 84 °C durante 15 segundos			
5ª Secciones de enfriamiento:					
		Tª mix pasteurizado entrada	Tª mix pasteurizado salida	Tª mix sin pasteurizar entrada	Tª mix sin pasteurizar a la salida
I)	Intercambio en contracorriente entre el mix sin pasteurizar y el mix pasteurizado	84 °C	67 °C	50 °C	67 °C
		Tª mix pasteurizado entrada	Tª mix pasteurizado salida	Tª agua de red entrada	Tª agua de red salida
II)	Intercambio en contracorriente entre el mix pasteurizado y agua de red	67 °C	28 °C	18 °C	40 °C
		Tª mix pasteurizado entrada	Tª mix pasteurizado salida	Tª agua helada entrada	Tª agua helada salida
III)	Intercambio en contracorriente entre el mix pasteurizado y agua helada	28 °C	4 °C	2 °C	8 °C

10.2. Cálculo y diseño del intercambiador de calor de placas

10.2.1. Método de cálculo

El método de cálculo que se ha realizado para cada una de las secciones del intercambiador de calor de placas es el siguiente:

- A. Balance térmico. Cálculo del caudal másico de los fluidos y calor total intercambiado.
- B. Diferencia de temperatura media logarítmica.
- C. Cálculo de los coeficientes individuales de transmisión de calor de ambos fluidos.
- D. Cálculo del coeficiente global de transmisión de calor sucio; se denomina así porque se incluyen las resistencias térmicas originadas por los contaminantes de los fluidos caliente y frío que se depositan en las dos superficies de las placas.
- E. Cálculo del área de transferencia
- F. Cálculo del número de placas por sección.
- G. Cálculo de las pérdidas de carga originadas por cada fluido en cada sección.
- H. Cálculo de la longitud del tubo de mantenimiento.

10.2.2. Hipótesis de cálculo

Para el diseño del intercambiador de calor para la pasteurización de $Q_{mix} = 5000$ l/h, se considera flujo en contracorriente, ya que se consigue un área de transferencia de calor mayor que en el caso de flujo en paralelo.

Las hipótesis que se establecen para el estudio serán:

1. El intercambiador de calor opera en condiciones estacionarias.
2. El coeficiente global de transferencia de calor es constante a lo largo de todo el intercambiador.
3. El equipo de pasteurización deberá ser lo más versátil posible y operar con todas las composiciones de mixes posibles, desde los que el porcentaje en sólidos totales y materia grasa son elevados hasta los que presentan valores pequeños, como es el caso de las mezclas de sorbetes. Se partirá de una mezcla cuya composición (40 % en sólidos totales y 20 % en materia grasa) representa las condiciones de viscosidad más altas para las que se realizará el diseño del intercambiador de calor, es decir, se han seleccionado para los cálculos las condiciones más desfavorables.
4. El calor específico del mix se considerará que se mantiene constante con la temperatura, al igual que la densidad; al ser el mix un producto de composición variable y suma de muchos otros ingredientes, resulta difícil encontrar tabulados la variación de dichas propiedades con la temperatura

como ocurre con otros productos de composición constante como la leche, la mantequilla, la nata, etc.

5. Las temperaturas y velocidades de los fluidos son uniformes en toda la superficie de la placa. Esto no es rigurosamente cierto, ya que las propiedades de los fluidos dependen de la temperatura, pero para simplificar el cálculo, y puesto que no se conoce la temperatura de la mezcla en cada punto se considerará que cada que cada fluido se encuentra a la temperatura media entre la entrada y la salida.
6. No existe conducción de calor en la dirección del flujo.
7. El caudal de fluido está repartido equitativamente entre las distintas superficies de las placas.
8. Las pérdidas de calor al exterior son despreciables
9. Se dispone de un intercambiador con cinco secciones a cada una de las cuales se aplicarán los balances oportunos.

Cálculo de la Sección III (Sección de calentamiento)

La ecuación de energía, suponiendo que no existen pérdidas térmicas es la siguiente:

$$\Delta H + \Delta E_c + \Delta E_p = Q + W_e \text{ (Balance energético)}$$

Para que la expresión anterior queda:

$$\Delta H = Q$$

según las siguientes simplificaciones:

Formas mecánicas de energía son nulas $\Delta E_c \cong \Delta E_p \cong W_e = 0$

Para cualquiera que sea el tipo de equipo intercambiador empleado, si sólo se consideran las condiciones de entrada y salida de los fluidos, se puede establecer el balance térmico global del equipo escribiendo que la cantidad de calor Q perdida por el fluido caliente es igual a la que gana el fluido frío, si se desprecian las pérdidas térmicas:

$$Q = mf (h_1 - h_2) = mc (H_2 - H_1)$$

y por tanto:

$$mfC_{pf} (T_{fe} - T_{fs}) = mcC_{pc} (T_{cs} - T_{ce})$$

En esta sección las propiedades del fluido y según la tabla anterior, la relación de temperaturas es la siguiente:

Propiedades del fluido	Unidades	Caliente	Frío
		Agua	Mix sin pasteurizar
Densidad	kg/m ³	968,3	1100
Calor Específico	kJ/kg °C	4,201	3,34
Conductividad Térmica	W/m °C	0,673	0,504
Viscosidad Entrada	mPa s	0,32	58
Viscosidad Salida	mPa s	0,35	42
Temperatura Entrada	°C	90	67
Temperatura Salida	°C	81	84

T_{fe} = Temperatura del mix sin pasteurizar a la entrada: 67 °C

T_{fs} = Temperatura del mix pasteurizado a la salida: 84 °C

T_{ce} = Temperatura del agua caliente a la entrada: 90 °C

T_{cs} = Temperatura del agua caliente a la salida: 81 °C

mf: Caudal másico del fluido frío (mix a pasteurizar) Kg/h como la $\rho_{mix} = 1100 \text{ kg/m}^3$, para una $q_{ent} = 5000 \text{ l/h}$, tenemos que $m_f = 5500 \text{ kg/h}$

C_{pf}: Calor específico del fluido frío (mix a pasteurizar) = $3,34 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$

mc: Caudal másico del fluido caliente (agua caliente): desconocido

C_{pc}: Calor específico del fluido caliente (agua caliente) = $C_{pc} = 4,201 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$

de esta ecuación sólo se desconoce la variable mc:

donde $mc = [m_f C_{pf} (T_{fe} - T_{fs})] / [C_{pc} (T_{cs} - T_{ce})]$

$$mc = [5500 \text{ kg/h} \times 3,34 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} \times (67 ^\circ\text{C} - 84 ^\circ\text{C})] / [4,201 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} \times (81 ^\circ\text{C} - 90 ^\circ\text{C})]$$

$$mc = 8259,673 \text{ kg/h} = 2,294 \text{ kg/s} \quad \text{como } \rho_c = 968,3 \text{ kg/m}^3$$

$$q_c = 8,53 \text{ m}^3/\text{h}$$

Aplicando a continuación la ecuación de Fourier a todo el equipo:

$$Q = UA \Delta T_m$$

De la ecuación tanto Q como ΔT_m son valores fácilmente calculables.

Cálculo del calor intercambiado (Q) se define como:

$$Q = m_f C_{pf} (T_{fs} - T_{fe}) = 5500 \text{ kg/h} \times 3,34 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} \times (84 ^\circ\text{C} - 67 ^\circ\text{C}) = 312290 \text{ kJ/h} = 86,747 \text{ kW}$$

Diferencia media de temperatura (ΔT_m):

El estudio de ΔT_m se efectuará para los fluidos en contracorriente y suponiendo que el coeficiente global de transmisión U es constante, así como los calores específicos de los fluidos y además no existe cambio de fase por parte de ninguno de los fluidos.

Por la teoría general de intercambiadores la diferencia de temperaturas entre ambos fluidos a lo largo de un intercambiador no es constante. Para el cálculo de la diferencia efectiva se hará uso de la temperatura media logarítmica, que viene expresada en función de las temperaturas en las secciones de entrada y salida de los fluidos.

$$\Delta T_m = \Delta T_1 - \Delta T_2 / (\ln (\Delta T_1 / \Delta T_2))$$

Los intercambiadores de placas se diseñan para funcionar con el flujo de los fluidos en contracorriente, de modo que la expresión utilizada es:

$$\Delta T_m = [(T_{ce} - T_{fs}) - (T_{cs} - T_{fe}) / \ln ((T_{ce} - T_{fs}) / (T_{cs} - T_{fe}))]$$

$$\Delta T_m = [(90 - 84) - (81 - 67) / \ln ((90 - 84) / (81 - 67))] = 9,44 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Los canales de los extremos del intercambiador presentan la mitad de superficie de transferencia de los canales interiores y por tanto transfieren menos calor. Esto provoca que la efectividad del intercambiador sea algo menor que la que se predice mediante el uso de la temperatura media logarítmica media. Es necesario introducir un factor F, menor que la unidad, quedando que la transferencia de calor a lo largo del intercambiador es:

$$Q = UA\Delta T_m = UAF\Delta T_{lm}$$

Para el cálculo del factor de corrección F es necesario definir la llamada relación de capacidades (R) y la efectividad (P) que dan información de cómo son las capacidades caloríficas de ambos fluidos y cual es la efectividad del intercambiador de calor. Existen tablas en las que entrando con los valores de R y P se puede calcular el valor de F.

$$\Delta T_m = F \Delta T_{lm}$$

$$\Delta T_m = (T_1 - t_2) - (T_2 - t_1) / \ln [(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)] = 9,44 \text{ } ^\circ\text{C}$$

F: Factor de corrección (o de aproximación)

$$R = (m C_p)_f / (m C_p)_c = (T_{ce} - T_{cs}) / (T_{fs} - T_{fe}) = (90 - 81) / (84 - 67) = 0,529$$

$$P = (T_{fs} - T_{fe}) / (T_{ce} - T_{fe}) = (84 - 67) / (90 - 67) = 0,739$$

$$\Delta T_m = F \Delta T_{lm}$$

El efecto de la disminución de la efectividad, debido a que la superficie de transferencia de los canales exteriores es menor que la de los interiores, es importante cuando se trata con intercambiadores cuyo número de placas es menor que 50. En estos intercambiadores es necesario el cálculo del factor F para poder utilizar la temperatura logarítmica media como modelización de la diferencia efectiva de temperaturas. Para aquellos cuyo número de placas es mayor a 50, los efectos de los extremos dejan de ser significativos y se pueden despreciar. En este caso no es necesario el cálculo del factor F y se puede tomar un valor para él de F = 1. De este modo quedaría que:

$$\Delta T_m = \Delta T_{lm}$$

Sin embargo si el número de placas es menor a 50, el factor F se calcula gráficamente, en la que se representa el factor de aproximación F, en función de los parámetros adimensionales R y P, para distintas configuraciones geométricas del cambiador.

Se supondrá que el número de placas en esta sección es inferior a 50.

A partir de la gráfica para el cálculo del factor de corrección para intercambiadores de calor tubulares de un paso lado de la carcasa y dos pasos (o más) del lado de los tubos y con valores de $R=0,529$ y $P=0,739$, se obtiene que $F \approx 0,57$, así:

$$\Delta T_m = F \Delta T_{1m} = 0,57 \times 9,44 \text{ °C} = 5,38 \text{ °C}$$

Obtención del coeficiente global de transmisión de calor (U_s sucio)

Cálculo del coeficiente de calor sucio (U_s)

El coeficiente global de transferencia de calor viene dado por la expresión:

$$1/U_s = 1/h_c + e/k_m + 1/h_f + R_f + R_c$$

o lo que es lo mismo:

$$U_s = 1 / [1/h_c + e/k_m + 1/h_f + R_f + R_c]$$

h_c = coeficiente de transferencia de calor por convección del fluido caliente.

h_m = coeficiente de transferencia de calor por convección del fluido frío.

K_m = conductividad térmica del material del que están hechas las placas.

e = espesor de la placa.

R_f y R_c = resistencias térmicas originadas por los contaminantes de los fluidos que se depositan en las dos superficies de las placas.

Su peso, en porcentaje, es significativo. Estas resistencias térmicas de ensuciamiento se generan como consecuencia de que los fluidos pueden transportar contaminantes, y con el paso del tiempo éstos se van depositando sobre las superficies. De este modo se va creando una capa entre el fluido y la superficie que va creciendo en espesor generando una resistencia térmica adicional.

Los coeficientes de convección de los fluidos son función de sus propiedades físicas y de la geometría de las placas. Se pueden calcular a partir de correlaciones o bien se pueden obtener de manera aproximada de gráficas como las propuestas por Cooper y Usher (1983 exclusivas para fluidos Newtonianos y placas de pequeño tamaño).

Obtención de los coeficientes individuales de convección a partir de correlaciones

Cálculo de coeficiente individual de convección para el fluido caliente (agua):

Los coeficientes individuales se estiman a partir de correlaciones específicas para flujo de fluidos entre placas planas, representándose a continuación las más utilizadas en función de los números adimensionales de Reynolds (Re) y Prandtl (Pr). (“Ingeniería de la industria alimentaria”, 1999. Conceptos Básicos. Volumen I. José Aguado. Ed. Síntesis):

$$Re > 400 \quad h_c = 0,2536 \text{ k/D}_e \text{ Re}^{0,65} \text{ Pr}^{0,4}$$

para régimen turbulento, donde D_e es el diámetro equivalente, que se define como cuatro veces el cociente entre la sección de paso del fluido y el perímetro mojado:

$$D_e = 4 \text{ Sección de paso/Perímetro de mojado} = 4 ab/2a+2b \approx 2b$$

Donde a es la anchura de la placa plana y b es la distancia entre placas. Como esta última es muy pequeña respecto a la primera, se puede aproximar el diámetro equivalente a dos veces la distancia entre placas.

Para régimen laminar, se puede utilizar la correlación:

$$Re < 400 \quad h_c = 0,742 \text{ CpGRe}^{-0,62} \text{ Pr}^{-0,667} \mu/\mu_0$$

donde G , es la velocidad másica ($G = v\rho$) y μ y μ_0 la viscosidad del fluido evaluada a la temperatura media y a la temperatura de la pared de la placa.

$$Re = (v l_c \rho) / \mu$$

l_c = longitud característica del canal

ρ = densidad del fluido

v = velocidad del fluido

μ = viscosidad del fluido

Las propiedades físicas de los fluidos se determinarán para el valor medio de la temperatura de cada uno.

$$\rho = 968,3 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 0,335 \text{ mPa s} = 0,335 \times 10^{-3} \text{ kg/ms}$$

$$mc = 8259,673 \text{ kg/h} = 2,294 \text{ kg/s}$$

$$v = 2,294 \text{ kg/s} / (4 \times 10^{-3} \text{ m} \times 0,427 \text{ m} \times 968,3 \text{ kg/m}^3) = 1,387 \text{ m/s}$$

Tanto para el cálculo del Reynolds como para la obtención de los coeficientes de convección es necesario el cálculo previo de la longitud característica del canal. Se puede obtener a partir de la expresión para el diámetro hidráulico:

$$l_c = 4 S_e / P_c = (4 b W / 2 (b+W)) (4 b W) / 2W = 2b$$

S_e = sección transversal del canal

P_c = perímetro de la sección del canal

b = ancho del canal o distancia entre placas

W = ancho de la placa

$b \llll W$

el valor de b dado por el fabricante es de $b = 4 \text{ mm}$

$$\text{Así, } l_c \approx 2b = 2 \times 4 = 8 \text{ mm} = 8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Los valores de L y W son los valores de las dimensiones totales sino la altura y la anchura efectiva de cada placa, es decir, tan solo se tendrán en cuenta el área de cada placa que pone en contacto ambos fluidos. Esto es debido a que en la placa existen diversos orificios de entrada y salida de los fluidos y orificios para el paso de las barras

que hacen presión manteniendo juntas las placas y zonas donde los fluidos no están puestos en contacto a través de la propia placa.

Las características de la placa las suministra el fabricante, en este caso "APV Invensys":

$$L = 1237,5 \text{ mm} = 1,2375 \text{ m}$$

$$W = 427 \text{ mm} = 0,427 \text{ m}$$

Superficie de intercambio de una placa (a):

$$a = \text{ancho por alto} = L \times W = 1,2375 \times 0,427 = 0,528 \text{ m}^2$$

Para el cálculo del número de Reynolds:

$$Re = (v l_c \rho) / \mu = (1,387 \text{ m/s} \times 8 \times 10^{-3} \text{ m} \times 968,3 \text{ kg/m}^3) / 0,335 \times 10^{-3} \text{ kg/ms} = 32072,408$$

Como en valor obtenido del $Re = 32072,408 \rightarrow Re > 400 \rightarrow$ Régimen Turbulento

Se utiliza la siguiente expresión:

$$Re > 400 \quad h_c = 0.2536 k / D_e Re^{0,65} Pr^{0,4}$$

$$k = 0,673 \text{ W/m } ^\circ\text{C} = 0,673 \text{ J/ sm } ^\circ\text{C} = 0,637 \times 10^{-3} \text{ kJ/ sm } ^\circ\text{C}$$

$$C_p = 4,201 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$$

$$D_e \approx 2b = 2 \times 4 = 8 \text{ mm} = 8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$Pr = (2,19 + 1,96) / 2 = 2,075$$

Sustituyendo los valores en la ecuación anterior:

$$h_c = 22,96 \text{ kJ/m}^2\text{s}^\circ\text{C}$$

Cálculo de coeficiente individual de convección para el fluido frío (mix):

$$Re = (v l_c \rho) / \mu$$

l_c = longitud característica del canal

ρ = densidad del fluido

v = velocidad del fluido

μ = viscosidad del fluido

Las propiedades físicas de los fluidos se determinarán para el valor medio de la temperatura de cada uno.

$$\rho = 1100 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 50 \text{ mPa s} = 0,05 \text{ kg/ms}$$

$$m_c = 5500 \text{ kg/h} = 1,527 \text{ kg/s}$$

$$v = 1,527 \text{ kg/s} / (4 \times 10^{-3} \text{ m} \times 0,427 \text{ m} \times 1100 \text{ kg/m}^3) = 0,8127 \text{ m/s}$$

Como en el caso anterior:

$$l_c = 4 S_e / P_c = (4 b W / 2 (b+W)) / (4b W / 2W) = 2b$$

S_e = sección transversal del canal

P_c = perímetro de la sección del canal

b = ancho del canal o distancia entre placas

W = ancho de la placa = 0,427 m

L = longitud de la placa = 1,2375 m

$b \llll W$

el valor de b dado por el fabricante es de $b = 4 \text{ mm}$

$$\text{Así, } l_c \approx 2b = 2 \times 4 = 8 \text{ mm} = 8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Superficie de intercambio de una placa (a):

$$a = \text{ancho por alto} = L \times W = 1,2375 \times 0,427 = 0,528 \text{ m}^2$$

Para el cálculo del número de Reynolds:

$$Re = (v l_c \rho) / \mu = (0,8127 \text{ m/s} \times 8 \times 10^{-3} \text{ m} \times 1100 \text{ kg/m}^3) / 0,05 \text{ kg/ms} = 143,035$$

Como el $Re < 400$ → Régimen Laminar; la expresión a emplear será:

$$hf = 0,742 C_p f Gr_e^{-0,62} Pr^{-0,667} \mu / \mu_0$$

En este caso el cociente μ/μ_0 , se considerará ≈ 1

$$C_{pf} = 3,34 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$$

$$G = v\rho = 0,8127 \text{ m/s} \times 1100 \text{ kg/m}^3 = 893,97 \text{ kg/m}^2\text{s}$$

$$Pr = C_p \mu / k$$

$$k = 0,504 \text{ W/m } ^\circ\text{C} = 0,504 \text{ J/ sm } ^\circ\text{C} = 0,504 \times 10^{-3} \text{ kJ/ sm } ^\circ\text{C}$$

$$Pr = (3,34 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} \times 0,05 \text{ kg/ms}) / (0,504 \times 10^{-3} \text{ kJ/ sm } ^\circ\text{C}) = 331,35$$

Sustituyendo los valores en la ecuación anterior:

$$hf = 2,128 \text{ kJ/m}^2\text{s } ^\circ\text{C}$$

Cálculo del coeficiente de calor sucio (U_s)

El coeficiente global de transferencia de calor viene dado por la expresión:

$$U_s = 1 / [1/ h_c + e/k_m + 1/ h_f + R_c + R_f]$$

$$h_c = 22,96 \text{ kJ/m}^2\text{s } ^\circ\text{C}$$

$$h_f = 2,128 \text{ kJ/m}^2\text{s } ^\circ\text{C}$$

K_m = conductividad térmica del material del que están fabricadas las placas.
Para acero inoxidable calidad AISI 316-L:

$$K_m = 13,5 \text{ W/m } ^\circ\text{C} = 13,5 \text{ J/ms}^\circ\text{C} = 13,5 \times 10^{-3} \text{ kJ/ms}^\circ\text{C}$$

e = espesor de la placa = Dato del fabricante cuyo valor es de $0,6 \times 10^{-3} \text{ m}$

R_c y R_f = resistencias térmicas originadas por los contaminantes de los fluidos caliente y frío que se depositan en las dos superficies de las placas. (Dichos valores se tomarán de la nata: “*Tecnología de los productos lácteos*” ,1998. *Ralph Early*, al desconocerse los valores de dichas resistencias del mix de una composición tan concreta (40 % en sólidos totales y 20% en materia grasa)).

$$R_c = 1,245 \times 10^{-4} \text{ sm}^2\text{ } ^\circ\text{C/kJ}$$

$$R_f = 1,904 \times 10^{-4} \text{ sm}^2\text{ } ^\circ\text{C/kJ}$$

Por tanto:

$$U_s = 1 / [1/ h_c + e/k_m + 1/ h_f + R_c + R_f]$$

Sustituyendo los valores:

$$U_s = 1,79135 \text{ kJ/sm}^2\text{ } ^\circ\text{C} = 1791,35 \text{ W/m}^2\text{ } ^\circ\text{C}$$

Cálculo del Área de transferencia de calor (A) y del número de placas (N):

Del primer apartado se tiene que $Q=312290 \text{ kJ/h}= 86.747 \text{ kW}$

Y como:

$$Q= U_s A \Delta T_m \rightarrow A= Q/ (U_s \Delta T_m) = 86.747 \times 10^3 \text{ W} / (1791,35 \text{ W/m}^2\text{C} \times 5.38 \text{ C})=$$

$$\boxed{A= 9 \text{ m}^2}$$

En cuanto al área de transferencia se debe considerar el área total de las placas incluyendo las corrugaciones, o bien el área proyectada. La diferencia entre ambos criterios puede ser de hasta un 50% mayor para el primer caso. Por simplicidad, se referirá A al área proyectada de modo que vendrá definida por la expresión:

$$A= N a = N L W$$

N= Número de placas útiles para la transferencia de calor que forma el intercambiador.

a= área proyectada de una única placa.

L= altura de las placas (en la dirección del flujo)

W= anchura de las placas

Como A es la superficie efectiva de transferencia, se tendrá en cuenta que las placas de los extremos no son útiles para la transferencia de calor de manera que no se incluirán a la hora de realizar el cálculo del área total.

Los valores de L y W son los valores de las dimensiones totales sino la altura y la anchura efectiva de cada placa, es decir, tan solo se tendrán en cuenta el área de cada placa que pone en contacto ambos fluidos. Esto es debido a que en la placa existen diversos orificios de entrada y salida de los fluidos y orificios para el paso de las barras que hacen presión manteniendo juntas las placas y zonas donde los fluidos no están puestos en contacto a través de la propia placa.

Las características de la placa las suministra el fabricante, en este caso “APV Invensys”:

$$L = 1237,5 \text{ mm} = 1,2375 \text{ m}$$

$$W = 427 \text{ mm} = 0,427 \text{ m}$$

Superficie de intercambio de una placa (a):

$$a = \text{ancho por alto} = L \times W = 1,2375 \times 0,427 = 0,528 \text{ m}^2$$

Cálculo del número de placas:

$$\text{como } N=A/a = 9 \text{ m}^2 / 0,528 \text{ m}^2 = 17,04 \approx \mathbf{18 \text{ placas}}$$

La sección de calentamiento tiene un área total de 9 m^2 con un total de 18 placas.

CÁLCULO DE LA PÉRDIDA DE CARGA

En el diseño mecánico de cualquier intercambiador la pérdida de carga es decisiva, ya que determina la potencia y el consumo de energía en los motores de las bombas que impulsan los fluidos y por tanto influye en la inversión, en los costes de operación y en el mantenimiento del sistema de bombeo.

A partir (Manual Perry Chilton) se emplea la siguiente expresión para el cálculo de la pérdida de carga en intercambiadores de calor de placas (PHE), obtenida a partir de APV del manual de transferencia de calor: “*Design & Application of Paraflo-Plate Heat Exchangers*”:

$$\Delta P = 2f (G^2L) / (g\rho De)$$

donde f es el denominado factor de fricción:

$$f = 2,5 (GDe/\mu)^{-0,3}$$

m=caudal másico del fluido (kg/s)

G= vρ= velocidad másica (kg /m²s)

Cálculo de la pérdida de carga para el fluido caliente (agua)

$$\Delta P = 2f (G^2L) / (g\rho De)$$

donde $f = 2,5 (GzDe/\mu)^{-0,3}$

$m_c=8259,673 \text{ kg/h}= 2,29 \text{ kg/s}$

$G= v\rho= 1,387 \text{ m/s} \times 968,3 \text{ kg/m}^3 = 2686,0642 \text{ kg/m}^2\text{s}$

$De= l_c \approx 2b = 2 \times 4 = 8 \text{ mm}= 8 \times 10^{-3} \text{ m}$

$\mu= 0,335 \times 10^{-3} \text{ kg/ms}$

$L=1,2375 \text{ m}$

ρ =densidad del fluido caliente= $968,3 \text{ kg/m}^3$

g =aceleración de la gravedad= $9,8 \text{ m/s}^2$

Sustituyendo los datos en las correspondientes ecuaciones:

$$f = 2,5 (GDe/\mu)^{-0,3}=0,09032$$

$$\Delta P_c = 2f (G^2L) / (g\rho De) = 21245,82 \text{ kg/m}^2 = 2,083 \text{ bar}$$

La pérdida de carga que se produce en el fluido calefactor (agua caliente) es de 2,083 bar

Cálculo de la pérdida de carga para el fluido frío (mix)

$$\Delta P = 2f (G^2 L) / (g \rho D_e)$$

donde $f = 2,5 (G D_e / \mu)^{-0,3}$

$m_f = 5500 \text{ kg/h} = 1,527 \text{ kg/s}$

$G = v \rho = 0,8127 \text{ m/s} \times 1100 \text{ kg/m}^3 = 893,97 \text{ kg/m}^2 \text{s}$

$D_e = l_c \approx 2b = 2 \times 4 = 8 \text{ mm} = 8 \times 10^{-3} \text{ m}$

$\mu = 0,05 \text{ kg/ms}$

$L = 1,2375 \text{ m}$

$\rho = \text{densidad del fluido caliente} = 1100 \text{ kg/m}^3$

$g = \text{aceleración de la gravedad} = 9,8 \text{ m/s}^2$

Sustituyendo los datos en las correspondientes ecuaciones:

$f = 2,5 (G D_e / \mu)^{-0,3} = 0,564$

$\Delta P_f = 2f (G^2 L) / (g \rho D_e) = 12935,74 \text{ kg/m}^2 = 1,268 \text{ bar}$

La pérdida de carga que se produce en el mix sin pasteurizar es de 1,268 bar

Cálculo de la Sección I (Sección de Regenerativa)***Cálculo del % de regeneración***

Como se ha citado en otras ocasiones, el método que consiste en utilizar el calor de un líquido caliente, como el mix pasteurizado, para precalentar el líquido frío (mix sin pasteurizar), reduciéndose así el consumo de energía, se denomina regeneración. Según el “Manual de Industrias Lácteas”, 1996. Tetra Pak:

$$R = ((t_r - t_i) \times 100) / (t_p - t_i)$$

donde:

R= eficiencia de la regeneración, %.

t_r= temperatura del fluido después de la regeneración (en este caso = 67 °C)

t_i= temperatura de entrada del fluido sin pasteurizar (en este caso = 50 °C)

t_p= temperatura de pasteurización (en este caso = 84 °C)

así queda:

$$R = ((67 - 50) \times 100) / (84 - 50) = 50 \%$$

Dado que el mix antes de entrar en la sección regenerativa del pasteurizador, ya había sido previamente precalentado, el % de recuperación de calor no es del orden del 80 al 90 %, que se podría haber conseguido.

En esta sección las propiedades del fluido y la relación de temperaturas es la siguiente:

Propiedades del fluido	Unidades	Caliente	Frío
		Mix pasteurizado	Mix sin pasteurizar
Densidad	kg/m ³	1100	1100
Calor Específico	kJ/kg °C	3,34	3,34
Conductividad Térmica	W/m °C	0,673	0,504
Viscosidad Entrada	mPa s	42	104,88
Viscosidad Salida	mPa s	58	58
Temperatura Entrada	°C	84	50
Temperatura Salida	°C	70	67

T_{fe} = Temperatura del mix sin pasteurizar a la entrada: 50 °C

T_{fs} = Temperatura del mix sin pasteurizar a la salida: 67 °C

T_{ce} = Temperatura del mix pasteurizado a la entrada: 84 °C

T_{cs} = Temperatura del mix pasteurizado a la salida: 70 °C

de esta ecuación la variable $m_c = m_f$, es decir, los caudales máscicos de ambos fluidos coinciden.

Cálculo del calor intercambiado:

$$Q = m_f C_{pf} (T_{fs} - T_{fe}) = 5500 \text{ kg/h} \times 3,34 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} \times (67 ^\circ\text{C} - 50 ^\circ\text{C}) = 312290 \text{ kJ/h}$$

$$Q = 86,747 \text{ kW}$$

Diferencia media de temperatura (ΔT_m) se define como:

$$\Delta T_m = [(T_{ce} - T_{fs}) - (T_{cs} - T_{fe}) / \ln ((T_{ce} - T_{fs}) / (T_{cs} - T_{fe}))]$$

$$\Delta T_m = [(84 - 67) - (70 - 50) / \ln ((84 - 67) / (70 - 50))] = 18,46 ^\circ\text{C}$$

Es necesario introducir un factor F, menor que la unidad, quedando que la transferencia de calor a lo largo del intercambiador es:

$$Q = UA\Delta T_m = UAF\Delta T_{lm}$$

F: Factor de corrección (o de aproximación)

$$R = (T_{ce} - T_{cs}) / (T_{fs} - T_{fe}) = (84 - 70) / (67 - 50) = 0,823$$

$$P = (T_{fs} - T_{fe}) / (T_{ce} - T_{fe}) = (67 - 50) / (84 - 50) = 0,5$$

$$\Delta T_m = F \Delta T_{lm}$$

A partir de la gráfica para el cálculo del factor de corrección para intercambiadores de calor tubulares de un paso lado de la carcasa y dos pasos (o más) del lado de los tubos y con valores de $R=0,823$ y $P=0,5$, se obtiene que $F \approx 0,88$, así:

$$\Delta T_m = F \Delta T_{lm} = 0,88 \times 18,46 ^\circ\text{C} = 16,245 ^\circ\text{C}$$

Cálculo del coeficiente de calor sucio (U_s)

El coeficiente global de transferencia de calor viene dado por la expresión:

$$U_s = 1 / [1/h_c + e/k_m + 1/h_f + R_f + R_c]$$

Cálculo de coeficiente individual de convección para el fluido caliente (mix pasteurizado):

Cálculo del número de Reynolds:

$$\text{Re} = (v l_c \rho) / \mu$$

$$\rho = 1100 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 50 \text{ mPa s} = 0,05 \text{ kg/ms}$$

$$v = 1,527 \text{ kg/s} / (4 \times 10^{-3} \text{ m} \times 0,427 \text{ m} \times 1100 \text{ kg/m}^3) = 0,8127 \text{ m/s}$$

el valor de b dado por el fabricante es de $b = 4 \text{ mm}$

$$\text{Así, } l_c \approx 2b = 2 \times 4 = 8 \text{ mm} = 8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Para el cálculo del número de Reynolds:

$$\text{Re} = (v l_c \rho) / \mu = (0,8127 \text{ m/s} \times 8 \times 10^{-3} \text{ m} \times 1100 \text{ kg/m}^3) / 0,05 \text{ kg/ms} = 143,035$$

Como el $\text{Re} < 400 \rightarrow$ Régimen Laminar; la expresión a emplear será:

$$h_c = 0,742 C_p f G \text{Re}^{-0,62} \text{Pr}^{-0,667} \mu / \mu_0$$

En este caso el cociente μ / μ_0 , se considerará ≈ 1

$$C_{pc} = 3,34 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$$

$$G = v\rho = 0,8127 \text{ m/s} \times 1100 \text{ kg/m}^3 = 893,97 \text{ kg/m}^2\text{s}$$

$$\text{Pr} = C_{pc} \mu / k \quad \text{siendo } k: \text{ conductividad térmica del fluido caliente (mix)}$$

$$k = 0,673 \text{ W/m } ^\circ\text{C} = 0,673 \text{ J/ sm } ^\circ\text{C} = 0,673 \times 10^{-3} \text{ kJ/ sm } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Pr} = (3,34 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} \times 0,05 \text{ kg/ms}) / (0,673 \times 10^{-3} \text{ kJ/ sm } ^\circ\text{C}) = 248,14$$

Sustituyendo los valores en la ecuación anterior:

$$h_c = 2,58 \text{ kJ/m}^2\text{s } ^\circ\text{C}$$

Cálculo de coeficiente individual de convección para el fluido frío (mix sin pasteurizar):

$$Re = (v l_c \rho) / \mu$$

$$\rho = 1100 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = (104,88 \text{ mPa s} + 58 \text{ mPa s}) / 2 = 81,44 \text{ mPa s} = 0,08144 \text{ kg/ms}$$

$$v = 1,527 \text{ kg/s} / (4 \times 10^{-3} \text{ m} \times 0,427 \text{ m} \times 1100 \text{ kg/m}^3) = 0,8127 \text{ m/s}$$

el valor de b dado por el fabricante es de b = 4 mm

$$l_c \approx 2b = 2 \times 4 = 8 \text{ mm} = 8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Para el cálculo del número de Reynolds:

$$Re = (v l_c \rho) / \mu = (0,8127 \text{ m/s} \times 8 \times 10^{-3} \text{ m} \times 1100 \text{ kg/m}^3) / 0,08144 \text{ kg/ms} = 87,816$$

Como el $Re < 400$ → Régimen Laminar; la expresión a emplear será:

$$hf = 0,742 C_{pf} G Re^{-0,62} Pr^{-0,667} \mu / \mu_0$$

Se considerará: $\mu / \mu_0 \approx 1$

$$C_{pf} = 3,34 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$$

$$G = v\rho = 0,8127 \text{ m/s} \times 1100 \text{ kg/m}^3 = 893,97 \text{ kg/m}^2\text{s}$$

$$Pr = C_{pf} \mu / k \quad \text{siendo } k: \text{ conductividad térmica del fluido frío (mix sin pasteurizar)}$$

$$k = 0,504 \text{ W/m } ^\circ\text{C} = 0,504 \text{ J/ sm } ^\circ\text{C} = 0,504 \times 10^{-3} \text{ kJ/ sm } ^\circ\text{C}$$

$$Pr = (3,34 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} \times 0,08144 \text{ kg/ms}) / (0,504 \times 10^{-3} \text{ kJ/ sm } ^\circ\text{C}) = 539,70$$

Sustituyendo los valores en la ecuación anterior:

$$hf = 2,080 \text{ kJ/m}^2\text{s } ^\circ\text{C}$$

Cálculo del coeficiente de calor sucio (U_s)

$$U_s = 1 / [1/ h_c + e/k_m + 1/ h_f + R_c + R_{f1}]$$

$$K_w = 13,5 \text{ W/m } ^\circ\text{C} = 13,5 \text{ J/ms}^\circ\text{C} = 13,5 \times 10^{-3} \text{ kJ/ms}^\circ\text{C}$$

$$e = \text{ espesor de la placa} = 0,6 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$R_c = 5,20 \times 10^{-5} \text{ m}^2\text{k/W} = 1,904 \times 10^{-4} \text{ sm}^2\text{ }^\circ\text{C/kJ}$$

$$R_f = 5,20 \times 10^{-5} \text{ m}^2\text{k/W} = 1,904 \times 10^{-4} \text{ sm}^2\text{ }^\circ\text{C/kJ}$$

$$h_c = 2,58 \text{ kJ/m}^2\text{s}^\circ\text{C}$$

$$h_f = 2,080 \text{ kJ/m}^2\text{s}^\circ\text{C}$$

Por tanto:

$$U_s = 1 / [1/ h_c + e/k_m + 1/ h_f + R_c + R_f]$$

Sustituyendo los datos en la ecuación anterior:

$$U_s = 1,09506 \text{ kJ/sm}^2\text{ }^\circ\text{C} = 1095,06 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$$

Cálculo del Área de transferencia de calor (A) y del número de placas (N):

Del primer apartado se tiene que $Q = 312290 \text{ kJ/h} = 86,747 \text{ kW}$

Despejando A:

$$Q = U_s A \Delta T_m \rightarrow A = Q / (U_s \Delta T_m) = 86,747 \times 10^3 \text{ W} / (1095,06 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C} \times 16,245 \text{ }^\circ\text{C}) =$$

$$A = 4,87 \text{ m}^2$$

Las características de la placa las suministra el fabricante, en este caso “APV Invensys”:

$$L = 1237,5 \text{ mm} = 1,2375 \text{ m}$$

$$W = 427 \text{ mm} = 0,427 \text{ m}$$

Superficie de intercambio de una placa (a):

$$a = \text{ ancho por alto} = L \times W = 1,2375 \times 0,427 = 0,528 \text{ m}^2$$

$$\text{y como } N = A/a = 4,87 \text{ m}^2 / 0,528 \text{ m}^2 = 9,23 \approx 10 \text{ placas}$$

La sección regenerativa tiene un área total de 4,87 m² con un total de 10 placas.

CÁLCULO DE LA PÉRDIDA DE CARGA*Cálculo de la pérdida de carga para el fluido caliente (mix pasteurizado)*

$$\Delta P = 2f (G^2L) / (g\rho De)$$

$$\text{donde } f = 2.5 (GDe/\mu)^{-0.3}$$

$$m_c = 5500 \text{ kg/h} = 1,527 \text{ kg/s}$$

$$G = v\rho = 0,8127 \text{ m/s} \times 1100 \text{ kg/m}^3 = 893,97 \text{ kg/m}^2\text{s}$$

$$De = l_c \approx 2b = 2 \times 4 = 8 \text{ mm} = 8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\mu = 0,05 \text{ kg/ms}$$

$$L = 1,2375 \text{ m}$$

$$\rho = \text{densidad del fluido} = 1100 \text{ kg/m}^3$$

$$g = \text{aceleración de la gravedad} = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Sustituyendo los datos en las correspondientes ecuaciones:

$$f = 2,5 (GDe/\mu)^{-0.3} = 0,564$$

$$\Delta P_c = 2f (G^2L) / (g\rho De) = 12935,74 \text{ kg/m}^2 = 1,268 \text{ bar}$$

La pérdida de carga que se produce en el mix pasteurizado es de 1,268 bar

Cálculo de la pérdida de carga para el fluido frío (mix sin pasteurizar)

$$\Delta P = 2f (G^2L) / (g\rho De)$$

$$\text{donde } f = 2.5 (GDe/\mu)^{-0.3}$$

$$m_c = 5500 \text{ kg/h} = 1,527 \text{ kg/s}$$

$$G = v\rho = 0,8127 \text{ m/s} \times 1100 \text{ kg/m}^3 = 893,97 \text{ kg/m}^2\text{s}$$

$$De = l_c \approx 2b = 2 \times 4 = 8 \text{ mm} = 8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\mu = 0,08144 \text{ kg/ms}$$

$$L = 1,2375 \text{ m}$$

$$\rho = \text{densidad del fluido} = 1100 \text{ kg/m}^3$$

$$g = \text{aceleración de la gravedad} = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Sustituyendo los datos en las correspondientes ecuaciones:

$$f = 2,5 (GDe/\mu)^{-0.3} = 0,653$$

$$\Delta P_c = 2f (G^2L) / (g\rho De) = 14977,024 \text{ kg/m}^2 = 1,468 \text{ bar}$$

La pérdida de carga que se produce en el mix sin pasteurizar es de 1,468 bar

Cálculo de la Sección 5ª (II) (Sección de enfriamiento)

En esta sección las propiedades del fluido y la relación de temperaturas es la siguiente:

Propiedades del fluido	Unidades	Caliente	Frío
		Mix pasteurizado	Agua fría
Densidad	kg/m ³	1100	995.9
Calor Específico	kJ/kg °C	3,34	4,179
Conductividad Térmica	W/m °C	0,47	0,612
Viscosidad Entrada	mPa s	58	1,05
Viscosidad Salida	mPa s	249,31	0,65
Temperatura Entrada	°C	67	18
Temperatura Salida	°C	28	40

$$T_{fe} = \text{Temperatura del agua a la entrada: } 18 \text{ °C}$$

$$T_{fs} = \text{Temperatura del agua a la salida: } 40 \text{ °C}$$

$$T_{ce} = \text{Temperatura del mix pasteurizado a la entrada: } 67 \text{ °C}$$

$$T_{cs} = \text{Temperatura del mix pasteurizado a la salida: } 28 \text{ °C}$$

mf: Caudal másico del fluido frío (agua de red) kg/h: desconocido

Cpf: Calor específico del fluido frío (agua de red) = 4,179 kJ/kg °C

mc: Caudal másico del fluido caliente (mix pasteurizado) kg/h como la $p_{mix} = 1100 \text{ kg/m}^3$, para una $q_{ent} = 5000 \text{ l/h}$, se tiene que $m_f = 5500 \text{ kg/h}$

Cpc: Calor específico del fluido caliente (mix pasteurizado) = 3,34 kJ/kg °C

de esta ecuación sólo se desconoce la variable mf:

$$\text{donde } mf = [mcCpc (T_{cs} - T_{ce})] / Cpf (T_{fe} - T_{fs})$$

$$mf = [5500 \text{ kg/h} \times 3,34 \text{ kJ/kg °C} \times (28 \text{ °C} - 67 \text{ °C})] / [4,179 \text{ kJ/kg °C} \times (18 \text{ °C} - 40 \text{ °C})]$$

=

$$mf = 7792,534 \text{ kg/h} = 2,16 \text{ kg/s} \quad \text{como } \rho_f = 995,9 \text{ kg/m}^3$$

$$q_f = 7824,625 \text{ l/h}$$

Cálculo del calor intercambiado:

$$Q = mf Cpf (T_{fs} - T_{fe}) = 7792,534 \text{ kg/h} \times 4,179 \text{ kJ/kg °C} \times (40 \text{ °C} - 18 \text{ °C}) =$$

$$Q = 716429,99 \text{ kJ/h}$$

$$Q = 199 \text{ kW}$$

Diferencia media de temperatura (ΔT_m) se define como:

$$\Delta T_m = [(T_{ce} - T_{fs}) - (T_{cs} - T_{fe}) / \ln ((T_{ce} - T_{fs}) / (T_{cs} - T_{fe}))]$$

$$\Delta T_m = [(67 - 40) - (28 - 18) / \ln ((67 - 40) / (28 - 18))] = 17,11 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Es necesario introducir un factor F, menor que la unidad, quedando que la transferencia de calor a lo largo del intercambiador es:

$$Q = UA\Delta T_m = UAF\Delta T_{lm}$$

F: Factor de corrección (o de aproximación)

$$R = (T_{ce} - T_{cs}) / (T_{fs} - T_{fe}) = (67 - 28) / (40 - 18) = 1,77$$

$$P = (T_{fs} - T_{fe}) / (T_{ce} - T_{fe}) = (40 - 18) / (67 - 18) = 0,45$$

$$\Delta T_m = F \Delta T_{lm}$$

A partir de la gráfica para el cálculo del factor de corrección para intercambiadores de calor tubulares de un paso lado de la carcasa y dos pasos (o más) del lado de los tubos y con valores de $R=1,77$ y $P=0,45$, se obtiene que $F \approx 0,53$, así:

$$\Delta T_m = F \Delta T_{lm} = 0,53 \times 17,11 = 9,068 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Cálculo del coeficiente de calor sucio (U_s)

El coeficiente global de transferencia de calor viene dado por la expresión:

$$U_s = 1 / [1/h_c + e/k_m + 1/h_f + R_f + R_c]$$

Cálculo de coeficiente individual de convección para el fluido caliente (mix pasteurizado):

Cálculo del número de Reynolds:

$$Re = (v l_c \rho) / \mu$$

$$\rho = 1100 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = (58 + 249,31)/2 = 153,65 \text{ mPas} = 0,1536 \text{ kg/ms}$$

$$v = 1,527 \text{ kg/s} / (4 \times 10^{-3} \text{ m} \times 0,427 \text{ m} \times 1100 \text{ kg/m}^3) = 0,8127 \text{ m/s}$$

el valor de b dado por el fabricante es de $b = 4 \text{ mm}$

$$\text{Así, } l_c \approx 2b = 2 \times 4 = 8 \text{ mm} = 8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Para el cálculo del número de Reynolds:

$$\text{Re} = (v l_c \rho) / \mu = (0,8127 \text{ m/s} \times 8 \times 10^{-3} \text{ m} \times 1100 \text{ kg/m}^3) / 0,1536 \text{ kg/ms} = 46,56$$

Como el $\text{Re} < 400 \rightarrow$ Régimen Laminar; la expresión a emplear será:

$$hc = 0,742 C_{pf} G \text{Re}^{-0,62} \text{Pr}^{-0,667} \mu / \mu_0$$

Se considerará el cociente $\mu / \mu_0 \approx 1$

$$C_{pc} = 3,34 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$$

$$G = v\rho = 0,8127 \text{ m/s} \times 1100 \text{ kg/m}^3 = 893,97 \text{ kg/m}^2\text{s}$$

$$\text{Pr} = C_{pc} \mu / k$$

$$k = 0,47 \text{ W/m } ^\circ\text{C} = 0,47 \text{ J/ sm } ^\circ\text{C} = 0,47 \times 10^{-3} \text{ kJ/ sm } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Pr} = (3,34 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} \times 0,1536 \text{ kg/ms}) / (0,47 \times 10^{-3} \text{ kJ/ sm } ^\circ\text{C}) = 1091,54$$

Se obtiene:

$$hc = 1,927 \text{ kJ/m}^2\text{s } ^\circ\text{C}$$

Cálculo de coeficiente individual de convección para el fluido frío (agua fría):

$$\text{Re} = (v l_c \rho) / \mu$$

Las propiedades físicas de los fluidos se determinarán para el valor medio de la temperatura de cada uno.

$$m_f = 7792,534 \text{ kg/h} = 2,16 \text{ kg/s}$$

$$\rho = 995,9 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = (1,05 \text{ mPa s} + 0,65 \text{ mPa s}) / 2 = 0,85 \text{ mPa s} = 8,5 \times 10^{-4} \text{ kg/ms}$$

$$v = 2,16 \text{ kg/s} / (4 \times 10^{-3} \text{ m} \times 0,427 \text{ m} \times 1100 \text{ kg/m}^3) = 1,149 \text{ m/s}$$

el valor de b dado por el fabricante es de $b = 4 \text{ mm}$

$$\text{Así, } l_c \approx 2b = 2 \times 4 = 8 \text{ mm} = 8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Para el cálculo del número de Reynolds:

$$\text{Re} = (v l_c \rho) / \mu = (1,149 \text{ m/s} \times 8 \times 10^{-3} \text{ m} \times 995,9 \text{ kg/m}^3) / 8,5 \times 10^{-4} \text{ kg/ms} = 10769,78$$

Como en valor obtenido del $Re = 32072,408 \rightarrow Re > 400 \rightarrow$ Régimen Turbulento
Se utiliza la siguiente expresión:

$$Re > 400 \quad h_c = 0,2536 \text{ k/D}_e \text{ Re}^{0,65} \text{ Pr}^{0,4}$$

$$k = 0,612 \text{ W/m } ^\circ\text{C} = 0,612 \text{ J/ sm } ^\circ\text{C} = 0,612 \times 10^{-3} \text{ kJ/ sm } ^\circ\text{C}$$

$$D_e \approx 2b = 2 \times 4 = 8 \text{ mm} = 8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$G = v\rho = 1,149 \text{ m/s} \times 995,9 \text{ kg/m}^3 = 1144,289 \text{ kg/m}^2\text{s}$$

$$Pr = (7,31 + 2,75) / 2 = 5,03$$

Sustituyendo los datos en la ecuación anterior:

$$hf = 15,46 \text{ kJ/m}^2\text{s } ^\circ\text{C}$$

Cálculo del coeficiente de calor sucio (U_s)

$$U_s = 1 / [1/h_c + e/k_m + 1/h_f + R_c + R_f]$$

$$R_f = 3,40 \times 10^{-5} \text{ m}^2\text{k/W} = 1,245 \times 10^{-4} \text{ sm}^2\text{ } ^\circ\text{C/kJ}$$

$$R_c = 5,20 \times 10^{-5} \text{ m}^2\text{k/W} = 1,904 \times 10^{-4} \text{ sm}^2\text{ } ^\circ\text{C/kJ}$$

$$h_c = 1,927 \text{ kJ/m}^2\text{s } ^\circ\text{C}$$

$$hf = 15,46 \text{ kJ/m}^2\text{s } ^\circ\text{C}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación anterior:

$$U_s = 1,59138 \text{ kJ/sm}^2\text{ } ^\circ\text{C} = 1591,38 \text{ W/m}^2\text{ } ^\circ\text{C}$$

Cálculo del Área de transferencia de calor (A) y del número de placas (N):

Del apartado anterior se tiene que $Q = 716429,99 \text{ kJ/h} = 199 \text{ kW}$,

Despejando A:

$$Q = U_s A \Delta T_m \rightarrow A = Q / (U_s \Delta T_m) = 199 \times 10^3 \text{ W} / (1591,38 \text{ W/m}^2\text{ } ^\circ\text{C} \times 9,068 \text{ } ^\circ\text{C}) =$$

$$A = 13,79 \text{ m}^2$$

Las características de la placa las suministra el fabricante, en este caso "APV Invensys":

$$L = 1237,5 \text{ mm} = 1,2375 \text{ m}$$

$$W = 427 \text{ mm} = 0,427 \text{ m}$$

Superficie de intercambio de una placa (a):

$$\mathbf{a = ancho\ por\ alto = L \times W = 1,2375 \times 0,427 = 0,528\ m^2}$$

$$\mathbf{y\ como\ N = A/a = 13,79\ m^2 / 0,528\ m^2 = 26,11 \approx 27\ placas}$$

La primera sección de enfriamiento tiene un área total de 26,11 m² con un total de 27 placas.

CÁLCULO DE LA PÉRDIDA DE CARGA*Cálculo de la pérdida de carga para el fluido caliente (mix pasteurizado)*

$$\Delta P = 2f (G^2L) / (g\rho De)$$

donde $f = 2.5 (GDe/\mu)^{-0.3}$

$$m_c = 5500 \text{ kg/h} = 1,527 \text{ kg/s}$$

$$G = v\rho = 0,8127 \text{ m/s} \times 1100 \text{ kg/m}^3 = 893,97 \text{ kg/m}^2\text{s}$$

$$De = l_c \approx 2b = 2 \times 4 = 8 \text{ mm} = 8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\mu = 0,1536 \text{ kg/ms}$$

$$L = 1,2375 \text{ m}$$

$$\rho = \text{densidad del fluido caliente} = 1100 \text{ kg/m}^3$$

$$g = \text{aceleración de la gravedad} = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Sustituyendo los datos en las correspondientes ecuaciones:

$$f = 2.5 (GDe/\mu)^{-0.3} = 0,789$$

$$\Delta P_c = 2f (G^2L) / (g\rho De) = 18115,31 \text{ kg/m}^2 = 1,776 \text{ bar}$$

La pérdida de carga que se produce en el mix pasteurizado es de 1,776 bar

Cálculo de la pérdida de carga para el fluido frío (agua fría)

$$\Delta P = 2f (G^2L) / (g\rho De)$$

donde $f = 2.5 (GDe/\mu)^{-0.3}$

$$m_f = 7792,534 \text{ kg/h} = 2,164 \text{ kg/s}$$

$$G = v\rho = 1,149 \text{ m/s} \times 995,9 \text{ kg/m}^3 = 1144,289 \text{ kg/m}^2\text{s}$$

$$De = l_c \approx 2b = 2 \times 4 = 8 \text{ mm} = 8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\mu = 8,5 \times 10^{-4} \text{ kg/ms}$$

$$L = 1,2375 \text{ m}$$

$$\rho = \text{densidad del agua fría} = 995,9 \text{ kg/m}^3$$

$$g = \text{aceleración de la gravedad} = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Sustituyendo los datos en las correspondientes ecuaciones:

$$f = 2,5 (GDe/\mu)^{-0.3} = 0,154$$

$$\Delta P_f = 2f (G^2L) / (g\rho De) = 6403,137 \text{ kg/m}^2 = 0,6268 \text{ bar}$$

La pérdida de carga que se produce en el agua fría es de 0,6268 bar

Cálculo de la Sección 5ª (III) (Sección de enfriamiento)

En esta sección las propiedades del fluido y la relación de temperaturas es la siguiente:

Propiedades del fluido	Unidades	Caliente	Frío
		Mix pasteurizado	Agua helada
Densidad	kg/m ³	1100	999,9
Calor Específico	kJ/kg °C	3,34	4,201
Conductividad Térmica	W/m °C	0,425	0,566
Viscosidad Entrada	mPa s	249,31	1,67
Viscosidad Salida	mPa s	750	1,41
Temperatura Entrada	°C	28	2
Temperatura Salida	°C	4	8

T_{fe} = Temperatura del agua a la entrada: 2 °C
T_{fs} = Temperatura del agua a la salida: 8 °C
T_{ce} = Temperatura del mix pasteurizado a la entrada: 28 °C
T_{cs} = Temperatura del mix pasteurizado a la salida: 4 °C

mf: Caudal másico del fluido frío (agua helada) kg/h: desconocido

C_{pf}: Calor específico del fluido frío (agua helada) = 4,201 kJ/kg °C

mc: Caudal másico del fluido caliente (mix pasteurizado) para una qent= 5000 l/h, se tiene que mf= 5500 kg/h

C_{pc}: Calor específico del fluido caliente (mix pasteurizado) = 3,34 kJ/kg °C

de esta ecuación sólo se desconoce la variable mf:

donde $mf = [mcC_{pc}(T_{cs} - T_{ce})] / C_{pf}(T_{fe} - T_{fs}) =$

$mf = [5500 \text{ kg/h} \times 3,34 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} \times (4 \text{ } ^\circ\text{C} - 28 \text{ } ^\circ\text{C})] / [4,201 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} \times (2 \text{ } ^\circ\text{C} - 8 \text{ } ^\circ\text{C})] =$

$mf = 17491,073 \text{ kg/h} = 4,858 \text{ kg/s}$ como $\rho_f = 999,9 \text{ kg/m}^3$

$q_f = 17492,822 \text{ l/h}$

Cálculo del calor intercambiado:

$Q = mf C_{pf} (T_{fs} - T_{fe}) = 17491,073 \text{ kg/h} \times 4,201 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} \times (8 \text{ } ^\circ\text{C} - 2 \text{ } ^\circ\text{C}) =$

$Q = 440879,986 \text{ kJ/h}$

$Q = 122,56 \text{ kW}$

Diferencia media de temperatura (ΔT_m) se define como:

$$\Delta T_m = [(T_{ce} - T_{fs}) - (T_{cs} - T_{fe}) / \ln ((T_{ce} - T_{fs}) / (T_{cs} - T_{fe}))]$$

$$\Delta T_m = [(28 - 8) - (4 - 2) / \ln ((28 - 8) / (4 - 2))] = 7,817 \text{ }^\circ\text{C}$$

Es necesario introducir un factor F, menor que la unidad, quedando que la transferencia de calor a lo largo del intercambiador es:

$$Q = UA\Delta T_m = UAF\Delta T_{lm}$$

$$R = (T_{ce} - T_{cs}) / (T_{fs} - T_{fe}) = (28 - 4) / (8 - 2) = 4$$

$$P = (T_{fs} - T_{fe}) / (T_{ce} - T_{fe}) = (8 - 2) / (28 - 2) = 0,23$$

$$\Delta T_m = F \Delta T_{lm}$$

A partir de la gráfica para el cálculo del factor de corrección para intercambiadores de calor tubulares de un paso lado de la carcasa y dos pasos (o más) del lado de los tubos y con valores de $R=1,77$ y $P=0,45$, se obtiene que $F \approx 0,75$, así:

$$\Delta T_m = F \Delta T_{lm} = 0,75 \times 7,817 = 5,86 \text{ }^\circ\text{C}$$

Cálculo del coeficiente de calor sucio (Us)

El coeficiente global de transferencia de calor viene dado por la expresión:

$$Us = 1 / [1/ h_c + e/k_m + 1/ h_f + R_f + R_c]$$

Cálculo de coeficiente individual de convección para el fluido caliente (mix pasteurizado):

Cálculo del número de Reynolds:

$$Re = (v l_c \rho) / \mu$$

$$\rho = 1100 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = (249,31 + 750)/2 = 499,65 \text{ mPas} = 0,4996 \text{ kg/ms}$$

$$v = 1,527 \text{ kg/s} / (4 \times 10^{-3} \text{ m} \times 0,427 \text{ m} \times 1100 \text{ kg/m}^3) = 0,8127 \text{ m/s}$$

el valor de b dado por el fabricante es de $b = 4 \text{ mm}$

$$l_c \approx 2b = 2 \times 4 = 8 \text{ mm} = 8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Para el cálculo del número de Reynolds:

$$Re = (v l_c \rho) / \mu = (0,817 \text{ m/s} \times 8 \times 10^{-3} \text{ m} \times 1100 \text{ kg/m}^3) / 0,4996 \text{ kg/ms} = 14,39$$

Como el $Re < 400$ → Régimen Laminar; la expresión a emplear será:

$$h_c = 0,742 C_{pf} G Re^{-0,62} Pr^{-0,667} \mu / \mu_0$$

Se considerará el cociente $\mu / \mu_0 \approx 1$

$$C_{pc} = 3,34 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$$

$$G = v\rho = 0,8127 \text{ m/s} \times 1100 \text{ kg/m}^3 = 893,97 \text{ kg/m}^2\text{s}$$

$$Pr = C_{pc} \mu / k$$

$$k = 0,425 \text{ W/m } ^\circ\text{C} = 0,425 \text{ J/ sm } ^\circ\text{C} = 0,425 \times 10^{-3} \text{ kJ/ sm } ^\circ\text{C}$$

$$Pr = (3,34 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} \times 0,4996 \text{ kg/ms}) / (0,425 \times 10^{-3} \text{ kJ/ sm } ^\circ\text{C}) = 3926,268$$

Sustituyendo en la expresión anterior:

$$h_c = 1,699 \text{ kJ/m}^2\text{s } ^\circ\text{C}$$

Cálculo de coeficiente individual de convección para el fluido frío (agua helada):

$$Re = (v l_c \rho) / \mu$$

$$\rho = 999,9 \text{ kg/m}^3$$

$$mf = 17491,073 \text{ kg/h} = 4,858 \text{ kg/s}$$

$$\mu = (1,67 \text{ mPa s} + 1,41 \text{ mPa s}) / 2 = 1,54 \text{ mPa s} = 1,54 \times 10^{-3} \text{ kg/ms}$$

$$v = 4,858 \text{ kg/s} / (4 \times 10^{-3} \text{ m} \times 0,427 \text{ m} \times 999,9 \text{ kg/m}^3) = 2,844 \text{ m/s}$$

$$l_c \approx 2b = 2 \times 4 = 8 \text{ mm} = 8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Para el cálculo del número de Reynolds:

$$Re = (v l_c \rho) / \mu = (2,844 \text{ m/s} \times 8 \times 10^{-3} \text{ m} \times 999,9 \text{ kg/m}^3) / 1,54 \times 10^{-3} \text{ kg/ms} = 14775,38$$

Como en valor obtenido del $Re = 14775,38$ → $Re > 400$ → Régimen Turbulento

Se utiliza la siguiente expresión:

$$Re > 400 \quad h_c = 0,2536 k / D_e Re^{0,65} Pr^{0,4}$$

$$k = 0,566 \text{ W/m } ^\circ\text{C} = 0,566 \text{ J/ sm } ^\circ\text{C} = 0,566 \times 10^{-3} \text{ kJ/ sm } ^\circ\text{C}$$

$$D_e \approx 2b = 2 \times 4 = 8 \text{ mm} = 8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$G = v\rho = 2,844 \text{ m/s} \times 999,9 \text{ kg/m}^3 = 2843,71 \text{ kg/m}^2\text{s}$$

$$Pr = (12,39 + 10,86) / 2 = 11,625$$

Sustituyendo los valores en la expresión anterior:

$$hf = 24,56 \text{ kJ/m}^2\text{s}^\circ\text{C}$$

Cálculo del coeficiente de calor sucio (Us)

$$Us = 1 / [1/h_c + e/k_m + 1/h_f + R_c + R_f]$$

$$K_m = 13,5 \text{ W/m}^\circ\text{C} = 13,5 \text{ J/ms}^\circ\text{C} = 13,5 \times 10^{-3} \text{ kJ/ms}^\circ\text{C}$$

$$e = \text{espesor de la placa} = 0,6 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$R_f = 3,40 \times 10^{-5} \text{ m}^2\text{k/W} = 1,245 \times 10^{-4} \text{ sm}^2\text{C/kJ}$$

$$R_c = 5,20 \times 10^{-5} \text{ m}^2\text{k/W} = 1,904 \times 10^{-4} \text{ sm}^2\text{C/kJ}$$

$$hc = 1,699 \text{ kJ/m}^2\text{s}^\circ\text{C}$$

$$hf = 24,56 \text{ kJ/m}^2\text{s}^\circ\text{C}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación anterior:

$$Us = 1,48355 \text{ kJ/sm}^2\text{C} = 1483,55 \text{ W/m}^2\text{C}$$

Cálculo del Área de transferencia de calor (A) y del número de placas (N):

Del apartado anterior se tiene que $Q = 440879,986 \text{ kJ/h} = 122,56 \text{ kW}$,

Despejando A:

$$Q = UsA\Delta T_m \rightarrow A = Q / (Us\Delta T_m) = 122,56 \times 10^3 \text{ W} / (1483,55 \text{ W/m}^2\text{C} \times 5,86 \text{ C}) =$$

$$A = 14,09 \text{ m}^2$$

Las características de la placa las suministra el fabricante, en este caso "APV Invensys":

$$L = 1237,5 \text{ mm} = 1,2375 \text{ m}$$

$$W = 427 \text{ mm} = 0,427 \text{ m}$$

Superficie de intercambio de una placa (a):

$$a = \text{ancho por alto} = L \times W = 1,2375 \times 0,427 = 0,528 \text{ m}^2$$

$$\text{y como } N = A/a = 14,09 \text{ m}^2 / 0,528 \text{ m}^2 = 26,7 \approx 27 \text{ placas}$$

La segunda sección de enfriamiento tiene un área total de 14,09 m² con un total de 27 placas.

CÁLCULO DE LA PÉRDIDA DE CARGA

Cálculo de la pérdida de carga para el fluido caliente (mix pasteurizado)

$$\Delta P = 2f (G^2L) / (g\rho De)$$

donde $f = 2.5 (GDe/\mu)^{-0.3}$

$m_c = 5500 \text{ kg/h} = 1,527 \text{ kg/s}$

$G = v\rho = 0,8127 \text{ m/s} \times 1100 \text{ kg/m}^3 = 893,97 \text{ kg/m}^2\text{s}$

$De = l_c \approx 2b = 2 \times 4 = 8 \text{ mm} = 8 \times 10^{-3} \text{ m}$

$\mu = 0,4996 \text{ kg/ms}$

$L = 1,2375 \text{ m}$

$\rho = \text{densidad del fluido caliente} = 1100 \text{ kg/m}^3$

$g = \text{aceleración de la gravedad} = 9,8 \text{ m/s}^2$

Sustituyendo los datos en las correspondientes ecuaciones:

$$f = 2.5 (GDe/\mu)^{-0.3} = 1,125$$

$$\Delta P_c = 2f (G^2L) / (g\rho De) = 25802,68 \text{ kg/m}^2 = 2,53 \text{ bar}$$

La pérdida de carga que se produce en el mix pasteurizado es de 2,53 bar

Cálculo de la pérdida de carga para el fluido frío (agua helada)

$$\Delta P = 2f (G^2L) / (g\rho De)$$

donde $f = 2,5 (GDe/\mu)^{-0.3}$

$m_f = \text{kg/h} = 4,858 \text{ kg/s}$

$G = v\rho = 2,844 \text{ m/s} \times 999,9 \text{ kg/m}^3 = 2843,71 \text{ kg/m}^2\text{s}$

$De = l_c \approx 2b = 2 \times 4 = 8 \text{ mm} = 8 \times 10^{-3} \text{ m}$

$\mu = 1,54 \times 10^{-3} \text{ kg/ms}$

$L = 1,2375 \text{ m}$

$\rho = \text{densidad del agua fría} = 999,9 \text{ kg/m}^3$

$g = \text{aceleración de la gravedad} = 9,8 \text{ m/s}^2$

Sustituyendo los datos en las correspondientes ecuaciones:

$$f = 2,5 (GDe/\mu)^{-0.3} = 0,14$$

$$\Delta P_f = 2f (G^2L) / (g\rho De) = 35806,31 \text{ kg/m}^2 = 3,51 \text{ bar}$$

La pérdida de carga que se produce en el agua helada es de 3,51 bar

CÁLCULO DE LA LONGITUD DEL TUBO DE MANTENIMIENTO

La longitud del tubo de mantenimiento y la velocidad de flujo se calculan de forma que el tiempo de permanencia en esta sección sea igual al tiempo requerido de mantenimiento. Es necesario controlar de forma precisa el caudal de producto que pasa por la sección de mantenimiento. El tiempo de mantenimiento es inversamente proporcional al caudal de producto en esta sección.

Cálculo de la longitud del tubo de mantenimiento

Como el perfil de velocidades en el tubo de mantenimiento no es uniforme, algunas porciones de mix tendrán una velocidad de circulación superior a la media. Para asegurar que las porciones que se mueven a mayor velocidad sean pasteurizadas suficientemente, se debe utilizar un factor de eficiencia, cuyos valores oscilan entre 0,8 y 0,9. (“Manual de Industrias Lácteas”, 1996. Tetra Pak)

$$V = (Q \times TM) / (3600 \times \eta) \quad \text{dm}^3$$

donde:

Q= Caudal de pasteurización en l/h. En este caso el caudal de mix a pasteurizar es de 5000 l/h.

TM= Tiempo de mantenimiento en segundos. En este caso será de 15 segundos; (valor obtenido de los cálculos del apartado 5.3.2.1. *Elección de la combinación tiempo/temperatura en el proceso de pasteurización*, perteneciente a la Memoria Descriptiva del presente PFC).

V= Volumen de mix en l o en dm³ que se corresponden con Q y TM.

η =Factor de eficiencia. Se seleccionará un valor intermedio entre 0,8 y 0,9, es decir, 0,85.

$$V = (Q \times TM) / (3600 \times \eta) = (5000 \text{ l/h} \times 15 \text{ s}) / (3600 \text{ s} \times 0,85) = 24,51 \text{ litros}$$

Por otra parte:

$$L = (V \times 4) / (\pi \times D^2)$$

donde:

L= Longitud del tubo de mantenimiento en dm.

D= Diámetro del tubo. Supondremos un diámetro de 48,5mm= 0,485 dm.

$$L = (V \times 4) / (\pi \times D^2) = (24,51 \text{ dm}^3 \times 4) / (\pi \times (0,485 \text{ dm})^2) = 132,67 \text{ dm} = 13,267 \text{ m}$$

Longitud del tubo de mantenimiento = 13,267 m
--

Datos de proceso por sección	Sección de Calentamiento		Sección Regenerativa		Sección de Enfriamiento (II)		Sección de Enfriamiento (III)	
	Caliente	Frío	Caliente	Frío	Caliente	Frío	Caliente	Frío
Fluido	Agua Caliente	Mix sin pasteurizar	Mix pasteurizado	Mix sin pasteurizar	Mix pasteurizado	Agua fría	Mix pasteurizado	Agua helada
Caudal Másico	kg/h	8259,67	5500	5500	5500	7792,53	5500	17492,82
Temperatura de Entrada	°C	90,0	67,0	84,0	50,0	67,0	18,0	28,0
Temperatura de Salida	°C	81,0	84,0	70,0	67,0	28,0	40,0	4,0
Pérdida de carga, calculada	bar	2,083	1,268	1,268	1,468	1,776	0,628	2,53
Intercambio Térmico	kW	86,747		86,747		199		122,56
Coef. Global Diseño	W/°C m ²	1791,35		1095,06		1591,38		1483,55
Temperatura Media Logarítmica	°C	5,38		16,245		9,068		5,86
Número de Placas en La Sección		18		10		27		27
Área activa en sección	m ²	9		4,87		13,79		14,09

CARACTERÍSTICAS DEL MIX PARA UNA MEZCLA DE COMPOSICIÓN UN 40% EN SÓLIDOS TOTALES Y 20% DE MATERIA GRASA

Propiedades del Fluido		Caliente	Frío	Caliente	Frío	Caliente	Frío	Caliente	Frío
Densidad	kg/(m ³)	968,3	1100,0	1100,0	1100,0	1100,0	995,9	1100,0	999,9
Calor Específico	kJ/kg °C	4,201	3,890	3,890	3,890	3,890	4,179	3,890	4,201
Conductividad Térmica	W/m °C	0,673	0,504	0,504	0,485	0,470	0,612	0,425	0,566
Viscosidad de Entrada	mPa s	0,32	58,00	42,00	104,88	58,00	1,05	249,31	1,67
Viscosidad de Salida	mPa s	0,35	42,00	58,00	58,00	249,31	0,65	750,00	1,41

FUENTE: "MANUAL UNILEVER FOOD PRODUCTIONS, U.K.".

TABLA A.9

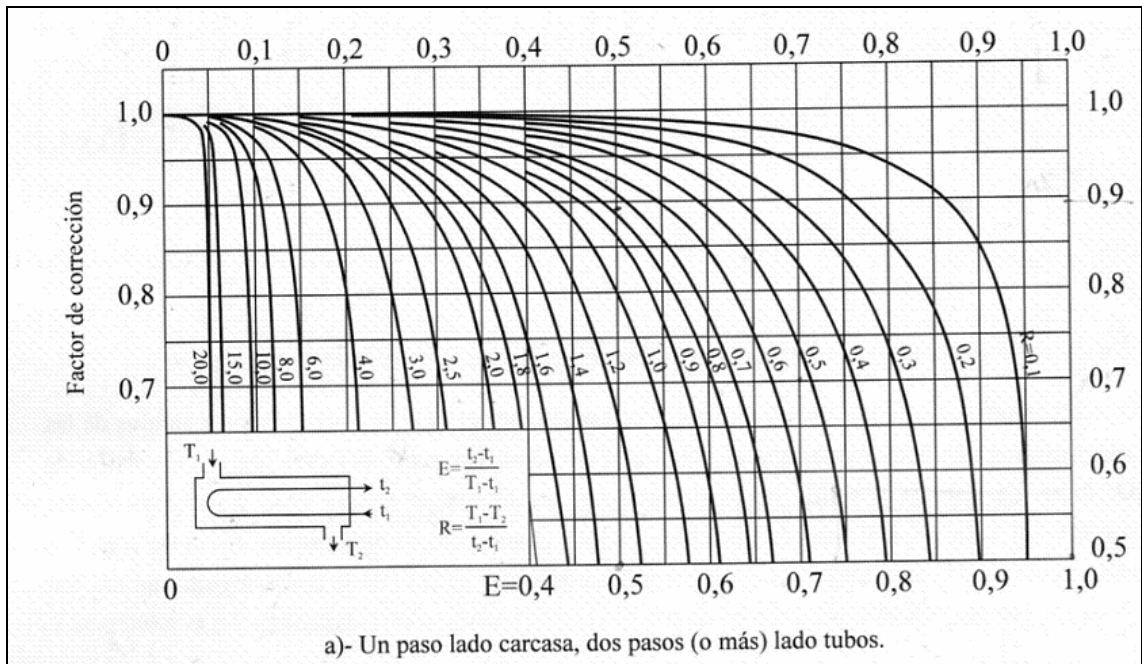
Propiedades del agua (líquido saturado)*.

Nota: $Gr, Pr = \left(\frac{g\beta\rho^2c_p}{\mu k} \right) x^3 \Delta T$

°F	°C	c_p , kJ/kg·°C	ρ , kg/m ³	μ , kg/m·s	k , W/m·°C	Pr	$\frac{g\beta\rho^2c_p}{\mu k}$, 1/m ³ ·°C
32	0	4,225	999,8	$1,79 \times 10^{-3}$	0,566	13,25	
40	4,44	4,208	999,8	1,55	0,575	11,35	$1,91 \times 10^9$
50	10	4,195	999,2	1,31	0,585	9,40	$6,34 \times 10^9$
60	15,56	4,186	998,6	1,12	0,595	7,88	$1,08 \times 10^{10}$
70	21,11	4,179	997,4	$9,8 \times 10^{-4}$	0,604	6,78	$1,46 \times 10^{10}$
80	26,67	4,179	995,8	8,6	0,614	5,85	$1,91 \times 10^{10}$
90	32,22	4,174	994,9	7,65	0,623	5,12	$2,48 \times 10^{10}$
100	37,78	4,174	993,0	6,82	0,630	4,53	$3,3 \times 10^{10}$
110	43,33	4,174	990,6	6,16	0,637	4,04	$4,19 \times 10^{10}$
120	48,89	4,174	988,8	5,62	0,644	3,64	$4,89 \times 10^{10}$
130	54,44	4,179	985,7	5,13	0,649	3,30	$5,66 \times 10^{10}$
140	60	4,179	983,3	4,71	0,654	3,01	$6,48 \times 10^{10}$
150	65,55	4,183	980,3	4,3	0,659	2,73	$7,62 \times 10^{10}$
160	71,11	4,186	977,3	4,01	0,665	2,53	$8,84 \times 10^{10}$
170	76,67	4,191	973,7	3,72	0,668	2,33	$9,85 \times 10^{10}$
180	82,22	4,195	970,2	3,47	0,673	2,16	$1,09 \times 10^{11}$
190	87,78	4,199	966,7	3,27	0,675	2,03	
200	93,33	4,204	963,2	3,06	0,678	1,90	
220	104,4	4,216	955,1	2,67	0,684	1,66	
240	115,6	4,229	946,7	2,44	0,685	1,51	
260	126,7	4,250	937,2	2,19	0,685	1,36	
280	137,8	4,271	928,1	1,98	0,685	1,24	
300	148,9	4,296	918,0	1,86	0,684	1,17	
350	176,7	4,371	890,4	1,57	0,677	1,02	
400	204,4	4,467	859,4	1,36	0,665	1,00	
450	232,2	4,585	825,7	1,20	0,646	0,85	
500	260	4,731	785,2	1,07	0,616	0,83	
550	287,7	5,024	735,5	$9,51 \times 10^{-5}$			
600	315,6	5,703	678,7	8,68			

* Adaptado al SI de A. I. Brown y S. M. Marco: *Introduction to Heat Transfer*, 3.ª ed., McGraw-Hill Book Company, Nueva York, 1958.

Gráfica para la determinación del Factor de Corrección (F) en función de R y P



11.1. Instrucción Técnica complementaria referente a intercambiadores de calor ITC MIE AP 13 (O. DE 11-10-88. BOE 21-10-88)

Primera.- A los intercambiadores de calor de placas instalados antes de la entrada en vigor de esta Instrucción Técnica Complementaria, sólo les será de aplicación, de lo que ésta prescribe, los apartados referentes a inspecciones y pruebas periódicas y dispositivos de seguridad y control de la instalación

Segunda.- Los intercambiadores de calor de placas construidos con tipos aprobados o registrados antes de la fecha de entrada en vigor de esta ITC podrán seguirse construyendo durante un plazo de seis meses contados a partir de la publicación en el «Boletín Oficial del Estado» de la presente disposición.

Para poder seguir construyendo los mencionados tipos, a partir de dicho plazo será necesario obtener un nuevo registro de tipo, para lo cual será suficiente presentar una Memoria descriptiva y un certificado extendido por una Entidad colaboradora facultada para la aplicación de la Reglamentación de Aparatos a Presión en los que se haga constar las variaciones introducidas en el tipo de que se trate y que el mismo cumple las especificaciones exigidas por esta ITC.

ANEXO

1. GENERALIDADES

1.1. Definiciones.- A efectos de esta ITC, se adoptarán las siguientes definiciones:

1.1.1. Intercambiador de calor de placas.-Un intercambiador de calor de placas, ICP, es un aparato que transfiere energía térmica de un fluido a otro, ambos circulando en círculos cerrados independientes, habiendo o no cambios de fase y sin que exista mezcla de fluidos.

Los ICP incluidos en esta ITC están constituidos por un conjunto de placas estampadas y corrugadas montadas en un bastidor común. Otros diseños intercalan placas intermedias de conexión para disponer, en un mismo ICP, de diferentes secciones.

La estanqueidad y distribución de los fluidos que circulan por ambos circuitos del ICP se obtiene por:

Una junta de material adecuado que se sitúa en el perímetro de la placa de transferencia de calor y alrededor de los taladros de entrada/salida del fluido.

Soldadura en el perímetro de contacto de las placas de transferencia de calor.

El cierre hidráulico del ICP se obtiene sometiendo el conjunto de placas de transferencia de calor a un esfuerzo de compresión mediante los pernos de apriete o por medio de tuercas de apriete montadas en las barras guía y soporte del bastidor.

1.1.2. Presión de diseño.-Presión utilizada en el cálculo mecánico del ICP. La presión de diseño deberá ser mayor o igual que la presión máxima de servicio.

1.1.3. Presión de servicio.-Presión normal de trabajo del ICP a la temperatura de servicio.

1.1.4. Presión de prueba.-Presión a la que se somete el ICP para comprobar su resistencia en las condiciones estáticas a las que ha sido diseñado.

1.1.5. Temperatura de servicio. Temperatura normal de trabajo del ICP.

1.1.6. Temperatura de diseño.-Temperatura utilizada en el cálculo mecánico de ICP, y deberá ser mayor o igual que la temperatura máxima de servicio.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

La presente Instrucción abarca a los intercambiadores de calor de placas (I C P) quedando exceptuados de los preceptos de esta ITC aquellos cuyo potencial de riesgo definido como se indica en el punto 3, sea igual o inferior a 100. Los cuales, al amparo de los dispuesto en el artículo 5.º del Reglamento de Aparatos a Presión, se considerarán igualmente excluidos del mismo.

Quedan excluidos de esta ITC los intercambiadores de calor de espiral. Cuando por razón del lugar en que vayan a prestar servicio existan otras prescripciones reglamentarias, los ICP deberán cumplir además lo en ellas dispuesto, como complemento.

3. CLASIFICACIÓN DE LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR DE PLACAS

Los ICP se clasifican en las siete categorías definidas como a continuación se detalla, en función de las características del fluido que vayan a contener y de su potencial de riesgo, definido como el producto de la presión de diseño en bar por el volumen total contenido en ambos circuitos expresado en dm^3 .

3.1. Potencial de riesgo.

Grupo 1: Mayor de 10.000.

Grupo 2: Mayor de 2.500 y menor o igual de 10.000.

Grupo 3: Mayor de 500 y menor o igual de 2.500.

Grupo 4: Menor o igual de 500.

Características de los fluidos.

Grupo A: Líquidos o gases tóxicos, ácidos, cáusticos o inflamables a cualquier temperatura. Se exceptúan de este grupo las soluciones ácidas o básicas para limpieza.

Grupo B: Vapor de agua.

Grupo C: Agua y otros fluidos no contenidos en A y/o B a temperatura superior a 85 °C y soluciones de limpieza.

Grupo D: Agua y otros fluidos no contenidos en A y/o B a temperatura inferior a 85 °C.

3.3. Categorías de intercambiadores de calor de placas.

Potencial de riesgo / Características del fluido	A	B	C	D
1	1A Categoría I	1B Categoría II	1C Categoría III	1D Categoría IV
2	2A Categoría II	2B Categoría III	2C Categoría IV	2D Categoría V
3	3A Categoría III	3B Categoría IV	3C Categoría V	3D Categoría VI
4	4A Categoría IV	4B Categoría V	4C Categoría VI	4D Categoría VII

Si por el intercambiador de calor de placas circulan fluidos pertenecientes a distintos grupos según lo definido en 3.2, para la definición de su categoría, se utilizará el de mayor peligrosidad.

4. COMPLEMENTO A LAS NORMAS DE CARACTER GENERAL ESTABLECIDAS EN EL REGLAMENTO DE APARATOS A PRESIÓN

4.1. *Registro de tipos.*-El registro previo de los tipos de intercambiadores de calor de placas se efectúa de acuerdo con el artículo 6.º del Reglamento de Aparatos a Presión. Dicho registro de tipo podrá solicitarse por fabricantes de cualquiera de los Estados miembros de la CEE legalmente reconocidos en su país de origen, o bien por importadores a los que se refiere el punto 4.5.2 de esta ITC.

Estos aparatos se registrarán con el máximo número de placas admisibles para cada tipo de bastidor, lo cual deberá consignarse en la correspondiente ficha técnica. Las placas que se utilicen en estos ICP deberán ir acompañadas con un certificado, al que se adjuntará el protocolo de ensayos correspondiente, en el que se acrediten sus características mecánicas, químicas y presión de prueba extendido por el fabricante respectivo.

4.2. Conformidad de la producción.

4.2.1. Los intercambiadores de calor de placas comprendidos en el registro de tipo habrán de someterse a un control en las instalaciones del fabricante, a efectos de comprobar que su fabricación se lleva a cabo de acuerdo con los tipos registrados. Con dicho objeto, el fabricante o importador habrá de presentar ante el órgano territorial competente de la Administración Pública, al iniciar la fabricación de un tipo registrado y, posteriormente, cada tres años, un certificado extendido por una Entidad de Inspección y Control Reglamentario (ENICRE) en el que se acredite la permanencia de la idoneidad de los medios de producción y control utilizados en la fabricación del tipo.

Será responsabilidad del fabricante o importador, en su caso, la presentación del certificado citado en el párrafo anterior. La no presentación del mismo en los

plazos establecidos supondrá la automática cancelación del registro del tipo correspondiente.

4.2.2. Por razones de las especiales características de los intercambiadores que se deseen importar, podrá admitirse por el Centro directivo del Ministerio de Industria y Energía competente en materia de seguridad industrial, que el certificado de conformidad de la producción sea emitido por una Entidad de control del país de origen, siempre que se justifiquen previamente las causas que lo aconsejan.

Para aquellos intercambiadores de calor de placas procedentes de cualquiera de los Estados

Miembros de la Comunidad Económica Europea, el Ministerio de Industria y Energía deberá aceptar que el certificado de conformidad de la producción sea emitido por un Organismo de Control oficialmente reconocido en algún Estado de la CEE siempre que haya sido notificado por el Estado de origen conforme a lo que especifica el artículo 13 de la Directiva 76/767/CEE. Dicho certificado deberá estar redactado, al menos, en castellano o bien acompañado de traducción con efectos legales en España.

4.3. *Primera prueba.*- Todos los intercambiadores de calor de placas incluidos en esta ITC serán sometidos a una prueba de presión antes de su instalación: a una presión de como mínimo 1,3 veces la presión de diseño multiplicada por la relación entre la tensión admisible a la temperatura de prueba y la tensión admisible a la temperatura de servicio para los materiales empleados en la construcción del ICP, utilizando como fluido de prueba agua a la temperatura ambiente

Salvo justificación adecuada, la primera prueba de presión se efectuará como a continuación se detalla:

En primer lugar se presurizará cada circuito a la presión de prueba, manteniendo el otro a presión atmosférica.

Después, llenos ambos circuitos del fluido de prueba, se presurizarán simultáneamente a la presión de prueba.

La prueba hidráulica se efectuará con una bomba adecuada, que contará con los dispositivos de seguridad necesarios para impedir de forma eficaz y segura que durante el ensayo pueda sobrepasarse la presión de prueba, la cual se mantendrá durante treinta minutos, como mínimo, sin que se observen fugas ni deformaciones permanentes.

Los manómetros que indican la presión de prueba estarán debidamente calibrados y se procurará que la lectura se sitúe en el tercio central de la escala del manómetro.

La primera prueba de presión de los intercambiadores de calor de placas, categorías I, II, III2B, III3A, se realizará bajo la supervisión del órgano territorial competente de la Administración Pública o, si ésta lo estima conveniente, por una Entidad de Inspección y Control Reglamentario.

En el caso de tratarse de intercambiadores de calor de placas procedentes de cualquiera de los Estados miembros de la Comunidad Económica Europea, el Ministerio de Industria y Energía deberá aceptar que la primera prueba de presión sea realizada bajo la supervisión de un Organismo de control oficialmente reconocido en algún Estado de la CEE, siempre que haya sido notificado por el Estado de origen conforme a lo que especifica el artículo 13 de la Directiva

76/767/CEE El acta correspondiente deberá estar redactada, al menos, en castellano o bien acompañada de la traducción con efectos legales en España.

Los intercambiadores de calor de placas de las restantes categorías serán probados por el control de calidad del fabricante de cualquier Estado miembro de la CEE, o del instalador si el aparato se monta en el lugar de emplazamiento, quedando en todo caso constancia escrita de las pruebas.

Si el resultado de las pruebas es positivo, se grabará la correspondiente placa de diseño de acuerdo con lo indicado en el artículo 20 del Reglamento de Aparatos a Presión.

4.4. Inspecciones y pruebas periódicas.-El alcance de las inspecciones y pruebas periódicas a las que deberán someterse los intercambiadores de calor de placas amparados por esta ITC es, según sus categorías, el siguiente:

a) Inspección exterior.

Consistirá, como mínimo, en una inspección visual de las zonas del intercambiador de calor de placas sometidas a mayores esfuerzos (bastidor, pernos de apriete, pernos de las conexiones, etc.), de los elementos de seguridad de la instalación, como válvulas de seguridad, manómetros, etc., así como de los elementos de identificación y demás características del ICP, por si han sufrido manipulaciones no adecuadas.

b) Prueba de presión.

Consistirá en una prueba hidrostática efectuada en las mismas condiciones que la primera prueba. En casos debidamente justificados, el usuario podrá sustituir el fluido de prueba por otro distinto del agua, siempre que éste no afecte a los materiales del intercambiador de calor de placas y esté a una temperatura de 15 °C por debajo de su punto de ebullición a presión atmosférica.

En cualquier prueba sustitutiva, las condiciones de la misma serán presentadas por el usuario ante el órgano territorial competente de la Administración, para su aprobación.

Los anteriores controles y pruebas serán efectuados por el usuario u órgano territorial competente de la Administración Pública o, si éste lo estima conveniente, por una Entidad de Inspección y Control Reglamentario (ENICRE), según la categoría del aparato y la tabla II de esta ITC.

Categoría	Características de los fluidos	Inspección exterior	Prueba de presión
I	A	Cada 3 años; usuario	Cada 10 años; órgano territorial competente o ENICRE
II	A,B	Cada 4 años; usuario	Cada 10 años; órgano territorial competente o ENICRE
III	A,B,C	Cada 5 años; usuario	Cada 10 años; órgano territorial competente o ENICRE
IV	A,B	Cada 5 años; usuario	No se requiere
IV	C,D	No se requiere	No se requiere
V	B,C,D	No se requiere	No se requiere
VI	C,D	No se requiere	No se requiere
VII	D	No se requiere	No se requiere

En cualquier caso quedará constancia escrita de las pruebas, levantándose acta y entregando copia al órgano territorial competente de la Administración Pública, otra al titular del aparato y la tercera, en su caso, quedará en poder de la Entidad de Inspección y Control Reglamentario.

4.5. Fabricantes e importadores.

4.5.1. Fabricante.- Es la persona física o jurídica que, cumpliendo todas las condiciones legales que correspondan, construye los aparatos incluidos en esta ITC.

Los fabricantes españoles de aparatos incluidos en esta ITC cumplirán, como mínimo, las siguientes condiciones:

- a) Estar inscritos en el Registro de Fabricantes de Aparatos a Presión que a tal efecto llevará el órgano territorial competente de la Administración Pública donde radiquen sus talleres.
- b) Responsabilizarse de que los aparatos fabricados por ellos cumplan las condiciones reglamentarias.
- c) Disponer de, al menos, un técnico titulado competente, responsable del cumplimiento de las condiciones reglamentarias, incluidos el diseño, fabricación y pruebas.
- d) Llevar un Libro de Registro en que consten las características de los aparatos fabricados, fecha y número de fabricación y fecha de la primera prueba de acuerdo con lo exigido en esta ITC.
- e) Proporcionar asistencia técnica en todo el territorio nacional, bien por sí mismo o a través de instaladores, a los usuarios de los aparatos fabricados.
- f) Tener cubierta la responsabilidad civil que pueda derivarse de sus actuaciones mediante la correspondiente póliza de seguros, por una cuantía mínima de 15.000.000 de pesetas por siniestro, con cláusula de actualización anual de acuerdo con el Índice de Precios al Consumo del Instituto Nacional de Estadística.

4.5.2. Importador. Es la persona física o jurídica que, reuniendo las condiciones legales, se dedica a la importación de los aparatos incluidos en esta ITC.

Todo importador de aparatos incluidos en esta ITC deberá acreditar ante el órgano territorial competente de la Administración Pública que cumple, como mínimo, las siguientes condiciones:

- a) Responsabilizarse de que los aparatos importados por ellos cumplan las condiciones reglamentarias.
- b) Disponer de, al menos, un técnico titulado competente, responsable del cumplimiento de las condiciones reglamentarias, incluidos el diseño, fabricación y pruebas.
- c) Llevar un Libro de Registro en que consten las características de los aparatos importados, fecha y número de fabricación y fecha de la primera prueba de acuerdo con lo exigido en esta ITC.
- d) Proporcionar asistencia técnica en todo el territorio nacional, bien por sí mismo o a través de instaladores, a los usuarios de los aparatos importados.
- e) Tener cubierta la responsabilidad civil que pueda derivarse de sus actuaciones mediante la correspondiente póliza de seguros, por una cuantía mínima de 15.000.000 de pesetas por siniestro, con cláusula de actualización anual de acuerdo con el Índice de Precios al Consumo del Instituto Nacional de Estadística.

No obstante lo indicado con anterioridad, cuando se trate de aparatos procedentes de algún Estado miembro de la CEE, los apartados b) y c) no serán de aplicación, asimismo el apartado a) se sustituirá por el texto siguiente:

- a) Responsabilizarse de que los aparatos importados por ellos no han sido alterados en relación con los suministrados por el fabricante.

4.5.3. Para los intercambiadores de calor de placas de potencial de riesgo igual o menor de 500 y que utilicen fluidos de características correspondientes a los grupos C y D (punto 3) se exime a los fabricantes e importadores de la obligación de anotarlos en el Libro de Registro mencionado en el artículo 9.º del Reglamento de Aparatos a Presión.

4.6. *Instalador*.- Es la persona física o jurídica que efectúa la instalación de los intercambiadores de calor de placas y sus elementos auxiliares, y que figura inscrita en el registro correspondiente del órgano territorial competente de la Administración Pública.

Los instaladores deberán cumplir, como mínimo, lo siguiente:

- a) Estar inscritos en el Registro correspondiente del órgano territorial competente de la Administración Pública.

b) Responsabilizarse de que la ejecución de las instalaciones se lleve de acuerdo con las normas reglamentarias de seguridad, que han sido efectuadas con resultado satisfactorio las pruebas y ensayos exigidos y que los intercambiadores de calor que instalan cumplen lo requerido en esta ITC.

c) Tener cubierta la responsabilidad civil que pueda derivarse de sus actuaciones mediante la correspondiente póliza de seguros, por una cuantía mínima de 15.000.000 de pesetas por siniestro, con cláusula de actualización anual de acuerdo con el índice de precios al consumo del Instituto Nacional de Estadística.

4.7. Usuario.- Es la persona física o jurídica propietaria o explotadora de la instalación en la que está ubicado el ICP.

El titular del intercambiador de calor de placas será responsable de su conservación, de que las inspecciones y pruebas periódicas se realicen en las fechas reglamentarias y de solicitar las autorizaciones oficiales requeridas en esta ITC.

4.8. Instalación y puesta en servicio.- La instalación de los intercambiadores de calor de placas comprendidos en esta ITC no requieren tramitación alguna para su instalación a

excepción de los de categoría I, II, III (3A) y III (2B) según se ha definido en el punto 3, tabla I, de esta ITC. Los cuales tramitarán su instalación y puesta en servicio conforme a lo establecido en el Real Decreto 2135/1980, de 26 de septiembre, sobre liberalización industrial, y Orden de 19 de diciembre de 1980, que establece la norma de procedimiento y desarrollo de dicho Real Decreto. El proyecto que debe presentarse a efectos del citado Real Decreto comprenderá como mínimo los siguientes extremos:

1.º Características del ICP en cuestión:

Fluidos contenidos y sus características.

Presiones de diseño y servicio.

Acta de la primera prueba de presión.

Volumen total.

Elementos de seguridad en los sistemas de alimentación, incluyendo consideraciones de seguridad por exceso de presión y medidas de presión y temperatura en función de la aplicación a la que se destine el aparato.

Guía de primeros auxilios en caso de accidente.

2.º Datos del fabricante y, en su caso, del importador.

Nombre y razón social.

Año de fabricación.

Número de fabricación.

3.º Datos del instalador del ICP.

Nombre y razón social.

4.º Clase de industria a la que se destina el intercambiador de calor de placas y ubicación de la misma.

5.º Planos.

Planos de emplazamiento del ICP.

Planos de conjunto.

Esquema general de la instalación

4.9. Placas de identificación y diseño.- Todos los intercambiadores de calor de placas objeto de esta ITC irán provistos de las placas de identificación y diseño, escritas al menos en castellano, previstas en el artículo 19 del Reglamento de Aparatos a Presión.

5. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Para el diseño mecánico de los intercambiadores de calor de placas su utilizará uno de los siguientes códigos u otro internacionalmente reconocido.

ASME (USA).

A-D MERKBLATTER (República Federal de Alemania)

Código Sueco de Recipientes a Presión (Suecia).

CODAP (Francia).

British Standard (Reino Unido).

En cualquier caso se podrán utilizar los códigos vigentes en los Estados miembros de la CEE, siempre que permitan alcanzar de forma satisfactoria el nivel de seguridad que establece la presente ITC.

Una vez elegido el código de diseño, se aplicará en su totalidad, sin poderse efectuar mezclas de cálculos de diferentes códigos.

En lo relativo a materiales, podrán utilizarse otros distintos a los requeridos por el código de diseño siempre que tecnológicamente sean equivalentes, manteniéndose la misma relación especificada en el código de diseño entre la tensión de diseño y la tensión de rotura.

6. ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y CONTROL

El particular diseño de los intercambiadores de calor de placas no requiere que éstos vayan provistos de válvulas de seguridad u otros dispositivos limitadores de la presión específicos.

No obstante se garantizará en la instalación que no se sobrepasen los valores de la presión de diseño.

Cuando por el intercambiador de calor de placas circulen fluidos:

A una temperatura superior a su temperatura de ebullición a presión atmosférica Vapor recalentado.

Tóxicos, ácidos o cáusticos (exceptuándose las soluciones de limpieza), y el potencial de riesgo, producto de la presión en bar por el volumen en decímetros cúbicos, sea superior a 1.000, deberá protegerse el paquete de placas con una pantalla protectora para evitar que eventuales proyecciones puedan alcanzar a las personas que circulen en las proximidades del mismo.

7. MODIFICACIONES DE APLICACIÓN

Una de las características del intercambiador de calor de placas es su flexibilidad. Su particular diseño permite que añadiendo o retirando placas puedan cumplirse distintos programas térmicos y, por tanto, con un mismo bastidor puedan satisfacerse aplicaciones diferentes.

Por ello cuando un intercambiador de calor de placas ya instalado se quiere utilizar en otra aplicación distinta a la del diseño original, el usuario aplicará los requisitos siguientes:

7.1. Para los ICP que no cambien de categoría según punto 3, tabla 1, de esta ITC no se requiere ninguna tramitación administrativa.

El usuario debe asegurarse de que el intercambiador de calor de placas puede utilizarse con las nuevas presiones y que sus materiales son compatibles con los nuevos fluidos y temperaturas.

7.2 Si la nueva categoría del intercambiador de calor de placas, según punto 3, tabla I, de esta ITC, corresponde a las I,II,III (3A) y III (2B), la modificación se tramitará como si de un aparato nuevo se tratase.

7.3. No se entenderá por aplicación distinta a la original el hecho de añadir o retirar placas de transferencia de calor para, con los mismos fluidos, satisfacer otros programas térmicos.

8. EMPLAZAMIENTO

El emplazamiento de los intercambiadores de calor de placas será tal que permita el acceso para las operaciones habituales de funcionamiento, inspección, mantenimiento y pruebas periódicas.

Para las normas de carácter general se regirá por lo establecido en la presente ITC y demás legislación vigente, además se cumplirán las Instrucciones específicas recomendadas por el fabricante de cuyo cumplimiento se responsabiliza el instalador.

11.2. REAL DECRETO 618/1998, de 17 de abril por el que se aprueba la Reglamentación Técnico Sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de helados y mezclas envasadas para congelar.

Por este Real Decreto se aprueba la Reglamentación técnico-sanitaria aplicable a la elaboración, distribución y comercio de helados y mezclas envasadas para congelar.

Para ello se ha tenido en cuenta la normativa establecida, con carácter general para todo el sector lácteo, por el Real Decreto 1679/1994, de 22 de julio, por el que se establecen las condiciones sanitarias aplicables a la producción y comercialización de leche cruda, leche tratada térmicamente y productos lácteos (que transpone la Directiva 92/46/CEE del Consejo, de 16 de junio, por la que se establecen las normas sanitarias aplicables a la producción y comercialización de leche cruda, leche tratada térmicamente y productos lácteos), así como las modificaciones hechas a esa Directiva por la Directiva 94/71/CE del Consejo, de 13 de diciembre. El régimen que aquí se establece, relativo a la aplicación del Sistema de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (ARCPC) y alas condiciones de los establecimientos de venta, se ajusta a lo establecido en el Real Decreto 1679/1994, de 22 de julio, que regula las condiciones sanitarias aplicables a la producción y comercialización de leche cruda, leche tratada térmicamente y productos lácteos, modificado por el Real Decreto 402/1996, de 1 de marzo, así como al Real Decreto 2207/1995, de 28 de diciembre, por el que se establece las normas de higiene relativas a los productos alimenticios (que transpone la Directiva 93/43/CEE del Consejo, de 14 de junio, relativa a la higiene de los productos alimenticios). Además, se han recogido y actualizado varios de los aspectos contenidos en el Real Decreto 670/1983, de 2 de marzo, por el que se aprueba la Reglamentación técnico-sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de helados, modificado por los Reales Decretos 1334/1984, de 6 de junio, y 340/1987, de 30 de enero, tales como definiciones, clasificaciones y requisitos relativos a la elaboración de helados y mezclas envasadas para congelar. Por otra parte, se modifica el concepto de heladeros artesanos, de forma que se ajuste a lo dispuesto en el Real Decreto 1520/1982, de 18 de junio, sobre ordenación y regulación de la artesanía. De esta forma, se procede a la derogación de esta normativa sobre helados, que se considera actualmente superada y a la elaboración de una reglamentación unificada y actualizada válida para todo el sector de los helados. El presente Real Decreto ha sido sometido al procedimiento de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas previstas en la Directiva 83/189/CEE y ulteriores modificaciones, incorporada al ordenamiento interno mediante el Real Decreto 1168/1995, de 7 de julio, por el que se regula la remisión de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas. Este Real Decreto tiene carácter de norma básica, a excepción del artículo 9.2, del artículo 15.4, del artículo 17.2 y del anexo III, y se dicta al amparo del artículo 149.1, 10.a y 16.a, de la Constitución, y en virtud de lo dispuesto en los artículos 40.2 y 40.4 de la Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad. En su elaboración se ha dado audiencia a los sectores afectados, habiendo emitido su preceptivo informe la Comisión Interministerial para la Ordenación Alimentaria. En su virtud, a propuesta de los Ministros de Sanidad y Consumo, de Agricultura, Pesca y Alimentación, de Industria y Energía y de Economía y Hacienda, de

acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 17 de abril de 1998,

DISPONGO:

Artículo único. Aprobación de la Reglamentación.

Se aprueba la adjunta Reglamentación técnico-sanitaria para la elaboración, distribución y comercio de helados y mezclas envasadas para congelar.

Disposición adicional única. Título competencial.

El presente Real Decreto, que tiene carácter básico, a excepción del artículo 9.2, del artículo 15.4, del artículo 17.2 y del anexo III, se dicta al amparo de la competencia que atribuye al Estado el artículo 149.1.16.a de la Constitución Española y en virtud de lo establecido en el artículo 40, 2 y 4, de la Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad. Además, lo establecido en el artículo 18 se dicta también en virtud de las competencias que el artículo 149.1.10. a de la Constitución Española atribuye al Estado en materia de comercio exterior.

Disposición transitoria primera. Régimen transitorio para Ceuta y Melilla.

En Ceuta y Melilla, los órganos correspondientes de la Administración General del Estado ejercerán las funciones previstas en la Reglamentación que se aprueba, hasta tanto se lleve a cabo el correspondiente traspaso de servicios.

Disposición transitoria segunda. Prórroga de comercialización.

Durante el plazo de un año, a partir de la entrada en vigor del presente Real Decreto, se podrán seguir utilizando las etiquetas, conforme a la legislación en ese momento vigente, encargadas con anterioridad a la entrada en vigor del presente Real Decreto.

Disposición derogatoria única. Disposiciones que se derogan.

Quedan derogados el Real Decreto 670/1983, de 2 de marzo, por el que se aprueba la Reglamentación técnico-sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de helados; el Real Decreto 1334/1984, de 6 de junio, por el que se modifica el plazo de entrada en vigor del título I del Real Decreto 670/1983; el Real Decreto 340/1987, de 30 de enero, por el que se modifica el artículo 9 del Real Decreto 670/1983; el capítulo XXVIII sobre helados, del Código Alimentario Español, aprobado por Decreto 2484/1967, de 21 de septiembre; así como cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo dispuesto en el presente Real Decreto.

Disposición final primera. Facultades de desarrollo.

Los Ministros de Sanidad y Consumo, de Agricultura, Pesca y Alimentación, de Industria y Energía y de Economía y Hacienda podrán dictar, en el ámbito de sus competencias, las disposiciones necesarias para el desarrollo de

lo establecido en el presente Real Decreto y, en su caso, para la actualización de los anexos, cuando ello sea necesario para su adaptación a la nueva normativa de la Unión Europea.

Disposición final segunda. Entrada en vigor.

El presente Real Decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid a 17 de abril de 1998.

JUAN CARLOS R.

El Vicepresidente Primero del Gobierno
y Ministro de la Presidencia,
FRANCISCO ÁLVAREZ-CASCOS FERNÁNDEZ

REGLAMENTACIÓN TÉCNICO-SANITARIA PARA LA ELABORACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y COMERCIO DE HELADOS Y MEZCLAS ENVASADAS PARA CONGELAR

TÍTULO I

Ámbito de aplicación, definiciones y Clasificaciones

Artículo 1. Ámbito de aplicación.

1. La presente Reglamentación tiene por objeto definir qué se entiende por helados y por mezclas envasadas para congelar y fijar, con carácter obligatorio, las normas sanitarias de elaboración, distribución, almacenamiento y venta de los helados y mezclas envasadas para congelar. Las normas que se establecen serán aplicables, asimismo, a los productos importados de países terceros.

2. La presente Reglamentación obliga a los fabricantes de helados, heladeros artesanos, fabricantes de mezclas envasadas para congelar, transformadores de las mismas, así como a los distribuidores, almacenistas, importadores de países terceros y vendedores de estos productos.

3. Los industriales de hostelería y aquellos otros que se dediquen a la elaboración y venta de helados en sus establecimientos están obligados a cumplir esta Reglamentación.

4. Los establecimientos de elaboración de producción limitada podrán acogerse, en lo allí dispuesto, a las excepciones permanentes previstas por el anexo I.

5. Las exigencias de la presente Reglamentación no se aplicarán a los productos legal y lealmente fabricados y comercializados en los restantes Estados miembros de la Unión Europea o firmantes del Acuerdo del Espacio Económico Europeo, sin perjuicio de las actuaciones que, en su caso, al amparo del artículo 36 del Tratado de la Unión Europea, las autoridades competentes eventualmente pudieran considerar necesarias para proteger la salud y los legítimos intereses de los consumidores, así como la lealtad de las transacciones comerciales.

Artículo 2. Definiciones.

A los efectos de esta Reglamentación, serán de aplicación las siguientes definiciones:

1. Helados de forma genérica: los helados son preparaciones alimenticias que han sido llevadas al estado sólido, semisólido o pastoso, por una congelación simultánea o posterior a la mezcla de las materias primas utilizadas y que han de mantener el grado de plasticidad y congelación suficiente, hasta el momento de su venta al consumidor. Esta definición abarca a los productos definidos en el artículo 3.1.

2. Mezclas envasadas para congelar: se entiende por mezclas envasadas para congelar, aquellos productos preparados, debidamente envasados, que en forma líquida o en polvo se destinen a la elaboración de helados, sea en máquinas automáticas elaboradoras-expendedoras, o bien en los establecimientos definidos en este artículo que se dediquen a la elaboración de helados, y cuya composición cuanti-cualitativa, una vez reconstituidos con agua potable o leche esterilizada, se ajuste a algunos de los tipos de helados definidos en el artículo 3.1.

3. Helados no pasterizados a efectos de lo establecido en el anexo II, apartado 3: se entiende por helados no pasterizados aquellos productos que han sido elaborados sin la adición de leche o productos lácteos y cuyo pH es inferior o igual a 5,5.

4. Establecimiento de elaboración: establecimiento en el que se procede a la elaboración y al envasado de helados y de mezclas envasadas para congelar.

5. Establecimiento de venta: establecimiento o punto de venta en el que se realiza la venta al consumidor final, de los productos contemplados en la presente Reglamentación.

6. Establecimiento de elaboración de producción limitada: establecimiento en el que se procede a la elaboración y envasado de helados y mezclas envasadas para congelar, con una producción máxima de 400.000 litros/año. Los establecimientos que estén en funcionamiento antes de la entrada en vigor del presente Real Decreto, presentarán una solicitud dentro del plazo de seis meses, contados a partir de su entrada en vigor, para su clasificación como establecimiento de producción limitada, ante los Servicios competentes de las Comunidades Autónomas. Dicha solicitud podrá contener las especificaciones contempladas en el modelo que figura como anexo III de esta Reglamentación.

7. Autoridad competente: los órganos competentes de las Comunidades Autónomas para el mercado interior y el Ministerio de Sanidad y Consumo, respecto de los intercambios con terceros países y las oportunas comunicaciones a la Comisión Europea. BOE núm. 101 Martes 28 abril 1998 14115

8. Fabricantes de helados: son aquellas personas naturales o jurídicas que dediquen su actividad a la elaboración de estos productos.

9. Heladeros artesanos: son aquellas personas naturales o jurídicas que dediquen su actividad a la elaboración de helado, mediante un proceso en el que la intervención personal constituye el factor predominante, obteniéndose un resultado final individualizado, que no se acomoda a la producción industrial mecanizada o en grandes series. El reconocimiento oficial de la condición de empresa artesana, se acreditará mediante la posesión del documento de calificación artesanal, expedido por las autoridades competentes.

10. Fabricantes de mezclas para congelar: son aquellas personas naturales o jurídicas que se dediquen a la elaboración de estos productos.

11. Transformadores de mezclas envasadas para congelar: son aquellas personas naturales o jurídicas que se dediquen a la elaboración de helados, partiendo de mezclas para congelar para su venta directa al consumidor final.

Artículo 3. Clasificaciones.

1. Clasificación de los helados. Podrán fabricarse los siguientes tipos de helados, con las características que a continuación se describen: helado crema, helado de leche, helado de leche desnatada, helado, helado de agua, sorbete, postre de helado.

a) Helado crema. Esta denominación está reservada para un producto que, conforme a la definición general, contiene en masa como mínimo un 8 por 100 de materia grasa exclusivamente de origen lácteo y como mínimo un 2,5 por 100 de proteínas exclusivamente de origen lácteo.

b) Helado de leche. Esta denominación está reservada para un producto que, conforme a la definición general, contiene en masa como mínimo un 2,5 por 100 de materia grasa exclusivamente de origen lácteo y como mínimo un 6 por 100 de extracto seco magro lácteo.

c) Helado de leche desnatada. Esta denominación está reservada para un producto que, conforme a la definición general, contiene en masa como máximo un 0,30 por 100 de materia grasa exclusivamente de origen lácteo y como mínimo un 6 por 100 de extracto seco magro lácteo.

d) Helado. Esta denominación está reservada a un producto que, conforme a la definición general, contiene en masa como mínimo un 5 por 100 de materia grasa alimenticia y en el que las proteínas serán exclusivamente de origen lácteo.

e) Helado de agua. Esta denominación está reservada a un producto que, conforme a la definición general, contiene en masa como mínimo un 12 por 100 de extracto seco total.

f) Sorbete. Esta denominación está reservada a un producto que, conforme a la definición general, contiene en masa como mínimo un 15 por 100 de frutas y como mínimo un 20 por 100 de extracto seco total.

g) Los helados definidos en los párrafos a), b), c), d), e) y f) podrán denominarse con su nombre específico, seguido de la preposición «con» y del nombre/s de la/s fruta/s que corresponda, siempre que se les adicionen los siguientes porcentajes mínimos de fruta en masa, o su equivalente en zumos naturales o concentrados, dependiendo de los siguientes tipos de fruta:

1.º Un 15 por 100 con carácter general.

2.º Un 10 por 100 para los siguientes tipos de frutas:

Todos los agrios o cítricos, tales como limones, naranjas, mandarinas, tangerinas y pomelos; otras frutas ácidas, como las frutas o mezclas de frutas en las que el zumo tenga una acidez valorable, expresada en ácido cítrico, igual o superior al 2,5 por 100; frutas exóticas o especiales, principalmente las de sabor muy fuerte o

consistencia pastosa, tales como, piña, plátano, corajo, chirimoya, guanabana, guayaba, kiwi, lichi, mango, maracuyá y fruta de la pasión.

3.º Un 7 por 100 en el caso de los frutos de cáscara.

De no alcanzarse estos porcentajes, llevarán la mención «sabor» a continuación de la indicación que indique la clase de helado.

A efectos de lo previsto en este artículo, se entiende por frutas la cantidad de frutas enteras, sus pulpas o su equivalente en zumo, extracto, productos concentrados y deshidratados, entre otros.

h) Los helados definidos en los párrafos a), b), c) y d), cuyo contenido sea como mínimo de un 4 por 100 de yema de huevo, podrán denominarse con su nombre específico seguido de la palabra «mantecado».

i) Los helados definidos en los párrafos e) y f), que se presenten en estado semisólido se denominarán «granizados». El extracto seco total de los mismos será como mínimo del 10 por 100.

j) Los helados definidos en los párrafos a), b), c) y d), pesarán como mínimo 430 gramos el litro. Los productos que posean un peso comprendido entre 430 gramos y 375 gramos, se denominarán con su nombre específico precedido de las menciones «espuma», «mousse» o «montado».

k) Postre de helado. Es toda presentación de los helados definidos en esta Reglamentación, en cualquiera de sus variedades o de sus mezclas, que posteriormente se sometan a un proceso de elaboración y decoración, con productos alimenticios aptos para el consumo humano.

2. Clasificación de las mezclas envasadas para congelar.

Podrán fabricarse los siguientes tipos de mezclas envasadas para congelar, con las características que a continuación se describen:

a) Mezcla líquida para helados: esta mezcla, en estado líquido, contendrá todos los ingredientes necesarios en las cantidades adecuadas, de modo que, al congelarlo, dé un producto alimenticio final que se ajuste a una de las clasificaciones que figuran en el artículo 3.1.

b) Mezcla líquida concentrada para helados: es aquella que después de añadirle la cantidad de agua potable o leche esterilizada, dé como resultado un producto que se ajuste a una de las clasificaciones que figuran en el artículo 3.1.

c) Mezcla deshidratada para helados: es el producto seco (conteniendo una humedad no superior al 4 por 100) que, después de añadirle la cantidad de agua potable o leche esterilizada, dé un producto que se ajuste a una de las clasificaciones que figuran en el artículo 3.1.

TÍTULO II

Ingredientes y aditivos autorizados

Artículo 4. Ingredientes.

En la preparación de helados y mezclas envasadas para congelar se podrá utilizar cualquier producto alimenticio apto para el consumo humano y que, en su caso, cumpla los requisitos previstos en sus normas específicas.

Artículo 5. Aditivos.

Solamente se podrán utilizar en la elaboración de los productos contemplados en esta Reglamentación, los aditivos autorizados para helados y mezclas envasadas para congelar, por las siguientes disposiciones:

a) Real Decreto 2001/1995, de 7 de diciembre, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos colorantes autorizados para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización.

b) Real Decreto 2002/1995, de 7 de diciembre, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos edulcorantes autorizados para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización, modificado por el Real Decreto 2027/1997, de 26 de diciembre.

c) Real Decreto 145/1997, de 31 de enero, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos distintos de colorantes y edulcorantes para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización.

TÍTULO III

Requisitos relativos a la elaboración de helados y mezclas envasadas para congelar

Artículo 6. Requisitos de los establecimientos de elaboración y de las máquinas elaboradoras-expendedoras.

1. Los establecimientos de elaboración cumplirán los siguientes requisitos:

a) Las mezclas para helados serán sometidas al tratamiento térmico preciso, en condiciones tales de temperatura y tiempo, que garantice la destrucción de cualquier tipo de microorganismo patógeno y se conservarán, hasta su congelación, a temperaturas inferiores a 6 °C.

b) No será necesario la aplicación de tratamiento térmico en las mezclas envasadas para congelar, en el helado de agua y en el sorbete, cuando el producto resultante tenga un pH igual o inferior a 4,6, excepto los granizados, cuyo pH será igual o inferior a 5,5.

c) El tiempo de conservación de la mezcla para helados, antes de su congelación, será de setenta y dos horas como máximo.

d) En su caso, sólo se destinará a la elaboración de helados y mezclas envasadas para congelar, la leche que cumpla las disposiciones para la producción comunitaria recogidas en los artículos 3 y 6 del capítulo II del Real Decreto 1679/1994, de 22 de julio, por el que se establecen las condiciones sanitarias aplicables a la producción y comercialización de leche cruda, leche tratada térmicamente y productos lácteos, modificado por el Real Decreto 402/1996, de 1 de marzo.

2. Requisitos relativos a las máquinas elaboradoras expendedoras:

a) La preparación del helado se realizará en un recipiente o cilindro cerrado.

b) El depósito de la mezcla en reserva estará refrigerado a una temperatura de 5 °C, con una oscilación de ± 1 °C.

c) El producto terminado deberá ser sacado de la máquina a una temperatura igual o inferior a -4 °C.

d) Al finalizar la venta del día el producto sobrante de la máquina deberá eliminarse no siendo recuperable.

e) Únicamente se podrá utilizar esta máquina para elaborar-expender helado.

f) La preparación de la mezcla se hará en lugar adecuado sanitariamente y próximo a la máquina elaboradora- expendedora, en el mismo local de su expedición. Si la mezcla líquida procede de distinto local en que está situada la máquina expendedora, deberá estar debidamente protegida, y, en ambos casos, deberá ajustarse a lo indicado en el apartado 1 de este artículo.

g) El contenido de cada envase utilizado de la mezcla envasada para congelar, ya sea líquida, líquida concentrada o deshidratada, así como el de leche esterilizada, será utilizado íntegramente una vez abierto el envase.

h) Una vez preparada la mezcla líquida, a partir de la concentrada o deshidratada, deberá colocarse inmediatamente en su totalidad en el depósito que para este fin existe en la máquina automática elaboradora-expendedora.

i) Todas las piezas en contacto con el helado serán desmontables y de fácil limpieza, incluidas las juntas de goma o de otro material apropiado.

j) Deberán disponer de dispositivos que garanticen la lectura de la temperatura fijada del helado.

Artículo 7. Requisitos relativos a la implantación del sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos y a las normas microbiológicas.

1. En los establecimientos de elaboración, de distribución y en las industrias de hostelería y otros que se dediquen a la elaboración de helados en sus establecimientos, se tomarán todas las medidas necesarias para que, en todas las fases de la elaboración, almacenamiento y distribución se cumplan las condiciones sanitarias establecidas en la presente Reglamentación, debiendo a tal fin cumplir los siguientes requisitos:

a) Instaurar y mantener un sistema continuado de control basado en el método de análisis de riesgos y control de puntos críticos, adaptado a las necesidades de cada establecimiento.

b) Tomar muestras para comprobar la eficacia de los métodos de limpieza y desinfección, utilizados en los establecimientos para el cumplimiento de las normas fijadas en la presente Reglamentación.

c) Conservar una constancia escrita o grabada de las indicaciones exigidas de acuerdo con los párrafos precedentes, a fin de aplicar el sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos para control del fabricante y presentarla a la autoridad competente. Los resultados de los diferentes controles y pruebas serán conservados al menos durante un período de dos años, salvo en el caso de los productos que no puedan conservarse a temperatura ambiente, para los que dicho plazo se reducirá a dos meses a partir de la fecha límite de consumo o de la fecha de duración mínima.

d) Informar a la autoridad competente cuando el resultado del examen de laboratorio y otras informaciones de que dispongan, pongan de manifiesto la existencia de algún riesgo grave para la salud.

e) Retirar del mercado, en caso de riesgo inmediato para la salud humana, los lotes afectados. Los productos retirados permanecerán bajo supervisión y responsabilidad de la autoridad competente hasta que sean destruidos, empleados para usos distintos del consumo humano o, previa autorización de dicha autoridad, transformados de manera que se garantice la seguridad.

f) Controlar la marca de salubridad para que sólo figure en los productos elaborados, conforme a los procedimientos establecidos.

El sistema de autocontrol dispuesto en el párrafo a) de este apartado, será comunicado a la autoridad competente BOE núm. 101 Martes 28 abril 1998 14117, quien controlará con regularidad su cumplimiento.

2. En los establecimientos de venta, se pondrá en práctica un sistema de autocontrol según lo regulado en el Real Decreto 2207/1995, de 28 de diciembre, por el que se establece las normas de higiene relativas a los productos alimenticios.

3. La empresa será responsable de la organización y puesta en práctica de un programa de formación continuada del personal, para que este último pueda cumplir las condiciones de producción y venta higiénica, adaptadas a su estructura. Este programa será realizado en colaboración con la autoridad competente. Asimismo, el personal empleado dispondrá del carné de manipulador de alimentos, de acuerdo con lo establecido reglamentariamente al respecto.

4. Los helados y mezclas envasadas para congelar cumplirán las normas microbiológicas relacionadas en el anexo II.

TÍTULO IV

Requisitos de los establecimientos de elaboración y máquinas elaboradoras-expendedoras

Artículo 8. Condiciones generales y especiales de los establecimientos de elaboración.

1. Los establecimientos de elaboración reunirán, por lo menos, las siguientes características:

a) Los lugares de trabajo serán de dimensiones suficientes para que las actividades laborales, puedan realizarse en condiciones de higiene adecuadas. Dichos lugares de trabajo estarán concebidos y diseñados de forma que se evite toda contaminación de las materias primas y de los productos contemplados en la presente Reglamentación.

b) En los lugares donde se proceda a la manipulación, preparación y transformación de las materias primas y a la elaboración de helados y mezclas envasadas para congelar:

1.º El suelo será de materiales impermeables y resistentes, fácil de limpiar y desinfectar, y estará dispuesto de forma que facilite el drenaje del agua; contará con un dispositivo que permita evacuar el agua.

2.º Las paredes tendrán superficies lisas, fáciles de limpiar, resistentes e impermeables; estarán recubiertas con un revestimiento claro.

3.º El techo será fácil de limpiar en los locales en los que se manipulen, preparen o transformen materias primas o productos no envasados que puedan contaminarse.

4.º Las puertas estarán fabricadas con materiales inalterables, fáciles de limpiar.

5.º Se dispondrá de un sistema adecuado de ventilación y, en su caso, de evacuación de vapores.

6.º Existirá una buena iluminación natural o artificial.

7.º Habrá un número suficiente de instalaciones para lavarse y desinfectarse las manos, provistas de agua corriente fría y caliente o de agua templada a una temperatura

adecuada. En los locales de trabajo y en los aseos, los grifos no deberán accionarse con las manos. Estas instalaciones deberán disponer de productos de limpieza y de desinfección y de medios higiénicos para secarse las manos.

8.º Se contará con dispositivos para limpiar los útiles, el material y las instalaciones.

c) Los lugares o locales donde se almacenen materias primas y productos contemplados en la presente Reglamentación, deberán cumplir las mismas condiciones recogidas en los puntos 1.º a 6.º del párrafo anterior, excepto:

1.º En los lugares o locales de almacenamiento refrigerados, bastará con un suelo fácil de limpiar y de desinfectar, dispuesto de forma que facilite el drenaje del agua.

2.º En los lugares o locales de congelación y de ultracongelación, bastará con un suelo de materiales impermeables e imputrescibles, fácil de limpiar. En tales casos, se dispondrá de una instalación de potencia frigorífica suficiente para garantizar la conservación de las materias primas y los productos, en las condiciones térmicas previstas en la presente Reglamentación. La capacidad de los lugares o locales de almacenamiento, permitirá garantizar el almacenamiento de las materias primas utilizadas y de los productos contemplados en la presente Reglamentación.

d) Durante las operaciones de carga y descarga habrá medios para el mantenimiento higiénico y la protección de las materias primas y de los productos acabados, que no hayan sido envasados.

e) Se contará con instalaciones apropiadas de protección contra animales, tales como insectos, roedores, pájaros.

f) Los aparatos y útiles de trabajo destinados a entrar en contacto directo con las materias primas y los productos, estarán fabricados con materiales resistentes a la corrosión y fáciles de limpiar y desinfectar.

g) Dispondrán de recipientes especiales, estancos, de material inalterable, destinados a alojar materias primas o productos no destinados al consumo humano. Cuando dichas materias primas o productos sean evacuados por conductos, éstos estarán contruidos e instalados de forma que se evite cualquier riesgo de contaminación de las demás materias primas o productos.

h) Contarán con instalaciones apropiadas para la limpieza y desinfección del material y utensilios.

i) Existirá un dispositivo de evacuación de aguas residuales que cumpla los requisitos higiénicos.

j) Tendrán una instalación que suministre exclusivamente agua potable, que deberá cumplir lo dispuesto en la Reglamentación técnico-sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de aguas potables de consumo público, aprobada por Real Decreto 1138/1990, de 14 de septiembre. No obstante, queda autorizado excepcionalmente el suministro de agua no potable para la producción de vapor, la extinción de incendios o la refrigeración, siempre que las tuberías instaladas para ello imposibiliten que esta agua pueda utilizarse con otros fines y

no presenten riesgos de contaminación directa o indirecta de los productos. Las tuberías de agua no potable se diferenciarán claramente de las de agua potable.

k) Existirá un número suficiente de vestuarios con paredes y suelos lisos, impermeables y lavables, lavabos y retretes con cisterna. Estos últimos no podrán comunicarse directamente con los locales de trabajo. Los lavabos estarán dotados de medios para la limpieza de las manos y de medios higiénicos para su secado; los grifos no serán de accionamiento manual.

l) Existirá un local correctamente acondicionado y con elementos dotados de llave, a disposición de la autoridad competente, si la cantidad de producción requiriera su presencia regular o permanente.

m) Habrá un local o dispositivo para el almacenamiento del material de limpieza y de mantenimiento, así como de detergentes, desinfectantes o sustancias similares.

2. Condiciones especiales de los establecimientos de elaboración. Además de las condiciones generales previstas en el apartado 1 de este artículo, los establecimientos de elaboración dispondrán al menos: a) En caso de envasado en recipientes de un solo

uso, de un emplazamiento para su almacenamiento, así como para el almacenamiento, en su caso, de las materias primas destinadas a la fabricación de aquéllos; en caso de envasado en recipientes reutilizables, de un emplazamiento especial para su almacenamiento, así como de una instalación que permita efectuar su limpieza y su desinfección.

b) De un equipo para el tratamiento térmico que cumpla los requisitos higiénicos.

c) De una instalación y equipos para el enfriamiento, el envasado y el almacenamiento de los helados y mezclas envasadas para congelar. En el caso de establecimientos de elaboración de producción limitada, el envasado se podrá efectuar mecánica o manualmente. En el caso de postres de helado y para facilitar su decoración, el envasado se podrá realizar manualmente.

Artículo 9. Condiciones generales de higiene de los establecimientos de elaboración y de las máquinas elaboradoras-expendedoras.

1. Condiciones generales de higiene aplicables a los locales, a los materiales y a los útiles de trabajo de los establecimientos de elaboración:

a) El material y los instrumentos utilizados para manipular las materias primas y los productos, los suelos, las paredes, los techos y los tabiques de los locales, se mantendrán en buen estado de limpieza y funcionamiento, de manera que no constituyan un foco de contaminación para dichas materias primas o productos.

b) No estará permitida la entrada de animales en los establecimientos de elaboración. Se llevarán a cabo programas de lucha, entre otros, contra roedores e insectos. Los raticidas, insecticidas, desinfectantes y demás sustancias potencialmente tóxicas, serán almacenadas en locales o armarios que puedan cerrarse con llave y se utilizarán de forma que no exista riesgo de contaminación de los productos.

c) Los locales o lugares de trabajo, los útiles y el material de trabajo, se utilizarán únicamente para la elaboración de los productos contemplados en esta Reglamentación. No obstante, previa autorización de la autoridad competente,

podrán emplearse, simultáneamente o no, para la elaboración de otros productos alimenticios aptos para el consumo humano.

d) Se utilizará agua potable, tal como se define en el Real Decreto 1138/1990, de 14 de septiembre, por el que aprueba la Reglamentación técnico-sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de aguas potables de consumo público. No obstante, con carácter excepcional, podrá autorizarse la utilización de agua no potable para producir vapor, combatir incendios o enfriar las máquinas, siempre que las conducciones instaladas a al efecto no permitan el uso de dicha agua con otros fines, ni ello suponga riesgo de contaminación para las materias primas o los productos contemplados en la presente Reglamentación.

e) Los desinfectantes y sustancias similares serán productos autorizados, envasados de forma que sean claramente identificados y etiquetados indicando el modo de empleo. Estos productos serán utilizados de forma que los equipos, el material, las materias primas y los productos contemplados en la presente Reglamentación, no se vean afectados por ellos. Tras la utilización de los productos mencionados, dichos equipos e instrumentos de trabajo, serán aclarados completamente con agua potable.

f) Se evitará la contaminación cruzada entre las operaciones, por el material, la aireación o el personal. En su caso, y en función del análisis de riesgos (ARPC) mencionado en el artículo 7.1 de la presente Reglamentación, los locales destinados a las operaciones de producción se dividirán en zonas húmedas y en zonas secas, cada una con sus propias condiciones de funcionamiento.

g) Con la periodicidad y con los procedimientos acordes con los principios contemplados en el artículo 7.1 de la presente Reglamentación, el material, los recipientes y las instalaciones que, durante la fabricación, entren en contacto con los helados y mezclas envasadas para congelar u otras materias primas perecederas, se limpiarán y, si fuera necesario, se desinfectarán.

2. Condiciones de higiene de las máquinas elaboradoras-expendedoras de helados:

a) Una vez vaciada la máquina y con el batidor funcionando, se aclarará con agua potable hasta que ésta salga limpia y sin residuos.

b) A continuación se desmontará limpiándose el batidor, así como el grifo de salida de helado y sus juntas de goma y el interior del cilindro de congelación, limpiándose el depósito de la mezcla.

c) Las piezas desmontadas se introducirán en un recipiente con detergente y desinfectante, limpiándose y aclarándose adecuadamente. A continuación, y sin secar, se montarán todas las piezas, y a las juntas de goma se les untará vaselina esterilizada.

d) Una vez finalizada esta operación y montada la máquina y lista para funcionar, se llenará su depósito con agua tratada convenientemente con desinfectantes, manteniéndose en estas condiciones un máximo de veinticuatro horas hasta su próxima utilización.

e) Al ser utilizada nuevamente, se vaciará la máquina y se aclarará, quedando lista para verter la mezcla y hacer helado.

TÍTULO V**Almacenamiento, conservación y transporte***Artículo 10. Almacenamiento y conservación.*

1. Los helados se almacenarán y conservarán a una temperatura igual o inferior a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el centro del producto. Los granizados se conservarán a una temperatura igual o inferior a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el centro del producto. Las temperaturas de almacenamiento serán registradas, según la legislación vigente y en aplicación del artículo 7.1 de la presente Reglamentación, y la velocidad de congelación permitirá que los productos alcancen la temperatura requerida lo más rápidamente posible.

2. Los helados y mezclas envasadas para congelar podrán ser almacenados junto con otros productos alimenticios congelados, siempre que estén envasados, de tal forma que no perjudique a la calidad de los mismos y que no transmitan olores ni sabores extraños.

Artículo 11. Transporte.

1. Los helados se mantendrán a una temperatura igual o inferior a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, con una tolerancia de $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Los granizados se mantendrán a una temperatura igual o inferior a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. BOE núm. 101 Martes 28 abril 1998 14119

2. Los helados podrán ser transportados junto con otros productos alimenticios congelados, siempre que estén envasados, de tal forma que no perjudique a la calidad de los mismos y que no transmitan olores ni sabores extraños.

TÍTULO VI**Requisitos de los establecimientos de venta***Artículo 12. Condiciones de los establecimientos de venta.*

1. Los establecimientos de venta se ajustarán a lo dispuesto en el Real Decreto 2207/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas de higiene relativas a los productos alimenticios.

2. Los helados que se vendan envasados en los establecimientos de venta, ya sean permanentes o de temporada, se mantendrán en equipos frigoríficos adecuados a las temperaturas indicadas en el artículo 10 de la presente Reglamentación. Los helados que se vendan a granel o fraccionados se conservarán, con anterioridad a su venta, a una temperatura tal que puedan ser manipulados para su venta en dichas condiciones.

3. Los utensilios que se empleen para la venta a granel, cumplirán permanentemente las debidas condiciones higiénicas. Estos utensilios deberán ser de un material tal que no transmitan sustancias extrañas al helado ni modifiquen sus características organolépticas y se limpiarán con agua corriente potable cada vez que se utilicen. En los casos en los que no se estén utilizando de forma continuada, se mantendrán en recipientes resistentes a los ácidos, conteniendo una solución al 1,5 por 100 de ácido cítrico o tartárico, que se renovará las veces necesarias para mantener un perfecto estado de limpieza y desinfección del

utilaje. Los barquillos y galletas que se expendan con los helados, se guardarán en recipientes cerrados y debidamente protegidos.

5. Las máquinas automáticas elaboradoras-expendedoras de helados y las vitrinas de exposición y venta de helados a granel, se situarán lejos de fuentes calóricas que incidan directamente sobre ellas y de cualquier causa contaminante, autorizándose dicha situación por las autoridades competentes.

TÍTULO VII

Requisitos del personal

Artículo 13. Personal.

1. El personal dedicado a la elaboración, almacenamiento, distribución y venta de helados, así como el de elaboración y transformación de mezclas envasadas para congelar, estará en posesión del carné de manipulador de alimentos y se ajustará, a estos efectos, al dispuesto en la legislación vigente.

2. Se exigirá del personal el más perfecto estado de limpieza, sobre todo cuando se trate de personas que manipulen materias primas y productos contemplado en la presente Reglamentación sin envasar y que puedan contaminarse. En particular:

a) Llevará ropa de trabajo adecuada y limpia y un gorro limpio que cubra totalmente el cabello.

b) Se lavará las manos por lo menos cada vez que reanude el trabajo y en caso de contaminación; las heridas en la piel serán cubiertas con un vendaje estanco. Estará prohibido fumar, escupir, beber y comer en los locales de trabajo y de almacenamiento de las materias primas y de los productos contemplados en la presente Reglamentación.

4. Los empresarios tomarán todas las medidas necesarias para evitar que manipulen los productos contemplados en la presente Reglamentación las personas que puedan contaminarlos, hasta que se demuestre su aptitud para hacerlo sin peligro de contaminación.

TÍTULO VIII

Registro General Sanitario de Alimentos

Artículo 14. Registro General Sanitario de Alimentos.

Los establecimientos dedicados a las actividades reguladas por esta disposición, deberán inscribirse en el Registro General Sanitario de Alimentos, de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 1712/1991, de 29 de noviembre, sobre Registro General Sanitario de Alimentos, excepto:

1. Los establecimientos de venta.
2. Los establecimientos que elaboren productos exclusivamente para su venta directa al consumidor.

TÍTULO IX Envasado

Artículo 15. Envasado.

1. El envasado se efectuará en lugares previstos a tal fin y en condiciones higiénicas satisfactorias.

2. Sin perjuicio de lo dispuesto en las disposiciones vigentes sobre envases para uso alimentario, el envase cumplirá las normas de higiene y tendrá la solidez suficiente, para garantizar la protección eficaz de los productos contemplados en la presente Reglamentación.

3. Los envases no se podrán reutilizar para productos contemplados en la presente Reglamentación. Los recipientes que no estén destinados a la venta directa al consumidor, podrán volver a utilizarse tras haberse limpiado y desinfectado eficazmente.

4. Cuando los helados se expendan en los establecimientos de venta, podrán presentarse en vasos, copas, tarrinas o bandejas de materiales aptos para tal fin, que no puedan modificar sus características ni transmitir sabores u olores extraños, ni ocasionar alteraciones al producto. Según la presentación solicitada por el consumidor, el helado podrá ir acompañado de otros productos, tales como barquillos, galletas, pastas, jarabes, licores y frutas.

5. La elaboración y las operaciones de envasado de helados podrán efectuarse, no obstante lo dispuesto en el apartado 1 de este artículo, en el mismo local si el envase posee las características mencionadas en el apartado 2 de este artículo y si se cumplen las siguientes condiciones:

a) El local es lo suficientemente amplio y está acondicionado de forma que garantice la higiene de las operaciones.

b) El envase es transportado al establecimiento de elaboración o de venta en un envoltorio, en el que han sido introducidos los productos inmediatamente después de su elaboración y que los protege contra todo daño durante el transporte al establecimiento, y se almacenan en condiciones higiénicas en un local o lugar destinado a este efecto.

c) Los locales o lugares de almacenamiento del material de envasado están desprovistos de polvo, no hay presencia de animales y están separados de los locales o lugares que contienen sustancias que puedan contaminar los productos. Los envases no deben almacenarse en contacto con el suelo.

d) Los envases se ensamblan en condiciones higiénicas antes de introducirlos en el lugar de envasado; puede obviarse este requisito cuando los envases se ensamblan automáticamente, siempre que no haya ningún peligro de contaminación de los productos.

e) Los envases se introducen en condiciones higiénicas en el local, se utilizan inmediatamente y no son manipulados por el personal encargado de manipular los productos sin envasar, salvo que el establecimiento no disponga de suficiente personal para tener diferenciadas ambas actividades. En este caso la persona que realice ambas actividades, debe tomar las medidas adecuadas para realizarlas de forma higiénica.

f) Inmediatamente después del envasado, los productos se depositan en los locales o lugares de almacenamiento o conservación previstos para tal fin.

6. Los helados envasados y las mezclas envasadas para congelar, deberán ir debidamente acondicionados y suficientemente protegidos, tanto en sus propios envases como en los medios de transporte, con objeto de evitar su deterioro y permitir una perfecta conservación.

TÍTULO X Marcado de salubridad y etiquetado

Artículo 16. Condiciones relativas al marcado de salubridad.

1. Los productos envasados contemplados en la presente Reglamentación elaborados con leche o productos lácteos, que se ajusten a la definición de producto lácteo regulada en el artículo 2, apartado 4 del Real Decreto 1679/1994, de 22 de julio, por el que se establece las condiciones sanitarias aplicables a la producción y comercialización de leche cruda, leche tratada térmicamente y productos lácteos, modificado por el Real Decreto 402/1996, de 1 de marzo, irán provistos de la marca de salubridad. El marcado se realizará en el momento de su elaboración o inmediatamente después de su elaboración en el establecimiento, en un lugar claramente visible, de forma perfectamente legible, indeleble y en caracteres fácilmente descifrables. La marca de salubridad podrá estamparse en el envase, si el producto lleva un envase individual, o en una etiqueta pegada sobre este envase. No obstante, en el caso de pequeños productos envasados individualmente y envasados luego conjuntamente, o en el caso de que esas pequeñas porciones envasadas individualmente se vendan al consumidor final, bastará con que la marca de salubridad se coloque en su envase colectivo.

2. En el caso de productos provistos de la marca de salubridad conforme a lo dispuesto en el apartado 1, que luego sean envasados, la marca de salubridad se colocará también en este envase.

3. Indicaciones de la marca de salubridad: La marca de salubridad incluirá las indicaciones siguientes dentro de un óvalo:

1.º bien: en la parte superior, la letra E mayúscula, seguida del número del Registro General Sanitario de Alimentos del establecimiento, y en la parte inferior, las siguientes siglas: CEE,

2.º o bien: en la parte superior, la palabra España en mayúsculas, en el centro, el número de Registro General Sanitario de Alimentos del establecimiento, y en la parte inferior, las siguientes siglas: CEE,

3.º o bien: en la parte superior, el nombre o las iniciales del país expedidor en mayúsculas, es decir, la letra: E, en el centro, una referencia al lugar en el que se indica el número de Registro General Sanitario de Alimentos del establecimiento, en la parte inferior, las siguientes siglas: CEE.

Cuando se trate de envases contemplados en el artículo 16 del Real Decreto 212/1992, de 6 de marzo, por el que se aprueba la Norma General de Etiquetado, Presentación y Publicidad de los Productos Alimenticios, la marca de salubridad sólo constará de las iniciales del país expedidor y del número del Registro General Sanitario de Alimentos del establecimiento.

Artículo 17. Condiciones relativas al etiquetado. El etiquetado se efectuará de conformidad con lo dispuesto en el Real Decreto 212/1992, de 6 de marzo, por el que se aprueba la Norma General de Etiquetado, Presentación y Publicidad de los Productos Alimenticios y modificaciones posteriores, con las siguientes particularidades:

1. Las denominaciones del producto serán las establecidas en el artículo 3, que se completará con la mención del ingrediente característico, o en el caso de que dicho ingrediente sea un aroma, con la mención «sabor a». Los postres de helado se denominarán con el nombre consagrado por el uso en España, o una descripción del producto alimenticio lo suficientemente precisa, para permitir al comprador conocer su naturaleza y distinguirlo de los productos con los cuales podría confundirse.

2. Los establecimientos que vendan helados a granel, así como las máquinas elaboradoras-expendedoras de helados, deberán indicar las denominaciones de venta de los diferentes helados que comercializan, según la clasificación del artículo 3, o bien exponer dicha información en un cartel, en un lugar bien visible, próximo al producto. Asimismo, deberán tener a disposición del consumidor la fórmula cualitativa de los mismos.

TÍTULO XI

Disposiciones aplicables al comercio con países terceros

Artículo 18. Productos procedentes de países terceros.

1. Los productos contemplados en la presente Reglamentación importados de países terceros, deberán cumplir, en todo caso, condiciones equivalentes a las establecidas en la misma. En ningún caso, podrán disfrutar de un régimen más favorable al establecido en ésta.

2. Además, en el caso de productos elaborados con leche o productos lácteos, sólo podrán importarse productos:

a) Procedentes de un tercer país, que figure en la lista de países autorizados, publicada en el «Diario Oficial de las Comunidades Europeas».

b) Procedentes de un establecimiento autorizado por el Ministerio de Sanidad y Consumo, hasta que la Comisión establezca la lista de los establecimientos autorizados para exportar a la Unión Europea, productos contemplados en la presente Reglamentación.

c) Marcados de acuerdo con lo estipulado en el artículo 16 de la presente Reglamentación, variando la información de la marca, de forma que figure en su parte superior, el nombre del país tercero exportador en mayúsculas o las siglas internacionalmente asignadas a dicho país y en su centro el número de autorización del establecimiento.

d) Acompañados del certificado sanitario, cuyo modelo cumplirá lo regulado por la legislación vigente.

e) Que hayan sido controlados en el momento de su entrada en el territorio español, de acuerdo con lo estipulado en el Real Decreto 2022/1993, de 19 de noviembre, por el que se establecen los controles veterinarios aplicables a los

productos que se introduzcan en territorio nacional, procedentes de países no pertenecientes a la Unión Europea.

3. En el caso de helados no elaborados con leche y productos lácteos, sólo podrán importarse productos:

a) Que cumplan los requisitos establecidos en el apartado 1 de este artículo.

b) Que hayan sido controlados en el momento de su importación en territorio nacional, de acuerdo con lo establecido en la Orden del Ministerio de Sanidad y Consumo de 20 de enero de 1994.

TÍTULO XII

Régimen sancionador

Artículo 19. Infracciones y sanciones.

1. Sin perjuicio de otra normativa que pudiera resultar de aplicación, las infracciones cometidas contra lo establecido en esta Reglamentación serán objeto de las correspondientes sanciones administrativas, previa la instrucción del oportuno expediente, conforme a lo establecido en el capítulo VI del título I de la Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad, y en las demás disposiciones que resulten de aplicación, considerándose como infracciones leves, graves y muy graves las siguientes:

a) Infracciones leves:

El incumplimiento de lo establecido en la presente Reglamentación, en cuanto no sea considerado como falta grave o muy grave, según preceptúa el artículo 35.A).3.a, de la Ley General de Sanidad.

b) Infracciones graves:

1.º El funcionamiento, sin la correspondiente autorización sanitaria, de los establecimientos regulados por esta Reglamentación, considerado como supuesto de los previstos en el artículo 35.B).1.a y 2.a, de la Ley General de Sanidad.

2.º El tráfico, suministro o distribución de productos contemplados en esta Reglamentación, procedentes de establecimientos que no estén debidamente autorizados y registrados en el Registro General Sanitario de Alimentos, lo que se considera como supuesto de los previstos en el artículo 35.B).1.a y 2.a, de la Ley General de Sanidad.

3.º La elaboración, tráfico, distribución o venta de los productos contemplados en esta Reglamentación sin cumplir los requisitos higiénico-sanitarios que se establecen, o de forma que entrañen riesgos de difusión de enfermedades transmitidas por los alimentos, lo que se considera como supuesto de los previstos en el artículo 35.B).1.a y 2.a, de la Ley General de Sanidad.

4.º La reincidencia en la comisión de infracciones leves, en los últimos tres meses, según preceptúa el artículo 35.B).7.a, de la Ley General Sanidad.

c) Infracciones muy graves:

1.º La elaboración, tráfico, suministro y distribución clandestinos de productos contemplados en esta Reglamentación, procedentes de establecimientos que no estén debidamente autorizados y registrados en el Registro General Sanitario de Alimentos, de forma que generen riesgos potenciales o daños graves

para la salud pública o de los animales, considerado como supuesto de los previstos en el artículo 35.C).1.a y 2.a, de la Ley General de Sanidad.

2.º La elaboración, tráfico, distribución y venta de los productos contemplados en esta Reglamentación, con infracción de los requisitos y condiciones higiénico-sanitarias que se establecen, de forma que entrañen riesgos potenciales o daños graves para la salud pública o de los animales, considerado como supuesto de los previstos en el artículo 35.C).1.a y 2.a, de la Ley General de Sanidad.

3.º Las manipulaciones dirigidas a enmascarar fraudes o alteraciones en los productos contemplados en esta Reglamentación, que entrañen riesgos para la salud pública, considerado como supuesto de los previstos en el artículo 35.C).1.a y 2.a, de la Ley General de Sanidad.

4.º La reincidencia en la comisión de faltas graves en los últimos cinco años, de acuerdo con lo preceptuado en el artículo 35.C).8.a, de la Ley General de Sanidad.

2. Las infracciones descritas en los apartados anteriores darán lugar a la imposición de alguna de las sanciones previstas en el artículo 36 de la Ley 14/1986, General de Sanidad, previa instrucción del expediente correspondiente, de acuerdo con lo establecido en la Ley 30/1992, de 26 noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

3. Las sanciones que se impongan serán, en todo caso, independientes de las medidas de policía sanitaria, que puedan adoptar las autoridades competentes en defensa de la salud pública, ya sean éstas las previstas en el punto 2, del artículo 10, del Real Decreto 1679/1994, de 22 de julio, por el que se establecen las condiciones sanitarias aplicables a la producción y comercialización de leche cruda, leche tratada térmicamente y productos lácteos, o cualquier otra que se considere necesaria.

TÍTULO XIII

Controles oficiales

Artículo 20. Control de la autoridad competente.

1. Todo establecimiento de elaboración y venta estará bajo control permanente de la autoridad competente, con arreglo a lo establecido en el artículo 23. La necesidad de su presencia permanente o periódica en cada establecimiento, dependerá del tamaño del mismo, del tipo de producto elaborado, del sistema de evaluación de riesgos (ARCPC) y de las garantías ofrecidas de conformidad con los párrafos d) y e), del artículo 7.1, de la presente Reglamentación.

2. La autoridad competente tendrá libre acceso, en todo momento, a todas las dependencias de los establecimientos, para asegurarse del cumplimiento de la presente Reglamentación y, en caso de duda sobre el origen de los productos, a los documentos contables que le permitan conocer el establecimiento de origen de la materia prima.

3. La autoridad competente analizará, regularmente, los resultados de los controles previstos en el artículo 7.1, de la presente Reglamentación. Basándose en dichos análisis, podrá disponer que se realicen exámenes complementarios de las distintas fases de elaboración y venta de los productos.

4. La autoridad competente informará por escrito a la empresa del resultado de sus análisis y recomendaciones. La empresa corregirá las carencias de higiene y las observaciones que, en su caso, se formulen. Artículo 21. Controles aplicables en los intercambios comunitarios.

Además, en el caso de los helados elaborados con leche o productos lácteos, serán de aplicación las normas previstas en el Real Decreto 49/1993, de 15 de enero, relativo a los controles veterinarios aplicables en los intercambios intracomunitarios de los productos de origen animal.

Artículo 22. Controles de la Comisión Europea. Especialistas de la Comisión Europea, podrán efectuar inspecciones in situ de los establecimientos de elaboración de helados y mezclas envasadas para congelar, elaborados con leche y productos lácteos. La autoridad competente de la Comunidad Autónoma en cuyo territorio se efectúe un control, aportará toda la ayuda necesaria a los especialistas, en el cumplimiento de su misión.

Representantes de la Administración General del Estado, podrán acompañar a los especialistas de la Comisión y de las Comunidades Autónomas, que realicen estas inspecciones.

Artículo 23. Control sanitario y vigilancia de la elaboración y venta de helados y mezclas envasadas para congelar.

1. Los establecimientos estarán sometidos a un control llevado a cabo por la autoridad competente, que se cerciorará del cumplimiento de los requisitos de la presente Reglamentación, y en particular:

a) Controlará:

1.º La limpieza de los locales, de las instalaciones, de los instrumentos y la higiene del personal.

2.º La eficacia de los controles efectuados por el establecimiento, de conformidad con lo previsto en el artículo 7 de la presente Reglamentación, principalmente, mediante el examen de los resultados y la toma de muestras.

3.º Las condiciones microbiológicas e higiénicas de los productos.

4.º En su caso, la eficacia del tratamiento térmico en los productos.

5.º El marcado de salubridad apropiado de los helados y mezclas para congelar, elaborados con leche o productos lácteos.

6.º Las condiciones de almacenamiento, transporte y venta.

b) Tomará las muestras necesarias para los exámenes de laboratorio.

c) Procederá a cualquier otro control que estimen necesario, para comprobar el cumplimiento de los requisitos de la presente Reglamentación.

2. La autoridad competente tendrá libre acceso, en todo momento, a los almacenes frigoríficos y a todos los locales de trabajo y de venta, para comprobar el estricto cumplimiento de estas disposiciones.

Artículo 24. Métodos de análisis.

En tanto no se establezca una normativa general aplicable a todos los Estados miembros de la Unión Europea, se reconocerán, como métodos de análisis de referencia para las normas microbiológicas reguladas en el anexo II, los que establezca, en su caso, el Ministerio de Sanidad y Consumo, a través del Instituto de Salud «Carlos III», que actuará como laboratorio de referencia.

ANEXO I

Requisitos susceptibles de excepción permanente

Los establecimientos de elaboración de producción limitada definidos en el artículo 2.6 de la presente Reglamentación, podrán exceptuarse permanentemente del cumplimiento de alguno o de todos los requisitos siguientes:

1. Suelo de materiales impermeables y resistentes, siempre y cuando sea fácil de limpiar y desinfectar, y dispuesto de forma que facilite la salida del agua y con un dispositivo para su evacuación, en su caso.
2. La exigencia de que los grifos para lavarse y desinfectarse las manos, existentes en los aseos y locales de trabajo, sean de accionamiento no manual.
3. Número suficiente de vestuarios con paredes y suelos lisos, impermeables y lavables, siempre y cuando se disponga de armarios roperos en número y capacidad suficiente; de aseos con lavabo y medios higiénicos para la limpieza y secado de las manos y de retrete con cisterna que no se comunique directamente con el local de trabajo.
4. Muelles de carga y descarga.
5. Local correctamente acondicionado a disposición exclusiva de la autoridad competente.

ANEXO II

Normas microbiológicas para helados y mezclas envasadas para congelar

Los criterios microbiológicos que deberán cumplir los helados y mezclas envasadas par a congelar serán los siguientes:

- 1) Criterios obligatorios: gérmenes patógenos.

Tipo de gérmenes	Norma (ml, g) ^(a)
Listeria monocytogenes	Ausencia en 1 g
Salmonella spp	Ausencia en 25 g n = 5, c = 0, m = 0

Por otra parte, no contendrán ningún microorganismo patógeno ni sus toxinas, en una cantidad que afecte a la salud de los consumidores.

(a) Siendo las definiciones de n, c, m y M:
 n = Número de unidades de muestra elegidas;
 c = Número máximo de unidades de muestra cuyo número de bacterias podrá situarse entre m y M; la muestra seguirá considerándose aceptable si las demás unidades de que se compone tienen un número de bacterias igual o menor que m;
 m = Valor aceptable del número de bacterias; el resultado se considerará satisfactorio si todas las unidades de que se compone la muestra tienen un número de bacterias igual o menor que m;
 M = Valor límite del número de bacterias; el resultado se considerará no satisfactorio si una o varias unidades de las que componen la muestra tienen un número de bacterias igual o mayor que M;

De superarse tales normas, los productos serán retirados del mercado y excluidos del consumo humano, de conformidad con lo dispuesto en los párrafos d) y e) del artículo 7.1 de la presente Reglamentación.

Los programas de muestreo se establecerán según la naturaleza de los productos y el análisis de riesgos.

2. Criterios analíticos: gérmenes testigos de falta de higiene.

Tipo de gérmenes	Norma (ml, g) ^(a)
Staphylococcus aureus	n = 5
	c = 2
	m = 10
	M = 10 ²

(a) Siendo las definiciones de n, c, m y M: n = Número de unidades de muestra elegidas; c = Número máximo de unidades de muestra cuyo número de bacterias podrá situarse entre m y M; la muestra seguirá considerándose aceptable si las demás unidades de que se compone tienen un número de bacterias igual o menor que m; m = Valor aceptable del número de bacterias; el resultado se considerará satisfactorio si todas las unidades de que se compone la muestra tienen un número de bacterias igual o menor que m; M = Valor límite del número de bacterias; el resultado se considerará no satisfactorio si una o varias unidades de las que componen la muestra tienen un número de bacterias igual o mayor que M;

El rebasamiento de tales normas implicará indefectiblemente la revisión de la aplicación, en el establecimiento de elaboración, de acuerdo con el artículo 7 de la presente Reglamentación, de los métodos de vigilancia y control de los puntos críticos. Se informará a la autoridad competente de los procedimientos correctivos aplicados al sistema de vigilancia de la producción, para evitar la repetición de dichos rebasamientos.

La detección de cepas de Staphylococcus aureus enterotoxigénicos y la presencia de enterotoxina estafilocócica, implicará la retirada del mercado de todos los lotes afectados. En tal caso, se informará a la autoridad competente de los resultados obtenidos en aplicación del párrafo d) del artículo 7.1 de la presente Reglamentación, así como de las acciones emprendidas para retirar los lotes correspondientes y los procedimientos correctivos aplicados dentro del sistema de vigilancia de la producción.

3. Gérmenes indicadores: líneas directrices.

Tipo de gérmenes	Norma (ml, g) ^(a)
Contenido de gérmenes 30 °	n = 5 c = 2 m = 10 ⁵ M = 5.10 ⁵
Helados pasterizados: Coliformes 30 °	n = 5 c = 2 m = 10 M = 10 ²
Helados pasterizados con adiciones no pasterizadas y helados no pasterizados: Coliformes 30 ° C	n = 5 c = 2 m = 10 ² M = 2.10 ²

(a) Siendo las definiciones de n, c, m y M:
n = Número de unidades de muestra elegidas;
c = Número máximo de unidades de muestra cuyo número de bacterias podrá situarse entre m y M; la muestra seguirá considerándose aceptable si las demás unidades de que se compone tienen un número de bacterias igual o menor que m;
m = Valor aceptable del número de bacterias; el resultado se considerará satisfactorio si todas las unidades de que se compone la muestra tienen un número de bacterias igual o menor que m;
M = Valor límite del número de bacterias; el resultado se considerará no satisfactorio si una o varias unidades de las que componen la muestra tienen un número de bacterias igual o mayor que M;

Dichas líneas directrices deben ayudar a los fabricantes a juzgar el buen funcionamiento de su establecimiento y a aplicar el sistema y el procedimiento de autocontrol de su producción.

4. Además, las mezclas envasadas líquidas esterilizadas y que vayan a conservarse a temperatura ambiente cumplirán, tras incubación a 30 °C durante quince días, las siguientes normas:

- Contenido de gérmenes a 30 °C (por 0,1 ml): igual o inferior a 10.
- Control organoléptico: normal.

ANEXO III

**Modelo de solicitud de clasificación de los establecimientos
de elaboración de producción limitada**

I. Datos indicativos de la empresa

Nombre o razón social

Domicilio

.....

Localidad

.....

Provincia (D.P.)

.....

Teléfono, fax y correo electrónico

NIF

.....

Número Registro General Sanitario Alimentos

II. Capacidad de producción

Producción máxima litros/año

El que suscribe, en nombre y representación del establecimiento, solicita su clasificación como establecimiento de producción limitada, declarando bajo su responsabilidad que todos los datos facilitados y que acompañan a esta solicitud son ciertos.

En a de de 199...

Sello
El representante de la empresa
Firmado:

Reglamentación Aplicable

11.3. *Real Decreto 1679/1994, de 22 de Julio, por el que se establece las condiciones sanitarias aplicables a la producción y comercialización de leche cruda, leche tratada térmicamente y productos lácteos.*

11.4. *Real Decreto 402/1996, de 3 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1679/1994, de 22 de julio, por el que se establece las condiciones sanitarias aplicables a la producción y comercialización de leche cruda, leche tratada térmicamente y productos lácteos.*

11.5. *Real Decreto de 7 de Diciembre de 1995. NUM. 2001/1195. ALIMENTOS. Aprueba la lista positiva de aditivos colorantes autorizados para uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización.*

11.6. *Real Decreto 142/2002, de 1 de febrero, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos distintos de colorantes y edulcorantes para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización.*

11.7. *Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos de trabajo.*

11.8. *Real Decreto 773/1197, de 30 de mayo de 1997. Guía técnicas para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de protección individual.*

11.9. *Orden de 5 de octubre de 2001 por la que se modifica la Orden de 12 de por la que se aprueban las Normas Generales de Calidad para la nata y nata en polvo con destino al mercado interior.*

11.10. *Orden 12 de Marzo de 1984. Norma de calidad para las gelatinas comestibles destinadas al mercado interior.*

11.11. *Real Decreto 11 de febrero de 2000. NUM. 202/2000. Alimentos. Establece las normas relativas a los manipuladores de alimentos.*

11.12. Real Decreto 140/2003, de 7 de Febrero por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

11.13. Reglamento (CE) nº 2073/2005 de la Comisión de 15 de noviembre de 2005 relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios.

12. Sistema HACCP en el Proceso de Pasteurización de una fábrica de helados

12.1. Introducción

El análisis de peligros y puntos críticos de control HACCP es el método adecuado para garantizar la buena calidad del producto.

El objeto del plan HACCP es el de establecer el procedimiento de seguridad alimentaria en la empresa, mediante la implantación de un protocolo de trabajo normalizado que detecte las incidencias existentes y ofrezca acciones que corrijan los problemas detectados, garantizando un correcto y continuo nivel sanitario de las instalaciones, salvaguardando la correcta higiene de los productos.

Se puede distinguir entre garantía de calidad, asegurando los sistemas de producción para que el producto no tenga errores, y control de calidad, como la comprobación de los posibles errores que presenta el producto elaborado. Se define calidad total como aquella en la que se requiere que todo se haga bien y así satisfacer las necesidades de los clientes y obtener buenos rendimientos. Todo esto incluye una serie de medidas, métodos y recursos, destinados a asegurar la calidad de un trabajo o producto, referida a unas normas cualitativas y/o cuantitativas, previamente establecidas y que pueden ser de carácter interno o externo con respecto a la empresa.

12.2. Principios generales del sistema HACCP

Hay descritos siete principios básicos para la implantación del sistema HACCP:

-Principio 1: Identificación de los peligros, análisis de riesgos y determinación de las medidas necesarias para su control.

-Principio 2: Identificación de los puntos críticos.

-Principio 3: Establecimiento de límites críticos para cada punto crítico.

-Principio 4: Establecimiento de procedimientos de vigilancia y control.

-Principio 5: Establecimiento de las medidas correctoras que deberán tomarse en cada caso.

-Principio 6: Establecimiento de la documentación correspondiente a todos los procedimientos y registros.

-Principio 7: Establecimiento de procedimientos de comprobación y revisión.

El estudio de este PFC se centra en el proceso de pasteurización que incluye el proceso de homogeneización.

12.3. Control HACCP en la pasteurización

El objetivo es definir el procedimiento de control y análisis de puntos críticos de la pasteurización y homogeneización de mezclas realizadas en la planta de pasteurización.

La identificación de los puntos críticos consiste en la determinación de los puntos críticos de control (PCC, en los que pueden ser controlados los riesgos o peligros identificados. Se identifican dos tipos de PCC:

- PCC1, que asegurará el control de un riesgo o peligro.
- PCC2, que reducirá al mínimo, aunque no asegurará el control de un riesgo o peligro.

12.3.1. Homogeneización (PCC 2)

-Análisis de riesgos

- **Riesgo 1:** Contaminación cruzada con otros equipos
- **Riesgo 2:** Presencia de residuos desinfectantes del propio equipo

-Medidas preventivas

- Buenas prácticas de operación
- Procedimientos operacionales de limpieza y desinfección

-PCC

- Presión de homogeneización incorrecta

-Límites críticos

- Presión de homogeneización correcta.

-Objetivos de control

- Asegurar la rotura de los glóbulos grasos hasta un tamaño óptimo.
- Evitar la contaminación microbiana por el homogeneizador colocando esta operación antes del tratamiento térmico.

-Método de monitorización o vigilancia

- Controlar las operaciones de homogeneización/emulsificación. Controlar la presión de homogeneización.
- Realizar la inspección antes de cada fabricación.

-Verificación o comprobación del sistema

- Calidad y estructura del producto final.
- Examen de los registros de la planta.

12.3.2. Pasteurización (PCC 1) / Enfriamiento (PCC 2)**-Análisis de riesgos**

- **Riesgo 1:** Diseño e instalación inadecuada con: velocidad de flujo, temperaturas y válvulas inadecuadas.
- **Riesgo 2:** Mantenimiento incorrecto.
- **Riesgo 3:** Limpieza y/o desinfección defectuosas por:
 - Utilización de productos de limpieza y desinfección no compatibles con los materiales del que están fabricados los equipos.
 - Soluciones de limpieza con concentraciones incorrectas.
 - Restos de productos de limpieza sin eliminar.
- **Riesgo 4:** Crecimiento microbiano en el mix por enfriamiento incorrecto.
- **Riesgo 5:** Crecimiento microbiano por fallo en la pasteurización del mix. Una pasteurización deficiente puede producirse por varias razones: una inadecuada programación del pasteurizador, mal funcionamiento, etc.
- **Riesgo 6:** Crecimiento microbiano por contaminación procedente de superficies de equipos y utensilios.

-Medidas preventivas

Establecer relación tiempo/temperatura correcta.

- 1) Diseño y funcionamiento del equipo debe asegurar que el tratamiento sea homogéneo en todo el producto.
- 2) Mantenimiento del programa preventivo que asegure la funcionalidad correcta e higiene de los equipos.
- 3) Mantenimiento de la relación temperatura/tiempo adecuada.
- 4) Disponer de un equipo de pasteurización adecuado.
- 5) Funcionamiento correcto de la válvula de recirculación.
- 6) Disposición de instrumentos de medida
- 7) Control de la limpieza y desinfección de la planta de pasteurización
- 8) Disponer de registros de temperatura (termógrafos) y de contrastación de instrumentos.
- 9) Prácticas de manipulación adecuadas.

-PCC**-PCC 1**

-Temperatura de pasteurización inferior a 84 °C

-PCC 2

-Limpieza y desinfección incorrecta en la planta de pasteurización

-PCC 1

-Enfriamiento incorrecto de mix

-PCC 2

-Limpieza incorrecta del equipo

-Límites críticos

- Relación tiempo/temperatura establecida por el responsable: tratamiento por calor equivalente a 84 °C durante y enfriamiento posterior hasta la temperatura de 4 °C.
- Programas de limpieza, desinfección y mantenimiento del equipo.
- Funcionamiento correcto del pasteurizador.
- Contaminación microbiana por superficies mal higienizadas.

-Método de monitorización o vigilancia

- Controlar tiempo y temperatura de pasteurización y enfriamiento
 - a) La vigilancia del tratamiento térmico será periódica y de cada lote.
 - b) Controles del pasteurizador: termorregistros, sondas de temperatura, calibrado de instrumentos, mecanismos de seguridad.
- Mensualmente realización de la verificación de la pasteurización por Control de Calidad de las temperaturas que marcan los registradores electrónicos durante un ciclo de pasteurización, confirmando que dichas temperaturas son mayores o iguales a las temperaturas generales de pasteurización.
- Asegurar la disponibilidad en todo momento de operarios adecuadamente formados.
- Comprobar las condiciones del equipo (desgaste de juntas, etc.) de una forma regular y rutinaria.
- Control semanal de la carga microbiana del pasteurizado mediante análisis microbiológico de las muestras de mix tomadas.
- Calibrado periódico de la precisión de la sonda de temperatura del pasteurizador.

- Comprobación del cumplimiento exhaustivo del programa de limpieza y desinfección y de las instrucciones de mantenimiento del equipo, con especial atención en los sistemas de seguridad como la válvula de desvío. Revisión del funcionamiento del sistema CIP.

-Medidas correctivas

➤ *Para prevenir una desviación*

- Desviación del mix no pasteurizado correctamente.
- Reprocesado de la mezcla.
- Registro e informe a control de calidad y a mantenimiento.
- Responsable: acción automática pero deberá ser vigilada por el supervisor de producción.

➤ *Para corregir una desviación*

- Detener el proceso.
- Reprocesas el mix si fuera factible o desecharlo si es necesario.
- Ajuste del proceso: revisión del termorregistrator, de la válvula de retorno y calibración del sensor de temperatura.
- Registro e informe a control de calidad.
- Responsables: producción y mantenimiento.

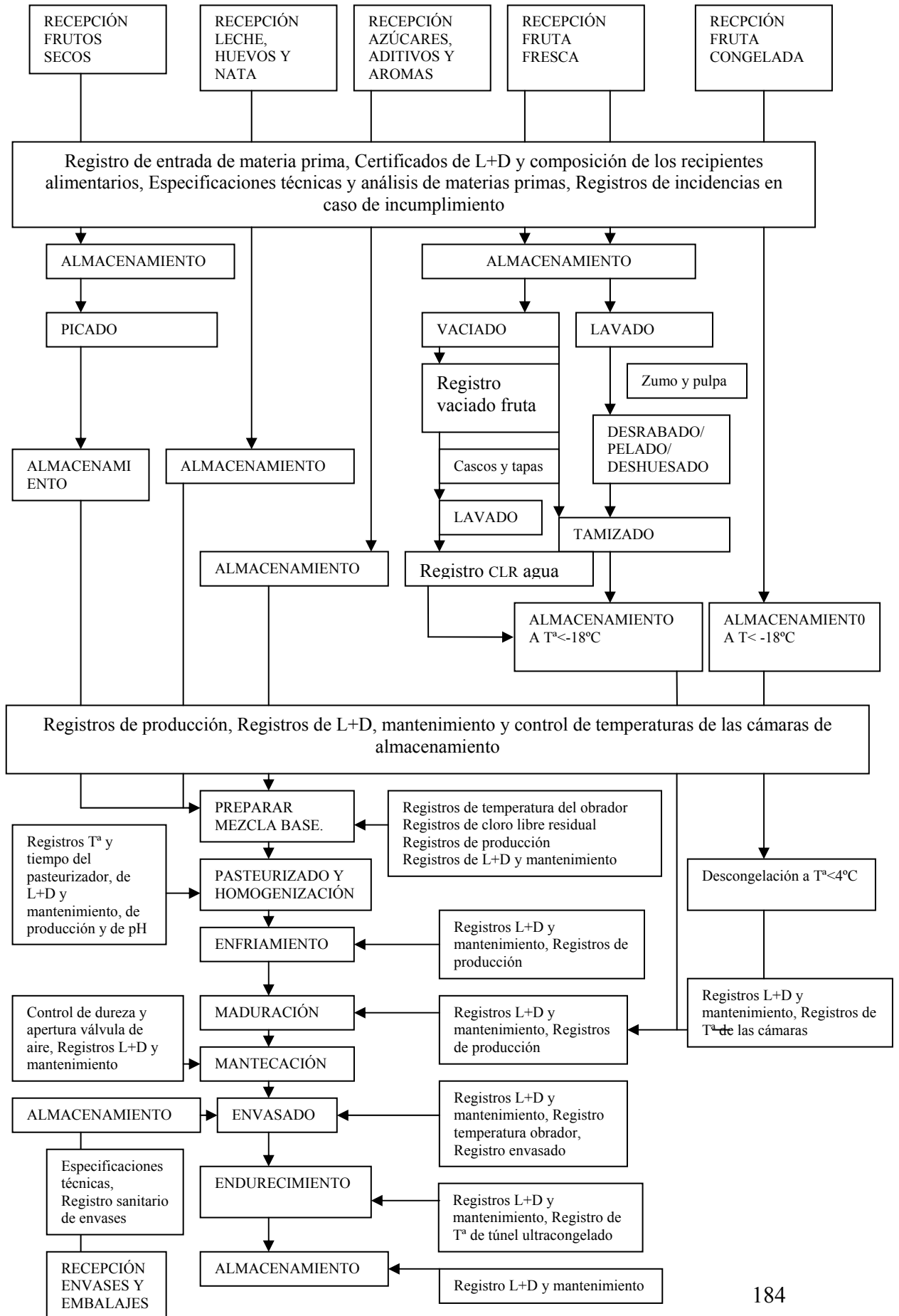
-Verificación o comprobación del sistema

- Exámenes periódicos realizados por especialistas y mantenimiento de la planta por los fabricantes. Comprobar el correcto funcionamiento de las válvulas de desviación de flujo al comenzar cada proceso.
- Examen de los registros de temperatura

-Registros

1. Archivo de los registros continuos de temperatura. Los registros de la relación tiempo/temperatura (termógrafos) del proceso se conservarán y estarán a disposición de las Autoridades Sanitarias.
2. Detalle de incidencias o actuaciones sobre la operación de pasteurización.
3. Anotación de cualquier medida correctora.
4. Calibrado de instrumentos. Registros de verificación de temperatura de pasteurización.
5. Registro L+D (Limpieza y Desinfección) de la Planta de Pasteurización.

12.4. DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL Y CONTROLES APPCC



A continuación se detallan los requerimientos que deben cumplir las etapas de homogeneización y pasteurización, desde el punto de vista de los requisitos exigidos por la legislación vigente y por el sistema de calidad de la propia empresa:

ETAPA	REQUISITOS LEGISLACIÓN VIGENTE	CALIDAD	CONTROL/INSPECCIÓN
1. Pasteurización y homogeneización			
1.1. Pasteurización	<p>-Las mezclas para helados serán sometidas al tratamiento térmico preciso, en condiciones tales de temperatura y tiempo, que garantice la destrucción de cualquier tipo de microorganismo patógeno.</p> <p>-No será necesario la aplicación de tratamiento térmico en las mezclas envasadas para congelar y en el sorbete, cuando el producto resultante tenga un pH igual o inferior a 4.6.</p>	<p>-Los equipos de pasteurización dispondrán de una sonda que generará un registro de temperatura en continuo.</p> <p>-La pasteurización se llevará a cabo a 85°C-100°C durante 15 a 20 segundos y para mezclas más delicadas (alto contenido de nata, alto contenido de huevo), 65°C durante 30 minutos (baja pasteurización).</p> <p>-Se aplicará una baja pasteurización a la mezcla (agua, azúcar y aditivo) para sorbete (para derretir los azúcares y que el estabilizante ejerza su acción).</p>	<p>-Registro de producción.</p> <p>-Registro de temperatura y tiempo del pasteurizador (discos termorregistradores).</p> <p>-Registro de pH y análisis de la fruta si no se aplica el tratamiento térmico.</p>
1.2. Instalaciones	<p>-El pasteurizador y el homogeneizador será de uso alimentario y se limpiarán convenientemente</p>	<p>-La limpieza de las instalaciones de pasteurización se llevará a cabo a diario y preferiblemente por sistema CIP o similar.</p> <p>-Se llevará a cabo un mantenimiento trimestral del equipo de pasteurizado.</p> <p>-El equipo utilizado en la pasteurización será de acero inoxidable.</p>	<p>-Registro de limpieza y desinfección.</p> <p>-Registro de mantenimiento.</p>

13. Estudio de Seguridad e Higiene

13.1. Introducción

13.1.1. Objeto del estudio

La planta de pasteurización, al encontrarse dentro de la propia fábrica de elaboración de helados, deberá acogerse al Plan de Seguridad e Higiene de dicha fábrica, debiendo encontrarse en ella todas las partes oportunas referentes a la Seguridad en los distintos sistemas de la planta.

La empresa deberá tener documentado un plan de prevención de riesgos laborales. Los contratos laborales deben ajustarse a los convenios laborales vigentes.

El recurso humano es el factor más importante para garantizar la seguridad y calidad de los alimentos, por ello debe dar una especial atención a este recurso en materia de seguridad.

13.2. Medidas preventivas y de protección

13.2.1. Señalización

La señalización de seguridad y salud en el trabajo deberá utilizarse siempre que el análisis de los riesgos existentes, de las situaciones de emergencia previsible y de las medidas preventivas adoptadas, ponga de manifiesto la necesidad de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.
- Para que toda señalización en materia preventiva sea efectiva y cumpla las citadas finalidades en la prevención de accidentes, debe de:

- Atraer la atención de quien la reciba.

- Dar a conocer el riesgo con suficiente antelación.

- Ser suficientemente clara para que ésta sea captada.

-Conducir a una única interpretación.

- Informar sobre la actuación conveniente para cada caso concreto.
- Que haya en la práctica una posibilidad real de cumplir con lo indicado.
- Cuando sea necesario para la protección de los trabajadores, las vías de circulación de vehículos deberán estar limitadas con claridad mediante franjas continuas de un color bien visible, preferentemente blanco o amarillo, teniendo en cuenta el color del suelo. La delimitación deberá respetar las necesarias distancias de seguridad entre vehículos y objetos próximos, y entre peatones y vehículos.
- Se señalarán las conducciones mediante el uso de un color, para facilitar la identificación de la naturaleza de un fluido que se transporta por tuberías, su estado y su sentido de circulación.
- Las señales relativas a los equipos de lucha contra incendios debe utilizarse para señalar los medios de protección contra incendios de utilización manual, que no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida por dicho medio, de tal forma que desde dicho punto la señal resulte fácilmente visible.
- Las señales luminosas deberán provocar un contraste luminoso apropiado respecto a su entorno, en función de las condiciones de uso previstas. Su intensidad deberá asegurar su percepción, sin llegar a producir deslumbramientos.
- Las esquinas y obstáculos fijos deben estar señalizados adecuadamente.

13.2.2. Iluminación

La iluminación deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en un lugar de trabajo, por lo que debe tenerse en cuenta:

- Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad.
- Las exigencias visuales de las tareas desarrolladas.
- Siempre que sea posible, el local de trabajo tendrá una iluminación natural que debe complementarse con iluminación artificial cuando la primera, por sí sola, no garantiza las condiciones de visibilidad adecuadas. En este caso se utilizará, preferentemente, la iluminación general complementada a su vez con una localizada cuando en zonas concretas se requieran niveles de iluminación elevados.

La iluminación del lugar de trabajo deberá cumplir, además, en cuanto a su distribución y otras características, las siguientes condiciones:

- Será lo más uniforme posible.

- Evitará las vibraciones bruscas de iluminación.
- Evitará los deslumbramientos directos por luz solar o artificial.
- Evitará los deslumbramientos indirectos por superficies reflectantes.
- Los tubos fluorescentes o lámparas se protegerán con medios adecuados para evitar la posible caída de cristales en caso de rotura y su fijación al techo o a las paredes será de forma que facilite su limpieza y se evite la acumulación de polvo. Toda la iluminaria estará provista de pantallas protectoras.
- No se utilizarán sistemas o fuentes de luz que perjudiquen la percepción de:
 - Los contrastes.
 - La profundidad o distancia entre objetos que produzcan una impresión visual de intermitencia o que puedan dar lugar a efectos estroboscopios.
 - Si se produjera un fallo del alumbrado normal, y esto supone un riesgo para la seguridad de los trabajadores, el lugar de trabajo dispondrá de alumbrado de emergencia de evacuación y de seguridad.
 - Asimismo, los sistemas de iluminación utilizados no deben originar riesgos eléctricos, de incendio o de explosión, y cumplir, a tal efecto, lo dispuesto en la normativa específica vigente.

13.2.3. Ventilación

Todas las instalaciones deben tener ventilación natural o mecánica adecuada que asegure la eliminación de la condensación e impida el crecimiento de hongos y bacterias, especialmente en aseos y vestuarios. En caso de sistemas de ventilación mecánica se recomienda que estén colocados en lugares cuyo posible desprendiendo no ponga en peligro la vida de los trabajadores o personas que transiten por la zona.

13.2.4. Suministro de agua

La empresa dispondrá de un suministro de agua potable (o cualquier otro sistema de potabilización y desinfección autorizado por la Administración Sanitaria competente) utilizada para el contacto directo con los productos y para el consumo humano.

13.2.5. Prevención y protección contra incendios

Todos los establecimientos industriales estarán provistos de suficientes equipos contra incendios y las personas adiestradas a usar correctamente el equipo estarán presentes durante todos periodos normales de trabajo.

Se tendrán en cuenta las siguientes reglas relacionadas con los aparatos para combatir incendios:

-Un abastecimiento adecuado, a presión suficiente, se mantendrá en todo momento para extinguir el incendio de materiales combustibles ordinarios.

-Las bombas para incendios estarán situadas o protegidas de tal modo que no se interrumpa su funcionamiento cuando se produzca un incendio en el establecimiento.

-Todas las conexiones de mangueras para uso exterior y los hidrantes o los tubos de alimentación serán del tipo usado para el servicio público contra incendios que pueda ser llamado para asistencia.

-Las mangueras deberán desaguarse y secarse después de usarlas. Las mangueras forradas con caucho serán probadas por lo menos cada 3 meses.

-Se colocarán avisos a la entrada y en el interior de los locales en los cuales se encuentren sustancias que puedan perjudicar a la salud, así como también en la entrada del establecimiento industrial.

-Todos los establecimientos industriales, incluyendo aquellos que estén provistos de rociadores automáticos, estarán agrupados con protección contra pequeños principio de incendio por medio de aparatos portátiles para combatir incendios, adecuados al tipo de incendio que pueda ocurrir, considerando la naturaleza de los procedimientos o del contenido del establecimiento o de sus dependencias.

-Todos los aparatos estarán conveniente y claramente colocados.

-Cuando puedan ocurrir incendios que impliquen equipos eléctricos a tensión, el equipo portátil no deberá consistir en extintores de soda-ácido, de espuma o de agua (excepto pulverizada) sino que consistirá en extintores de bióxido de carbono, polvo seco u otros sistemas equivalentes. No obstante, deberá tenerse en consideración, de manera general, la tensión de la corriente existente.

-Los aparatos portátiles contra fugas serán inspeccionadas por lo menos una vez por semana.

-Los extintores de soda-ácido y de espuma serán vaciados y recargados anualmente.

13.2.6. Equipos eléctricos

-Todos los equipos e instalaciones eléctricas serán de una construcción tal y estará instalado y conservado de tal manera que prevengan a la vez el peligro de contacto con los elementos a tensión y el riesgo de incendio.

-El material para todos los equipos eléctricos se seleccionará con relación a la tensión de trabajo, la carga y todas las condiciones particulares de su utilización.

-Todo equipo debiera estar conforme con las normas establecidas por la autoridad competente y debiera estar claramente marcado.

-Solamente las personas calificadas por su experiencia, conocimientos técnicos y demás requisitos estipulados por la autoridad competente estarán autorizados a instalar, regular, examinar o reparar equipos o circuitos eléctricos.

-Después de la instalación de un nuevo sistema eléctrico o después que se hayan efectuado alteraciones de importancia en un sistema ya existente, una persona competente, distinto de aquellos que han llevado a cabo el trabajo, hará una inspección antes de colocar en servicio dicho nuevo sistema o extensión.

-Los trabajadores que tengan que poner en funcionamiento instalaciones o maquinaria eléctrica o que tengan que trabajar en las inmediaciones de tales instalaciones, serán provistos por los jefes de folletos que contengan las disposiciones principales de seguridad relativas a sus trabajos.

13.2.7. Protección de los elementos a tensión

La protección de los elementos a tensión se recoge en los siguientes puntos:

-Cuando sea factible, se dispondrá de cercos, cubiertas y otros resguardos de norma maquinaria en todos los elementos conductores de corriente de los circuitos o equipos eléctricos que estén bajo una tensión de 50 voltios o más a tierra, en corriente alterna, incluyendo los elementos expuesto a través de ventanas o aberturas de paredes, a menos que dichos elementos estén aislados por su colocación de acuerdo con los requisitos establecidos en las disposiciones generales.

-Los cercos, las cubiertas y los demás resguardos de los equipos o conductos a tensión, estarán contruidos de tal manera que eviten el peligro de conmoción eléctrica o de cortocircuito.

-Se dispondrá de acceso seguro a los conductos y equipos a fin de regularlos o repararlos.

-Los cercos, las cubiertas y resguardos para los elementos de los circuitos o equipos eléctricos o tensión que puedan en cualquier momento quitarse mientras los elementos estén a tensión, serán de material aislante o instalado de tal manera que ellos no puedan entrar en contacto con los elementos a tensión.

-Cuando los elementos metálicos a tensión que forman parte de los circuitos o equipos eléctricos a una tensión que exceda a 50 voltios a tierra, en corriente alterna o continua, deben estar al descubierto (como en los grandes tableros de distribución), para fines de funcionamiento y control, se instalará para los trabajadores puestos de trabajo de material aislante apropiado.

Estos puestos de trabajo estarán situados de tal modo y serán de dimensiones tales que los trabajadores no puedan fácilmente tocar ningún elemento o tensión sin estar sobre dichos puestos.

13.2.8. Resguardos de maquinaria

Las siguientes disposiciones generales a tener en cuenta con respecto a este aspecto serán:

-Se protegerán todas las partes móviles de los motores primarios, los equipos de transmisión y las partes peligrosas de las máquinas accionadas, a menos que estén contruidas o colocadas de tal manera que eviten que una persona u objeto entre en contacto con ellas.

-Cuando un jefe ordene maquinaria, partes de maquinaria u otros equipos de trabajo, especificará en su orden que todas las maquinarias, partes a equipos estarán provistos de todos los dispositivos de seguridad requerido por los reglamentos de seguridad para cualquier parte peligrosa de los mismos, disponiéndose que, para los casos donde será imposible anticipar el tipo de dispositivo requerido para operaciones especiales, pueda éste obtenerse de otras fuentes.

-Los fabricantes, los vendedores, y los arrendatarios de maquinaria, de partes de maquinaria o de otros equipos de trabajo, serán responsables de que todos los artículos entregados, en venta o en arrendo, estén provistos de todos los dispositivos de protección requerida por el punto anterior.

-Los jefes que instalen nueva maquinaria, partes de maquinas u otro equipo de trabajo y las personas o firmas encargadas de una erección o instalación se ocuparán de que todas las maquinarias, las partes de maquinarias u otros equipos de trabajo instalado o erigidos por ellos estén colocados y protegidos de tal manera que respondan a las prescripciones de seguridad.

-Ninguna persona o personas quitará o anulará los resguardos, aparatos de seguridad o dispositivos de seguridad que protejan una maquina o una parte de la misma que sea peligrosa excepto cuando la máquina esté parada con el fin de reparar o arreglar inmediatamente dichos resguardos, accesorios o dispositivos. Al término de las reparaciones o arreglos se colocarán inmediatamente de nuevos dichos resguardos, accesorios o dispositivos.

-El operario u otro empleado cualquiera del establecimiento darán cuenta inmediatamente de los defectos o deficiencias que descubriría en una máquina, resguardo, aparato o dispositivo. Se detendrá la fuerza motriz y se cerrarán los controles o se colocará un aviso visible, prohibiendo su uso, hasta que se hayan hecho las reparaciones y arreglos necesarios y la máquina esté de nuevo en condiciones de trabajar.

13.2.9. Superficies y accesos

-Las superficies de suelos, paredes y techos deben ser sólidos, con recubrimiento no irritante, no tóxico, duradero y fácil de limpiar. Los suelos deberán tener un tratamiento antideslizante.

-Los pasillos se encontrarán libres de obstáculos, existiendo pasillos para el personal y pasillos para los vehículos.

-Las puertas que separen distintas zonas de fabricación serán del tipo abatibles con avisos que indiquen entrada y salida de las mismas.

13.2.10. Equipos de protección personal

Se tendrán en cuenta las siguientes disposiciones generales:

-Cuando se seleccione ropa de trabajo se deberá tomar en consideración los riesgos a los cuales el usuario puede estar expuesto y se deberá seleccionar aquellos tipos que reduzcan los riesgos al mínimo, asequible en cada caso.

-Las ropas de trabajo deberán ajustar bien; no deberá tener partes flexibles, o cordones sueltos, un bolsillo, y si los hay deberán ser pocos y tan pequeños, como sea factible.

-Las prendas de vestir sueltas, desgarradas o rotas, corbatas y cadenas de llaves o de relojes no se usarán próximas a los elementos con movimiento de las máquinas.

-Las camisas con mangas cortas deberán usarse con preferencia a la camisa con mangas enrolladas.

-No se deben llevar en bolsillos objetos afilados o con puntas ni materiales explosivos o inflamables.

-El uso y condición de calzado será regulado cuando sea necesario. En aquellos casos en que el calzado ordinario no sea apropiado, los jefes proveerán calzado, bolsas, zapatos fuertes u otros medios convenientes de protección. En todo caso, los cordones de los zapatos deberán mantenerse ajustados. El calzado tendrá suela antideslizante y con puntera reforzada.

13.2.10.1. Protección de la vista

Se tendrá en cuenta las siguientes disposiciones generales:

Todos los trabajadores que ejecuten cualquiera operación que pueda poner en peligro sus ojos dispondrán de protección apropiada para la vista.

-Los trabajadores cuya vista requiera el empleo de anteojos con lentes correctivas y necesitan usar gafas protectoras serán provistos de gafas de uno de los siguientes tipos:

-Gafas cuyas lentes puedan ser superpuestas a los anteojos correctivos sin disturbar el ajuste de los mismos.

-Gafas cuyas lentes protectoras suministran la corrección óptica correspondiente.

-Gafas que incorporan las lentes correctivas montadas dentro de las lentes protectoras.

-Los cristales y el material plástico transparente para lentes y ventanas de los protectores serán de suficiente resistencia para el propósito a que se destinen y realmente libres de estrías, burbujas de aire, ondulaciones u otros defectos.

-Las superficies del frente y de la parte posterior de las lentes y ventanas no causarán distorsión lateral, excepto cuando las lentes proporcionan corrección óptica para vista defectuosa.

-Todas las lentes para gafas protectoras que se destinen solamente para protección mecánica serán, cuando sean nuevas, capaces de transmitir por lo menos 89 % de la luz incidente visible.

-Las armaduras deberán ser ligeras y ajustables a la cara y deberán estar equipados cuando sea necesario, con viseras laterales que serán de metal, cuero y otro material durabilidad adecuada.

-Las gafas protectoras, los capuchones y las pantallas protectoras para los trabajadores ocupados en soldadura por arco, soldadura oxiacetilénica, trabajos en hornos, o en cualquier otra operación donde sus ojos puedan estar expuestos a deslumbramiento deberán tener lentes o ventanas filtros conforme a las normas de absorción aceptadas por la autoridad competente.

-Las viseras de cara y pantallas para proteger la cara contra la luz, impactos ligeros o chispas, deberán tener una visera transparente no inflamable, libre de arañazos u otros defectos.

-Antes de que las gafas protectoras que han sido usados por una persona serán entregados a otra, serán esterilizados y cualquiera de las partes que no sean esterilizados, tales como bandas elásticas para la cabeza, deberán ser reemplazados.

-Cuando las gafas protectoras y viseras de cara no se usan deberán conservarse en recipientes cerrados especiales, protegiéndolos contra daños mecánicos y contaminación.

-Las gafas protectoras y viseras de cara se examinarán a intervalos regulares y todos las partes defectuosas deberán ser inmediatamente reemplazadas.

13.2.10.2. Protección de los oídos

Se tendrán en cuenta las siguientes disposiciones generales:

-Los hombres que trabajen en lugares de ruidos intenso y prolongado deberán usar tapones de oído.

-Los tapones de oído serán limpiados diariamente a menos que se descarten cada vez que se use y no deberán ser transferidos de un usuario a otro sin esterilizarlos.

-Los resguardos para la protección de los oídos contra chapas, metal fundido partículas u otros cuerpos extraños consistirá en una malla fuerte, ligera en peso e inoxidable, montada en copas para oído hecho de acero y mantenido en su lugar por medio de un resorte ajustable de acero alrededor de la cabeza, o en un dispositivo protector equivalente.

-Cuando los dispositivos para la protección de los oídos no se usan deberán conservarse en recipientes cerrados, protegiéndolos contra daños mecánicos y contaminación.

13.2.10.3. Protección para manos y brazos

Se tendrán en cuenta las siguientes disposiciones generales:

- No usarán guantes los trabajadores que operan taladros, prensas punzonadores, u otras máquinas en las cuales la mano puede ser atrapada por partes en movimiento.
- Los guantes para trabajadores que manipulen sustancias corrosivas tales como ácidos o cáusticos sobre todo en la limpieza de la planta de pasteurización, serán confeccionados de caucho natural, caucho sintético o películas plásticas flexibles y su resistencia a la corrosión se ajustará a las normas aceptadas por la autoridad competente.
- Los guantes para proteger a los trabajadores contra la acción de sustancias tóxicas, irritantes o infecciosas cubrirán tanto como sea posible del antebrazo, cerrarán bien ajustado en el extremo superior y no tendrán ni la más ligera quebradura, reemplazándose cuando se desgarran durante el trabajo.

13.2.10.4. Protección para pies y piernas

Se tendrán en cuenta las siguientes disposiciones generales:

- Las polainas de seguridad serán diseñados de tal manera que puedan ser quitados instantáneamente en caso de emergencia.
- Se usarán protectores de pie, botes o recipientes de seguridad en aquellas operaciones donde se manipulen material pesado.
- Las botas de seguridad tendrán punteras de acero o de otro metal conforme a las normas de resistencia aceptadas por la autoridad competente.
- El calzado para los trabajadores ocupados en trabajos eléctricos no deberá tener ajustes de metal y tendrán suelas y tacones clavadas con clavijas de madera o cosidos

13.2.11. Productos químicos peligrosos y tóxicos

Algunos de los productos químicos tóxicos y peligrosos más usados en la limpieza de la planta de pasteurización son ácido nítrico, amoníaco, cloro y sosa cáustica. Un mayor cuidado en el almacenamiento y en el uso de esos productos, junto con un entrenamiento eficaz de los operarios, son elementos indispensables para minimizar la ocurrencia de accidentes.

13.2.12. Niveles de ruido

La mayor fuente de generación de ruido en la industria heladera es debido al ruido propio de los equipos en funcionamiento (bombas, agitadores, pistones neumáticos, etc). Los ruidos causados por las operaciones que se llevan a cabo en la planta heladera son la primera causa de estrés de los trabajadores, sin contar los casos de pérdida de capacidad auditiva y sordera que han sido detectadas cada vez con mayor frecuencia en este tipo de industria. Por lo tanto, la instalación de un sistema de medición y monitoreo de ruidos y diseño de estructuras de control y abatimiento de los mismos es una tarea indispensable para cualquier planta de procesamiento de helados. Los daños derivados de los ruidos molestos en plantas heladeras constituyen el problema más grave de salud ocupacional de este tipo de industria.

Debido a que los operarios trabajan al lado de los equipos, la única forma de aminorar los riesgos es mediante el uso de protectores o audífonos.

13.2.13. Diseño estructural de la planta

Pasillos

Deben tener una amplitud proporcional al número de personas y vehículos que transiten por ellos y estarán señalizados los flujos de tráfico correspondientes. En las intersecciones y esquinas, se recomienda disponer de espejos y señales de advertencia. No se debe permitir el almacenamiento de ningún tipo de objetos en ellos.

Paredes

Deben ser lisas, lavables. Si se emplean pinturas con componentes antifúngicos o con aditivos plaguicidas, éstos deben ser aprobados por la Autoridad Sanitaria para uso en fábricas de alimentos y no deben emitir olores o partículas nocivas.

Techos

Su altura en la planta no será de menos de tres metros, no deben tener grietas.

Ventanas

Si es posible el vidrio de las ventanas debe ser reemplazado por material irrompible (plástico, plexiglás, etc) para que en su caso de rupturas no haya accidentes por caída de fragmentos.

Puertas

Deben ser abatibles y señalizadas con carteles la entrada y la salida de las mismas. Para emergencias se recomienda contar con dos puertas para facilitar el desalojo; las distancias máximas recomendadas desde cualquier sitio hasta la salida serán de 23 metros para áreas muy peligrosas, 30 metros para riesgos intermedios, y 45 metros para riesgos bajos.

Rampas y escaleras

El suelo de las rampas y escaleras serán antideslizantes, los desniveles no serán superiores al 10%, su amplitud debe calcularse de acuerdo a las necesidades y estarán señalizados los flujos de vehículos y de personas.

13.2.14. Control de riesgos

Los mayores riesgos en plantas elaboradoras de helados se pueden atribuir a las siguientes fuentes:

- Altas temperaturas.
- Sistemas de iluminación insuficientes o mal diseñados.
- Ventilación insuficiente.
- Fallas en los equipos, procesos u operaciones como:
 - Escapes de amoníaco en la sala de compresores.
 - Filtraciones o derrames de soluciones cáusticas.

 - Manejo de cargadores.
 - Gases provenientes de las operaciones de soldadura.
- Ingreso e inspección de espacios confinados.
- Riesgos de incendio.
- Almacenamiento y uso de sustancias tóxicas y peligrosas.

Para reducir las probabilidades de que ocurran accidentes se pueden adoptar las siguientes medidas:

1. La colocación en el interior de la fábrica de pequeños badenes para mantener la velocidad dentro de límites aceptables, el uso de espejos convexos instalados en esquinas estratégicas, la designación de áreas restringidas, la separación del tráfico peatonal del vehicular se convierten en factores importante en el control y reducción de riesgos.
2. La realización de un sistema de procedimientos y el entrenamiento de los operadores a cargo de las operaciones de mantenimiento e inspección de las áreas y estanques confinados.
3. El establecimiento y ejecución de auditorias para determinar los límites de inflamabilidad de los materiales normalmente almacenados en planta.
4. La realización de un programa de capacitación y entrenamiento para los trabajadores en las técnicas y principios de un trabajo seguro.

14. Evaluación del impacto ambiental

A continuación se detallan las etapas que mayor impacto ambiental provocan dentro de la planta de pasteurización y la forma de minimizarlo.

14.1. Operaciones de limpieza y desinfección

El mantenimiento de las condiciones higiénicas en la planta de pasteurización exige llevar a cabo operaciones de limpieza y desinfección de forma continua, pudiendo llegar a suponer la cuarta parte del tiempo total de trabajo. Estas operaciones suponen la mayor parte del consumo de agua, energía y productos químicos de la instalación, así como un considerable volumen de aguas residuales.



Como consecuencia de las operaciones de limpieza se produce el vertido de las aguas de limpieza y de productos químicos empleados, más la carga orgánica debida al arrastre o disolución de los restos de producción.

En la limpieza de instalaciones también pueden aparecer partículas de arena y polvo, que llegan a la industria por distintas vías, pero lo más corriente es que se eliminen restos de componentes orgánicos (grasa, proteínas, sales minerales).

En general, la utilización de sistemas de limpieza basados en los medios físicos supone ahorros en el consumo de agua y una menor generación de vertidos. Por el contrario, la utilización de productos de limpieza, aplicados en la mayoría de los casos como soluciones acuosas, produce un mayor volumen de aguas a depurar.

Las aguas residuales dentro de la planta de pasteurización alcanzan valores de DQO muy elevados. Esto se debe principalmente al aporte de componentes de la mezcla, siendo el aporte de los detergentes de las operaciones de limpieza reducido con relación al debido a la suciedad.

Otro aspecto importante en la utilización de productos detergentes es el contenido en fosfatos y/o nitratos, ya que contribuyen de forma importante en los procesos de eutrofización de las aguas. Los detergentes tradicionales que contienen ácido fosfórico y que se emplean en las operaciones de limpieza contienen del 10 al 20 % de fósforo, por lo que su contribución a las aguas residuales debe tenerse en cuenta.

14.2. Generación de vapor

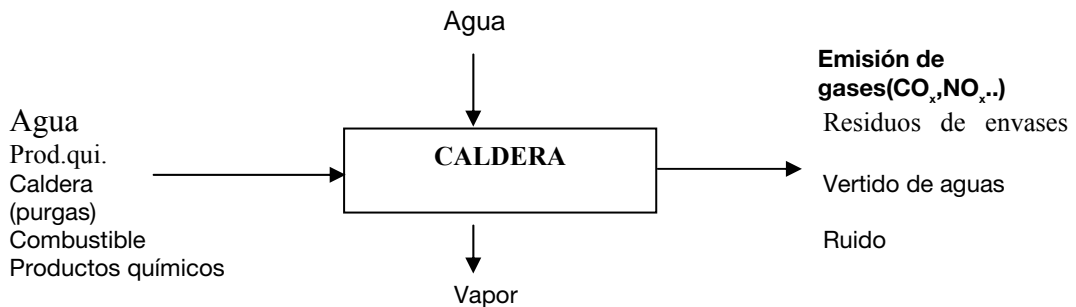
Las necesidades de calor en la planta de pasteurización se cubren en su mayor parte utilizando vapor de agua o agua caliente en función de las necesidades de la operación y del proceso. El vapor se produce en calderas de vapor y

posteriormente se distribuye a través de tuberías a los distintos puntos de utilización en la planta.

Este sistema requiere de una instalación complementaria de tuberías donde pueden producirse pérdidas importantes de calor, por lo que deben contar con el aislamiento térmico adecuado para evitar estas pérdidas.

El agua empleada en la alimentación de las calderas no requiere condiciones higiénicas especiales, pero es necesario que el contenido en carbonatos y sulfatos sea bajo. Si no es así se produce la formación de incrustaciones de sales en las calderas y tuberías de distribución, dificultando el intercambio de calor. Por ello, se utilizan frecuentemente productos químicos para evitar las incrustaciones y las deposiciones de sales.

Los condensados que se producen como consecuencia de la condensación del vapor en su distribución pueden reutilizarse como alimentación de las calderas o como agua caliente en el proceso, con lo que se consigue un ahorro en el consumo de agua.



Los procesos de combustión están asociados a la emisión de gases a la atmósfera cuya composición y cantidad variará principalmente en función del tipo de combustible empleado y de las condiciones de funcionamiento de la caldera. En la combustión de fuel oil (es el combustible más empleado en la caldera de la planta de pasteurización) se produce la emisión de dióxido de carbono (CO₂), dióxido de azufre (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x) principalmente. Según el funcionamiento de la caldera pueden producirse inquemados, dando lugar a la emisión de partículas sólidas.

El consumo de agua puede optimizarse evitando las posibles fugas en los equipos y conducciones y reutilizando los condensados que se generan en la alimentación de la caldera.

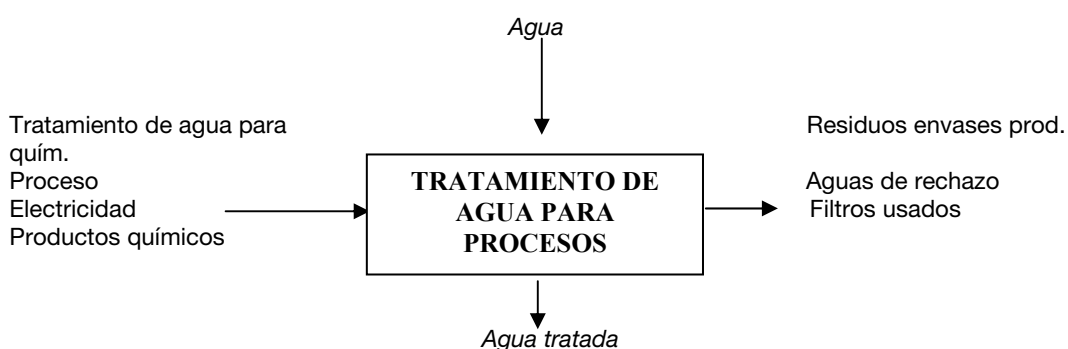
La generación de residuos de envases de productos químicos es significativa, ya que estos envases son residuos peligrosos que deberán gestionarse adecuadamente.

14.3. Abastecimiento de agua

La calidad del agua empleada en la planta debe ser la de agua potable, especialmente en el caso de que el agua entre en contacto directo con el producto, como por ejemplo el agua empleada en la propia elaboración del helado.

Cuando las condiciones de calidad del agua de entrada en la empresa no son las adecuadas es necesario realizar algún tratamiento para eliminar posibles causas de contaminación del producto final.

Estos tratamientos pueden consistir en eliminar sólidos en suspensión, sustancias disueltas o eliminación de microorganismos.



El consumo de energía eléctrica es un aspecto considerable asociado a esta operación. La energía eléctrica se utiliza tanto para el bombeo del agua como en el propio tratamiento.

En función del tipo de tratamiento realizado se generan en mayor o menor medida aguas de rechazo con elevada conductividad y/o pH extremos.

Otros aspectos son el consumo de productos químicos (por ejemplo, cuando se clora el agua) y la generación de residuos de envases de estos productos.

14.4. Consumo de energía

El uso de la energía es fundamental para asegurar el mantenimiento de la calidad de helado, especialmente en los tratamientos térmicos, en las operaciones de refrigeración y en el almacenamiento del producto.

ENERGÍA	USOS MÁS FRECUENTES	EQUIPOS
Térmica	Generación de vapor y agua caliente, limpiezas	Pasteurizadores/esterilizadores, sistemas de limpieza CIP
Eléctrica	Refrigeración, iluminación, ventilación, funcionamiento de equipos	Equipos de funcionamiento eléctrico (bombas, agitadores, etc.), luces

La tabla anterior muestra los usos más frecuentes de la energía en la planta de pasteurización.

El consumo de energía total se reparte aproximadamente entre un 80 % de energía térmica obtenida de la combustión de combustibles fósiles (fuel oil, gas, etc.) y un 20 % de energía eléctrica.

Las operaciones con un mayor consumo de energía térmica como la pasteurización del mix y las limpiezas CIP pueden llegar a consumir el 80 % del total de energía térmica de la instalación.

En cuanto al consumo de energía eléctrica, la refrigeración puede suponer un 30-40 % del total del consumo de la instalación. Otros servicios como la ventilación, iluminación o de generación de aire comprimido tienen también un consumo elevado.

Consumos de energía en función de las características de la planta
(Fuente: UNEP, 2000)

	CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA
Planta moderna con pasteurizador de alta eficiencia y caldera moderna	0,09
Planta moderna usando agua caliente para el proceso	0,13
Planta antigua usando vapor de agua	0,27
Rango común de la mayoría de plantas	0,14 - 0,33

14.5. Aguas residuales

El problema medioambiental más importante dentro de la planta de pasteurización es la generación de aguas residuales, tanto por su volumen como por la carga contaminante asociada (fundamentalmente orgánica).

En la tabla siguiente se muestra la clasificación de las aguas residuales generadas en la planta:

ORIGEN	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	VOLUMEN*
Limpieza y proceso	Limpieza de superficies, tuberías, tanques, equipos.	pH extremos, alto contenido orgánico (DBO y DQO), aceites y grasas, sólidos en suspensión	0,8 - 1,5
Refrigeración	Agua de las torres de refrigeración, condensados, etc.	Variaciones de temperatura, conductividad	2 - 4

En general, los efluentes líquidos presentan las siguientes características:

- Alto contenido en materia orgánica, debido a la presencia de componentes del mix. La DQO media de las aguas residuales de una industria de elaboración de helados se encuentra entre 1.000-6.000 mg/l.
- Presencia de aceites y grasas, debido a la grasa del propio mix.
- Niveles elevados de nitrógeno y fósforo, principalmente debidos a los productos de limpieza y desinfección.
- Variaciones importantes del pH, vertidos de soluciones ácidas y básicas, principalmente procedentes de las operaciones de limpieza, pudiendo variar entre valores de pH 2-11.

14.6. Residuos

La mayor parte de los residuos generados en la planta son de carácter inorgánico, principalmente residuos de envases y embalajes tanto de materias primas y secundarias como del producto final. También se generan otros residuos relacionados con las actividades de mantenimiento, limpieza, o el trabajo de oficina y laboratorio.

GRUPO	RESIDUO	LUGAR DE GENERACIÓN	DESTINOS MÁS HABITUALES	
Residuos orgánicos	Producto no conforme (materia prima, producto semi-elaborado, producto final)	Proceso	Reciclaje (alimentación animal)	
Asimilables a los domésticos	Restos de comida, papel	Oficinas	Compostaje o depósito en vertedero	
Envases y embalajes	Vacios	Film retráctil, palets de madera, sacos de papel kraft. Envases de plástico, vidrio, cartón, papel	Recepción	Reutilización o reciclaje
	Llenos	Envases de plástico, vidrio, cartón, papel	Envasado Almacenamiento Devoluciones	Depósito en vertedero o separación de envase-producto y gestión por separado
Residuos de operaciones de mantenimiento	Cables eléctricos, chatarra	Talleres Áreas de mantenimiento	Reciclaje o depósito en vertedero	
Residuos peligrosos	Aceites usados, baterías, envases de productos peligrosos	Laboratorio Almacén Taller Áreas de limpieza	Transporte, tratamiento y eliminación o depósito en vertedero de peligrosos	

14.7. Emisiones a la atmósfera

Las principales emisiones gaseosas se generan en las calderas de producción de vapor o agua caliente necesarios para las operaciones de producción y limpieza.

Los contaminantes que se pueden esperar en los gases de combustión son el CO, SO₂ o NO_x y partículas.

Los niveles de emisión de estos contaminantes variarán en función del tipo y calidad del combustible utilizado, del estado de las instalaciones, de la eficiencia y control del proceso de combustión.

Los combustibles más empleados en las calderas son de tipo sólido (carbón o madera), líquido (fuel o gasóleo) o gaseoso (gas natural).

Propiedades medias de algunos combustibles
(Fuente: Brennan J.G., 1998)

TIPO DE COMBUSTIBLE	VALOR CALORÍFICO (MJ/kg)	AZUFRE (%)	CENIZAS (%)
Carbón	29	2	8
Madera	14	-	4 - 5
Gasóleo 34 seg.*	45,5	0,75 máx.	0,01 máx.
Fuel 220 seg.*	43,5	3,2 máx.	0,05 máx.
Gas natural	37,2 MJ/m ³	Neg.	Neg.

* Viscosidad en segundos Redwood, a 38°C.

El fuel oil es el combustible empleado en la caldera de vapor de la instalación, presentan un contenido elevado de azufre y la posibilidad de producir hollín y partículas por una combustión incompleta. Además, deben disponerse depósitos

de almacenamiento de combustible según unas consideraciones de seguridad para evitar los riesgos derivados de posibles fugas y explosiones.

Las medidas preventivas de la emisión de gases contaminantes se basan en el mantenimiento y limpieza adecuados de los quemadores, el autocontrol de las emisiones y, en caso de ser necesario, la implantación de medidas correctoras.

Otro aspecto a considerar en las emisiones a la atmósfera es la emisión de gases refrigerantes utilizados en los sistemas de refrigeración. Las pérdidas o fugas de estos gases suponen un impacto medioambiental de importancia dada su repercusión sobre la destrucción de la capa de ozono. Por ello se utilizarán freones autorizados de bajo efecto sobre la misma.

14.8. Medidas preventivas para minimizar el impacto ambiental en la planta de pasteurización

14.8.1. Reducción del consumo energético

Las alternativas para reducir el consumo energético, se detallan a continuación:

- Instalar sistemas de control automático de luces y equipos en la planta cuando no están utilizando.
- Establecer las condiciones óptimas de operación.
- Evitar las fugas de vapor.
- Evitar las pérdidas de calor en las tuberías e instalaciones mediante el aislamiento térmico de las mismas.
- Realizar un mantenimiento adecuado de los elementos de aislamiento y sellado térmico.

14.8.2. Reducción del consumo de agua

Las alternativas para reducir el consumo de agua, se detallan a continuación:

- Ajustar el caudal de agua a las necesidades de consumo de cada operación.
- Instalar contadores de agua en las principales áreas de consumo.
- Lectura de contadores de forma periódica.
- Instalar válvulas que permitan la regulación del caudal.
- Instalación de sistemas de cierre por secciones de la red de agua que permitan cortar el suministro de una zona en caso de producirse una fuga.
- Utilizar la calidad de agua adecuada en cada operación permite la reutilización de agua en etapas menos críticas y un ahorro en los tratamientos previos del agua en cada proceso.
- Utilización de circuitos cerrados de refrigeración.
- Sistemas automáticos de cierre en los puntos de agua (mangueras, grifos, etc.).
- Utilización de las aguas residuales después de ser depuradas, siempre que alcancen un nivel de calidad aceptable, para operaciones como el riego en las zonas ajardinadas de la empresa o la limpieza de zonas exteriores.
- Retirar los residuos sólidos en seco mediante cepillos, escobas o utilizando sistemas de aire a alta presión. Es conveniente la instalación de rejillas en

los sumideros para evitar que los residuos sólidos entren en el sistema de evacuación de las aguas residuales.

- Utilización de sistemas CIP (Clean in Place); consisten en hacer pasar de forma secuencial las soluciones de limpieza y desinfección así como los correspondientes enjuagues en el interior de las conducciones y equipos. Estos sistemas permiten conseguir mayor eficacia en la limpieza, disminuir el tiempo empleado en el proceso y minimizar el impacto medioambiental producido.
- La utilización de agua a presión aumenta la eficacia de la limpieza ya que el agua ejerce una acción mecánica para eliminar la suciedad.

14.8.3. Neutralización de las corrientes ácidas y básicas antes del vertido

La necesidad de neutralizar las corrientes ácidas y básicas que se producen tras la limpieza de la planta, se recogen en los siguientes puntos:

- Construcción de una balsa de homogeneización/neutralización de corrientes ácidas y básicas.
- Dosificación de reactivos para neutralizar los vertidos.
- Equipos de recuperación de las soluciones de limpieza (sistemas de nitración).
- Regeneración de las soluciones de limpieza ácidas: se basa en sistemas de decantación de los componentes orgánicos, ya que éstos no se disuelven en las soluciones ácidas y quedan en superficie. Eliminando el sedimento del fondo y/o la grasa sobrenadante, la solución puede volverse a utilizar sin necesidad de ningún otro tratamiento, compensando las pérdidas mediante adición de producto concentrado.
- Regeneración de las soluciones de limpieza alcalinas: es algo más complejo ya que los componentes orgánicos de la suciedad se encuentran mayoritariamente disueltos en la solución. Las técnicas de sedimentación o centrifugación no consiguen buenos rendimientos. Las técnicas de filtración tangencial, en las que la solución sucia incide sobre una membrana de forma tangencial permiten conseguir buenos rendimientos.

14.8.4. Gestión de residuos

A continuación se describen algunos puntos para gestionar los residuos producidos en la planta de pasteurización:

- Evitar el vertido de los aceites lubricantes usados y otros residuos peligrosos al sistema de desagüe.
- Evitar que las fugas de combustible lleguen al sistema de evacuación de aguas residuales.
- Instalar un sistema de recogida de las posibles fugas de combustibles.
- Agotar los envases con productos de limpieza, aditivos, productos químicos, etc.
- Retirar en seco los residuos sólidos para facilitar su transporte y posterior gestión.

- Utilización de depósitos rellenables para los productos usados en grandes cantidades.
- Utilización de envases de mayor formato para los productos de mayor consumo, para disminuir así la cantidad de residuos de envase.

14.8.5. Reducción de las emisiones gaseosas producidas por la caldera de vapor

Los siguientes puntos previenen o reducen en la medida de lo posible las emisiones gaseosas producidas por la caldera de vapor en la planta de pasteurización:

- Realizar un control visual de la salida de humos.
- Realizar mediciones periódicas de las emisiones de gases.
- Comprobar el correcto funcionamiento de las calderas.
- Realizar un mantenimiento periódico de las calderas y quemadores.
- Utilización de combustibles limpios como el gas natural, estudiando las posibilidades de empleo tras un balance económico.

15. Pliego de Condiciones

15.1. Pliego General de Condiciones

15.1.1. Índice Pliego General de Condiciones

CAPITULO I.- Aplicación del Pliego, Definición de las obras y Adjudicación.

- 1.- Objeto del pliego***
- 2.- Proyecto***
- 3.- Documentación complementaria***
- 4.- Concurso***
- 5.- Retirada de Documentación de Concurso***
- 6.- Aclaraciones de los Licitadores***
- 7.- Presentación de la documentación de la Oferta***
- 8.- Condiciones Legales que debe reunir el contratista para poder ofertar***
- 9.- Validez de las Ofertas***
- 10.- Contradicciones y Omisiones en la Documentación***
- 11.- Planos Provisionales y Definitivos***
- 12.- Adjudicación del Concurso***
- 13.- Devolución de los Planos y Documentación***
- 14.- Permisos a obtener por la EMPRESA***
- 15.- Permisos a obtener por el CONTRATISTA***

CAPITULO II.- Desarrollo del contrato, Condiciones económicas y legales.

- 16.- Contrato***
- 17.- Gastos e impuestos***
- 18.- Finanzas provisional, definitiva y fondo de garantía***
- 19.- Asociación de Constructores***
- 20.- Subcontratistas***
- 21.- Relaciones entre la empresa y el contratista y entre los diversos contratistas y subcontratistas***
- 22.- Domicilios y representaciones***
- 23.- Obligaciones del contratista en materia social***
- 24.- Gastos de carácter general por cuenta del contratista***
- 25.- Gastos de carácter general por cuenta de la empresa***
- 26.- Indemnizaciones por cuenta del contratista***
- 27.- Partidas para obras accesorias***
- 28.- Partidas alzadas***
- 29.- Revisión de precios***
- 30.- Régimen de intervención***
- 31.- Rescisión del contrato***
- 32.- Propiedad Industrial y Comercial***
- 33.- Disposiciones legales***
- 34.- Tribunales***

CAPITULO III.- Desarrollo de las obras, Condiciones técnico-económicas.

- 35.- Modificaciones del Proyecto**
- 36.- Modificaciones de los Planos**
- 37.- Replanteo de las obras**
- 38.- Acceso a las obras**
- 39.- Organización de las obras**
- 40.- Vigilancia y policía de las obras**
- 41.- Utilización de las instalaciones auxiliares y equipos del contratista**
- 42.- Empleo de materiales nuevos o de demolición pertenecientes a la empresa**
- 43.- Uso anticipado de las instalaciones definitivas**
- 44.- Planes de obra y montaje**
- 45.- Plazos de ejecución**
- 46.- Retenciones por retrasos durante la ejecución de las obras**
- 47.- Incumplimiento de los plazos y multas**
- 48.- Supresión de las multas**
- 49.- Premios y Primas**
- 50.- Retrasos ocasionados por la empresa**
- 51.- Daños y ampliación del plazo en casos de fuerza mayor**
- 52.- Medición de las unidades de obra**
- 53.- Certificación y abono de las obras**
- 54.- Abono de unidades incompletas o defectuosas**
- 55.- Recepción provisional de las obras**
- 56.- Plazo de garantía**
- 57.- Recepción definitiva de las obras**
- 58.- Liquidación final de las obras**

CAPITULO I.- Aplicación del Pliego, Definición de las obras y Adjudicación.**1- OBJETO DEL PLIEGO**

El presente pliego tiene por objeto la ordenación, con carácter general, de las condiciones facultativas y económicas que han de regir en los concursos y contratos destinados a la ejecución de los trabajos en el presente proyecto.

El Contratista Adjudicatario de la obra se compromete a aceptar íntegramente todas y cada una de las cláusulas del presente Pliego General, a excepción de aquellas que expresamente queden anuladas o modificadas en el Pliego Particular de Condiciones de cada una de las obras.

2.- PROYECTO.

2.1- En general, el Proyecto podrá comprender los siguientes documentos:

2.1.1- Memoria Descriptiva; que considerará las necesidades a satisfacer y los factores de carácter general a tener en cuenta.

2.1.2.- Memoria de Cálculo; donde se verán todos los cálculos necesarios para el diseño de los equipos.

2.1.3.- Planos de conjunto y detalle necesarios para que las tareas queden perfectamente definidas.

2.1.4.- Presupuesto; donde se recogen los distintos cuadros de precios, tanto de la maquinaria, como de los costes en uso.

2.1.5.- El pliego Particular de Condiciones Técnicas y Económicas, que incluirá la descripción de las obras e instalaciones, especificaciones de los materiales y elementos constitutivos y normas para la ejecución de los trabajos, así como las bases económicas y legales que regirán en esa norma. Las condiciones de este Pliego Particular serán preceptivas y prevalecerán sobre las del Pliego general en tanto las modifiquen o contradigan.

2.1.6.- Plazos totales y parciales de ejecución de las tareas, incluidos en el Pliego de Condiciones Particulares.

3.- DOCUMENTACIÓN COMPLEMENTARIA.

Además de los documentos integrantes del proyecto indicados en el Artículo anterior, y del presente Pliego General, serán preceptivas las Normas Oficiales que se especifiquen en el Pliego Particular de Condiciones.

4.- CONCURSO.

La licitación de la obra se hará por Concurso Restringido, en el que la Empresa convocará a las Empresas Constructoras que estime oportuno.

Los concursantes enviarán sus ofertas por triplicado, en sobre cerrado y lacrado, según se indique en la carta de petición de ofertas, a la dirección de la Empresa.

No se considerarán válidas las ofertas presentadas que no cumplan los requisitos citados anteriormente, así como los indicados en la documentación Técnica enviada.

5.- RETIRADA DE DOCUMENTACIÓN DE CONCURSO.

5.1.- Los Contratistas, por sí o a través de sus representantes, podrán retirar dicha documentación de las oficinas de la Empresa cuando ésta no les hubiese sido enviada previamente.

5.2.- La Empresa, se reserva el derecho de exigir para la retirada de la documentación, un depósito que será reintegrado en su totalidad a los contratistas que no hubiesen resultado adjudicatarios de la obra, previa devolución de dicha documentación.

6.- ACLARACIONES A LOS LICITADORES.

Antes de transcurrido la mitad del plazo estipulado en las bases del Concurso, los contratistas participantes podrán solicitar por escrito a la Empresa las oportunas aclaraciones, en el caso de encontrar discrepancias, errores u omisiones en los Planos, Pliegos de condiciones o en otros documentos de Concurso, o si se les presentasen dudas en cuanto a su significado.

La Empresa, estudiará las peticiones de aclaración e información recibidas y las contestará mediante una nota que remitirá a todos los presuntos licitadores, si estimase que la aclaración solicitada es de interés general.

Si la importancia y repercusión de la consulta así lo aconsejara, la Empresa podrá prorrogar el plazo de presentación de ofertas, comunicándolo así a todos los interesados.

7.- PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN DE LA OFERTA.

Las Empresas que oferten en el Concurso presentarán obligatoriamente los siguientes documentos en original y dos copias:

7.1.- Cuadro de Precios N^o, consignando en letra y cifra los precios unitarios asignados a cada unidad de obra cuya definición figura en dicho cuadro. Estos precios deberán incluir el % de Gastos Generales, Beneficio Industrial y el I.V.A. que facturarán independientemente. En caso de no coincidir las cantidades expresadas en letra y cifra, se considerará como válida la primera. En el caso de que existiese discrepancia entre los precios unitarios de los Cuadros de Precios Números 1 y 2, prevalecerá el del Cuadro N^o.

7.2.- Cuadro de Precios N^o, en el que se especificará claramente el desglose de la forma siguiente:

7.2.1.- Mano de obra por categorías, expresando el número de horas invertido por categoría y precio horario.

7.2.2.- Materiales, expresando la cantidad que se precise de cada uno de ellos y su precio unitario.

7.2.3.- Maquinaria y medios auxiliares, indicando tipo de máquina, número de horas invertido por máquina y precio horario.

7.2.4.- Transporte, indicando en las unidades que lo precisen el precio por tonelada y kilómetro.

7.2.5.- Varios y resto de obra que incluirán las partidas directas no comprendidas en los apartados anteriores.

7.2.6.- Porcentajes de Gastos Generales, Beneficios Industrial e I.V.A.

7.3.- presupuesto de Ejecución material, obtenido al aplicar los precios unitarios a las mediciones del Proyecto. En caso de discrepancia entre los precios aplicados en el Presupuesto y los del Cuadro de Precios N^o, obligará los de este último.

Este Presupuesto vendrá desglosado, de acuerdo a lo establecido en el artículo 2.1.3. en dos presupuestos: a) Presupuesto de Obra Características y b) presupuestos de Obra Complementarios, que en los sucesivos artículos de este Pliego recibirán esta denominación.

Las nuevas unidades de obra que aparezcan durante la ejecución de la misma con el carácter establecido se incorporarán previa aplicación de los precios correspondientes, al Presupuesto de Obras Complementarias.

7.4.- Presupuesto Total, obtenido al incrementar el Presupuesto de Ejecución Material en sus dos apartados con el % de IVA.

7.5.- Relación del personal técnico adscrito a la obra y organigrama general del mismo durante el desarrollo de la obra.

7.6.- Relación de maquinaria adscrita a la obra, expresando tipo de máquina, características técnicas fundamentales, años de uso de la máquina y estado general; asimismo relación de máquinas de nueva adquisición que se asignarán a la obra es de resultar adjudicatario. Cualquier sustitución posterior de la misma debe ser aprobada por la Empresa. Deberá incluirse asimismo un plan de permanencia de toda la maquinaria en obra.

7.7.- Baremos horarios de mano de obra por categorías y de maquinaria para trabajos por administración. Estos precios horarios incluirán el % de Gastos Generales y Beneficio Industrial y el I.V.A. que facturarán independientemente.

7.8.- Plan de obra detallado, en el que se desarrollarán en el tiempo las distintas unidades de obra a ejecutar, haciendo mención de los rendimientos medios a obtener.

7.9.- Las empresas que oferten en el Concurso, deberán presentar una fianza de (...) millones de euros como garantía de mantenimiento de la oferta durante el plazo establecido en cada caso de acuerdo con el art.9.2. Es potestativa de la Empresa la sustitución de la fianza en metálico por un aval bancario.

7.10.- Las propuestas económicas y documentación complementaria deberán venir firmadas por el representante legal o apoderado del oferente quien, a petición de la Empresa, deberá probar este extremo con la presentación del correspondiente poder acreditativo.

7.11.- Además de la documentación reseñada anteriormente y que el Contratista deberá presentar con carácter obligatorio, la Empresa podrá exigir en cada caso, especificándolo así en el Pliego de Condiciones Particular de la Obra, cualquier otro tipo de documentación, como pueden ser referencias, relación de obras ejecutadas, balances de la sociedad, etc.

8.- CONDICIONES LEGALES QUE DEBE REUNIR EL CONTRATISTA PARA PODER OFERTAR.

8.1.- Capacidad para concurrir

Las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras que se hallen en plena posesión de su capacidad jurídica y de obrar.

No obstante, serán de aplicación a las Empresas extranjeras las normas de ordenación de la industria u y las que regulen las inversiones de capital extranjero, así como las que dicte el Gobierno sobre concurrencia de dichas empresas, antes de la licitación de estas obras.

8.2.- Documentación justificativa para la admisión previa.

8.2.1.- Documento oficial o testimonio notarial del mismo que acredite la personalidad del solicitante.

8.2.2.- Documento notarial justificativo de la representación ostentada por el firmante de la propuesta, así como documento acreditativo de su personalidad.

8.2.3.- documento que justifique haber constituido la fianza provisional en las formas que se determinan en el artículo 7 del Pliego General de Condiciones.

8.2.4.- Carnet de “Empresa con Responsabilidad”.

8.2.5.- Documento acreditativo de que el interesado está al corriente en el pago del impuesto industrial en su modalidad de cuota fija o de Licencia Fiscal, (o compromiso, en su caso, de su matriculación en este, si resultase adjudicatario de las obras).

8.2.6.- Documento oficial acreditativo de hallarse al corriente de pago de las cuotas de la Seguridad Social y, concretamente, el de cobertura de riesgo de accidentes de trabajo.

9.- VALIDEZ DE LAS OFERTAS.

No se considerará válida ninguna oferta que se presente fuera del plazo señalado en la carta de invitación, o anuncio respectivo, o que no conste de todos los documentos que se señalan en el artículo 7.

Los concursantes se obligan a mantener la validez de sus ofertas durante un período mínimo de 90 días a partir de la fecha tope de recepción de ofertas, salvo en la documentación de petición de ofertas se especifique otro plazo.

10.- CONTRADICCIONES Y OMISIONES EN LA DOCUMENTACIÓN.

Lo mencionado, tanto en el Pliego General de Condiciones, como en el particular de cada obra y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y alguno de los mencionados Pliegos de Condiciones, prevalecerá lo escrito en estos últimos.

Las omisiones en los Planos y Pliegos de Condiciones o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que deban ser subsanadas para que pueda llevarse a cabo el espíritu o intención expuesto en los Planos y Pliegos de Condiciones o que, por uso y costumbres, deben ser realizados, no sólo no exime al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si se hubiera sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliegos de Condiciones.

11.- PLANOS PROVISIONALES Y DEFINITIVOS.

11.1.- Con el fin de poder acelerar los trámites de licitación y adjudicación de las obras y consecuente iniciación de las mismas, la Empresa, podrá facilitar a los contratistas, para el estudio de su oferta, documentación con carácter provisional. En tal caso, los planos que figuren en dicha documentación no serán válidos para construcción, sino que únicamente tendrán el carácter de informativos y servirán para formar ideas de los elementos que componen la obra, así como para obtener las mediciones aproximadas y permitir el estudio de los precios que sirven de base para el presupuesto de la oferta. Este carácter de planos de información se hará constar expresamente y en ningún caso podrán utilizarse dichos planos para la ejecución de ninguna parte de la obra.

11.2.- Los planos definitivos se entregarán al Contratista con antelación suficiente a fin de no retrasar la preparación y ejecución de los trabajos.

12.- ADJUDICACIÓN DEL CONCURSO.

12.1.- La Empresa procederá a la apertura de las propuestas presentadas por los licitadores y las estudiará en todos sus aspectos. La Empresa tendrá alternativamente la facultad de adjudicar el Concurso a la propuesta más ventajosa, sin atender necesariamente al valor económico de la misma, o declarar desierto el concurso. En este último caso la Empresa, podrá libremente suspender definitivamente la licitación de las obras o abrir un nuevo concurso pudiendo introducir las variaciones que estime oportunas, en cuanto al sistema de licitación y relación de Contratistas oferentes.

12.2.- Transcurriendo el plazo indicado en el Art.9.2. desde la fecha límite de presentación de oferta, sin que la Empresa, hubiese comunicado la resolución del concurso, podrán los licitadores que lo deseen, proceder a retirar sus ofertas, así como las fianzas depositadas como garantía de las mismas.

12.3.- La elección del adjudicatario de la obra por parte de la Empresa es irrevocable y, en ningún caso, podrá ser impugnada por el resto de los contratistas oferentes.

12.4.- La Empresa comunicará al oferente seleccionado la adjudicación de las obras, mediante una carta de intención.

En el plazo máximo de un mes a partir de la fecha de esta carta, el Contratista a simple requerimiento de la Empresa se prestará a formalizar en contrato definitivo. En tanto no se firme este y se constituya la fianza definitiva, la Empresa retendrá la fianza provisional depositada por el Contratista, a todos los efectos dimientes del mantenimiento de la oferta.

13.- DEVOLUCIÓN DE PLANOS Y DOCUMENTACIÓN.

13.1.- Los Planos, Pliegos de Condiciones y demás documentación del concurso, entregado por la Empresa a los concursantes deberá ser devuelto después de la adjudicación del concurso, excepto por lo que respecta al ADJUDICATARIO, que deberá conservarla sin poder reclamar la cantidad abonada por dicha documentación.

13.2.- El plazo para devolver la documentación será de 30 días, a partir de la notificación a los concursantes de la adjudicación del concurso y su devolución tendrá lugar en las mismas oficinas de donde fue retirada.

13.3.- La Empresa, a petición de los concursantes no adjudicatarios, devolverá la documentación correspondiente a las ofertas en un plazo de 30 días, a partir de haberse producido dicha petición.

13.4.- La no-devolución por parte de los contratistas no adjudicatarios de la documentación del concurso dentro del plazo, lleva implícita la pérdida de los derechos de la devolución del depósito correspondiente a la referida documentación, si lo hubiese.

14.- PERMISOS A OBTENER POR LA EMPRESA.

14.1.- Será responsabilidad de la Empresa, la obtención de los permisos oficiales que más adelante se relacionan, siendo a su cargo todos los gastos que se ocasionen por tal motivo.

Concesión de Aprovechamiento hidroeléctrico y termoeléctrico.
Autorización de Instalaciones eléctricas.
Aprobación de Proyectos de Replanteo.
Declaración de Utilidad Pública.
Declaración de Urgente Ocupación.

14.2.- Autorizaciones especiales para la construcción y montaje de subestaciones.

Licencia Municipal de Obras.
Licencia de Apertura, Instalación y Funcionamiento.
Autorización para vallas.
Autorización Jefatura Provincial de Carreteras o diputación Provincial cuando la obra se encuentre situada en zona de policía de las carreteras.
Enlace de carreteras con el acceso definitivo de la subestación.
Permiso de Obras Públicas para el transporte de piezas de grandes dimensiones pertenecientes al equipo definitivo de la instalación. (Podrá ser responsabilidad del Contratista si así lo estipulase el contrato).
Solicitud de Puesta en Servicio.

14.3.- Autorizaciones especiales para la construcción y montaje de líneas.

Licencia municipal.
Autorizaciones para cruces de carreteras, cauces públicos, cañadas, líneas telefónicas y telegráficas, montes públicos y, en general, cuanto dependa de los Organismos Oficiales.
Permisos de propietarios de fincas afectadas.
Permiso de Obras Públicas para el transporte de piezas de grandes dimensiones pertenecientes al equipo definitivo de la instalación. (Podrá ser responsabilidad del Contratista si así lo estipulase el contrato).
Solicitud de Puesta en Servicio.

14.4.- Autorizaciones especiales para la construcción y montaje de aprovechamiento hidroeléctrico y termoeléctrico.

Apertura del Centro de trabajo. (Igual responsabilidad incumbe al Contratista, por lo que a él respecta).
Licencia Municipal de Obras.

Autorización del Servicio de Pesca, cuando se prevea alteración en el curso de las aguas.

Enlace de pistas definitivas con carreteras con la aprobación de las Jefaturas de Obras Públicas o Diputaciones.

Aprobación de Proyectos de Sustitución de Servidumbres.

Autorizaciones que deban ser concedidas por Confederaciones Hidrográficas, Comisaría de Aguas, Servicio de Vigilancia de Presas, Servicio Geológico, M.O.P.U. y restantes Organismos Oficiales en relación directa con el Proyecto.

Tramitación de expropiaciones de terrenos ocupados por las instalaciones y obras definitivas.

En el caso en que la Empresa, así lo estimase oportuno, podrá tramitar la expropiación de los terrenos necesarios para las instalaciones provisionales del contratista, siendo de cuenta de este los gastos que tales expropiaciones originen.

Reconocimiento final de la obra y puesta en marcha mediante Acta que levantarán conjuntamente los representantes de Industria y Obras Públicas.

Alta en Contribución Urbana y Licencia Fiscal.

Apartado (d) del artículo 14.3.

15.- PERMISOS A OBTENER POR EL CONTRATISTA.

Serán a cuenta y cargo del Contratista, además de los permisos inherentes a su condición de tal, la obtención de los permisos que se relacionan:

Apertura y cargo del Trabajo.

Permiso para el transporte de obreros.

Autorización de barracones, por Obras Públicas o Diputación, siempre que se encuentren en la zona de influencia de carreteras y, en cualquier caso la licencia municipal.

Autorización para la instalación y funcionamiento de escuelas, botiquines y economatos.

Alta de talleres en Industria y Hacienda.

Autorización de Industria para las Instalaciones Eléctricas provisionales.

Permiso de la Dirección de Minas para la explotación de canteras y yacimientos.

Permiso de la Dirección de Minas para la instalación de polvorines.

Permisos para la adquisición, transporte y utilización de explosivos.

Apartado (d) del artículo 14.3.

CAPITULO II.- DESARROLLO DEL CONTRATO, CONDICIONES ECONÓMICAS Y LEGALES.**16.- CONTRATO.**

16.1.- A tenor de lo dispuesto en el artículo 12.4. el Contratista, dentro de los treinta días siguientes a la comunicación de la adjudicación y a simple requerimiento de la Empresa, se depositará la fianza definitiva y formalizará el Contrato en el lugar y fecha que se le notifique oficialmente.

16.2.- El Contrato, tendrá carácter de documento privado, pudiendo ser elevado a público, a instancias de una de las partes, siendo en este caso a cuenta del Contratista los gastos que ello origine.

16.3.- Una vez depositada la fianza definitiva y firmado el Contrato, la Empresa procederá, a petición del interesado, a devolver la fianza provisional, si la hubiera.

16.4.- Cuando por causas imputables al Contratista, no se pudiera formalizar el Contrato en el plazo, la Empresa podrá proceder a anular la adjudicación, con incautación de la fianza provisional.

16.5.- A efectos de los plazos de ejecución de las obras, se considerará como fecha de comienzo de las mismas la que se especifique en el Pliego Particular de Condiciones y en su defecto la de la orden de comienzo de los trabajos. Esta orden se comunicará al contratista en un plazo no superior a 90 días a partir de la fecha de la firma del contrato.

16.6.- El Contrato, será firmado por parte del Contratista, por su representante legal o apoderado, quien deberá poder probar este extremo con la presentación del correspondiente poder acreditativo.

17.- GASTOS E IMPUESTOS

Todos los gastos e impuestos de cualquier orden, que por disposición del Estado, Provincia o Municipio se deriven del contrato, y estén vigentes en la fecha de la firma del mismo, serán por cuenta del contratista con excepción del I.V.A.

Las modificaciones tributarias establecida con posterioridad al contrato afectarán al sujeto pasivo directo, sin que las partes puedan repercutirlas entre si. En ningún caso podrá ser causa de revisión de precios la modificación del sistema tributario vigente a la firma del contrato.

18.- FIANZAS PROVISIONAL, DEFINITIVA Y FONDO DE GARANTÍA.**18.1.- Fianza provisional**

La fianza provisional del mantenimiento de las ofertas se constituirá por los contratistas oferentes por la cantidad que se fije en las bases de licitación.

Esta fianza se depositará al tomar parte en el concurso y se hará en efectivo.

Por lo que a plazo de mantenimiento, alcance de la fianza y devolución de la misma se refiere, se estará a lo establecido en los artículos 7, 9 y 12 del presente Pliego General.

18.2.- Fianza definitiva.

A la firma del contrato, el Contratista deberá constituir la fianza definitiva por un importe igual al 5% del Presupuesto Total de Adjudicación.

En cualquier caso la Empresa se reserva el derecho de modificar el anterior porcentaje, estableciendo previamente en las bases del concurso el importe de esta fianza.

La fianza se constituirá en efectivo o por Aval Bancario realizable a satisfacción de la Empresa. En el caso de que el Aval Bancario sea prestado por varios Bancos, todos ellos quedarán obligados solidariamente con la Empresa y con renuncia expresa a los beneficios de división y exclusión.

El modelo de Aval Bancario será facilitado por la Empresa debiendo ajustarse obligatoriamente el Contratista a dicho modelo.

La fianza tendrá carácter de irrevocable desde el momento de la firma del contrato, hasta la liquidación final de las obras y será devuelta una vez realizada esta.

Dicha liquidación seguirá a la recepción definitiva de la obra que tendrá lugar una vez transcurrido el plazo de garantía a partir de la fecha de la recepción provisional. Esta fianza inicial responde del cumplimiento de todas las obligaciones del contratista, y quedará a beneficio de Empresa en los casos de abandono del trabajo o de rescisión por causa imputable al Contratista.

18.3.- Fondo de garantía.

Independientemente de esta fianza, la Empresa retendrá el 5 % de las certificaciones mensuales, que se irán acumulando hasta constituir un fondo de garantía.

Este fondo de garantía responderá de los defectos de ejecución o de la mala calidad de los materiales, suministrados por el Contratista, pudiendo la Empresa realizar con cargo a esta cuenta las reparaciones necesarias, en caso de que el Contratista no ejecutase por su cuenta y cargo dicha reparación.

Este fondo de garantía se devolverá, una vez deducidos los importes a que pudiese dar lugar el párrafo anterior, a la recepción definitiva de las obras.

19.- ASOCIACIÓN DE CONSTRUCTORES.

19.1.- Si las obras licitadas se adjudicasen en común a un grupo o asociación de constructores, la responsabilidad será conjunta y solidaria, con relación al compromiso contraído por el grupo o asociación.

19.2.- Los componentes del grupo o asociación delegarán en uno de ellos, a todos los efectos, la representación ante la Empresa. Esta delegación se realizará por medio de un representante responsable provisto de poderes, tan amplios como proceda, para actuar ante la Empresa en nombre del grupo o asociación.

19.3.- La designación de representante, para surtir efecto, deberá ser aceptada y aprobada por la Empresa por escrito.

20.- SUBCONTRATISTAS.

El contratista podrá subcontratar o destajar parte de la obra, previa autorización de la Dirección de la misma, para lo cual deberá informar con anterioridad a esta, del alcance y condiciones técnico-económicas del Subcontrato.

La empresa, a través de la Dirección de la Obra, podrá en cualquier momento requerir del contratista la exclusión de un Subcontratista por considerar al mismo incompetente, o que no reúne las necesarias condiciones, debiendo el contratista tomar las medidas

necesarias para la rescisión de este Subcontrato, sin que por ello pueda presentar reclamación alguna a la empresa.

En ningún caso podrá deducirse relación contractual alguna entre los Subcontratistas y la empresa, como consecuencia de la ejecución por aquellos de trabajos parciales correspondientes al Contrato principal, siendo siempre responsable el contratista ante la empresa de todas las actividades del Subcontratista y de las obligaciones derivadas del cumplimiento de las condiciones expresadas en este Pliego.

Los trabajos específicos que requieran una determinada especialización y que no estuviesen incluidos en el Presupuesto del Contrato, bien por que aún estando previstos en la Memoria y/o Planos de Concurso, no se hubiesen solicitado para ellos oferta económica, bien por que su necesidad surgiese a durante la ejecución del Contrato, podrán ser adjudicados por la empresa directamente a la empresa que libremente elija, debiendo el contratista prestar las ayudas necesarias para la realización de los mismos.

21.- RELACIONES ENTRE LA EMPRESA Y EL CONTRATISTA Y ENTRE LOS DIVERSOS CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.

21.1.- El contratista está obligado a suministrar, en todo momento, cualquier información relativa a la realización del contrato, de la que la empresa juzgue necesario tener conocimiento. Entre otras razones por la posible incidencia de los trabajos confiados al contratista, sobre los de otros Contratistas y suministradores.

21.2.- El contratista debe ponerse oportunamente en relación con los demás contratistas y suministradores, a medida que estos sean designados por la empresa, con el fin de adoptar de común acuerdo las medidas pertinentes para asegurar la coordinación de los trabajos, el buen orden de la obra, y la seguridad de los trabajadores.

21.3.- Cuando varios contratistas y suministradores utilicen las instalaciones generales pertenecientes a uno de ellos, se pondrán de acuerdo sobre su uso suplementario y el reparto de los gastos correspondientes. Repartirán también entre ellos, proporcionalmente a su utilización, las cargas relativas a los caminos de acceso.

21.4.- La empresa deberá estar permanentemente informada de los acuerdos tomados al amparo del párrafo anterior, para en el caso de presentarse dificultades o diferencias, tomar la resolución que proceda, o designar el árbitro a quien haya de someterse dichas diferencias. La decisión del árbitro designado por la empresa es obligatoria para los interesados. En ningún caso en la empresa deberá encontrarse durante los trabajos, en presencia de una situación de hecho que tuviese lugar por falta de información por parte del contratista.

21.5.- Cuando varios contratistas trabajan en la misma obra, cada uno de ellos es responsable de los daños y perjuicios de toda clase que pudiera derivarse de su propia actuación.

22.- DOMICILIOS Y PRESENTACIONES

22.1.- El contratista está obligado, antes de iniciarse las obras objeto del contrato a construir un domicilio en la proximidad de las obras, dando cuenta a la empresa del lugar de ese domicilio.

22.2.- Seguidamente a la notificación del contrato, la empresa comunicará al contratista su domicilio a efectos de la ejecución del contrato, así como nombre de su representante.

22.3.- Antes de iniciarse las obras objeto del contrato, el contratista designará su representante a pie de obra y se lo comunicará por escrito a la empresa especificando sus poderes, que deberán ser lo suficientemente amplios para recibir y resolver en consecuencia las comunicaciones y órdenes de la representación de la empresa. En ningún caso constituirá motivo de excusa para el contratista la ausencia de su representante a pie de obra.

22.4.- El contratista está obligado a presentar a la representación de la empresa antes de la iniciación de los trabajos, una relación comprensiva del personal facultativo responsable de la ejecución de la obra contratada y a dar cuenta posteriormente de los cambios que en el mismo se efectúen, durante la vigencia del contrato.

22.5.- La designación del representante del contratista, así como la del personal facultativo, responsable de la ejecución de la obra contratada, requiere la conformidad y aprobación de la empresa quien por motivo fundado podrá exigir el contratista la remoción de su representante y la de cualquier facultativo responsable.

23.- OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN MATERIAL SOCIAL.

El contratista estará obligado al cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral, de seguridad social y de seguridad e higiene en el trabajo.

En lo referente a las obligaciones del contratista en materia de seguridad e higiene en el trabajo, estas quedan detalladas de la forma siguiente:

23.1.- El contratista es responsable de las condiciones de seguridad e higiene en los trabajos, estando obligado a adoptar y hacer aplicar, a su costa, las disposiciones vigentes sobre estas materias, en las medidas que dicte la Inspección de Trabajo y demás organismos competentes, así como las normas de seguridad complementarias que correspondan a las características de las obras contratadas.

23.2.- A tal efecto el contratista debe establecer un Plan de Seguridad, Higiene y Primeros Auxilios que especifiquen con claridad las medidas prácticas que, para la consecución de las precedentes prescripciones, estime necesario tomar en la obra.

Este Plan debe precisar las formas de aplicación de las medidas complementarias que correspondan a los riesgos de la obra con el objeto de asegurar eficazmente:

La seguridad de su propio personal, del de la empresa y de terceros.

La Higiene y Primeros Auxilios a enfermos y accidentados.

La seguridad de las instalaciones.

El Plan de seguridad así concebido debe comprender la aplicación de las Normas de Seguridad que la empresa prescribe a sus empleados cuando realizan trabajos similares a los encomendados al personal del contratista, y que se encuentran contenidas en las Prescripciones de Seguridad y Primeros Auxilios redactadas por U.N.E.S.A.

El Plan de Seguridad, Higiene y Primeros Auxilios deberá ser comunicado a la empresa, en el plazo máximo que se señale en el Pliego de Condiciones Particulares y en su defecto, en el plazo de tres meses a partir de la firma del contrato. El incumplimiento de este plazo puede ser motivo de resolución del contrato.

La adopción de cualquier modificación o aplicación al plan previamente establecido, en razón de la variación de las circunstancias de la obra, deberá ser puesta inmediatamente en conocimiento de la empresa.

23.3.- Los gastos originados por la adopción de las medidas de seguridad, higiene y primeros auxilios son a cargo del contratista y se considerarán incluidos en los precios del contrato.

Quedan comprendidas en estas medidas, sin que su enumeración las limite:

La formación del personal en sus distintos niveles profesionales en materia de seguridad, higiene y primeros auxilios, así como la información al mismo mediante carteles, avisos o señales de los distintos riesgos que la obra presente.

El mantenimiento del orden, limpieza, comodidad y seguridad en las superficies o lugares de trabajo, así como en los accesos a aquellos.

Las protecciones y dispositivos de seguridad en las instalaciones, aparatos y máquinas, almacenes, polvorines, etc., incluida las protecciones contra incendios.

El establecimiento de las medidas encaminadas a la eliminación de factores nocivos, tales como polvos, humos, gases, vapores, iluminación deficiente, ruidos, temperatura, humedad, y aireación deficiente, etc.

El suministro a los operarios de todos los elementos de protección personal necesarios, así como de las instalaciones sanitarias, botiquines, ambulancias, que las circunstancias hagan igualmente necesarias. Asimismo, el contratista debe proceder a su costa al establecimiento de vestuarios, servicios higiénicos, servicio de comedor y menaje, barracones, suministro de agua, etc., que las características en cada caso de la obra y la reglamentación determinen.

23.4.- Los contratistas que trabajan en una misma obra deberán agruparse en el seno de un Comité de Seguridad, formado por los representantes de las empresas, Comité que tendrá por misión coordinar las medidas de seguridad, higiene y primeros auxilios, tanto a nivel individual como colectivo.

De esta forma, cada contratista debe designar un representante responsable ante el Comité de Seguridad. Las decisiones adoptadas por el Comité se aplicarán a todas las empresas, incluso a las que lleguen con posterioridad a la obra.

Los gastos resultantes de esta organización colectiva se prorratarán mensualmente entre las empresas participantes, proporcionalmente al número de jornales, horas de trabajo de sus trabajadores, o por cualquier otro método establecido de común acuerdo.

El contratista remitirá a la representación de la empresa, con fines de información copia de cada declaración de accidente que cause baja en el trabajo, inmediatamente después de formalizar la dicha baja. Igualmente por la Secretaría del Comité de Seguridad previamente aprobadas por todos los representantes.

El incumplimiento de estas obligaciones por parte del contratista o la infracción de las disposiciones sobre seguridad por parte del personal técnico designado por él, no implicará responsabilidad alguna para la empresa.

24.- GASTOS DE CARÁCTER GENERAL POR CUENTA DEL CONTRATISTA.

24.1.- Se entiende como tales los gastos de cualquier clase ocasionados por la comprobación del replanteo de la obra, los ensayos de materiales que deba realizar por su cuenta el contratista; los de montaje y retirada de las construcciones auxiliares, oficinas, almacenes y cobertizos pertenecientes al contratista; los correspondientes a los caminos de servicio, señales de tráfico provisionales para las vías públicas en las que se dificulte el tránsito, así como de los equipos necesarios para organizar y controlar este en evicción de accidentes de cualquier clase; los de protección de materiales y la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los reglamentos vigentes para el almacenamiento de explosivos y combustibles; los de limpieza de los espacios interiores y exteriores; los de construcción, conservación y retirada de pasos, caminos provisionales y alcantarillas; los derivados de alcantarillas, tuberías, cables eléctricos y, en general, de cualquier instalación que sea necesario modificar para las instalaciones provisionales del contratista; los de construcción, conservación, limpieza y retirada de las instalaciones sanitarias provisionales y de limpieza de los lugares ocupados por las mismas; los de retirada al fin de la obra de instalaciones, herramientas, materiales, etc., y limpieza general de la obra.

24.2.- Salvo que se indique lo contrario, será de cuenta del contratista el montar, conservar y retirar las instalaciones para el suministro del agua y de la energía eléctrica necesaria para las obras y la adquisición de dichas aguas y energía.

24.3.- Serán de cuenta del contratista los gastos ocasionados por la retirada de la obra, de los materiales rechazados, los de jornales y materiales para las mediciones periódicas para la redacción de certificaciones y los ocasionados por la medición final; los de pruebas, ensayos, reconocimientos y tomas de muestras para las recepciones parciales y totales, provisionales y definitivas, de las obras; la corrección de las deficiencias observadas en las pruebas, ensayos, etc., y los gastos derivados de los asientos o averías, accidentes o daños que se produzcan en estas pruebas y la reparación y conservación de las obras durante el plazo de garantía.

24.4.- Además de los ensayos a los que se refiere los apartados 24.1. y 24.3. de este artículo, serán por cuenta del contratista los ensayos que realice directamente con los materiales suministrados por sus proveedores antes de su adquisición e incorporación a la obra y que en su momento serán controlados por la empresa para su aceptación definitiva. Serán asimismo de su cuenta aquellos ensayos que el contratista crea oportuno realizar durante la ejecución de los trabajos, para su propio control.

24.5.- Por lo que a gastos de replanteo se refiere y a tenor de lo dispuesto en el artículo 37.º "Replanteo de las obras", serán por cuenta del contratista todos los gastos de replanteo secundarios necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, a partir del replanteo principal definido en dicho artículo 37, y cuyos gastos correrán por cuenta de la empresa.

24.6.- En los casos de resolución del Contrato, cualquiera que sea la causa que lo motive, serán de cuenta del contratista los gastos de jornales y materiales

ocasionados por la liquidación de las obras y los de las Actas Notariales que sean necesario levantar, así como las de retirada de los medios auxiliares que no utilice la empresa o que le devuelva después de utilizados.

25.- GASTOS DE CARÁCTER GENERAL POR CUENTA DE LA EMPRESA.

Serán por cuenta de la empresa los gastos originados por la inspección de las obras del personal de la empresa o contratados para este fin, la comprobación o revisión de las certificaciones, la toma de muestras y ensayos de laboratorio para la comprobación periódica de calidad de materiales y obras realizadas, salvo los indicados en el artículo 24, y el transporte de los materiales suministrados por la empresa, hasta el almacén de obra, sin incluir su descarga ni los gastos de paralización de vehículos por retrasos en la misma.

Así mismo, serán a cargo de la empresa los gastos de primera instalación, conservación y mantenimiento de sus oficinas de obra, residencias, poblado, botiquines, laboratorios, y cualquier otro edificio e instalación propiedad de la empresa y utilizados por el personal empleado de esta empresa, encargado de la dirección y vigilancia de las obras.

26.- INDEMNIZACIONES POR CUENTA DEL CONTRATISTA.

Será de cuenta del contratista la reparación de cualquier daño que pueda ocasionar sus instalaciones y construcciones auxiliares en propiedades particulares; los producidos por la explotación de canteras, la extracción de tierras para la ejecución de terraplanes; los que se originen por la habilitación de caminos y vías provisionales y, finalmente, los producidos en las demás operaciones realizadas por el contratista para la ejecución de las obras.

27.- PARTIDAS PARA OBRAS ACCESORIAS.

Las cantidades calculadas para obras accesorias, que como consecuencia de su escasa o nula definición, figuren en el presupuesto general con una partida alzada, no se abonará por su monto total, salvo que expresamente se indique así en el Pliego Particular de Condiciones.

En consecuencia estas obras accesorias se abonarán a los precios unitarios del Contrato y conforme a las unidades y medidas que se obtengan de los proyectos que se realicen para ellas y de su medición final.

28.- PARTIDAS ALZADAS.

Las partidas alzadas consignadas en los presupuestos para obras o servicios, y que expresamente así se indique en el Pliego Particular de Condiciones, se abonarán por su importe una vez realizados totalmente dichos trabajos.

Quedan excluidas de este sistema de abono, las obras accesorias que se liquidarán conforme a lo indicado en el artículo 27.

29.- REVISIÓN DE PRECIOS.

29.1.- La empresa adopta para las revisiones de los precios el sistema de fórmulas polinómicas vigentes para las obras del Estado y Organismos Autónomos, establecido por el Decreto-Ley 2/1964. de 4 de Febrero (B.O.E. de 6-II-64), especialmente en lo que a su artículo 4º se refiere.

29.2.- En el Pliego Particular de Condiciones de la obra, se establecerá la fórmula o fórmulas polinómicas a emplear, adoptando de entre todas las reseñadas en el Decreto-Ley 3650/1970 de 19 de Diciembre (B.O.E. 29-XII-70) la que más se ajuste a las características de la obra contratada.

Si estas características así lo aconsejan, la empresa se reserva el derecho de establecer en dicho Pliego nuevas fórmulas, modificando los coeficientes o las variables de las mismas.

29.3.- Para los valores actualizados de las variables que inciden en la fórmula, se tomarán para cada mes los que faciliten el Ministerio de Hacienda una vez publicados en el B.O.E. Los valores iniciales corresponderán a los del mes de la fecha del Contrato.

29.4.- Una vez obtenido el índice de revisión mensual, se aplicará al importe total de la certificación correspondiente al mes de que se trate, siempre y cuando la obra realizada durante dicho período, lo haya sido dentro del programa de trabajo establecido.

En el caso de que las obras se desarrollen con retraso respecto a dicho programa, las certificaciones mensuales producidas dentro del plazo se revisarán por los correspondientes índices de revisión hasta el mes previsto para la terminación de los trabajos. En este momento, dejarán de actualizarse dicho índice y todas las certificaciones posteriores que puedan producirse, se revisarán con este índice constante.

29.5.- Los aumentos de presupuesto originados por las revisiones de precios oficiales, no se computarán a efectos de lo establecido en el artículo 35, "Modificaciones del proyecto".

29.6.- Si las obras a realizar fuesen de corta duración, la empresa podrá prescindir de la cláusula de revisión de precios, debiéndolo hacer constar así expresamente en las bases del Concurso.

30.- REGIMEN DE INTERVENCIÓN.

30.1.- Cuando el contratista no de cumplimiento, sea a las obligaciones o disposiciones del Contrato, sea a las órdenes de servicio que les sean dadas por la empresa, esta le requerirá a cumplir este requisito de órdenes en un plazo determinado, que, salvo en casos de urgencia, no será nunca menor de 10 días a partir de la notificación de requerimiento.

30.2.- Pasado este plazo, si el contratista no ha ejecutado las disposiciones dadas, la empresa podrá ordenar a título provisional el establecimiento de un régimen de intervención general o parcial por cuenta del contratista.

30.3.- Se procederá inmediatamente, en presencia del contratista, o habiéndole convocado debidamente, a la comprobación de las obras ejecutadas, de los materiales acopiados así como al inventario descriptivo del material del contratista, y a la devolución a este de la parte de materiales que no utilizará la empresa para la terminación de los trabajos.

30.4.- La empresa tiene por otra parte, la facultad, sea de ordenar la convocatoria de un nuevo concurso, en principio sobre petición de ofertas, por cuenta y riesgo del contratista incumplidor, sea de ejercitar el derecho de rescisión pura y simple del contrato, sea de prescribir la continuación de la intervención.

30.5.- Durante el periodo de Régimen de Intervención, el contratista podrá conocer la marcha de los trabajos, sin que pueda, de ninguna manera, entorpecer o dificultar las órdenes de la empresa.

30.6.- El contratista podrá, por otra parte, ser liberados del régimen de intervención si justifica su capacidad para volver a hacerse cargo de los trabajos y llevarlos a buen fin.

30.7.- Los excedentes de gastos que resulte de la intervención o del nuevo contrato serán deducidos de las sumas, que puedan ser debidas al contratista, sin perjuicios de los derechos a ejercer contra él en caso de ser insuficientes.

30.8.- Si la intervención o el nuevo contrato supone, por el contrario una disminución de gastos, el contratista no podrá pretender beneficiarse en ninguna parte de la diferencia, que quedará a favor de la empresa.

31.- RESCISIÓN DEL CONTRATO.

31.1.- Cuando a juicio de la empresa el incumplimiento por parte del contratista de alguna de las cláusulas del Contrato, pudiera ocasionar graves trastornos en la realización de las obras, en el cumplimiento de los plazos, o en su aspecto económico, la

empresa podrá decidir la resolución del Contrato, con las penalidades a que hubiera lugar. Así mismo, podrá proceder la resolución con pérdida de fianza y garantía suplementaria si la hubiera, de producirse alguno de los supuestos siguientes.

31.1.1.- Cuando no se hubiese efectuado el montaje de las instalaciones y medios auxiliares o no se hubiera aportado la maquinaria relacionada en la oferta o su equivalente en potencia o capacidad en los plazos previstos incrementados en un

25 %, o si el contratista hubiese sustituido dicha maquinaria en sus elementos principales sin la previa autorización de la empresa.

31.1.2.- Cuando durante un periodo de tres meses consecutivos y considerados conjuntamente, no se alcanzase un ritmo de ejecución del 50 % del programa aprobado para la Obra característica.

31.1.3.- Cuando se cumpla el plazo final de las obras y falte por ejecutar más del 20 % de presupuesto de Obra característica tal como se define en el artículo 7.3. La imposición de las multas establecidas por los retrasos sobre dicho plazo, no obligará a la empresa a la prórroga del mismo, siendo potestativo por su parte elegir entre la resolución o la continuidad del Contrato.

31.2.- Será así mismo causa suficiente para la rescisión, alguno de los hechos siguientes:

31.2.1.- LA quiebra, fallecimiento o incapacidad del contratista. En este caso, la empresa podrá optar por la resolución del Contrato, o por que se subroguen en el lugar del contratista síndicos de la quiebra, sus causahabientes o sus representantes.

31.2.2.- La disolución, por cualquier causa, de la sociedad, si el contratista fuera una persona jurídica.

31.2.3.- Si el contratista es una agrupación temporal de empresas y alguna de las integrantes se encuentra incluida en alguno de los supuestos previstos en alguno de los apartados 31.2. la empresa estará facultada para exigir el cumplimiento de las obligaciones pendientes del Contrato a las restantes empresas que constituyen la agrupación temporal o para acordar la resolución del Contrato. Si la empresa optara en ese momento por la rescisión, esta no producirá pérdida de la fianza, salvo que concurriera alguna otra causa suficiente para declarar tal pérdida.

31.3.- Procederá asimismo la rescisión, sin pérdida de fianza por el contratista, cuando se suspenda la obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas al contratista, no sea posible dar comienzo a la obra adjudicada, dentro del plazo de 3 meses, a partir de la fecha de adjudicación.

31.4.- En el caso de que se incurriese en las causas de resolución del Contrato conforme a las cláusulas de este Pliego General de Condiciones, o del Particular de la obra, la empresa se hará cargo de las obras en la situación en que se encuentren, sin otro requisito que el del levantamiento de un Acta Notarial o simple, si ambas partes prestan su conformidad, que refleje la situación de la obra, así como de acopios de materiales, maquinaria y medios auxiliares que el contratista tuviese en ese momento en el emplazamiento de los trabajos. Con este acto de la empresa el contratista no podrá poner interdicto ni ninguna otra acción judicial, a la que renuncie expresamente.

31.5.- Siempre y cuando el motivo de la rescisión sea imputable al Contratista, este se obliga a dejar a disposición de la Empresa hasta la total terminación de los

trabajos, la maquinaria y medios auxiliares existentes en la obra que la Empresa estime necesario, pudiendo el Contratista retirar los restantes.

La empresa abonará por los medios, instalaciones y máquinas que decida deben continuar en obra, un alquiler igual al estipulado en el baremo para trabajos por administración, pero descontando los porcentajes de gastos generales y beneficio industrial del Contratista.

31.6.- El Contratista se compone como obligación subsidiaria de la cláusula anterior, a conservar la propiedad de las instalaciones, medios auxiliares y maquinaria seleccionada por la Empresa o reconocer como obligación precedente frente a terceros, la derivada de dicha condición.

31.7.- La Empresa comunicará al Contratista, con treinta días de anticipación, la fecha en que desea reintegrar los elementos que venía utilizando, los cuales dejará de devengar interés alguno a partir de su devolución, o a los 30 días de la notificación, si el Contratista no se hubiese hecho cargo de ellos. En todo caso, la devolución se realizará siempre a pie de obra, siendo por cuenta del Contratista los gastos de su traslado definitivo.

31.8.- En los contratos rescindidos, se procederá a efectos de garantías, fianzas, etc. A efectuar las recepciones provisionales y definitivas de todos los trabajos ejecutados por el Contratista hasta la fecha de la rescisión.

32.- PROPIEDAD INDUSTRIAL Y COMERCIAL.

32.1.- Al suscribir el Contrato, el Contratista garantiza a la Empresa contra toda clase de reivindicaciones que se refieran a suministros y materiales, procedimientos y medios utilizados para la ejecución de las obras y que procedan de titulares (JOE) de patentes, licencias, planos, modelos, marcas de fábrica o comercio.

En el caso de que fuera necesario, corresponde al Contratista la obtención de las licencias o autorizaciones precisas y soportar la carga de los derechos e indemnizaciones correspondientes.

32.2.- En caso de acciones dirigidas contra la Empresa por terceros de licencias, autorizaciones, planos, modelos, marcas de fábrica o de comercio utilizadas por el Contratista para la ejecución de los trabajos, el Contratista responderá ante la Empresa del resultado de dichas acciones estando obligado además a prestarle su plena ayuda en el ejercicio de las excepciones que competan a la Empresa.

33.- DISPOSICIONES LEGALES.

Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo (O.M. 9-III-71).

Comités de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Decreto 432/71. de 11-III-71).

Reglamento de Seguridad e Higiene en la Industria de la Construcción (O.M. 20-V-52).

Reglamento de los Servicios Médicos de Empresa (O.M. 21-XI-59).

Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-VIII-70).

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (O.M. 20-IX-73).

Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión (O.M. 28-XI-68).

Normas para Señalización de Obras en las Carreteras (O.M. 14-III-60).

Convenio Colectivo Provincial de la Construcción y Estatuto de los Trabajadores.

Obligatoriedad de la Inclusión de un Estudio de Seguridad e Higiene en el Trabajo en los Proyectos de Edificación y Obras Públicas (Real Decreto 555/1986, 21-II-86).

Cuantas disposiciones legales de carácter social, de protección a la industria nacional, etc., rijan en la fecha en que se ejecuten las obras.

Reglamento sobre Condiciones técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, subestaciones Eléctricas y Centros de Transformación (Real Decreto 3275/1982 de 12-XI-82).

Viene también obligado al cumplimiento de cuanto la Dirección de Obra le dicte encaminado a garantizar la seguridad de los obreros y de la obra en general. En ningún caso dicho cumplimiento eximirá de responsabilidad al Contratista.

34.- TRIBUNALES.

El Contratista renuncia al fuero de su propio domicilio y se compromete a sustanciar cuantas reclamaciones origine el Contrato ante los tribunales.

CAPITULO III.- DESARROLLO DE LAS OBRAS, CONDICIONES TÉCNICO-ECONÓMICAS.

35.- MODIFICACIONES DEL PROYECTO.

35.1.- La empresa podrá introducir en el proyecto, antes de empezar las obras o durante su ejecución, las modificaciones que sean precisas para la normal construcción de las mismas, aunque no se hayan previsto en el proyecto y siempre que no varíen las características principales de las obras.

También podrá introducir aquellas modificaciones que produzcan aumento o disminución y aún supresión de las unidades de obra marcadas en el presupuesto, o sustitución de una clase de fábrica por otra, siempre que esta sea de las comprendidas en el contrato.

Cuando se trate de aclarar o interpretar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o dibujos, las órdenes o instrucciones se comunicarán exclusivamente por escrito al Contratista, estando obligado este a su vez a devolver una copia suscribiendo con su firma el enterado.

35.2.- Todas estas modificaciones serán obligatorias para el Contratista, y siempre que, a los precios del Contrato, sin ulteriores omisiones, no alteren el presupuesto total de Ejecución Material contratado en más de un 35 %, tanto en más como en menos, el Contratista no tendrá derecho a ninguna variación en los precios ni a indemnización de ninguna clase.

Si la cuantía total de la certificación final, correspondiente a la obra ejecutada por el Contratista, fuese a causa de las modificaciones del Proyecto, inferior al Presupuesto Total de Ejecución Material del Contrato en un porcentaje superior al 35 %, el Contratista tendrá derecho a indemnizaciones.

Para fijar su cuantía, el contratista deberá presentar a la Empresa en el plazo máximo de dos meses a partir de la fecha de dicha certificación final, una petición de indemnización con las justificaciones necesarias debido a los posibles aumentos de los gastos generales e insuficiente amortización de equipos e instalaciones, y en la que se valore el perjuicio que le resulte de las modificaciones introducidas en las previsiones del Proyecto. Al efectuar esta valoración el Contratista deberá tener en cuenta que el primer 35 % de reducción no tendrá repercusión a estos efectos.

Si por el contrario, la cuantía de la certificación final, correspondiente a la obra ejecutada por el Contratista, fuese a causa de las modificaciones del Proyecto, superior al Presupuesto Total de Ejecución Material del Contrato y cualquiera que fuere el porcentaje de aumento, no procederá el pago de ninguna indemnización ni revisión de precios por este concepto.

35.3.- No se admitirán mejoras de obra más que en el caso de que la Dirección de la Obra haya ordenado por escrito, la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados.

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, o salvo que la Dirección de Obra, ordene también por escrito la ampliación de las contratadas. Se seguirá el mismo criterio y procedimiento, cuando se quieran introducir innovaciones que supongan una reducción apreciable en las unidades de obra contratadas.

36.- MODIFICACIONES DE LOS PLANOS.

36.1.- Los planos de construcción podrán modificar a los provisionales de concurso, respetando los principios esenciales y el Contratista no puede por ello hacer reclamación alguna a la Empresa.

36.2.- El carácter complejo y los plazos limitados de que se dispone en la ejecución de un Proyecto, obligan a una simultaneidad entre las entregas de las especificaciones técnicas de los suministradores de equipos y la elaboración de planos definitivos de Proyecto.

Esta simultaneidad implica la entrega de planos de detalle de obra civil, relacionada directamente con la implantación de los equipos, durante todo el plazo de ejecución de la obra.

La Empresa tomará las medidas necesarias para que estas modificaciones no alteren los planos de trabajo del Contratista entregando los planos con la suficiente antelación para que la preparación y ejecución de estos trabajos se realice de acuerdo con el programa previsto.

El Contratista por su parte no podrá alegar desconocimiento de estas definiciones de detalle, no incluidas en el proyecto base, y que quedará obligado a su ejecución dentro de las prescripciones generales del Contrato.

36.3.- El Contratista deberá confrontar, inmediatamente después de recibidos, todos los planos que le hayan sido facilitados, debiendo informar por escrito a la Empresa en el plazo máximo de 15 días y antes de proceder a su ejecución, de cualquier contradicción, error u omisión que lo exigiera técnicamente incorrectos.

37.- REPLANTEO DE LAS OBRAS.

37.1.- La Empresa entregará al Contratista los hitos de triangulación y referencias de nivel establecidos por ella en la zona de obras a realizar. La posición de estos hitos y sus coordenadas figurarán en un plano general de situación de las obras.

37.2.- Dentro de los 15 días siguientes a la fecha de adjudicación el Contratista verificará en presencia de los representantes de la Empresa el plano general de replanteo y las coordenadas de los hitos, levantándose el Acta correspondiente.

37.3.- La Empresa precisará sobre el plano de replanteo las referencias a estos hitos de los ejes principales de cada una de las obras.

37.4.- El Contratista será responsable de la conservación de todos los hitos y referencias que se le entreguen. Si durante la ejecución de los trabajos, se destruyese alguno, deberá reponerlos por su cuenta y bajo su responsabilidad.

El Contratista establecerá en caso necesario, hitos secundarios y efectuará todos los replanteos precisos para la perfecta definición de las obras a ejecutar, siendo de su responsabilidad los perjuicios que puedan ocasionarse por errores cometidos en dicho replanteos.

38.- ACCESOS A LAS OBRAS.

38.1.- Los caminos y accesos provisionales a los diferentes tajos de obra, será construidos por el Contratista por su cuenta y cargo.

38.2.- Para que la Empresa apruebe su construcción en el caso de que afecten a terceros interesados, el Contratista habrá debido llegar a un previo acuerdo con estos.

38.3.- Los caminos y accesos estarán situados en la medida de lo posible, fuera del lugar de emplazamiento de las obras definitivas. En el caso de que necesariamente hayan de transcurrir por el emplazamiento de obras definitivas, las

modificaciones posteriores, necesarias para la ejecución de los trabajos, serán a cargo del Contratista.

38.4.- Si los mismos caminos han de ser utilizados por varios Contratistas, estos deberán ponerse de acuerdo entre sí sobre el reparto de sus gastos de construcción y conservación.

38.5.- La Empresa se reserva el derecho de transitar libremente por todos los caminos y accesos provisionales de la obra, sin que pueda hacerse repercutir sobre ella gasto alguno en concepto de conservación.

39.- ORGANIZACIÓN DE LAS OBRAS.

39.1.- El Contratista tendrá un conocimiento completo de la disposición de conjunto de los terrenos, de la importancia y situación de las obras objeto de contrato, de las zonas reservadas para la obra, de los medios de acceso, así como de las disposiciones climáticas de la región, especialmente del régimen de las aguas y de la frecuencia e importancia de las crecidas de los ríos, que puedan afectar a los trabajos.

39.2.- La Empresa pondrá gratuitamente a disposición del Contratista, mientras duren los trabajos, todos los terrenos cuya ocupación definitiva sea necesaria para la implantación de las obras del contrato.

39.3.- También pondrá la Empresa gratuitamente a disposición del Contratista, los terrenos de su propiedad y que puedan ser adecuados para las obras auxiliares e instalaciones.

39.4.- En el plazo de un mes a partir de la fecha del Contrato, se determinarán contradictoriamente los terrenos afectados por los párrafos 2. y 3. que se representarán en el plano de la zona.

En caso de desavenencia en esta determinación contradictoria, será vinculante el plano previo incorporado al Pliego de Condiciones Particulares.

39.5.- La obligación de la Empresa en cuanto entrega de los terrenos necesarios queda limitada a los que figuran y se reseñan en el plano de referencia que, al mismo tiempo, definirá lo que se entiende por zona de obras.

39.6.- Si por conveniencia del Contratista este deseara disponer de otros terrenos distintos de los figurados y reseñados en el plano antes citado, será de su cargo su adquisición o la obtención de las autorizaciones pertinentes, debiendo el contratista someter previamente a la conformidad de la Empresa las modalidades de adquisición o de obtención de la autorización respectiva.

40.- VIGILANCIA Y POLICIA DE LAS OBRAS.

40.1.- El Contratista es responsable del orden, limpieza y condiciones sanitarias de las obras objeto de contrato. Deberá adoptar a este respecto, a su cargo y bajo su responsabilidad, las medidas que le sean señaladas por las autoridades competentes y con la representación de la Empresa.

40.2.- En caso de conflicto de cualquier clase, que pudiera implicar alteraciones del orden público, corresponde al Contratista la obligación de ponerse en contacto con las autoridades competentes y convenir con ellos y disponer las medidas adecuadas para evitar incidentes.

41.- UTILIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES AUXILIARES Y EQUIPOS DEL CONTRATISTA.

El Contratista deberá poder facilitar a la Empresa, todos los medios auxiliares que figuran en el programa o tengan servicio en la obra. Para ello la Empresa comunicará por escrito al Contratista las instalaciones o equipos o máquinas que desea utilizar y fecha y duración de la prestación.

Cuando razonablemente no haya inconveniente para ello, no se perturbe la organización y desarrollo de los trabajos, o exista una causa grave de fuerza mayor, el Contratista deberá atender la solicitud de la Empresa, abonándose las horas de utilización conforme a los baremos de administración aprobados.

En todo caso, el manejo y entretenimiento de las máquinas e instalaciones será realizado por personal del Contratista.

42.- EMPLEO DE MATERIALES NUEVOS O DE DEMOLICIÓN PERTENECIENTES A LA EMPRESA.

Cuando fuera de las previsiones del Contrato, la Empresa juzgue conveniente emplear materiales nuevos o de recuperación que le pertenezcan, el Contratista no podrá oponerse a ello y las condiciones que regulen este suministro serán establecidas de común acuerdo o, en su defecto, se establecerá mediante Arbitraje de Derecho Privado.

43.- USO ANTICIPADO DE LAS INSTALACIONES DEFINITIVAS.

43.1.- La Empresa se reserva el derecho de hacer uso de las partes terminadas de la obra contratada antes de que los trabajos prescritos en el contrato se hayan terminado en su totalidad, bien por necesidades de servicio, bien para permitir la realización de otros trabajos que no forman parte del contrato.

43.2.- Si la Empresa deseara hacer uso del citado derecho, se lo comunicará al Contratista con una semana de antelación a la fecha de utilización. El uso de este derecho por parte de la Empresa no implica recepción provisional de la zona afectada.

44.- PLANES DE OBRA Y MONTAJE.

44.1.- Independientemente del plan de trabajos que los Contratistas oferentes deben presentar con sus ofertas, de acuerdo a lo establecido en el artículo 6, el Contratista presentará con posterioridad a la firma del Contrato, un plan más detallado que el anterior.

En el Pliego Particular de Condiciones de cada obra, se indicará el plazo máximo a partir de la formalización del Contrato, en el que debe presentarlo y tipo de programa exigido.

De no indicarse el plazo, se entenderá establecido éste en un mes.

44.2.- Este Plan, que deberá ser lo más completo, detallado y razonado posible, respetará obligatoriamente los plazos parciales y final fijados en el Concurso, y deberá venir acompañado del programa de certificaciones mensuales.

Tanto el Plan de Obra como el programa de Certificaciones mensuales, deberán destacar individualmente cada una de las unidades correspondientes a la Obra Característica.

Las unidades de Obra Complementaria podrán agruparse tanto en uno como en otro documento, dentro de bloques homogéneos cuya determinación quedará a juicio del Contratista. En el caso de que éste, decidiera proponer un adelanto en alguno de los plazos fijados, deberá hacerlo como una variante suplementaria, justificando expresamente en este caso todas las repercusiones económicas a que diese lugar.

44.3.- El Plan de Obra deberá ser aprobado oficialmente por la Empresa adquiriendo desde este momento el carácter de documento contractual. No podrá ser modificado sin autorización expresa de la Empresa y el Contratista vendrá obligado a respetarlo en el desarrollo de los trabajos.

En caso de desacuerdo sobre el Plan de Obra, una vez rechazado por la Empresa el tercero consecutivo se someterá la controversia a arbitraje, siendo desempeñado por un solo árbitro, que habrá de ser el profesional competente y habilitado, según la índole del tema considerado, designado por el Colegio Profesional correspondiente.

44.4.- En este Plan, el Contratista indicará los medios auxiliares y mano de obra que ofrece emplear en la ejecución de cada una de las unidades de Obra Característica, con indicación expresa de los rendimientos a obtener. Las unidades de Obra complementaria podrán agruparse a estos efectos, en bloques homogéneos, iguales a los indicados en el artículo 44.2.

Los medios ofrecidos, que han de ser como mínimo los de la propuesta inicial, salvo que la Empresa, a la vista del Plan de Obra, autorice otra cosa, quedarán afectos a la

obra y no podrán ser retirados o sustituidos salvo aprobación expresa de la Dirección de la misma.

La aceptación del Plan y relación de medios auxiliares propuestos por el Contratista no implica exención alguna de responsabilidad para el mismo en el caso de incumplimiento de los plazos parciales, o final convenido.

44.5.- Si el desarrollo de los trabajos no se efectuase de acuerdo al Plan aprobado y ello pudiera dar lugar al incumplimiento de plazos parciales o final, la Empresa podrá exigir del Contratista la actualización del plan vigente, reforzando las plantillas de personal, medios auxiliares e instalaciones necesarias a efectos de mantener los plazos convenidos y sin que el Contratista pueda hacer recaer sobre la Empresa. A las repercusiones económicas que este aumento de medios puede traer consigo. El Plan de Obra actualizado sustituirá a todos los efectos contractuales al anteriormente vigente, con la salvedad que se indica en el apartado siguiente.

44.6.- En cualquier caso, la aceptación por parte de la Empresa de los Planes de Obra actualizados que se vayan confeccionando para adecuar el desarrollo real de los trabajos al mantenimiento de los plazos iniciales, no liberará al Contratista de las posibles responsabilidades económicas en que incurra por el posible incumplimiento de los plazos convenidos.

44.7.- El desarrollo de todas las obras habrá de subordinarse al montaje de las instalaciones para cuyo servicio se construyen.

Esta circunstancia ya se tiene en cuenta al establecer los plazos de cada obra que se fijan en su correspondiente Pliego Particular, por lo que en ningún caso pueden ser causa de concesión de prórroga las interferencias que al curso de la obra pueda originar el montaje, siempre y cuando el suministro de equipos y el propio montaje se mantengan en líneas generales dentro de los plazos y planes previstos, conforme a lo indicado en los artículos 47 y 50 del presente Pliego.

45.- PLAZOS DE EJECUCIÓN.

45.1.- En el pliego Particular de Condiciones de cada obra, se establecerán los plazos parciales y plazo final de terminación, a los que el Contratista deberá ajustarse obligatoriamente.

45.2.- Los plazos parciales corresponderán a la terminación y puesta a disposición de determinados elementos, obras o conjuntos de obras, que se consideren necesario para la prosecución de otras fases de la construcción o del montaje.

Estas obras o conjunto de obras que condicionan un plazo parcial, se definirán bien por un estado de dimensiones, bien por la posibilidad de prestar en ese momento y sin restricciones, el uso, servicio o utilización que de ellas se requiere.

45.3.- En consecuencia, y a efectos del cumplimiento del plazo, la terminación de la obra y su puesta a disposición, será independiente del importe de los trabajos realizados

a precio de Contrato, salvo que el importe de la obra Característica realizada supere como mínimo en un 10% el presupuesto asignado para esa parte de la obra.

Para valorar a estos efectos la obra realizada, no se tendrá en cuenta los aumentos del coste producidos por revisiones de precios y sí únicamente los aumentos reales del volumen de obra.

45.4.- En el caso de que el importe de la Obra Característica realizada supere en un 10% al presupuesto para esa parte de obra, los plazos parciales y finales se prorrogarán en un plazo igual al incremento porcentual que exceda de dicho 10%.

46.- RETENCIONES POR RETRASOS DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.

46.1.- Los retrasos sobre el plan de obra y programa de certificaciones imputables al Contratista, tendrán como sanción económica para cada mes la retención por la Empresa, con abono a una cuenta especial denominada “Retenciones”, del 50% de la diferencia entre el 90% de la Obra Característica que hasta ese mes debería haberse justificado y la que realmente se haya realizado. Para este cómputo de obra realizada no se tendrá en cuenta la correspondiente a Obras complementarias.

46.2.- El Contratista que en meses sucesivos realizase Obra Característica por un valor superior a lo establecido en el Plan de trabajos para esos meses, tendrá derecho a recuperar de la cuenta de “Retenciones” la parte proporcional que le corresponda.

46.3.- Cuando se alcance el plazo total previsto para la ejecución de la obra con un saldo acreedor en la cuenta de “Retenciones” quedará éste bloqueado a disposición de la Empresa para responder de las posibles multas y sanciones correspondientes a una posible rescisión. En el momento de la total terminación y liquidación de la obra contratada, se procederá a saldar esta cuenta abonando al Contratista el saldo acreedor si lo hubiere o exigiéndole el deudor si así resultase.

47.- INCUMPLIMIENTO DE LOS PLAZOS Y MULTAS.

47.1.- En el caso de incumplimiento de los plazos fijados por causas directamente imputables al Contratista, satisfará éste las multas que se indiquen en el Pliego Particular de la obra, con cargo a las certificaciones, fondo de retenciones o fianza definitiva, sucesivamente, sin perjuicio de la responsabilidad por daños.

47.2.- Si el retraso producido en el cumplimiento de los plazos ocasionara a su vez retrasos en otros contratistas, lesionando los intereses de estos, la Empresa podrá repercutir sobre el Contratista las indemnizaciones a que hubiera lugar por tales perjuicios.

47.3.- En el caso de que los retrasos se produzcan por causas imputables a la Empresa en los suministros a que venga obligada la Empresa, por órdenes expresas de la Dirección de Obra o por demoras en los montajes de maquinaria o equipos, se prorrogarán los plazos en un tiempo igual al estimado por la Empresa como retraso producido, de acuerdo con lo establecido en el artículo 50.

48.- SUPRESIÓN DE LAS MULTAS.

Cuando la Empresa advierta la posibilidad de que un retraso en la ejecución de las obras o en el montaje, no va a repercutir en la puesta en marcha de la instalación ni causar perjuicios a terceros, podrá acordar libremente la supresión de multas, o la ampliación de los plazos de ejecución.

En este último caso, la Empresa podrá diferir a la nueva fecha de terminación, y en el supuesto de que éste tampoco se cumpla, la aplicación de las multas establecidas.

49.- PREMIOS Y PRIMAS.

49.1.- En el Pliego particular de Condiciones de la Obra, la Empresa podrá establecer premios en el caso de cumplimiento de los plazos parciales y totales contratados y/o un sistema de primas para premiar los posibles adelantos sobre dichos plazos de terminación de obras.

En el Pliego particular, se especificará así mismo, las condiciones que deberán concurrir para que el Contratista pueda obtener dichos premios y/o primas.

49.2.- La Empresa podrá supeditar el pago de los premios, siempre que así lo indique expresamente, al cumplimiento estricto de los plazos, incluso en el caso de retrasos producidos por causas no imputables al Contratista o de fuerza mayor.

50.- RETRASOS OCASIONADOS POR LA EMPRESA.

Los retrasos que pudieran ocasionar la falta de planos, demoras en lo suministro de materiales que deba ser realizado por la Empresa, o interferencias ocasionadas por otros Contratistas, serán valorados en tiempo por la Dirección de la Obra, después de oír al Contratista, prorrogándose los plazos conforme a dicha estimación.

Para efectuar ésta, la Dirección tendrá en cuenta la influencia sobre la parte de obra realmente afectada, y la posibilidad de adelantar la ejecución de obras y unidades de obras, cuya realización estuviese prevista para fecha posterior.

51.- DAÑOS Y AMPLIACIÓN DE PLAZO EN CASO DE FUERZA MAYOR.

51.1.- Cuando se produjeran daños en las obras por causa de fuerza mayor, si su prevención o minoración hubiera correspondido a las partes, la que hubiese sido negligente soportará sus consecuencias.

Si fuese por completo ajena a la actuación del Contratista el riesgo sobre la obra ejecutada será soportado por la Empresa en cuanto a las unidades de que se hubiese hecho previa medición, según se determina en el artículo 52.

51.2.- Si por causa de fuerza mayor no imputable al Contratista hubiese de sufrir demora el curso de la obra, lo pondrá en conocimiento de la Empresa con la prontitud posible, concretando el tiempo en que estima necesario prorrogar los plazos

establecidos, la Empresa deberá manifestar su conformidad o reparos a la procedencia y alcance de la prórroga propuesta en un plazo igual al que hubiese mediado entre el hecho originario y la comunicación del Contratista.

52.- MEDICIONES DE LAS UNIDADES DE OBRA.

52.1.- Servirán de base para la medición y posterior abono de las obras los datos del replanteo general y los replanteos parciales que haya exigido el curso de la obra; los vencimientos y demás partes ocultas de las obras, tomados durante la ejecución de los trabajos y autorizados con las firmas del Contratista y del Director de la Obra; la medición que se lleve a efecto de las partes descubiertas de las obras de fábrica y accesorias y, en general, los que convengan al procedimiento consignado en el Pliego Particular de Condiciones, o en los Pliegos oficiales que se citen como preceptivos.

52.2.- En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas cuando se hallen en contradicción con las normas establecidas a estos efectos en el Pliego Particular de la obra, o en su defecto, con las establecidas en el presente Pliego de Condiciones Generales.

52.3.- Las mediciones con los datos recogidos de los elementos cualitativos que caracterizan las obras ejecutadas, los acopios realizados, o los suministros efectuados, constituyen comprobación de un cierto estado de hecho y se recogerán por la Empresa en presencia del Contratista. La ausencia del Contratista, aún habiendo sido avisado previamente, supone su conformidad a los datos recogidos por la Empresa.

En caso de presencia del Contratista las mediciones serán avaladas con la firma de ambas partes.

52.4.- El Contratista no podrá dejar de firmar las mediciones. En caso de negarse a hacerlo, podrá levantarse acta notarial a su cargo. Si las firmara con reservas, dispondrá de un plazo de 10 días a partir de la fecha de redacción de las mismas para formular por escrito sus observaciones. Pasado este plazo, las mediciones se suponen aceptadas sin reserva alguna.

En el caso de la firma con reserva, se redactará un acta en la que se hará constar los motivos de disconformidad, acta que se unirá a la correspondiente medición.

52.5.- En el caso de reclamación del Contratista las mediciones se tomarán a petición propia o por iniciativa de la Empresa, sin que estas comprobaciones prejuzguen, en ningún caso, el reconocimiento de que las reclamaciones están bien fundamentadas.

52.6.- El Contratista está obligado a exigir a su debido tiempo la toma contradictoria de mediciones para los trabajos, prestaciones y suministros que no fueran susceptibles de comprobación o de verificaciones ulteriores, a falta de lo cual, salvo pruebas contrarias que deben proporcionar a su costa, prevalecerán las decisiones de la Empresa con todas sus consecuencias.

53.- CERTIFICACIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.

53.1.- Las unidades de obra se medirán mensualmente sobre las partes realmente ejecutadas con arreglo al Proyecto, modificaciones y órdenes de la Dirección de Obra, y de acuerdo con los artículos del Pliego de Condiciones.

La medición de la obra realizada en un mes se llevará a cabo en los ocho primeros días siguientes a la fecha de cierre de certificaciones. Dicha fecha se determinará al comienzo de las obras.

Las valoraciones efectuadas servirán para la redacción de certificaciones mensuales al origen, de las cuales se tendrá el líquido de abono.

Corresponderá a la Empresa en todo caso, la redacción de las certificaciones mensuales.

53.2.- Las certificaciones y abonos de las obras, no suponen aprobación ni recepción de las mismas.

53.3.- Las certificaciones mensuales se deben entender siempre como abonos a buena cuenta, y en consecuencia, las mediciones de unidades de obra y los precios aplicados no tienen el carácter de definitivos, pudiendo surgir modificaciones en certificaciones posteriores y definitivamente en la liquidación final.

53.4.- Si el Contratista rehusase firmar una certificación mensual o lo hiciese con reservas por no estar conforme con ella, deberá exponer por escrito y en el plazo máximo de diez días, a partir de la fecha de que se le requiera para la firma, los motivos que fundamenten su reclamación e importe de la misma. La Empresa considerará esta reclamación y decidirá si procede atenderla.

Los retrasos en el cobro, que pudieran producirse como consecuencia de esta dilación en los trámites de la certificación, no se computarán a efectos de plazo de cobro ni de abono de intereses de demora.

53.5.- Terminado el plazo de diez días, señalado en el epígrafe anterior, o si hubiese variado la obra en forma tal que les fuera imposible recomprobar la medición objeto de discusión, se considerará que la certificación es correcta, no admitiéndose posteriormente reclamación alguna en tal sentido.

53.6.- Tanto en las certificaciones, como en la liquidación final, las obras serán en todo caso abonadas a los precios que para cada unidad de obra figuren en la oferta

aceptada, o a los precios contradictorios fijados en el transcurso de la obra, de acuerdo con lo provisto en el epígrafe siguiente.

53.7.- Los precios de unidades de obra, así como los de los materiales, maquinaria y mano de obra que no figuren entre los contratados, se fijarán contradictoriamente entre

el Director de obra y el Contratista, o su representante expresamente autorizado a estos efectos.

Estos precios deberán ser presentados por el Contratista debidamente descompuestos, conforme a lo establecido en el artículo 7 del presente Pliego.

La Dirección de Obra podrá exigir para su comprobación la presentación de los documentos necesarios que justifique la descomposición del precio presentado por el Contratista.

La negociación del precio contradictorio será independientemente de la ejecución de la unidad de obra de que se trate, viniendo obligado el Contratista a realizarla, una vez recibida la orden correspondiente. A falta de acuerdo se certificará provisionalmente a base de los precios establecidos por la Empresa.

53.8.- Cuando circunstancias especiales hagan imposible el establecer nuevos precios, o así le convenga a la Empresa, corresponderá exclusivamente a esta Sociedad la decisión de abonar estos trabajos en régimen de Administración, aplicando los baremos de mano de obra, materiales y maquinaria, aprobados en el Contrato.

53.9.- Cuando así lo admita expresamente el pliego de Condiciones Particulares de la obra, o la Empresa acceda a la petición en este sentido formulada por el Contratista, podrá certificarse a cuenta de acopios de materiales en la cuantía que determine dicho Pliego, o en su defecto la que estime oportuno la Dirección de Obra.

Las cantidades abonadas a cuenta por este concepto se deducirán de la certificación de la unidad de obra correspondiente, cuando dichos materiales pasen a formar parte de la obra ejecutada.

En la liquidación final no podrán existir abonos por acopios, ya que los excesos de materiales serán siempre por cuenta del Contratista.

El abono de cantidades a cuenta en concepto de acopio de materiales no presupondrá, en ningún caso, la aceptación en cuanto a la calidad y demás especificaciones técnicas de dicho material, cuya comprobación se realizará en el momento de su puesta en obra.

53.10.- Del importe de la certificación se detraerá el porcentaje fijado en el artículo 18.3 para la constitución del fondo de garantía.

53.11.- Las certificaciones por revisión de precios, se redactarán independientemente de las certificaciones mensuales de obra ejecutada, ajustándose a las normas establecidas en el artículo 29.

53.12.- El abono de cada certificación tendrá lugar dentro de los 120 días siguientes de la fecha en que quede firmada por ambas partes la certificación y que obligatoriamente deberá figurar en la antefirma de la misma. El pago se efectuará mediante transferencia bancaria, no admitiéndose en ningún caso el giro de efectos bancarios por parte del Contratista.

Si el pago de una certificación no se efectúa dentro del plazo indicado, se devengarán al Contratista, a petición escrita del mismo, intereses de demora. Estos intereses se devengarán por el periodo transcurrido del último día del plazo tope marcado (120 días) y la fecha real de pago, siendo el tipo de interés, el fijado por el Banco de España, como tipo de descuento comercial para ese periodo.

54.- ABONO DE UNIDADES INCOMPLETAS O DEFECTUOSAS.

54.1.- La Dirección de obra, determinará si las unidades que han sido realizadas en forma incompleta o defectuosa, deben rehacerse o no. Caso de rehacerse el Contratista vendrá obligado a ejecutarlas, siendo de su cuenta y cargo dicha reparación, en el caso de que ya le hubiesen sido abonadas.

De no haberlo sido, se certificará la obra como realizada una sola vez.

54.2.- Cuando existan obras defectuosas o incompletas que la Empresa considere, que a pesar de ello puedan ser aceptables para el fin previsto, se abonarán teniendo en cuenta la depreciación correspondiente a las deficiencias observadas. En el Pliego de Condiciones Particulares se fijan resistencias, densidades, grados de acabado, tolerancias en dimensiones, etc. Se podrá hacer una proporcionalidad con las obtenidas, siempre que sean admisibles, o bien fijar de entrada una depreciación en los precios de un 10% para obras defectuosas pero aceptables.

55.- RECEPCIÓN PROVISIONAL DE LAS OBRAS.

55.1.- A partir del momento en que todas las obras que le han sido encomendadas, hayan sido terminadas, el Contratista lo pondrá en conocimiento de la Empresa, mediante carta certificada con acuso de recibo.

La empresa procederá entonces a la recepción provisional de esas obras, habiendo convocado previamente al Contratista por escrito, al menos con 15 días de anticipación.

Si el Contratista no acude a la convocatoria, se hará mención de su ausencia en el Acta de Recepción.

55.2.- Del resultado del reconocimiento de las obras, se levantará un Acta de recepción en la que se hará constar el estado final de las obras y las deficiencias que pudieran observarse.

El Acta será firmada conjuntamente por el Contratista y la Dirección de la obra.

55.3.- Si el reconocimiento de las obras fuera satisfactorio se recibirán provisionalmente las obras, empezando a contar desde esta fecha el plazo de garantía.

Si por el contrario se observara deficiencias y no procediese efectuar la recepción provisional, se concederá al Contratista un plazo breve que corrija los defectos observados, transcurrido el cual deberá procederse a un nuevo reconocimiento.

Si transcurrido el plazo concedido al Contratista, no se hubiera subsanado dichos defectos, la Empresa podrá proceder a su realización, bien directamente, bien por medio de otros contratistas, con cargo al fondo de garantía y si este no bastase, con cargo a la fianza definitiva.

Una vez terminados los trabajos de reparación, se procederá a recibir provisionalmente las obras.

56.- PLAZO DE GARANTÍA.

Una vez terminadas las obras, se efectuará la recepción provisional de las mismas, tal como se indica en el artículo 55, a partir de cuyo momento comenzará a contar el plazo de garantía, al final del cual se llevará a cabo la recepción definitiva.

El plazo de garantía se determinará en cada caso en el Pliego Particular de Condiciones de la obra.

Durante este plazo, será de cuenta del Contratista la conservación y reparación de las obras, así como todos los desperfectos que pudiesen ocurrir en las mismas, desde la terminación de estas, hasta que se efectúe la recepción definitiva, excepción hecha de los daños que se deriven del mal trato o uso inadecuado de las obras por parte de la Empresa.

Si el Contratista incumpliese lo estipulado en el párrafo anterior, la Empresa podrá encargar a terceros la realización de dichos trabajos o ejecutarlos directamente por Administración, deduciendo su importe del fondo de garantía y si no bastase, de la fianza definitiva, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Empresa en el caso de que el monto del fondo de garantía y de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos realizados en dichos trabajos de reparación.

57.- RECEPCIÓN DEFINITIVA DE LAS OBRAS.

57.1.- Una vez transcurrido el plazo de garantía fijado en el Pliego Particular de Condiciones se procederá a efectuar la recepción definitiva de las obras de un modo análogo al indicado en el artículo 55 para la recepción provisional.

57.2.- En el caso de que hubiese sido necesario conceder un plazo para subsanar los defectos hallados, el Contratista no tendrá derecho a cantidad alguna en concepto de ampliación del plazo de garantía, debiendo continuar encargado de la conservación de las obras durante esa ampliación.

57.3.- Si la obra se arruinase con posterioridad a la recepción definitiva por vicios ocultos de la construcción debidos a incumplimiento doloso del Contrato por parte del Contratista, responderá éste de los daños y perjuicios en el término de 15 años.

Transcurrido este plazo, quedará totalmente extinguida la responsabilidad del Contratista.

58.- LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS.

Una vez efectuada la recepción provisional se procederá a la medición general de las obras que han de servir de base para la valoración de las mismas.

La liquidación de las obras se llevará a cabo después de la recepción definitiva, saldando las diferencias existentes por los abonos a cuenta y descontando el importe de

las reparaciones u obras de conservación que haya habido necesidad de efectuar durante el plazo de garantía, en el caso de que el Contratista no las haya realizado por su cuenta.

Después de realizada la liquidación, se saldarán el fondo de garantía y la fianza definitiva tanto si ésta última se ha constituido Aval Bancario.

También se liquidará si existe, la cuenta especial de retenciones por retrasos durante la ejecución de las obras.

15.2. Pliego Particular de Condiciones

15.2.1. Índice Pliego Particular de Condiciones

- 1. MATERIALES Y EQUIPOS**
- 2. REFERENCIAS Y NORMATIVAS**
- 3. CONDICIONES PARA LOS MATERIALES**
- 4. CONDICIONES PARA LOS EQUIPOS**
 - 4.1. Intercambiadores de calor**
 - 4.2. Bombas**
 - 4.3. Equipos a presión**
 - 4.3.1. Definiciones generales**
 - 4.4. Condiciones para todos los equipos**
 - 4.4.1. Manual de diseño**
 - 4.4.2. Certificados**
 - 4.4.3. Proceso de fabricación**
 - 4.4.4. Legalización de los equipos a presión**
 - 4.4.5. Instalación**
 - 4.4.6. Inspecciones y pruebas**
 - 4.4.6.1. Inspecciones y pruebas oficiales**
 - 4.4.6.2. Inspecciones y pruebas en el taller del fabricante**
 - 4.4.6.3. Inspecciones y pruebas en el lugar de emplazamiento del equipo**
 - 4.4.7. Placas**
 - 4.4.8. Elementos de seguridad**
 - 4.5. Pruebas para las tuberías**
 - 4.6. Prueba para los sistemas antes de la puesta en marcha**
 - 4.6.1. Prueba hidrostática**
 - 4.6.2. Lavado del equipo**
 - 4.6.3. Comprobaciones de los servicios auxiliares**
 - 4.6.3.1. Equipo eléctrico**
 - 4.6.3.2. Agua de refrigeración y calentamiento**

1. MATERIALES Y EQUIPOS

Este pliego tiene por objeto establecer las calidades y características de los materiales y equipos que se establecen en la planta de pasteurización de helados con sistema HTST.

2. REFERENCIAS Y NORMATIVAS

Se tendrán como de obligado cumplimiento las siguientes normas y estándares:

- Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP-13 del Reglamento de Aparatos a Presión, referente a Intercambiadores de Calor de Placas (BOE 253/1998 de 21-10-1988).
- Reglamentación Técnico Sanitaria para helados y mezclas envasadas para congelar (Real Decreto 618/1998 de 17 de Abril).

3. CONDICIONES PARA LOS MATERIALES

Las válvulas instaladas en la planta de pasteurización serán del tipo de cierre (válvulas de mariposa) y de recirculación del flujo (de asiento).

En las partes de la planta donde haya que hacer alguna soldadura será del tipo a tope, instalándose anillos de protección durante el proceso de soldado.

4. CONDICIONES PARA LOS EQUIPOS

4.1 Intercambiadores de calor

Tanto si son trasladados al lugar de emplazamiento montados, como si lo son por partes, el equipo o sus partes serán protegidos adecuadamente contra la lluvia, el polvo, los golpes o las deformaciones.

Si desde que los equipos fueran recibidos desde el taller del fabricante hasta que fueran montados en el terreno hubiera de transcurrir un periodo de tiempo que la dirección técnica considerase razonablemente largo, serían almacenados bajo techado en un lugar seco, y se tomarían precauciones para que no sufrieran contaminación, oxidación excesiva, acumulación de humedad o suciedad, así como golpes o deterioros.

El ingeniero director supervisará los equipos antes de su montaje, comprobará su buen estado y podrá rechazarlos si observa anomalías que a su juicio puedan provocar dicho rechazo.

En el lugar de emplazamiento se habrá previsto el espacio suficiente para permitir la extracción de las placas y los pernos y bastidores durante las paradas. Durante la instalación de las placas se protegerán estos con láminas de madera o metal. El alzado se hará mediante bandas trenzadas, y se tendrá especial cuidado de que las placas no sufran deformaciones.

El intercambiador de calor a placas está constituido de un bastidor firme, unido por medio de un cabezal, barra portante, barra de guía y una columna.

Entre la columna y el cabezal firme está suspendido un cabezal móvil, que se desliza sobre la barra portante y es guiada inferiormente por la barra de guía.

Entre el cabezal firme y el móvil se suspende una pila de placas, cada una con su junta correspondiente.

El apriete se hace de dos maneras, respectivamente en el borde o centralmente.

Las placas son prensadas en frío con un estampado especial. Están adheridas juntas para que cuando al comprimir la pila de placas aseguran una estanqueidad contra los agentes líquidos y la atmósfera.

El material usado para la construcción del bastidor es acero inoxidable. Las placas serán de acero inoxidable AISI 316 L, ya que las condiciones de operación imponen la elección del material (para uso general), y el número de placas que forman el intercambiador estará de acuerdo con los cuadros que aparecen en los cálculos justificativos de dicho proyecto.

4.2 Conexiones de tuberías

Todas las placas del intercambiador de calor deben estar ensambladas fácilmente para poder desmontarlas para su inspección.

Conexiones a roscas se montan con juntas de unión planas o uniones cónicas para la conexión de codos. Conexiones de brida deben ser desmontables.

4.3. Aparatos a presión

4.3.1 Definiciones generales

Con el fin de que la interpretación del presente pliego de condiciones sea clara e inequívoca, se proporcionan, de acuerdo con el Reglamento de Aparatos a Presión del Ministerio de Industria y Energía, las siguientes definiciones:

Aparato sometido a presión:

Aparato cuya presión máxima de servicio es superior a la atmosférica. Por lo que se refiere al presente proyecto esta definición se aplica a los equipos a presión anteriormente dichos.

Tuberías:

Líneas de conducción de fluidos a presión o a vacío, no sometidas a fuego directo.

Sistemas:

Conjunto de aparatos a presión, normalmente conectados en secuencia de proceso y susceptibles de ser probados a presión conjuntamente.

Diseño mecánico:

Consiste en la definición completa e inequívoca de un aparato a presión en función de los datos básicos de proceso, código de diseño, características de los materiales utilizados, proceso de fabricación y control de calidad.

Ingeniería:

Persona jurídica o técnico titulado competente que, mediante el conocimiento y aplicación correcta de los códigos de diseño de aparatos a presión, y a partir de los datos básicos necesarios, realiza el diseño mecánico de dichos aparatos. Estas ingenierías deberán estar inscritas en el Registro de Sociedades de Ingeniería o en el colegio oficial correspondiente, y cumplir los requisitos exigidos por la legislación vigente. Las ingenierías extranjeras que no dispongan de delegación en

España debidamente legalizada deberán tener autorizado por la Dirección General de Innovación Industrial y Tecnológica el correspondiente contrato de asistencia técnica, suscrito con el fabricante o con alguna ingeniería.

Fabricante:

Persona física o jurídica que, a partir de un diseño mecánico y mediante el conocimiento y aplicación correcta de los códigos de construcción de aparatos a presión y disponiendo de personal cualificado y medios apropiados, realiza el acopio de materiales, la fabricación y ensamblaje total o parcial de los componentes de los aparatos a presión, debiendo estar inscritos, los ubicados en territorio español, en el Libro de Registro de Fabricantes de la respectiva Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía de la provincia donde se fabrica el aparato.

Reparador:

Persona física o jurídica que, mediante el conocimiento e interpretación de los códigos, normas de construcción y de reparación de aparatos a presión, dispone de personal cualificado y medios apropiados para reparar los aparatos a presión, debiendo estar inscritos, los ubicados en territorio español, en el Libro de Registro de Reparadores de la respectiva Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía de la provincia donde se encuentren sus talleres de reparación.

Instalador:

Persona física o jurídica que, mediante el conocimiento e interpretación de las normas de instalación de aparatos a presión y disponiendo de personal cualificado y medios apropiados, instala los aparatos a presión, debiendo estar inscritos, los ubicados en territorio español, en el Libro de Registro de Instaladores de la respectiva Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía de la provincia donde se encuentre el domicilio social o sus talleres.

Usuario:

Persona física o jurídica propietaria o explotadora de la refinería de petróleo o planta petroquímica donde se instalan los aparatos a presión.

Inspector propio:

Personal técnico competente designado por el usuario o contratado, con experiencia en la inspección de aparatos a presión de refinerías y plantas petroquímicas.

Inspecciones y pruebas previas:

Toda inspección anterior a la puesta en servicio o durante la misma de un aparato o sistema.

Inspecciones y pruebas periódicas:

Toda inspección y prueba posterior a la puesta en servicio de un aparato o sistema.

Control de calidad:

Se entiende como tal el de la ingeniería, fabricante o instalador, cuanto una inspección o prueba previa se realiza bajo su competencia y responsabilidad.

Estos equipos tendrán que cumplir una serie de normas: Reglamento de aparatos a presión por el Ministerio de Industria y Energía. Instrucción Técnica Complementaria sobre intercambiadores de calor (ITC MIE AP 13).

Los equipos que están sometidos a presión según la definición que aparecen en estas normas e instrucciones técnicas y que se encuentran instalados en la planta y que les afecta tal definición son los siguientes:

Intercambiador de calor
Homogeneizador
Tuberías
Bombas

4.4 Condiciones generales para todos los equipos

Todas las prescripciones expresadas a continuación se aplicarán a los equipos de nueva instalación relacionados en el subapartado “aparato sometido a presión” del presente apartado del pliego de condiciones, y, de entre ellas, las correspondientes a inspecciones y pruebas, al resto de los equipos disponibles.

4.4.1 Manual de diseño

De acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de Aparatos a Presión del Ministerio de Industria y Energía, se entregará una copia al usuario del manual de diseño del aparato considerado, que comprenderá:

- Identificación de la Ingeniería
- Datos básicos de proceso necesarios para el proceso
- Código de diseño o sistema de cálculo, ambos de reconocida solvencia técnica, y normas de construcción elegidas, cálculos justificativos, vida mínima estimada del equipo y demás especificaciones técnicas complementarias no contempladas por el código elegido y que la buena práctica requiera.
- Especificación de prueba a presión.

La ingeniería que elabore el manual de diseño certificará que dicho manual cumple con el código de diseño elegido y que el aparato que se fabrique de acuerdo con él será adecuado para el fin al que se destina.

4.4.2 Certificados

Los materiales utilizados en la construcción de los elementos resistentes de los aparatos a presión deberán poseer los certificados de calidad correspondientes. Los materiales de aportación que se utilicen en las soldaduras de los componentes de los aparatos a presión estarán clasificados bajo norma de reconocida solvencia técnica.

4.4.3 Proceso de fabricación

Para el proceso de fabricación deberán utilizarse unas normas de construcción, control y pruebas acordes con el código de diseño.

4.4.4 Legalización de equipos a presión

Para cada aparato a presión construido, con excepción de las tuberías, el fabricante deberá elaborar un manual de construcción acorde al manual de diseño, del cual entregará copia al usuario, que comprenderá:

Número de inscripción en el Libro de Registro de Fabricantes de la respectiva Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía de la provincia donde se fabrique el aparato.

Nombre, razón social y domicilio de la ingeniería.

Planos constructivos complementarios de los básicos que figuren en manual de diseño, comprobados por la ingeniería si fuese requerido contractualmente para ello por el fabricante o el usuario.

Certificados de calidad de los materiales de base y materiales de aportación y de los componentes del aparato empleado en su construcción, aprobados por el control de calidad del fabricante, que puede ser propio o contratado a una ingeniería o entidad colaboradora.

Procedimientos de conformado, soldadura, tratamientos térmicos y controles, calificación de procedimientos de soldaduras y soldadores, todo ello aprobado por el control de calidad del fabricante, que puede ser propio o contratado a una ingeniería o entidad colaboradora.

Plano de situación de las zonas sometidas a control por ensayos no destructivos, ensayos requeridos, extensión de los mismos y resultados. Las placas radiográficas serán conservadas adecuadamente por el fabricante durante cinco años como mínimo, a partir de la fecha de fabricación del aparato.

Certificado de ensayos y pruebas realizados durante la construcción, aprobados por el control de calidad del fabricante o una entidad colaboradora, indistintamente, y comprobados por la ingeniería si fuera requerida contractualmente para ello por el usuario.

Acta de la prueba a presión realizada por el fabricante y aprobada por el control de calidad del fabricante.

Certificado del fabricante del aparato, en el que se hará constar que éste ha sido construido de acuerdo con el manual de diseño, el código y normas utilizadas en su fabricación.

El fabricante, al solicitar de la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía la placa de diseño, con su número de registro, presentará los documentos comprendidos en los puntos g), h) e i) anteriores.

El fabricante de un aparato a presión es responsable de que dicho aparato ofrezca las garantías debidas para el fin a que se destina.

4.4.5 Instalación

Por cada instalación el instalador deberá elaborar un expediente de instalación acorde con los manuales de diseño y construcción, del cuál entregará copia al usuario. Este expediente comprenderá:

Número de inscripción en el Libro de Registro de Instaladores de la respectiva Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía de la provincia donde se encuentre su domicilio social.

Nombre, razón social y domicilio tanto del fabricante como del instalador.

Relación de aparatos a instalar.

Procedimientos de soldadura y calificación de la mano de obra, aprobados por el control de calidad del instalador.

El instalador de todo sistema a presión es responsable de cualquier deficiencia que pudiera observarse o derivarse de las operaciones de instalación.

4.4.6 Inspecciones y pruebas

4.4.6.1 Inspecciones y pruebas oficiales

Todos los aparatos a presión especificados en el subapartado “equipo sometido a presión” deberán ser sometidos a las inspecciones y pruebas previas a la puesta en servicio ya citadas.

La diferencia de presión entre dos secciones separadas por un bastidor puede ser como máximo de 6 kp/cm^2 (0.6 Mpa). Si las dos secciones no son del mismo tamaño, la diferencia de presión permitida se reduce.

Seguro de Sobrepresión

Siempre debe estar instalado por si hay riesgos de presiones superiores en la planta que es indicado en el rótulo del equipo. Estas presiones pueden ocurrir en casos de expansión, puesta en marcha de bombas, maniobra de válvulas, etc.

Impactos de líquidos (Golpe de ariete)

Asimismo, el intercambiador de calor de placas es muy sensible contra impactos de líquido. Estos se pueden evitar mediante la estrangulación de las válvulas neumáticas, instalación de relés retardadores, temporizadores en el control

eléctrico, y asegurando que la puesta en marcha de las bombas se haga con válvulas cerradas.

4.4.6.2 Inspecciones y pruebas en el taller del fabricante

Se comprobará por el control de calidad del fabricante que cada equipo ha sido construido de acuerdo con los manuales de diseño y construcción, y quedará constancia de que se han cumplido cada uno de los requisitos previstos en los citados manuales, en cuyo caso se someterán a las siguientes inspecciones y pruebas:

Examen visual y control dimensional del aparato. Al objeto de poder examinar debidamente el aparato, la placa se hallará desprovista de pintura o de cualquier recubrimiento que pueda disimular los posibles defectos.

Prueba de presión con el aparato completamente lleno de fluido de prueba. Si existiesen razones por las que dicha prueba no sea factible de realizar en el taller del fabricante, se realizará en el lugar de emplazamiento.

4.4.6.3 Inspecciones y pruebas en el lugar de emplazamiento del equipo

Cada equipo se someterá a las siguientes inspecciones y pruebas en el lugar de emplazamiento:

Examen visual y control dimensional del aparato, si no se ha realizado anteriormente en el taller del fabricante.

Prueba de presión de valor igual a la primera en el caso de que evidentemente el aparato haya sufrido alguna anomalía durante el transporte o la manipulación, que la inspección detecte algún fallo real o aparente que así lo aconseje, que el ingeniero director tenga dudas sobre la capacidad de un equipo para resistir las condiciones de servicio previstas, que confluyan circunstancias inesperadas que las hagan recomendables, o siempre que la prueba no se haya efectuado en el taller del fabricante.

En caso de tener que realizarse la prueba de presión en el lugar de emplazamiento, se seguirán las siguientes condiciones:

Observación del procedimiento de prueba descrito por el fabricante en el manual de construcción. Este deberá ser lo suficientemente detallado, incluyendo las condiciones de prueba, los equipos necesarios para su ejecución, los aparatos de medidas de control (debidamente contrastados y con la sensibilidad adecuada, procurándose que la lectura se sitúe en el tercio central de la escala del aparato), sistema de llenado y vaciado y tiempo de mantenimiento de la presión de prueba, que en ningún caso será inferior a 30 minutos.

b) Observación de las condiciones de seguridad durante las pruebas de presión, comprobándose que el equipo para pruebas es correcto y que las conexiones son las adecuadas a las presiones máximas que se van a alcanzar, así como la

disposición de las medidas de seguridad suficientes para evitar no sobrepasar la presión de prueba, ni en ningún momento estar por debajo de la temperatura señalada en el manual de diseño, ni dañar los elementos internos del aparato.

Se comprobará antes de la prueba que las estructuras y fundaciones que sustenten el aparato o sistema a probar estén en condiciones de resistir la carga a que van a ser sometidas.

Se cuidará que el personal se mantenga alejado durante el desarrollo de las pruebas de los fondos, tapas y piezas roscadas, y se evitará la presencia de personas ajenas a la prueba.

Los manómetros se instalarán fuera de la proyección vertical y se preferirá situarlos lateralmente o en posición superior.

Durante el llenado con fluido de prueba se cuidará de ventear bien el circuito para evitar que queden cámaras de aire o vapor.

El fluido de prueba será agua a la temperatura ambiente, siempre que dicha temperatura no sea inferior a 10° C. El valor de la presión de prueba será el correspondiente a la siguiente expresión:

$$P_p \geq 1,25 \cdot P_d \cdot \frac{S_p}{S_d}$$

donde “P_p” representa la presión de prueba, “P_d” la presión de diseño, “S_p” la tensión máxima admisible del material a la temperatura de prueba y “S_d” la tensión máxima admisible a la temperatura de diseño.

En el lugar de emplazamiento se realizará, antes de cualquier otra operación, una inspección visual tanto interior como exterior del aparato.

4.4.7 Placas

Todos los aparatos a presión comprendidos en el presente proyecto, con excepción de las tuberías, deberán ir provistos de placas de diseño e identificación, conforme a lo estipulado en el artículo 19 del Reglamento de Aparatos a Presión del Ministerio de Industria y Energía. En dichas placas se grabará:

Placa de diseño: presión de diseño, y en su caso, la presión máxima de servicio, número de registro del equipo y fecha de la primera prueba y sucesivas.

Placa de identificación: nombre o razón social del fabricante, contraseña y fecha de registro del tipo, número de fabricación y características principales.

Las placas de diseño e identificación se fijarán mediante remaches, soldadura o cualquier otro medio que asegure su inamovilidad, en un sitio visible del aparato, y en ningún caso podrán retirarse del mismo.

El número de 4 cifras en el diagrama de la placa es un código de perforación. El código indica cuales de las esquinas de las placas están abiertas para el agente

fluido. Ejemplo: 1204 significa que esta placa está abierta en las esquinas 1,2 y 4, mientras que la esquina 3 (0) está cerrada.

Los números del diagrama (en la parte inferior de las placas) son números de serie. Esto significa que indican la colocación de las placas en el intercambiador de calor a placas.

4.4.8 Elementos de seguridad

Todos los equipos y sistemas comprendidos en el presente proyecto deben ir provistos de los elementos de seguridad que prescriban los códigos de diseño empleado y los adicionales especificados en el manual de diseño.

4.5 Pruebas para las tuberías

Para todas las tuberías contempladas en este proyecto se realizarán las siguientes pruebas y comprobaciones en el lugar de emplazamiento:

Examen visual, control de espesores e identificación de los materiales.

Primera prueba de presión, en el caso de no haber sido probadas en el taller.

4.6 Prueba de los sistemas antes la puesta en marcha

4.6.1 Prueba hidrostática

Se deberá comprobar hidrostáticamente todas las líneas y equipos después de terminar la construcción del circuito, con los equipos interconectados entre sí (comprobación del sistema). El sistema se llenará con agua y se comprobará al menos a 1,25 veces la presión de diseño.

Las válvulas de control y placas de orificio deberán quitarse de servicio, así como los instrumentos. Las válvulas de seguridad estarán aisladas. Las secciones cuyas presiones de prueba sean diferentes serán separadas mediante juntas ciegas temporales.

Durante la prueba, se comprobará que no existen fugas, especialmente por las bridas atornilladas y por los asientos de las válvulas.

4.6.2 Lavado del equipo

Esta operación tiene por objeto eliminar cuerpos extraños que, durante el montaje, hayan podido quedar en las líneas o en los equipos, tales como virutas de metal o de madera. Estos restos pueden provocar durante la operación atascos en las líneas, bloqueos en válvulas o destrozamiento de partes móviles de las bombas.

El lavado se llevará a cabo mediante circulación de agua, a la que previamente se habrá añadido la cantidad adecuada de inhibidor de corrosión.

Las bombas habrán sido alineadas, comprobadas y rodadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se instalarán en ellas filtros de aspiración, que deberán limpiarse tan a menudo como sea necesario. Mientras dure el rodaje de las máquinas se vigilarán estrechamente todos los aspectos relacionados con sobrecalentamientos, vibraciones, posibles fugas y consumo eléctrico de motores.

Durante el lavado en los puntos bajos, líneas desconectadas, etc., se debe purgar para eliminar materiales sólidos. Los cambiadores de calor serán incluidos en el circuito al final de la operación, así como las conexiones a los instrumentos, teniendo sus purgas abiertas.

Cuando se observe que los filtros instalados en las bombas han dejado de ensuciarse y el agua que se purga aparece limpia, puede darse por concluida la operación de lavado. Se parará entonces la circulación y se drenará completamente de agua el sistema.

Por último, se instalarán las válvulas automáticas y las placas de orificio, verificándose su posición.

4.6.3 Comprobaciones de los servicios auxiliares

4.6.3.1 Equipo eléctrico

Se comprobará la tensión de los equipos. Los motores eléctricos deberán ser rodados de acuerdo con las instrucciones del fabricante, desconectados del equipo impulsor.

4.6.3.2 Agua de refrigeración y de calentamiento

El sistema debe de ser comprobado antes de la puesta en marcha, atendiendo a la disponibilidad, presión y libre circulación.

16. Presupuesto

A continuación se desglosa tanto, el coste total del equipo de pasteurización (intercambiador de calor de placas y tubo de mantenimiento) objeto de estudio de este PFC, así como el resto de equipos y accesorios que compondrían la planta de pasteurización completa para el tratamiento de una caudal de mix de 5000 l/h.

16.1. Presupuesto del equipo de pasteurización

Descripción	Cantidad	Precio unitario (€/unidad)	Precio total (€)
<p>Intercambiador de calor de placas marca APV Modelo Quasar A055 Dura Flow RKS-25/5, con bastidor en acero inoxidable, diseño especial para productos muy viscosos. Está equipado con patas con pie de bola ajustable suministradas en acero inoxidable. Consta de las siguientes secciones: -Sección R de recuperación. -Sección P de pasteurización. -Sección I de enfriamiento. -Sección II de enfriamiento. Datos técnicos: -Capacidad: 5000 l/h -Placas en acero inoxidable (AISI 316) -Juntas: Easy Clip en NBR</p>	1	38.900 €	38.900 €
<p>Sección de mantenimiento: El sistema tubular de mantenimiento (tubo de mantenimiento) estará fabricado en acero inoxidable e incluye los tramos de tubería, codos, accesorios, uniones y bosajes para instrumentación.</p>	1	9.900 €	9.900 €
<i>COSTE TOTAL PASTEURIZADOR</i>			48.800 €

16.2. Presupuesto de los componentes básicos que constituyen la planta de pasteurización

Descripción	Cantidad	Precio unitario (€/unidad)	Precio total (€)
Tanque de Balance Construido en acero inoxidable (AISI 316), acabado en 2B y soldaduras pulidas. Incluye: Entrada de producto desde tanques de mezcla. Entrada de agua. Entrada de producto desviado. Salida de producto. Tapadera en acero inoxidable. Datos técnicos: Volumen: 200 l	1	4.600 €	4.600 €
Bombas de producto Bombas APV tipo W para impulsión de producto. Cierre mecánico en silicio/carbono y las juntas con cierre en EPDM. Todas las partes de la bomba en contacto con el producto son de acero inoxidable (AISI 316). La bomba se suministra con una cubierta protectora para el motor en acero inoxidable y patas con pies de bola ajustable en este mismo material. Datos técnicos: Aplicación: impulsión del mix al pasteurizador. Capacidad: 5000 l/h Motor: 5,5 kW.	1	2.000 €	2.000 €
Válvulas Válvulas APV -Válvula de regulación higiénica tipo RGE, equipada con actuador neumático y posicionador 4-20 mA. -Válvula de simple asiento tipo SW, equipada con unidad de control. -Válvula de mariposa, tipo SV, automática, equipada con unidad de control.	1 1 1	820 € 900 € 720 €	820 € 900 € 720 €
Sondas de temperatura Sondas de temperatura (termorresistencias tipo Pt 100)	4	190 €	760 €
Sensores de presión	2	240 €	480 €
Sensores de nivel	1	170 €	170 €
SUBTOTAL			10.450 €

Descripción	Cantidad	Precio unitario (€/unidad)	Precio total (€)
<p>Panel de control Función: mantener y registrar la temperatura de tratamiento, y accionar los motores eléctricos incluidos en la planta. -Incluye armario metálico construido en chapa de acero inoxidable AISI 304, sobre el que irán montados los siguientes elementos: -Conjunto para mantener la temperatura de pasteurización, accionando las correspondientes válvulas automáticas. -Video registrador. -Detector electrónico de temperatura para obtener la actuación de la alarma y de la válvula de desvío automática. -Arrancadores con guardamotors y pulsadores marcha-parada, para poner en marcha las bombas de la planta. -Filtro para garantizar las condiciones de limpieza del aire. -Manorreductor para regular la presión de alimentación de aire a la válvula neumática de desvío. Se incluye un manómetro para indicar dicha presión. -Interruptor principal y conexionado eléctrico y neumático interno del panel.</p>	1	35.000 €	35.000 €
SUBTOTAL			35.000 €

16.3. Presupuesto del homogeneizador

Descripción	Cantidad	Precio unitario (€/unidad)	Precio total (€)
<p>Homogeneizador marca APV Modelo APV GAULIN 55 Capacidad: 5000 l/s Presión de trabajo: 200 bar Presión de alimentación: 3,0 bar mínimo Potencia del motor: 37 kW Tensión: 3×380 V, 50 Hz Protección: IP 55 Material de contacto: Acero inoxidable Equipamiento: Doble etapa de homogeneización, accionamiento hidráulico manual con válvula de homogeneización tipo XDF en estrellita.</p>	1	80.850 €	80.850 €
SUBTOTAL			80.850 €

COSTE TOTAL (Planta de Pasteurización)

175.100 €

El coste total de la ejecución del Proyecto “Diseño de un pasteurizador de helados”, asciende a:

“Cuarenta y ocho mil ochocientos euros”

El coste de la Planta completa de Pasteurización de helados, asciende a:

“Ciento setenta y cinco mil cien euros”

Puerto Real, 17 de Enero de 2007

Fdo. M^a José González Márquez

CATÁLOGO: EQUIPOS Y ACCESORIOS

APV ParaFlow plate heat exchangers

Gasketed plate heat exchangers



Specifications

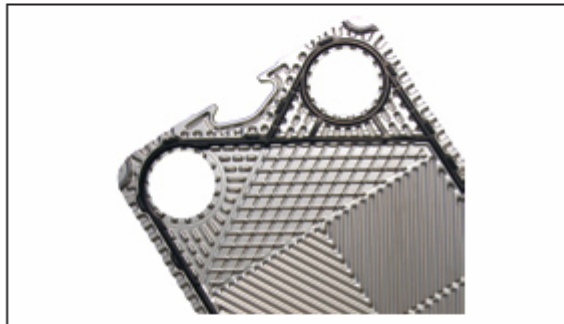
Field of application	Widely used for heating, cooling, pasteurizing and heat recovery in hygienic and industrial applications including food and beverage industries, chemical, petrochemical, oil & gas, power, energy, other industrial sectors, and marine applications
Description	Plate heat exchangers with loose, gasketed plates compressed in a frame. Designed for superior heat transfer coefficients, compact installation, and highest possible efficiency and optimum run-time. ParaFlow heat exchangers are available in various plate designs, plate types, corrugation patterns and sizes to match customer requirements.
Material	Plates: AISI 316, AISI 304, Titanium, and most alloys Gaskets: NBR per, EPDM, FKM, and others Frames: Stainless steel or painted Carbon steel
Temperature	Rubber gaskets: -35 - 180°C Graphite gaskets: -20 - 250°C
Pressure	0 - 25 bar gauge
Transmission area/duty	Up to 3,800 m ²
Maintenance access	Full access for cleaning and inspection

Advantages

- Compact and durable designs
- High efficiency due to full countercurrent flow
- Resistant to thermal stress
- Glue-free gaskets
- Possibility of combining different gasket materials for cost-effective solutions
- Easy to clean

DuraFlow plate type

For continuous process and long run time



Specifications

Field of application	For medium or high viscosity media
Description	Plate with wide gap and reduced number of contact points to ease the flow of viscous products and products containing small particles. Designed for continuous, durable flow and long run time.
Material	Plates: AISI 316, AISI 304, Titanium and most alloys Gaskets: NBR, per, EPDM, FKM
Temperature	-35 to 180°C
Pressure	0 - 16 bar gauge
Transmission area/duty	Up to 1,800 m ²
Maintenance access	Full access for cleaning and inspection

Advantages

- Excellent heat recovery
- Gentle product treatment
- Long run time

High-Pressure Homogeniser Rannie 55/Gaulin 55

Highly efficient homogeniser for a wide range of applications



Specifications	
Field of application	Dairy products, Food products, Cosmetic products, Chemical products, Pharmaceutical products, and Biotech products
Description	3-plunger homogeniser, equipped with a Mono-Block or a Three-Piece valve housing. Large selection of standard options as well as special options. Materials for plungers, packings, pump valves, valve seats and seals are custom-selected for your application
Capacity	Rannie: 600-12,500 l/h - 160-3,300 g/h Gaulin: 2,600-16,000 l/h - 685-4,230 g/h
Product temperature	Standard 105°C - up to 180°C (221-356°F)
Pressure	Rannie: 150-1,500 bar - 2,175-21,750 psi Gaulin: 100-600 bar - 1,450-8,700 psi
Dimensions	Single-stage homogeniser l x w x h (mm): Rannie: 1,650 x 1,380 x 1,820 Gaulin: 1,720 x 1,380 x 1,680
Options	Two-stage arrangement, hydraulics (aut), homogenising valves and plungers available in a choice of materials, aseptic design, motor starter, high-pressure outlet, plunger lubrication, control cabinet

Advantages

- Low maintenance costs
- Environmentally friendly design
- Service-friendly
- Easy to operate

Homogenising Valve - XFD

Typically used as a single-stage valve or as the first-stage valve in a two-stage configuration



Specifications	
Field of application	All products
Description	Two-stage homogenisation. As standard available in Stellite
Capacity	Up to 36,000 l/h - 9,500 g/h
Product temperature	Standard 105°C - up to 180°C (221-356°F)
Options	Available in Tungsten carbide

Advantages

- High efficiency
- Eliminates need for second stage in most cases

Centrifugal pump - W+

The most reliable pump in the world



Specifications	
Field of application	The flexible design and the many variants makes it ideal for nearly all applications
Description	The pump is based on a unique hydraulic design which combines maximum efficiency with the highest hygiene standards
Sealing material	EDPM, FPM, PTFE Coating
Flow capacities	Up to 650 m ³ /h (50 Hz) (2,900 USgpm) Up to 800 m ³ /h (60 Hz) (3,500 USgpm)
Pressure capacity	0.2 - 15 bar

Advantages

- EHEDG certificate
- 3A version as an option
- Many variants for all your needs
- Easy to maintain - the shaft seal can be visually inspected for leaks
- Easy to rebuild into double mechanical shaft seal
- Minimum risk of dryrunning

Butterfly valve - DELTA SV/SVS

A reliable, easy-to-use stop valve



Specifications

Sealing material	EPDM, HNBR, FPM, VMQ
Description	The valve is a simple butterfly valve, which can be delivered with a manual handle or pneumatic actuator. The SV valve is a clamped/ bolted version whereas the SVS valve is a flanged version for lengthy or fixed pipeline installations.
Sizes	DELTA SV: DN25-100 and 1" - 4" DELTA SVS: DN25-250 and 1" - 4"
Max. line pressure	10 bar
Min. control air pressure	6 bar
Sterilisation temperature	135°C

Advantages

- Profile seals that eliminate gaps and ease ordering of spares due to ID-numbering
- Cost-effective design
- Compact design that requires less space
- Easy to maintain
- Simple change of operating type

Single-seat valve - DELTA SW4

Highly versatile single-seat valve



Specifications

Field of application	Suits all applications
Description	A standard single-seat valve available in on/off, change-over, and tank-outlet versions. Many options available e.g. stroke limiter, oil damp cylindre, steam barrier etc.
Sealing material	EPDM, HNBR, VMQ, FPM, HNBR
Sizes	DN10-150 1/2" - 6"
Max. line pressure	10 bar (DN10-20: 5 bar)
Min. control air pressure	6 bar
Sterilisation temperature	135°C

Advantages

- EHEDG tested
- 3A approved
- Profile seals that eliminate gaps and ease ordering of spares due to ID-numbering
- Easy to maintain due to the low weight, few seals and maintenance-free actuator
- Reduced maintenance costs due to the metallic stop and longer-lasting seals
- Attractive price
- Flexible design due to interchangeable actuators to handle different product pressures
- Available with a 31B certificate

Pasteurisation plant, type HPD (plate)

General plate pasteurisation plant for the Dairy and related industries



Specifications

Field of application	Milk, Flavoured Milk, Coffee Cream, Cream, Ice Cream Mix, Milk Shake, Tea, Coffee, Juice, etc.
Description	The plant is designed for cost efficient running, delivering up to 96% heat regeneration. The plant is made as a unit.
Capacity	100 - 30,000 l/h
Temperature	5-72/85-5°C

Advantages

- High energy recovery for low operating cost
- Flexible low-viscosity product range
- Low pressure drop
- Pare Clip gaskets (non-glue)
- Operator-friendly
- Pre-assembled and factory-tested

Regulating valve - DELTA RGE4

Cost-effective valve



Specifications

Field of application	For hygienic applications with fixed Kvs values.
Description	The valve is designed for continuous flow control. It is equipped with a diaphragm actuator and positioner
Sealing material	EPDM, HNBR, FPM, VMQ
Sizes	DN25-100 1" - 4" PN 25 - DN25-65 and 1" - 2.5" PN 16 - DN80-100 and 3" - 4"
Max. line pressure	16 bar
Min. control air pressure	4 bar
Sterilisation temperature	135°C

Advantages

- 3A approved
- Profile seals that eliminate gaps and ease ordering of spares due to ID-numbering
- Attractive price
- Easy to maintain - the valve insert can be lifted out completely
- Steam barrier for aseptic application can be supplied as an option

Applications	EnergySaver	DuraFlow	DuraFlow Plus	ParaWeld
Low/medium viscosity (<50cP), low-fouling solutions	★	★	★	★
High viscosity (>50cP), low-fouling solutions	■	★	●	■
High fouling solutions	■	●	★	▲/■
Evaporation/Condensing duties	★	★	●	★
Non-condensable gases	●	★	★	●
Solutions or applications critical for elastomers	■	■	■	●
Low pressure (<10 bar)	★	★	★	★
Medium pressure (<20 bar)	★	★	●	★
High pressure (>20 bar)	★	●	■	★
Solutions with particles (<1 mm)	■	●	★	■
Solutions with particles (<3 mm)	▲	■	●	▲
Solutions with fibres (<2 mm)	■	●	★	■
Solutions with fibres (<15 mm)	▲	■	●	▲

★ = Excellent
 ● = Suitable
 ■ = Within working range
 ▲ = Not recommended

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

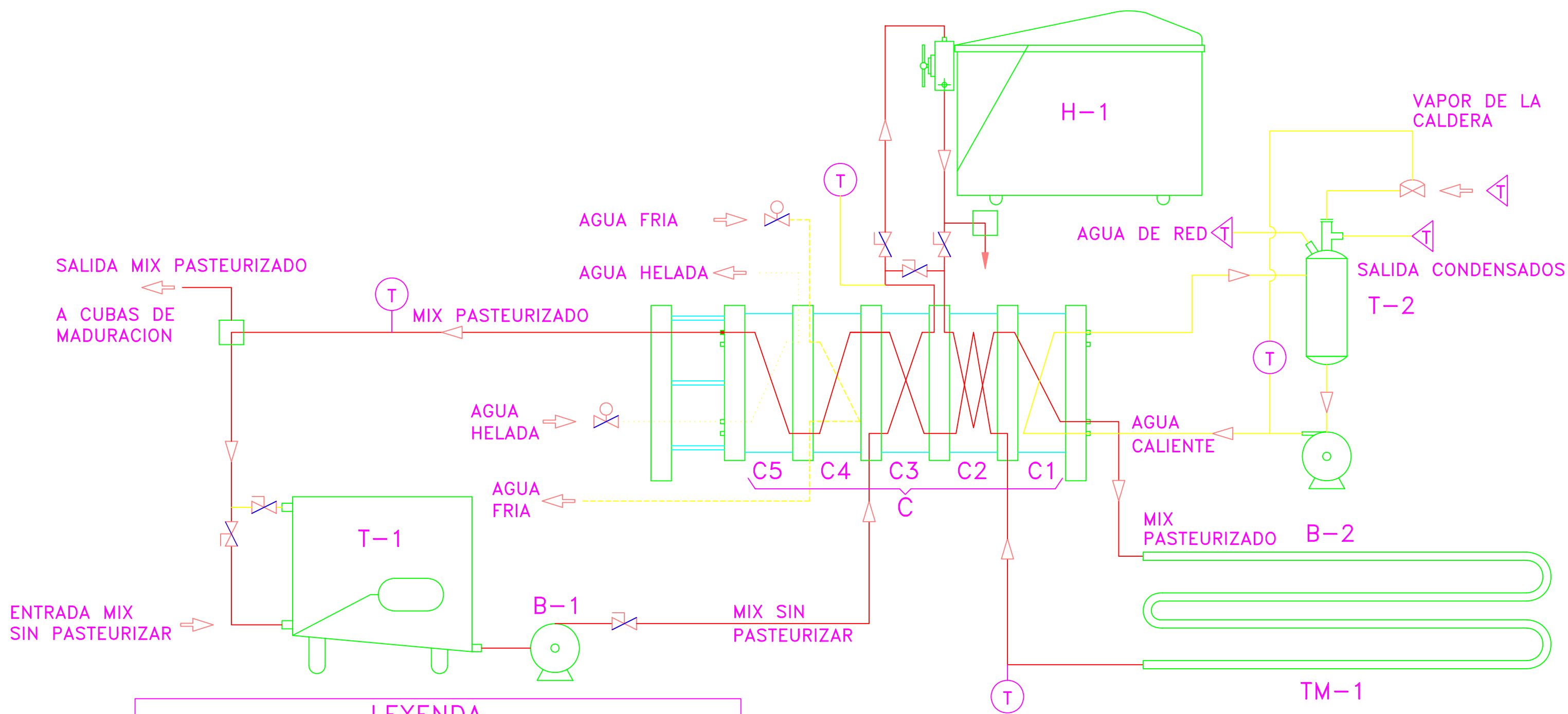
Libros consultados

- **Perry Chilton**. “Manual del Ingeniero Químico”. Editorial Mc Graw-Hill.
- **A. Madrid, I. Cenzano**. “Tecnología de la elaboración de helados”, 1995. AMV Ediciones.
- “Cambiadores de calor”. Ediciones Urmo.
- **Timm Fritz**. “Fabricación de helados”, 1989. Editorial Acribia, S.A.
- **Ralph Early** “Tecnología de los productos lácteos”, 1998. Editorial Acribia, S.A.
- “Manual de Unilever Food Production”. U.K.
- “Manual de Industrias Lácteas”, 1996. Tetra Pak Iberia, S.A.
- **Romain Jeantet, Michel Roignant y Gérard Brulé**. “Ingeniería de los procesos aplicada a la industria láctea”. Editorial Acribia, S.A.
- **J. Amiot**. “Ciencia y Tecnología de la leche”, 1991. Editorial Acribia, S.A.
- **Philip Richardson**. “Tecnologías térmicas para el procesado de alimentos”. Editorial Acribia, S.A.
- **Prof. D. Manuel Ruiz Pueyo**. “Equipos de intercambio de calor”, 1994. Cadem. Grupo EVE.
- “Intercambiadores de calor”, 1980. Volumen I y Volumen II. Universidad Politécnica de Barcelona.
- **J.P. Colman**. “Transferencia de calor”. 8ª edición, 1998. Editorial Mc Graw Hill.
- **R.L. Earle**. “Ingeniería de los alimentos”, 1979. Editorial Acribia, S.A.
- **Pierre Mafart**. “Ingeniería industrial alimentaria”. Volumen I. Procesos físicos de conservación. Ed. Acribia, S.A.

- M.J. Lewis**. “Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado”. Ed. Acribia, S.A.
- J.A.G. Rees y J. Bettison**. “Procesado térmico y envasado de los alimentos”. Ed. Acribia, S.A.
- José Aguado**. “Ingeniería de la industria alimentaria”, 1999. Conceptos básicos. Ed. Síntesis.
- Alan J. Chapman**. “Transmisión de calor”. Ed. Interciencia.

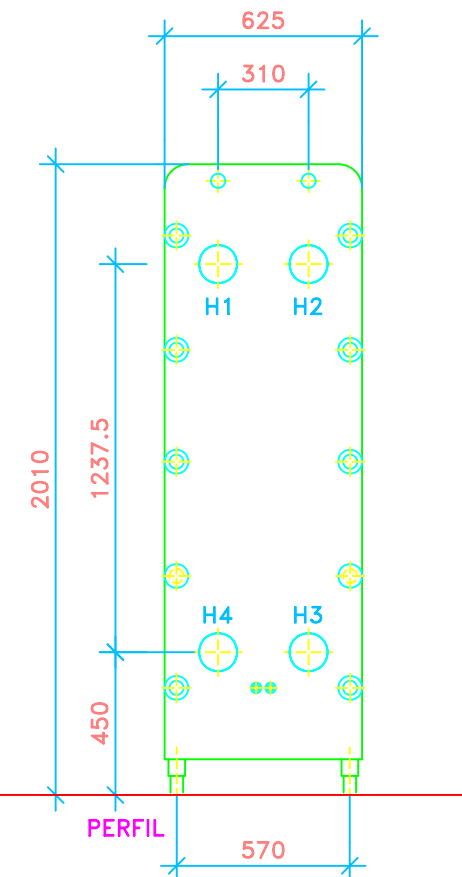
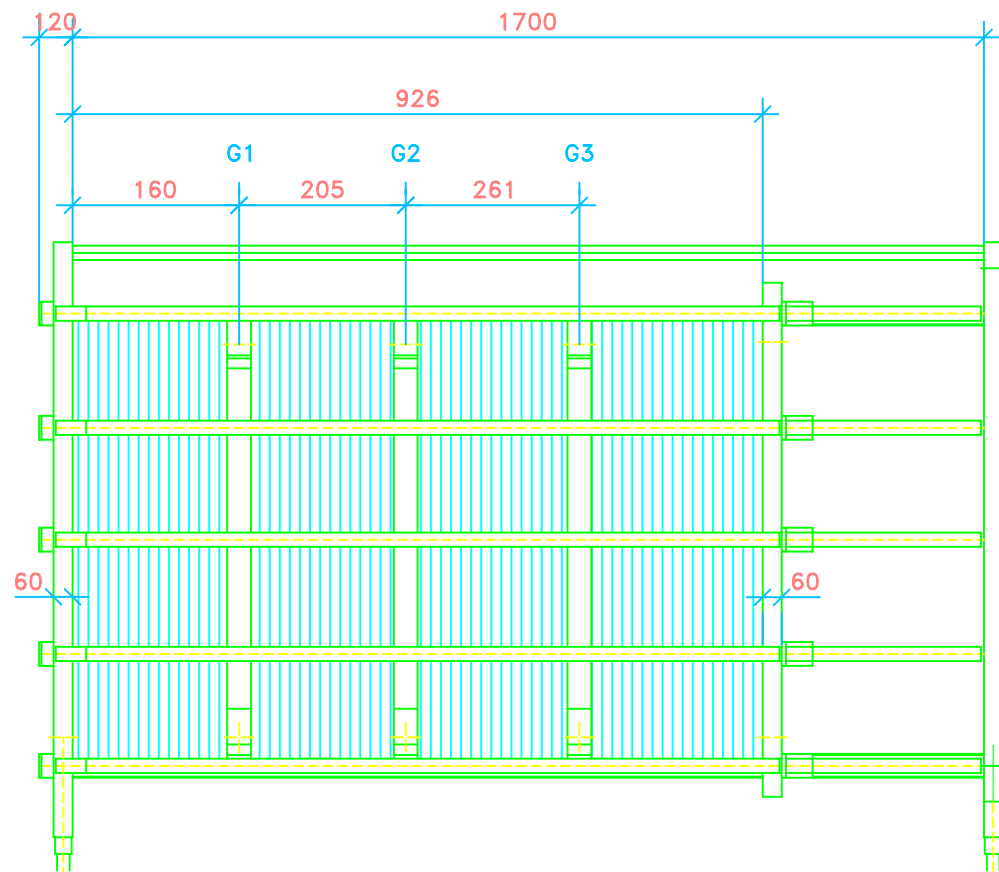
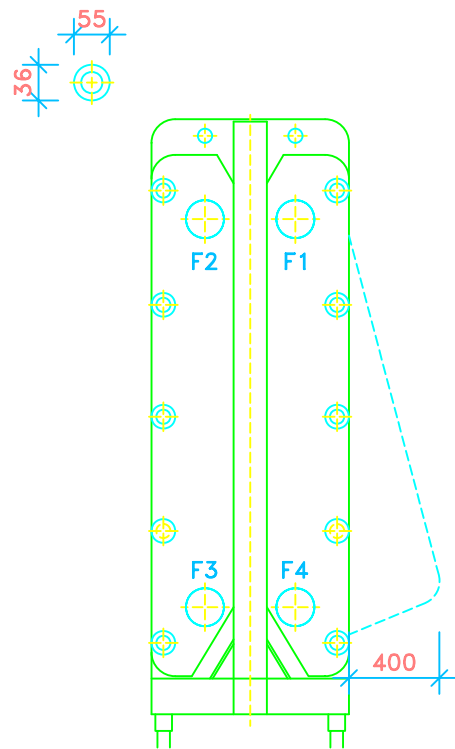
Bases de datos consultadas

- “FSTA”
- “Ei Compendex Plus”
- “Chemical Abstracts Scifinder Scholar”
- “BOE”.

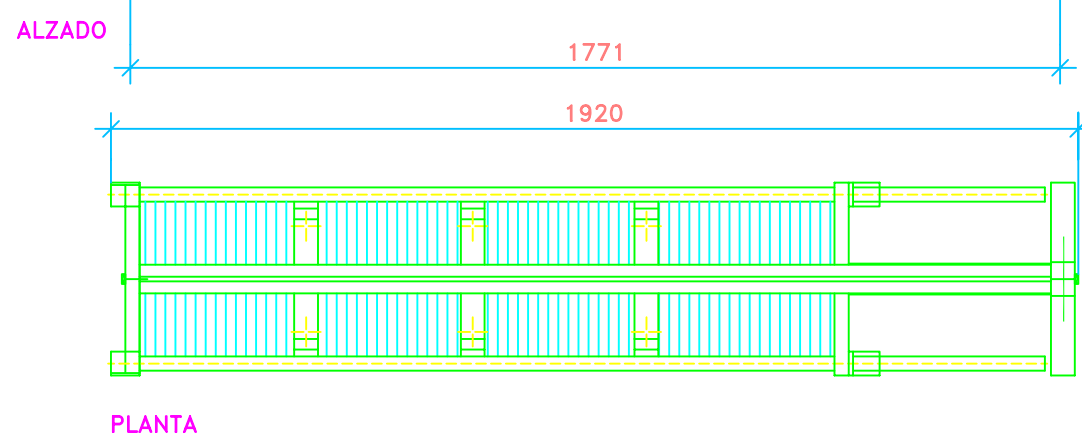


LEYENDA	
(T)	- SENSOR DE TEMPERATURA
T-1	- TANQUE REGULADOR
B-1	- BOMBA PRODUCTO
B-2	- BOMBA AGUA CALIENTE
C	- CAMBIADOR DE CALOR
C1	- SECCIÓN DE CALENTAMIENTO
C2	- SECCIÓN REGENERATIVA
C3	- SECCIÓN DE ENFRIAMIENTO ENTRE MIX PASTEURIZADO Y MIX SIN PASTEURIZAR
C4	- SECCIÓN DE ENFRIAMIENTO CON AGUA FRÍA
C5	- SECCIÓN DE ENFRIAMIENTO CON AGUA HELADA
H-1	- HOMOGENEIZADOR
T-2	- TANQUE MEZCLADOR
TM-1	- TUBO MANTENIMIENTO

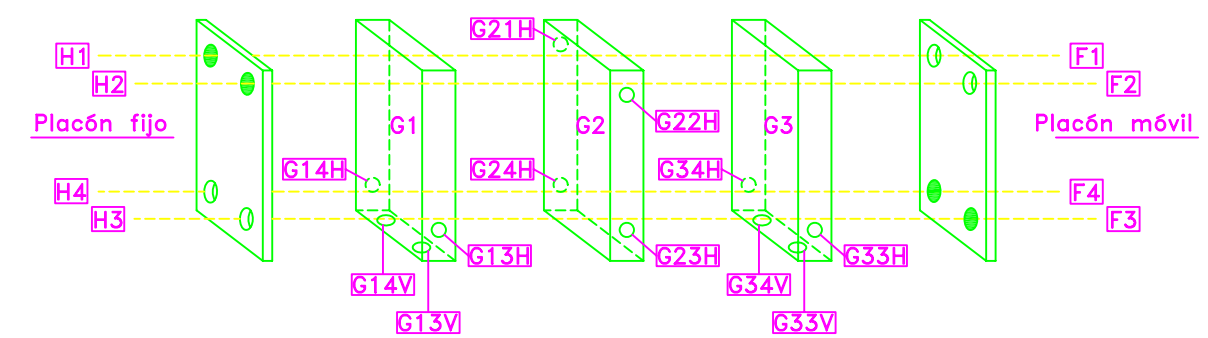
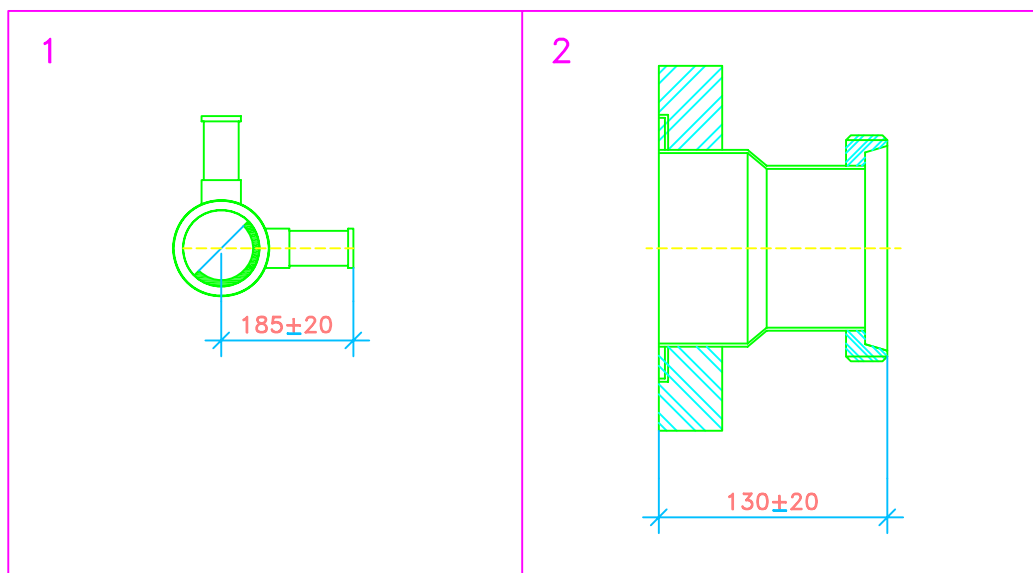
REF.	DIAGRAMA DE FLUJO			
PLANO N° 1	DIBUJADO	M° JOSE GONZALEZ MARQUEZ	16/10/06	U. C. A.
	REVISADO	M° JOSE GONZALEZ MARQUEZ	16/10/06	
	APROBADO	M° JOSE GONZALEZ MARQUEZ	16/10/06	
ESCALA 1:10	PASTEURIZADOR 5.000 L./H. MIX DE HELADO DIAGRAMA DE FLUJO			SUSTITUYE A _____
				SUSTITUIDO POR _____



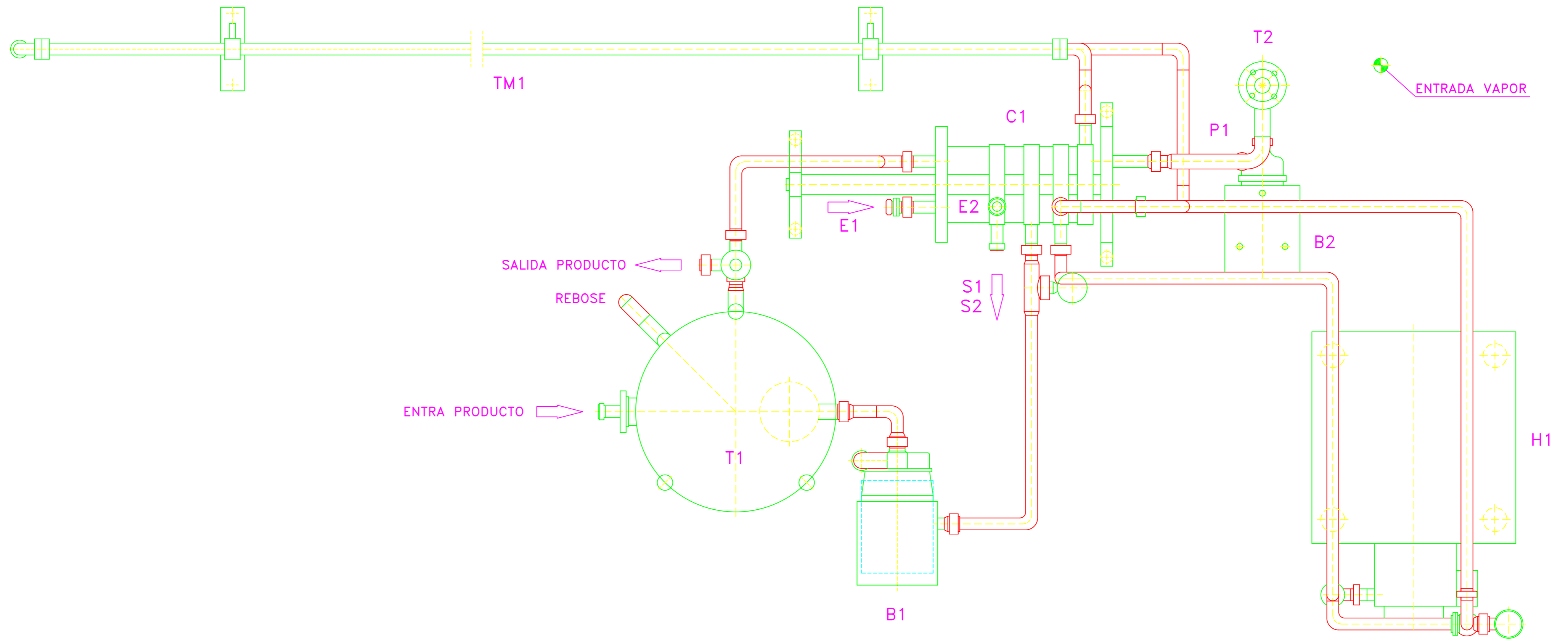
LEYENDA CONEXIONES	
H1	- PUERTA CIEGA
H2	- PUERTA CIEGA
H3	- SALIDA MIX
H4	- ENTRADA AGUA
G14H	- SALIDA AGUA
G14V	- ENTRADA MIX
G13H	- SALIDA MIX
G13V	- ENTRADA MIX
G21H	- ENTRADA MIX
G24H	- SALIDA MIX
G23H	- ENTRADA MIX
G22H	- SALIDA AGUA
G34H	- SALIDA MIX
G34V	- ENTRADA MIX
G33V	- ENTRADA AGUA
G33H	- SALIDA AGUA
F1	- SALIDA MIX
F2	- ENTRADA AGUA
F3	- PUERTA CIEGA
F4	- PUERTA CIEGA



DIMENSIONES TOBERAS



REF.				
PLANO N° 2	DIBUJADO	M° JOSE GONZALEZ MARQUEZ	16/10/06	U. C. A.
	REVISADO	M° JOSE GONZALEZ MARQUEZ	16/10/06	
	APROBADO	M° JOSE GONZALEZ MARQUEZ	16/10/06	
ESCALA --	INTERCAMBIADOR DE CALOR POR PLACAS			SUSTITUYE A _____
				SUSTITUIDO POR _____

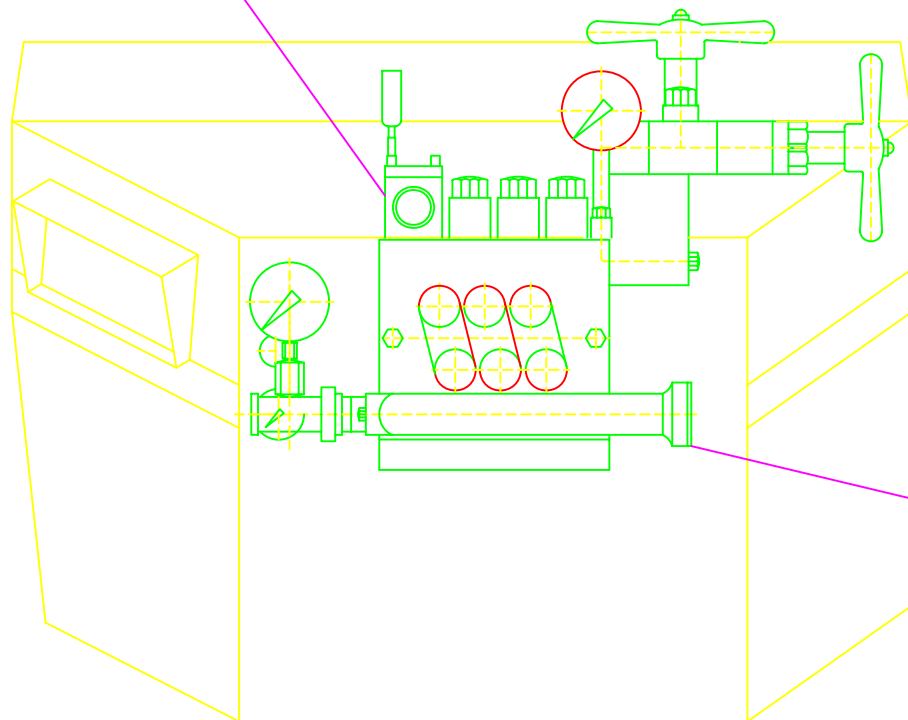


LEYENDA

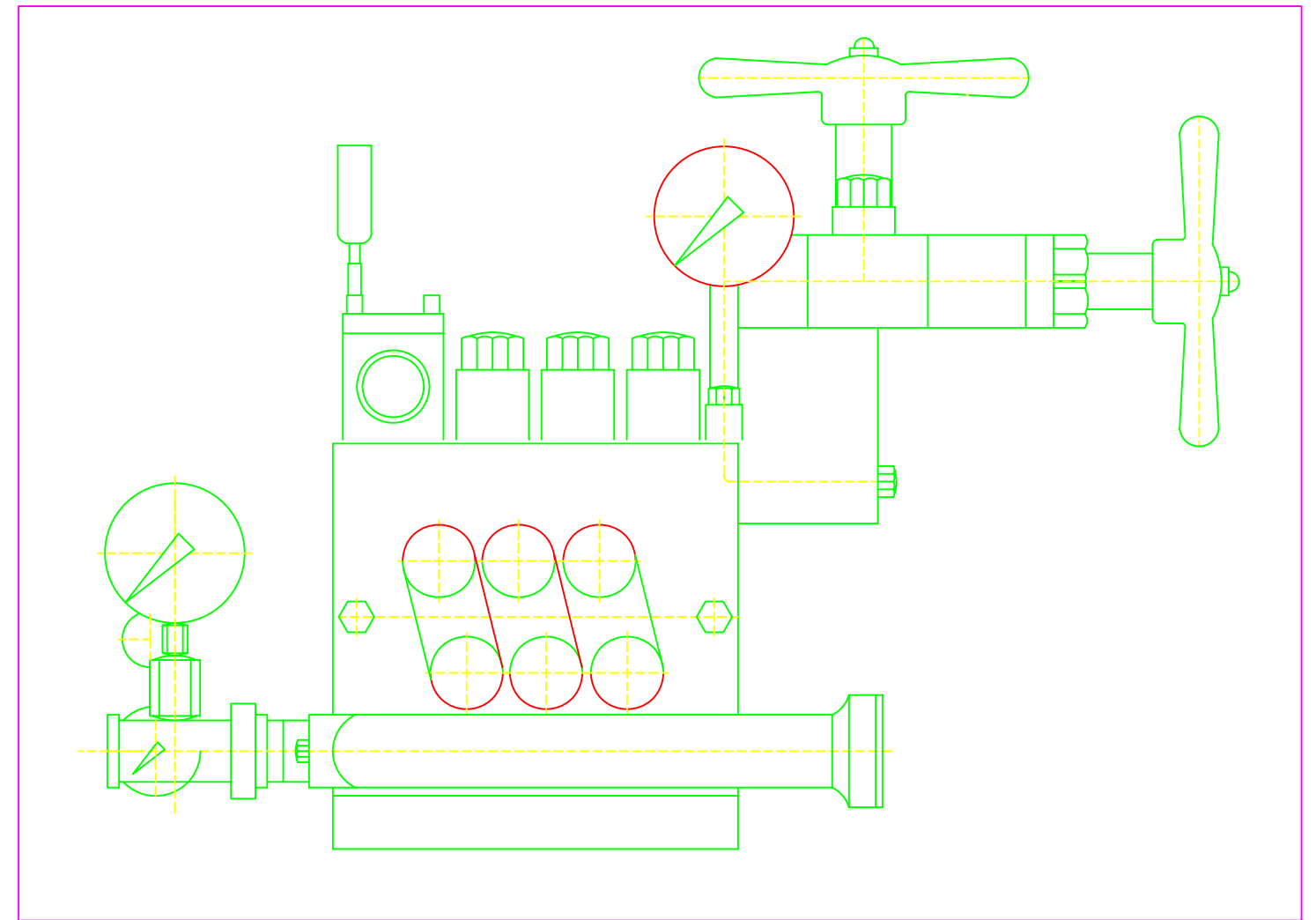
- E1 - ENTRADA AGUA HELADA
- S1 - SALIDA AGUA HELADA
- E2 - ENTRADA AGUA FRIA
- S2 - SALIDA AGUA FRIA
- T1 - TANQUE REGULADOR
- B1 - BOMBA
- B2 - BOMA HIGIENIC
- C1 - CAMBIADOR DE CALOR
- H1 - HOMOGENEIZADOR
- T2 - TANQUE MEZCLADOR
- P1 - EQUIPO AGUA CALIENTE
- TM1 - TUBO DE MANTENIMIENTO

REF.	DIAGRAMA DE FLUJO			
PLANO N° 3	DIBUJADO	M° JOSE GONZALEZ MARQUEZ	16/10/06	U. C. A.
	REVISADO	M° JOSE GONZALEZ MARQUEZ	16/10/06	
	APROBADO	M° JOSE GONZALEZ MARQUEZ	16/10/06	
ESCALA 1:1	VISTA SUPERIOR PLANTA PASTEURIZACION			SUSTITUYE A _____ SUSTITUIDO POR _____

SALIDA PRODUCTO



ENTRADA PRODUCTO



VISTA EN DETALLE

REF.				
PLANO N° 4	DIBUJADO	M° JOSE GONZALEZ MARQUEZ	16/10/06	U. C. A.
	REVISADO	M° JOSE GONZALEZ MARQUEZ	16/10/06	
	APROBADO	M° JOSE GONZALEZ MARQUEZ	16/10/06	
ESCALA 1/10	HOMOGENEIZADOR VISTA FRONTAL			SUSTITUYE A _____ SUSTITUIDO POR _____

