

Universidad de **Cádiz**

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

Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Título: Diseño de una planta de producción de
leche pasteurizada, yogur y postres lácteos

Autor: Carlos SOLA VERGARA

Fecha: Junio 2007





RESUMEN DEL PROYECTO.

El objetivo del presente proyecto ha sido el diseño de una instalación de producción de diversos productos lácteos, este diseño se centró en los equipos de procesado de la leche cruda hasta su transformación en productos finales. Describiendo y especificando en todo caso, pero sin entrar en el diseño, de todas las instalaciones adyacentes y necesarias en el funcionamiento de la planta, como son las instalaciones mecánicas de producción de calor y frío o el sistema de limpieza In-Situ.

Como se observa en el índice el proyecto se desglosa en varios documentos.

El primer documento del proyecto es la Memoria Descriptiva, como su nombre indica, en este documento lo que se pretende es describir y detallar, en la medida de lo posible, la planta proyectada. En primer lugar plantear el objeto del proyecto y a continuación describir cada una de las instalaciones de la fábrica. Lo primero que se describe en esta memoria es la materia prima de la instalación y los productos en que se transforma, se pretende detallar la composición, características y propiedades de cada uno de ellos. Lo siguiente que refleja este documento es la descripción tanto de la fábrica de producción, como de todas las instalaciones adyacentes, como son las instalaciones de producción de frío y calor, la instalación de limpieza In Situ o la instalación contra incendios. En esta descripción se planteó como objetivo detallar la importancia teórica de cada una de las etapas necesarias en cada instalación y de que manera iban a operara en la planta proyectada.

El siguiente documento que presenta el proyecto es la Memoria Justificativa, en el se pretende plasmar todos los cálculos de los equipos que se han diseño para la instalación. La planta constará, como se puede imaginar con un amplio número de equipos. En esta memoria se reflejan los equipos que se han seleccionado para cumplir cada una de las etapas, en algunos casos como los intercambiadores y los tanques han necesitado de una serie de cálculos para evaluar las dimensiones que han de tener en base a la capacidad de la instalación. Además, en este documento, se han resuelto tanto los balances de materia como los energéticos de toda la planta, quedando perfectamente definidos todos los caudales y todas las temperaturas de las corrientes tanto de proceso como de calefacción y refrigeración.

En la memoria justificativa, también se reflejan los cálculos necesarios para definir el sistema de tuberías. A partir de los caudales de diseño se han definido los diámetros necesarios de cada una de las conducciones y a partir de las pérdidas de carga en las conducciones se ha definido la capacidad de las bombas de la planta. Por último en este documento se ha analizado y justificado al detalle el sistema de control aplicado a la fábrica, reflejando todos y cada uno de los instrumentos necesarios.

El documento nº 3 hace referencia a la normativa aplicable para la construcción y puesta en marcha de una instalación de estas características, en el se ha pretendido reflejar esta normativa, clasificándola en función del campo de aplicación de cada una de las normas.

La documentación ambiental, que será el siguiente documento, simplemente reflejara según la Reglamentación Medio Ambiental de la Comunidad Andaluza, el informe correspondiente y necesario para la puesta en marcha de la instalación.

El documento nº 5, reflejará la normativa aplicable para la realización de la obra civil necesaria para levantar esta industria. Planteando todos los requisitos impuestos por esta norma para la construcción de la Nave y los viales adyacentes.

Para terminar este proyectos se ha reflejado el presupuesto de la instalación, el cual se ha dividido, por un lado en los costes de inmovilizada para la puesta en marcha de la fábrica y por otro lado los costes anuales previstos en la planta.

ÍNDICE DE DOCUMENTOS.

DOCUMENTO N° 1: MEMORIA DESCRIPTIVA.

1. OBJETIVO Y ALCANCE DEL PROYECTO.....	1
2. UBICACIÓN.....	2
3. ANTECEDENTES.....	3
3.1. LA LECHE CRUDA COMO MATERIA PRIMA.....	3
3.2. PRODUCTOS DE LA PLANTA.....	20
3.2.1. LECHE Y NATA PASTERIZADA.....	20
3.2.2. YOGURT.....	22
3.2.3. POSTRES LACTEOS.....	29
4. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA E INSTALACIONES.....	35
4.1. PRODUCCIÓN DE LECHE Y NATA.....	35
4.1.1. Producción de Leche entera, semidesnatada y desnatada.	
4.1.2. Elaboración de natas.	
4.2. PRODUCCIÓN DE YOGURT.....	46
4.2.1.1.Línea de producción del yogur firme	
4.3. PRODUCCIÓN DE POSTRES LACTEOS.....	56
5. HIGIENE Y SISTEMA DE LIMPIEZA DE LA INSTALACIÓN.....	60

6. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES MECÁNICAS.....	71
6.1. Instalación de agua caliente.	
6.2. Producción de frío.	
6.3. Instalación de aire comprimido.	
6.4. Instalación de protección contra incendio.	
7. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE INSTRUMENTACIÓN...	90

DOCUMENTO N° 2 : MEMORIA JUSTIFICATIVA.

1. BALANCES DE MATERIA.....	103
2. BALANCES DE ENERGÍA.....	111
3. SELECCIÓN Y DISEÑO DE LOS EQUIPOS QUE COMPONEN LA PLANTA.....	121
4. SISTEMA DE CONTROL.....	174
5. RELACIÓN DE CORRIENTES DE LA INSTALACIÓN.....	188

DOCUMENTO N° 3: PLIEGO DE CONDICIONES.....192

DOCUMENTO N° 4: DESCRIPCIÓN DE LA OBRA CIVIL.....211

DOCUMENTO N° 5: DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL.....218

DOCUMENTO N° 7: PRESUPUESTO.....226

DOCUMENTO N° 8: BIBLIOGRAFÍA.....232

DOCUMENTO N° 9: PLANOS.....235

MEMORIA
DESCRIPTIVA

1. OBJETIVO Y ALCANCE DEL PROYECTO.

La planta está diseñada para una capacidad de procesado 20.000 L al día. Trabjará con un caudal de descarga de 20.000 Kg/h desde el camión cisterna hasta el depósito de almacenamiento, durante aproximadamente una hora. A partir del depósito de almacenamiento comenzará el procesado de la leche con un caudal de 5.000 Kg/h, el tiempo estimado de producción de la planta será de 4,5 horas al que habrá que sumar el tiempo de los últimos yogures que lleguen a la cámara de incubación para su fermentación y el tiempo de limpieza In Situ.

El objetivo del presente proyecto es el diseño de una instalación de producción de diversos productos lácteos. El proyecto va a centrarse en el diseño de las etapas de producción propiamente dichas, describiendo en todo caso, pero si profundizar en el diseño, de las instalaciones mecánicas, zonas de descarga, zona de recepción, laboratorios, vestuarios para personal, sistema de limpieza In situ.

2. UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN.

La ubicación de la planta será en Andalucía, concretamente en el Puerto de Santa María. El emplazamiento exacto de la instalación será el polígono Las Salinas de Levante, en la Avenida del Inventor Pedro Cawley, con frontal a la avenida.

Se adjunta una fotografía satélite donde se visualiza edificio e instalaciones cercanas. El cuadro negro corresponde a la ubicación del solar donde estará ubicada la instalación.



Se trata de un polígono industrial muy adecuado para este tipo de instalaciones, se trata de una finca de 10.350 m², que satisface los 8.300 m² previstos para la instalación...

3. ANTECEDENTES.

3.1. MATERIA PRIMA.

La leche es un producto nutritivamente muy completo y aporta las proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales que un recién nacido necesita para sobrevivir y para desarrollarse. Es por ese motivo por el que la leche es el primer y único alimento que ingieren los mamíferos al nacer. Con esto, se denota la importancia que tiene la leche en la dieta de cualquier persona.

La nata es un producto obtenido a partir de la leche entera, se consume también como acompañamiento o como ingrediente de muchos alimentos.

La producción de leche se conoce desde hace más de 6.000 años. El hombre comenzó a domesticar a los animales en prácticamente todas las zonas de la tierra, pero comenzó con animales herbívoros, por que estos satisfacían sus necesidades de leche, carne, vestidos, etc... y además eran menos peligrosos y más fáciles de manejar que los animales carnívoros. Hoy en día se utilizan los mismos animales en la producción de leche. En el presente proyecto la planta se va a abastecer de leche de vaca proveniente de granjas especializadas en la producción de las mismas.

Tabla 1: Composición de la leche procedente de diferentes especies animales.

<i>ESPECIE</i>	<i>Prot. Total (%)</i>	<i>Caseína (%)</i>	<i>Seroproteína (%)</i>	<i>Grasa (%)</i>	<i>Carbohidratos (%)</i>	<i>Cenizas (%)</i>
Humana	1,2	0,5	0,7	3,8	7,0	0,2
Caballo	2,2	1,3	0,9	1,7	6,2	0,5
Vaca	3,5	2,8	0,7	3,7	4,8	0,7
Búfalo	4	3,5	0,5	7,5	4,8	0,7
Cabra	3,6	2,7	0,9	4,1	4,7	0,8
oveja	5,8	4,9	0,9	7,9	4,5	0,8

Fuente: Manual de industrias lácteas / Gösta Bylund ; traducido de la versión inglesa a la española por Antonio López Gómez, Antonio Madrid Vicente

2.1.1. QUIMICA DE LA LECHE.

Los principales constituyentes de la leche son agua, grasa, proteínas, lactosa y sales minerales, también tiene otras sustancias tales como enzimas, vitaminas, fosfolípidos y gases.

El residuo que queda cuando el agua y los gases son eliminados se llama extracto seco o contenido en sólidos totales de la leche. La leche es un producto muy complejo. Es por esto, por lo que es importante la descripción de de sus constituyentes y de cómo estos se ven afectados en cada una de las etapas del procesado.

Tabla 2: Composición de un litro de leche (g/l)

AGUA		902
GLUCIDOS	Lactosa	49
	Lípidos	38
MATERIA GRASA	Fosofolípidos	0.5
	Compuestos liposolubles	0.5
	Caseínas	28
MAT. NTROGENADA	Proteínas solubles	4.7
	Materia no proteica	0.3
SALES		9
VITAMINAS, ENZIMAS		Trazas
GAS DISUELTO		5% Vol. de leche
EXTRACTO SECO TOTAL		130

Fuente: Alfa- Laval. 1990. Manual de las Industrias Lácteas. 2ª Edición. Ed Mundiprensa. Madrid.

Como refleja la Tabla 2 la leche esta compuesta por aproximadamente el 87% de agua y el resto de materia seca. Como reseña de las propiedades fisicoquímicas de la leche, habría que indicar que la leche es una emulsión de grasa en agua, esto no es más que una suspensión de gotas de un líquido en otro.

Esta es una solución coloidal inestable por naturaleza, constituida por dos tipos de coloides: las albúminas y las globulinas. Estas son moléculas poliméricas que forman coloides relativamente estables puesto que son hidrófilas.

Es preciso observar que un mismo compuesto puede presentarse en estado coloidal o cristalino, dependiendo de la naturaleza del solvente. De la misma forma, las micelas contenidas en la leche pueden inestabilizarse bajo la acción de factores exteriores que neutralicen las cargas negativas o produzcan su degradación y pérdida de su integridad. Así se produce su aglutinación, seguida de la separación de un líquido acuoso dispersante: esto es la floculación o coagulación de la leche.

Los glóbulos grasos, que como hemos mencionado se encuentran en forma de emulsión en la leche, se encuentran rodeados de una membrana lipoproteica y están en emulsión gracias a la carga negativa de su envoltura, que produce la repulsión electrostática entre ellas.

Si la membrana se altera “eléctricamente” o biológicamente, se producirá una desestabilización irreversible. Esta desestabilización puede ser reversible cuando la asociación de glóbulos grasos se produzca de modo natural, por ejemplo, durante la subida de la nata.

A continuación se va a profundizar en cada uno de los constituyentes de la leche:

- **Agua.**

El agua es el componente principal de la leche, siendo su función principal la de actuar como disolvente de los componentes. Sin embargo, en algunos derivados lácteos como la mantequilla o la leche en polvo, puede estar como agua ligada químicamente, por ejemplo ligada en forma de agua de hidratación a las proteínas o a los cristales de lactosa, y también como agua libre.

La incorporación de agua por las distintas sustancias se realiza de las siguientes maneras:

- Absorción mediante reacción química.
- Absorción mediante procesos de hidratación.
- Adsorción provocada por la energía de tensión superficial.
- Difusión de moléculas de agua al interior de la estructura.
- Condensación capilar.
- Formación de una disolución.

Finalmente mencionar que el contenido total de agua influye principalmente sobre la textura y sobre las propiedades físicas y mecánicas de los alimentos.

- **Materia grasa.**

De todos los componentes de la leche, la fracción que más varía es la formada por las grasas, estando en una proporción que oscila entre 3,2 y 6 % (*Tabla 1*). Estas variaciones se deben principalmente a la selección realizada para obtener las distintas razas de vacuno. Además, también se deben a la diferente alimentación, alojamiento, estado sanitario y a las características individuales de las vacas lecheras. Estos mismos factores influyen sobre la diferente composición de la leche.

Como ya se ha indicado con anterioridad, las grasas se presentan como pequeños glóbulos dispersos en la leche, de un diámetro medio de 3-4 μm , y se tienen unos 15.000 millones de glóbulos por mililitro.

La grasa está compuesta por triglicéridos (componente predominante), di- y monoglicéridos, ácidos grasos, esteroides, carotenoides (da el color amarillento a las grasas de la leche), vitaminas A, D, E y K, y otros componentes traza o minoritarios.

La emulsión de grasa se encuentra estabilizada por una membrana muy delgada de solo 5-10 μm m de espesor que rodea a los glóbulos, estas membranas tienen una composición muy compleja formada por varias capas. La capa que envuelve directamente al glóbulo está formada por triglicéridos de alto punto de fusión que penetran directamente en la siguiente capa, formada por fosfolípidos (fundamentalmente lecitina y cefalina), esta capa también está compuesta por vitamina A y colesterol, y por sus grupos hidrofílicos establecen la unión con la siguiente capa, una capa formada por la denominada proteína de membrana. A la proteína de membrana y al agua unida se le atribuye una gran influencia sobre la capacidad de dispersión de la grasa en la leche. Incluidos en esta capa de la envoltura de los glóbulos grasos que contacta con la fase acuosa de la leche se encuentran enzimas como, por ejemplo, fosfatasa, metales pesados y sales.

Los glóbulos de grasa no solamente son las partículas más grandes de la leche sino que también son las partículas más ligeras (densidad de 0,93 g/cm³ a 15,5 °C), por lo que tiende a ascender cuando la leche se deja reposar en un envase. La velocidad de ascensión sigue la Ley de Stokes, pero el pequeño tamaño de los glóbulos de grasa hace que el descremado sea un proceso lento. Este proceso se puede acelerar, provocando la agregación de los glóbulos grasos bajo la influencia de una proteína denominada aglutinina, en la que estos agregados ascenderán mucho más rápidamente. Una vez finalizado el descremado estos agregados son fácilmente separables mediante calentamiento o tratamiento mecánico, y en cuanto a la proteína, se desnaturaliza mediante adecuadas combinaciones tiempo- temperatura (65°C/10 min. o 75°C/2 min.).

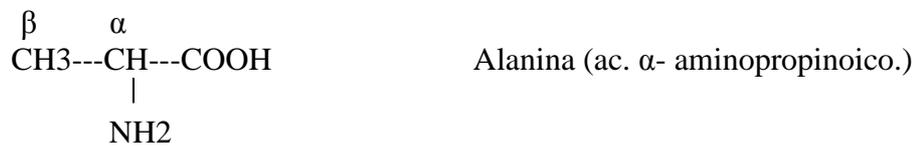
La envoltura también puede alterarse por fuertes influencias mecánicas como el bombeo repetido de la leche, la incorporación de aire a la leche, el transporte de la nata, la refrigeración insuficiente de la leche cruda, etc. Al alterarse la envoltura, las grasas pueden salir del glóbulo graso, hablándose entonces de grasa libre en la leche o en la nata. La grasa libre es atacada por un enzima propio de la leche, la lipasa, lo que provoca una pérdida de materia grasa y, por tanto, una reducción de la calidad de los productos grasos. Además, la grasa libre tiene una mayor tendencia a pegarse a las paredes de los recipientes y se separa peor en el proceso de desnatado, por lo que se incrementa aún más las pérdidas de materia grasa. Este es por tanto un aspecto muy importante y tendrá que ser tenido en cuenta a la hora de realizar el diseño de la planta. La leche cruda y la nata deben bombearse lo menos posible para evitar daños en las envolturas de los glóbulos grasos.

- **Proteínas.**

Su presencia en la leche es uno de los principales motivos por los que la leche es tan beneficiosa y necesaria para el organismo de cualquier ser vivo. Las proteínas son una parte esencial de nuestra dieta. Las proteínas que ingerimos son descompuestas en productos más simples por el sistema digestivo y por el hígado. Esos productos son entonces transportados hasta las células del cuerpo donde se utilizan como material de construcción de las proteínas de nuestro propio cuerpo.

Los componentes estructurales básicos de las proteínas son los aminoácidos, que se forman, por uniones de distintos tipos (enlaces peptídico, puentes disulfuro, puentes de hidrógeno o enlaces iónicos) determinadas estructuras polipeptídicas, que a su vez se unen entre sí formando las proteínas. El tipo y el orden en que se encuentra el aminoácido en la molécula de proteína determinan la naturaleza de dicha proteína.

Los aminoácidos son ácidos orgánicos portadores, en el resto hidrocarbonado, de un grupo amino (NH₂). El resto NH₂, se une generalmente al segundo átomo de carbono, por lo que se puede hablar de α- aminoácido o de β- aminoácido en el caso que se una al primer átomo de carbono.



En la leche se encuentra una amplia gama de proteínas, las cuales pueden ser clasificadas de diversas formas. A continuación se representa una tabla con una de las posibles clasificaciones que se les puede dar a las proteínas presentes en la leche:

Figura 1: Estructura de las proteínas (R1, R2, etc., son los radicales específicos de cada aminoácido. El número de aminoácidos en la caseína de la leche varía de 199 a 209).

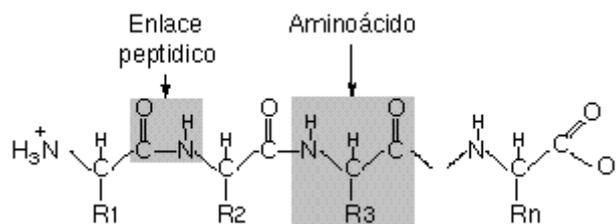


Tabla 3: Clasificación y concentración de proteínas en la leche.

	Conc. En la leche (g/Kg)	% de proteína total
CASEINA	26	79,5
α- caseína	12,6	38,6
β- caseína	10,1	10,1
k- caseína	3,3	79,5
SEROPROTEINAS	6,3	3,7
α- lactoalbúmina	1,2	9,8
β- lactoglobulina	3,2	1,2
Albúmina de suero	0,4	2,1
Inmuglobulina	0,7	2,4
Otras (peptona...)	0,8	19,3
PROTEINAS DE LA MEMBRANA DEL GLÓBULO DE GRASA	0,4	1,2
TOTAL PROTEINA	32,7	100

Fuente: *Manual de industrias lácteas / Gösta Bylund ; traducido de la versión inglesa a la española por Antonio López Gómez, Antonio Madrid Vicente*

○ **Caseína:**

Como representa la *Tabla 3*, se trata de la proteína mayoritaria en la leche, representando prácticamente el 80% de las proteínas presentes en la leche.

La caseína es una fosfoproteína debido a que posee grupos fosfatos fuertemente ligados y, además, establece enlaces con calcio. Por esta razón se habla de fosfocaseinato cálcico. La unión con el calcio le proporciona a esta proteína, entre otras cosas, una determinada estabilidad por lo que, por ejemplo, no coagula al ser cocida. Otros elementos unidos a la caseína son oxígeno y azufre.

La caseína se encuentra en la leche en estado coloidal, en forma de micelas, que son agrupaciones de numerosas unidades de caseína. Esas unidades de caseína están formadas por cadenas de aminoácidos, y según sean esas cadenas se distinguen varios tipos de caseína: α- caseína, β- caseína, k- caseína (*Ver Tabla 3*).

Como se aprecia, la α - caseína es la mas abundante, existiendo a su vez cuatro variantes, según el numero de aminoácidos de la cadena.

La β - caseína puede interferir de manera negativa en el proceso de coagulación. Cuando la leche se mantiene fría a bajas temperaturas (2-8 ° C), la β - caseína se suelta de la micela en que se encuentra, y cuando se vuelve a calentar la leche se vuelve a unir a ella, pero formando una capa protectora a su alrededor que evita su coagulación. Cuando las micelas de caseína se rompen queda libre nitrógeno, que puede ser utilizado por microorganismos para su desarrollo, produciendo aromas y sabores que forman parte del mecanismo de maduración de los quesos.

○ **Proteínas del suero de la leche (SEROPROTEÍNAS):**

Si la caseína se elimina de la leche desnatada por algún método de precipitación, queda en solución un grupo de proteínas que se denominan proteínas del suero de la leche o del lactosuero.

Cuando se calienta la leche, parte de las proteínas del suero de la misma se desnaturalizan y forman complejos con la caseína, disminuyendo la capacidad de la caseína para ser atacada por el cuajo y ligar calcio. La cuajada de leche calentada a alta temperatura no suelta suero como lo suele hacer en condiciones normales la cuajada en la fabricación de queso, debido al menor numero de enlaces de caseína dentro y entre moléculas de caseína.

α - lactoalbúmina.

Las proteínas del suero en general y la α - lactoalbúmina en particular son de un alto valor nutritivo. Esta presente en la leche de todos los mamíferos y juega un papel importante en la síntesis de la lactosa en la ubre.

β - lactoglobulina.

En relación a la β - lactoglobulina, lo más interesante es que desde el punto de vista tecnológico a temperaturas superiores a 74°C se desnaturaliza y libera grupos sulfhidrilos, que son los responsables del sabor a cocida que a veces presenta la leche.

Inmunoglobulinas.

Este grupo de proteínas es muy heterogéneo. La lactoferrina y la lactoperoxidasa son sustancias de posible utilización en la industria farmacéutica y alimentaría.

Además de todas estas proteínas la leche, también contiene trazas de proteasas-peptonas, los cuales son péptidos que provienen de la β - caseína como resultado de su proteolisis por la plasmina. Se encuentran tres fracciones que corresponden a los fragmentos que faltan en las caseínas y, el conjunto de fragmentos liberados de la caseína.

- **Enzimas:**

Las enzimas son un grupo de proteínas producidas por organismos vivos. Tiene la capacidad de provocar reacciones químicas y de afectar el curso y a la velocidad de tales reacciones. Las enzimas llevan a cabo su tarea sin ser consumidas, por ello son llamadas con frecuencia biocatalizadores.

Las enzimas presentes en la leche tienen su origen en la ubre de la vaca o en las bacterias. Las primeras se consideran como componentes normales de la leche y son denominadas enzimas originales. Las otras, llamadas enzimas bacterianas, varían en tipo y abundancia según la naturaleza y tamaño de la población bacteriana. Algunas de estas enzimas se utilizan en controles de calidad.

La acción de los enzimas es muy específica y depende fundamentalmente de la temperatura y del valor del PH. A temperaturas relativamente bajas se inhibe su acción

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

pero no se anula. Las altas temperaturas (79-85°C) destruyen la mayor parte de las enzimas. El óptimo se halla entre los 30°C y 40°C.

Tabla 4: Enzimas más importantes de la leche.

ENZIMA	LUGAR Y ACCIÓN	IMPORTANCIA
Peroxidasa	Libera átomos de oxígeno de los peróxidos y los integra sin dificultades en otras moléculas. Se destruye a los 85°C durante un mínimo de 10s.	Prueba de la presencia de las peroxidases en la leche comprobar el grado de calentamiento al que ha sido sometida.
Catalasa	Libera oxígeno molecular del peróxido de hidrógeno. Su contenido es alto en la leche de las vacas en las fases finales de la lactancia y en los casos de mastitis. Se destruye por la pasteurización.	Debido a que en la leche normal no aparece o sólo lo hace en pequeña proporción, su presencia indica el grado de higiene o de alteración de la leche. (Prueba de la catalasa)
Fosfatasa	Cataliza la hidrólisis (disociación con adición de agua) del ester del ácido fosfórico.	Son importantes enzimas del grupo de las hidrolasas.
Xantinoxidasa	Se encuentra absorbida en la membrana de los glóbulos grasos.	Con azul de metileno y agua, oxida la xantina a ácido úrico.
Lipasa	Es una esterasa que hidrolíticamente rompe los enlaces esféricos de las grasas. Aparece en pequeña cantidad en la leche normal. La presencia de lipasas bacterianas indica una contaminación o recontaminación. Sus rangos de PH y Temperatura óptimos: 8,5 y 9, y a 38-40°C. Se destruye bien en la pasteurización.	Si la membrana de glóbulos grasos está alterada descompone la grasa de la leche provocando en y en los productos lácteos modificaciones del sabor y del aroma (enranciamiento). La existencia de lipasa bacteriana en la nata, debido a una leche contaminada o a una contaminación posterior, es muy perjudicial.
Proteasas, proteinasas	Rompen los enlaces peptídicos por lo que descomponen las proteínas y sus productos de desdoblamiento. La leche contiene pequeñas cantidades de una proteasa original ligada a la caseína. Resistente a la pasteurización. Tanto los microorganismos deseados como los indeseados producen grandes cantidades de proteinasas.	Las proteínas bacterianas rompen las proteínas hasta un grado deseado (maduración del queso) pero también puede provocar su putrefacción y alteración del sabor. Asimismo libran en parte aminoácidos necesarios para los microorganismos.
Lactasa	Es una carbohidrasa bacteriana formada principalmente por el metabolismo de las bacterias lácticas y de las levaduras.	Es indispensable para que se realicen la fermentación láctica y la fermentación alcohólica en los derivados de leche ácida.

Aparte de estos enzimas, se utilizan en la elaboración de los productos lácteos una serie de enzimas producidos industrialmente, como por ejemplo:

- Cuajo de ternera y enzimas coagulantes de origen bacteriano en la fabricación de quesos.
 - Lactasa para la obtención por hidrólisis de glucosa y galactosa
 - Proteinasas bacteriana para modificar determinadas características funcionales de la leche y de las proteínas del lactosuero.
 - Lipasas para formas aromas.
-
- Lactosa.

Se trata del carbohidrato característico de la leche. Los carbohidratos suministran material para la síntesis de algunos compuestos importantes presentes en el cuerpo. Se encuentran en los músculos como glucógeno muscular y en el hígado como glucogeno hepático.

La lactosa es un disacárido compuesto por dos monosacáridos: glucosa y galactosa. La formula general de la lactosa es la siguiente:



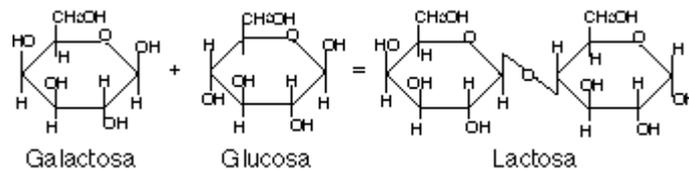
El comportamiento químico de estos azúcares indica que no se presentan en forma de cadenas sino de anillos. El anillo se origina uniéndose los átomos de C₁ y C₃ de la glucosa y de la galactosa por medio de un oxígeno. La unión entre las dos moléculas para formar la lactosa se efectúa entre el átomo C₄ de la glucosa y el C₁ de la galactosa. Según cual sea la posición que ocupe el grupo OH del tomo C₁ se habla del isomero α (a la derecha) o del isomero β (a la izquierda).

La lactosa se presenta tanto en forma α, como β, existiendo en disolución acuosa entre ambas formas un equilibrio. El calentamiento por encima de los 93,5°C rompe el equilibrio al cristalizar la α- lactosa. Este producto de la cristalización es la lactosa comercial.

El poder edulcorante es, a diferencia del de otros disacáridos bastante reducido, siendo también su solubilidad, en comparación con la de otros azúcares, considerablemente menor.

La lactosa juega un importante papel tecnológico en todos los procesos de acidificación de la leche, como pueden ser la elaboración de los productos de la leche ácida, la maduración de la nata, etc... puesto que se trata del sustrato nutritivo de las bacterias lácticas, productoras del ácido láctico. También tiene interés tecnológico su propia obtención.

Figura 2: Fórmula de la lactosa.



- **Minerales y Sales.**

En la leche las sales se encuentran en equilibrio, es decir, los diferentes tipos de iones están en equilibrio con las moléculas no disociadas. Las sales pueden estar en disolución verdadera, en disolución coloidal o ligadas a las proteínas. El calcio, por ejemplo, está en un 33% verdaderamente disuelto, en un 45% en forma coloidal y el resto se encuentra ligado a la caseína. Los fosfatos, por el contrario, lo están respectivamente en un 33%, un 38% y un 20%, estando un 15% unido a los lípidos (en la envoltura de los glóbulos grasos).

La leche es una fuente excelente para la mayoría de los minerales requeridos para el crecimiento del lactante. La digestibilidad del calcio y fósforo es generalmente alta, en parte debido a que se encuentran en asociación con la caseína de la leche. Como resultado, la leche es la mejor fuente de calcio para el crecimiento del esqueleto del lactante y el mantenimiento de la integridad de los huesos en el adulto. Otro mineral de interés en la leche es el hierro. Las bajas concentraciones de hierro en la leche no

alcanzan a satisfacer las necesidades del lactante, pero este bajo nivel pasa a tener un aspecto positivo debido a que limita el crecimiento bacteriano en la leche (el hierro es esencial para el crecimiento de muchas bacterias).

Tabla 4: Concentraciones minerales de la leche (mg/100ml)

MINERALES	mg/100 ml
Potasio	138
Calcio	125
Cloro	103
Fósforo	96
Sodio	58
Azufre	30
Magnesio	12
Minerales trazas ²	<0,1

Fuente: Web del Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera Esenciales Lecheras (Universidad de Wisconsin-Madison)

- **Vitaminas.**

Las vitaminas son necesarias en el desarrollo normal de los procesos vitales, por lo que los alimentos las deben aportar en cantidades suficientes. La leche es una fuente no despreciable de estas sustancias.

Se diferencian de los enzimas en su estructura química, puesto que no son de naturaleza proteica. Son, en general, moléculas pequeñas de estructuras muy variadas que juegan muy a menudo el papel de coenzima, es decir, asociados a un apoenzima de naturaleza proteica, desarrollan una actividad biocatalítica. En general, las vitaminas se clasifican en dos grandes categorías:

- Las vitaminas hidrosolubles (vitaminas del grupo B, vitaminas C) que se encuentran en la fase acuosa (leche desnatada, lactosuero).
- Las vitaminas liposolubles (vitaminas A, D, E) que están asociadas a la materia grasa (nata y mantequilla).

Las vitaminas hidrosolubles del grupo B se encuentran en cantidades relativamente constantes en la leche pues su concentración no depende apenas de las influencias exteriores; provienen principalmente de la biosíntesis de las bacterias del rumen. Las vitaminas liposolubles están sujetas a variaciones importantes, pues su tasa depende enormemente de factores exógenos: alimentación de las vacas, radiaciones solares, etc.

Tabla 5: Concentraciones de Vitaminas de la leche (mg/100ml)

VITAMINAS $\mu\text{g}/100 \text{ ml}^1$	
Vit. A	30,0
Vit. D	0,06
Vit. E	88,0
Vit. K	17,0
Vit. B1	37,0
Vit. B2	180,0
Vit. B6	46,0
Vit. B12	0,42
Vit. C	1,7

Fuente: Web del Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera Esenciales Lecheras (Universidad de Wisconsin-Madison)

- **Otros constituyentes de la leche:**
 - Gases disueltos: Poco después del ordeño, la leche contiene aproximadamente un 5-10% en volumen de anhídrido carbónico, un 2-3% en volumen de nitrógeno y un 0,5-1,0 % en volumen de oxígeno. La formación de espuma durante el ordeño a mano se debe, a que se escapan aproximadamente la mitad de los gases. En el transcurso del almacenamiento posterior se reduce aún más el contenido de gases.
 - Ácidos orgánicos: La leche contiene, de una forma natural, ácido cítrico (aproximadamente unos 2,45 Kg por Kg de leche). El ácido láctico, el ácido butírico y todos los demás que aparecen son productos metabólicos originados en la fermentación de la lactosa por los microorganismos.

3.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS DE LA LECHE.

El aspecto opaco de la leche se debe a su contenido en partículas en suspensión, de grasa, proteínas, y ciertas sales minerales. El color varía desde blanco a amarillento, según la coloración de la grasa (determinada por el contenido de caroteno). La leche desnatada es más transparente, con un ligero tinte azulado.

PARAMETRO	VALORES
<i>PH (20°C)</i>	6,5 - 6,7
<i>Densidad</i>	1,028 – 1,036 Kg/l
<i>Temperatura de congelación</i>	-0,51°C - -0,55 °C
<i>Potencial del óxido-reducción</i>	0,1 – 0,2 V
<i>Tensión superficial</i>	50 dinas / cm. a 20°C (72,2 dinas/cm. a 20°C para el agua)
<i>Conductividad</i>	0,004 – 0,005 ohm
<i>Calor Específico:</i> <i>Leche desnatada.</i> <i>Leche entera.</i>	0,933 – 0,954 Kcal /(Kg°C) 0,52 Kcal /(Kg°C)

3.1.2. MICROBIOLOGÍA DE LA LECHE.

La leche es un excelente medio de cultivo para numerosos microorganismos por su elevado contenido en agua, su pH casi neutro y su riqueza en alimentos microbianos. Posee una gran cantidad de alimentos energéticos en forma de azúcares (lactosa), grasa y citrato, y compuestos nitrogenados. Los alimentos nitrogenados se hallan en numerosas formas: proteínas, aminoácidos, amoníaco, urea, etc.

Por poseer azúcares fermentables, en condiciones ordinarias lo que más frecuentemente ocurre es una fermentación ácida a cargo de las bacterias; si no existen gérmenes formadores de ácido o si las condiciones son desfavorables para su actividad, pueden sufrir otros tipos de alteración.

El contenido microbiano de la leche cruda dice mucho de su calidad. Esta depende, por una parte, de la higiene mantenida en el proceso de obtención de la leche, es decir, la limpieza de las instalaciones de ordeño, de las condiciones de almacenamiento y del transporte. Por otra parte, también depende del estado sanitario de la vaca, especialmente de la ubre.

La leche cruda contiene, en el momento del ordeño, bacterias Gram – en proporciones tanto más importantes, en relación a la flora total, cuanto más contaminado está el material de ordeño. A continuación se detalla una relación de las principales fuentes de contaminación de la leche a la hora de su ordeño y recogida.

- Microorganismos de origen mamario:
 - Micrococcos y bacterias corineformes (30-90%)
 - Estreptococos (0-50%)
 - Bacilos Gram+ no esporulados (< 10%)
 - Bacilos Gram– (< 10%)
 - Esporas de *Bacillus* (<10%)
 - Otros (<10%)
 - Animal enfermo: mastitis, vía endógena microorganismos patógenos

- Contaminación externa:
 - Aire: micrococcos, esporas de *Bacillus y Clostridium y Corynebacterium*.
 - Agua de lavado: *Streptococcus, Flavobacterium, alcaigenes, coniformes, mohos y levaduras*.
 - Persona de ordeño: *germenes patógenos, enterobacterias*.
 - Equipo de ordeño (cántaras, pezoneras, ordeñadoras mecánicas, tanques de recogida, tuberías, tanques de almacenamiento): micrococcos, streptococcus, psicotrofos.

La leche obtenida asépticamente (ubres perfectamente desinfectadas, ordeño con material esterilizado), contiene generalmente, menos de 5000 microorg. /ml.

La flora microbiana de la leche cruda puede contener diferentes especies patógenas entre las cuales algunas pueden sobrevivir durante algún tiempo en los quesos (por ejemplo, en los quesos de leche de cabra, *Brucella*, agentes causantes de las fiebres de Malta). Otros microorganismos pueden multiplicarse y producir sustancias tóxicas. Este es el caso de *Staphylococcus aureus*, cuyas toxinas son detectables en el queso cuando el número de gérmenes supera los 5-10 millones/g.

Tabla 6: *Microorganismos de importancia en la leche y productos lácteos.*

ESPECIE	EJEMPLO
<i>Bacterias lácticas</i>	Lactococcus, Lactobacillus, Streptococcus
<i>Micrococos</i>	
<i>Estafilococos</i>	Staphilococcus aureus
<i>Bacterias esporuladas</i>	Clostridium, Bacillus
<i>Enterobacterias</i>	Salmonellas
<i>Bacterias psicrotrofas</i>	Pseudomonas
<i>Mohos y levaduras</i>	Penicillium roqueforti, Penicillium camemberti

Fuente: www.uam.es

3.2. PRODUCTOS DE LA PLANTA.

3.2.1. Leche y Nata Pasterizadas.

3.2.1.1. Leche pasteurizada.

La pasteurización es el tratamiento térmico que se aplica con más frecuencia a las leches y natas líquidas. La Federación Internacional de Lechería (FIL) define la pasteurización como:

“Un tratamiento que se aplica a un producto con la finalidad de reducir al máximo el posible riesgo para la salud de los consumidores, destruyendo los microorganismos patógenos que puede contener la leche, mediante un tratamiento térmico que produzca los mínimos cambios químicos, físicos y organolépticos en el producto.”

Un producto pasteurizado, según la definición de la FIL, es:

“Un producto que ha sido sometido a un tratamiento de pasteurización; que si se vende como tal, ha sido enfriado inmediatamente después del tratamiento y a continuación se ha envasado en las condiciones adecuadas para evitar su contaminación. Tras recibir el tratamiento térmico, el producto debe dar un resultado negativo a la prueba de la fosfatasa”

El objetivo principal de la pasteurización de la leche y de la nata es reducir los riesgos que supone para la salud del consumidor la eventual presencia de microorganismos patógenos en los productos crudos. En el tratamiento de pasteurización es posible que no se eliminen todos los patógenos, pero se reducen a unos niveles que nos suponen ningún riesgo para el consumidor. Los patógenos no esporulados mas termo resistentes, *Coxiella burnetii* y *Mycobacterium tuberculosis*, se destruyen en la pasteurización. Los microorganismos termo resistentes no esporulados, como *Streptococcus spp.* y *Lactobacillus spp.*, pueden sobrevivir a la pasteurización y también los termófilos esporulados de las especies *Bacillus* y *Clostridium*; algunas de estas

bacterias son patógenas y representan un problema en la elaboración de los productos pasteurizados.

3.2.1.2.Nata pasteurizada.

La nata es el componente graso de la leche. Separando la grasa de resto de los sólidos que constituyen el extracto seco, pueden obtenerse natas con diferentes contenidos grasos. La viscosidad y la textura de la nata, así como sus principales propiedades funcionales, por ejemplo la capacidad de formar espuma, dependen esencialmente de su contenido graso.

Las natas se clasifican según el sistema de fabricación y según su contenido graso, los principales tipos de natas son:

- Nata ligera (contenido graso superior al 12% he inferior al 18%), se utilizan para añadir a l café y como acompañamiento de frutas, postres y cereales de desayuno.
- Nata (contenido graso 18-35%), se consume también con el café, frutas y postre y se añade en sopas, salsas y numerosas recetas de cocina.
- Nata para montar (contenido graso mínimo del 45%), se emplea para bañar postres para montar y para decoración o relleno de tartas, pasteles, etc....
- Nata coagulada (contenido graso mínimo del 55%), se consume como nata para te y con bizcocho u otros productos de bollería.

3.2.2. Yogur.

3.2.2.1. Introducción.

El yogur es el producto coagulado que se obtiene a partir de la leche por fermentación con bacterias productoras de ácido láctico. El yogurt es la más conocida de todas las leches fermentadas y la de mayor consumo a nivel mundial.

Se cree que el yogurt es originario de los Balcanes y de los países del este, en donde se elabora a partir de leche entera de vaca, cabra y oveja, según la disponibilidad. Hay indicios históricos que surgieron que las tribus nómadas recogían la leche en recipientes u odres hechos con pellejos de animales; al cabo de un tiempo se escurría el lactosuero que escurría a través de la piel y en el interior quedaba un producto mucho más sólido y más ácido. Aquellos trashumantes observaron que esa leche concentrada se conservaba durante mucho más tiempo que la original.

En Europa Occidental, EEUU y Australia, el yogur se fabrica casi exclusivamente a partir de leche de vaca, pero en los países cuya cabaña bovina escaseaba o es de aptitud cárnica, se utiliza también leche de otros mamíferos, por ejemplo, la de oveja para la elaboración del yogur griego.

Los métodos de fabricación varían considerablemente en los distintos países según la materia prima utilizada, el volumen de producción, la formulación del producto y el tipo de yogur que se desea obtener, pero hay unos principios básicos comunes para determinar la naturaleza y la calidad del producto final, como son:

- Aumento de la cantidad de sólidos totales que contiene la leche.
- Tratamiento de la leche a altas temperaturas (>80°C) durante un tiempo suficiente para que se produzca la desnaturalización de las proteínas del suero.
- Siembra de la leche fría con un cultivo bacteriano en el que los microorganismos mayoritarios son *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*.
- Incubación en masa de la leche sembrada o incubación en el propio envase de venta, en condiciones tales que favorezca la formación de un

coágulo homogéneo, liso y viscoso con las características deseadas de PH, sabor y aroma.

- Enfriamiento y adición de frutas, aromatizantes y colorantes.
- Envasado y almacenamiento en refrigeración.

3.2.2.2. Tipos de yogur.

Generalmente el yogur y productos similares se clasifican en función de su estado físico en el envase de venta al pro menor y según su periodo de conservación. Estas características dependen del proceso de fabricación, de las materias primas y de los ingredientes añadidos. Los principales tipos de yogur, son:

- *Yogur compacto o firme.*

En el proceso de fabricación del yogur firme o compacto, la leche sembrada con el cultivo se distribuye en los envases de venta. Si en la formulación se incluyen colorantes/aromatizantes, se añaden al envase vacío inmediatamente antes del llenado con la leche inoculada para facilitar así una distribución más uniforme. A continuación, los envases se incuban en las condiciones adecuadas. La temperatura de incubación varía según se aplique el método corto o el método largo. El sistema corto consiste en incubar leche a 40-43°C durante 2,5-4 horas, mientras que la incubación larga se mantiene a 30-32°C durante un tiempo de 10-12 horas. Cuando la leche alcanza el PH necesario, los envases se enfrían para interrumpir el proceso de fermentación. El coágulo se forma en el interior del envase y como no se extrae del mismo, no se rompe; el gel resultante es una masa semisólida y el producto final recibe el nombre de yogur compacto, consistente, o firme.

- *Yogur batido.*

En la elaboración del yogur batido, la leche se siembra y se incuba en un tanque de fermentación; el coágulo formado se rompe durante las posteriores etapas de refrigeración y envasado. Los tiempos y temperaturas de incubación son los mismos que para el yogur firme. Una vez que el PH desciende hasta el valor deseado, el coágulo se

enfría en la propia cuba o se extrae del tanque de fermentación y se refrigera en continuo en un intercambiador de calor. El valor de PH al que se interrumpe la incubación depende de diversos factores como la eficacia de la refrigeración, el tiempo que se tarda en vaciar el tanque de fermentación, el método de incubación, la formulación base y el PH del producto final. En la fabricación tradicional, el enfriamiento se realiza en una sola fase. En los sistemas más modernos, la refrigeración se lleva a cabo en dos fases: el coágulo se enfría inicialmente hasta una temperatura de 20-25°C, se procede a la adición de ingredientes y al llenado de los envases y después tiene lugar la segunda etapa de la refrigeración, una vez que el producto está en la cámara de almacenamiento.

○ ***Yogur para beber.***

El proceso de fabricación del yogur para beber es el mismo que el del yogur batido, pero el contenido en sólidos totales del producto es menor, el coágulo se bate antes del llenado de los envases y suele añadirse zumo de frutas en lugar de concentrados.

○ ***Productos de larga conservación.***

La preparación de productos de larga conservación consiste en aplicar un tratamiento de pasteurización al yogur y envasarlo en condiciones asépticas. El puré de fruta puede añadirse con una máquina llenadora de varios cabezales inmediatamente antes del envasado, o bien desde un tanque independiente cuando el producto está ya en el envase. El tratamiento térmico destruye los microorganismos del cultivo iniciador, pero prolonga sustancialmente el tiempo de conservación porque en la pasteurización también se produce una importante reducción de microorganismos potencialmente alterantes.

3.2.2.3. Ingredientes.

3.2.2.3.1. Ingredientes lácteos.

Los principales ingredientes del yogur proceden directamente de la leche o son derivados lácteos. Los que se utilizan con más frecuencia, son:

- Leche entera.
- Leche desnatada.
- Leche concentrada desnatada.
- Leche en polvo desnatada.
- Nata
- Concentrados o aislados de proteínas lácteas.

En la formulación de los yogures desnatados y de bajo contenido graso, los principales ingredientes son la leche desnatada o la leche concentrada desnatada. El contenido en sólidos lácteos no graso se ajusta añadiendo leche en polvo desnatado o agua, dependiendo de que haya que aumentarlo o reducirlo.

En la normalización del contenido graso se permite la adición de nata; este proceso de estandarización se realiza sistemáticamente en la fabricación de yogures de contenido graso bajo o reducido y consiste en mezclar la leche desnatada con la cantidad de nata necesaria para ajustar el porcentaje deseado en el producto final.

Todos los ingredientes que se utilizan en la formulación de la preparación láctea inicial deben ser de la mayor calidad. El recuento microbiano tiene que dar resultados aceptablemente bajos y la preparación de base no puede contener microorganismos patógenos ni alterantes.

Es necesario comprobar que ninguno de los ingredientes utilizados contiene antibióticos, bacteriófagos, restos de detergentes o desinfectantes, ni ninguna otra sustancia que pueda inhibir el crecimiento de los microorganismos del cultivo iniciador.

3.2.2.3.2. Edulcorantes.

Los edulcorantes se pueden incorporar al yogur con los concentrados de frutas o directamente en la preparación inicial.

Los edulcorantes se añaden para contrarrestar la acidez desarrollada durante la fermentación, especialmente en la elaboración de yogures con frutas muy ácidas o que contienen poco azúcar, como las grosellas o las frambuesas.

La cantidad de edulcorantes a utilizar, depende de muchos factores, como por ejemplo:

- El tipo, cantidad y acidez de la fruta añadida.
- El compuesto edulcorante empleado.
- Las preferencias de los consumidores.
- Aspectos económicos.
- Exigencias legales.
- Efectos inhibidores sobre los microorganismos del cultivo iniciador.

Aunque la sacarosa y la glucosa son los edulcorantes más frecuentes, también pueden añadirse otras sustancias como la maltosa, galactosa y fructosa.

El sistema de incorporación de edulcorantes que más se utiliza es la inclusión del producto o en el concentrado o puré de frutas. La mayoría de esos preparados contiene una cantidad de edulcorante entre 25-65% y por término medio, entre el 30-35%.

Aunque la sacarosa y la glucosa son los dos edulcorantes más frecuentes, también pueden añadirse otras sustancias como maltosa, galactosa y fructosa.

Los edulcorantes sintéticos se utilizan en la formación de los yogures bajos en calorías y los más utilizados son el aspartamo, el ciclamato y la sacarina.

3.2.2.3.3. Estabilizantes.

Los estabilizantes y agentes espesantes más utilizados en la elaboración del yogur son almidones naturales, alginatos, agar, carragenatos, gomas comestibles, pectinas y celulosas. Las principales funciones que desempeñan son:

- Mantener la viscosidad durante el proceso de elaboración y mejorarla en el producto final.
- Modificar la estructura y la textura.
- Evitar la separación del suero, especialmente durante el almacenamiento y el transporte.
- Facilitar la suspensión de las partículas de la fruta. También pueden influir sobre la cremosidad y untuosidad del producto.

Para obtener los óptimos resultados, cuando se seleccionan los estabilizantes es necesario tener en cuenta sus características de solubilidad, velocidad de dilución, y estabilidad a la temperatura. Estos factores, entre otros, deben considerarse detenidamente para calcular la cantidad correcta de estabilizantes que es necesario añadir, porque si la concentración es demasiado baja, no ejercería sus propiedades funcionales y, si es excesivamente alta, pueden dar lugar a la aparición de defectos de aspecto y de textura (sensaciones extrañas en la boca, brillo superficial, consistencia gomosa).

La adición de estabilizantes y espesantes se ha utilizado como un sistema para reemplazar los sólidos lácteos y la materia grasa, reduciendo así los costes de producción. Como es un producto lácteo, la sustitución de los sólidos precedentes de la leche por estabilizantes es una práctica éticamente cuestionable y puesto que, sin duda, es técnicamente posible elaborar un yogur firme y muy viscoso, hay gran controversia sobre la necesidad de usar estabilizantes, especialmente los derivados de las fuentes menos naturales.

3.2.2.3.4. Preparación de frutas.

Las frutas y los aromatizantes se suelen incorporar al yogur después de la refrigeración de la leche fermentada y antes del envasado del producto en vasitos o tarrinas para su venta al por menor. Según las necesidades de cada fabricante, la fruta se adquiere fresca, congelada o como una mezcla homogénea en la que se incluyen los colorantes, aromatizantes, estabilizantes, edulcorantes o conservantes que sean necesarios. En cualquier caso, el preparado de frutas debe ser muy homogéneo, porque se añade en continuo a la leche fermentada pasando a través de una bomba de velocidad regulable. Generalmente, el puré de frutas se dosifica volumétricamente en una concentración de 12-18% para los yogures batidos y se puede incorporar tras la refrigeración de yogur si ésta se realiza en una sola fase, o bien después de la primera etapa de refrigeración si el enfriamiento se lleva a cabo en dos fases.

3.2.2.3.5. Conservantes.

En la fabricación del yogur están permitidos varios conservantes diferentes que pueden añadirse directamente a la leche o que muchas veces se incluyen en los purés de frutas. Los más empleados son el sorbato potásico, el benzoato sódico y el dióxido de azufre. El ácido sórbico añadido en forma de su sal potásica, actúa selectivamente contra levaduras y mohos, pero no afecta a los microorganismos del fermento. El dióxido de azufre se suele emplear como conservante en los purés de frutas.

3.2.3. Postres lácteos.

3.2.3.1. Introducción.

Los postres lácteos preparados para su consumo directo, de larga o media conservación, han despertado gran interés durante la última década. En la industria láctea actual, se utilizan ingredientes y sistemas tecnológicos que permiten la producción de postres con un sabor natural y fresco, más fáciles de digerir y con mayor contenido vitamínico que la mayoría de sus equivalentes caseros o que los postres enlatados fabricados por los métodos tradicionales de elaboración de conservas.

3.2.3.2. Almidones e hidrocoloides utilizados en los postres lácteos.

3.2.3.2.1. Almidones nativos y modificados.

El almidón es una de las materias primas más abundantes en la naturaleza y es un ingrediente fundamental en muchos alimentos. Las propiedades espesantes y gelificantes del almidón tienen un efecto muy positivo en las características organolépticas de los productos alimenticios y además desempeñan importantes funciones tecnológicas/funcionales en la preparación, tanto industrial como domésticas de los alimentos.

○ Estructura del almidón.

La estructura y composición del almidón varían dependiendo de su origen vegetal. El almidón es insoluble en agua fría. Todos los almidones están constituidos por dos tipos de moléculas: la amilasa y la amilopectina.

La amilasa es una molécula lineal formada por la polimerización de unidades de glucosa exclusivamente en posiciones 1,4. La fracción de amilopectina del almidón tiene una estructura de cadena ramificada. La unidad básica es la misma que en la amilasa, es decir, unidades de glucosa unidas en posición 1,4; las ramificaciones son enlaces 1,6 en diferentes puntos a lo largo de la cadena.

Como el almidón es insoluble en agua fría, si se interrumpe la agitación, los gránulos no pueden mantenerse en suspensión. Cuando la suspensión de almidón se calienta, se produce un hinchamiento de los gránulos en un rango determinado de temperatura que es específico para cada tipo de almidón.

Cuando los almidones se calientan y melifican, la fracción amilasa nunca se disuelve por completo y, con el tiempo, las moléculas de amilasa tienden a unirse en haces lineales mediante puentes de hidrógeno intermoleculares, formando agregados cristalinos.

Los almidones nativos pueden modificarse de muchas formas distintas. Estos derivados se obtienen fundamentalmente a partir de almidón de maíz céreo, porque en su forma no modificada contiene una gran cantidad de amilopectina que le confiere una resistencia natural a la retrogradación. Además, con el calentamiento forma geles transparentes y no coagulados que son estables durante largos periodos de tiempo.

La introducción de grupos éster con enlaces cruzados entre las cadenas de almidón estabiliza los gránulos. El grado de enlaces cruzados es la relación entre el número de puentes y el número de unidades de glucosa. Se necesita un número muy pequeño de enlaces cruzados por cada 500-1000 unidades de glucosa, para conseguir la estabilidad adecuada sin alterar el valor nutritivo.

Para la elaboración de alimentos, en donde además de la estabilidad durante el proceso de fabricación, tiene una gran importancia durante el almacenamiento, los almidones se modifican combinando la formación de enlaces cruzados con esterificación y eterificación.

3.2.3.2.2. Hidrocoloides.

Los hidrocoloides son largas cadenas poliméricas solubles en el agua, que tienen un elevado peso molecular. Los hidrocoloides se extraen de diversas plantas, algas y a partir de colágeno de animal. Algunos se obtienen también por síntesis microbiana. Además de las gomas naturales, se utilizan otros productos naturales químicamente tratados y gomas sintéticas. Los hidrocoloides desempeñan un papel muy importante en la fabricación de alimentos y tienen una contribución fundamental en la textura que el

Diseño de una planta de producción de leche pasterizada, yogur y postres lácteos.

consumidor percibe de ellos. Entre las funciones específicas de los hidrocoloides, se puede citar el espesamiento, la gelificación y la estabilización, pero además ejercen un gran número de propiedades funcionales secundarias.

Una propiedad común a todas esas gomas es que producen el espesamiento de la fase acuosa y, algunas de ellas, tienen capacidad gelificante. Generalmente, la preparación de los postres lácteos requiere la adición de hidrocoloides para obtener la consistencia y la textura que desean en el producto.

○ Carragenanos.

Son unos de los agentes gelificantes más empleados en los postres lácteos. Resultan especialmente adecuados para este tipo de productos por los siguientes motivos:

- Se precisan dosis muy bajas porque presentan una gran afinidad por las proteínas de la leche (especialmente la caseína kappa)
- Se puede obtener una amplia gama de postres lácteos diferentes, según el tipo y concentración del carrageno añadido; muchas veces las fracciones de carragenano se combinan con otros hidrocoloides como almidones y garrofin;
- Solamente es necesario a 70°C para su disolución.
- Cuando se calientan, los carragenanos no desarrollan una gran viscosidad, lo que facilita la elaboración (bombas, conducciones, rápida transferencia de calor);
- Los carragenanos no enmascaran los aromas y sabores.

La formación de los geles de carragenano se produce durante el enfriamiento, en un intervalo de temperaturas muy concreto.

○ Goma de algarrobo.

Aunque puede usarse como único agente espesante en los postres lácteos, normalmente se emplean combinados con el carrageno kappa para la obtención de geles

elásticos y cohesivos. Su efecto sinérgico con el carragenano kappa y la goma de xantano, lo convierten en un componente importante entre las gomas. No obstante, el garrofin ejerce un efecto negativo sobre la intensidad del sabor.

3.2.3.2.3. Pectina.

Las pectinas se han utilizado tradicionalmente como agentes gelificantes en la elaboración de gelatinas, mermeladas y preparaciones de frutas para los productos lácteos, pero también pueden añadirse como estabilizante en los postres a base de nata acidificada y como gelificante en los postres lácteos. Las pectinas se encuentran ampliamente distribuidas en los tejidos vegetales como elementos estructurales. Se extraen principalmente de la piel de los cítricos, de la manzana y de la pulpa de la remolacha.

En su estado natural, el ácido péctico está esterificado con metanol en distintos grados. Las pectinas suelen clasificarse en:

- Pectinas de alto nivel metoxido (HM) o muy metoxiladas, con un grado de esterificación (DE) superior al 50%.
- Pectinas de bajo metoxido (LM) o poco metoxiladas, con un grado de esterificación inferior al 50%. Además, también hay pectinas LM, que están amidadas, dependiendo del proceso de desmetilación. El grado de amidación (DA) indica el porcentaje carboxilo en forma amídica.

Las pectinas HM se usan en las leches acidificadas y en los yogures para evitar la coagulación de la leche durante el tratamiento térmico. Para la elaboración de postres lácteos neutros (pudines, flanes), las pectinas de bajo metoxilo resultan particularmente interesantes, porque forman un gel con los iones calcio de la leche aunque el contenido en sólidos solubles sea muy bajo.

- Carboximetilcelulosa.

La carboximetilcelulosa (CMC) se detiene a partir de la celulosa con monoclora-acetato sódico. La CMC estabiliza las proteínas antes del tratamiento térmico de

las leches acidificadas, vitando su coagulación. Por ejemplo, combinada con almidones y otros hidrocoloides, la CMC también se emplea en los postres cremosos, leches gelificadas y postres con distintos recubrimientos, para reducir la sinéresis y contribuir a la sensación cremosa que se desea en el producto final.

○ Otros.

Aunque para la fabricación de postres lácteos predominantemente se utilizan los carragenos, también se preparan mezclas con otros hidrocoloides como alginatos, garrofin, goma guar y xantanos, estas mezclas se añaden cuando se desean en el producto unas características que no pueden conseguirse con el empleo de una sola goma, pero que se obtienen como resultado de la acción sinérgica entre distintas gomas.

3.2.3.3. Tipos de postres lácteos.

Actualmente, los consumidores disponen de una amplísima gama de postres lácteos en el mercado, con distintos aromas y sabores, variadas texturas y numerosas prestaciones (desde el simple pudín, hasta postres con muchas capas diferentes).

Tipos de postres*.					
	Preparación doméstica.	Postres preparados para su consumo de fabricación industrial.			
Tipo de postre.	Pudines cocidos, flanes.	Pudines instantáneos	Flanes de leche gelificada.	Postres cremosos, natillas.	Postres multicapa.
Textura.	Corta, de pesada ligera, desmontable.	Gel débil, espeso pastoso.	Geles firmes desde quebradizos a suavemente cremosos.	Cuerpo cremoso de fuerte a ligero.	Capas de geles desde cremosos hasta firmes con o sin recubrimiento.

*Los ingredientes incluyen leche, azúcar, agentes espesantes (almidón y gomas), agentes gelificantes, aromatizantes y colorantes.

3.2.3.4. Ingredientes de los postres lácteos.

- **Leche**

En los postres lácteos, los principales ingredientes son la leche y las proteínas de la leche. Se pueden emplear en muchos tipos de leches diferentes pero, en cualquier caso, la calidad de la leche de fabricación debe controlarse rigurosamente. La proporción de proteínas y la estabilidad de las micelas de caseína son dos factores importantes para que se produzca una óptima interacción entre la caseína y el carragenano. Además de las proteínas, la materia grasa de la leche también desempeña un importante papel en las características del producto.

- **Edulcorantes**

Aunque puedan usarse otros tipos de edulcorantes, el más ampliamente utilizado para la elaboración de postres lácteos es la sacarosa.

Para la fabricación de postres bajos en calorías se añaden polioles (como el sorbitol o el manitol) y edulcorantes artificiales.+

- **Aromatizantes y colorantes.**

Los sabores más populares son chocolate, vainilla, caramelo y café, aunque pueden utilizarse muchos otros aromas y sabores. Los aromatizantes y colorantes empleados deben ser estables al calor y no experimentar modificaciones durante la conservación. Para la elaboración de los postres de chocolate se dispone de una gran variedad de calidades de cacao, con diferentes grados de alcalinización, colores y contenidos grasos, que pueden tener gran influencia sobre la textura del postre.

4. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA E INSTALACIONES.

4.1. PRODUCCIÓN DE LECHE Y NATA.

4.1.1. Línea de producción de la leche entera, semidesnatada y desnatada.

4.1.1.1. Recogida de la leche.

La leche se recoge en las explotaciones ganaderas con camiones cisterna refrigerados. Hasta ese momento la leche se conserva en la granja en tanques refrigerantes. Las cisternas de recogida normalmente son tanques cilíndricos o en forma de barril, de acero inoxidable, que pueden estar divididos en varios compartimentos internos, dependiendo del tamaño de la cisterna. El tanque está aislado térmicamente para mantener la leche fría durante su transporte. En la cisterna se instala el equipo necesario para su llenado y vaciado con una manguera flexible y las válvulas necesarias para estas operaciones, colocándose el conjunto sobre el chasis de un camión.

Durante el manejo de la leche cruda, es importante evitar la agitación y las lesiones mecánicas de los glóbulos grasos, cuya rotura tiene efectos negativos sobre la calidad de los productos que se van a elaborar con esa leche. La membrana de los glóbulos grasos se lesiona por efecto de las fuerzas de cizalla generadas durante la agitación y la grasa queda libre expuesta a la acción de las lipasas en la fase acuosa de la leche. Gran parte de la actividad hidrolítica y la producción de ácidos grasos libres (AGL) en la leche cruda, se debe a la acción de las lipasas nativas de la leche. En muchas ocasiones, la leche se transvasa desde el tanque a la cisterna con una bomba de vacío; este método causa menos lesiones en los glóbulos grasos, además evita problemas higiénicos y reduce los costes que conlleva el empleo de otros tipos de bombas.

4.1.1.2. Recepción y almacenamiento de la leche.

Como se menciona en el apartado anterior, el transporte de la materia prima hasta la fábrica se realiza en camiones-cisterna refrigerados. La descarga del mismo se realizará a través de unas mangueras y mediante una bomba centrífuga que aspira la

leche a razón de 20.000 Kg/h. antes se hace pasar por un par de filtros en paralelo, que permite eliminar las partículas más gruesas que pudiera traer. Mencionar que en este caso no se deben utilizar bombas de vacío, que ayudarían a no deteriorar los glóbulos grasos de la leche, puesto que los silos de almacenamiento de la leche tienen una capacidad demasiado elevada (varios miles de litros) y una bomba de vacío no proporcionaría la potencia necesaria.

A continuación se hace circular por un desaireador que elimina el aire disuelto que lleva la leche y que puede estar en proporciones considerables (en torno al 8% en volumen). Es necesario eliminarlo para no cometer errores en la medida volumétrica del caudal. Del desaireador pasa a un depósito que regula la entrada de la leche cruda al clarificador centrífugo.

4.1.1.3. Clarificación centrífuga.

La leche cruda contiene células somáticas y partículas extrañas procedentes del suelo (paja, estiércol...) que llegan a la leche durante el ordeño. Cuando la leche se deja en reposo, los glóbulos grasos se agregan y ascienden a través de la fase acuosa hasta la superficie de la leche, en donde forman una capa de nata, las partículas insolubles se hunden constituyendo un sedimento. Las diferencias existentes entre las densidades de la fase acuosa, de la grasa y de las partículas insolubles que pueden contener la leche, son la base de la clarificación centrífuga y del desnatado o separación de la nata por centrifugación.

4.1.1.4. Termización.

La leche tras su paso por el clarificador centrífugo, de nuevo pasa a un tanque de regulación del flujo de la leche, que entra en un intercambiador de placas situado antes del depósito de almacenamiento. Con el se pretende disminuir la temperatura de la leche hasta los 4°C a los que debe estar almacenada, pues ha ido incrementándose a su paso por las bombas centrífugas y por el clarificador debido a la fricción.

A este proceso se le conoce como termización. Es un tratamiento que se aplica para prolongar el tiempo de almacenamiento de la leche antes de someterla a una pasteurización o cualquier otro tratamiento térmico más severo.

La termización reduce la flora microbiana de la leche y siempre que se enfríe y se mantenga a 0-1°C, el tiempo de almacenamiento puede prolongarse hasta siete días sin pérdidas de calidad. Es importante mantener la leche termizada a baja temperatura hasta que reciba el tratamiento térmico con el fin de retrasar el crecimiento de las bacterias aerobias formadoras de esporas. La termización provoca la germinación de algunos esporos y su paso a células vegetativas, con lo que en el tratamiento de pasteurización se consigue una mayor destrucción de bacterias esporuladas que cuando se aplica directamente.

4.1.1.5. Almacenamiento.

Una vez enfriada se almacenará en un tanque cilíndrico de acero inoxidable de 35.000 L de capacidad, el cual debe mantenerse refrigerado para que la temperatura de la leche oscile sobre los 4°C. Además estará aislado con una capa de 10 cm. de poliuretano para reducir las necesidades de refrigeración. Es importante hacer notar que el tanque debe ser agitado para evitar la separación de la materia grasa, ya que debido a la diferencia de densidad esta tendería a subir.

4.1.1.6. Pasterización.

El proceso más usado actualmente para una óptima pasteurización es un tratamiento a alta temperatura durante un tiempo corto (High Temperature Short Time: HTST), en condiciones de al menos 71°C durante 15 segundos (o tratamientos equivalentes). En cuanto al control que se le aplicara a esta etapa del proceso:

- Negativo en la tasa de fosfatasa alcalina: Se trata de una enzima que se inactiva con un tratamiento ligeramente superior al necesario para destruir *M.tuberculosis*.
- Positivo en la tasa de peroxidasa: Esta enzima, por el contrario, solo se inactiva una temperatura superior a los 80°C, por lo que su ausencia en la leche pasteurizada indica un exceso de tratamiento. El calentamiento de la leche a temperaturas superiores a 80°C produce cambios indeseables en su sabor y color y, además, origina la activación térmica de los esporos.

Para conseguir aplicar este tratamiento a la leche, en el presente proyecto se van a usar una serie de tres intercambiadores de placas, los cuales van a conseguir llevar a la leche hasta alcanzar la temperatura de pasteurización, para, a continuación, hacerla circular por un Tubo de Mantenimiento, donde se va a realizar la pasteurización propiamente dicha, permaneciendo en el, por tanto, durante 15 segundos a 72°C. En estos intercambiadores el medio calefactor y el refrigerante circulan de la misma forma pero en dirección contraria a la de la leche (en contracorriente) y por la cara opuesta de cada una de las placas.

- ◆ En el primero hay un precalentamiento regenerativo entre la leche que entra cruda y la que sale del estandarizador (siguiente etapa).
- ◆ En el segundo se produce un calentamiento regenerativo entre la leche que sale del tubo de mantenimiento y la que viene del precalentador.
- ◆ El tercer intercambiador da el incremento de temperatura necesario para que la leche entre al tubo de mantenimiento a 72°C.

La legislación vigente exige que todos los sistemas de pasteurización dispongan de una válvula de desviación de flujo; esta válvula se acciona cuando la leche no ha alcanzado la temperatura de tratamiento y la desvía devolviéndola al tanque de leche cruda que alimentan el intercambiador de calor. Con esta válvula de seguridad se impide que la leche que no ha sido correctamente pasteurizada llegue a la envasadora y así se garantiza la seguridad de la salud de los consumidores.

Hay que hacer notar que antes de la pasteurización parte de la corriente de leche se ha desviado para la producción de postres. También comentar que durante el proceso de regeneración se usan dos intercambiadores porque primero se enfría la leche pasteurizada hasta una temperatura óptima para el proceso de estandarización (60°C) y después se vuelve a enfriar para aprovechar al máximo el proceso regenerativo.

4.1.1.7.Estandarización.

La estandarización de la leche semidesnatada y de la leche entera se realiza con objeto de ajustar su contenido en materia de grasa a los porcentajes exigidos por la legislación. Generalmente, la leche desnatada no se estandariza, ya que es un producto

obtenido de la separación de la materia grasa de la leche. Para la estandarización puede utilizarse leche cruda o pasteurizada y el proceso puede ser continuo o discontinuo:

- ◆ Discontinuo: El ajuste de la cantidad de materia grasa se consigue mezclando leche entera y leche desnatada; de contenidos grasos conocidos, en las proporciones necesarias para obtener una leche del porcentaje graso deseado.
- ◆ Continuo: Se tratan de desnatadoras con dos salidas independientes (una para la nata y otra para la leche desnatada) y un densímetro colocado en cada una de las líneas de circulación. La leche entera llega a la desnatadora a una temperatura de entre 55-65 °C; conociendo exactamente los contenidos grasos de la nata y de la leche desnatada y midiendo las velocidades a las que cada uno de los productos fluye por sus respectivas líneas de conducción, se vuelve a incorporar una cantidad determinada de nata en el caudal de leche desnatada.

Para la planta proyectada, se va a utilizar una estandarización en continuo con la corriente que sale de la pasteurización y con la leche aún caliente para que toda la grasa esté en estado líquido y que así sea más fácil su separación. Puesto que se trata de un proceso continuo, la leche y la nata separadas se mezclarán en las propias corrientes de proceso.

Obviamente, el estandarizador tendrá dos corrientes de salida; por un lado la nata que pasa a un proceso de homogeneización y por otro lado la leche desnatada, que se hace circular por el intercambiador de placas regenerativo, tras el cual pasa a un intercambiador de placas donde se enfría hasta 4 °C.

4.1.1.8. Homogeneización.

Aunque se podía haber homogeneizado toda la leche antes de su estandarización se ha preferido aplicar este tratamiento exclusivamente a la nata, ya que las fuertes fuerzas de cizalla a las que se ve sometido el fluido no sólo provocan la rotura de los glóbulos grasos, sino que además provocarían la desnaturalización de determinadas proteínas de la leche.

Esta etapa es importante, porque reduce la sensación grasa que produce el consumo de leche entera y además evita la separación de la capa superficial de nata y la formación de tapones de grasa. También gracias, a esta etapa, se consigue disminuir la agitación en los depósitos de regulación que mantenía las dos fases unidas.

Un homogeneizador de leche tiene tres elementos importantes:

- ◆ Una bomba de alta presión.
- ◆ Una válvula de homogeneización para la primera fase (alta presión).
- ◆ Una válvula de homogeneización para la segunda fase (baja presión).

La bomba es de desplazamiento positivo, y mantiene una presión de alimentación constante en los cabezales de homogeneización. La bomba está fabricada en acero de alta resistencia al desgaste y durante el proceso los pistones se refrigeran con agua. Las válvulas más utilizadas son de dos tipos: las de bola y las de tajadera. La bomba de pistones envía la leche a presión hasta la válvula de la primera fase. La leche, a una temperatura de 55-80°C (para que toda la materia grasa se encuentre en estado líquido), llega a la primera válvula de homogeneización a una velocidad entre 1000-4000 m/s. Cuando la leche pasa a través del estrecho paso anular de la válvula que es de aproximadamente 0,1 mm, los glóbulos grasos se rompen y su tamaño medio se reduce hasta 1-2 μm (como se indica en el punto 2.1.1 de la memoria del proyecto, el tamaño inicial de un glóbulos graso, es de 3-4 μm) como consecuencia del efecto combinado de la alta presión y la turbulencia. La finalidad de la segunda válvula de homogeneización, que trabaja a una presión mucho menor, es la de evitar la coalescencia entre los glóbulos grasos recién formados.

Tras la descripción teórica de esta etapa, mencionar que para la instalación proyectada, la homogeneización se aplica a la nata caliente que sale directamente de la etapa de estandarización a 62°C. Mediante una bomba de desplazamiento positivo y dos válvulas de bola.

Inmediatamente después, la nata se introduce en un intercambiador de placas para proceder a su enfriamiento antes de mezclarla con la leche, ya fría.

4.1.1.9. Envasado de la Leche Pasterizada.

Las corrientes de leche y de nata se mezclan en las proporciones adecuadas para la producción de cada tipo de leche. Para esto, se han instalado densímetros y caudalímetros que permiten determinar las proporciones exactas de la mezcla. Estas corrientes pasarán a unos depósitos que permitirán la regulación del caudal de leche que pasa a la envasadora.

Las máquinas de envasado elegidas son de la compañía Tetra-Pack. El envase se llena por el fondo de una dispensadora volumétrica a la que llega la leche procedente del tanque de regulación. Cuando la leche está ya en el envase, la base se cierra y se sella térmicamente. A pesar de que no es un envasado aséptico, sino simplemente higiénico, el sistema permite mantener el producto en muy buenas condiciones, que serán más largas cuanto más se mantenga la cadena de frío.

La finalidad del envase es la de contener, proteger y preservar los alimentos, además de servir para informar al consumidor. También facilita la venta del producto y su empleo. Los envases de cartón y plástico, los más utilizados por los comerciantes, presentan una serie de ventajas frente a las botellas de vidrio: su peso es mucho menor, pueden fabricarse con distintas formas que faciliten su manipulación, y pueden ser de mayor tamaño que las botellas.

El gran éxito de los envases de cartón para la leche UHT, ha propiciado el empleo de formatos parecidos para la leche pasteurizada. El envase de cartón Tetra-Top (una variante del Tetra-Brick), resulta mucho más práctico porque tiene un cierre de plástico con una anilla para su apertura y es mucho más fácil de abrir y más cómodo para servir. El envase de cartón para leche pasteurizada está compuesto por varias láminas, con una capa exterior protectora de polietileno de baja densidad (LDPE) sobre el cartón en el que se imprimen las leyendas. La cara interna del papel también está formada por LDPE, que es la lámina impermeable en contacto directo con la leche. El cartón proporciona la resistencia necesaria. Los envases Tetra-Top son de tipo formar-llenar-cerrar, pero así como los envases Tetra-Brick se fabrican por completo a partir de bobinas de material laminado, los cierres de los envases Tetra-Top se obtienen a partir de lentejas de LDPE; al material plástico caliente se le da forma por inyección de un

molde y se colocan sobre un cartón una vez que el envase está hecho. Durante la operación de envasado, el material líquido de la bobina se pliega cuadrangularmente y se pliega el cierre de plástico.

Los envases de polietileno de alta densidad representan una alternativa (reciclable) a los envases de cartón. Estos envases se fabrican con HDPE en vez de con LDPE porque es un plástico más resistente y rígido. Los métodos de llenado de las botellas de polietileno de alta densidad son diferentes de los utilizados para los de vidrio y pueden clasificarse en cuatro grupos:

- ◆ Llenado por nivel: los envases se llenan hasta una línea marcada por el envase.
- ◆ Llenado por el peso: el sistema dosificador de la leche se controla midiendo el peso neto.
- ◆ Llenado volumétrico: una bomba de desplazamiento positivo llena el envase con un determinado volumen de leche.
- ◆ Llenado por medida de caudal: el volumen de leche dispensado se mide en un caudalímetro.

La leche en botellas de vidrio mantenidas en refrigeración a 6 °C no se conserva más de 4-5 días. Los envases de cartón pueden considerarse estériles en el momento del llenado porque están fabricados con plástico y, dado que es imposible conseguir un alto nivel en las condiciones higiénicas de manejo y envasado de la leche ya pasteurizada, la conservación del producto a 4-6 °C puede superar ampliamente los siete días.

4.1.2. Línea de producción de Nata.

4.1.2.1. Obtención de la nata por separación centrífuga.

Como se indica en la descripción del proceso productivo de la leche, la nata es uno de los productos resultantes en la etapa de estandarización, en la que se produce la separación de la materia grasa de la leche (nata) que contiene la leche. Tras esto la nata

se va reincorporando a la leche para producir la leche semidesnatada y la leche entera. La que va sobrando se envía a un depósito de regulación en la que por un lado pasa a la línea de envasado y por otro se va acumulando para satisfacer la demanda interna de la fábrica para la elaboración del yogur de sabores.

Para entender un poco mejor de que manera se consigue esta separación, se considera conveniente realizar una descripción teórica de una desnatadora centrífuga industrial. Estas consisten en un conjunto de platillos cónicos encajados sobre un eje central de un tambor que gira a gran velocidad impulsando por un motor eléctrico de transmisión directa o de fricción. Los platillos de una desnatadora tiene unos orificios de distribución que quedan alineados verticalmente al encajarse entre si. La leche entra en el bol por la parte inferior y va ascendiendo por los agujeros del paquete del platillo.

Aunque todavía se utilizan desnatadoras semiherméticas, actualmente la mayor parte de los fabricantes instalan desnatadoras herméticas. La leche entra en la desnatadora por el eje de alimentación hueco sobre el que se asientan los platillos y que les hace girar. Se distribuye por la superficie de los platillos y, una vez que la nata y la leche desnatada se han separado, ambos productos se extraen de la desatadora a través de colectores herméticos en vez de por un sistema de disco. Como en el transcurso de la centrifugación los glóbulos grasos se dirigen hacia en eje central de los platos separadores, la nata, cuyo contenido graso es mayor, se acumula en el eje de rotación. En una desnatadora semihermética el disco colector no es capaz de recuperar la grasa del eje de rotación y, por lo tanto, es necesario concentrar la nata en exceso para obtenerla con un contenido graso deseado. Sin embargo, las desnatadoras herméticas pueden extraer la nata desde el eje de rotación y nos es necesario concentrarla tanto. Las desnatadoras herméticas suelen trabajar con la leche a una temperatura entre 50-60 °C, aunque pueden hacerlo a temperaturas más altas. Es posible obtener natas con contenidos grasos entre 20 y el 70 % y la materia grasa de la leche desnatada entre 0,5 y 0,07 %.

En nuestra instalación, como ya se ha indicado, se va a utilizar un estandarizador en continuo con la corriente que sale de la pasteurización (60°C) que va a realizar la doble función de separar la nata y la leche desnatada y, además mezclarlas en las fracciones adecuadas para obtener también leche semidesnatada y leche entera.

4.1.2.2. Tratamiento y envasado de la nata.

Debido a que en la configuración de la fábrica se decidió ubicar la desnatadora tras la etapa de pasteurización, la nata, cuando la separamos, ya se encuentra pasteurizada. Pero esto no es siempre de esta forma, en el caso que la separación de la nata se hubiera realizado antes del tratamiento térmico, habría que haberle aplicado a la nata su pertinente proceso de pasteurización.

Dependiendo del volumen de producción, la nata puede pasteurizarse con tratamientos LTLT o HTST. En la producción a gran escala suele utilizarse el sistema en continuo de pasteurización HTST; los intercambiadores de calor pueden ser de placas o tubulares y generalmente, son los mismos que se emplean para la pasteurización de la leche. En la línea de fabricación de la nata no debe haber ni recodos ni curvas en las conducciones para evitar cualquier posible efecto mecánico que produzca el batido de la nata y su transformación en mantequilla. Por esta misma razón no debe utilizarse para el transporte bombas centrífugas, sino bombas de desplazamiento positivo.

Como se menciona en el punto anterior, la nata pasteurizada se envía a un depósito de almacenamiento desde donde se envía a la línea de envasado.

Existen muchos tipos de envases distintos para la nata fresca o pasteurizada, pero para evitar la alteración del producto durante su conservación, hay que tener en cuenta varios factores:

- Es imprescindible evitar que la luz llegue al producto, porque si incide sobre la grasa puede desencadenar las reacciones de autooxidación, que originan el desarrollo de aromas y sabores a rancio. La nata homogeneizada es especialmente susceptible a la acción de la luz.
- La nata puede absorber aromas extraños a partir de muchas fuentes distintas y por lo tanto, el envase debe ser absolutamente impermeable a los gases.
- Los propios materiales de envasado pueden contener compuestos capaces de migrar hasta la nata y deteriorar gradualmente su calidad, por ejemplo, los monómeros procedentes de los plásticos, o las tintas y colorantes de las impresiones de los textos y decoloraciones de la etiqueta. Para evitar este

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

tipo de problemas hay que seleccionar cuidadosamente los materiales de envasado.

- El diseño de los envases también puede influir sobre la calidad de la nata. Durante su almacenamiento, puede producirse la separación de una parte del suero, puede ser un aspecto importante en la aceptabilidad del producto por parte de los consumidores.

La distribución a granel de la nata para su uso industrial se realiza frecuentemente en camiones cisterna y en ese caso, son fundamentales los sistemas CIP para limpiar las líneas de conducción, las bombas y garantizar las condiciones higiénicas del tanque; estas operaciones determinan la seguridad y duración de los productos.

El procedimiento de envasado elegido para la fábrica será el mismo que para el de la leche. Se utilizarán máquinas de envasado de la compañía Tetra-Pack, con un envase del tipo Tetra-Brick.

4.2. PRODUCCIÓN DE YOGUR.

4.2.1. Los fermentos del yogur.

La función de cualquier fermento o cultivo iniciador es producir suficiente cantidad de ácido láctico en el menor tiempo posible, haciendo descender el PH de la leche desde 6,4-6,7 (dependiendo de la riqueza en extracto seco) hasta un PH de 3,8-4,2 y además desarrollar en el producto final unas características de textura, viscosidad que correspondan a las exigencias de los consumidores.

Muchas veces, la elección del cultivo iniciador que se utiliza para fabricar las leches fermentadas está basada en la tradición. El tipo de fermento no sólo es importante para las características de un producto determinado, sino que también determina las diferentes variedades de ese producto.

Los cultivos iniciadores pueden clasificarse en dos grandes grupos en función de su temperatura de crecimiento: mesofílicos y termofílicos. Aunque el termino termofílico debería reservarse para los microorganismo cuya temperatura de crecimiento esta comprendida entre 55-70°C, en la industria láctea se llama así a los cultivos que presentan una actividad máxima entre 35-45°C. Esta terminología facilita la rápida y útil distinción ente los cultivos de yogur y los de quesería, cuya temperatura de crecimiento es de 20-35°C y que se denominan mesofílicos. Estrictamente, las bacterias mesofílicas son aquellas cuya temperatura óptima de crecimiento es entre 20-45°C y, por los tanto, en una clasificación más precisa, todos los microorganismos mencionados hasta ahora deberían de considerarse mesofílicos.

Los cultivos comerciales más usados están compuestos por *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus*, *Streptococcus salivarius* ssp. *Thermophilus* y los productos “bio” contienen además especies de *Bifidubacterium*. Entre otros microorganismos empleados para la elaboración de leches fermentadas se pueden citar *Lactobacillus delbrueckii* spp. *Lactis*, *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus helveticus*.

En la elaboración del yogur tradicional, la leche se siembra con *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus*, *Streptococcus salvarius* ssp. *Termophilus*, estableciéndose

entre estas bacterias lácticas un fenómeno de asociación o simbiosis cooperativa que es beneficioso para ambos microorganismos, pero no necesario. Este tipo de relación se conoce como procooperación.

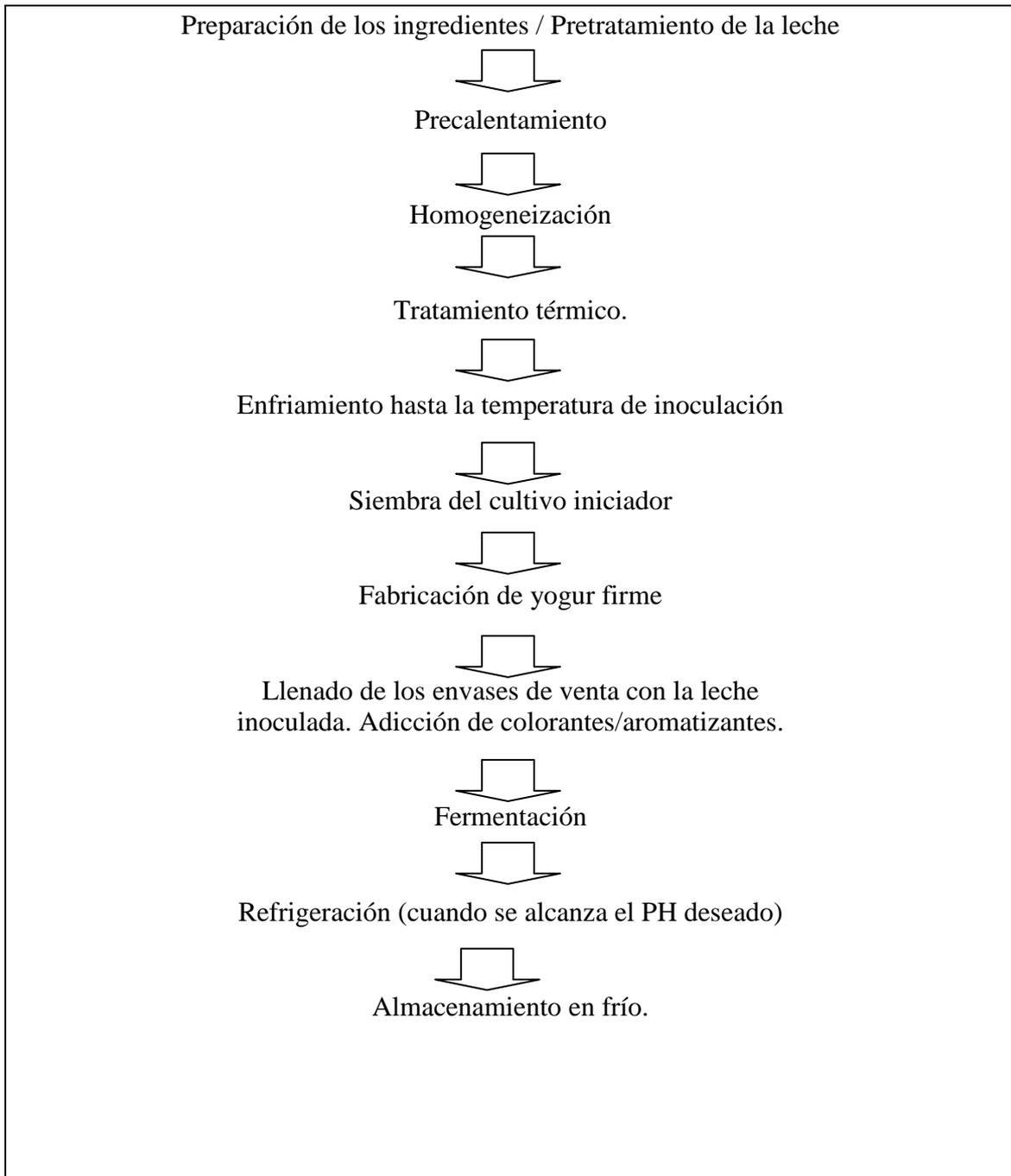
El crecimiento del estreptococo se ve estimulado por la presencia en el medio de aminoácidos y péptidos liberados en la acción proteolítica del lactobacilo sobre las proteínas de la leche. A su vez, el desarrollo del lactobacilo está favorecido por el ácido fórmico y el CO₂ producidos por las células del estreptococo en la fase de crecimiento logarítmico.

En los últimos años han empezado a utilizarse *Lactococcus casei* ssp. *Casei* u especies de bifidobacterias como *Bifidobacterium*, *bifidum*, *infantis*, *breve*, *longum* y *adolescentis*, con la finalidad de evitar la acidificación excesiva de los productos fermentados y potenciar sus efectos beneficiosos para la salud.

Los cultivos iniciadores pueden adquirirse de forma líquida, congelados, deshidratados o liofilizados. Los fermentos líquidos están obtenidos en la leche en polvo desnatada reconstituida, sin residuo de antibióticos y esterilizadas; este tipo de cultivos iniciadores puede conservarse a temperaturas de refrigeración durante 1-2 semanas. Los fermentos congelados (-30/-40°C) y los ultracongelados en nitrógeno líquido (-196°C) pueden mantenerse durante 3-6 semanas y los cultivos deshidratados (al vacío por pulverización, liofilizados y concentrados liofilizados) se conservan más de seis meses. Generalmente, los fermentos líquidos y los liofilizados se propagan preparando “cultivos madre” y estos se subcultivan en tanques fermentadores para obtener el volumen de inóculo necesario para la producción. Los fermentos concentrados congelados o liofilizados contienen 10⁹-10¹² células activas por gramo y se destinan a la preparación del cultivo para la preparación (en tanques de capacidad de entre 1000 y 9000 litros) o bien se siembran directamente en la leche (cultivos para siembra directa).

4.2.2. Proceso de fabricación del yogur.

Las etapas fundamentales del proceso de elaboración de los yogures firmes y de los yogures batidos se muestran en la Figura 1. Las fases previas a la incubación de la leche, son comunes en ambos tipos de yogur. A continuación se explica cada paso con más detalle.



4.2.2.1.Pretratamiento de la leche.

En este punto se incluyen todos los tratamientos relacionados con la recogida, tamizados previos para eliminarle las partículas más gruesas y el almacenamiento necesario para conseguir el perfecto mantenimiento de la leche en su llegada como materia prima a la planta.

4.2.2.2.Homogeneización.

Es necesario evitar la separación de a grasa durante la fermentación y durante el almacenamiento y transporte del yogur. Esta etapa de homogeneización es especialmente importante en los productos con un contenido graso relativamente elevado y también en la fabricación del yogur firme, porque el coágulo una vez formado no se vuelve a agitar.

La leche es una emulsión de grasa en agua y la finalidad de la homogeneización es reducir el tamaño de la fase discontinua, es decir, de los glóbulos grasos, para conseguir una emulsión estable.

El diámetro de los glóbulos grasos de la leche varía entre 1 y 20 micras. En el proceso de homogeneización, el diámetro medio de los glóbulos grasos se reduce a menos de 2 micras.

4.2.2.3.Tratamiento térmico.

Los objetivos que se persiguen en esta etapa de fabricación:

- Eliminar las formas vegetativas de los microorganismos patógenos.
- Destruir o reducir hasta un número aceptable los microorganismos alterantes.
- Reducir la población microbiana total para que no interfiera con el desarrollo de las bacterias lácticas del cultivo iniciador.
- Desnaturalizar las proteínas del suero para mejorar la textura del producto final y para ayudar a evitar la separación de suero durante la conservación

del yogur (de especial importancia en la elaboración del yogur firme o compacto).

- Hidratar los estabilizantes que se disuelven en caliente.

4.2.2.4.Refrigeración.

Una vez que la leche ha recibido el tratamiento térmico, es necesario enfriarla hasta una temperatura adecuado para la siembra del cultivo. La refrigeración se realiza en la sección de regeneración del intercambiador de calor. Dada la eficacia del funcionamiento de los modernos pasteurizadores de placas, el paso de la leche por la sección de regeneración es suficiente para enfriarla a la temperatura necesaria.

En el sistema de incubación corta, el cultivo se siembra cuando la leche está aproximadamente a 42°C; si el periodo de incubación es más largo, la temperatura de la leche es más baja (aprox. 30-32°C).

Hay que tener en cuenta las pérdidas de calor que se producen a través de la pared del tanque de fermentación, al añadir los cultivos fríos y por el efecto del calor latente y, por tanto, la temperatura real de enfriamiento de la leche, medida en la sección de regeneración de intercambiador, debe ser 1-2 °C superior a la deseada, dependiendo del volumen, sistema de agitación, distancia a recorrer, etc....

En la fabricación del yogur firme por la técnica de incubación corta, resulta especialmente importante que la leche este a la temperatura adecuada cuando se inocula el fermento porque si es demasiado alta, inhibirá y hasta puede llegar a destruir los microorganismos del cultivo iniciador; si la temperatura es muy baja, el tiempo de incubación se prolonga innecesariamente.

4.2.2.5. Línea de producción del yogur.

Esta es una fábrica que produce en continuo una serie de productos, es por este motivo que la materia prima que utiliza para la producción de los yogures es la leche desnatada, obtenida de la línea de producción de la leche. A este producto, como se describió en su línea de proceso, ya se le han aplicado los pretratamientos, homogeneización, tratamientos térmicos (en este caso; pasteurización) y refrigeración. Por tanto es este punto, el que se puede considerar como el comienzo real de la línea de producción del yogur.

4.2.2.5.1. Ultrafiltración.

El primer tratamiento al que se ve sometida la leche desnatada que se utiliza para la producción de yogur es una ultrafiltración. Con ella se pretende aumentar la concentración de sólidos de la misma, para así obtener un producto más consistente. Se hace pasar la leche por un tubo con una membrana muy tupida que sólo permite el paso de suero que lleva, pero no de los sólidos.

Durante los años 70, las técnicas de filtración en membranas, como la ultrafiltración y la osmosis inversa, se empezaron a utilizar en la fabricación de productos lácteos fermentados elaborados con leche de vaca. Abrahamsen y Colmen (1980), comprobaron que con la leche concentrada por ultrafiltración se obtiene un yogur más firme y más viscoso y que con esta tecnología, la leche podía concentrarse menos sin modificaciones en la textura y viscosidad del producto final.

Después es necesario calentar la leche hasta la temperatura de inoculación mediante un intercambiador de placas. Ésta pasa a un depósito que regula su distribución para la producción de yogur de sabores y yogur desnatado.

4.2.2.5.2. Preparación y adición de los ingredientes.

La elaboración de un yogur comienza por la selección y mezcla de todos los ingredientes que constituyen la preparación inicial o mezcla base. Mencionar que antes del cultivo y adición de los distintos ingredientes la leche desnatada se calienta hasta la temperatura de cultivo, seleccionada para la planta en 41 °C.

El contenido en sólidos no grasos, materia grasa y sólidos totales depende del tipo de yogur. También varía la proporción de otros ingredientes como azúcar, leche en polvo desnatada, agua o nata.

Los ingredientes que se incorporan en polvo necesitan cierto tiempo para rehidratarse y desairearse; estos productos (leches en polvo, estabilizantes, azúcares) no deben añadirse directamente a la leche en los sistemas de fabricación discontinua. El método de incorporación que se utiliza consiste en mezclar los ingredientes en polvo en una conducción por la que se hace recircular la leche y en la que se instala una válvula de succión o un dispositivo de tres vías, para facilitar su disolución. En las plantas de producción en continuo, los productos en polvo se dispersan previamente en parte de la leche o en agua y después se añade la cantidad necesaria mezclando el ingrediente, ya disuelto, en la línea principal por la que circula la leche.

Resultados obtenidos en investigaciones más recientes, sugieren que la proporción entre la caseína y las proteínas del suero influyen sobre la estructura del yogur, ya que cuanto mayor es el contenido en proteínas séricas, menos firme es el coágulo obtenido.

4.2.2.5.3. Adición de los fermentos.

La planta realiza la adición de los ingredientes o aditivos y de los fermentos en el mismo punto del proceso y se hace en la propia línea de proceso.

Como ya se ha mencionado, los cultivos iniciadores se comercializan en muchas formas distintas de presentación y el método de adición depende en gran parte del tipo de cultivo que se trate. Los fermentos para la producción, preparados en tanque

fermentadores, se incorporan a la leche a través de un sistema de dosificación por inyección en una concentración de aproximadamente 0,02% v/v. Los cultivos concentrados liofilizados o congelados, se añaden asépticamente al tanque de fermentación de la leche, generalmente cuando está a medio llenar, así, como el contenido del tanque se mantiene en agitación constante hasta que se termina de llenar, se consigue la distribución uniforme del cultivo en toda la masa de la leche.

4.2.2.5.4. Fermentación.

. En los *yogures firmes*, la fermentación se desarrolla en el propio envase de venta, en el caso de la planta proyectada se utilizarán envases de polietileno de baja densidad. Para cerrar los envases del yogur suele utilizarse una hoja de aluminio forrada interiormente con una capa de plástico. Este permite el cierre por termosellado.

Las temperaturas de incubación dependen de los microorganismos que componen el cultivo y del tiempo de incubación previsto. La fermentación de los envases de yogur se realiza en una cámara de incubación.

Para la incubación corta de la leche inoculada con los cultivos tradicionales de *Streptococcus salivarius spp. Thermophilus* y *Lactobacilus delbrueckii ssp. Bulgarius*, se requiere una temperatura de aproximadamente 42°C, intermedia entre las temperaturas óptimas de crecimiento de cada uno de los dos microorganismos y que favorece su asociación para que actúen sinérgicamente. En el diseño de la fábrica se ha decidido realizar la incubación a 42°C, por los factores anteriormente descritos.

Durante el periodo de incubación, la leche se mantiene en reposo. El coágulo de yogur comienza a formarse cuando se produce ácido láctico y el PH de la leche se aproxima al punto isoeléctrico de las caseínas (PH 4,6-4,7). Cuando el PH desciende hasta un valor de 5,6 ya puede apreciarse la formación de un gel con una cierta consistencia. Como las proteínas se insolubilizan en su punto isoeléctrico y, en ese momento, presentan la mínima capacidad de retención de agua, el gel del yogur es muy sensible a las variaciones de PH.

En la elaboración de *yogur firme o compacto*, para decidir a que PH se va a interrumpir la fermentación, lo que se consigue pasando los envases de la cámara de incubación a la de refrigeración, hay que tener en cuenta otros factores, como el tamaño de los envases, la circulación de aire frío en la cámara de refrigeración y la disposición de los lotes en su interior.

4.2.2.5.5. Refrigeración.

El coágulo empieza a enfriarse en el momento que la leche fermentada alcanza la acidez deseada. El grado de acidificación depende del tipo de yogur que se está elaborando, del método de refrigeración, del tiempo que se tarda en vaciar el tanque de fermentación y de la acidez que se desea en el producto final. Generalmente, en ese momento la leche fermentada tiene un PH de 4,5-4,6.

La refrigeración tiene lugar en el interior del envase y se aplica en cuanto el producto alcanza el PH final deseado. La operación de traslado de los envases desde la cámara de incubación a la de refrigeración debe realizarse con mucho cuidado, porque en ese momento el coágulo formado es muy frágil. El principal problema a evitar es el de “extrusionado” o separación del suero y cualquier agitación o movimiento, favorece este efecto.

4.2.2.5.6. Adición de frutas.

Esta etapa únicamente tendrá lugar para la producción de los yogures desnatados firmes con frutas.

Existen muchos sistemas distintos para la adición de frutas al yogur. La dosis necesaria se puede añadir directamente en la línea de conducción por la que circula el yogur desde los tanques intermedios hasta la envasadora; o el puré de frutas puede incorporarse sobre un volumen de yogur conocido en un tanque especial para mezclas.

Normalmente la adición de frutas al yogur se realiza en continuo a través de una bomba dosificadora de velocidad regulable. El puré se bombea hasta una sección de

mezcla en la que se incorpora el yogur. Esta sección o unidad mezcladora está diseñada para garantizar una distribución homogénea de la fruta en todo el producto.

Como dato orientativo, el puré se encuentra en una proporción del 15-25% en el producto final y, dependiendo de la concentración de la fruta en el mismo, el porcentaje real de fruta en el yogur suele ser del 6-12%.

En base a estos datos, para el diseño de la planta se ha decidido que el puré de frutas, procedente de un tanque de almacenamiento, se incorpore al yogur, en la línea de proceso, justo antes del envasado y en una proporción del 9%.

4.2.2.5.7. Almacenamiento refrigerado.

Los yogures tradicionales deben mantenerse en condiciones de refrigeración hasta el momento de su consumo. La mayoría de los yogures tienen una caducidad de entre 15-20 días.

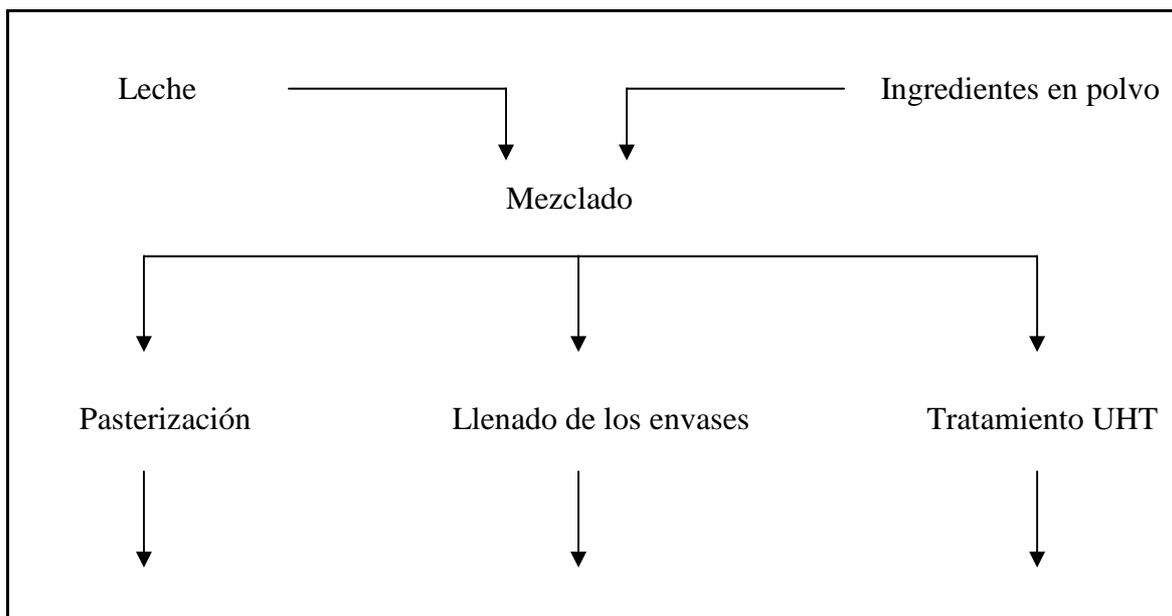
La temperatura debe mantenerse durante todo el periodo de conservación entre 2-5°C y nunca debe sobrepasar los 10°C en las etapas intermedias en la cadena de distribución (transporte en pallets, descargas en almacenes no refrigerados, cabinas o expositores de venta, etc.).

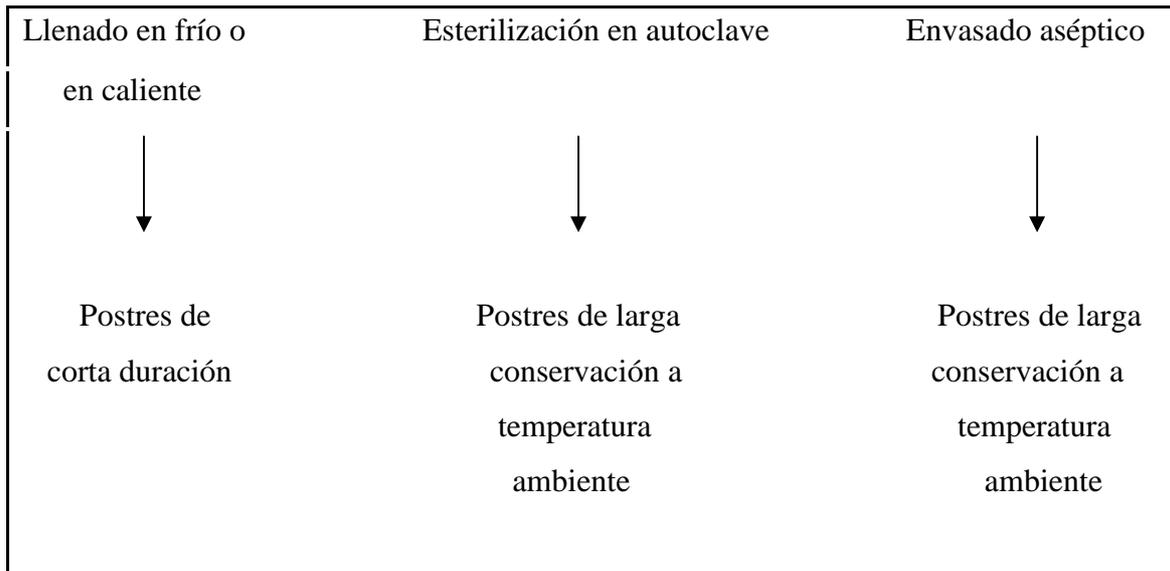
4.3. PRODUCCIÓN DE POSTRES LÁCTEOS.

4.3.1. Proceso de fabricación de los postres lácteos preparados para su consumo.

Los almidones y los carragenanos presentan muchas ventajas para la elaboración industrial de los postres lácteos; son, sin duda, los hidrocoloides de elección para estos productos y por ello, después de describir las distintas etapas de la elaboración, se estudiarán los efectos del tratamiento térmico, mecánico y del envasado sobre estos agentes texturizantes, además de su acción y el papel que desempeñan en la textura del producto final.

En el proceso de fabricación de los postres lácteos intervienen tratamiento térmico y mecánicos. Se pueden aplicar tratamientos de pasteurización o de esterilización, bien en un esterilizador, bien o en un sistema de temperatura-ultra-alta y corto tiempo (UHT). El objeto de estos tratamientos, además de garantizar la salubridad del producto, es la de prolongar el tiempo de conservación de los postres lácteos por reducción/destrucción de los microorganismos y la inactivación de las enzimas, produciendo las mínimas modificaciones en las características sensoriales y el valor nutritivo. En la siguiente figura se representa el diagrama de flujo general para la fabricación industrial de los postres lácteos preparados para el consumo.





Como se puede apreciar en el diagrama se pueden obtener industrialmente tres tipos de postres lácteos:

- Postres lácteos pasteurizados.
- Postres lácteos esterilizados.
- Postres lácteos UHT.

El tipo de postre que se producirá en la planta es el postre pasteurizado:

Postres lácteos pasteurizados

La pasteurización es un tratamiento térmico cuyo objetivo es eliminar el posible riesgo que representa para los consumidores la presencia de cualquier microorganismo patógeno. Es un tratamiento que produce las mínimas modificaciones químicas, físicas y sensoriales en el producto. Además, la pasteurización prolonga el tiempo de conservación, porque también reduce el número de microorganismos alterantes en el postre. Se utilizan combinaciones de temperatura/tiempo inferiores a 100°C durante

unos segundos o minutos. Los productos pasteurizados tienen una caducidad variable entre 3 y 21 días a una temperatura máxima de conservación de 7°C.

Normalmente, el tratamiento de pasteurización en continuo se suministra en los mismos equipos que los de esterilización indirecta (intercambiadores de calor de placas o tubulares), aunque la temperatura de pasteurización es menor que la de esterilización (<100°C). Después del tratamiento térmico, si los postres se envasan en caliente (70°C) tienen una conservación relativamente larga, por ejemplo, de 3-4 semanas a 7°C, mientras que los productos que se envasan en frío (en ocasiones a menos de 7°C) se conservan en las mismas condiciones durante sólo 5-10 días.

Para la elaboración de postres gelificados pasteurizados de corta conservación, suelen añadirse además de los carragenanos, almidones nativos (preferiblemente enriquecidos en amilopeptina). La utilización de almidones esterificados o eterificados se recomienda para la obtención de postres cremosos, o cuando el producto se homogeneiza durante la fabricación.

Para la planta diseñada, la leche usada para la producción de postres es la leche cruda que procede directamente del tanque de almacenamiento y que se ha desviado antes de su entrada al pasteurizador. A la leche cruda se le añaden los aditivos en la propia línea de proceso, antes de la entrada en el pasteurizador. El sistema de pasteurizador usado es similar que el comentado para la leche cruda, es decir, constará de un intercambiador de placas regenerativo y de otro que le da el incremento de temperatura necesario para la pasteurización (72°C, al igual que antes). Después el postre pasa por un tubo de mantenimiento para que conserve esta temperatura durante los 15 segundos que dura la pasteurización. Inmediatamente después de la pasteurización, el postre es enfriado y llevado a un depósito de regulación desde el que se va distribuyendo a la envasadora. Esta es similar a la envasadora de yogur, aquí también se usarán envases de polietileno de baja densidad. Una vez envasado, el producto es conducido a una cámara frigorífica a la espera de su distribución.

4.4. SUERO.

Se trata de un subproducto de toda planta láctea, normalmente la mayor cantidad de suero se produce en la etapa de separación de la cuajada al elaborar queso. Pero en la presente planta también se obtiene suero, concretamente en la etapa de concentración de la leche desnatada destinada a la producción de yogures.

El suero de leche es un líquido de aspecto turbio y color blanco amarillento obtenido en las queserías después de la elaboración de la cuajada. Su PH es de 6.5 aunque a temperatura ambiente baja hasta 4.5.

En la planta proyectada se ha optado por su venta o transformación para la industria animal.

El contenido en proteína del suero es muy similar al de la cebada, avena y trigo, tratándose de una proteína de alta calidad. Es también una buena fuente de energía, debido a su alto contenido en lactosa, y de calcio, fósforo y vitaminas liposolubles. En la actualidad se está utilizando en alimentaciones líquidas en el porcino y hace bajar considerablemente el coste de su alimentación. Es una excelente fuente de energía.

Por tanto según se refleja en el plano pertinente de la instalación, una zona de la planta estará destinada al almacenamiento y conservación del suero para su posterior recogida en camiones cisterna.

Una vez el suero se ha separado de la leche, se tiene un producto a una temperatura de 25-38°C y con unos nutrientes (lactosa, proteínas, sales) donde los microorganismos pueden crecer con gran rapidez en pocas horas. Por tanto el suero se transportará a un gran tanque refrigerado que lo mantendrá a una temperatura de 4°C. Así se evita la proliferación de estos microorganismos.

5. HIGIENE Y SISTEMA DE LIMPIEZA DE LA INSTALACIÓN.

5.1. Introducción.

Las necesidades higiénicas en la fabricación de productos lácteos deben establecerse con el objetivo principal de garantizar que el producto no supone ningún riesgo para la salud del consumidor (intoxicaciones alimentarias) y que no se altera durante el período de conservación previsto en las condiciones adecuadas de distribución y venta. Para ello, tienen que considerarse globalmente todos los aspectos higiénicos relativos al diseño y mantenimiento de los locales, equipos y procedimientos de elaboración. Es decir que toda la unidad de producción estará diseñada y mantenida, y funcionará en las condiciones higiénicas para minimizar las posibles contaminaciones y permitir la fácil limpieza y desinfección de los equipos y de la planta de fabricación. Además, hay que tener en cuenta la posibilidad de contaminación de los alimentos a través de los operarios, bien como consecuencia de una escasa higiene personal, o debido a una falta de conocimiento y disciplina en la forma de llevar a cabo su trabajo.

La importancia de la higiene alimentaria se refleja en una clara tendencia a la mayor inspección y control por parte de los organismos competentes. En Europa, la Directiva 92/46/EEC señala las normas de salubridad y los niveles higiénicos para la producción y comercialización de la leche y productos lácteos y la exigencia de un Análisis de Riesgos Y Control de Puntos Críticos (ARYCPC) para establecer y controlar los criterios microbiológicos.

5.2. Pasterización.

La pasterización de la leche y de la nata es punto crítico de control en la elaboración de todos los productos lácteos. El tratamiento de pasterización (71,7 °C durante 15 segundos o combinaciones equivalentes) destruye los microorganismos patógenos que pueda contener la leche cruda. Además, la pasterización prolonga el tiempo de conservación de los productos porque reduce el número de microorganismos alterantes que se encuentran en la leche cruda.

En este proceso, los riesgos son que no se apliquen correctamente el tiempo o la temperatura de tratamiento y que la leche (o nata) pasteurizada fría se recontamine con posterioridad al tratamiento térmico con patógenos que puedan sobrevivir y crecer en el producto.

Los modernos intercambiadores de calor son bastante complejos, pero el aspecto más importante de su diseño desde el punto de vista higiénico es que la leche pasteurizada pasa a través de las secciones de regeneración y refrigeración y circula separada solamente por unas placas muy delgadas de la leche cruda y del agua; respectivamente. Si una de estas placas tiene una fuga, la leche cruda o el agua pueden mezclarse con la leche pasteurizada, lo que supone un gran riesgo de recontaminación con microorganismos patógenos o alterantes. Por lo tanto, los sistemas de pasteurización dependen fundamentalmente de la integridad de las placas para mantener las condiciones higiénicas necesarias.

Otro de los riesgos que se presenta en los modernos pasteurizadores es que cuando las líneas de *limpieza-in-situ* (CIP) no están bien diseñadas o instaladas, permiten la circulación de la leche cruda a través de todo el intercambiador de calor.

Las medidas que deben establecerse para reducir el riesgo de recontaminación de la leche o la nata pasteurizada pueden resumirse en las siguientes:

- El control de la temperatura y del tiempo de tratamiento durante el proceso.
- La instalación y el correcto funcionamiento de la válvula de desviación de flujo, para garantizar que toda la leche que sale del pasteurizador ha recibido el tratamiento térmico adecuado.
- La inspección (como mínimo una vez al año) de las placas del pasteurizador para detectar las fugas o perforaciones que posibilitarían la mezcla de la leche cruda o el agua de refrigeración con la leche ya pasteurizada.

- La comprobación de que las condiciones y las válvulas no pueden desplazarse y/o fallar originando la contaminación del producto pasteurizado o de las líneas de circulación de la leche pasteurizada.
- El funcionamiento de los sistemas de *limpieza-in-situ* (CIP) y el agua de refrigeración que se utilizan para las líneas y equipos del producto pasteurizado serán independientes de los empleados para las conducciones y tanques de la leche o nata crudas.

5.3. Higiene en la fábrica.

5.3.1. Necesidades básicas.

- **Ubicación y entorno.**

Uno de los motivos que llevo a la elección de la ubicación de la planta fue que estas deben instalarse en áreas que estén, y que previsiblemente vayan a estar, libres de inundaciones, malos olores, humos, polvo u otros contaminantes. Es necesario conocer los riesgos que potencialmente pueden suponer las actividades que se desarrollan en la vecindad y tomar las precauciones adecuadas al respecto, tanto en la planta, como en el sistema de elaboración.

Hay que prever las necesidades para el vertido de efluentes y desperdicios y, si se va a instalar una planta depuradora, debe ubicarse en un lugar que no pueda contaminar las áreas de elaboración y almacenamiento.

El terreno que rodea a la industria se limpiará escrupulosamente eliminando las basuras, restos de la obra y la vegetación excesiva.

- **Vehículos**

Todos los vehículos que acceden a la fábrica son una fuente potencial de contaminación, especialmente en el caso de los camiones cisterna de leche cruda que

siempre arrastran tierra de las granjas. Es importante que esta contaminación que llega hasta el terreno de la fábrica no se transfiera al área de producción a través de las carretillas, calzado del personal, drenaje superficial o tomas de aire. También hay que tomar las precauciones necesarias para que la leche cruda que puede haber salpicado el área de descarga, no llegue a la zona de fabricación por ninguna de las posibles vías señaladas.

Los accesos y zonas, de circulación deben asfaltarse para evitar el polvo y la tierra y disponer de las alcantarillas necesarias para que no se acumule el agua. Los desagües de estas zonas tienen que ser independientes de los de las áreas de procesado.

En condiciones ideales, los accesos y las zonas utilizadas por las cisternas de descarga y otros vehículos no deben cruzarse con otras rutas de circulación (carretillas, personal).

- **Pájaros, roedores, insectos.**

Las actividades que se realizan en las proximidades de la planta (sistema de alcantarillado, vertederos de basuras), representan una posible fuente de contaminación y los pájaros, roedores e insectos son los principales vectores de transmisión. Además de impedir su acceso a la industria, hay que mantener la zona libre de restos de alimentos, basuras y desperdicios que puedan atraer a los pájaros, roedores e insectos.

Este tipo de materiales de desecho se recogerán en contenedores cerrados que se retirarán diariamente.

- **Edificios**

Los edificios de la industria estarán específicamente diseñados para evitar la contaminación del equipamiento interior y del ambiente de la planta. Los edificios se impermeabilizarán para evitar que cualquier posible infiltración desde el exterior, que puede estar contaminada, caiga sobre los equipos o las áreas de producción. Hay que prestar una especial atención a los tejados si son planos; se sellará adecuadamente todo el perímetro del tejado, las juntas de los conductos o chimeneas, etc., los desagües para la lluvia y otras canalizaciones y, en el caso de los edificios de varios pisos, se aislarán correctamente los techos.

Todos los accesos deben estar perfectamente protegidos frente a los pájaros, roedores e insectos, mediante la instalación de:

- telas metálicas en todas las ventanas;
- lámparas antiinsectos;
- filtros en todas las tomas de aire y conductos de salida para impedir la
- entrada de los pájaros y la tierra;
- cortinas de aire. o de tiras de plástico en todas las puertas que deben abrirse durante la fabricación;
- rejillas en todos los desagües.

El terminado interior del edificio reunirá los requisitos necesarios para su fácil mantenimiento y limpieza. Las principales características son:

- Suelos recubiertos con un material resistente, no tóxico y no poroso, sin juntas que puedan dificultar el drenaje. El material del suelo resistirá el empleo de soluciones químicas corrosivas (por Ej., detergentes alcalinos), sin que se produzcan alteraciones o desperfectos. También es importante que el suelo termine sin juntas o, si son necesarias, que estén perfectamente alineadas con la superficie para que el agua no quede retenida en ellas.
- Las paredes, techos, puertas y ventanas, no tendrán cornisas ni salientes en los que se pueda acumular el polvo y la suciedad; serán de materiales no tóxicos y de superficies lisas que puedan limpiarse y desinfectarse fácilmente.
- La eliminación, dentro de lo posible, de todos los objetos y dispositivos que sobresalen y en los que se puede acumular la suciedad (tuberías, grifos, interruptores de luz, etc.)

○ **Diseño del proceso**

La planificación y distribución del equipo de procesado se realizará, en primer lugar, evitando los riesgos de contaminación entre la zona de elaboración y las áreas en las que se manipulan las materias prima y el entorno exterior. En aquellos puntos en los que se ha identificado un riesgo de contaminación cruzada entre el producto terminado y la leche cruda o los productos intermedios, se establecerá una separación física, preferiblemente con paredes o paneles, que aislen las zonas en las que se trabaja con los diferentes tipos de materiales. Los vestuarios, servicios, comedores, cuarto de calderas u otros locales de maquinaria, los talleres, etc., estarán absolutamente separados de las zonas en las que se manipulan los alimentos.

Los desagües drenarán siempre directamente desde las áreas de procesado hasta un sumidero principal exterior, que debe tener una capacidad suficiente para evitar el estancamiento del agua o el rebosamiento hacia las alcantarillas. Los desagües del material crudo y otras áreas contaminadas (por Ej., los muelles de recepción de la leche, almacenes, laboratorio, servicios) no circularán nunca hacia o a través de las zonas de fabricación.

El agua procedente de los refrigerantes, unidades de aire acondicionado o condensación de 1 vapor, se recogerá directamente en conductos cerrados, evitando que caiga sobre el suelo de la fábrica o que llegue a los cauces de los desagües.

Todo el aire que entra en la planta se someterá a un proceso de filtración para eliminar el polvo y la suciedad hasta unos niveles mínimos y el volumen de aire será suficiente para evitar la condensación en las superficies. Todas las corrientes de aire circularán desde las áreas de producción hacia las de las materias primas o hacia el exterior.

Las tuberías para el agua fría u otros servicios y los equipos en los que tiende a acumularse el agua de condensación, se colocarán de forma que nunca goteen sobre el producto ni sobre las superficies en las que se manipula el alimento. Lo mejor es evitar la condensación con una adecuada ventilación y/o el aislamiento de los equipos

susceptibles.

El acceso a las áreas de procesado del personal y equipos (furgones, carretillas) se realizará sin pasar por las zonas más contaminadas (por ejemplo, los muelles de recepción de la leche, las rutas utilizadas por otros vehículos, etc.).

Los equipos que se sustituyen, o las piezas que han tenido que ser reparadas, se limpiarán escrupulosamente antes de introducirlos en el área de fabricación y siempre previamente a su empleo se volverán a limpiar y desinfectar.

La producción debe llevarse a cabo a un ritmo equilibrado, para evitar las interrupciones por un acúmulo de productos intermedios (excepto cuando es una parte del proceso) o del producto final sin envasar. Los locales destinados a las áreas de fabricación, almacenes de las materias primas, del material de envasado, de los productos intermedios y de los finales, así como los de todos los servicios importantes (vapor, agua, refrigeración) estarán adecuadamente ubicados y tendrán la capacidad suficiente para cumplir su función, permitiendo la correcta separación de los productos cuando sea necesario.

5.3.2. Barreras higiénicas.

Una barrera higiénica incluye todos los aspectos relativos a la localización, control de infestaciones, características del edificio y diseño del proceso. Deben considerarse como los requerimientos básicos para cualquier proceso de elaboración de alimentos.

El objetivo de una barrera higiénica es crear un impedimento para evitar la contaminación cruzada en las partes del proceso en las que se manipulan los alimentos susceptibles (alto riesgo) y en las que están expuestos a la contaminación ambiental. Los principales aspectos a considerar, además de los requisitos básicos, en el establecimiento de una barrera higiénica, son:

- El área identificada como de alto riesgo estará completamente separada del resto mediante paredes fijas.

- Los desagües desembocarán directamente en el sumidero general exterior y ningún otro sumidero atravesará esta área.
- Los suelos, paredes, techos y todos los accesorios cumplirán los estándares más exigentes para que no se acumule la suciedad ni otro tipo de depósitos de difícil limpieza que puedan representar un foco de contaminación.
- El aire del local se filtrará para que no contenga microorganismos; se creará una presión positiva y el aire se renovará con la suficiente frecuencia para evitar la condensación en las superficies. En ocasiones es necesario controlar la temperatura del aire.
- Los equipos y utensilios que se utilizarán en un área de alto riesgo no se emplearán ni se limpiarán en ninguna otra zona de la planta. Cualquier equipo nuevo, las piezas que se repongan o el utillaje que se reemplace, se limpiarán y desinfectarán antes de ser introducidos en el área y una vez allí, se someterán a un tratamiento de limpieza y desinfección de alto riesgo antes de su uso.
- Los útiles de limpieza se emplearán exclusivamente para el área de alto riesgo y en ninguna otra zona. Para ello, resulta muy útil establecer unos códigos de colores para marcar los utensilios. El sistema de limpieza será el adecuado para el nivel de higiene que se requiere en esa área.
- Cuando se introducen los materiales en el área de alto riesgo, se evitará la contaminación a través de las ruedas de las carretillas, toros, exterior de los envases o pallets. Las envolturas exteriores se retirarán en un anexo al área y los materiales entrarán siempre en la zona por accesos restringidos y, a ser posible, se desinfectarán previamente.
- La entrada del personal en el área de alto riesgo estará estrictamente controlada. En condiciones ideales, deberían existir unas instalaciones separadas para el personal que trabaja en esa zona, pero si esto no resulta posible, el personal debe cambiarse la ropa que lleva en el resto de la fábrica por otra específica para "alto riesgo" y lavarse las manos a la entrada. Las ropas especiales, que tienen que identificarse fácilmente por su color, no

deben utilizarse en ningún otro lugar de la planta, se mantendrán escrupulosamente limpias y se dispondrá de un número suficiente para poder equipar a todos los posibles visitantes y al personal que tenga que acceder esporádicamente a la zona (por Ej., técnicos de mantenimiento, jefe de producción, personal del laboratorio...). Estas ropas incluirán un gorro, mono o bata y calzado. Una alternativa para no cambiar de calzado es la utilización de los baños de calzado o de felpudos con productos desinfectantes, que pueden resultar suficientes en algunos casos. No obstante, estas medidas menos estrictas presentan algunos inconvenientes, como es la introducción de agua en una zona que normalmente es un área y que, si el baño o la alfombrilla no se renuevan con la diligencia necesaria, pueden llegar a ser focos de contaminación (*Listeria monocytogenes* puede representar un problema en este contexto). Por lo tanto, en el establecimiento de las barreras higiénicas es preferible el cambio de calzado. Los baños y felpudos, en todo caso, pueden utilizarse como medida precautoria en las zonas de la fábrica.

- El personal estará sometido a un severo control higiénico, supervisando el lavado de las manos y las ropas y se le explicará lo que significa trabajar en esa área concreta del proceso. El personal informará sobre cualquier enfermedad o contacto con personas afectadas por procesos entéricos, al personal médico o al departamento de higiene del trabajo. Si existe el mínimo riesgo de contaminación del producto, el trabajador se trasladará temporalmente a otra zona que no sea alto riesgo.
- El entorno ambiental del área de alto riesgo se analizará frecuentemente para detectar la posible presencia de patógenos que puedan contaminar el producto y para controlar el sistema de limpieza.

5.4. Sistemas de limpieza-in-situ (CIP)

El sistema seleccionado de limpieza para la planta será un sistema de limpieza in-situ (CIP). Los sistemas de limpieza-in-situ se utilizan ampliamente en la industria láctea y su correcto funcionamiento es esencial para que el producto reúna las características higiénicas necesarias. El diseño y las condiciones de trabajo (secuencia, detergente y desinfectante empleados, temperaturas), varían según las aplicaciones.

La efectividad de cualquier sistema CIP dependerá del diseño de la planta a limpiar. Esencialmente, todas las líneas y equipos que se someten al proceso de limpieza escurrirán libremente, serán de superficies internas lisas y no tendrán fondos ciegos. Las conducciones de los circuitos serán todas del mismo diámetro para que no se produzcan fluctuaciones en las velocidades refluo de las disoluciones de limpieza. Tanto si los circuitos CIP funcionan con válvulas o con piezas de cierre, es imprescindible que toda las superficies en con el alimento que hay que limpiar estén incluidas en el circuito. Un fallo muy frecuente en las unidades grandes y complejas es que algunos tramos cortos de las conducciones se quedan fuera de los circuitos CIP; esto suele ocurrir cuando el sistema está diseñado para limpiar-una parte de la unidad de producción, mientras en otra se está trabajando con el producto. Para detectar este tipo de fallos es esencial disponer de un diagrama completo y actualizado de todos los sistemas y comprobar que:

1. Lo que figura en el diagrama es lo que realmente está instalado en la industria.
2. Los circuitos CIP incluyen todas las líneas de los productos.
3. No hay posibilidad de contaminación cruzada entre la leche cruda y las conducciones de la leche tratada térmicamente y de los productos, ni durante la limpieza-in-situ, ni durante el proceso de elaboración.

Otro problema frecuente de los sistemas CIP es que no llegan a toda la superficie interna de los tanques o los silos, porque los cabezales de pulverización no tienen la potencia necesaria o funcionan mal. Una vez más, es imprescindible comprobar que los pulverizadores que se instalan son los adecuados y mantenerlos limpios de residuos o restos de producto que puedan obturar las salidas.

Un típico sistema de limpieza CIP incluye las siguientes etapas:

- I. Un preaclarado con agua fría que arrastra el producto que queda en las líneas y para el que se suele utilizar el agua fría del aclarado final del ciclo de limpieza anterior.
- II. La circulación de un detergente alcalino. Las condiciones dependerían de

la línea a limpiar, pero un tratamiento típico consiste en hacer circular la solución durante 20 minutos a 60°C a un flujo de 1,6 mis. Es importante que el tiempo de tratamiento se cronometre desde el momento en que la solución vuelve al tanque CIP a la temperatura deseada.

- III.** Aclarado con agua potable.
- IV.** Circulación del desinfectante (por Ej., 100 ppm de cloro disponible) o de agua caliente (85°C, 15 minutos).
- V.** Aclarado final con agua potable fría.

Hay que señalar que algunas partes del equipo no se limpian bien con los sistemas CIP (por ejemplo: las válvulas de cierre). Estos componentes deben extraerse, limpiarse manualmente y reinstalarse antes de la circulación del detergente alcalino.

6. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES MECÁNICAS

6.1. Instalación de agua caliente.

El objeto de esta instalación es proporcionar las necesidades de calor que necesita la industria. Se ha optado por una instalación de agua caliente y no por un sistema de producción de vapor dado que las necesidades de calor que requiere la fábrica no exige temperaturas demasiado elevadas. Recuérdese que el proceso con mayor demanda de calor es la pasteurización y que ésta se desarrolla a una temperatura de 72 °C. Por lo que, en busca de un aprovechamiento óptimo de la energía, no se someterá al agua a un proceso de evaporación sino que será suficiente con un calentamiento de ésta a presión atmosférica a una temperatura de 95°C.

Los procesos que requieren de suministro de agua caliente son:

- Pasteurización.
- Acondicionamiento de la leche hasta temperaturas óptimas de fermentación.
- Mantenimiento de temperatura durante la fermentación de yogures.

Para calentar el agua se hará uso de una caldera alimentada por gasóleo C de calefacción dada su mayor facilidad de empleo y manejo frente al fuel-oil. En la siguiente tabla se exponen las especificaciones técnicas del gasóleo C, según REAL DECRETO 1700/2003, de 15 de diciembre, por el que se fijan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo, y el uso de biocarburantes:

ANEXO III
Especificaciones de los gasóleos clase B y clase C

Características	Unidades de medida	Gasóleo clase B	Gasóleo calefacción clase C	Métodos de ensayo	
				Normas UNE (2)	Normas ASTM (2)
Densidad a 15° (máx/mín).	kg/m ³	880/820	900/--	EN ISO 3675 EN ISO 12185	D-4052
Color.		Rojos	Azules		D-1500
Azufre, máx.	% m/m	0,20 (1)	0,20 (1)	EN 874 EN 24260	
Índice de cetano, mín.		46		EN ISO 4264	D-4737
Número de cetano, mín.		49		ISO 5165	D-613
Destilación.				EN ISO 3405	D-86
65% recogido, mín.	°C	250	250		
80% recogido, máx.	°C		390		
85% recogido, máx.	°C	350			
95% recogido, mín.	°C	370	Anotar		
Viscosidad cinemática a 40 °C mín/máx.	mm ² /s	2,0/4,5	--/7,0	EN ISO 3104	D-445
Punto de inflamación, mín.	°C	60	60	EN 22179	D-93
Punto de obstrucción filtro frío.				EN 116	
Invierno (1 octubre-31 marzo), máx.	°C	-10	-6		
Verano (1 abril-30 septiembre), máx.	°C	0	-6		
Punto de enturbiamiento.				EN 23015	D-2500
Invierno (1 octubre-31 marzo), máx.	°C		4		D-5772
Verano (1 abril-30 septiembre), máx.	°C		4		
Residuo carbonoso (sobre 10% V/V final destilación), máx.	% m/m	0,30	0,35	EN ISO 10370	D-4530
Agua y sedimentos, máx.	% V/V		0,1	UNE 51083	D-2709
Agua, máx.	mg/kg	200		EN ISO 12937	D-1744
Partículas sólidas, máx.	mg/kg	24		EN 12662	
Contenido de cenizas, máx.	% m/m	0,01		EN ISO 6245	D-482
Corrosión lámina de cobre (3 horas a 50 °C), máx.	Escala	Clase 1	Clase 2	EN ISO 2160	D-130

6.1.1. Depósito de almacenamiento de combustible

Para el almacenamiento del combustible, se instalará en la parte trasera del edificio un depósito de almacenamiento, que será diseñado bajo las especificaciones técnicas de la ITC MIE-APQ 1, del REAL DECRETO 379/2001, de 6 de abril. Según la clasificación de esta Inspección técnica complementaria, el combustible utilizado para la planta se encuadra dentro del Grupo C.

Para el almacenamiento del combustible se instalará en la parte trasera del edificio un tanque, con una capacidad nominal de almacenamiento de combustible suficiente para un mes de funcionamiento de la planta.

El depósito estará enterrado en una fosa que se situará en el lugar indicado en el plano correspondiente, el tanque estará unido por medio de soldadura eléctrica y protegido contra la corrosión mediante pintura bituminosa. La fosa excederá por todas

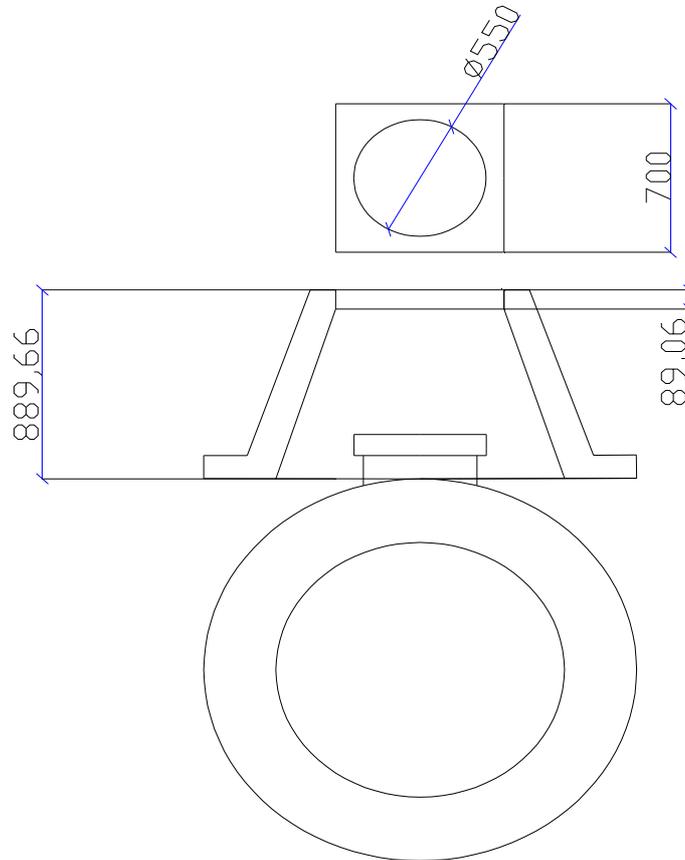
las partes en medio metro las dimensiones del depósito, rellenándose con arena lavada de río; de tal forma que rodeará el depósito formando una capa de 50 cm. de espesor. La boca de inspección del depósito, así como los accesorios y tuberías que se instalen en su tapa, quedarán alojados en una arqueta que permita su fácil reparación y verificación. La arqueta quedará cubierta con una tapa de registro de fundición de 55 cm. de diámetro, que se alojará sobre un marco cuadrado de 70 cm. de lado, que irá situado al mismo nivel del paramento en que se emplazará.

El depósito dispondrá asimismo, de la correspondiente tubería de ventilación, la cuál estará dispuesta de tal manera que viertan en los mismos, sin codos, o trayectorias horizontales en los que pudiera acumularse el combustible. El conducto de respiración entrara en el depósito por su parte exterior y se introducirán 15 mm de conducción. Se tratará de una conducción de acero de 40 mm de diámetro. La canalización se hará de forma que el tramo exterior de la misma, quede en posición vertical junto al muro exterior de la sala de calderas, y en su extremo final, se instalará una "T" invertida de ventilación, dotada con la correspondiente tela metálica cortafuegos.

La carga del depósito se realizará mediante una boca de carga desplazada de 4 pulgadas que estará ubicada en la correspondiente arqueta y que se unirá al tanque mediante una tubería de acero DIN 2440 de 4" con una pendiente del 5% hacia el depósito que permita al combustible circular hasta el depósito.

De la misma forma se dispondrá la correspondiente toma de tierra del depósito, que estará formada por una pica de longitud adecuada, de acero recubierto de cobre y por una placa de 5 mm. de espesor y 0.5 m de lado que se enterrará rodeada de carbón vegetal de forma que la resistencia de tierra no sea superior a 5 ohmios. A esta toma de tierra, atendiendo al apartado 5.3.3 de la Instrucción Complementaria MIE-BT-026 (Orden de 13 de enero de 1988) de R.E.B.T., se conectará un cable flexible dotado de una pinza de conexión que se unirá, de forma permanente, al tetón de masa del camión cisterna durante toda la operación de descarga del camión, y cuyo objetivo será garantizar la equipotencialidad del conjunto camión-depósito, evitando que pudieran producirse chispas por electricidad estática que pudieran constituir un peligro potencial de explosión o incendio en la tarea de descarga de combustible.

A continuación se adjunta un plano frontal para visualizar en que quedaría en terrado el depósito de almacenamiento de combustible de la instalación.



6.1.2. Depósito nodriza

La caldera se abastecerá mediante un tanque nodriza que estará situado a cierta altura en la sala de la caldera, de manera que el combustible fluya hacia el quemador de la caldera por gravedad. En el tanque nodriza se someterá al combustible a un calentamiento previo para favorecer su pulverización en el quemador de la caldera.

El abastecimiento del depósito nodriza se efectuará mediante una canalización que partirá desde el depósito de almacenamiento. En su origen, dicha canalización tendrá instalada una válvula de pie, y justo a la salida de la boca de hombre del depósito de

almacenamiento, se instalará una válvula de compuerta de cierre rápido, desde la que partirá una tubería subterránea (tubería de aspiración) hacia la sala de la caldera, donde se instalará una bomba de engranajes para el trasiego del fuel-oil hasta el depósito nodriza.

La bomba estará conectada a un controlador de nivel que se situará en el depósito de almacenamiento, y que hará parar la bomba en el caso de que el nivel de combustible, en dicho depósito, llegase a estar por debajo del orificio de entrada de combustible en la tubería de aspiración, con lo que se evitará el funcionamiento en vacío de la bomba y el consiguiente riesgo de gripado de la misma.

Antes de la conexión de la tubería de aspiración con la bomba, un filtro para fuel-oil realizará la primera filtración del combustible y un vacuómetro controlará la posible toma de aire u obstrucciones en el circuito de aspiración.

Tras la brida de impulsión de la bomba, se instalarán los siguientes accesorios:

- Una válvula de compuerta.
- Un manómetro.
- Un filtro para fuel-oil de paso menor que el colocado antes de la bomba.
- Una válvula de retención. Tras esta válvula comenzará la tubería de impulsión hacia el depósito nodriza.

El depósito nodriza contará además con una tubería de rebosadero hasta el depósito de alimentación y la correspondiente tubería de ventilación, que se realizará mediante un tubo de acero. La canalización se realizará de forma que el extremo final de la misma quede situado en el exterior de la sala de la caldera y a mayor cota que la generatriz superior del depósito nodriza, instalándose en dicho extremo una "T" invertida de ventilación, dotada de la correspondiente tela metálica cortafuegos.

La alimentación del equipo de combustión de la caldera (quemador) se efectuará por gravedad desde el depósito nodriza mediante una conducción que partirá desde la zona inferior de este, y que tendrá instalada, justo antes de su conexión con el quemador, una válvula de compuerta de cierre rápido y un filtro de fuel-oil con un tamaño de paso

inferior al de los dos que se habían colocado con anterioridad (un paso frecuente para este filtro es de 0.1 mm). De la misma forma se instalará, desde el quemador y hasta el depósito nodriza, la correspondiente tubería de retorno de combustible para enviar a dicho depósito el combustible sobrante del quemador, instalándose en el comienzo de dicha conducción una válvula.

6.1.3. Agua de alimentación a la caldera

El agua de alimentación a la caldera, según se indica en el Artículo 20 de la Instr. MIE-AP I del RAP, deberá tener una calidad igual a la descrita en la norma UNE 9075. Teniendo en cuenta la presión de trabajo de la caldera (6 bares) los límites máximos recomendados de salinidad total, sílice, sólidos en suspensión y cloruros serán, según la referida norma, los siguientes:

- Salinidad total en CaCO₃: 3500 mg/l. Contenido de sílice: 100 mg/l.
- Sólidos en suspensión: 300 mg/l.
- Contenido de cloruros: 2000 mg/l

Con objeto de asegurar que el agua de alimentación de la caldera posea unos valores dentro de los niveles anteriores esta se someterá a una serie de tratamientos. Para llevar a cabo estos tratamientos serán necesarios una serie de equipos, cuyo desarrollo y diseño no forma parte de este Proyecto Fin de Carrera. No obstante, a continuación se citan y explican brevemente cada uno de estos tratamientos.

- Descalcificación: Para asegurar que el agua de alimentación a la caldera posea unos valores de sales disueltas inferiores a los indicados anteriormente, y teniendo en cuenta las características del agua de alimentación y las recomendaciones del fabricante de la caldera, se someterá al agua de alimentación a un proceso de ablandamiento mediante un grupo descalcificador a base de resina catiónica. En este grupo se retendrán todos los cationes de los sulfatos y cloruros, cambiándolos por iones sodio. La regeneración de la resina se realizará con sal común.

- Acondicionamiento del PH: Teniendo en cuenta que la acidez del agua de alimentación a la caldera determina la velocidad de ataque de las superficies de calefacción, y que el contenido de oxígeno fija el contenido de este ataque; se procederá al acondicionamiento del PH y a la eliminación del oxígeno del agua de salida del grupo descalcificador. El acondicionamiento del PH se hará mediante la adición e hidracina al agua. El valor del PH vendrá limitado por el material de los tubos de la caldera con objeto de evitar la corrosión intergranular cáustica. Por tanto el valor del PH, y en consecuencia la cantidad de hidracina que habrá que adicionar al agua, será un dato que se determinará con el fabricante de la caldera. Con la utilización de hidracina para acondicionar el PH del agua se tendrán como ventajas adicionales el no aumentar la salinidad del agua, y conseguir que toda la red de condensados se recubra de una capa de magnetita que impedirá la oxidación posterior de las tuberías que forman dicha red.

- Desgasificación: En el desgasificador se elevará la temperatura del agua de reposición a unos 100 DC, ya que a esta temperatura la solubilidad del oxígeno en el agua es prácticamente nula.

6.1.4. Sistema de calefacción por agua caliente

Como se ha comentado, se ha optado por un sistema de calefacción abierta. Es decir, la instalación está comunicada a la atmósfera por su parte superior (depósito de expansión), alcanzando una temperatura máxima en el agua de unos 90-95 °C.

La instalación de calefacción por agua caliente consta de las siguientes partes:

- Caldera.
- Tuberías.
- Superficies de calefacción (intercambiadores, camisas y serpentines). Elementos auxiliares.
- Bombas.

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

- Depósito de expansión.
- Dispositivos de seguridad.
- Elementos de regulación.
- Quemadores.
- Termómetros.
- Etc.

Funcionamiento del sistema de calefacción

El agua de la caldera se calienta hasta una temperatura aproximada a los 95°C, no debiéndose enfriar menos de 30°C, si no es para apagarla. Con la instalación llena completamente de agua y alcanzada esta temperatura en la caldera, el fluido calefactor, transporta una cantidad de calor determinada hasta las superficies de calefacción (intercambiadores) donde ceden su calor al medio, produciendo un descenso de temperatura.

El movimiento del agua se puede conseguir por termosifón (diferencia de densidad entre el agua a distinta temperatura) o por bomba. Por el primer procedimiento, la diferencia efectiva de presiones es muy pequeña (entre 50 y 500 mm. c. a.), teniendo en las instalaciones de gran extensión horizontal una pérdida de carga muy elevada, lo que obliga a disponer de tuberías de gran sección, que hacen que el sistema sea antieconómico, consiguiendo además una circulación muy lenta y poco homogénea.

Por ello, hoy día, todas las instalaciones disponen de circulación forzada, cuya misión es vencer las resistencias pasivas a la circulación del agua, imprimiéndole una mayor velocidad de circulación y adaptando su presión a la pérdida de carga de la instalación, admitiendo la utilización de tuberías de menor sección, con el consiguiente ahorro económico, y además, permite una circulación del agua totalmente homogénea. La instalación de las bombas, se puede hacer indistintamente en el circuito de ida o en el de retorno.

Los incrementos de volumen debidos a la elevación de temperatura del agua, son absorbidos por el depósito de expansión y la eliminación del aire de la instalación se hace por medio de purgadores automáticos.

Se dispondrá a la entrada de cada intercambiador de una válvula de regulación termostática con la que se regulará el flujo en función de la temperatura real que lleve la corriente y de las necesidades específicas en cada momento.

6.1.5. Sistema de distribución

Se ha optado por un sistema bitubular, que consiste en que el agua sale de la caldera a través de un tubo que se constituye en la ida repartiendo el agua a través de los distribuidores y montantes, para que llegue a todos y cada uno de los radiadores de la instalación, representando todo este conjunto de tuberías el circuito de ida y después de las salidas de los intercambiadores se constituye otro conjunto de tuberías que forman el circuito de retornos, que devuelven el agua a la caldera, después de haber cedido parte de su calor en las superficies de calefacción.

El sistema así constituido, funciona con total independencia y se forma un circuito cerrado entre cada radiador y la caldera, sin producir interferencia ninguna en su funcionamiento.

Además se ha elegido el sistema de distribución con retornos directos. Estos sistemas tienen la longitud de la tubería de ida y la de los retornos de cada intercambiador sensiblemente igual, proporcionando un recorrido al agua que los alimenta desigual para todos los intercambiadores, siendo mayor cuanto más alejados estén de la caldera.

6.1.6. Quemador

La instalación dispondrá de un quemador específico para gasoleo, el cuál dispondrá de la etiqueta de identificación energética correspondiente, en cumplimiento con la ITE 04.10.1.

Lo referente a la descripción técnica del quemador, viene reflejado en el apartado del depósito nodriza.

6.2. Producción de frío

Los métodos corrientemente empleados para la producción de frío y el nivel de la tecnología actual se basan fundamentalmente en dos sistemas o ciclos termodinámicos: el ciclo de compresión de vapor, y el ciclo de absorción.

El sistema de refrigeración por compresión de vapor es, con mucho, el sistema más empleado en la actualidad y del que existen más realizaciones hechas a lo largo de muchos años. Probablemente el porcentaje de instalaciones a compresión de vapor, referido a unidades de energía, representa un 95 % del total de instalaciones.

En general puede decirse que las instalaciones de producción de frío basadas en el ciclo de absorción encuentran su mejor mercado en el campo de las instalaciones para acondicionamiento ambiental, aunque nada se opone técnicamente a su utilización en instalaciones de refrigeración industrial a temperaturas moderadamente bajas.

Por todo esto es por lo que se ha elegido un sistema de refrigeración por compresión de vapor.

6.2.1. Instalación frigorífica de compresión simple

Los sistemas de producción de frío se basan en ciclos termodinámicos o procesos físicos, en los que en modo continuo tiene lugar un transporte de energía térmica entre una región a baja temperatura y una región a alta temperatura. El foco calorífico a alta temperatura suele ser generalmente el aire ambiente o una masa de agua de capacidad prácticamente ilimitada. En realidad, analizando más ampliamente el proceso global, puede concluirse que en proporción muy elevada es el aire ambiente quien, directa o indirectamente, constituye el foco caliente a alta temperatura.

En todo proceso práctico de producción de frío interviene un fluido, denominado refrigerante, que sufre transformaciones termodinámicas controladas a lo largo de un determinado ciclo de funcionamiento.

Un ciclo de compresión mecánica simple consta, esencialmente, de:

- Un compresor
- Un condensador
- Un evaporador
- Una válvula de regulación o de laminación
- Las tuberías de unión de todos estos elementos para conseguir un circuito cerrado.

En el evaporador, el fluido frigorífico se vaporiza, tomando calor del medio que lo envuelve y enfriando dicho medio. Los vapores así formados son aspirados por el compresor y después comprimidos, descargándolos al condensador en forma de vapor recalentado; cediendo a un medio más frío que envuelve el condensador, tanto el calor latente de vaporización absorbido en el evaporador, como el sensible de recalentamiento, proporcionado por el compresor. Cedido este calor, el vapor pasa nuevamente al estado líquido, para comenzar de nuevo el ciclo tras laminarse.

El fluido frigorífico se encuentra en el evaporador a baja presión y, baja temperatura. Al comprimir el compresor los vapores, éstos aumentan su temperatura como resultado de que la energía comunicada por el trabajo de compresión se traduce en un aumento de energía interna de los vapores.

El fluido frigorífico se encuentra en el compresor a baja presión y baja temperatura durante la aspiración y a alta presión y alta temperatura durante la descarga. Estas diferencias de presiones se regulan mediante válvulas de aspiración y de impulsión, las cuales abren por diferencia de presiones entre sus dos caras.

El condensador es también un cambiador de calor. El fluido frigorífico se encuentra en el condensador a alta presión y alta temperatura.

La función de la válvula de laminación es doble. Por un lado, regula la cantidad de líquido que entra en el evaporador para que se mantenga una presión constante en él. Por otro, al paso por la válvula tiene lugar la reducción de presión desde la alta que reina en el condensador hasta la baja que presenta el evaporador.

El proceso que se realiza en la válvula es adiabático, irreversible e isoentálpico, denominado laminación. El líquido, a alta presión y alta temperatura, que procede del condensador atraviesa la válvula, al encontrarse a una presión más baja, se vaporiza en parte tomando el calor necesario del propio líquido que se enfría hasta la temperatura correspondiente a la presión que allí existe. Se obtiene el fluido frigorífico en estado líquido a baja presión y baja temperatura (más algo de vapor en iguales condiciones), preparado para vaporizarse en el evaporador.

6.2.2. Refrigerante

Los refrigerantes o fluidos frigoríficos son utilizados como medio de transporte de calor desde un punto a otro; actúan absorbiendo calor y cediéndolo posteriormente.

Los refrigerantes pueden ser divididos en dos grupos: *primarios* y *secundarios*.

- Refrigerantes primarios o fluidos frigoríficos son aquellos que producen el enfriamiento por la transformación de líquido en vapor.
- Refrigerantes secundarios o fluidos frigoríferos transfieren la energía térmica desde el objeto a ser enfriado al refrigerante primario.

En este proyecto se ha optado por un sistema de refrigeración indirecta en el que se usa amoníaco como refrigerante primario y salmuera como refrigerante secundario.

6.2.2.1. Amoníaco

Se ha decidido usar amoníaco por ser un refrigerante del que se tiene una experiencia de uso de 120 años. Además no es dañino para el medio ambiente a diferencia de los CFC o los HCFC. El amoníaco ha demostrado ser el refrigerante idóneo en plantas industriales de gran potencia, en las que priman las consideraciones de rendimiento energético y de eficacia. Además se trata de un producto barato y disponible universalmente.

Las propiedades termodinámico-físicas del R-717 (código refrigerante del amoníaco) son excelentes y de entre ellas se pueden citar:

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

- Baja viscosidad y alta conductividad térmica, que conducen a coeficientes de intercambio térmico mayores que para los halogenados, con el consiguiente ahorro en la superficie de intercambiadores (evaporadores y condensadores).
- Gran calor latente de evaporación, lo que permite que los conductos, válvulas, etc., sean de menor tamaño.
- Temperatura crítica alta (132°C) y temperatura de ebullición normal razonablemente baja (-33°C), lo que permite su uso en una gran gama de aplicaciones.
- Baja masa molecular (17), que permite mayores velocidades de flujo en las tuberías y partes internas de los compresores. Esto facilita que máquinas de la misma cilindrada puedan girar más deprisa cuando trabajan con R-717, con una potencia frigorífica mayor que la misma máquina con refrigerante halogenado, que tendría que girar más despacio. .

Los inconvenientes en el uso del amoníaco como refrigerante son fundamentalmente los siguientes:

- Toxicidad e inflamabilidad. Estos inconvenientes, aunque son innegables no deben ser sobreestimados. Es cierto que el amoníaco es tóxico, pero su fuerte olor es un aviso inmediato de la existencia de una fuga, y es por tanto, su principal garantía de seguridad para las personas. El amoníaco es perceptible en una concentración de unas 5 ppm, completamente irrespirable a las 100 ppm, y comienza a ser peligroso a partir de 2.000 ppm. Además al ser más ligero que el aire, es prácticamente imposible que se acumule en locales cerrados, como sótanos o salas de máquinas. En cuanto a la inflamabilidad, sólo se da en un estrecho margen de concentraciones (15-30 %), Y su punto de ignición es superior a los 600°C. Por eso, el amoníaco sólo es inflamable en la práctica dentro de tuberías o depósitos, sometidos a trabajos de soldadura realizados sin las elementales precauciones.
- Necesidad de personal especializado para atender las instalaciones. La razón fundamental para ello radica en la insolubilidad de los lubricantes corrientes

en el amoníaco, lo que conlleva la necesidad de purgar el aceite en determinados puntos de las instalaciones, y esto ha de ser realizado por personal especialmente entrenado.

- Incompatibilidad con algunos materiales, como el cobre y sus aleaciones. Es cierto que todos los elementos integrantes de una instalación de amoníaco han de ser de acero, razón ésta que ha servido de argumento para algunos, que defendían las instalaciones de halogenados por ser más baratas. En realidad, el acero es un material de bajo coste, y el único utilizable en la práctica en diámetros industriales (mayores de 2"), por motivos de resistencia mecánica. Además, los intercambiadores para amoníaco pueden llegar a ser más económicos que los halogenados, gracias a su mayor coeficiente de intercambio.

Se piensa que las ventajas del R-717 pesan mucho más que los inconvenientes, y su uso deberá ganar terreno, dejando de limitarse a las grandes plantas industriales. Los inconvenientes se pueden salvar por medios técnicos de entre los que se citan algunos ejemplos:

- Instalación de detectores de fugas, que automáticamente pongan en marcha sistemas de ventilación.
- Reducción de la carga total. Esto se logra empleando nuevos tipos de intercambiadores, cuyo volumen interno es mucho menor.
- Concentración del refrigerante en un local especialmente seguro, en el que se apliquen normas especiales de seguridad. Fuera de este local, se distribuye el frío mediante un fluido intermedio (agua, salmuera, CO₂, hielo binario, etc.). Empleo de nuevos lubricantes solubles, que eliminará la necesidad de purgas de aceite, al permitir el retorno del lubricante al cárter del compresor.
- Desarrollo de compresores herméticos en la gama pequeña y media (el diseño común de los compresores herméticos no permite su uso con amoníaco, por la incompatibilidad del mismo con el cobre de los bobinados).

6.2.2.2.Salmuera

Los sistemas de salmuera tienen aplicación en aquellos casos en que interesa disponer de instalaciones seguras desde el punto de vista de la toxicidad, fáciles de conducir y que no planteen importantes problemas de mantenimiento. En este sentido son apropiados estos sistemas al transporte de frío a distancia.

Hay diversos tipos de salmuera en función de la sal que usen, en este proyecto en particular se usa una salmuera de tipo salino a base de cloruro sódico. Se ha optado por el uso de una salmuera como refrigerante secundario ya que ésta se mantiene en estado líquido a la temperatura de -5°C , que es la que se ha estimado necesaria para las condiciones de refrigeración de la planta. Además la salmuera de cloruro sódico presenta la ventaja, frente a la de cloruro cálcico, de que un posible contacto accidental no tiene porqué causar la pérdida del producto.

6.2.3. Cámaras frigoríficas

Se necesitaran cámaras frigoríficas todos los productos elaborados en esta fábrica dado que requieren de conservación en frío. Incluso la leche, pues es leche pasteurizada. Se dispondrá de una cámara común para todas las leches y la nata. Ésta debe mantener la leche y la nata a una temperatura de entre 2 y 4°C . Para los postres lácteos será necesaria una temperatura de almacenamiento de $5-7^{\circ}\text{C}$. Tanto los yogures se deben conservar entre $2-5^{\circ}\text{C}$.

Las cámaras frigoríficas que se utilizarán en la instalación vienen detalladas en la memoria justificativa.

6.3. Instalación de aire comprimido.

Las instalaciones consumidoras de aire comprimido son las válvulas de control automático. El estado de apertura de las válvulas se regula inyectando o expulsando aire comprimido en una cámara donde existe una membrana, sobre la cual se ejerce la presión del aire comprimido, y que es la que desplaza el vástago de cierre de la válvula. El compresor estará movido por un motor eléctrico. La distribución se hará con tubería de acero, asegurándose una caída máxima de presión en cada centro de consumo del 2% de la presión de trabajo en cada uno de estos centros. El compresor será de tipo rotativo de paletas y trabajará a una presión de 7Kg/cm².

Cada terminal tendrá una llave de paso compuesta de manorreductor, engrasador y filtro. Toda la inclinación de la red de tuberías se montará con una inclinación hacia uno o varios puntos, mínima de tres grados, debajo de las cuales se montarán purgas para poder eliminar el agua condensada.

6.4. Instalación de protección contra incendios.

Con el fin de proteger las vidas humanas, así como los bienes que existirán en las dependencias de la fábrica, suprimiendo en lo posible las causas que puedan ser el origen del incendio y, en el caso de que esto último sucediera, evitar su propagación reduciendo sus efectos, se establecerán las instalaciones y medidas que se indican en los subapartados siguientes que están basados en las recomendaciones de la NFPA (National FIRE Protection Association) editada por MAPFPRE, habiendo tenido en cuenta las disposiciones sobre prevención y extinción de incendios, que se indican en el Capítulo VII de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Orden de 9 de marzo de 1971).

Para las instalaciones industriales se ha aplicado el reglamento de protección contra incendios en establecimientos industriales REAL DECRETO 786/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

6.4.1. Medios de extinción.

6.4.1.1. Área de producción.

La protección de esta parte del edificio se realizará mediante Bocas de Incendio Equipadas (BIE) con mangueras de 30 m de longitud y bocas de 45 mm que se ubicarán tal y como se indica en el plano correspondiente. Junto a cada una de estas BIEs se situará un extintor de eficacia 13A-89B. Para terminar junto a los cuadros eléctricos principales de esta área se colocarán extintores de CO₂ de eficacia 21B.

6.4.1.2. Área de almacenamiento.

La protección de esta área concreta se realizará de la misma forma que en el caso anterior.

6.4.1.3. Sala de calderas.

En este caso se instalará una BIE de 45 mm dotada de una manguera de 30 m. a la salida de este recinto. Junto a la BIE indicada y junto a la puerta de acceso se situará sendos extintores de polvo seco de 50 Kg (para fuegos de la clase A, B Y C según UNE 23-0101-76), dispuestos sobre carros. Por último se colocará un extintor de CO₂ de eficacia 21B junto al cuadro eléctrico situado en esta sala.

6.4.2. Abastecimiento de agua contra incendios.

6.4.2.1. Almacenamiento.

Para asegurar el suministro de agua a los sistemas de protección contra incendios se instalará un depósito con una capacidad suficiente para abastecer a dos BIEs en el supuesto de que tengan que funcionar simultáneamente, suministrando 3.3 l/seg. durante una hora. El almacenamiento se llevará a cabo en un depósito subterráneo de hormigón armado. Este depósito se abastecerá desde la red y llevará instalada una válvula de flotador con objeto de mantenerlo siempre lleno de agua.

6.4.2.2. Grupo de bombeo.

El grupo de suministro de agua contra incendios estará formado por una bomba principal y una de reserva de iguales características, accionadas respectivamente por un motor eléctrico y por un motor diesel. Así mismo dispondrá de una bomba Jockey y un expansor de membrana que mantendrá a la red constantemente presurizada a una presión mayor que la de arranque de las bombas principales, compensando a su vez posibles fugas de la instalación.

6.4.2.3.Rótulos.

Con objeto de indicar en el interior de los edificios los lugares donde estarán ubicados los extintores y bocas de incendio, se procederán a colocar rótulos que indiquen dichos lugares.

Así mismo, se colocarán en el edificio de fabricación señales de "PROHIBIDO FUMAR".

La forma, tamaño y colores que se utilizarán para las señales indicadas en este apartado, estarán de acuerdo con las prescripciones del Real Decreto 1403/1986, de 9 de mayo, por el que se aprueba la norma sobre señalización de seguridad en los centros de trabajo.

7. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE INSTRUMENTACIÓN.

7.1. Introducción.

En el presente apartado se detalla la manera en que los elementos de control, que se utilizan en la planta, deben ser representados en el plano. De manera que el diagrama P&I (piping and instrument) quede totalmente definido.

Controlador automático: mide una variable y actúa de una forma determinada para que esa variable se mantenga en un valor deseado o de referencia, que es necesario para un controlador automático actúe correctamente.

- Conocer el valor de la variable a controlar.
- Realizar la conexión entre la entrada y la salida mediante un algoritmo de control.
- Cuando detecta que la variable no está en el punto deseado aplica una corrección al proceso (mide y corrige continuamente).

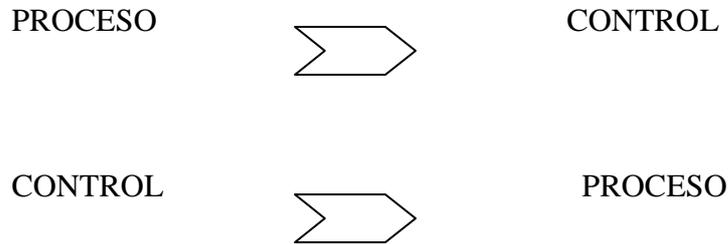
El proceso de control tiene como objetivo facilitar, por un lado, información sobre el estado del proceso para poder actuar en consecuencia, y por otro, proporcionar los datos adecuados para automatizar ciertas tareas. Para ello será necesario distintos instrumentos que se encargarán de recoger los datos, transmitirlos, procesarlos y activar el actuador correspondiente. Todos estos instrumentos, así como su posición y su actuación dentro del proceso vendrá detallada en el diagrama P&I. Existen diversas formas de distinguir los instrumentos, pero se ha optado por seguir la Normativa ISA (Instrument Society of América) que es la que mayor aceptación tiene en la actualidad.

7.2. Transmisión de datos.

Tras la recogida de datos correspondientes a las variables de proceso que se quieren controlar, estos deben ser enviados al dispositivo encargado de procesar la información y decidir la acción correctiva a realizar si la hubiera. Por último, esta

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

acción debe ser transmitida a los actuadores para que se lleve a cabo. Existe por tanto un flujo de información en dos sentidos:



En la planta proyectada hay, principalmente, dos tipos de señales: Señales eléctricas y señales neumáticas.

La gran mayoría de las señales serán eléctricas por las razones que ahora se detallan:

- La transmisión eléctrica es más rápida que la neumática, de modo que si comparamos ambas, podemos considerar la eléctrica como instantánea.
- El coste asociado a la transmisión eléctrica es menor, tanto en el soporte físico, como en la instrumentación asociada.
- La posibilidad de dirigir la señal a un ordenador con el fin de realizar un control por computador.

Además antes de definirse por este tipo transmisión se han verificado dos aspectos importantes:

- Teniendo en cuenta los productos a procesar no existe riesgo de explosión a consecuencia de una chispa.
- La transmisión eléctrica es sensible a las interferencias de tipo electromagnético. En caso de detectarse este problema habrá que optar por la utilización de un cable coaxial que apantalle dichas interferencias.

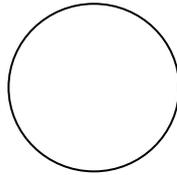
El envío de datos se puede realizar tanto por medio de una señal de tensión como por una señal de intensidad. La primera trae como consecuencia el problema de la atenuación de la señal al aumentar la distancia, debido a la resistencia del propio cable. Por tanto se utilizará la transmisión de intensidad de corriente en un rango de 4 a 20 mA. La utilización de 4 mA para designar el valor mínimo de la medida permitirá detectar posibles cortes de transmisión que pasarían desapercibidos si se estableciese como valor mínimo 0 mA.

A pesar de utilizar la transmisión eléctrica, emplearemos actuadores neumáticos para las válvulas de regulación, mucho más simples y económicos además de tener una vida útil mucho más larga. Debido a ello será necesaria la instalación de convertidores presión-intensidad.

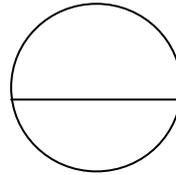
Entre los dos tipos de transmisiones eléctricas existentes, digital y analógica, nos decimos por la digital que, basada en la emisión de pulsos, presenta una gran inmunidad al ruido y la posibilidad de conexión a un computador. Como contrapartida la transmisión digital requiere la instalación de convertidores analógico-digital y digital-analógico, dispositivos que actualmente tienen un bajo coste en el mercado.

7.3. Instrumentos.

Los distintos instrumentos vendrán representados por un círculo en el interior del cual se situará la identificación del instrumento. Dependiendo del lugar donde este situado el instrumento se representará de una u otra forma.



Local



Montado en panel.

- **Sensor, Transmisor, Transductor:**

Medir y Transmitir la señal al controlador. Son los elementos que se utilizan para determinar y comunicar al sistema de control el valor de la variable controlada o variable de proceso.

- **Controlador:**

“Cerebro del sistema de control”. Compara el valor de la variable de proceso con el punto de consigna, detectando el error. La acción correctiva se genera en función del error mediante el algoritmo de control correspondiente.

- **Elemento final de control:**

Válvulas, bombas de velocidad variable y motores eléctricos. Es la parte del sistema de control que modifica directamente el valor de la variable manipulada.

Identificación del instrumento.

En el interior del círculo se inserta la identificación del instrumento, que estará formada por una serie de letras seguidas de un número. Este número indicará el lazo de control al que pertenece el instrumento, de manera que todos los elementos que formen un lazo estarán identificados con el mismo número. Las letras, por su parte, harán referencia a la magnitud con la que se trabaja y a la función del instrumento (indicador, registrador, alarma, etc.). Los significados de las distintas letras varían también dependiendo de si ocupa el primer o el segundo lugar dentro del círculo. En la siguiente tabla se recogen los significados de las distintas letras.

Significado de las letras en la representación.

Letras	Primer Lugar	Segundo lugar
A	Análisis	Alarma
C	Conductividad	Control
D	Densidad	
E	Voltaje	Elemento primario
F	Caudal	
H		Alto
I	Intensidad	Indicador
K	Tiempo	Estación de control
L	Nivel	Bajo
M	Humedad	Medio
P	Presión	Punto
R	Radioactividad	Registro o impresión
S	Velocidad	Interruptor
T	Temperatura	Transmisión
V	Viscosidad	Válvula
W	Peso	
Z	Posición	Servo

A continuación se detallan algunos ejemplos de utilización de esta terminología:

TC: controlador de temperatura.

FT: transmisor de caudal.

LR: registrador de nivel.

TRC: controlador y registrador de temperatura.

Adicionalmente se puede utilizar la letra X para designar una variable con la que se va a trabajar y no está recogida en la tabla. En tal caso se indicará en el diagrama a que variable representa X. Así, por ejemplo, si se quiere medir vibraciones se podría denotar por XR-23, donde X indica vibración, R registrador y 23 se refiere al lazo de control del que forma parte el instrumento. Por último, existen una serie de letras que se añaden a la primera para alterar el significado de la variable tratada. Estas letras son: O (diferencial), R (relación), J (exploración), Q (integración) y S (seguridad). Así TDI se referirá a un indicador de temperatura diferencial.

❖ **MEDIDORES O SENSORES.**

En la planta se pueden encontrar, con carácter general, dos tipos de medidores. Por un lado están los medidores todo o nada, los cuales, son utilizados como alarma, para detectar que una magnitud sobrepasa o desciende por debajo de un límite determinado. Uno de estos medidores puede ser un sensor óptico, colocado como alarma de nivel alto en un tanque. En este caso se dispone de una barrera óptica que se ve interrumpida cuando el fluido alcanza el valor máximo.

Por otro lado se tienen los medidores que dan una lectura continua y exacta de la magnitud controlada. En este grupo se encuentran por ejemplo los termómetros, para medir la temperatura, los medidores de flotador y boya que se desplaza con el nivel de líquido, para medir el nivel, etc. De la misma forma que los anteriores, estos pueden ser utilizados para activar alarmas.

❖ **ACTUADORES O CONTROLADORES.**

Los actuadores constituyen el elemento final de control. En la mayor parte de los casos el actuador es una válvula. Se instalarán válvulas de distinto tipo dependiendo de la función que se quiere que realicen, así para acciones de regulación optaremos por válvulas de globo mientras que si lo que se quiere es cortar o dejar pasar totalmente el fluido se utilizarán válvulas de compuerta o de mariposa. En general, y dado que se quiere alcanzar un grado de automatización alto, todas presentan una serie de elementos comunes relacionados con el proceso de control, de los cuales los más importantes son:

Servomotores:

Estos son los encargados de situar la válvula en la posición seleccionada por el controlador. En la planta se instalarán actuadores neumáticos, los cuales constan de un diafragma, que al aumentar la presión de aire, comprime el resorte y se produce el desplazamiento del vástago. Ya que se utilizará una señal eléctrica para la transmisión de datos podría pensarse en utilizar servomotores eléctricos, los cuales son muy útiles para dar servicios intermitentes, sin embargo en esta planta se requerirá, en la mayor parte de los casos, una modulación continua del caudal para lo cual este tipo de servomotores presentan una vida útil bastante corta.

Dado que el número de válvulas a instalar será alto y que se necesitará un servomotor por cada válvula instalada, será necesario estudiar el origen del aire comprimido a utilizar. De esta forma será conveniente la instalación de un grupo que proporcione aire a presión a todos los servomotores.

Posicionador.

Es un controlador proporcional de presión con consigna procedente del controlador. Compara la posición del vástago con la que recibe del controlador, y si ésta no es correcta envía aire o lo elimina del servomotor neumático. Dispondrá por tanto de un convertidor que transforme la señal digital procedente del controlador en una señal neumática (3-15 psi) que actúe sobre el servomotor.

❖ **VALVULAS.**

Válvulas de control.

La válvula es un elemento final de control, ya sea automático o manual. Realiza la función de variar el caudal del fluido de control, que modifica a su vez el valor de la variable controlada, comportándose como un orificio de área continuamente variable.

El cuerpo es el encargado de regular el pasaje del fluido, transformando los desplazamientos del vástago (lineal o rotacional) en una variación de caudal.

En función del tipo de cuerpo de una válvula de control se encuentran diversos tipos de válvulas de control. Para la planta se utilizara:

Válvula Globo o de asiento: Una válvula de globo es de vueltas múltiples, en la cual el cierre se logra por medio de un disco o tapón que cierra o corta el paso del fluido en un asiento que suele estar paralelo con la circulación en la tubería.

Material de construcción.

Para la elección del material del que están hechas las distintas partes de las válvulas se ha tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Temperatura de trabajo. El proceso que nos ocupa no necesita temperaturas demasiado elevadas. Por ello se pueden usar válvulas sin requerimientos especiales en este aspecto, como pueden ser las empaquetadoras de teflón, que soportan temperaturas hasta unos 220°C.
- Grado de estanqueidad. Este no tiene por que ser demasiado alto, ya que en ningún momento trabajamos con fluidos peligrosos.
- Corrosividad del líquido. Ninguno de los líquidos que intervienen en el proceso presenta una corrosividad excesiva.
- Sólidos en suspensión. En la mayor parte de los casos la cantidad de sólidos en suspensión presentes en las distintas corriente suele ser baja. Sin embargo hay algunos casos que habrá que estudiar con mayor exactitud para ver que

no se produce una excesiva erosión de las válvulas. Cabe destacar el agua de limpieza tanto de fruta como de tarros, así como la línea que suministra la dispersión de pectina.

Por todos estos factores se ha seleccionado el acero inoxidable el material de construcción de las válvulas presentes en la instalación.

Válvulas para bombas.

Una bomba lleva consigo la instalación de una serie de instrumentos que aseguren el buen funcionamiento de la misma. De esta forma una bomba suele ir acompañada de una serie de válvulas con diferentes misiones:

- Válvula de pie en la tubería de aspiración. Consiste en una válvula de retención que únicamente permite el paso del líquido en una dirección. Su misión es evitar que al comenzar a funcionar, la bomba funcione a vacío. Esta válvula no es necesaria en el caso de que la bomba esta situada al pie de un depósito, ya que en este caso nunca se trabajará a vacío. En este caso será necesaria la instalación de un sensor de nivel mínimo en el tanque enclavado eléctricamente con la bomba y que la detenga cuando el nivel desciende de la marca fijada. Puesto que en todos la instalación todas las bombas están situadas a pie de los depósitos en este caso se utilizarán válvulas de compuerta. Mencionar también que por motivos de seguridad a la salida y entrada de cada uno de los equipos de la planta habrá una válvula de compuerta.
- Válvula de retención en la tubería de impulsión. De las mismas características que la anterior, su finalidad es evitar los golpes de ariete, que podrían dañar la bomba cuando esta pasa de funcionamiento a paro.

Finalmente en la planta se encontrarán otros dos tipos de válvulas:

- Válvulas de bola: Se trata de dos válvulas consecutivas que se instalarán en la corriente 40 y que conjuntamente con una bomba de desplazamiento positivo realizarán la operación de homogeneización de la nata. El cuerpo de la válvula tiene una cavidad interna esférica que alberga un obturador en forma esférica o cónica. La válvula tiene un corte adecuado que fija la curva característica de la válvula, y gira transversalmente.
- Válvulas de tres vías: Estas válvulas se instalarán en los lugares de la planta en los que sea necesaria una distribución del fluido en tres direcciones

7.4. Lazos de control

Los lazos de control que se encuentran a lo largo del proceso para intentar mantener constante, de la forma más efectiva posible, el valor de ciertas variables son todos lazos simples de realimentación o lazo cerrado. Un lazo simple de realimentación está compuesto por los siguientes elementos:

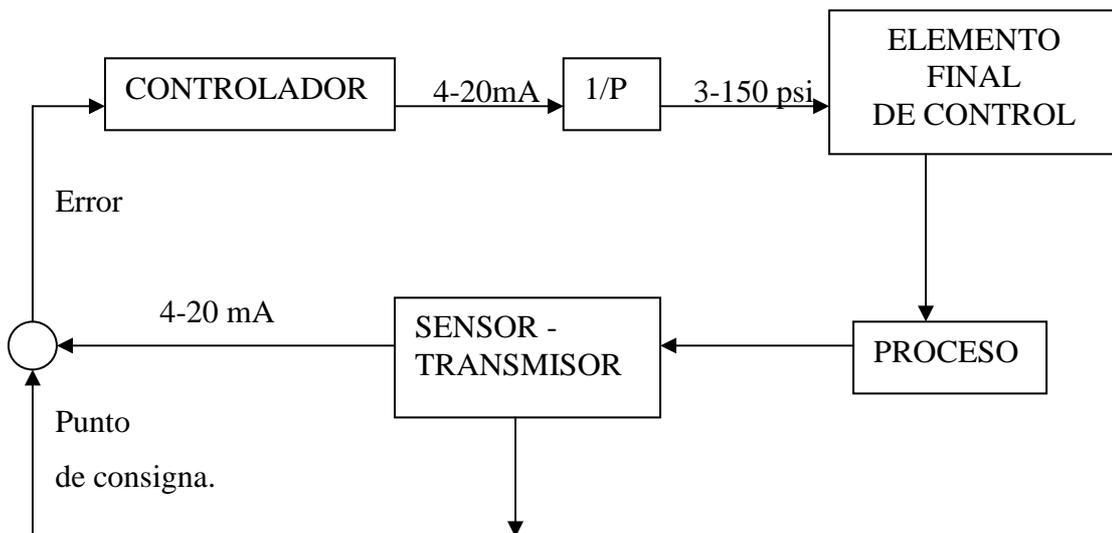
- El proceso a controlar.
- El sistema de control. Este a su vez estará compuesto por:
 - Un sensor.
 - Un transmisor.
 - Un controlador
 - El elemento final de control (en la mayoría de los casos es una válvula).

El sensor detecta la variable de proceso a controlar produciendo un efecto, generalmente mecánico o eléctrico, cuya magnitud está relacionada con el valor de la variable de proceso. El transmisor convierte este efecto físico en una señal estándar neumática, eléctrica, o digital que se transmite al controlador y, en su caso, a un registrador. En el controlador la señal estándar recibida se compara con la correspondiente al valor deseado (punto de consigna o referencia) de la variable de proceso a controlar y se determina el error (diferencia entre ambos valores). De acuerdo con el algoritmo de control programado, el controlador produce otra señal estándar (señal de control) que llega al elemento final de control el cual actúa sobre la variable de proceso manipulada. Como se ha dicho con anterioridad en más de un 90% de los casos el elemento final de control es una válvula de regulación que manipula el caudal de una corriente de proceso.

Además de los cuatro elementos básicos citados, el lazo de control puede incorporar algún elemento adicional para realizar alguna función específica. Por ejemplo, si el controlador genera una señal eléctrica de control y la válvula de regulación es neumática, se requiere un convertidor 1 /P de señal eléctrica estándar a señal neumática estándar.

Los sensores, los transmisores y las válvulas de control se encuentran físicamente localizados en la planta ("en campo"), mientras que el controlador estará ubicado en la sala de control, a cierta distancia de los equipos de la planta. Es por ello que se requieren líneas de transmisión, que como se ha comentado en el apartado correspondiente se han elegido eléctricas, para conducir las señales de los transmisores a los controladores y para enviar las señales de control a los elementos finales de control. En los lazos de control se emplean señales estándar con unos rangos definidos: neumáticas (3-15 psi), eléctricas (4-20 mA, 1-5 V ó 0-10 V) e incluso digitales. En el caso de la planta proyectada, se utilizarán las neumáticas 3-15 psi y las eléctricas 4-20 mA. La utilización de señales estándar permite utilizar instrumentos de diferentes fabricantes sin que esto suponga ningún problema.

A continuación se representa el esquema general de los lazos de control que se pueden encontrar en la planta.



**MEMORIA
JUSTIFICATIVA**

1. BALANCES DE MATERIA.

1.1. Condiciones de diseño.

Para el presente proyecto de industria láctea, se ha dictaminado que la planta va a procesar 20.000 L de leche cruda al día. A continuación se presenta el balance de materia macroscópico de la instalación.

ENTRADA(L/día)		SALIDA(L/día)	
Leche cruda	20000	Leche entera	6000
		Leche semidesnatada	3000
		Leche desnatada	3000
		Yogur entero sabores	2500
		Yogur desnatado frutas	2500
		Postres lácteos	3000

Para los balances de materia se han utilizado densidades medias, puesto que como se ha comentado, la densidad de la leche depende de factores como la raza de la vaca, su alimentación, estación del año, etc... Las densidades que se han utilizado son las que a continuación se detallan:

Fluido	Densidad (g/cm ³)
Leche entera	1,032
Leche semidesnatada	1,034
Leche desnatada	1,036
Nata	0,9993

La planta va a operar durante 1 hora descargado la leche cruda a razón de 20.000 Kg/h del tanque refrigerado al tanque de almacenamiento y 4,2 horas de procesado a un caudal de operación de salida del tanque de almacenamiento de 5.000 Kg/h) y posteriormente el tiempo necesario para el sistema de limpieza in situ CIP.

1.2. Resolución de los balances.

Línea de pretratamiento.

Esta línea de proceso, se referirá desde el punto de evacuado de la leche del camión cisterna, hasta el punto de bifurcación en el que parte de la corriente se envía a la línea de producción de postres lácteos.

Corriente	Fluido	Caudal de operación (Kg/h)
1	Leche	20000
2	Leche	20000
3	Leche	20000
4	Leche	20000
5	Leche	20000
6	Leche	20000
7	Leche	20000
8	Leche	20000
9	Leche	20000
10	Leche	20000
11	Leche	5000
12	Leche	5000
13	Leche	4250
14	Leche	750

Línea de pasteurización y estandarización.

La corriente 14 es la destinada a la producción de postres, el resto continua por hacia la etapa de pasteurización, donde no sufre variaciones de caudal. Es en la etapa de desnatado donde se produce una división de la corriente y es por tanto necesaria la realización de un balance de materia.

Condiciones de operación de la desnatadora.

- Eficacia = 0,95
- Rendimiento = 0,11
- Caudal de entrada de leche entera = 4.250 Kg/h

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

- Concentración de materia grasa en la leche de entrada = 3,7 %

A partir de la eficacia y el rendimiento del equipo:

$$\eta = \frac{MG_{LE} - MG_{LD}}{MG_{LE}} \qquad \pi = \frac{Q_{LE} - Q_{LD}}{Q_{LE}}$$

Según esto, el caudal y la concentración de materia grasa de la leche desnatada que se obtiene con este equipo son los siguientes:

$$MG_{LD} = 0,185 \%$$

$$Q_{LD} = 3.782,5 \text{ Kg/h}$$

A continuación realizando unos sencillos balance de materia, primero global y segundo al componente (materia grasa), será posible evaluar el caudal y cantidad de materia grasa resultante de dicha operación.

$$Q_{LE} = Q_{LD} + Q_{Nata}$$

$$Q_{LE} \cdot MG_{LE} = Q_{LD} \cdot MG_{LD} + Q_{Nata} \cdot MG_{Nata}$$

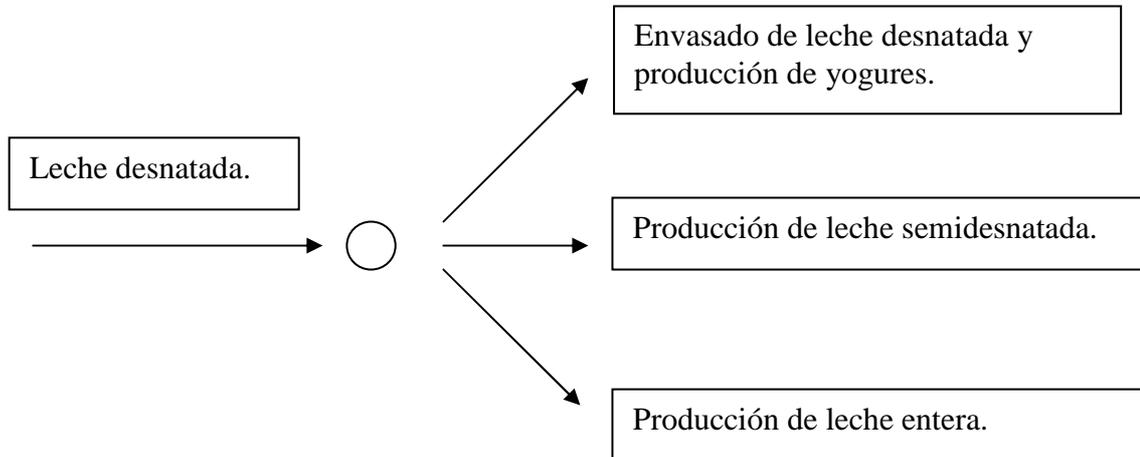
$$Q_{Nata} = 467,5 \text{ Kg/h}$$

$$MG_{Nata} = 32,14 \%$$

Corriente	Fluido	Caudal de operación (Kg/h)
13	Leche	4250
14	Leche	750
15	Leche	4250
16	Leche	4250
17	Leche	4250
18	Leche	4250
19	Leche	4250
20	Nata	467,5
21	Leche D.	3782,5
22	Leche D.	3782,5
23	Leche D.	3782,5

Bifurcación de la leche desnatada pasteurizada.

Tras la etapa de pasteurización se producirá una triple bifurcación en la corriente de leche desnatada, que es la siguiente:



Para la obtención de los caudales para cada línea de proceso, se hace uso de las estimaciones de producción realizadas en el balance macroscópico del proceso.

Corriente	Fluido	Caudal de operación (Kg/h)
23	Leche D.	3782,5
24	Leche D.	1777,77
25	Leche D.	680,85
26	Leche D.	1323,87
27	Leche D.	782,22
28	Leche D.	782,22
29	Leche D.	782,22
30	Leche D.	1173,33
31	Leche D.	1173,33
32	Leche Semi.	718,27
33	Leche Semi.	718,27
34	Leche Semi.	718,27
35	Leche Semi.	718,27
36	Leche Entera	1487,5
37	Leche Entera	1487,5
38	Leche Entera	1487,5
39	Leche Entera	1487,5

Bifurcación de la nata hacia la producción de leche entera y leche semidesnatada.

Para este caso, el procedimiento será establecer la cantidad de materia grasa en la leche semidesnatada y la leche entera, la cual se decidirá en base a lo establecido en el *Reglamento (CE) n° 2597/97 del Consejo de 18 de diciembre de 1997 por el que se establecen las normas complementarias de la organización común de mercados en el sector de la leche y de los productos lácteos en lo que se refiere a la leche de consumo*. Obviamente, la leche desnatada obtenida en la etapa de desnatado, tendrá también un contenido en materia grasa, acorde a lo establecido en dicho reglamento.

Una vez conocido esta tasa de materia grasa, únicamente habrá que establecer los balances de materia pertinentes, para conocer la cantidad de nata que habrá que desviar hacia la corriente de producción de leche semidesnatada y entera.

Corriente	Fluido	Caudal de operación (Kg/h)
40	Nata	467,5
41	Nata	467,5
42	Nata	37,42
43	Nata	430,07
44	Nata	163,62
45	Nata	266,45
46	Nata	135,48
47	Nata	135,48
48	Nata	135,48
49	Nata	130,96
50	Nata	130,96

Línea de proceso del yogur firme.

En la primera etapa del proceso ya se presenta un balance de materia, se trata de la etapa de ultrafiltración, en la que se pretende concentrar la leche destinada a la producción de yogur.

Condiciones de operación de la unidad de ultrafiltración.

- Factor de concentración = 1,4.
- Eficacia = 0,90

(Datos ofrecidos por el proveedor de la membrana, Prostak UF)

A partir de estos datos, se puede evaluar la corriente de permeado y la de retenido, o sea, la corriente de suero y la de leche desnatada concentrada. El factor de concentración indica una concentración del 40% y la eficacia de la operación indica que el 90 % de las proteínas quedarán retenidas en el retenido.

Si la leche tiene un 3,5 % de proteínas en un caudal de 998,58 Kg/h, la cantidad absoluta de proteínas será de 34,95 Kg/h y si la eficacia es del 90%, la cantidad absoluta de proteínas en el retenido será de 31,45. Además según el factor de concentración el caudal de retenido será de 599,148 Kg/h, que por lo tanto tendrá una concentración de proteínas de 5,25%.

En la línea de producción de yogur, también se producirá una bifurcación al 50%, para la producción de yogur firme entero y el yogur firme desnatado.

Por último, mencionar que para el yogur firme entero se ha evaluado mediante el correspondiente balance de materia la cantidad necesaria de nata ha adicionar para que el yogur tenga una concentración final de materia grasa del 8,85%.

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

Corriente	Fluido	Caudal de operación (Kg/h)
31	Leche D.	1173,3
51	Leche D. C.	703,99
52	Leche D. C.	703,99
53	Leche D. C.	703,9989
54	Leche D. C.	703,99
55	Leche D. C.	351,99
56	Leche E. C.	482,96
57	Leche E. C.	482,96
58	Leche E. C.	482,96
59	Yogur E.	482,96
60	Yogur E.	482,96
61	Leche D. C.	351,99
62	Leche D. C.	351,99
63	Leche D. C.	351,99
64	Leche D. C.	351,99
65	Yogur E.	351,99
66	Yogur E.	351,99
71	Cultivo	0,1
72	Aditivos	0,1
73	Aditivos	0,1
74	Cultivo	0,1
75	Frutas	70
87	Suero	469,33

Línea de proceso de postres lácteos.

Corriente	Fluido	Caudal de operación (Kg/h)
76	Postre crudo	750
77	Postre precal.	750
78	Poste caliente	750
79	Postre	750
80	Postre	750
81	Postre	750
82	Postre	750
83	Gelificante	0,1
84	Edulcorante	0,1
85	Aromatizante	0,1
86	Colorante	0,1

2. BALANCES DE ENERGÍA.

En este apartado se van a resolver los balances energéticos en todos los equipos de la planta en los que se produce intercambio de calor (intercambiadores y tanques de refrigeración), con el objetivo de conocer la temperatura de todas y cada una de las corrientes de la planta.

2.1. Intercambiadores de calor.

2.1.1. Procedimiento de cálculo.

La planta consta de 10 intercambiadores de calor; 3 que cumplen función de calefacción, 4 que cumplen función de refrigeración y 3 que cumplen función de regeneración.

Para la resolución de los balances de energía en cada intercambiador, basta con utilizar la siguiente expresión:

$$\dot{m}_A \cdot C_{pA} \cdot \Delta T_A = \dot{m}_B \cdot C_{pB} \cdot \Delta T_B \quad (1)$$

Antes de comenzar la resolución de los balances, es necesario remarcar algunos aspectos:

- Debido a las fuerzas de fricción se estima un incremento medio de temperatura de 1°C cuando el fluido pasa por una bomba centrífuga. En aparatos donde las fuerzas de rozamiento son mayores como es el caso del clarificador centrífugo, este incremento se ha tomado de 2°C.
- Dado que los intercambiadores de placas han sido diseñados considerando que el caudal del fluido calefactor o refrigerante es igual a de la corriente de proceso ($\dot{m}_A = \dot{m}_B$) se puede simplificar la ecuación anterior a:

$$C_{pA} \cdot \Delta T_A = C_{pB} \cdot \Delta T_B \quad (2)$$

2.1.2. Resolución de los balances energéticos.

El calor específico de las distintas corrientes que intervienen en el proceso.

Fluido	Cp(Kcal/Kg°C)
Leche entera	0,93
Leche semidesnatada	0,94
Leche desnatada	0,95
Nata	0,7
Agua	1
Salmuera	1

2.1.2.1.Línea de producción de leche pasteurizada y nata.

○ **IP 100.**

$T_9 = 9^\circ\text{C}$	$T_{10} = 4^\circ\text{C}$	$C_{p_{9-10}} = 0,93 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$
$T_{R1} = -5^\circ\text{C}$	$T_{R2} = ?$	$C_{p_{R1-R2}} = 1 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$
$T_{R2} = 56,64^\circ\text{C}$		

○ **Etapa de pasteurización.**

Para calcular la temperatura que se desea en la corriente número 16 hay que decidir el porcentaje de recuperación que se desea en los intercambiadores regenerativos. Para que éste no salga excesivamente grande se ha optado por un rendimiento de recuperación del 90%.

$$\eta = \frac{T_{16} - T_{13}}{T_{17} - T_{13}}$$

$$T_{16} = T_{13} + \eta(T_{17} - T_{13})$$

$$T_{13} = 5^{\circ}\text{C}$$

$$T_{17} = 72^{\circ}\text{C}$$

$$\eta = 0,9$$

$$\mathbf{T_{16} = 65,3^{\circ}\text{C}}$$

▪ **IP 102.**

$T_{15} = ?$	$T_{16} = 65,3^{\circ}\text{C}$	$Cp_{17-19} = 0,93 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$
$T_{17} = 72^{\circ}\text{C}$	$T_{19} = 60^{\circ}\text{C}$	$Cp_{15-16} = 0,93 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$
$\mathbf{T_{15} = 53,3^{\circ}\text{C}}$		

* Como se detalla en la descripción del proceso, el objetivo de colocar dos intercambiadores en la etapa de regeneración es conseguir proporcionarle a la leche que entra en el estandarizador una temperatura de 60 °C, es por este motivo que T_{19} es una variable fija en el diseño.

▪ **IP-101.**

$T_{13} = 5^{\circ}\text{C}$	$T_{15} = 53,3^{\circ}\text{C}$	$Cp_{13-15} = 0,93 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$
$T_{21} = 62^{\circ}\text{C}$	$T_{22} = ?$	$Cp_{21-22} = 0,95 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$
$\dot{m}_{21} = 3782,5 \text{ Kg/h}$	$\dot{m}_{13} = 4250 \text{ Kg/h}$	
$T_{22} = 8,86^{\circ}\text{C}$		

* En este caso las dos corrientes que se ponen en contacto no tienen el mismo caudal, puesto que la corriente que está cediendo su calor es la corriente de leche desnatada que sale del estandarizador, que obviamente tendrá un caudal distinto a la leche entera que proviene del tanque de almacenamiento refrigerado. También considerar que la corriente de leche desnatada que sale del estandarizador, tendrá un incremento en 2°C debido a las fuerzas de fricción sufridas en el interior del equipo.

▪ **IP-103.**

$T_{16} = 60^{\circ}\text{C}$	$T_{17} = 72^{\circ}\text{C}$	$Cp_{16-17} = 0,93 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$
$T_{C1} = 95^{\circ}\text{C}$	$T_{C2} = ?$	$Cp_{C1-C2} = 1 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$
$T_{C2} = 88,77^{\circ}\text{C}$		

○ **IP 104.**

$T_{22} = 9,37^{\circ}\text{C}$	$T_{23} = 4^{\circ}\text{C}$	$C_{p22-23} = 0,93 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$
$T_{R5} = -5^{\circ}\text{C}$	$T_{R6} = ?$	$C_{pR5-R6} = 1 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$
$T_{R6} = 0,11^{\circ}\text{C}$		

* En este caso se ha considerado que la corriente 22 ha sufrido un incremento de $0,5^{\circ}\text{C}$ en su temperatura a causa de su paso por una válvula de compuerta.

○ **IP 105.**

$T_{40} = 64^{\circ}\text{C}$	$T_{41} = 4^{\circ}\text{C}$	$C_{p40-41} = 0,7 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$
$T_{R7} = -5^{\circ}\text{C}$	$T_{R8} = ?$	$C_{pR7-R8} = 1 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$
$T_{R8} = 37^{\circ}\text{C}$		

2.1.2.2.Línea de producción de yogur.

○ **IP 200.**

$T_{52} = 41^{\circ}\text{C}$	$T_{51} = 6^{\circ}\text{C}$	$C_{p40-41} = 0,95 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$
$T_{C3} = 95^{\circ}\text{C}$	$T_{C4} = ?$	$C_{pR7-R8} = 1 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$
$T_{C4} = 60,8^{\circ}\text{C}$		

2.1.2.3. Línea de producción de postres lácteos.

○ Etapa de Pasterización

Para calcular la temperatura que se desea en la corriente número 77 hay que decidir el porcentaje de recuperación que se desea en los intercambiadores regenerativos. Para que éste no salga excesivamente grande se ha optado por un rendimiento de recuperación del 90%.

$$\eta = \frac{T_{77} - T_{76}}{T_{78} - T_{76}}$$

$$T_{76} = 5^{\circ}\text{C}$$

$$T_{78} = 72^{\circ}\text{C}$$

$$\eta = 0,9$$

$$T_{77} = 65,3^{\circ}\text{C}$$

▪ IP 300.

$T_{76} = 5^{\circ}\text{C}$	$T_{77} = 65,3^{\circ}\text{C}$	$C_{p65-66} = 0,93 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$
$T_{78} = 72^{\circ}\text{C}$	$T_{79} = ?$	$C_{p65-66} = 0,93 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$
$T_{79} = 11,7^{\circ}\text{C}$		

▪ **IP 301.**

$T_{77} = 65,3^{\circ}\text{C}$	$T_{78} = 72^{\circ}\text{C}$	$C_{p_{65-66}} = 0,93 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$
$T_{C7} = 95^{\circ}\text{C}$	$T_{C8} = ?$	$C_{p_{65-66}} = 1 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$
$T_{C8} = 88,77^{\circ}\text{C}$		

○ **IP 302.**

$T_{79} = 64^{\circ}\text{C}$	$T_{80} = 4^{\circ}\text{C}$	$C_{p_{65-66}} = 0,93 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$
$T_{R17} = -5^{\circ}\text{C}$	$T_{R18} = ?$	$C_{p_{R16-R16}} = 1 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$
$T_{R18} = 2,16^{\circ}\text{C}$		

2.2. Tanques refrigerados.

2.2.1. Consideraciones de cálculo.

En el presente apartado se pretende evaluar el balance energético en el encamisado de los tanques que necesitan refrigeración. Concretamente la planta tendrá 6 tanques que necesitarán mantenerse refrigerados, por un lado el tanque de almacenamiento de leche cruda (T 102), y por otro lado los 5 depósitos previos a los respectivos envasados.

A la hora de calcular la superficie a través de la que se intercambia calor, sólo se ha tenido en cuenta la superficie lateral e inferior, despreciando la superior dado que el salto térmico es distinto, aunque se compensa esta simplificación al considerar toda la superficie lateral, puesto que el nivel de líquido no llegará hasta la parte superior del tanque. Además se ha despreciado el fenómeno de convección frente al de conducción.

Estas simplificaciones se justifican en que el objetivo de este cálculo no es otro que realizar una estimación de los caudales necesarios de refrigeración, la cual es necesaria para el diseño de las tuberías por las que va a circular el refrigerante. Pero, puesto que la planta estará totalmente automatizada, en caso de detectarse cualquier variación (respecto al set point de 4°C) en la temperatura de los fluidos en el interior de los depósitos, se realizará la consecuente acción correctiva en la válvula de la conducción de entrada de refrigerante al encamisado de los tanques.

Antes de comenzar el cálculo de estos balances habrá que matizar una serie de consideraciones previas.

- Como ya se detallo en el apartado de diseño de los tanques, estos estarán provistos de un recubrimiento aislante, con el objetivo de una pérdida excesiva de energía, este aislante será espuma rígida de poliuretano, que tiene una conductividad térmica de:

$$k = 2 \frac{\text{Kcal} \cdot \text{cm}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}}$$

- Se ha considerado temperatura constante en el interior y en el exterior de los tanques. Además para la temperatura exterior se ha tomado la que se considera más desfavorable (30°C).
- El espesor de la pared de aislante de 10 cm.
- La instalación de refrigeración proporciona salmuera a -5°C, además se ha fijado la temperatura de salida del refrigerante en -1°C.

2.2.2. Resolución de los balances.

$$\left. \begin{array}{l} k = 2 \frac{\text{Kcal} \cdot \text{cm}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}} \\ e = 10 \text{ cm} \\ \Delta T = 30 - 4 = 26^\circ\text{C} \end{array} \right\} \frac{Q}{A} = \frac{k \cdot \Delta T}{e} = 5,2 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}}$$

Con este dato de caudal de calor por unidad de superficie, únicamente bastará con multiplicarlo por el valor de la superficie de intercambio. Resaltar que en los tanques de regulación previos al los distintos envasados, también habrá que tener en cuenta el calor necesario para la corriente de proceso, la cual estará circulando en continuo por el tanque, puesto que aunque acabará de pasar por un intercambiador que le proporcionará la temperatura de 4°C, antes de ingresar en el depósito habrá pasado a través de una válvula de asiento, que le proporcionará un incremento de 1°C por fricción.

$$\text{Tanque almacenamiento} \longrightarrow Q = \rho \cdot A$$

$$\text{Tanques de regulación} \longrightarrow Q = \rho \cdot A + \left(\dot{m} \cdot \Delta T \cdot C_p \right)_{c.\text{proceso}}$$

Una vez tenemos Q (Kcal/h), se aplicará la ecuación:

$$Q(\text{Kcal/h}) = \dot{m} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{h}} \right) \cdot C_p \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right) \cdot (T_{sal} - T_{ent}) (^\circ\text{C})$$

De la cual obtendremos el caudal másico de cada una de las corrientes de refrigeración.

	$A_{\text{intercambio}}$	$\dot{m}_{\text{c.proceso}}(\text{Kg/h})$	$Q(\text{Kcal/h})$	$\dot{m}_{\text{refrig}}(\text{Kg/h})$
T 102	35,55		184,86	46,21
T 103	16,37	2133,33	2.111,77	527,94
T 104	8,27	861,93	861,84	215,46
T 105	14,65	1.785,00	1.771,95	442,99
T 106	6,24	319,74	336,22	84,05
T 304	10,30	900,00	908,57	227,14

Una vez conocidos los caudales de operación de estas corrientes, haciendo uso de la densidad de la salmuera (1073 Kg/m^3) y estableciendo una $V_{\text{diseño}}$ de 1m/s como en el resto de la instalación, se estará en disposición de evaluar los diámetros correspondientes para las conducciones de salmuera de los tanques refrigerados.

Todos los datos finales de los diámetros normalizados de las corrientes de calefacción y refrigeración se encuentran representados en la *memoria justificativa* (*apartado sistema de tuberías*).

3. SELECCIÓN Y DISEÑO DE EQUIPOS QUE COMPONEN LA PLANTA.

3.1. Intercambiadores de calor.

3.1.1. Introducción.

Los intercambiadores de calor son aparatos que facilitan el intercambio de calor entre dos fluidos que se encuentran a temperaturas diferentes y evitan, al mismo tiempo, que se mezclen entre sí. En la práctica, los intercambiadores de calor son de uso común en una amplia variedad de aplicaciones, desde los sistemas domésticos de calefacción y acondicionamiento del aire, hasta los procesos químicos y la producción de energía en las plantas grandes.

Son muchos y muy diversos los aparatos diseñados para suministrar o eliminar calor, y pueden basarse simultáneamente en varios de los mecanismos de transmisión conocidos. Se describen a continuación los principales tipos de aparatos, que se encuentran reunidos en la tabla siguiente.

OPERACIÓN	MECANISMO		
	CONDUCCIÓN	CONVECCIÓN	RADIACIÓN
Aislamiento térmico	AISLANTES REFRACTARIOS	CAMISAS DE VACÍO	ESPEJOS DE RADIACIÓN
Calefacción o refrigeración de fluidos o sólidos	INTERCAMBIADORES DE CALOR		HORNOS
	PLACAS SOLARES		
Evaporación y condensación	EVAPORADORES CONDENSADORES		

Son aparatos cuyo objetivo es el de llevar una corriente de fluido a una temperatura determinada, calentándola o refrigerándola, mediante otra corriente de fluido calentador o refrigerante. Los fluidos circulan separados por una superficie, metálica o no, a través de la cual intercambian el calor. Se emplean muchísimo en la industria química y petroquímica para situar las distintas corrientes de fluido a su nivel térmico adecuado y además para conseguir el máximo ahorro de energía posible. Para

ello se integran las distintas corrientes de fluido entre si enlazando corrientes a calentar con corrientes a enfriar, de modo que el consumo de energía adicional sea mínimo.

Los distintos tipos de intercambiadores existentes, son los que a continuación se relatan.

- Intercambiadores de calor de carcasa y tubos: Están compuestos por una carcasa cilíndrica en cuyo interior se dispone un haz de tubos de pequeño diámetro dispuestos de forma paralela al eje del cilindro.
- Intercambiadores de calor de placas: Su diseño esta basado en sustituir las superficies tubulares por superficies planas con ciertas rugosidades, para conseguir aumentar la superficie de contacto.
- Intercambiadores en espiral: Están formados por dos cintas de chapa metálica arrolladas alrededor de un mandril. La distancia entre las cintas se mantiene mediante topes soldados a ellas. De este modo se obtiene dos canales cerrados para circulación a contra-corriente.
- Intercambiadores tubulares: están constituidos por haces tubulares cuyos elementos están unidos en ambos extremos por codos. En el interior, el producto y el fluido térmico circulan, uno por el espacio central y otro por el espacio anular.

3.1.2. Selección y diseño del tipo de intercambiador.

El tipo de intercambiador elegido para la planta proyectada es el intercambiador de placas por los siguientes motivos:

- Versatilidad, concepción y flexibilidad: En cuanto a la posibilidad de modificar fácilmente la superficie de contacto sólo aumentando o eliminando placas.
- Compacidad: Su disposición de placas permite obtener elevadas superficies de contacto. En espacios muy reducidos.

- Facilidad de mantenimiento: Las placas son fácilmente accesibles mediante simple aflojamiento, con lo que se permite realizar cualquier inspección visual y cualquier tipo de limpieza mecánica.

Por todos estos motivos, el intercambiador de placas es el tipo de intercambiador más extendido en prácticamente todas las ramas de la industria agro-alimentaria.

El tamaño y la configuración o solución de un intercambiador depende de muchos factores, entre los cuales se encuentran:

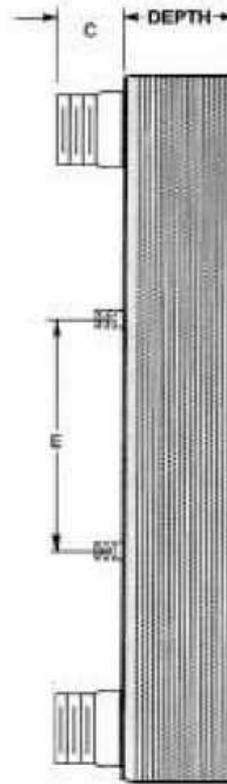
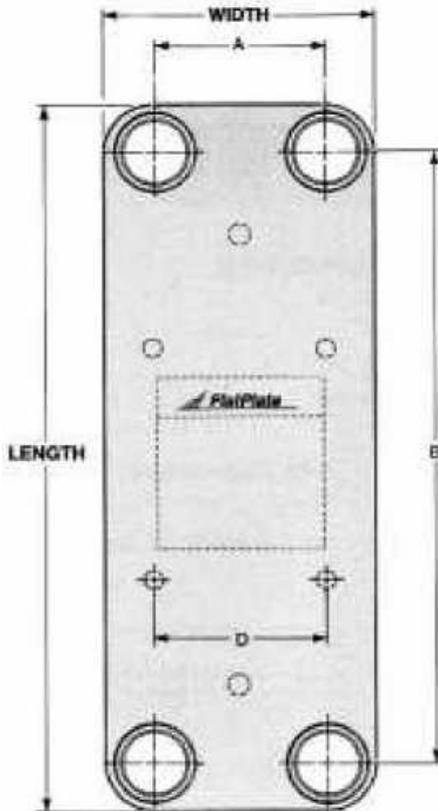
- Velocidad de flujo o caudal de producto.
- Propiedades físicas de los líquidos.
- Propiedades de temperatura.
- Caídas de presión admisibles.
- Diseño del intercambiador de calor.
- Necesidades de limpieza.
- Tiempos de funcionamiento necesarios.

3.1.2.1. Elección del tipo de placa y sus especificaciones técnicas.

Una vez claro el tipo de intercambiador, el siguiente paso es analizar la oferta de este tipo de intercambiadores que ofrece el mercado. La variedad de tamaños de placas es amplia, aunque la superficie de las mismas está limitada por problemas de rigidez, ya que pueden resultar flexibles si tienen una superficie excesiva. Las placas habitualmente suelen tener distintos tipos de rugosidad en su superficie, con el objetivo de aumentar la superficie del intercambiador.

Los intercambiadores elegidos, que compondrán la planta son los siguientes:

Se trata de 10 intercambiadores **FP Series Heat Exchangers**, ofertados por la empresa **FlatPlate**, se ha decantado por este modelo principalmente, porque tiene como factor diferenciador su elevado rango de aplicación y puesto que en la instalación los intercambiadores van a operar en distintas condiciones de temperatura y caudal, se ha considerado esta una buena característica.



Connections (a)			
# of Plates	Standard		
	Threaded (MPT)	C	
5X12	4 thru 16	3/4	1.125
	20 thru 30, 36 thru 40, 50	1	1.250
	30, 40	1-1/4	1.375
10X20	20 thru 40	1-1/2	1.500
	50 thru 80	2	1.750
	90 thru 200	2-1/2	2.000

- (a) Connections the same on both sides
- (b) Heat exchanger may be installed in vertical or horizontal position
- (c) Heat exchanger must be piped in counterflow arrangement
- (d) A water strainer **MUST** be installed in the water inlet circuit (16-20 mesh minimum, 20-40 mesh recommended)
- (e) Water quality should be maintained at a PH of 7.4 (6.5 to 8.0)
- (f) Use MP Series version for sea water, chlorinated water and pool water applications
- (g) Use FPN Series version for de-ionized water applications

Stud Bolts:

- 3/8-24 x 1"L on all 5 x 12 Models
- 1/2-20 x 1-1/2"L standard on all 10 x 20 Models

Model	Dimensions (in.)							Approx. Wt. (lbs.)
	L	W	Depth	A	B	D	E	
FP5x12	12.2	4.9	.094 x #plates + .36	2.7	9.9	2.5	3.5	.328 x #plates + 3.1
FP10x20	20.3	9.8	.094 x #plates + .36	6.5	17.0	4.0	5.5	1.1 x #plates + 10.7

Specifications

Plate Material: 316L Stainless Steel
 Braze Material: Copper
 Maximum Working Temperature: 350°F
 Maximum Working Pressure: 450 psi



- Approvals:
 - U.L. (Underwriters Laboratory), US and Canada
 - ASME Code Stamped (optional)
 - Canadian CRN
 - European TÜV
- Optional Floor Mount Bracket
- Standard and Custom units available including FPN **Nickel brazed** versions and MP Series Marine versions.

3.1.2.2. Cálculo del número de placas.

Haciendo uso de las especificaciones técnicas del intercambiador, lo siguiente será evaluar el número de placas que se necesitará para cada uno de los intercambiadores de la instalación.

El procedimiento de cálculo será el siguiente:

Para conocer el número de placas, el concepto que habrá que evaluar es el área de intercambio de calor, el cual podrá ser extraído de la expresión general de los intercambiadores de calor.

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T_{ml}$$

Q = Calor intercambiador (W)

U = Coeficiente de transferencia de calor ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)

ΔT_{ml} = Incremento de temperatura medio logarítmico ($^\circ C$)

a) Cálculo de Q.

$$Q(W) = m \left(\frac{Kg}{s} \right) \cdot Cp \left(\frac{J}{Kg \cdot ^\circ C} \right) \cdot (T_{ent} - T_{sal}) (^\circ C)$$

b) Cálculo de ΔT_{ml} .

Para fluidos que circulan a contracorriente.

$$\Delta T_{ml} = \frac{(T_v - T_L)_o - (T_v - T_L)_L}{\ln \frac{(T_v - T_L)_o}{(T_v - T_L)_L}}$$

c) **Cálculo de U.**

$$1/U = 1/h_L + 1/h_v + x/K.$$

h = Coeficiente de convección de cada uno de los fluidos.

x = Espesor de la pared.

K = conductividad térmica de la pared.

Se dispone de todos los datos necesarios a excepción de los coeficientes de convección que serán evaluados a partir del número de Nusselt. Para evaluar el número de Nusselt se hará uso de la expresión que propusieron **W.J.Auth** y **J. Loiano**, suponiendo régimen turbulento, ya que en caso de cambiadores de placas con un número de Reynolds de 150 a 300 ya se consigue este régimen, no es necesario por tanto alcanzar los 2100 necesarios para conducciones lisas.

$$(Nu) = a \cdot (Re)^b \cdot (Pr)^c \cdot (\mu/\mu_p)^d$$

$$Nu = h \cdot D/K.$$

$$Re = D \cdot V \cdot M/\mu.$$

$$Pr \equiv N^\circ \text{ de Prandtl} = C_p \cdot \mu / K.$$

μ_p : viscosidad del fluido a la temperatura de la pared.

a: coeficiente que varía entre 0,15-0,4.

b: coeficiente que varía entre 0,65-0,85.

c: coeficiente que varía entre 0,30-0,45.

d: coeficiente que varía entre 0,05-0,2.

D: diámetro hidráulico.

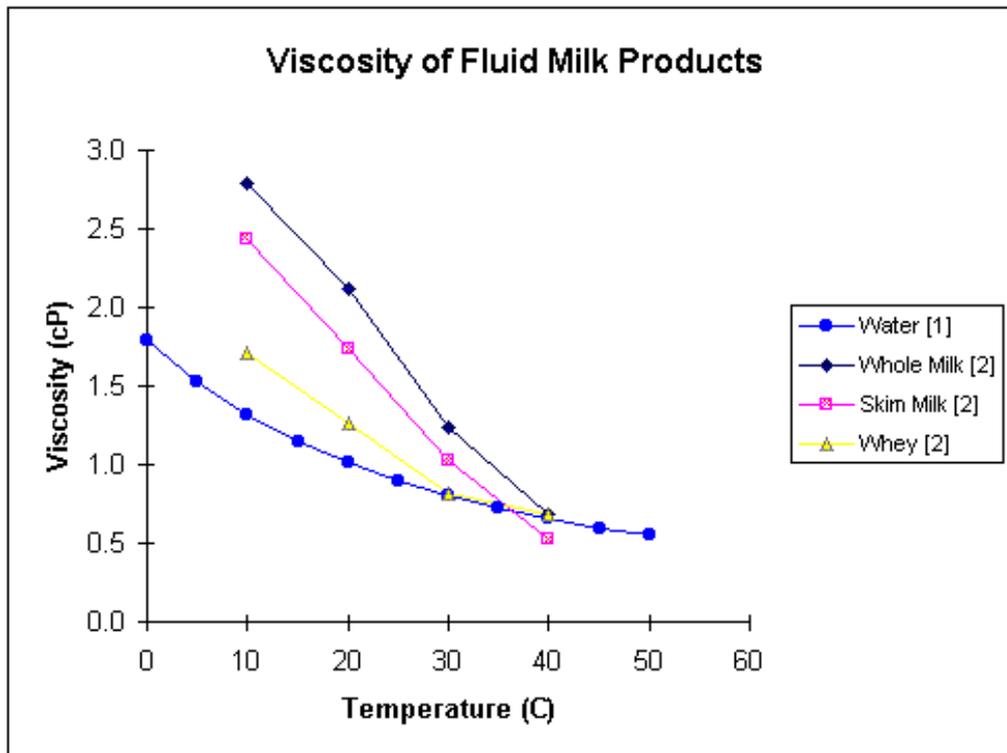
K: conductividades de los fluidos a la temperatura media.

V: velocidades de los fluidos en el intercambiador.

Se ha aplicado la simplificación $(\mu / \mu_p) = 1$.

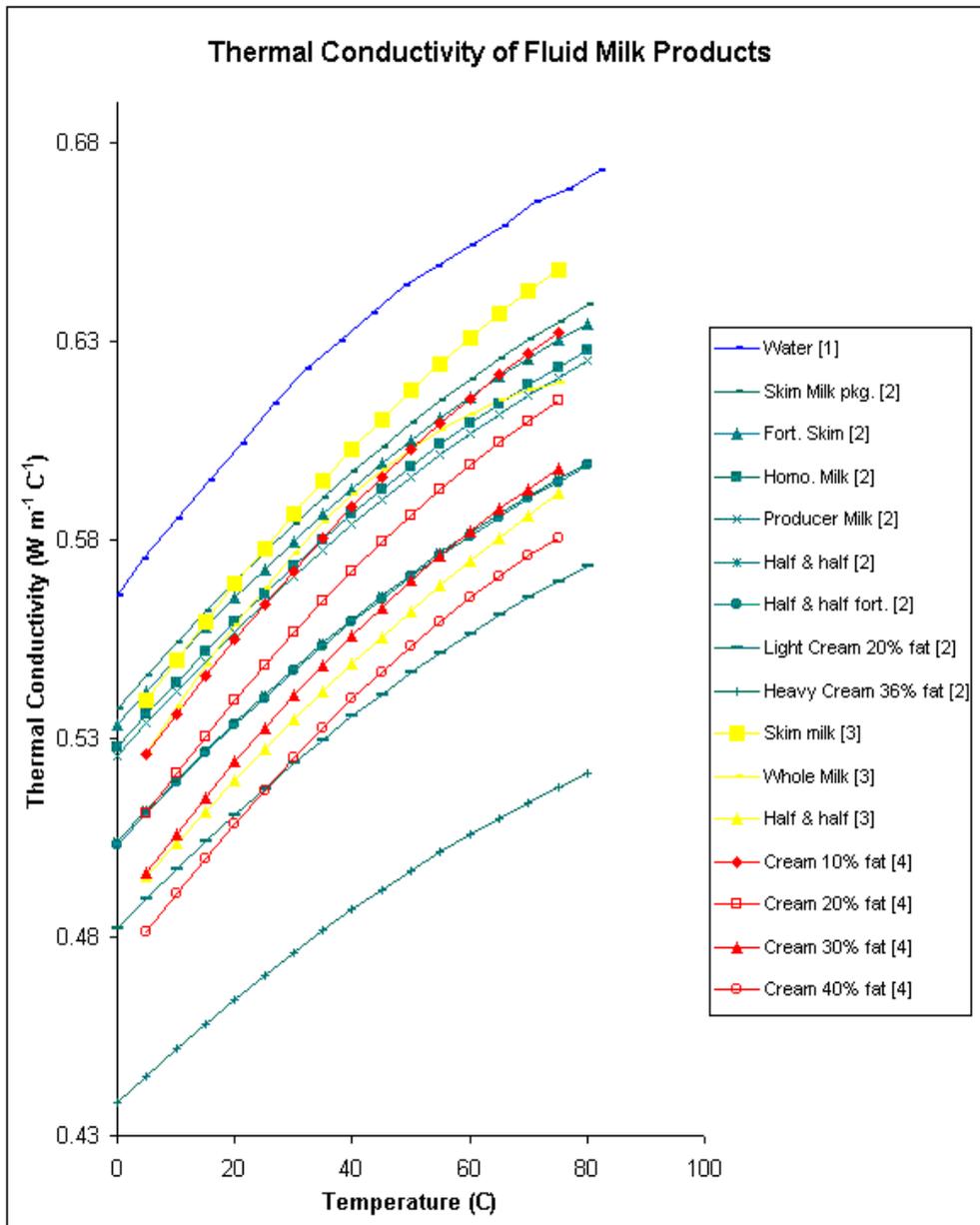
A continuación se reflejan los distintos gráficos de los que se ha hecho uso para conocer la viscosidad y la conductividad caloríficas a distintas temperaturas de los distintos fluidos presentes en cada uno de los intercambiadores de calor.

○ **Productos lácteos.**



[1] Lange (1967)

[2] Kessler (1981)



[1] Holman (1976)

[3] Fernandez - Martin and Montes (1972)

[2] Riedel (1949)

[4] Fernandez - Martin and Montes (1977)

* Para los postres lácteos se han tomado los valores de la leche entera (whole milk) debido a que la composición de ambos es muy próxima.

○ Salmuera y agua.

Datos obtenidos de obtenidos del *MANUAL DEL INGENIERO QUÍMICO*.
Robert H. Perry.

El siguiente dato necesario es el diámetro equivalente, que es cuatro veces el radio hidráulico, el cual equivale a:

$$D_e = 4 \cdot R_h = 4 \cdot \frac{S}{P}$$

Siendo S la superficie disponible para el flujo del fluido en la placa y que por tanto se evaluará como:

*Ancho de placa * espaciado entre placas.*

Mientras que P será el perímetro mojado de la sección de paso y equivaldrá a
2 espaciado ente placas + 2* ancho de placa.*

A continuación se representa la tabla de valores para cada intercambiador de calor, reseñar que los cálculos en primera instancia se realizaron para el modelo de intercambiador **FP10x20**, o sea, el mayor de los dos ofertados por el proveedor, pero como se indica en la ficha técnica de los intercambiadores, para ese tipo de intercambiador se necesita un mínimo de 20 placas, por lo tanto para los intercambiadores que resultaron tener un número de placas menor que este, se recalcularon para el modelo **FP 5x12**.

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

	Fluido	V(m/s)	\dot{m} (Kg/h)	T_{ent}	T_{sal}	T_{med}
IP 100	Salmuera	0,86	24.000,00	- 5,00	- 0,35	- 2,68
	Leche ent	0,70	24.000,00	9,00	4,00	6,50
IP 101	Leche ent	1,16	5.100,00	5,00	53,30	29,15
	Leche des	1,03	4.539,00	62,00	8,87	35,44
IP 102	Leche ent	1,16	5.100,00	53,30	65,30	59,30
	Leche ent	1,16	5.100,00	72,00	60,00	66,00
IP 103	Leche ent	1,16	5.100,00	65,30	72,00	68,65
	Agua	1,20	5.100,00	95,00	88,77	91,88
IP 104	Salmuera	0,99	4.539,00	- 5,00	0,10	- 2,45
	Leche des	1,03	4.539,00	9,37	4,00	6,69
IP 105	Salmuera	0,85	561,00	- 5,00	37,00	16,00
	Nata	0,91	561,00	64,00	4,00	34,00
IP 200	Leche des	1,32	844,80	5,00	41,00	23,00
	Agua	0,87	844,80	95,00	60,80	77,90
IP 300	Postre	0,90	750,00	5,00	65,30	35,15
	Poste	0,90	750,00	72,00	11,70	41,85
IP 301	Postre	0,90	750,00	65,30	72,00	68,65
	Agua	0,93	750,00	95,00	88,77	91,88
IP 302	Salmuera	0,86	750,00	- 5,00	2,16	- 1,42
	Poste	0,90	750,00	11,70	4,00	7,85

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

	Fluido	ΔT_{ml}	Q(W=J/s)	Viscosidad(cp)	DH	Re
IP 100	Salmuera	4,26	130.555,56	3,50	0,00712	1811,74
	Leche ent			2,60		
IP 101	Leche ent	21,96	262.355,86	1,35	0,00712	6318,34
	Leche des			0,90		
IP 102	Leche ent	7,55	66.583,33	0,60	0,0048	9583,99
	Leche ent			0,50		
IP 103	Leche ent	5,05	34.573,40	0,50	0,0048	11500,8
	Agua			0,50		
IP 104	Salmuera	4,46	26.532,58	3,40	0,0048	1447,74
	Leche des			2,50		
IP 105	Salmuera	22,05	36.620,83	2,50	0,0048	1679,1
	Nata			7,50		
IP 200	Leche des	16,51	31.433,55	1,55	0,0048	4223,91
	Agua			0,50		
IP 300	Postre	25,16	49.203,13	0,90	0,0048	4956,32
	Poste			0,65		
IP 301	Postre	5,05	5.084,32	0,50	0,0048	8921,37
	Agua			0,50		
IP 302	Salmuera	5,51	6.282,99	3,05	0,0048	1406,64
	Poste			2,80		

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

	Fluido	k(W/mK)	Pr	Nu	h	U(W/m²°C)
IP 100	Salmuera	0,56	24,48	109,65	8624,001	2548,80
	Leche ent	0,51	19,97	109,38	7834,81	
IP 101	Leche ent	0,56	9,44	191,96	15098,39	3628,98
	Leche des	0,58	6,08	202,65	16507,91	
IP 102	Leche ent	0,60	3,92	192,21	24026,21	4369,69
	Leche ent	0,61	3,21	204,51	25989,14	
IP 103	Leche ent	0,62	3,16	203,41	26273,83	4499,90
	Agua	0,67	2,93	202,89	28235,6	
IP 104	Salmuera	0,56	23,78	92,82	10829,48	3091,33
	Leche des	0,54	18,13	107,88	12136,76	
IP 105	Salmuera	0,59	16,48	91,25	11291,76	2662,26
	Nata	0,52	56,49	66,74	7230,11	
IP 200	Leche des	0,56	10,84	151,56	17682,64	4007,59
	Agua	0,67	2,93	162,48	22612,41	
IP 300	Postre	0,57	6,18	140,85	16726,25	3832,49
	Poste	0,58	4,39	157,97	19087,59	
IP 301	Postre	0,61	3,21	171,17	21756,27	4220,55
	Agua	0,67	2,92	169,68	23684,23	
IP 302	Salmuera	0,55	21,72	88,29	10116,73	2903,97
	Poste	0,52	21,09	95,39	10334,89	

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

	Fluido	A(m²)	A_{placa}(m²)	N_{placas}	MODELO FINAL.
IP 100	Salmuera	12,03	0,13	92,56	FP 10X20 de 93 placas
	Leche ent				
IP 101	Leche ent	3,29	0,13	25,32	FP 10X20 de 26 placas
	Leche des				
IP 102	Leche ent	2,017	0,04	51,74	FP 5X12 de 52 placas
	Leche ent				
IP 103	Leche ent	1,52	0,04	38,99	FP 5X12 de 39 placas
	Agua				
IP 104	Salmuera	1,92	0,04	49,34	FP 5X12 de 50 placas
	Leche des				
IP 105	Salmuera	0,623	0,04	15,99	FP 5X12 de 16 placas
	Nata				
IP 200	Leche des	0,475	0,04	12,18	FP 5X12 de 13 placas
	Agua				
IP 300	Postre	0,510	0,04	13,08	FP 5X12 de 14 placas
	Poste				
IP 301	Postre	0,238	0,04	6,11	FP 5X12 de 7 placas
	Agua				
IP 302	Salmuera	0,392	0,04	10,07	FP 5X12 de 11 placas
	Poste				

3.2. Tanques de regulación y almacenamiento.

La instalación va a constar con un total de 18 tanques de almacenamiento y regulación de caudales. Todos estos depósitos se van a diseñar bajo el marco legal del REAL DECRETO 769/1999, de 7 de Mayo de 1999, dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión y modifica el REAL DECRETO 1244/1979, de 4 de Abril de 1979, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión. BOE núm. 129 de 31 de mayo de 1999.

Los equipos van a ser diseñados, mediante el método internacional de diseño: CÓDIGO ASME SECCION VIII DIVISION 1 ANSI/ASME BPV Code-VIII-1 (2000) (Rules for construction of pressure vessels). Según este código Un recipiente a presión está constituido por una envolvente, normalmente metálica, capaz de contener un fluido, líquido o gaseoso, cuyas condiciones de temperatura y presión son distintas a las del medio ambiente.

Dentro de la clasificación que realiza el código ASME VII, el tipo de depósito que se utilizará en la instalación será un depósito de almacenamiento cilíndrico, cerrado, vertical y de fondo elíptico.

El material elegido para la construcción de los depósitos será el acero inoxidable AISI 316, por ser este el más comúnmente utilizado en la industria alimentaria y en concreto en la industria láctea, por respetar las propiedades de la leche y soportar perfectamente las temperaturas de operación. Además los tanques van a disponer de un recubrimiento o aislante para evitar una pérdida de energía excesiva, dado que el fluido debe mantenerse a una temperatura muy baja y el salto térmico en los meses cálidos puede llegar a ser muy elevado. El aislante elegido es espuma rígida de poliuretano, el espesor de aislante será en todos los depósitos de 10 cm. Además de todo esto, alguno de los depósitos, en concreto el destinados a almacenamiento y los previos al envasado, dispondrán de un encamisado para mantener la leche refrigerada en su interior.

3.2.1. Diseño de los depósitos de la instalación.

El procedimiento utilizado para el diseño de los depósitos ha sido evaluar el volumen que circulará a través de cada depósito a lo largo de la jornada laboral (4,2 horas de producción). El siguiente paso sería establece la relación h/D, que se realiza de modo arbitrario, para la instalación se ha optado por una relación h/D = 2.

A continuación se detalla el procedimiento de cálculo realizado.

$$Q\left(\frac{m^3}{h}\right) = \frac{V(m^3)}{t(h)}$$

$$Q\left(\frac{m^3}{h}\right) = \text{Caudal que llega al depósito.}$$

$$V(m^3) = \text{Volumen del depósito.}$$

$t(h)$ = Tiempo de trabajo al día de la planta (tiempo de descarga de 1 hora para los 3 primeros tanques y 4,2 horas de tiempo procesado para el resto de tanques).

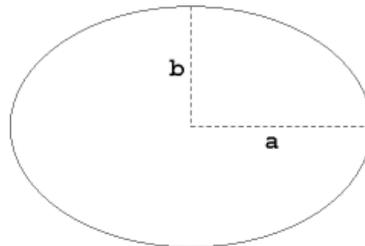
Nombre	Q(Kg/h)	V(L)	VD(m ³)	D(m)
T 100	24000	23255,814	10	1,85
T 101	24000	23255,814	10	1,85
T 102	24000	23255,814	25	2,5
T 103	1815,6	7389,06977	8	1,7
T 104	718,27	2923,19186	3	1,25
T 105	1530	6226,74419	7	1,65
T 106	355,27	1445,86628	2	1,1
T 200	718,98	2926,0814	3	1,25
T 202	0,12	0,48837209	0,2	0,25
T 203	0,12	0,48837209	0,2	0,25
T 204	0,12	0,48837209	0,2	0,25
T 205	0,12	0,48837209	0,2	0,25
T 206	84	290,849134	0,35	0,6
T 300	0,12	0,41549876	0,2	0,25
T 301	0,12	0,41549876	0,2	0,25
T 302	0,12	0,41549876	0,2	0,25
T 303	0,12	0,41549876	0,2	0,25
T 304	900	3116,24073	4	1,35

Como se observa en la tabla, existen una serie de excepciones que a continuación se justifican:

- Los dos primeros tanques tienen un volumen inferior del que van a recibir a lo largo del proceso de descarga y esto es debido a que se considera antieconómico colocar 3 depósitos de igual volumen al depósito de almacenamiento, de manera consecutiva. En lugar de ello se colocará una bomba de impulsión suplementaria a la salida del tanque refrigerado que actuará en caso de algún problema.
- Para el caso de los tanques de almacenaje de los aditivos y cultivos starter, será mayor al que se obtiene, debido a que los datos de caudal reflejados en la tabla son datos de extracto seco liofilizado y obviamente da como resultado un volumen extremadamente pequeño y por tanto muy poco rentable en una planta industrial.

Como ya se ha mencionado, el fondo de los depósitos será elíptico 2:1, una vez establecido el diámetro del depósito, con los siguientes cálculos podremos obtener la altura de la envolvente del depósito.

$$V_{fondo} = \frac{(4/3) \cdot (a/2)^2 \cdot (b/4) \cdot \pi}{2}$$



$$V_{cilindro} = V_{depósito} - (2 \cdot V_{fondo})$$

Una vez con el volumen del cilindro, se está en disposición de obtener la altura del cilindro.

$$V_{cilindro} = \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot h$$

Nombre	Q(Kg/h)	V(L)	VD(m3)	D(m)	V_{2F}	V_{Cilindro}	h
T 100	24000	23255,81	10	1,85	1,66	8,34	3,11
T 101	24000	23255,81	10	1,85	1,661	8,34	3,11
T 102	24000	23255,81	25	2,5	4,09	20,91	4,26
T 103	1815,6	7389,07	8	1,7	1,29	6,71	2,96
T 104	718,27	2923,19	3	1,25	0,51	2,49	2,029
T 105	1530	6226,74	7	1,65	1,17	5,82	2,73
T 106	355,27	1445,87	2	1,1	0,35	1,65	1,74
T 200	718,98	2926,08	3	1,25	0,51	2,49	2,029
T 202	0,12	0,49	0,2	0,25	0,004	0,19	3,99
T 203	0,12	0,49	0,2	0,25	0,004	0,19	3,99
T 204	0,12	0,49	0,2	0,25	0,004	0,19	3,99
T 205	0,12	0,499	0,2	0,25	0,004	0,19	3,99
T 206	84	290,85	0,35	0,6	0,056	0,29	1,038
T 300	0,12	0,42	0,2	0,25	0,004	0,19	3,99
T 301	0,12	0,42	0,2	0,25	0,004	0,19	3,99
T 302	0,12	0,42	0,2	0,25	0,004	0,19	3,99
T 303	0,12	0,42	0,2	0,25	0,004	0,19	3,99
T 304	900	3116,24	4	1,35	0,64	3,36	2,34

Lo siguiente será evaluar los distintos espesores en los depósitos. La norma ASME establece que los siguientes requisitos para tanques de acero inoxidable

- En cuanto al espesor del envoltente el CÓDIGO ASME SECCION VIII DIVISION 1 establece por especificación que los depósitos deben tener un espesor mínimo de pared de 3 mm y puesto que en los depósitos de la instalación las condiciones de presión no van a ser extremas, se ha decantado por diseñar los tanques con este espesor.

- Para el caso del espesor de los fondos el CÓDIGO ASME SECCION VIII DIVISION 1 estipula para fondos elípticos, que es nuestro caso, que el espesor del fondo mínimo deberá ser el siguiente:

$$t_{\text{fondo}} = \frac{P \cdot D}{2 \cdot S \cdot E - 0,2 \cdot P}$$

- **P = Presión de diseño (Kg/cm²).**

$$P_{\text{diseño}} = P_{\text{max operación}} + 2 \text{Kg} / \text{cm}^2 \Rightarrow P_{\text{diseño}} = 3,5 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

- **D = Diámetro del depósito.**

- **S = Tensión máxima admisible (Kg/cm²).**

$$\text{Para aceros ANSI 316, } S = 30.000 \text{ psi} = 2,11 \cdot 10^{-3} \text{ Kg/cm}^2$$

- **E = Eficacia de soldadura.**

Se tomará una eficiencia del 0,55, puesto que las presiones de trabajo son bajas y no hará falta un radiografiado de la soldadura lo cual encarecería el coste.

Nombre	t _{envolvente}	t _{fondo}	Pestaña(h)
T 100	3	2,79	8,37
T 101	3	2,79	8,37
T 102	3	3,77	11,31
T 103	3	2,56	7,69
T 104	3	1,88	5,65
T 105	3	2,49	7,46
T 106	3	1,66	4,98
T 200	3	1,88	5,65
T 202	3	0,38	1,13
T 203	3	0,38	1,13
T 204	3	0,38	1,13
T 205	3	0,38	1,13
T 206	3	0,90	2,71
T 300	3	0,38	1,13
T 301	3	0,38	1,13
T 302	3	0,38	1,13
T 303	3	0,38	1,13
T 304	3	2,036	6,11

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

Debido a que son depósitos de dimensiones no muy elevadas los espesores resultantes a partir de la expresión expuesta por la norma son inferiores al espesor del envolvente del depósito (a excepción del mayor de los depósitos, el depósito de almacenamiento), por comodidad y por extremar la seguridad adoptará un espesor normalizado de 3 mm para el fondo de todos los depósitos, excepto el depósito de almacenamiento que se le asignará un espesor normalizado de 4 mm

Altura de pestaña (h): La pestaña es la parte cilíndrica del fondo donde se realiza la soldadura entre la envolvente y el fondo. Se toma esta pestaña para evitar las soldaduras en la línea tangencial entre el fondo y la envolvente porque, es ahí donde se acumulan todas las tensiones.

$$h = 3 * t_{\text{fondo}}$$

Finalmente, para terminar con el diseño de los depósitos, mencionar que para los tanques que llevan encamisado, el cálculo del espesor de los mismos se realizará del mismo modo al de los espesores de pared, tanto para envolvente como para fondos.

3.3. Sistema de tuberías.

Las normas **ANSI** rigen el diseño de las tuberías en el ámbito del dimensionado geométrico y mecánico y, su clasificación. Se aplica a todas las partes componentes de un sistema de tuberías: Tubos, accesorios, bridas, válvulas. Por su parte, las normas **ASTM** rigen la calidad de los materiales para la fabricación de componentes.

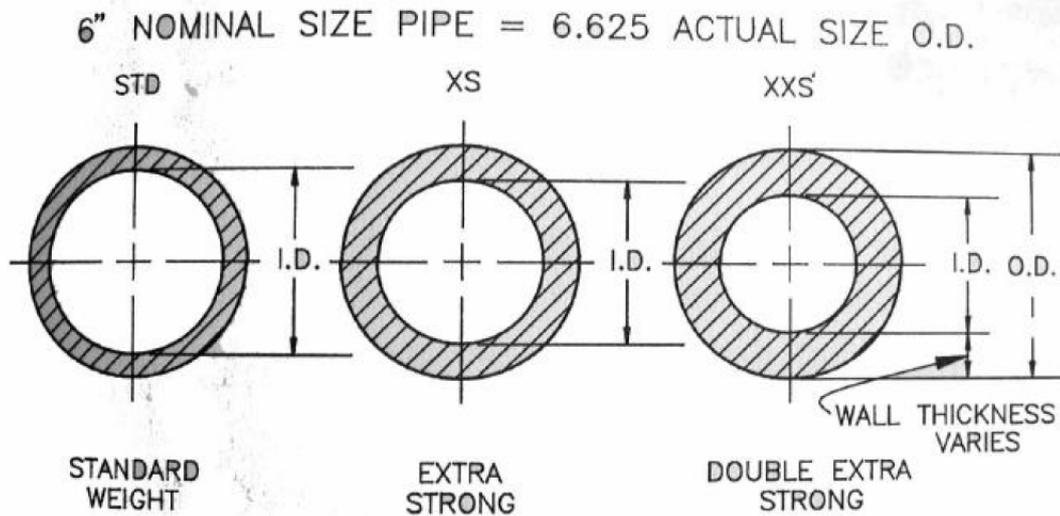
Para la instalación proyectada se ha optado por la utilización de tuberías de acero inoxidable. Este es un acero aleado con una proporción de C de entre 0,1 y 1%. Sus principales ventajas son las siguientes:

- Resistencia a altas temperaturas.
- Resistencia al choque.
- Tenacidad.
- Maquinabilidad.
- Es un material forjable y soldable.
- Alta resistencia a la corrosión.

Las normas que regulan las tuberías de este tipo de material son:

- La norma ANSI 36.10, para el dimensionado geométrico y mecánico.
- La norma ASTM A 312 GRADO TP 304, para regular la calidad del material, según esta norma los componentes de este acero deben encontrarse en los siguientes rangos.
 - C = 0,08 máximo.
 - Mn = 2,00 máximo.
 - Si = 0,75 máximo.
 - Cr = 18-20.
 - Ni = 8-11.
 - Mo = nada.
 - P = 0,4 máximo.
 - S = 0,3 máximo.
 - Fe = resto.

A continuación se detalla la nomenclatura y los tres tipos de espesores o SCHEDULE reflejados por la norma ANSI para tuberías.



Para la planta al tratarse de una instalación en la que no se va a trabajar con presiones elevadas se ha optado por el tipo de grosor más delgado, ESTÁNDAR WEIGHT.

3.3.1. Medidas de las tuberías de la instalación.

Una vez realizado el balance de materia de la planta y que por tanto quedan definidos los caudales de diseño bajo los cuales se va a diseñar la instalación, se está en disposición de fijar los diámetros y espesores normalizados de tubería para las distintas conducciones de la industria. Simplemente bastará con fijar una velocidad de flujo.

A continuación se representa la relación de los diámetros reales y normalizados y los espesores normalizados para todas las corrientes de la instalación.

TABLA 1-1 Tamaños de tubo y espesores de pared nominales generalmente disponibles

Tamaño nominal del tubo	Diámetro exterior (in)	Unidades convencionales								
		Cédula o designación								
		5S	10S	Std	40	XS	80	120	160	XXS
¼	0.405	0.035	0.049	0.068	0.068	0.095	0.095			
¼	0.540	0.049	0.065	0.088	0.088	0.119	0.119			
¼	0.675	0.065	0.065	0.091	0.091	0.126	0.126			
½	0.840	0.065	0.083	0.109	0.109	0.147	0.147			
½	1.050	0.065	0.083	0.113	0.113	0.154	0.154		0.187	0.294
1	1.315	0.065	0.109	0.133	0.133	0.179	0.179		0.218	0.308
1¼	1.660	0.065	0.109	0.140	0.140	0.191	0.191		0.250	0.358
1½	1.900	0.065	0.109	0.145	0.145	0.200	0.200		0.281	0.382
2	2.375	0.065	0.109	0.154	0.154	0.218	0.218		0.281	0.400
2½	2.875	0.083	0.120	0.203	0.203	0.276	0.276		0.344	0.436
3	3.500	0.083	0.120	0.216	0.216	0.300	0.300		0.375	0.552
3½	4.000	0.083	0.120	0.226	0.226	0.318	0.318		0.438	0.600
4	4.500	0.083	0.120	0.237	0.237	0.337	0.337	0.438	0.531	0.674
5	5.563	0.109	0.134	0.258	0.258	0.375	0.375	0.500	0.625	0.750
6	6.625	0.109	0.134	0.280	0.280	0.432	0.432	0.562	0.719	0.864
8	8.625	0.109	0.148	0.322	0.322	0.500	0.500	0.594	0.906	0.875
10	10.75	0.134	0.165	0.365	0.365	0.500	0.594	0.719	1.125	1.000
12	12.75	0.156	0.165	0.375	0.406	0.500	0.688	0.844	1.312	1.000
14	14.00	0.156	0.250	0.375	0.438	0.500	0.750	1.094	1.406	
16	16.00	0.165	0.250	0.375	0.500	0.500	0.844	1.219	1.594	
18	18.00	0.165	0.188	0.375	0.562	0.500	0.938	1.375	1.781	
20	20.00	0.188	0.250	0.375	0.594	0.500	1.219	1.500	1.969	
24	24.00	0.218	0.250	0.375	0.688	0.500	1.219	1.812	2.344	
>24				0.375		0.500				

Tabla de valores normalizados para tuberías de acero inoxidable (Norma ANSI)

Corrientes de procesos:

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

Corriente	Fluido	V (m/s)	Q_{diseño} (m³/s)	D_{real} (mm)	D_{normalizado} (mm)	Espesor(mm)
1	Leche	1	0,0064	90,71	114,3	6,02
2	Leche	1	0,0064	90,71	114,3	6,02
3	Leche	1	0,0064	90,71	114,3	6,02
4	Leche	1	0,0064	90,71	114,3	6,02
5	Leche	1	0,0064	90,71	114,3	6,02
6	Leche	1	0,0064	90,71	114,3	6,02
7	Leche	1	0,0064	90,71	114,3	6,02
8	Leche	1	0,0064	90,71	114,3	6,02
9	Leche	1	0,0064	90,71	114,3	6,02
10	Leche	1	0,0064	90,71	114,3	6,02
11	Leche	1	0,0016	45,35	48,2	3,68
12	Leche	1	0,0016	45,35	48,2	3,68
13	Leche	1	0,0014	41,81	42,4	3,55
14	Leche	1	0,00024	17,56	21,3	2,77
15	Leche	1	0,0014	41,81	42,4	3,55
16	Leche	1	0,0014	41,81	42,4	3,55
17	Leche	1	0,0014	41,81	42,4	3,55
18	Leche	1	0,0014	41,81	42,4	3,55
19	Leche	1	0,0014	41,81	42,4	3,55
20	Nata	1	0,00015	14,09	17,1	2,31
21	Leche D.	1	0,0012	39,37	42,4	3,55
22	Leche D.	1	0,0012	39,37	42,4	3,55
23	Leche D.	1	0,0012	39,37	42,4	3,55
24	Leche D.	1	0,00047	24,90	26,7	2,87
25	Leche D.	1	0,00018	15,24	17,1	2,31
26	Leche D.	1	0,00036	21,56	26,7	2,87
27	Leche D.	1	0,00021	16,51	17,1	2,31
28	Leche D.	1	0,00021	16,51	17,1	2,31
29	Leche D.	1	0,00021	16,51	17,1	2,31
30	Leche D.	1	0,00032	20,23	21,3	2,77

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

Corriente	Fluido	V (m/s)	Q_{diseño} (m³/s)	D_{real} (mm)	D_{normalizado} (mm)	Espesor(mm)
31	Leche D.	1	0,00032	20,23	21,3	2,77
32	Leche Sem.	1	0,00019	15,67	17,1	2,31
33	Leche Sem.	1	0,00019	15,67	17,1	2,31
34	Leche Sem.	1	0,00019	15,67	17,1	2,31
35	Leche Sem.	1	0,00019	15,67	17,1	2,31
36	Leche Enter	1	0,00041	22,90	26,7	2,87
37	Leche Enter	1	0,00041	22,90	26,7	2,87
38	Leche Enter	1	0,00041	22,90	26,7	2,87
39	Leche Enter	1	0,00041	22,90	26,7	2,87
40	Nata	1	0,00015	14,09	17,1	2,31
41	Nata	1	0,00015	14,09	17,1	2,31
42	Nata	1	1,1E-05	3,640	10,3	1,73
43	Nata	1	0,00014	13,61	17,1	2,31
44	Nata	1	4,6E-05	7,719	10,3	1,73
45	Nata	1	9,8E-05	11,21	13,7	2,23
46	Nata	1	6,1E-05	8,85	10,2	1,73
47	Nata	1	6,1E-05	8,85	10,2	1,73
48	Nata	1	6,1E-05	8,85	10,2	1,73
49	Nata	1	3,7E-05	6,88	10,2	1,73
50	Nata	1	3,7E-05	6,88	10,2	1,73
51	Leche D. C.	1	0,00019	15,67	17,1	2,31
52	Leche D. C.	1	0,00019	15,67	17,1	2,31
53	Leche D. C.	1	0,00019	15,67	17,1	2,31
54	Leche D. C.	1	0,00019	15,67	17,1	2,31
55	Leche D. C.	1	9,6E-05	11,08	13,7	2,23
56	Leche E. C.	1	0,00013	13,00	13,7	2,23
57	Leche E. C.	1	0,00013	13,00	13,7	2,23
58	Leche E. C.	1	0,00013	13,00	13,7	2,23
59	Yogur E.	1	0,00013	13,00	13,7	2,23
60	Yogur E.	1	0,00013	13,0	13,7	2,23

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

Corriente	Fluido	V (m/s)	Q _{diseño} (m ³ /s)	D _{real} (mm)	D _{normalizado} (mm)	Espesor(mm)
61	Leche D. C.	1	9,6E-05	11,10	13,7	2,23
62	Leche D. C.	1	9,6E-05	11,10	13,7	2,23
63	Leche D. C.	1	9,6E-05	11,10	13,7	2,23
64	Leche D. C.	1	9,6E-05	11,10	13,7	2,23
65	Yogur D.	1	9,6E-05	11,10	13,7	2,23
66	Yogur D.	1	9,6E-05	11,10	13,7	2,23
71	Cultivo	1	3,2E-08	0,20	10,2	1,73
72	Aditivos	1	3,2E-08	0,20	10,2	1,73
73	Aditivos	1	3,2E-08	0,20	10,2	1,73
74	Cultivo	1	3,2E-08	0,20	10,2	1,73
75	Frutas	1	2,2E-05	5,36	10,2	1,73
76	Postre crudo	1	0,00024	17,56	21,3	2,77
77	Postre prec	1	0,00024	17,56	21,3	2,77
78	Poste calien	1	0,00024	17,56	21,3	2,77
79	Postre	1	0,00024	17,56	21,3	2,77
80	Postre	1	0,00024	17,56	21,3	2,77
81	Postre	1	0,00024	17,56	21,3	2,77
82	Postre	1	0,00024	17,56	21,3	2,77
83	Gelificante	1	3,2E-08	0,20	10,2	1,73
84	Edulcorante	1	3,2E-08	0,20	10,2	1,73
85	Aromatiz	1	3,2E-08	0,20	10,2	1,73
86	Colorante	1	3,2E-08	0,20	10,2	1,73
87	Suero	1	0,00012	12,81	13,7	2,23

Corrientes de refrigeración y calefacción:

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

Corriente	Fluido	V (m/s)	Q _{diseño} (m ³ /s)	D _{real} (mm)	D _{normalizado} (mm)	Espesor(mm)
R1	Salmuera	1	0,006213	88,97	101,6	5,74
R2	Salmuera	1	0,006213	88,97	101,6	5,74
R3	Salmuera	1	0,000014	4,28	10,2	1,73
R4	Salmuera	1	0,000014	4,28	10,2	1,73
R5	Salmuera	1	0,001175	38,69	42,4	3,55
R6	Salmuera	1	0,001175	38,69	42,4	3,55
R7	Salmuera	1	0,000145	13,60	17,1	2,31
R8	Salmuera	1	0,000145	13,60	17,1	2,31
R9	Salmuera	1	0,000164	14,45	17,1	2,31
R10	Salmuera	1	0,000164	14,45	17,1	2,31
R11	Salmuera	1	0,000067	9,23	10,2	1,73
R12	Salmuera	1	0,000067	9,23	10,2	1,73
R13	Salmuera	1	0,000138	13,24	17,1	2,31
R14	Salmuera	1	0,000138	13,24	17,1	2,31
R15	Salmuera	1	0,000026	5,77	10,2	1,73
R16	Salmuera	1	0,000026	5,77	10,2	1,73
R17	Salmuera	1	0,000233	17,23	21,3	2,77
R18	Salmuera	1	0,000233	17,23	21,3	2,77
R19	Salmuera	1	0,000071	9,48	10,2	1,73
R20	Salmuera	1	0,000071	9,48	10,2	1,73
C1	Agua	1	0,001417	42,48	42,4	3,55
C2	Agua	1	0,001417	42,48	42,4	3,55
C3	Agua	1	0,000235	17,29	21,3	2,77

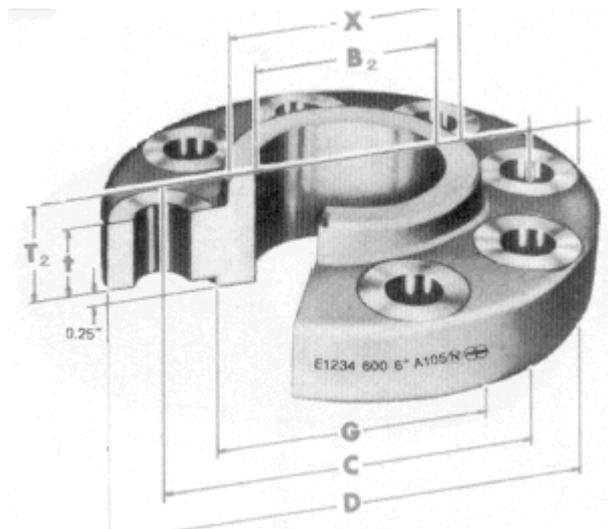
Corriente	Fluido	V (m/s)	Q _{diseño} (m ³ /s)	D _{real} (mm)	D _{normalizado} (mm)	Espesor(mm)
C5	Agua	1	0,000250	17,85	21,3	2,77
C6	Agua		0,000250	17,85	21,3	2,77

3.3.2. Sistema de conexionado entre tuberías y equipos.

Todos los equipos van a conectarse al sistema de tuberías mediante uniones bridadas, que es el sistema más aconsejable por el código ASME SECCION VIII DIVISION 1, para el caso de tuberías de diámetro normalizado mayor de 2 pulgadas, que es el caso de la instalación proyectada.

La norma ANSI 16,5 regula el dimensionado de las bridas, según la cual se establece los distintos tipos de bridas existentes y sus respectivas especificaciones técnicas. Dentro de los cuales para la instalación se han seleccionado el siguiente tipo de bridas:

- Unión brida-tubería: Tipo deslizante o postiza. SLIP ON.



- Unión brida-brida: Tipo cara para junta de anillo tórico (Ring type joint face).

Diseño de una planta de producción de leche pasterizada, yogur y postres lácteos.

Cada brida tendrá las dimensiones que le dicte la norma ANSI 16.5, en función del diámetro normalizado que tenga la tubería a la cual va conectada.

3.4. Selección y diseño de bombas.

3.4.1. Introducción.

La planta va a disponer de distintos tipos de bombas en función de las necesidades requeridas en cada situación.

- Bombas centrífugas para el trasiego de la leche.
- Bombas de desplazamiento positivo para el trasiego de la nata. Este tipo de bombas tiene un funcionamiento más óptimo cuando trabaja con líquidos viscosos, como es el caso de la nata. Además también se va a utilizar una bomba de desplazamiento positivo en la etapa de homogeneización de la nata.
- Bombas dosificadoras para la adición de aditivos y cultivos estarter en la producción de yogures y postres lácteos.

	Bombas centrífugas	Bombas desplazamiento positivo
Líquidos que manejan	<ul style="list-style-type: none">• aguas limpias y sucias: grises y negras• aguas con sólidos en suspensión	<ul style="list-style-type: none">• líquidos viscosos: aceite, F.O., G.O.• líquidos pastosos
Presiones de trabajo	bajas	altas
Caudales	grandes	pequeños
Aspiración	no aspiran. Necesario cebado	autoaspirantes
Característica	el caudal que entrega la bomba depende de la presión de trabajo	la bomba da un caudal constante independiente de la presión de trabajo
Válvula de seguridad ó recirculación	no es necesaria	es obligatoria
Consumos eléctricos	tanto mayor cuanto menor sea la presión de trabajo	tanto mayor cuanto mayor sea la presión de trabajo
Pulsaciones	muy uniformes	muy pulsantes
Tamaño	todas las potencias: 0.5 -1000 CV	potencias pequeñas 0.5 - 100 CV

3.4.2. Caracterización de las bombas de la instalación.

En el siguiente apartado se pretende analizar los distintos parámetros necesarios en el correcto diseño de una bomba. Estos parámetros son los siguientes:

- POTENCIA HIDRÁULICA: Es la potencia que la bomba transfiere directamente al fluido.
- $NPSH_{disponible}$: Corresponde a la altura que debe estar la bomba con respecto a la altura de aspiración para evitar los fenómenos de aspiración.
- POTENCIA ABSORBIDA: Potencia eléctrica consumida por la bomba teniendo en cuenta el rozamiento producido en el interior de la bomba.

3.4.2.1. Potencia hidráulica.

Con este parámetro lo que se pretende evaluar es la potencia que tiene que aportar la bomba al fluido para vencer una determinada altura y la fricción del paso del mismo a través del sistema de tuberías.

Para evaluar esta potencia se parte de la expresión de Bernouilli:

$$\frac{P_A}{\rho} + g \cdot z_A + \frac{V_A^2}{2} + H = \frac{P_B}{\rho} + g \cdot z_B + \frac{V_B^2}{2} + h_{A-B}$$

Los puntos A y B se tomarán en la superficie de los depósitos, partiendo de esta premisa se pueden aplicar las siguientes simplificaciones:

- Los términos de presión se anulan mutuamente, ya que ambos depósitos se encontrarán a presión atmosférica.
- La velocidad a la que desciende el nivel de los depósitos se puede considerar despreciable.

Quedando por tanto la siguiente expresión:

$$H = (Z_B - Z_A) + h_{A-B}$$

La planta ha sido diseñada de manera que todos los depósitos se encuentren a la misma altura de modo que la diferencia entre A y B será en la diferencia entre las alturas de los distintos depósitos. Puestos que estos datos se han evaluado en el diseño de los tanques, lo único que quedará será evaluar las pérdidas de carga originadas en el trasiego de los distintos fluidos de un depósitos otro. Para ello se seguirá el siguiente procedimiento de cálculo.

La expresión a utilizar para evaluar las pérdidas de carga será:

$$h_f = (4f) \cdot \frac{(L + L_{eq}) \cdot V^2}{2 \cdot D_i \cdot g}$$

h_f = pérdidas de carga por unidad de masa (

f = factor de fricción

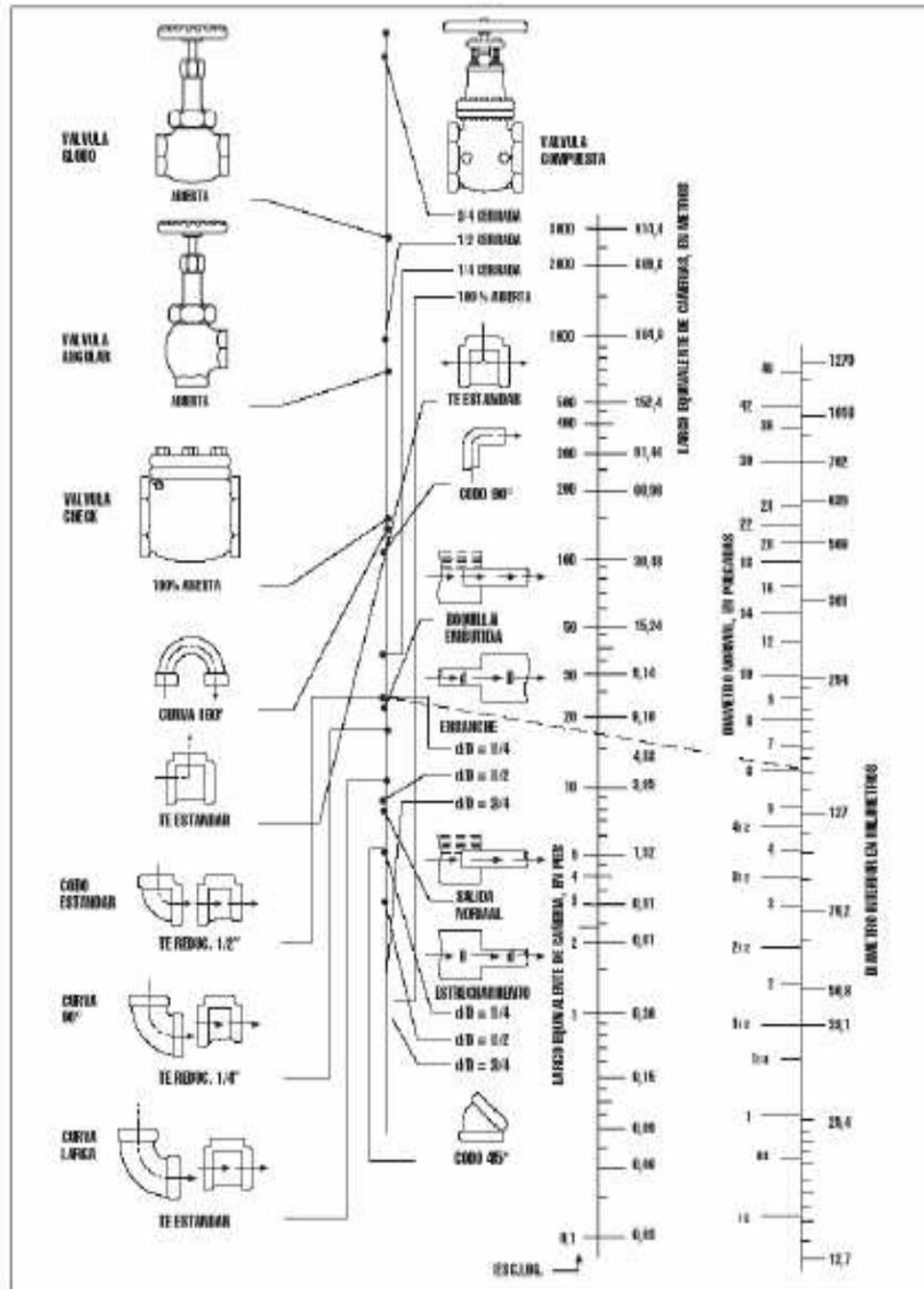
L = longitud de tubería (m)

V = velocidad de fluido (m/s)

D_i = diámetro interior de tubería (m)

g = gravedad terrestre (9,8 m/s²)

Reseñar que L_{eq} , hace referencia a la longitud equivalente, que es un parámetro que sirve para estimar las pérdidas de carga originada por los distintos accesorios presentes en un sistema de tuberías, en función del diámetro interno. Para su estimación se han utilizado los ábacos de cálculo correspondientes:

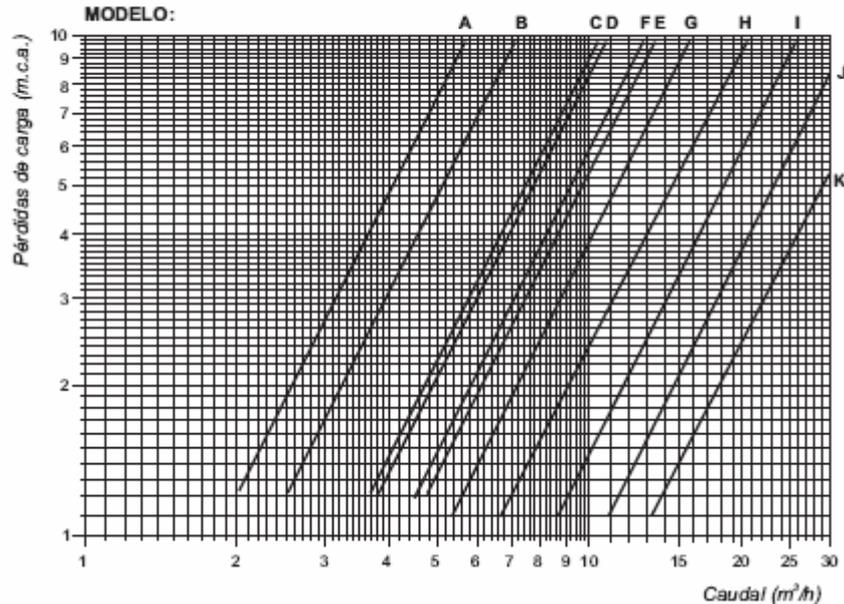


Reseñar que a efectos de cálculo y debido al elevado número de equipos presentes en la planta, los equipos han sido considerados como accesorios, asignándoseles una longitud equivalente en función de los diámetros interiores, teniendo en cuenta el ábaco de los accesorios y suponiendo que los equipos producen una pérdida de carga mayor que cualquiera de los accesorios.

Diseño de una planta de producción de leche pasterizada, yogur y postres lácteos.

Para justificar esta simplificación se buscó en el mercado algún proveedor de alguno de los equipos presentes en la instalación que ofrecieran en sus catálogos técnicos las pérdidas de carga que originan sus equipos y por ejemplo para un intercambiador de placas:

PÉRDIDAS DE CARGA EN EL INTERCAMBIADOR (m.c.a.)

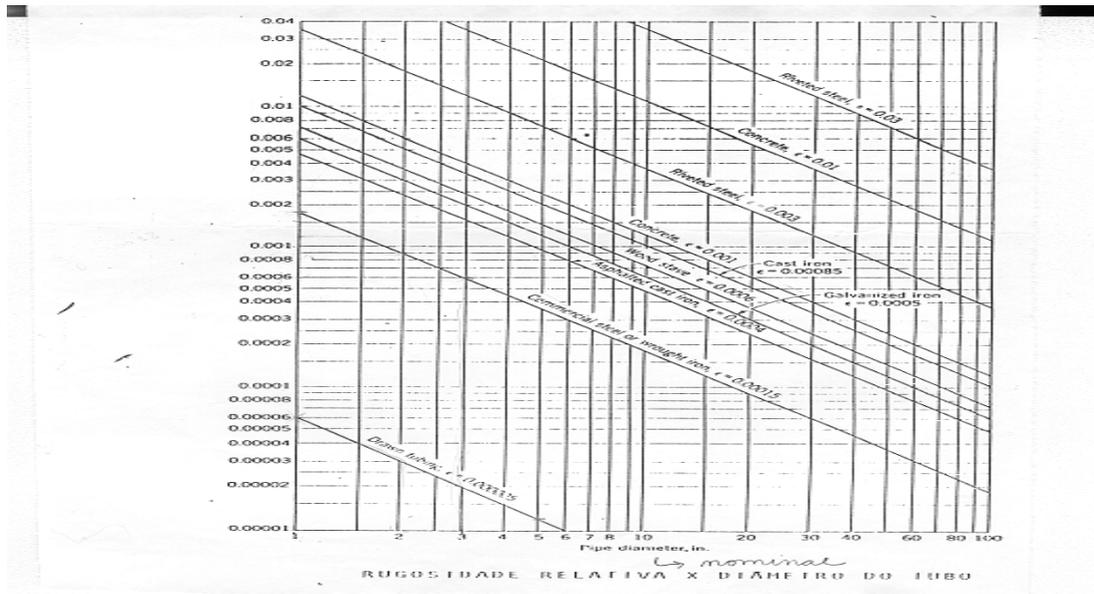


Fuente: Catálogo ofertado por la empresa **CIATESA**.

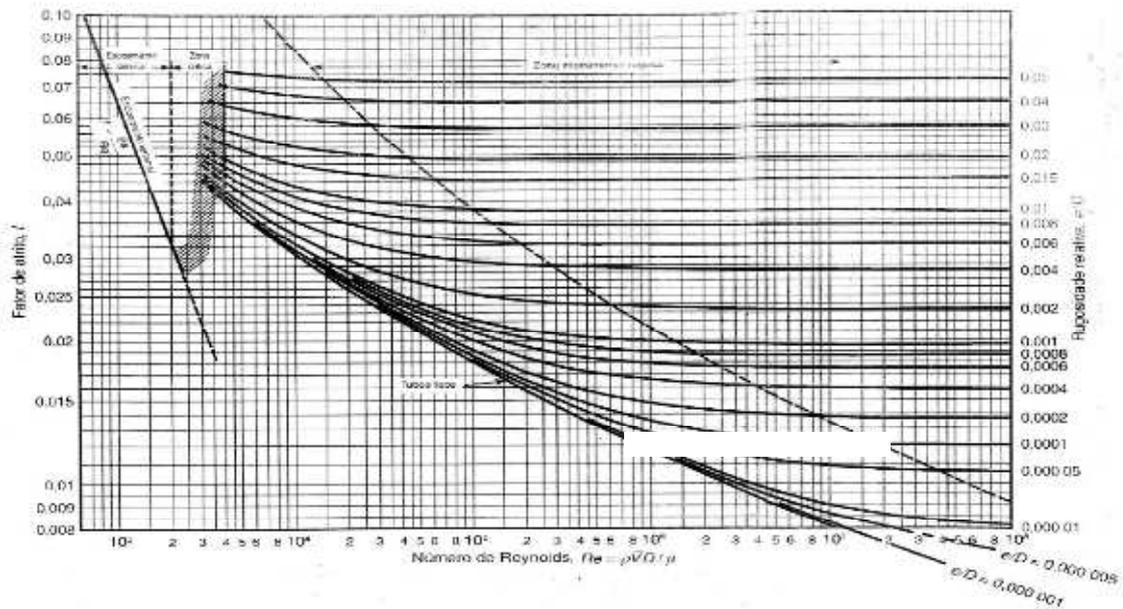
Para un caudal semejante al caudal de descarga de la planta ($23,22\text{m}^3/\text{h}$) y un intercambiador semejante al IP-100 (modelo J) con un diámetro interno de aproximadamente 10 cm, se obtiene una pérdida de carga de 3 m. c. a., que equivale aproximadamente a 100 m de longitud equivalente. Por tanto se utilizará este dato de referencia a la hora de estimar las longitudes equivalentes de los distintos equipos.

El siguiente dato desconocido de la expresión de pérdida de carga es el factor de fricción (f), el cual se estimará con las siguientes gráficas:

Rugosidad relativa en función del diámetro interno y el material de tubería.



Gráfica de Moody: Factor de fricción en función de la rugosidad relativa y el número de Reynolds.



Una vez descrito el procedimiento de cálculo se procederá a la representación de los resultados obtenidos en cada bomba de la instalación:

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

Bomba	Accesorio	Unidades	D(cm)	V(m/s)	L_{tub}(m)	Leq(uni)	Leq(tot)
BC-100							
(tramo 1)	C 90	1	10,83	0,70	10	2,3	2,3
	VC	2	10,83	0,70	10	0,8	1,6
BC-100							
(tramo 2)	VR	1	10,83	0,70	10	8	8
	C 90	4	6,79	0,89	8	1,15	4,6
	TE	2	6,79	0,89	8	4,95	9,9
	VC	4	6,79	0,89	8	0,55	2,2
	F	2	6,79	0,89	8	100	200
BC-101							
	VC	2	10,83	0,70	11	0,8	1,6
	VR	1	10,83	0,70	11	8	8
	VA	1	10,83	0,70	11	35	35
	CC	1	10,83	0,70	11	100	100
BC-102							
	C 90	1	10,83	0,70	11	2,3	2,3
	VC	2	10,83	0,70	11	0,8	1,6
	VR	1	10,83	0,70	11	8	8
	VA	1	10,83	0,70	11	35	35
	IP	1	10,83	0,70	11	100	100
BC-103							
(Tramo 1)	VC	2	4,52	1,04	4	0,35	0,7
	VR	1	4,52	1,04	4	4	4
BC-103							
(Tramo 2)	VC	4	3,89	1,16	38	0,2	0,8
	TE	2	3,89	1,16	38	2,9	5,8
	VT	2	3,89	1,16	38	0,2	0,4
	IP	6	3,89	1,16	38	50	300
	CC	1	3,89	1,16	38	50	50
	C 90	14	3,89	1,16	38	0,9	12,6
BC-103							
(Tramo 2)	C 90	11	1,86	0,90	42	0,5	5,5
	VC	4	1,86	0,90	42	0,15	0,6
	VA	1	1,86	0,90	42	7	7
	IP	4	1,86	0,90	42	20	80
BC-104							
	VC	1	1,479	1,47	5	0,2	0,2
	VR	1	1,479	1,47	5	1,8	1,8
	C 90	1	1,479	1,47	5	0,5	0,5
	VA	1	1,479	1,47	5	7,5	7,5
BC-105							
	VC	3	1,853	1,40	39	0,3	0,9
	VR	1	1,853	1,40	39	2	2
	VA	1	1,853	1,40	39	8	8
	C 90	5	1,853	1,40	39	0,7	3,5
	UF	1	1,853	1,40	39	20	20
	IP	1	1,853	1,40	39	20	20
BC-106							
	VC	1	1,479	1,35	5	0,2	0,2
	VR	1	1,479	1,35	5	1,8	1,8
	C 90	1	1,479	1,35	5	0,5	0,5
	VA	1	1,479	1,35	5	7,5	7,5

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

BC-107	VC	1	2,383	1,08	5	0,4	0,4
	VR	1	2,383	1,08	5	2,3	2,3
	C 90	1	2,383	1,08	5	0,8	0,8
	VA	1	2,383	1,08	5	8,5	8,5
BP-100	VB	2	1,479	0,91	25	10,5	21
	VC	2	1,479	0,91	25	0,4	0,8
	C 90	6	1,479	0,91	25	0,5	3
	VA	2	1,479	0,91	25	8,5	17
BP-101	VC	1	1,147	0,86	5	0,2	0,2
	VR	1	1,147	0,86	5	1,8	1,8
	C 90	1	1,147	0,86	5	0,5	0,5
	VA	1	1,147	0,86	5	7,5	7,5
BP-102	VC	2	0,847	0,78	53	0,2	0,4
	VR	1	0,847	0,78	53	1,8	1,8
	C 90	6	0,847	0,78	53	0,5	3
BC-200	VR	1	1,479	1,32	35	1,8	1,8
	VA	1	1,479	1,32	35	7,5	7,5
	VC	3	1,479	1,32	35	0,2	0,6
	C 90	2	1,479	1,32	35	0,5	1
	TE	1	1,479	1,32	35	4,95	4,95

Para finalizar el estudio con las siguientes potencias por cada bomba:

Bomba	Re	E/D	f	hf(m)	Z_B-Z_A	H (m)
BC-100 (tramo 1)	36723,55	0,0005	0,023	0,68	0	0,68
BC-100 (tramo 2)	36723,55	0,0005	0,023	14,00		14,68
BC-101	36723,55	0,0005	0,023	3,32	0	3,32
BC-102	36723,55	0,0005	0,023	3,37	1,16	4,53
BC-103 (Tramo1)	22666,31	0,001	0,04	1,692	0	1,69
BC-103 (Tramo2)	21774,05	0,0012	0,025	61,763		51,76
BC-103 (Tramo3)	8076,18	0,0018	0,034	40,71		30,71
BC-104	10472,8	0,002	0,035	15,56	0	15,56
BC-105	12538,57	0,002	0,032	106,05	-0,8	63,57
BC-106	9635,29	0,002	0,037	13,92	0	13,92
BC-107	12408,39	0,002	0,032	5,41	0	5,41
BP-100	6489,03	0,002	0,042	31,92	-2,5	29,42
BP-101	4768,89	0,002	0,047	9,29	0	9,29
BP-102	3174,18	0,002	0,049	41,34	-2	39,34
BC-200	9425,54	0,002	0,037	26,11	0	26,11

Una vez tenemos H, que se conoce como la potencia en cabeza y se encuentra en metros, únicamente habrá que pasar a unidades de potencia, como son los Watios:

$$P(W) = \dot{m}(Kg / s) \cdot H(m) \cdot g(m / s^2)$$

BOMBA	P(W)
BC-100	960
BC-101	217,05
BC-102	296,05
BC-103	1123,7
BC-104	39,76
BC-105	244,44
BC-106	32,67
BC-107	26,29
BP-100	48,76
BP-101	8,08
BP-102	17,68
BC-200	60,06

3.4.2.2.NPSH_{disponible}.

Mencionar que este es un parámetro que únicamente se le evalúa a las bombas centrífugas puesto que son las únicas que tiene riesgo de cavitación. Se evaluará a partir de la siguiente expresión:

$$NPSH_{disponible} = \frac{P_1}{\rho \cdot g} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} - \frac{P_v}{\rho \cdot g} - h_f$$

-Donde:

P_1 =presión tanque aspiración (Pa)

ρ =densidad del fluido a la temperatura de bombeo (Kg/ m³)

Z_1 =altura aspiración del tanque (m)

V_1 =velocidad del fluido en el tanque (m/ s)

P_v =presión vapor fluido (Pa)

h_f =pérdidas de carga en la tubería de succión (m)

A cual se le aplican las siguientes simplificaciones:

- El término de velocidad se anula porque la velocidad de baja de del nivel en el depósito es muy baja y se considera prácticamente cero.
- Se considerará la presión de vapor de la leche igual a la del agua debido a su alto contenido en agua. ($P_v = 4,15 \cdot 10^3$ Pa).

BOMBA	NPSH disp(m)	NPSH disp(feet)
BC-100	6,05	19,84
BC-101	6,05	33,03
BC-102	10,07	33,03
BC-103	10,07	33,03
BC-104	10,07	33,03
BC-105	10,07	33,03
BC-106	10,07	33,03
BC-107	10,07	33,03
BC-200	10,07	33,03

3.4.2.3.Potencia absorbida.

Como ya se detallo al inicio del apartado habrá que conocer las pérdidas por fricción que se producen en el interior de la bomba.

$$\eta_{total} = \frac{P_{hidraulica}}{P_{absorbida}}$$

El rendimiento de la bomba es un parámetro que lo proporciona el fabricante para el caso de las bombas utilizadas en la presente instalación, el rendimiento es 0,7.

BOMBA	P_{hid}(W)	P_{abs}(W)	P_{abs}(CV)
BC-100	960	1371,43	1,86
BC-101	217,05	310,07	0,42
BC-102	296,05	422,93	0,57
BC-103	1123,7	1605,29	2,18
BC-104	39,76	56,80	0,07
BC-105	244,44	349,20	0,47
BC-106	32,67	46,67	0,06
BC-107	26,29	37,56	0,05
BP-100	48,76	69,66	0,09
BP-101	8,08	11,54	0,02
BP-102	17,68	25,26	0,03
BC-200	60,06	85,80	0,12

3.4.3. Selección de bomba.

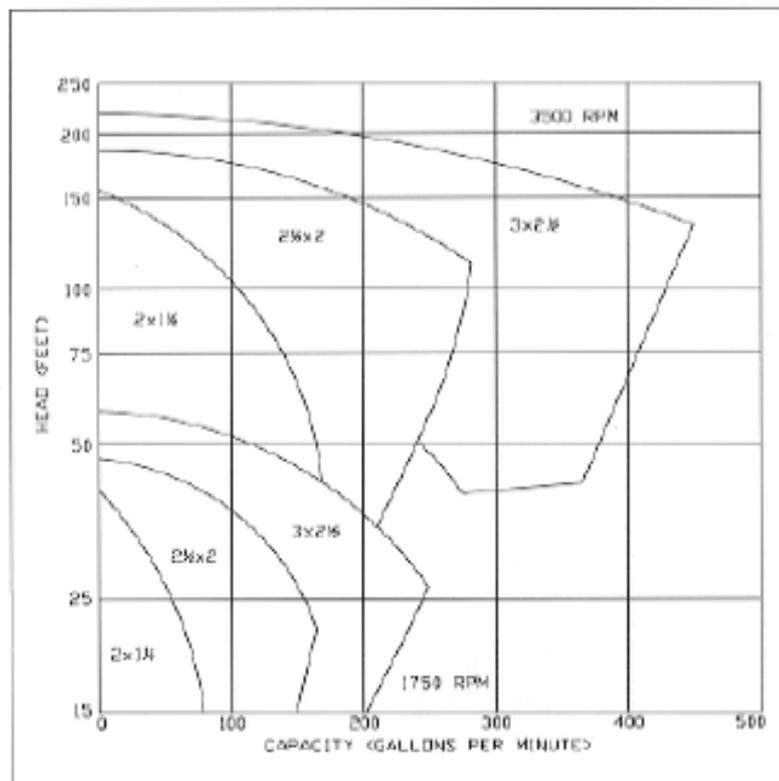
3.4.3.1. Bombas centrífugas.

Este es un parámetro que lo va a proporcionar el fabricante, por lo tanto, el siguiente paso será la selección del tipo de bomba necesaria, lo cual se averiguará a partir de las curvas proporcionadas por el proveedor.

Se ha decantado por las bombas ofertadas por la empresa **AMPCO PUPMS COMPANY**, en su catálogo *Ampco centrifugal pups*.

Lo primero será la elección del modelo en función de las condiciones a las que vaya a trabajar la bomba.

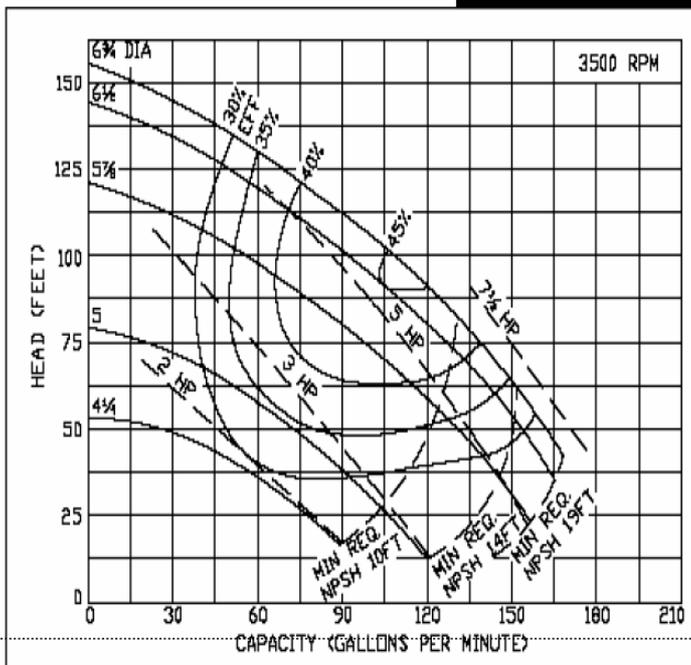
M SERIES



BOMBA	CAUDAL(GPM)	H(Feet)	MODELO
BC-100	0,1020	50,3808	AMPCO MC 3x2 1/2
BC-101	0,1020	10,8896	AMPCO MC 2x1 1/2
BC-102	0,1020	14,8584	AMPCO MC 2x1 1/2
BC-103	0,0254	216,4448	AMPCO MC 3x2 1/2
BC-104	0,0041	51,0368	AMPCO MC 3x2 1/2
BC-105	0,0060	209,17	AMPCO MC 3x2 1/2
BC-106	0,0037	45,6576	AMPCO MC 3x2 1/2
BC-107	0,0076	17,7448	AMPCO MC 2x1 1/2
BC-200	0,0036	85,6408	AMPCO MC 2x1 1/2

Una vez asignado el modelo correspondiente a cada bomba de la industria, el siguiente paso será conocer las características técnicas de cada modelo y si satisfacen los requerimientos necesarios para la instalación.

AMPCO MC 2x1 1/2

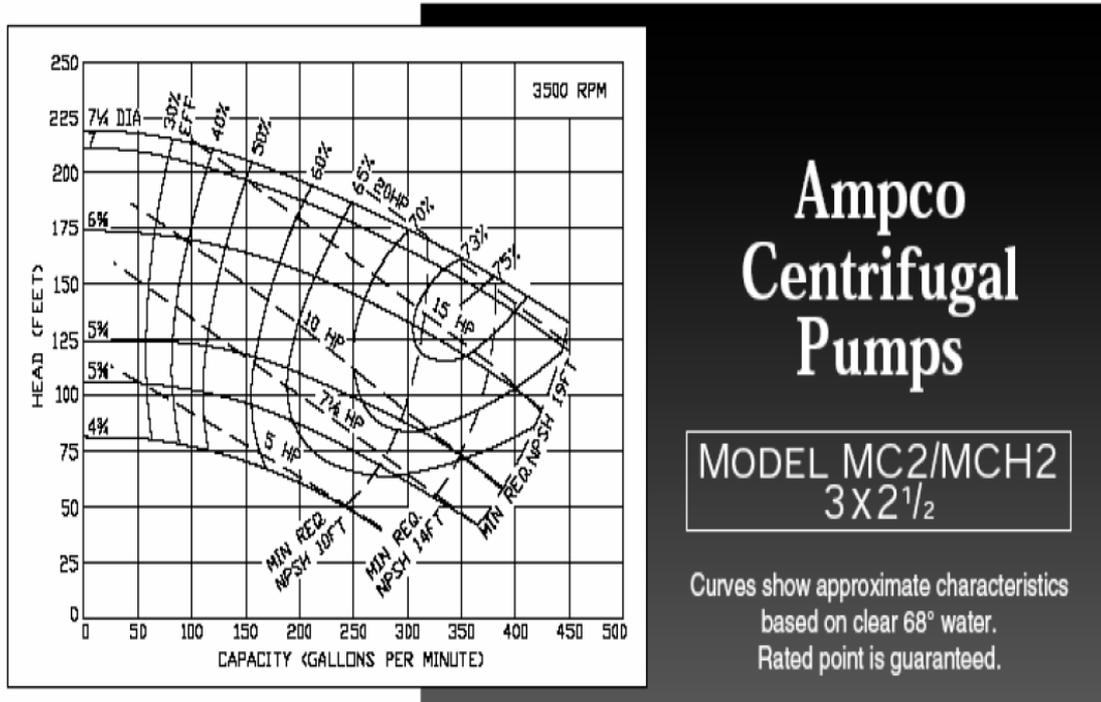


Ampco Centrifugal Pumps

MODEL MC2 2 X 1 1/2

Curves show approximate characteristics based on clear 68° water. Rated point is guaranteed.

AMPCO MC 3x2 1/2



BOMBA	MODELO	NPSHmín(feet)	Pabs(CV)
BC-100	AMPCO MC 3x2 1/2	10	5
BC-101	AMPCO MC 2x1 1/2	10	2
BC-102	AMPCO MC 2x1 1/2	10	2
BC-103	AMPCO MC 3x2 1/2	10	10
BC-104	AMPCO MC 3x2 1/2	10	5
BC-105	AMPCO MC 3x2 1/2	10	10
BC-106	AMPCO MC 3x2 1/2	10	5
BC-107	AMPCO MC 2x1 1/2	10	2
BC-200	AMPCO MC 2x1 1/2	10	3

Se comprueba que estas bombas satisfacen los requerimientos de potencia absorbida y NPSH mínimo requerido.

3.4.3.2. Bombas de desplazamiento positivo.

Para este tipo de bombas se ha decantado por las bombas **TRIEF**.

BOMBAS TRIEF

Bombas volumétricas de desplazamiento positivo autoaspirantes y reversibles. Bombas con un gran poder de aspiración y una alta eficiencia volumétrica.

SERIE SERIES	MODELO MODEL	CAUDAL EN L/H. VOLUME IN LT.	ALT. MANO EN MTS. HEIGHT IN M.	POTENCIA EN CV POWER IN HP.	RPM
100	AXM-001 ACCM-001	800	10	0,50	1.450
			20		
			30		
			40		
			50		
200	AXM-01 ACCM-01	1.500	10	0,50	1.450
			20	0,75	
			30		
			40		
			50		
300-M	AXM-1 ACCM-1	2.500	10	1	930
			20	1,5	
			30	2	
			40		
			50		
300	AX-3 ACC-3	3.600	10	1	930
			20	1,5	
			30	2	
			40		
			50		
400	AX-13 ACC-13	8.500	10	2	930
			20	3	
			30		
			40		
			50		

BOMBA	Q(L/h)	H(m)	MODELO
BP-100	558	29,42	ACCM-001
BP-101	190	9,29	ACCM-001
BP-102	180	39,34	ACCM-001



MODELO
MODEL
ACC

Cabeza BY-PASS modelo ACC. Cuando hay que regular el caudal y la presión, sirve también como válvula de seguridad.
Model ACC by-pass head. When necessary to regulate volume and pressure - also acts as safety valve.

3.4.3.3. Bombas dosificadoras.

Como ya se mencionó en la memoria descriptiva tanto los fermentos como los aditivos para el caso de yogures y postres se adicionarán en la propia línea de corriente de forma continua, para ello es necesario por tanto algún tipo de dosificador en línea capaz de realizar dicha función.

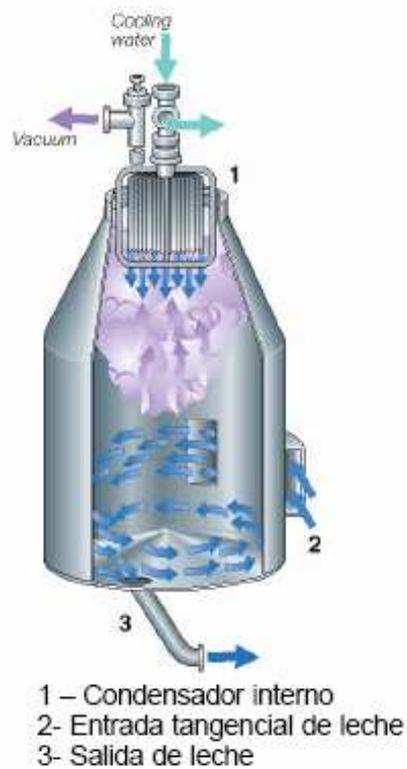
Después de un estudio de lo que ofrece el mercado se decidió por el dosificador de tornillo helicoidal en línea ofertado por la casa **ENV-A-FLEX**.



Diseñado para productos en polvo con granulometría y densidad regular como talco, harina, chocolate, vitaminas, productos químicos, atole, leche en polvo, crema en polvo, dextrosa, cloro, colorantes, tintes, etc., maximizando la precisión. Disponible con servomotor o encoger de alta precisión.

3.5. Desaireador.

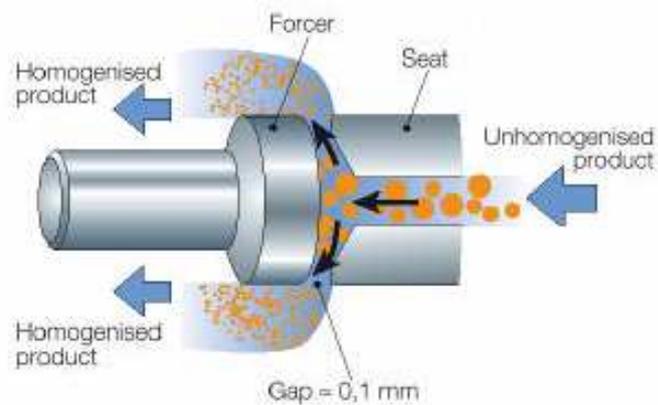
El desaireador seleccionado será el ofertado por la casa **Tetra Pak SRL**.



La leche se alimenta en forma tangencial de forma de que al entrar a la cámara se maximice el área de transferencia. El vacío existente en la cámara corresponde a la presión de evaporación correspondiente a una temperatura de 5 a 7°C menor que la temperatura de alimentación. Esto genera que al ingresar la leche se produzca una evaporación flash eliminando el aire disuelto e incondensables (algunos generadores de off-flavours) que se eliminan de la cámara gracias a la bomba de vacío. El vapor que se remueve es condensado y cae nuevamente como líquido al seno del producto gracias al condensador que se ubica en la parte superior.

3.6. Homogeneizador.

La operación de homogeneización se realizará con una bomba de desplazamiento positivo que trabajará a alta presión y seguidamente dos válvulas de bola, con un tamaño de pasaje (gap) de 0,1 mm. Obviamente el mayor o menor tamaño de pasaje dará el tamaño l que se modificará el glóbulo graso de la nata al pasar a través de el.



3.7. Centrífuga.

La planta tendrá 2 separadores centrífugos:

- Uno en la línea de descarga de la leche desde el tanque refrigerado que tendrá como objetivo una primera clarificación o eliminación de las pequeñas partículas que pueda arrastrar la leche cruda tras su paso por la granja.
- El segundo separador centrífugo, realizará la etapa de desnatado.

En este caso se ha recurrido a la casa **IMPROLAC (Ingeniería y maquinaria para la industria láctea S. L.)**.



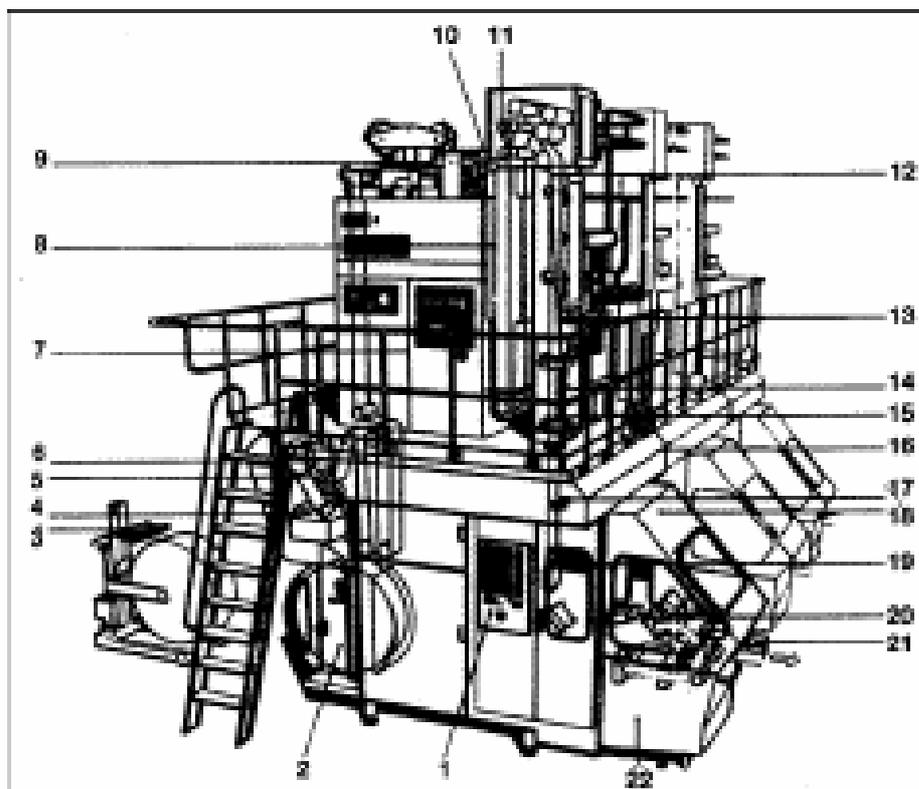
SEPARADOR CENTRIFUGO AUTOMATICO.

- * Con capacidad de los 1.000 a los 25.000 l/h.
- * Desnatado y/o higienizado de leche y suero de quesería.
- * Bol totalmente de materiales inoxidables.
- * Revestidas de acero inox.
- * Completas con cuadro eléctrico, grupo de presión y bancada anclaje suelo.
- * Limpieza por sistema C.I.P.
- * Descarga de lodos a impulsos regulares programados.
- * Tiempos de descarga diferentes según producción o lavado.
- * Maniobra de apertura y cierre del bol por mecanismo hidraulico.

3.8. Envasadora.

3.8.1. Envasadora para leche y nata.

Para el envasado de la leche y la nata, como se indicó en la descripción del proceso, la envasadora seleccionada será del tipo **TetraPak**, las más comúnmente utilizadas en la industria láctea.



Descripción de una envasadora aséptica Tetra-Pack.

La máquina va recubierta totalmente en acero inoxidable y lleva un sistema de control (1) que regula su funcionamiento.

La bobina (2) lleva material suficiente para unos 8.200 envases de un litro de volumen. Con la carretilla (3) se suministran las bobinas, que pesan unos 225 Kg. Esta carretilla para la elevación y transporte de las bobinas está provista de brazos de

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

elevación, que se maniobran hidráulicamente. Con el equipo (4) se hace el cambio de bobina, con empalme del material de la que se está acabando y la nueva. Después de marcar (5) el material de los envases, éste hace una serie de bucles (6) que aseguran un avance suave y sin tirones, al tiempo que hacen posible una producción continua en el momento en que hay que empalmar nuevo material en rollo.

La máquina va provista de un avanzado sistema de control electrónico (7), que proporciona una gran seguridad, además de hacer que la máquina trabaje de una forma rápida y exacta.

Como ya describimos con antelación, el material del envase es esterilizado con agua oxigenada (8) y en uno de los bordes se le aplica una cinta (9), que es la que sellará el empalme longitudinal entre ambos bordes del papel. El líquido sobrante de la esterilización es extraído por los rodillos (10) y el aire estéril (11) acaba de secar el papel. En (12) se controla la adaptación de la decoración a las muescas transversales del material del envase.

En (13) el material empieza a adoptar la forma de tubo para su llenado (14), siendo cerrado (15). Un elemento (16) garantiza el sellado longitudinal cuando se produce una corta interrupción, cuando la máquina vuelve a ponerse en marcha.

La máquina ha sido diseñada de manera que pueda conectarse (17) a otras unidades.

La cubierta (18) es desmontable.

Por último viene el sistema de cierre de los envases (19) por debajo del nivel del líquido, el doblado (20) y la salida (21) de los paquetes terminados.

3.8.2. Envasadora para yogur y postres lácteos.

Para el caso de los yogures y postres, se utilizará la envasadora adecuada, abastecida por **IMPROLAC (Ingeniería y maquinaria para la industria láctea S. L.)**.



ENVASADORA PARA YOGUR Y OTROS POSTRES.

- * Producción: 2.200 env./hora.
- * Para vasos pre-formados de material plástico con un diámetro máximo de 95mm. y un volumen máximo de 500 c.c.
- * Tapa de aluminio lacada.
- * Consumo eléctrico: 1 Kw.
- * Consumo aire: 0,5 m³/h.
- * Medidas máquina: 800x850xh1500.
- * Posibilidad de diferentes formatos.
- * La máquina base se compone de las siguientes estaciones, :
 - Colocación automática de los envases.
 - Dosificación volumétrica.
 - Desapilado y colocación de las tapas.
 - Cierre por termosellado.
 - Fecha de caducidad.
 - Cinta transportadora salida envases terminados.

3.9. Cámaras frigoríficas.



IMPROLAC
INGENIERÍA Y MAQUINARIA PARA LA INDUSTRIA LÁCTEA S.L.



CAMARAS Y EQUIPOS FRIGORIFICOS.

- * Fácilmente montables y desmontables.
- * Con panel frigorífico de 60,80,100 o 150 según la función de la cámara.
- * Equipo frigorífico compacto.
- * Posibilidad de colocación de resistencias y sistema de recirculación forzada de aire para la fabricación de yogur firme.
- * Panel de poliuretano con chapa lacada por sus dos caras.

3.10. Membrana de Ultrafiltración



Prostak UF
 Prostak UF PTHK 100 kD 1,9 m²
 Referencia: SK2P558E0
 Cantidad/envase: 1

Especificaciones

Descripción	Prostak UF PTHK 100 kD 1,9 m ²
Languages Supported db	en
Longitud, cm (pulg)	39,4
Weight, kg (lb)	3,7
Marca	Prostak
Presión transmembrana máxima directa, bar a < 50 °C	5,6
Temperatura operativa máxima, °C	55
Altura, cm (pulg)	10
pH, rango	2-14
Filtration Area, m ² (ft ²)	1,9
Diseño de apilado	20
Anchura, cm (pulg)	19
Material del filtro	Polietersulfona
Tipo de filtro	Ultrafiltración
Cantidad/envase	1
NMWL, kDa	100

4. SISTEMA DE CONTROL.

Como ya se detalló en la memoria descriptiva, la planta va a estar totalmente automatizada para conseguir el máximo control sobre las variables de operación del proceso. En el presente apartado se pretende justificar y detallar los lazos de control utilizados en la instalación los cuales se encuentran perfectamente detallados en el plano correspondiente P&I (piping and instrument).

Los lazos utilizados en la fábrica se pueden englobar en 3 grandes grupos, en función de las variables que se quieren controlar en cada caso:

I. CONTROL DE LA TEMPERATURA.

- Control indicativo en varios puntos de la corriente de descarga de leche hasta el tanque de almacenamiento: Se consideró oportuno realizar mediciones en estos puntos del proceso, para evaluar las variaciones en las temperaturas que sufrirá la leche al pasar por los tratamientos previos correspondientes, hasta llegar al depósito de almacenamiento. Reseñar que como se indica en el diagrama el indicador estará montado en panel.

- Control de la temperatura de las corrientes de salida de los intercambiadores de calor: Obviamente este es un control determinante en el correcto funcionamiento de la instalación. Para este control se utilizará un lazo cerrado, mediante el cual se realizará una medida de la temperatura de salida de la corriente de operación, esta señal será enviada a un controlador que enviará la pertinente acción correctiva a la válvula de control que regula la entrada de fluido refrigerante o calefactor al intercambiador.
En este caso la situación física de los instrumentos será; por un lado el transmisor y el controlador estarán montados en planta y en panel habrá montado un indicador al que le llegará señal del transmisor.

- Control de la temperatura en el interior de los tanques refrigerados: Este control será semejante al anterior con la única diferencia que en lugar de

controlar la temperatura de la corriente de salida, se controlará la temperatura del fluido en el interior del depósito.

Los instrumentos que se utilizarán para llevar a cabo estos lazos de control serán los que a continuación se relatan;

- Sensor de temperatura en línea para las corrientes de proceso:



Detalles Técnicos

Protección:	Cabezal de forma B IP 65 Cubierta de campo IP 67
Sensor:	1 x Pt 100, categoría B 2 x Pt 100, categoría B
Temperatura ambiente:	-25 a +80°C
Rango de medición:	-20 a +200°C
Material:	
conexión A DIN 11887:	1.4571
abrazadera ISO 2852:	1.4404
Cuerpo:	Libre de silicona
Opcional:	Partes húmedas de Ac. Inox. Pulido eléctrico

Termómetros de Resistencia en Línea

Cabezal de forma B

Cubierta de campo



- Sensor de temperatura para los depósitos.

 <p>Zertifiziertes QIM-System DIN EN ISO 9001 DIN EN ISO 14001</p>	<p>Sensor de Temperatura Pt 100 Versión Compacta</p>		<p>Medir • Monitorizar • Analizar</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------

	<ul style="list-style-type: none">● Rango de medición: -50 a +250 °C● Precisión clase A, según DIN IEC 751● p_{max}: 10 bar● Conexión al proceso; Estándar: G 1/2, G 1/2 o M12 libre de volúmenes de desapeje con manga LZE (reportes TI IEDG y 3A), sin rosca● Sensor completamente integrado en acero inoxidable 1.4571 (316 Ti)● Mediciones para espacios de montaje reducidos● Opcional con transmisor montado en el cabezal (4-20 mA)● Sensor térmico con cuello para pozos en altas temperaturas.
------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- Transmisor de temperatura: Se utilizará el mismo en todos los lazos de temperatura existentes en la instalación.

Transmisor de Temperatura SISTRANS T de SIEMENS.

SISTRANS TF, para montaje en campo



El transmisor de campo para el arduo uso industrial

Datos técnicos

Entrada

Termorresistencias

Magnitud de medida	Temperatura
Tipo de entrada	Pt25 a Pt1000
• según DIN IEC 751	Pt25 a Pt1000
• según JIS C 1604	Ni25 a Ni1000
• según DIN IEC 75	Cu25 a Cu1000
Característica	Lineal con temp.
Tipo de conexión	conexión a 2, 3 ó 4 hilos

Emisores de resistencia

Magnitud de medida	Resistencia óhmica
Límite de medida	2200 Ω
Característica	lineal con la resistencia o programable (TK)
Tipo de conexión	conexión a 2, 3 ó 4 hilos

Termopares

Magnitud de medida	Temperatura
Tipo de entrada	Tipo B, E, J, K, R, S, T
• según DIN IEC 584-1	Tipo L, U
• según DIN 43710	Tipo N
• según BS 4937	Tipo C, D
• según ASTM 988	

Característica	Lineal con la temperatura
Compensación de unión fría	interna, externa con Pt100 o externa con valor fijo
Emisor de mV	
Magnitud de medida	Tensión continua
Límite de medida	1100 mV
Característica	lineal con la tensión o programable (TK)
Cap. de sobrecarga de la entrada	-0,5 ... +35 V DC
Resistencia de entrada	$\geq 1 \text{ M}\Omega$
Salida	
Señal de salida	4 ... 20 mA, 2 hilos
Comunicación con SITRANS TK-H	según HART V 5.x

- Controlador: Reseñar que este será el tipo de controlador utilizado en toda la fabrica para todos los lazos de control.

Controlador SIPART DR 19 SIEMENS.



SIPART DR19: Formato 96 x 96 mm, para aplicaciones en ingeniería mecánica y de sistemas, procesos térmicos, en la industria del metal y cerámica, en pinturas, tratamiento de aguas o plantas embotelladoras.

- Válvula de control de bola.

**Válvula de control de sector de bola
con accionamiento neumático o eléctrico
Tipo 3310, DIN/ANSI**



Aplicación

Válvula de control para la regulación de procesos e instalaciones industriales

Diámetro nominal DN50 a DN250 / 2" a 10"

Presión nominal PN10 a PN40 / ANSI Clase 150 a 300

Temperaturas desde -29 a +220 °C (-20 a +430 °F)

Válvula de sector de bola tipo 3310 con:

- accionamiento neumático rotativo de simple efecto tipo SR
- accionamiento neumático rotativo de doble efecto tipo DA
- accionamiento neumático rotativo de simple efecto tipo 3278

Cuerpo de la válvula de:

- acero al carbono
- acero inoxidable

Cierre

- junta blanda PTFE
- metal-metal

Empaquetadura de PTFE autoajustable

El sistema modular de construcción de las válvulas de control, nos permite equiparlas con diversos accesorios:

posicionadores, electroválvulas y otros accesorios acoplables según la norma VDI/VDE 3845 en los accionamientos rotativos tipo SR/DA y tipo 3278.

En los accionamientos tipo 3278 se puede hacer el montaje integrado de los accesorios de SAMSON.

Ejecuciones

Ejecución normal para temperaturas hasta +220 °C y diámetros nominales DN50 a DN250 (2" a 10").

Tipo 3310-SR con accionamiento neumático rotativo de simple efecto tipo SR.

Tipo 3310-DA con accionamiento neumático rotativo de doble efecto tipo DA.

Tipo 3310/3278 con accionamiento neumático rotativo de simple efecto tipo 3278 (ver hoja técnica T8321)

Tipo 3310 con accionamiento neumático rotativo y volante manual.

Tipo 3310 con volante manual.

Tipo 3310 con pieza de aislamiento para bajas temperaturas hasta -29 °C

Tipo 3310 con doble empaquetadura, contra fugas al exterior.



Fig. 1 - Válvula de sector de bola tipo 3310 con accionamiento neumático tipo SR y posicionador SAMSON

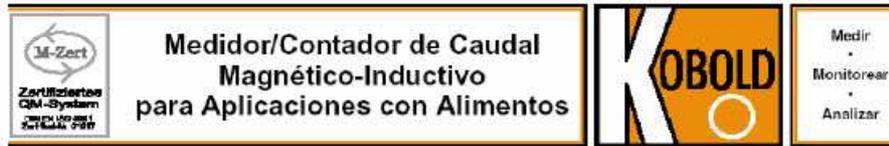
II. CONTROL DE CAUDAL.

- Control de caudal de las corrientes de refrigeración y calefacción: En este caso únicamente se realizará un control indicativo para conocer el caudal de entrada del fluido en los distintos equipos. Costara de medidores de caudal, transmisor de caudal e indicadores montados en panel.

- Control de caudales de corrientes de operación:
 - Control de los puntos de bifurcación. Se colocarán caudalímetros que medirán el caudal, estos a través de un transmisor y un controlador se regularán con la correspondiente válvula de control de globo.
 - Control de nivel mínimo para las bombas: A continuación de las bombas, en las corrientes de proceso se colocarán un medidor de caudal que estará conectado a un interruptor de mínimo caudal que desconectará la bomba correspondiente en caso de rebasar este mínimo.

Los instrumentos en este caso serán los siguientes:

- Medidos de caudal:



● Rango de medida: 0-12 m/s
● Precisión de medida: $\pm 0.2\%$ del valor medido
● p_{max} : 10 bar, opcional 16 bar.
 t_{max} : 150°C
● Conexión al proceso: manga de tubo DIN 11851, DN 25-150
● Salida analógica: 4-20 mA
● Diseñado para uso como contador y sistemas por lotes

- Transmisor de Caudal:

Transmisor de caudal **SIFLOW FC070** de marca **SIEMENS**.



Funcionalidad

El transmisor Coriolis SIFLOW FC070 permite medir diversos parámetros de proceso, ofreciendo además varias funciones tecnológicas, entre ellas totalizadores.

Parámetros múltiples

SIFLOW FC070 es un verdadero transmisor multiparamétrico que habilita todo lo que es mensurable o realizable mediante el efecto Coriolis, a saber:

- Caudal másico
- Caudal volumétrico
- Densidad
- Temperatura
- Fracción
- Totalizador
- Control por lotes avanzado

Diagnóstico completo y funciones de señalización

SIFLOW FC070 posee un juego completo de funciones de diagnóstico, señalización y asistencia técnica que satisfacen los requisitos de NAMUR NE43 y puede clasificarse como sigue:

- Errores de sensor (SE)
- Errores de proceso (PE)
- Errores de manejo (HE)
- Información de estados

SIFLOW FC070 soporta el completo repertorio de alarmas de diagnóstico y proceso de SIMATIC S7 y PCS7, ofreciendo por lo tanto una interfaz estandarizada para diagnósticos y mensajes. Son igualmente accesibles los diagnósticos y mensajes de sistema provenientes de Profibus o MODBUS externos o de sistemas independientes. Los errores de sensor (SE) y los errores de proceso (PE) se visualizan con leds en la cara frontal del SIFLOW FC070.

- El controlador y la válvula de control de bola utilizados para los controles de caudal serán los mismo que los utilizados en los lazos de control para temperatura.

III. CONTROL DE NIVEL.

Todos los depósitos llevarán el mismo control de nivel. Se tratará de un lazo sencillo, donde habrá un sensor de nivel en el interior del depósito, un transmisor montado en panel, que cumplirá también la misión de indicador y finalmente un indicador en planta.

Los instrumentos son los siguientes:

- Censor de nivel.



**Zertifizierte
GMI-Systeme**
nach DIN EN
ISO 9001:2008

Medición de Nivel Hidrostático

con Sensor de Presión Capacitivo



Medir
•
Monitorar
•
Analizar





Sensor de presión:

- Rango de medida: a 4 bar rel.
- Precisión de medida: 0,2% de la escala completa
- Tmax: 150°C
- Robusto, celda de medida capacitiva
- Conexión al proceso: G 1 montaje higiénico (EHEDG) con sistema de instalación LZE
- Diafragma cerámico montado a ras, Al₂O₃

Transmitter:

- Medida del contenido de tanque linearizada
- Linearización para formas de tanque estándar preprogramadas
- 2 entradas (permite mediciones de presión diferencia)
- 2 salidas de conmutación
- 1 relé alarma
- Salida analógica 0/4-20 mA



○ Transmisor de nivel.

Transmisor de nivel SITRANS LUC 500. Este transmisor cumple la acción de indicar por lo tanto habrá uno montado en panel y otro montado en planta.



Datos técnicos	
Modo de operación	
Principio de medida	Medida ultrasónica de nivel
Rango de medición	0,3 a 15 m (1 a 50 ft)
Puntos de medida	1 o 2
Entradas	
mA (analógica)	0 a 20 o 4 a 20 mA de un dispositivo alterno, ajustable
Discreta	10 a 50 V DC - Lógica 0 = < 0,5 V DC - Lógica 1 = 10 a 50 V DC Máx. corriente de entrada 3 mA
Frecuencia	1 a 20,000 Hz
Contador	Ancho mínimo de impulsos 5 ms
Salida	
• Sensor ultrasónico	44 kHz
• Relés	4 relés de control/1 relé de alarma Control: 4 contactos NA (forma A), (n° 1 - 4) Alarma: 1 contacto NC (forma B), (n° 5) Capacidad nominal de todos los relés: 5 A a 250 V AC, carga ohmica
Precisión de medida	
• Desviación de medida	0,25% del rango o 6 mm (0,24"), se aplica el valor más alto
• Resolución	0,1% del rango de medida ¹⁾ o 2 mm (0,08"), se aplica el valor más alto
• Compensación de temperatura	-50 a +150 °C (-58 a +302 °F) - Sensor ultrasónico con sensor de temperatura - Sensor de temperatura TS-3 o - valores de temperatura programables
• Error de temperatura	0,09% del rango de medida
- Con compensación	desviación de 0,17%/°C de la temperatura programada
- Temperatura fija	
Condiciones de aplicación	
Condiciones ambientales	
• Temperatura ambiente (caja)	-20 a +50 °C (-5 a +122 °F)
Construcción	
• Montaje en rack	DIN 3UA/2 1HP, módulo insertable de 4 guías para rack estándar con 3UA/84HP (19")
• Montaje en panel	Apto para recorte estándar en panel DIN 43 700, 72 x 144 mm, 100 mm (4,33") de altura (centro)
Grado de protección (montaje en pared)	IP65/NEMA 4X/Tipo 4X
Peso (versión para montaje en rack o panel)	1,5 kg (3,3 lbs)
Peso (montaje en pared)	2,5 kg (5,5 lbs)
Comunicaciones	
• RS-232	Protocolo Milltronics Dolphin, Modbus RTU y ASCII
• Opción	Compatibilidad SmartLinux, RS-485
Alimentación eléctrica	
• Sensor ultrasónico	100 a 230 V AC ± 15%, 50/60 Hz, 36 VA (17 W) o 12 a 30 V DC, 20 W
• Conexión de cables	Sensores compatibles: Serie ST-H y Echomax (XPS-10/10F, XPS 15/15F, XCT-8, XCT-12, XRS-5) Dos conductores de cobre, trenzado con blindaje, hilo de trenzado con blindaje, 300 V, 0,5 a 0,75 mm ² (22 a 18 AWG)

IV. OTROS SISTEMAS DE CONTROL DE LA PLANTA.

- Control de seguridad a la salida del pasteurizador. Como se detalla en la memoria descriptiva, la legislación vigente obliga a colocar un sistema de control de la temperatura a la entrada del tubo de mantenimiento, para asegurar que toda la leche que entra al mismo, lo hace a 72°C. Si la leche no ha alcanzado los 72°C será recirculado como se indica en el plano correspondiente a la entrada del primero de los intercambiadores regenerativos.

Instrumentos necesarios:

- Este sistema de control trabajará en coordinación con el lazo nº 15, el transmisor de temperatura enviará una señal adicional a un controlador **SIPART DR 19 SIEMENS**, que enviará a consecuyente acción correctiva a las 2 válvulas de 3 vías, correspondiente.

VALVULA CONTROL

VALVULA LINEAL EMBRIDADA PN16

DATOS TECNICOS	
	
ESPECIFICACIONES	
Acción:	Vástago arriba para cerrar AB
Presión nominal:	V5329A - PN16 V5329C - PN6
Flujo característico:	Igual Porcentaje vía A-AB, lineal vía B-AB
Relación de Precisión:	30:1
Fugas:	≤0.5% de k_{vs} vía A-AB ≤1% de k_{vs} vía B-AB
Carrera:	20mm
Cuerpo Válvula	
Conexión:	Embridada según ISO 700
Material:	Hierro Fundido (GG25)
Dimensiones:	Ver Fig. 1
Material	
Asiento:	Cuerpo integrado
Obturador:	Acero inoxidable
Vástago:	Acero inoxidable
Envase:	Muelle cargado PTFE anillo cónicos
Temperatura medio y Presión máxima	
PN16:	2 ... 120°C: 1600kPa 120 ... 150°C: 1440kPa 150 ... 170°C: 1370kPa
PN6:	2 ... 120°C: 600kPa 120 ... 150°C: 540kPa 150 ... 170°C: 510kPa
Máxima Temperatura diferencial alternando agua fría-caliente:	60K
APLICACION	
Estas válvulas mezcladoras de tres vías se usan para control modulante de agua caliente o fría en sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado y pueden actuarse con actuadores eléctricos como los ML6420/6425, ML7420/7425, M6421/7421 o neumáticos como el MP953.	
CARACTERISTICAS	
<ul style="list-style-type: none"> • Cuerpo de hierro fundido con conexión por bridas • Asiento de metal - metal para una mayor duración • Envase autoajutable • Posicionamiento preciso para asegurar un buen control • Acoplamiento directo a actuadores eléctricos y neumáticos para facilitar montaje • Flujo total constante 	

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

- Control en la regulación de materia grasa en la producción de leche entera y semidesnatada. Es necesario realizar un control de los niveles de grasa en estos tipos de leche, puesto que estos están regulados según la normativa correspondiente. Este control se realizará mediante densímetro que darán información de la cantidad de materia grasa en las corrientes implicadas según se refleja en el diagrama Piping & Instruments.

Instrumentos necesarios:

- Densímetro en línea:

Density meter DWF



Applications: In-line density measurement of liquids or multiphase-mixtures

Technical data:

Medium density: from 700 g/l to 1.900 g/l

Measuring span: 50 g/l ... 600 g/l

Flow: up to 10 m³/h

Nominal sizes: DN25 or DN50

Process temperature: -20°C ... +200°C

Nominal pressure: up to PN 16

- Transmisor de densidad.

Transmisor de densidad **LD-301 LD-302 DT-301**, de la casa **DESING INSTRUMENTS**.



- Transmisores Inteligentes de alta precisión 0,1%
 - Medición de Presión Relativa, Absoluta y Diferencial
 - Salida 4-20 mA conexión 2 Hilos
 - Rangos ajustables 40:1
 - Ejecución Ex-Proof s/Cenelec o FM
 - Ejecuciones Sanitarias
 - Nivel por columna hidrostática
 - Densidad y concentración por presión diferencial
 - Comunicación HART o Fieldbus
 - Funciones especiales de control PID
- hidrostática
- Densidad y concentración por presión diferencial
 - Comunicación HART o Fieldbus
 - Funciones especiales de control PID

5. RELACIÓN DE CORRIENTES DE LA PLANTA.

Corriente	Fluido	Caudal de diseño(Kg/h)	Temperatura (°C)
1	Leche	24000	4
2	Leche	24000	4
3	Leche	24000	4
4	Leche	24000	5
5	Leche	24000	5
6	Leche	24000	6
7	Leche	24000	8
8	Leche	24000	8
9	Leche	24000	9
10	Leche	24000	4
11	Leche	6000	4
12	Leche	6000	5
13	Leche	5100	5
14	Leche	900	5
15	Leche	5100	53,3
16	Leche	5100	65,3
17	Leche	5100	72
18	Leche	5100	72
19	Leche	5100	60
20	Nata	561	62
21	Leche D.	4539	62
22	Leche D.	4539	8,86
23	Leche D.	4539	4
24	Leche D.	2133,33	4
25	Leche D.	817,02	4
26	Leche D.	1588,65	4
27	Leche D.	938,6652	4
28	Leche D.	938,6652	5
29	Leche D.	938,6652	5
30	Leche D.	1407,9978	4
31	Leche D.	1407,9978	5
32	Leche Sem.	861,9311494	4
33	Leche Sem.	861,9311494	4
34	Leche Sem.	861,9311494	5
35	Leche Sem.	861,9311494	5
36	Leche Entera	1785	4
37	Leche Entera	1785	4
38	Leche Entera	1785	5
39	Leche Entera	1785	5
40	Nata	561	64
41	Nata	561	4
42	Nata	44,91114936	4
43	Nata	516,0888506	4

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

Corriente	Fluido	Caudal de diseño(Kg/h)	Temperatura (°C)
44	Nata	196,35	4
45	Nata	319,7388506	4
46	Nata	162,5829161	4
47	Nata	162,5829161	5
48	Nata	162,5829161	5
49	Nata	157,1559345	4
50	Nata	157,1559345	5
51	Leche D. C.	844,79868	6
52	Leche D. C.	844,79868	41
53	Leche D. C.	844,79868	41
54	Leche D. C.	844,79868	42
55	Leche D. C.	422,39934	42
56	Leche E. C.	579,5552745	33,12
57	Leche E. C.	579,5552745	33,12
58	Leche E. C.	579,5552745	33,12
59	Yogur E.	579,5552745	33,12
60	Yogur E.	579,5552745	42
61	Leche D. C.	422,39934	42
62	Leche D. C.	422,39934	42
63	Leche D. C.	422,39934	42
64	Leche D. C.	422,39934	42
65	Yogur D.	422,39934	42
66	Yogur D.	422,39934	42
71	Cultivo	0,12	42
72	Aditivos	0,12	25
73	Aditivos	0,12	25
74	Cultivo	0,12	42
75	Frutas	84	9
76	Postre crudo	900	5
77	Postre precal.	900	65,3
78	Poste caliente	900	72
79	Postre	900	11,9
80	Postre	900	4
81	Postre	900	5
82	Postre	900	5
83	Gelificante	0,12	5
84	Edulcorante	0,12	5
85	Aromatizante	0,12	5
86	Colorante	0,12	5
87	Suero	563,19912	7
R1	Salmuera	24000	-5
R2	Salmuera	24000	56,64
R3	Salmuera	55,452	-5
R4	Salmuera	55,452	-1
R5	Salmuera	4539	-5
R6	Salmuera	4539	-0,11

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

Corriente	Fluido	Caudal de diseño(Kg/h)	Temperatura (°C)
R7	Salmuera	561	-5
R8	Salmuera	561	37
R9	Salmuera	633,528	-5
R10	Salmuera	633,528	-1
R11	Salmuera	258,552	-5
R12	Salmuera	258,552	-1
R13	Salmuera	531,588	-5
R14	Salmuera	531,588	-1
R15	Salmuera	100,86	-5
R16	Salmuera	100,86	-1
R17	Salmuera	900	-5
R18	Salmuera	900	2,16
R19	Salmuera	272,568	-5
R20	Salmuera	272,568	-1
C1	Agua	5100	95
C2	Agua	5100	88,77
C3	Agua	844,79868	95
C4	Agua	844,79868	60,8
C5	Agua	900	95
C6	Agua	900	88,77

**PLIEGO DE
CONDICIONES**

I. LEGISLACIÓN GENERAL.

- Real Decreto Legislativo 1/1992, de 26 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre el Régimen del Suelo y Ordenación Urbana (BOE 30 de junio de 1992).
- Ley 6/1998, de 13 de abril, sobre Régimen del Suelo y Valoraciones (BOE 14 de abril de 1998).
- Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, Código Técnico de la Edificación (BOE 28 de marzo de 2006).
- Decreto 3565/1972, de 23 de diciembre, por el que se establecen las Normas Tecnológicas de la Edificación N.T.E. (BOE de 15 de enero de 1973).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, Código Técnico de la Edificación (BOE 28 de marzo de 2006).
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, por la que se regula la Ordenación de la Edificación (BOE de 6 de noviembre de 1999).
- Ordenanzas Municipales y Normas Urbanísticas.
- Real Decreto 2429/1979, de 6 de julio, Norma Básica de la edificación NBE-CT-79, sobre las Condiciones Técnicas en los Edificios.
- Ley 44/2006, de 29 de diciembre, de mejora de la protección de los consumidores y usuarios.
- Normas UNE de obligado cumplimiento, según prescripciones de los distintos Reglamentos que se han indicado.

- Orden de 23 de diciembre de 1986, sobre autorización de vertidos de aguas residuales (BOE de 30 de diciembre de 1986).

- Normas Técnicas españolas y extranjeras a las que, explícitamente, se haga referencia en el articulado del Pliego de Condiciones o en cualquier otro documento del Proyecto.

II. LEGISLACIÓN RELATIVA A LA SEGURIDAD INDUSTRIAL.

- Real Decreto 220/1995, de 28 de diciembre, que aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial (BOE de 6 de febrero de 1996).
 - Real Decreto 411/1997, de 21 de marzo, que modifica el Real Decreto anterior (BOE de 26 de abril de 1997).

- Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación, “NBE-CPI/96”: Condiciones de Protección contra-incendios en los edificios (BOE de 29 de octubre de 1996).

- Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el trabajo. Orden del Ministerio de Trabajo de 9 de marzo de 1971 (BBOO del Estado de 16 y 17 de marzo de 1971).
 - Corrección de errores en BOE de 6 de abril de 1971.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre protección de Riesgos Laborales (BOE de 10 de noviembre de 1995).

- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, establece las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo (BOE 23 de abril de 1997).

- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (BOE de 12 de junio de 1997).
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio en el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (BOE 7 de agosto de 1997).
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, Disposiciones mínimas para la protección de la Salud y Seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (BOE 21 de junio de 2001).
- Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre, que aprueba el Reglamento de Actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas (BOE de 7 de diciembre de 1961).
 - Corrección de errores al Decreto 2414/1961 en BOE de 30 de diciembre de 1961
 - Corrección de errores al Decreto 2414/1961 en BOE de 7 de marzo de 1962
 - Orden de Gobernación de 15 de marzo de 1963 en la que se dan instrucciones para la aplicación del Reglamento.
 - Decreto 3494/1964, de 5 de noviembre (BOE de 6 de noviembre de 1964), por el que se modifican diversos artículos del Reglamento de Actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.
- Decreto 297/1995 de 19 de diciembre (BOJA de 11 de enero de 1996), Reglamento de Calificación Ambiental.

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

- Decreto 2443/1969, de 16 de agosto (BOE de 28 de octubre de 1969), por el que se aprueba el Reglamento de recipientes a presión.
 - Decreto 516/1972 de 17 de febrero (BOE de 13 de marzo de 1972), que modifica el anterior Reglamento.

- Orden del Ministerio de Industria de 5 de diciembre de 1975 (BOE de 1 de enero de 1976).
 - Correcciones a la anterior Orden (BOE de 20 de diciembre de 1976)

- Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, Reglamento de aparatos a presión (BOE de 29 de mayo de 1979).
 - Real Decreto 507/1982, de 15 de Enero de 1982 por el que se modifica el Reglamento de Aparatos a Presión aprobado por el REAL DECRETO 1244/1979, de 4 de Abril de 1979.

 - Real decreto 1504/1990, por el que se modifican determinados artículos del Reglamento de Aparatos a Presión.

- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, que aprueba el Reglamento de Instalaciones Contra Incendios (BOE de 14 de diciembre de 1993). Corrección de errores en BOE de 7 de mayo de 1994.

- Real Decreto 786/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

- Decreto 2413/1973, de 20 de septiembre (BOE de 9 de octubre de 1973) por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

- Ordenanza de 13 de abril de 1974, sobre instalaciones de electricidad de Baja Tensión (BOE de 20 y 27 de abril de 1974).

III. SECTOR ALIMENTARIO.

❖ NORMAS DE HIGIENE DE LOS ALIMENTOS /MANIPULACIÓN/ CONTROL OFICIAL.

- Real Decreto 1945/1983, de 22 de junio, por el que se regulan las infracciones y sanciones en materia de defensa del consumidor y de la producción agro-alimentaria (BOE nº 168 de 15 de julio y correcciones de errores en BOE nº 197 de 18 de agosto, nº 250 de 10 de octubre y nº 259 de 20 de octubre).
 - Orden de 14 de noviembre de 1988, declara la nulidad de parte del articulado del R.D 1945/1983 (BOE de 26 de diciembre de 1988).
 - Orden de 27 de febrero de 1989, declara la nulidad de parte del articulado del R.D 1945/1983 (BOE de 14 de abril de 1989).
- Directiva 85/591/CEE del Consejo, de 20 de diciembre de 1985, referente a la introducción de modos de toma de muestras y de métodos de análisis comunitarios para el control de los productos dedicados a la alimentación humana (DOL nº 372 de 31 de diciembre).
- Real Decreto 2483/1986, de 14 de noviembre, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria sobre condiciones generales de transporte terrestre de alimentos y productos alimentarios a temperaturas regulada (BOE nº 291 de 5 de diciembre).

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

- Directiva 89/397 del Consejo, de 14 de junio de 1989, relativa al control oficial de los productos alimenticios (DOL nº 186 de 30 de junio).
- Real Decreto 50/1993, de 15 de enero, por el que se regula el control oficial de los productos alimenticios (BOE nº 36 de 11 de febrero).
- Orden de 12 de mayo de 1993 por la que se establece el certificado sanitario oficial para la exportación de productos alimenticios (BOE nº 121 de 21 de mayo).
- Directiva 93/43/CEE del Consejo, de 14 de junio de 1993, relativa a la higiene de los productos alimenticios (DOL nº 175 de 19 de julio y corrección de errores en DOL nº 176 de 20 de julio).
- Directiva 93/99/CEE del Consejo, de 29 de octubre de 1993, sobre medidas adicionales relativas al control oficial de los productos alimenticios (DOL nº 290 de 24 de noviembre).
- Real Decreto 2207/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas de higiene relativas a los productos alimenticios (BOE nº 50 de 27 de febrero).
- Real Decreto 202/2000, de 11 de febrero, por el que se establece la norma relativa a los manipuladores de alimentos (BOE nº 48 de 25 de febrero de 2000).
- Ley 11/2001, de 5 de julio, por la que se crea la Agencia Española de Seguridad Alimentaria (BOE nº 161 de 6 de julio de 2001).
- Reglamento (CE) nº 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de enero de 2002, por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria (DOL nº 31 de 1 de febrero de 2002).
- Real Decreto 709/2002, de 19 de julio, por el que se aprueba el Estatuto de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria (BOE nº 178 de 26 de julio de 2002).

❖ **ENVASADO DE ALIMENTOS.**

- Real Decreto 723/1988, de 24 de junio, por el que se aprueba la Norma General para el control del contenido efectivo de los productos alimenticios envasados (BOE nº 163 de 8 de julio y corrección de errores en BOE nº 191 de 10 de agosto).
- Real Decreto 888/1988 de 29 de julio, por el que se aprueba la norma general sobre recipientes que contengan productos alimenticios frescos, de carácter perecedero, no envasados o envueltos (BOE nº 187 de 5 de agosto).
- Real Decreto 1472/1989, de 1 de diciembre, por el que se regulan las gamas de cantidades nominales y de capacidades nominales para determinados productos envasados (BOE nº 101 de 27 de abril de 1990), este Real Decreto ha sufrido las siguientes modificaciones:
 - Real Decreto 1780/1991, de 29 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1472/1989, (BOE nº 305 de 21 diciembre 1991).
 - Real Decreto 151/1994, de 4 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1472/1989, de 1 de diciembre, (BOE nº 72 de 25 de marzo de 1994).
 - Real Decreto 1194/2000, de 23 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 1472/1989, de 1 de diciembre (BOE nº 159 de 4 de julio de 2000).
 - Real Decreto 1798/2003 de 26 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1472/1989, de 1 de diciembre (BOE nº 9 de 10 de enero de 2004).
- Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de envases y residuos de envases (BOE nº 104 de 11 de mayo).

- Real Decreto 252/2006 de 3 de marzo, modifica el Real Decreto 782/2998 antes citado.

❖ **ETIQUETADO DE ALIMENTOS.**

- Directiva 89/396/CEE del Consejo, de 14 de junio de 1989, relativa a las menciones o marcas que permitan identificar el lote al que pertenece un producto alimenticio (DOL nº 186 de 30 de junio).
- Reglamento (CEE) nº 2029/91, de 24 de junio de 1991, sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios (DOL nº 198 de 22 de julio).
- Real Decreto 1808/1991, de 13 de diciembre, por el que se regulan las menciones o marcas que permiten identificar el lote al que pertenece un producto alimenticio (BOE nº 308 de 25 de diciembre).
- Real Decreto 930/1992, de 17 de julio, por el que se aprueba la norma de etiquetado sobre propiedades nutritivas de los productos alimenticios (BOE nº 187 de 5 de agosto).
 - Real Decreto 2180/2004, de 12 de noviembre (BOE nº 274 de 13 de noviembre de 2004), modifica el Real Decreto 930/1992, antes mencionado.
- Reglamento (CE) nº 50/2000 de la Comisión, de 10 de enero de 2000 relativo al etiquetado de los productos alimenticios e ingredientes alimentarios que contienen aditivos y aromas modificados genéticamente o producidos a partir de organismos modificados genéticamente.

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

- Directiva 1999/10/CE de la Comisión, de 8 de marzo de 1999, por la que se establecen excepciones a las disposiciones del artículo 7 de la Directiva 79/112/CE del Consejo en lo relativo al etiquetado de los productos alimenticios (DOL nº 69 de 16 de marzo).
- Real Decreto 1334/1999, de 31 de julio, por el que se aprueba la Norma general de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios (BOE nº 202 de 24 de agosto). El presente Real Decreto ha experimentado las siguientes modificaciones:
 - Real Decreto 238/2000, de 18 de febrero (BOE nº 43 de 19 de febrero de 2000).
 - Real Decreto 1324/2002 de 13 de diciembre (BOE nº 305 de 21 de diciembre de 2002).
 - Real Decreto 2220/2004 de 26 de noviembre (BOE nº 286 de 27 de noviembre de 2004).
 - Real Decreto 892/2005 de 22 de julio (BOE nº 175 de 23 de julio de 2005).
- Directiva 2000/13/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de marzo de 2000, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros en materia de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios (DOL 109 de 6 de mayo).

❖ MATERIAL EN CONTACTO CON LOS ALIMENTOS.

- Real Decreto 1125/1982, de 30 de abril, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de materiales poliméricos en relación con los productos alimenticios y alimentarios (BOE nº 133 de 4 de junio).

- Real Decreto 668/1990, de 25 de mayo (BOE nº 130 de 30 de mayo de 1990), modifica el Real Decreto 1125/1982, antes citado.
- Resolución de 4 de noviembre de 1982, de la Subsecretaría para la Sanidad, por la que se aprueban la lista positiva de sustancias para fabricación de compuestos macromoleculares, la lista de migraciones máximas en pruebas de cesión, las condiciones de pureza para las materias colorantes empleadas en los mismos productos, y la lista de los materiales poliméricos adecuados para la fabricación de envases y otros utensilios que puedan estar en contacto con los productos alimenticios (BOE nº 282 de 24 de noviembre y corrección de errores en anexo nº 311 de 28 de diciembre).
- Real Decreto 2814/1983, de 13 de octubre, por el que se prohíbe la utilización de materiales poliméricos recuperados o regenerados que hayan de estar en contacto con los alimentos (BOE nº 270 de 11 de noviembre).
- Real Decreto 1425/1998, de 25 de noviembre, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de materiales plásticos destinados a estar en contacto con productos alimenticios y alimentarios (BOE nº 288 de 1 de diciembre).
- Real Decreto 397/1990, de 16 de marzo, por el que se aprueban las condiciones generales de los materiales, para uso alimentario, distintos de los poliméricos (BOE nº 74 de 27 de marzo).
- Real Decreto 891/2006, de 21 de julio, por el que se aprueban las Normas Técnico-Sanitarias aplicables a los objetos de cerámica para uso alimentario (BOE 22 julio 2006).
- Real Decreto 1413/1994, de 25 de junio, por el que se aprueban las Normas Técnico-Sanitarias sobre los materiales y objetos de película de celulosa regenerada para uso alimentario (BOE nº 190 de 10 de agosto).

- Real Decreto 691/2005, de 10 de junio (BOE 18 de junio de 2005), modifica el Real Decreto 1413/1994 antes citado.
- Real Decreto 118/2003 de 31 de enero (BOE 11 de febrero de 2003), por el que se aprueba la lista de sustancias permitidas para la fabricación de materiales y objetos de plástico destinados a estar en contacto con los alimentos y se regulan determinadas condiciones de ensayo.

❖ **ADITIVOS.**

- Real Decreto 3177/1983, de 16 de noviembre, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria de aditivos alimentarios (BOE nº 310 de 28 de diciembre de 1983 y corrección de errores en BOE nº 35 de 10 de febrero de 1984). Presenta las siguientes modificaciones:
 - Real Decreto 1339/1988, de 28 de octubre (BOE nº 270 de 10 de noviembre de 1988), modifica el Real Decreto 3177/1983.
 - Real Decreto 1111/1991, de 12 de julio (BOE nº 170 de 17 de julio de 1991), modifica el Real Decreto 3177/1983.
- Directiva 88/388/CE del Consejo, de 22 de junio de 1988, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros en el ámbito de los aromas que se utilizan en los productos alimenticios y de los materiales de base para su producción (DOL nº 184 de 15 de julio y corrección de errores en DOL nº 345 de 14 de diciembre).
- Orden de 28 de julio de 1988 por la que se aprueban las normas de pureza para estabilizantes, emulgentes, espesantes y gelificantes, así como los diluyentes o soportes para carragenanos y pectinas autorizados para su uso en la elaboración de diversos productos alimenticios (BOE nº 193 de 12 de agosto).

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

- Directiva 89/107/CE del Consejo, de 21 de diciembre de 1988, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre los aditivos alimentarios autorizados en los productos alimenticios destinados al consumo humano (DOL nº 40 de 11 de febrero).
- Real Decreto 1477/1990, de 2 de noviembre, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria de los aromas que se utilizan en los productos alimenticios y de los materiales de base para su producción (BOE nº 280 de 22 de noviembre y corrección de errores en BOE nº 10 de 11 de enero de 1991). Presenta las siguientes modificaciones:
 - Real Decreto 1320/1992, de 30 de octubre (BOE nº 279 de 20 de noviembre de 1992), modifica el Real Decreto 1477/1990.
 - Real Decreto 2667/1998, de 11 de diciembre (BOE nº 303 de 19 de diciembre de 1998), modifica el Real Decreto 1477/1990.
 - Real Decreto 4/2004, de 9 de enero (BOE nº 14 de 16 de enero de 2004), modifica el Real Decreto 1477/1990.
- Decisión nº 97/292/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de diciembre de 1996, relativa al mantenimiento de las legislaciones nacionales que prohíben la utilización de determinados aditivos en la producción de ciertos productos alimenticios específicos (DOL nº 48 de 19 de febrero).
- Directiva 94/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de junio de 1994, relativa a los edulcorantes utilizados en los productos alimenticios (DOL n1237 de 10 de septiembre y corrección de errores en DOL nº 265 de 30 de septiembre de 1998).
- Directiva 95/31/CE de la Comisión, de 5 de julio de 1995, por la que se establecen criterios específicos de pureza de los edulcorantes que pueden emplearse en los productos alimenticios (DOL nº 178 de 28 de julio).

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

- 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 (BOE nº 11 de 12 de enero de 1996). Presenta las siguientes modificaciones:
 - Real Decreto 2027/1997 de 26 de diciembre (BOE nº 15 de 17 de enero de 1998), modifica el Real Decreto 2002/1995.
 - Real Decreto 2197/2004 de 25 de noviembre (BOE nº 291 de 3 de diciembre de 2004, modifica el Real Decreto 2002/1995 .
- Real Decreto 2106/1996, de 20 de septiembre, por el que se establecen las normas de identidad y pureza de edulcorantes autorizados para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización (BOE nº 11 de 12 de enero de 1996).
- Reglamento (CE) nº 2232/96 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de octubre de 1996, por el que se establece un procedimiento comunitario para las sustancias aromatizantes utilizadas o destinadas a ser utilizadas en o sobre los productos alimenticios (DOL nº 299 de 23 de noviembre).
- Directiva 95/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de febrero de 1995, relativa a aditivos alimentarios distintos de los colorantes y edulcorantes (DOL nº 61 de 18 de marzo).
- Directiva 96/77/CE de la Comisión de 2 de diciembre de 1996 por la que se establecen los criterios específicos de pureza de los aditivos alimentarios distintos de los colorantes y edulcorantes (DO serie L nº 339 de 30 de diciembre).
- Real Decreto 1917/1997, de 19 de diciembre, por el que se establecen las normas de identidad y pureza de los aditivos alimentarios distintos de colorantes y edulcorantes utilizados en los productos alimenticios (BOE nº 17 de 20 de enero).

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

- Recomendación de la Comisión (98/282/CE), de 21 de abril de 1998, relativa a las modalidades con arreglo a las cuales los Estados Miembros y los otros países signatarios del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo deberían garantizar la protección de la propiedad intelectual en lo que respecta al desarrollo y la fabricación de las sustancias aromatizantes a que se refiere el Reglamento (CE) n° 2232/96 del Parlamento Europeo y del Consejo (DOL n° 127 de 29 de abril).
- Real Decreto 1802/1999, de 26 de noviembre (BOE de 30 de noviembre de 1999), por el que se establecen las normas de identidad y pureza de los aditivos alimentarios distintos de colorantes y edulcorantes utilizados en los productos alimenticios.
- Comunicación de la Comisión (98/C131/03) relativa a las modalidades con arreglo a las cuales la Comisión garantizará la protección de la propiedad intelectual en lo que respecta al desarrollo y la fabricación de las sustancias aromatizantes a que se refiere el Reglamento (CE) n1 2232/96 del Parlamento Europeo y del Consejo (DOC 131 de 29 de abril).
- Decisión (1999/217/CE) de la Comisión, de 23 de febrero de 1999, por la que se aprueba un repertorio de sustancias aromatizantes utilizadas en o sobre los productos alimenticios elaborado con arreglo al Reglamento (CE) n° 2232 del Parlamento Europeo y del Consejo (DOL n° 84 de 27 de marzo).
- Reglamento (CE) 1565/2000 de la Comisión, de 18 de julio de 2000, por el que se establecen las medidas necesarias para la adopción de un programa de evaluación con arreglo al Reglamento (CE) n° 2232/96 del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establece un procedimiento comunitario de sustancias aromatizantes en o sobre los productos alimenticios (DOL 180 de 19 de julio).
- 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 (BOE n° 44 de 20 de febrero de 2002).

- Real Decreto 257/2004 de 13 de febrero (BOE 14 de febrero de 2004 que modifica el Real Decreto 142/2002 antes mencionado.
- Real Decreto 2196/2004, de 25 de noviembre (BOE de 3 de marzo de 2004) que modifica el Real Decreto 142/2002.

IV. LEGISLACIÓN ESPECÍFICA PRODUCTOS LÁCTEOS.

❖ DISPOSICIONES GENERALES.

- Reglamento (CEE) nº 1898/87 del Consejo, de 2 de julio de 1987, relativo a la protección de la denominación de la leche y productos lácteos en el momento de la comercialización (DOL nº 182 de 3 de julio).
- Decisión de la Comisión (88/566/CEE), de 28 de octubre de 1988, por el que se establece la lista de productos que hace referencia el segundo párrafo el apartado 1 del artículo 3 del reglamento (CEE) nº 1898/87 del Consejo (DOL nº 310 de 16 de noviembre).
- Real Decreto 2021/1993, de 19 de noviembre, del Ministerio de la Presidencia, por el que se aprueba un método oficial de análisis de leche y productos lácteos.
- 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.
 - Real Decreto 402/1996 de 1 de marzo (BOE nº 85 de 8 de abril de 1996, modifica parcialmente el R.D.1679/1994.

- Real Decreto 640/2006, de 26 de mayo (BOE nº 126 de 27 de mayo de 2006), modifica parcialmente el RD.1679/1994.
- Orden de 8 de mayo de 1997, por la que se establece el programa de calidad sanitaria comprobada de la leche (BOE nº 111 de 9 de mayo de 1997).
- Reglamento (CE) nº 2597/97 del Consejo de 18 de diciembre de 1997 por el que se establecen las normas complementarias de la organización común de mercados en el sector de la leche y de los productos lácteos en lo que se refiere a la leche para consumo.
- Reglamento (CE) nº 213/2001 de la Comisión, de 9 de enero de 2001, por el que se establecen las disposiciones de aplicación del reglamento (CE) nº 1255/1999, en lo que atañe a los métodos que deben utilizarse para el análisis y la evaluación de la calidad de la leche y de los productos lácteos, y se modifican los reglamentos (CE) nº 2771/1999 y (CE) nº 2799/1999 (DOL nº 37 de 7 de febrero).

❖ **NATA.**

- Orden de 12 de julio de 1983, de la Presidencia del Gobierno, por la que se aprueban las normas generales de calidad para la nata y nata en polvo con destino al mercado interior.
- Real Decreto 145/1997, de 31 de enero (BOE nº 187 de 22 de marzo de 1997), modifica la Orden de 12 de julio de 1983 y 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.

- Orden de 5 de octubre de 2001 del Ministerio de la Presidencia (BOE nº 245 de 12 de octubre de 2001), modificando parcialmente la Orden de 12 de julio de 1983.

❖ **YOGUR.**

- Orden de 1 de julio de 1.987, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno, por la que se aprueba la Norma de Calidad para el yogur o yogurt destinado al mercado interior (BOE nº 158 de 3 de julio de 1987). Presenta las siguientes modificaciones:
 - Orden de 16 de septiembre de 1994 (BOE nº 227 de 22 de septiembre de 1994)
 - Real Decreto 2002/1995, de 7 de diciembre (BOE nº 11 de 12 de enero de 1996)
 - Real Decreto 2001/1995, de 7 de diciembre (BOE nº 19 de 22 de enero de 1996)
 - Real Decreto 145/97 de 31 de enero (BOE nº 70 de 22 de marzo de 1997)
- Orden de la Presidencia 1313/2002, de 3 de junio, por la que se modifica la norma de calidad para el yogur o yoghurt destinado al mercado interior, aprobada por Orden de 1 de julio de 1987 (BOE nº 135 de 6 de junio de 2002).
- Real Decreto 179/2003, de 14 de febrero, por el que se aprueba la Norma de Calidad para el yogur o yoghurt (BOE nº 42 de 18 de febrero de 2003).

- 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. Presenta las siguientes modificaciones:
 - Real Decreto 402/1996 de 1 de marzo (BOE nº 86 de 8 de abril de 1996), modifica el Real Decreto 1679/1994.
 - Real Decreto 640/2006 de 26 de mayo (BOE de 27 de mayo de 2006).

❖ CUAJOS Y OTROS ENZIMAS.

- Orden de 14 de enero de 1988 del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno, por la que se aprueba la norma general de identidad y pureza para el cuajo y otros enzimas coagulantes de leche destinados al mercado interior.
 - Orden de 20 de febrero de 1996 (BOE de 26 de febrero de 1996), modifica la anterior Orden de 14 de enero de 1988.

❖ CASEINAS Y CASEINATOS.

- Orden de 28 de marzo de 1988 del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno por la que se aprueban las normas generales de calidad para las caseínas y caseinatos alimenticios (BOE nº 85 de 8 de abril de 1988).

DESCRIPCIÓN DE LA
OBRA CIVIL.

DESCRIPCIÓN OBRA CIVIL

A modo de descripción general de cómo debe ser el edificio y las instalaciones exteriores que necesita esta industria.

La superficie de suelo que se necesitará para la instalación será la siguiente:

○ **ZONA DE PROCESOS.**

<i>Producción de leche</i>	1.000 m ²
<i>Producción de postres</i>	400 m ²
<i>Producción de yogures.</i>	600 m ²
<i>Instalación limpieza In-Situ.</i>	150 m ²
<i>Sala de refrigeración.</i>	400 m ²
<i>Sala de calderas.</i>	400 m ²
<i>Sala de tanques de aditivos para postres.</i>	200 m ²
<i>Sala de tanques de aditivos para yogures.</i>	200 m ²
<i>Sala de almacenamiento de suero.</i>	400 m ²

○ **ZONA DE SERVICIOS.**

<i>Oficinas</i>	200 m ²
<i>Laboratorios</i>	200 m ²
<i>Vestuarios</i>	400 m ²

○ **ZONA DE ACCESO.**

<i>Aparcamiento de personal</i>	750 m ²
<i>Atraque de camiones cisterna.</i>	3.000 m ²

Se necesitará por tanto una superficie total para la instalación de 8.300 m²

La distribución de la zona de procesos puede verse en el plano correspondiente.

NAVE INDUSTRIAL.

La nave que alberga tanto las zonas de procesos como las de servicio estará hecha en hormigón. Es decir, la estructura será de hormigón y los cerramientos también. Se pondrán cerramientos de hormigón entre las distintas partes de la fábrica. Ésta se ha dividido en función del tipo de producto que se fabrica, las divisiones aparecen reflejadas en la tabla anterior.

El Real Decreto 1679/1994 en su artículo 16, apartado 3, dice:

Cuando un establecimiento produzca alimentos que contengan leche o productos lácteos y otros ingredientes que no hayan sido sometidos a tratamiento térmico o a otro tratamiento de efecto equivalente, dicha leche, dichos productos lácteos y dichas materias primas deberán almacenarse por separado para evitar la contaminación y deberán tratarse o procesarse en locales previstos para ello.

Lo cual impone que el sistema de recepción de leche debe estar separado del resto de la zona de procesamiento de leche.

Otros aspectos a tener en cuenta del presente Real Decreto, relativo a las instalaciones serán:

CONDICIONES GENERALES DE AUTORIZACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE TRATAMIENTO Y DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE TRANSFORMACIÓN.

Los establecimientos de tratamiento y los establecimientos de transformación reunirán, por lo menos, las siguientes características:

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

1. 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 los productos contemplados en el presente Real Decreto.

La producción de la leche tratada térmicamente o la elaboración de productos lácteos que puedan implicar un riesgo de contaminación para los otros productos contemplados en el presente Real Decreto se efectuarán en un lugar de trabajo claramente separado.

2. En los lugares donde se proceda a la manipulación, preparación y transformación de las materias primas y a la elaboración de los productos contemplados en el presente Real Decreto:

a. 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.

b. Las paredes tendrán superficies lisas, fáciles de limpiar, resistentes e impermeables; estarán recubiertas con un revestimiento claro.

c. El techo será fácil de limpiar en los locales en los que se manipulen, preparen o transformen materias primas o productos no embalados que pueden contaminarse.

d. Las puertas estarán fabricadas con materiales inalterables, fáciles de limpiar.

e. Se dispondrá de un sistema adecuado de ventilación y, en su caso, de evacuación de vapores.

f. Existirá una buena iluminación natural o artificial.

g. 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

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

temperatura adecuada. En los locales de trabajo y en los aseos, los grifos no deberán poder accionarse con las manos. Estas instalaciones deberán disponer de productos de limpieza y de desinfección y de medios higiénicos para secarse las manos.

h. Se contará con dispositivos para limpiar los útiles, el material y las instalaciones.

3. En los locales donde se almacenen materias primas y productos contemplados en el presente Real Decreto, las mismas condiciones que las que figuran en el apartado 2) párrafos a) a f), excepto:

a. En los locales de almacenamiento refrigerados, en los que bastará con un suelo fácil de limpiar y de desinfectar, dispuesto de forma que facilite el drenaje del agua.

b. En los locales de congelación y de ultracongelación, en los que 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 el presente Real Decreto.

La utilización de paredes de madera en los locales contemplados en el párrafo b) del presente apartado y construidos antes del 1 de enero de 1993 no constituirá motivo de retirada de la autorización.

La capacidad de los locales de almacenamiento permitirá garantizar el almacenamiento de las materias primas utilizadas y de los productos contemplados en el presente Real Decreto.

4. Habrá medios para el mantenimiento higiénico y la protección de las materias primas y de los productos acabados que no hayan sido embalados ni envasados durante las operaciones de carga y descarga.

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

5. Se contará con instalaciones apropiadas de protección contra animales indeseables, como insectos, roedores, pájaros, etc.

6. 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.

7. 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.

8. Contarán con instalaciones apropiadas para la limpieza y desinfección del material y utensilios.

9. Existirá un dispositivo de evacuación de aguas residuales que cumpla los requisitos higiénicos.

10. Tendrán una instalación que suministre exclusivamente agua potable, con arreglo a 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.

11. 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.

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

12. 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.

13. Habrá un local o dispositivo para el almacenamiento de detergentes, desinfectantes o sustancias similares.

14. Habrá un local o un armario para el almacenamiento del material de limpieza y mantenimiento.

15. Habrá equipos adecuados para la limpieza y desinfección de las cisternas utilizadas para el transporte de la leche y de los productos lácteos líquidos o en polvo. No obstante, dichos equipos no serán obligatorios cuando existan disposiciones que obliguen a la limpieza y desinfección de los medios de transporte en instalaciones oficialmente autorizadas por la autoridad competente.

VIALES Y ZONAS EXTERIORES.

La fábrica tendrá un vial de acceso y alrededor de la misma de 15m de ancho que permitirá la circulación y libre maniobra en doble sentido. Constará además de un aparcamiento para el personal de la fábrica situado frente a las oficinas.

Se habilitarán zonas de carga junto a las cámaras frigoríficas que estarán diseñadas para la mínima pérdida de temperatura en la misma.

DOCUMENTACIÓN
AMBIENTAL.

DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL.

La evaluación ambiental de la instalación se ha realizado conforme a la legislación vigente en la Comunidad Autónoma de Andalucía, *Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental.*

Según el Artículo 1, el objeto de la presente Ley, es:

- I. Prevenir, minimizar, corregir o, en su caso, impedir los efectos que determinadas actuaciones públicas o privadas puedan tener sobre el medio ambiente y la calidad de vida, a través de las medidas que se establecen en la misma.*
- II. Definir el marco normativo y de actuación de la Comunidad Autónoma de Andalucía, en materia de protección atmosférica, residuos en general y calidad de las aguas, para conseguir mediante la aplicación de técnicas o instrumentos administrativos de prevención, corrección y control, una mejora de la calidad ambiental, en el ámbito de sus competencias.*

El Artículo 5, en su primer punto establece:

Las actuaciones, públicas o privadas, consistentes en la realización de planes, programas, proyectos de construcción, instalación y obras, o de cualquier otra actividad o naturaleza, comprendidas en los anexos de esta Ley, que se pretendan llevar a cabo en el ámbito de la Comunidad Autónoma, deberán someterse a las medidas de prevención ambiental previstas en el artículo 8 de la presente Ley.

Según esto y dirigiéndose al Artículo 8, se presenta:

La prevención ambiental a que se refiere la presente Ley se articula a través de las siguientes medidas:

- 1. Evaluación de Impacto Ambiental para las actuaciones incluidas en el anexo*
- 2. Informe ambiental para las actuaciones incluidas en el anexo II.*
- 3. Calificación ambiental para las actuaciones incluidas en el anexo III.*

En el apartado 8 del anexo II se encuentran las industrias agroalimentarias dedicadas a la fabricación de productos lácteos. Por tanto para este proyecto sólo será necesario un Informe ambiental.

Por tanto hay que presentar, al solicitar la correspondiente licencia municipal de la actuación, la información relativa a las consecuencias ambientales y las garantías en orden a minimizar los efectos ambientales del proyecto.

1.1. INFORME AMBIENTAL.

La elaboración del informe ambiental se realizará conforme a *DECRETO 153/1996, de 30 de abril de 1996, por el que se aprueba el Reglamento de Informe Ambiental.*

El Artículo 15 del presente Decreto recoge la documentación mínima necesaria para la tramitación de un informe ambiental. A continuación se adjunta dicha información.

I) Identificación de la actuación.

A) Objeto y características generales de la actuación.

La instalación va a tener una actividad industrial destinada a la producción de diversos productos lácteos. Por tanto la planta dispondrá todos los equipos necesarios para satisfacer dicha actividad industrial, las principales unidades de la instalación son las siguientes:

- Tanques de almacenamiento refrigerados.
- Intercambiadores de calor de placas.
- Unidad de envasado.
- Sistema de tuberías para el trasiego de fluidos con las correspondientes bombas para el desplazamiento del mismo.

B) Plano del perímetro ocupado.

Se adjunta en el ANEXO de planos.

II) Descripción de las características básicas de la actuación.

A) Localización.

La ubicación de la instalación será en el polígono Las Salinas de Levante, en la Avenida del Inventor Pedro Cawley, con frontal a la avenida.



Se adjunta una fotografía satélite donde se visualiza edificio e instalaciones cercanas. El cuadro negro corresponde a la ubicación del solar donde estará ubicada la instalación.

B) Afecciones derivadas de la actuación.

Como ya se ha indicado la actividad industrial que se llevará a cabo en la planta será la de producción de diversos productos lácteos, con las distintas operaciones que ello conlleva. Estas actividades no producen ningún residuo que pueda ser catalogado como peligroso.

La instalación dispondrá de dos conducciones independientes para la evacuación de vertidos, una que irá directamente al sistema de alcantarillado para los vertidos no

peligrosos y otra que los llevará a la EDAR más cercana, para los generados en las tareas de limpieza de los equipos.

Obviamente la materia prima principal de la instalación es la leche cruda de vaca, pero no la única, aunque en proporciones considerablemente inferiores a esta, la planta hará uso como materia prima de:

Producción de yogures:

- Cultivos estarter.
- Edulcorantes.
- Aromatizantes.
- Colorantes.
- Frutas.

Producción de postres:

- Edulcorantes.
- Aromatizantes.
- Colorantes.
- Gelificantes.

III) Incidencia ambiental.

A) Incidencia sobre el entorno ambiental.

Como se ha comentado, la instalación se ubicará en un polígono industrial que ha obtenido los correspondientes permisos medio ambientales. El terreno es ideal para la edificación sin que se vea afectado el patrimonio cultural, así como la flora y la fauna del entorno. Los residuos generados que no se puedan expulsar directamente a la red de alcantarillado, serán enviados a la EDAR más cercana.

B) Incidencia sobre el medio atmosférico.

Las únicas emisiones de la fábrica se deberán a la caldera. Que se alimenta de gasoleo C de calefacción, cuyas emisiones se encuentran muy por debajo de los niveles legales exigidos.

C) Incidencia sobre el medio hídrico.

Aunque la industria necesita gran cantidad de agua, éste se toma de la red local. Los residuos líquidos se expulsan por el sistema de alcantarillado. Aquellos que no pueden eliminarse por este sistema, se llevarán a las EDAR más cercana.

IV) Cumplimiento de la normativa vigente.

Respecto a la calidad del aire.

Según el *Decreto 74/1996, de 20 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de la Calidad del Aire*, en su Título 1, artículo 3, apartado 2.

Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, cualquiera que sea su naturaleza, no podrán rebasar los niveles máximos de emisión establecidos en la normativa vigente. Se entiende por nivel de emisión de un contaminante la concentración y/o masa del mismo vertida a la atmósfera en un período determinado.

Se entiende por nivel de emisión sonora, la magnitud de la presión acústica emitida por un foco ruido

A la vista del presente reglamento tampoco se puede considerar la presente planta de elaboración de productos lácteos como una actividad potencialmente contaminadora de la atmósfera, ya que no está incluida en el Catálogo del Anexo I del citado reglamento, ni emite ninguno de los contaminantes recogidos en el artículo 10 del mismo Reglamento.

Por ello, y sabiendo que las únicas emisiones producidas son vapor de agua, se puede afirmar que en cuestión de calidad de aire la planta que es objeto del presente proyecto no incumple de ninguna forma la normativa vigente.

Respecto a los desechos y residuos sólidos urbanos.

Consultada la Ley 7/94 de Protección Ambiental en sus Artículos 41 al 50, así como el Decreto 283/1995, de 21 de Noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de la Comunidad Autónoma de Andalucía y habiendo descrito previamente los posibles residuos que se producirán dentro de la planta así como su forma de almacenamiento en contenedores adecuados para su recogida y transporte, y quedando estos a disposición del Ayuntamiento o, en su caso, la empresa encargada de su recogida para su posterior reutilización, se puede asegurar que en cuestión de desechos y residuos sólidos urbanos la planta objeto del presente proyecto no incumple de ninguna forma la normativa vigente.

Con respecto a los vertidos y al consumo de recursos naturales no hay nada que decir, ya que por un lado la planta no consume ningún tipo de recursos naturales y los vertidos en ningún momento los realiza ni a cauces públicos ni privados ni tampoco al mar.

PRESUPUESTO.

PRESUPUESTO.

En el presente apartado se pretende realizar una estimación de la inversión necesaria para creación de la instalación proyectada. Este es un presupuesto de la instalación de producción y en el que por tanto no se ha incluido los gastos, tanto de inmovilizado como de operación de las instalaciones mecánicas y de limpieza In-Situ CIP.

El presupuesto va a dividirse por un lado en la inversión en inmovilizado para la puesta en marcha de la instalación y por otro los gastos de operación anual previstos.

INMOVILIZADO.

PARTIDA n° 1: Coste de los equipos de la instalación.

CONCEPTO	Coste (€)/Uni	N° Unidades	TOTAL(€)
Intercambiador de calor de placas (FP Series Heat Exchangers).	44.300	10	443.000
Depósito de almacenamiento de acero inoxidable AISI 316.	23.500	18	423.000
Centrífugas IMPROLAC .	19.300	2	38.600
Desaireador (Tetra Pack SRL)	3.700	1	3.700
Envasadora aséptica Tetra Pack .	150.300	4	601.200
Cámara Refrigeración IMPROLAC .	1.750	7	12.250
Filtro manga	2.400	2	4.800
Enfriador para yogures.	2.330	2	4.660
Unidad de ultrafiltración, Postrak UF .	5.320	1	5.320

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

CONCEPTO	Coste (€)/Uni	Nº Unidades	TOTAL(€)
Cámara Incubación Yogur firme.	1.050	2	2.100
Envasadora para yogur y postre IMPROLAC.	75.300	3	225.900

PARTIDA nº 2: Costes de los elementos de Sistema de tuberías.

CONCEPTO	Coste (€)/ Unidad	Nº Unidades	TOTAL(€)
Bomba centrífuga, Ampco centrifugal pups	2.740	11	30.250
Bombas dosificadoras EN-V-FLEX.	1.470	9	13.230
Bomba desplazamiento positivo TRIEF	8.950	3	26.850
Tubería acero inoxidable.	35 €/m	300 metros	10.500
Codos 90°C (radio medio)	30	76	2.280
Tee	55	18	990

PARTIDA nº 3: Costes de Instrumentación y control.

En la memoria justificativa, punto numero 4 se describe el sistema de control de la instalación y en el se detallan los modelos de cada uno de los instrumentos, en la siguiente tabla se representan los valores de cada uno de ellos.

CONCEPTO	Coste (€)/ Unidad	Nº Unidades	TOTAL(€)
Válvula de 3 vías	156	3	468
Válvula de control neumática de globo.	175	29	5.075
Válvula de compuerta	140	57	7.980
Válvula de retención	342	23	7.866
Sensor temperatura en línea	8	199	1.592
Sensor temperatura en depósito	6	223	1.338
Sensor nivel depósito	8	153	1.224
Medidor Caudal	33	176	5.808
Controlador	28	615	17.220
Transmisor temperatura	15	277	4.155
Transmisor de nivel	9	1.120	10.080
Transmisor de caudal.	33	476	15.708

Se considera que el gasto anual en manteniendo de los distintos elementos de la planta será el 10% de los cotes de inmovilizado. Además mencionar que en la inversión necesaria en inmovilizado no se ha tenido en cuenta los gasto por obra civil. (Solar y nave)

COSTES DE OPERACIÓN ANUALES.

En el presente presupuesto se van a considerar las siguientes base para el cálculo, por un lado la planta va a estar produciendo durante 4 horas y media aproximadamente, pero algunos equipos como las cámaras refrigeradas estarán operativas hasta la recogida total de todos los productos de la instalación, para este tipo de equipos se han supuesto 3 horas más de operación. Además, la fábrica se encontrará operativa durante 299 días al año.

1. GASTO ELECTRICO ANUAL:

CONCEPTO	GASTO ELECTRICO. (CV)
Bombas	10
Centrífugas	30
Envasadoras para leche.	150
Envasadoras para yogur y postres.	120
Cámara incubación.	65
Cámara refrigerada y enfriador	105

Potencia total = 480 CV = 353.040 J/s* 5.382.000 s = 1.900.061.280.000 J =
5.277.994 Kw h.

Suponiendo un precio aproximado de 0,075 €/Kw h

COSTE ANUAL ELÉCTRICO = 395.850 €

2. CONSUMO DE AGUA Y SALMUERA ANUAL.

74.052,74 m³ agua / año

Suponiendo un precio de 0,44 €/ m³

COSTE ANUAL DE CONSUMO DE AGUA = 32.582 €

Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

97.867,34 m³ salmuera / año

Suponiendo un precio de 0,67 €/ m³

COSTE ANUAL DE CONSUMO DE SALMUERA = 65.570,89 €

3. PERSONAL.

Se ha estimado una plantilla aproximada de 15 miembros.

14 operarios de planta = 129.818,8 €/ año.

1 jefe de planta = 16030 €/año.

Resumen final:

GASTOS EN INMOVILIZADO:

- Partida nº 1 = 1.538.630 €.
- Partida nº 2 = 84.100 €.
- Partida nº 3 = 78.515 €

TOTAL = 1.712.000 €

GASTOS DE OPERACIÓN ANUALES:

TOTAL = 639.850 €

BIBLIOGRAFÍA.

○ **LIBROS:**

- Tecnología de los productos lácteos, *Ralph Early. Ed. Acriba.*
- Manual de industrias lácteas / *Gösta Bylund ; traducido de la versión inglesa a la española por Antonio López Gómez, Antonio Madrid Vicente.*
- Producción de frío industrial .*Publicación Madrid : Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, D.L. 1983 .Coleccion Manuales técnicos y de instrucción para conservación de energía (Centro de Estudios de la Energía).*
- Calefacción / *Martín Llorens; con la colaboración de Alfred Fontanals y Carlos Ruiz.Publicación Barcelona : Ceac, D.L. 2000.*
- Yogur ciencia y tecnología. *Tamine, A. Y. y Robinson, R. K. Ed. Acriba.*
- Flujo de fluidos e intercambio de calor / *O. Levespiel Publicación Barcelona : Reverté, 1996 (reimp. 1998, reimp.2004).*

○ **PAGINAS WEB.**

- <http://www.gencat.net>.
- <http://www.agrobit.com>.
- <http://babcock.cals.wisc.edu>.
- <http://www.uam.es>.
- <http://www.quiminet.com.mx>.
- www.agroinformacion.com.

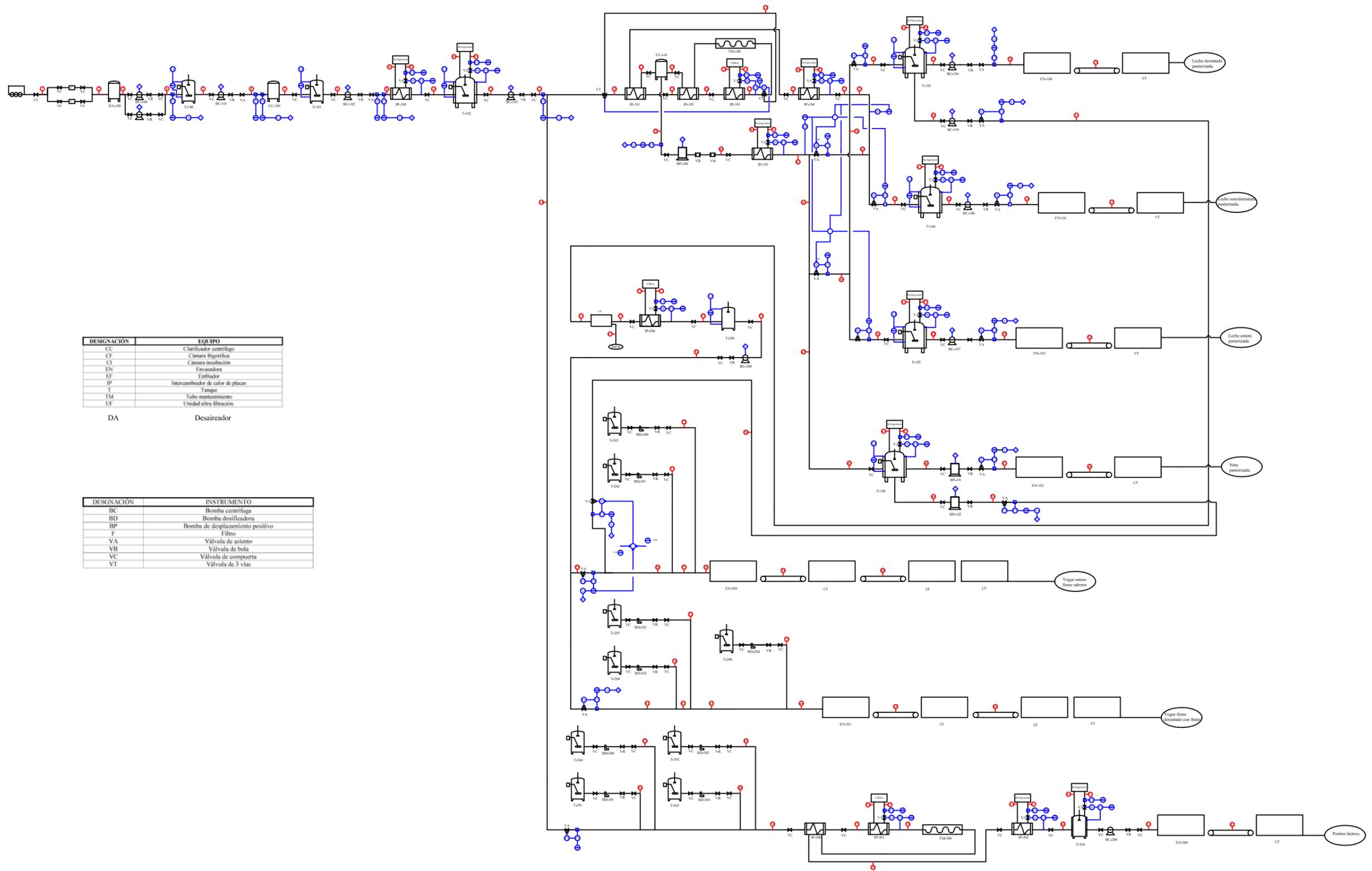
Diseño de una planta de producción de leche pasteurizada, yogur y postres lácteos.

- <http://www.egr.msu.edu>
- <http://www.tetrapak.com>

PLANOS.

Diseño de una planta de producción de leche pasterizada, yogur y postres lácteos.

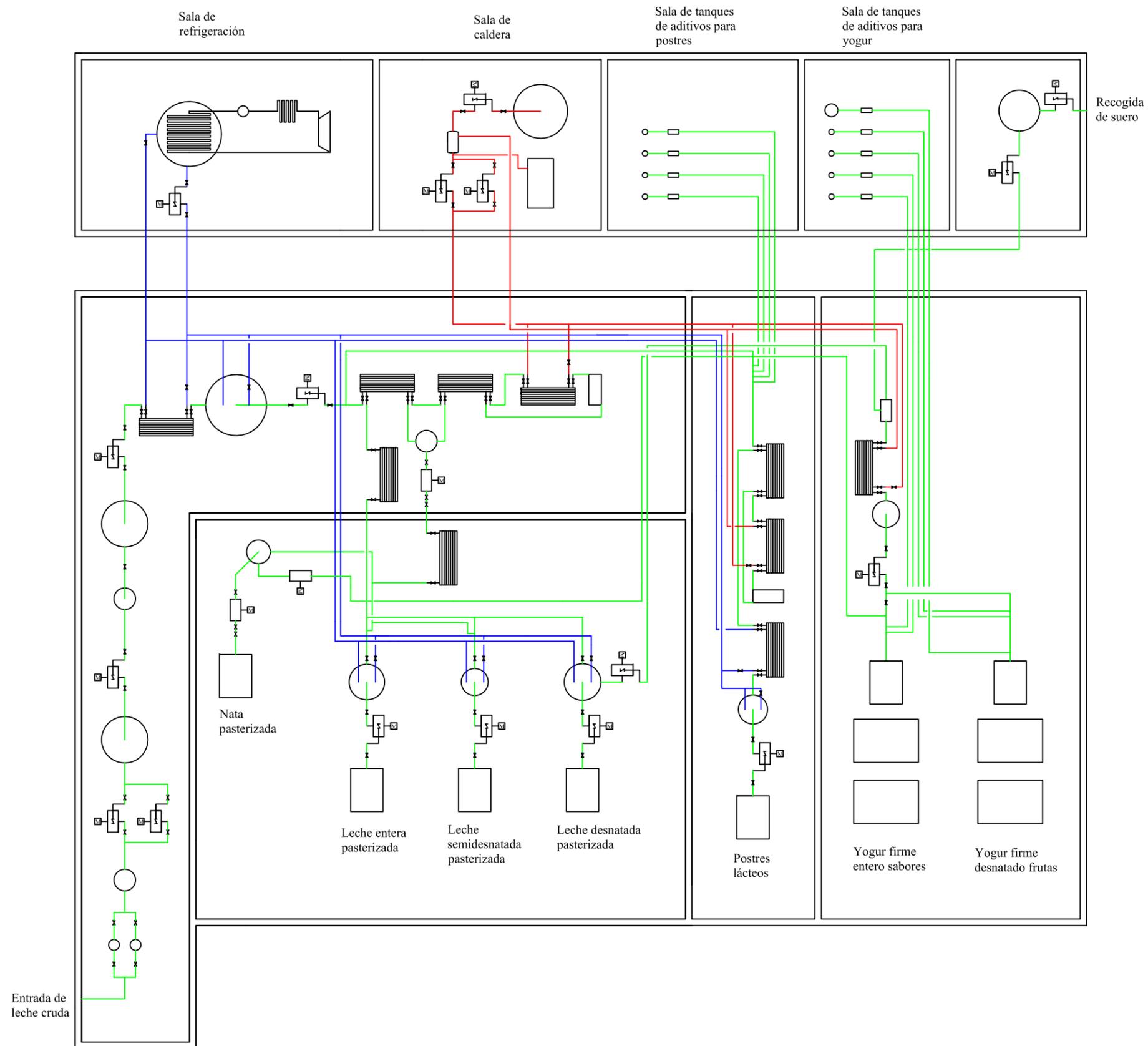
- PLANO N° 1 = Diagrama de procesos e instrumentos.
- PLANO N° 2 = Planimetría de tuberías.
- PLANO N° 3 = Depósito de almacenamiento T-102.
- PLANO N° 4 = Intercambiador de calor de placas IP-101.



DESIGNACION	EQUIPO
CC	Clarificador centrífugo
CF	Cámara frigorífica
CI	Cámara incubación
EN	Envasadora
EF	Enfriador
IP	Intercambiador de calor de placas
T	Tanque
TM	Tubo mantenimiento
UF	Unidad ultra filtración
DA	Desaireador

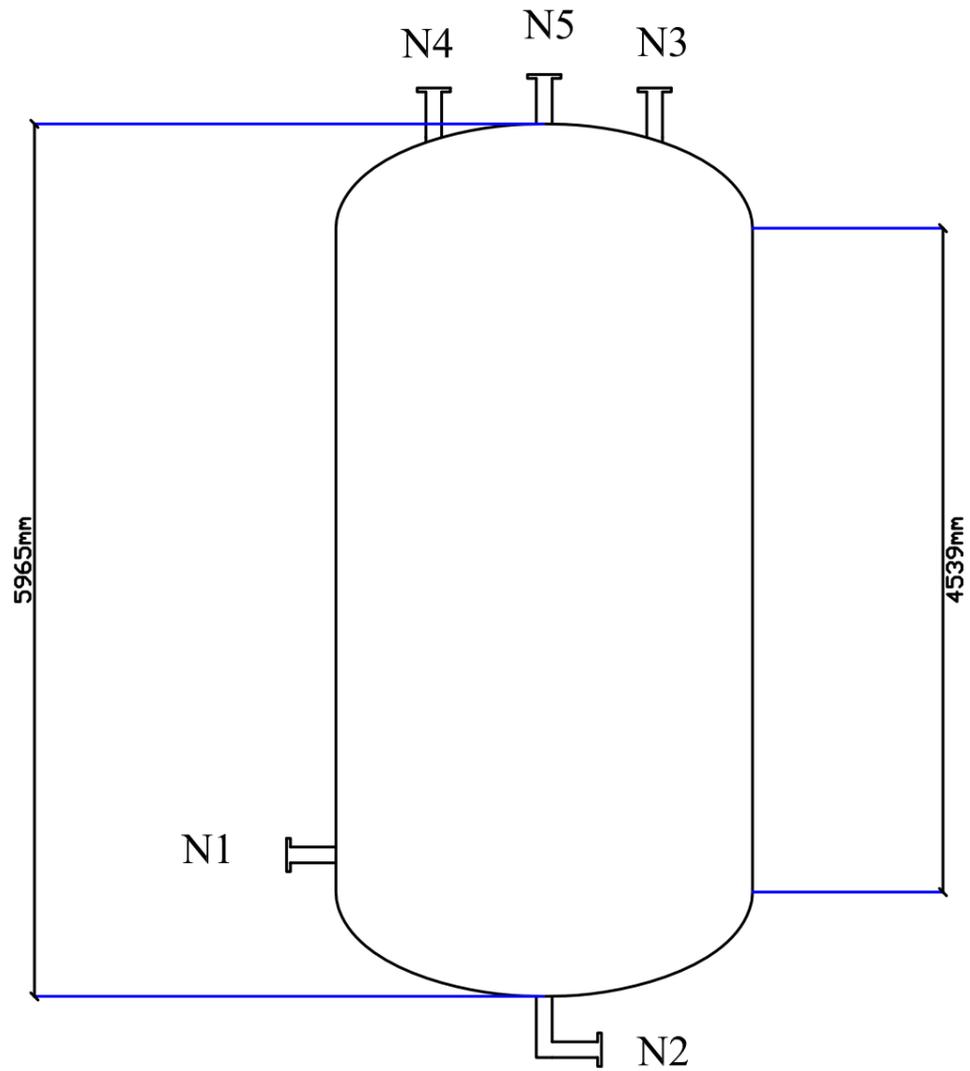
DESIGNACION	INSTRUMENTO
BC	Bomba centrífuga
BD	Bomba dosificadora
BP	Bomba de desplazamiento positivo
F	Filtro
VA	Válvula de asiento
VB	Válvula de bola
VC	Válvula de compuerta
VT	Válvula de 3 vías

	Fecha	Nombre	Firma	UCA
Dibujado		C. Sola V.		
Comprobado				
DIAGRAMA DE PROCESOS E INSTRUMENTOS				Carlos Sola Vergara
Escala	DISEÑO DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LECHE PASTERIZADA, YOGUR Y POSTRES LÁCTEOS.			Plano nº 1

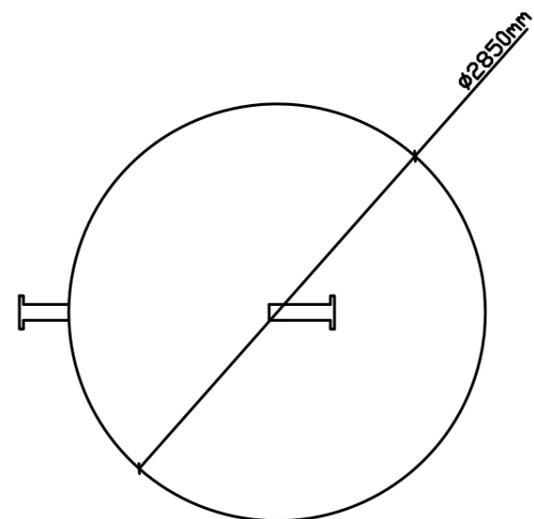


 Corriente de procesos
 Corriente de refrigeración
 Corriente de calefacción

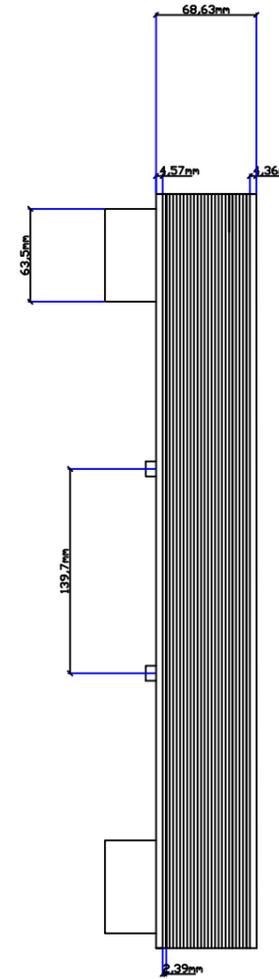
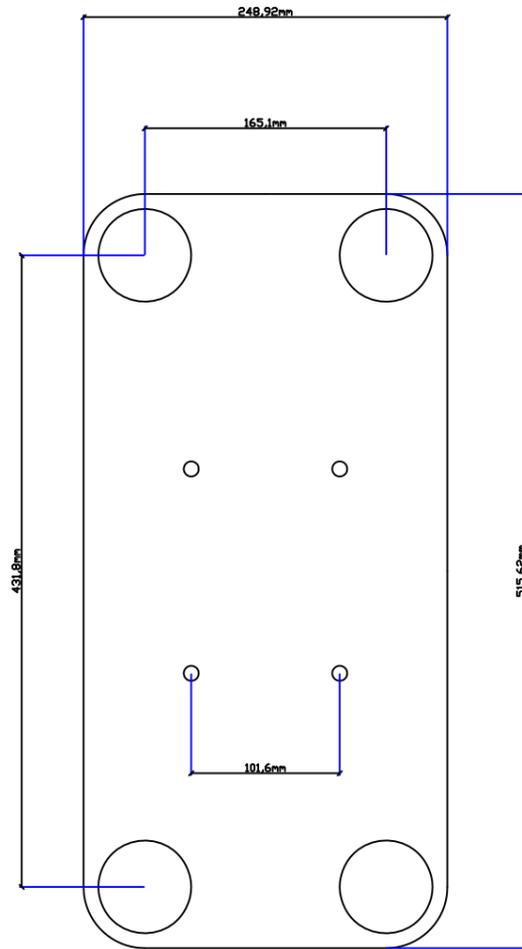
	Fecha	Nombre	Firma	UCA
Dibujado		C. Sola V.		
Comprobado				Carlos Sola Vergara
PLANIMETRIA DE TUBERIAS				
Escala	DISEÑO DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LECHE PASTERIZADA, YOGUR Y POSTRES LÁCTEOS.			Plano nº 2



- N1 Entrada de leche
- N2 Salida de leche
- N3 Entrada de salmuera
- N4 Salida de salmuera
- N5 Entrada para limpieza



	Fecha	Nombre	Firma	UCA
Dibujado		C. Sola V.		
Comprobado				
DEPÓSITO DE ALMACENAMIENTO DE LECHE CRUDA T-102				Carlos Sola Vergara
Escala	DISEÑO DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LECHE PASTERIZADA, YOGUR Y POSTRES LÁCTEOS.			Plano nº 3



	Fecha	Nombre	Firma	UCA
Dibujado		C. Sola V.		
Comprobado				
INTERCAMBIADOROR DE CALOR DE PLACAS IP-101				Carlos Sola Vergara
Escala	DISEÑO DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LECHE PASTERIZADA, YOGUR Y POSTRES LÁCTEOS.			Plano nº 4

