

UNIVERSIDAD DE
CASTILLA LA MANCHA

ESCUELA UNIVERSITARIA
DE INGENIERÍA TÉCNICA
AGRÍCOLA
DE CIUDAD REAL.

Proyecto Fin de Carrera.

PROYECTO DE
QUESERÍA INDUSTRIAL



DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS

ANEJO Nº 10
INSTALACIÓN DE
VAPOR Y GASÓLEO

Propietario : E.U.I.T.A (Ciudad Real)
Situación: Polígono Industrial de
Manzanares, C/ XII,
Parcela 88.
CIUDAD REAL.

ALUMNO: *Pedro Luna Luna*

DIRECTORES:

*Jesús Antonio López Perales.
Pedro Jesús Alcobendas Cobo.*

DICIEMBRE DE 2005

**PROYECTO DE QUESERÍA INDUSTRIAL EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL DE MANZANARES,
PARCELA 88, C/ XII, (CIUDAD REAL)**

AUTOR: Pedro Luna Luna.

ANEJO Nº 10. INSTALACIÓN DE VAPOR Y GASÓLEO.

ÍNDICE.

1. CONDICIONANTES.....	211
2. NORMATIVA.....	211
3. NECESIDADES DE VAPOR.....	211
3.1. Pasterizador.....	212
3.2. Cubas de cuajado.....	214
3.3. Lavadora de moldes.....	215
3.4. Equipo de limpieza CIP.....	216
3.5. Resumen de necesidades de vapor.....	217
4. CÁLCULO Y DISEÑO DE LA INSTALACIÓN.....	217
4.1. Caldera.....	217
4.2. Equipo auxiliar.....	218
4.2.1. Descalcificador.....	218
4.2.2. Depósito de almacenamiento de agua.....	218
4.2.3. Depósito de almacenamiento de combustible.....	218
4.3. Cálculo de las conducciones de vapor.....	218
5. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE GASÓLEO.....	220
5.1. Condicionantes.....	220
5.2. Normativa.....	220
5.3. Consumo de gasóleo.....	220
5.4. Diseño de la instalación.....	221

1. CONDICIONANTES.

La transferencia de calor, en la quesería objeto de este proyecto, se va a realizar a través del vapor de agua, debido a la relativa facilidad y economía de su producción, por la facilidad de transporte y porque su rendimiento es aceptable.

Se deberá generar vapor en una cantidad suficiente para:

-) Llevar la leche a la temperatura de pasterización.
-) Calentar la cuajada en las cubas de cuajado.
-) Calentar las soluciones detergentes para la limpieza CIP de la maquinaria e instalaciones.
-) Calentar la solución detergente para el lavado de moldes.

Para el cálculo de la instalación de vapor se van a considerar las condiciones más desfavorables en las que el consumo de vapor va a ser máximo. Este consumo se dará durante el mes de máxima producción, Mayo, en el que la recogida diaria de leche es de 12000 litros y la cantidad procesada diariamente es de 14000 litros.

2. NORMATIVA.

R.D.769/99 del M° de Industria y Energía 07/05/99. BOE (31/05/99). **Reglamento de aparatos a presión. RAP.**

Orden del M° de Industria y Energía 17/03/81. BOE (08/04/81). **Instrucción Técnica MIE-AP1. Calderas a presión.**

Orden del M° de Industria y Energía 06/10/80. BOE (4/11/80). **Instrucción Técnica MIE-AP2. Tuberías de calderas.**

Orden del M° de Industria y Energía 31/05/85. BOE (20/06/85). **Instrucción Técnica MIE-AP12. C. Agua caliente.**

Orden del M° de Industria y Energía 08/04/83 BOE (16/04/83). **Rendimientos de calderas de potencia > 100 kW.**

Orden M° de Industria 28/03/85 BOE (13/04/85) **Modificación de artículos de MIE-AP1**

R.D. 275/95 M° Industria 24/02/95 BOE (27-03-95) **Calderas gasóleo o gas. Aplicación directiva 92/42/CEE**

3. NECESIDADES DE VAPOR.

Los cálculos se van a realizar considerando un vapor con las siguientes características:

-) Vapor saturado seco.
-) Presión de trabajo: 10 kg/cm².
-) Calor latente: 478 Kcal/kg.
-) Calor sensible: 185 Kcal/kg.
-) Calor total: 663 Kcal/kg.

El vapor va a ceder únicamente las Kcal que resultan de la diferencia entre el calor total y la temperatura de descarga, que se va a considerar la media de las temperaturas que constituyen el salto térmico en cada uno de los casos.



Para el cálculo de las necesidades de vapor, primero se calculará el calor necesario para aplicar por parte del vapor, mediante la fórmula:

$$Q = m \cdot C_e \cdot \Delta T = V \cdot d \cdot C_e \cdot \Delta T$$

Siendo:

Q = Calor necesario a aplicar, Kcal/h

m = Masa del fluido a calentar.

V = Volumen del fluido a calentar, l. A veces vendrá expresado como flujo I, l/h como, por ejemplo en los intercambiadores de calor.

d = Densidad del fluido, para la leche se tomará un valor de 1,032 kg/l; y para el agua, suero y soluciones de limpieza 1 kg/l.

C_e = Calor específico del fluido:

Leche: 0.93 Kcal/kg °C

Agua y soluciones de limpieza: 1.00 Kcal/kg °C

Suero: 0.96 Kcal/kg °C.

ΔT = Salto de temperatura, °C.

Una vez conocidas las necesidades teóricas de calor, se realizará una corrección considerando que la eficacia de la transmisión es del 95%. A continuación se calcularán las necesidades de vapor por unidad de tiempo, teniendo en cuenta el periodo de tiempo en que debe ocurrir el calentamiento.

Para calcular este gasto horario en vapor se usará la siguiente expresión:

$$m = \frac{Q}{q - t}$$

Siendo:

m = Consumo horario en vapor, kg/h.

Q = Calor necesario a aplicar, Kcal.

q = calor suministrado por 1 kg de vapor, Kcal/kg.

t = Temperatura de descarga a la que sale el vapor tras el intercambio térmico, °C.

3.1.PASTERIZADOR.

Los datos de temperatura son:

- ✗ Temperatura de entrada de la leche: 5 °C.
- ✗ Temperatura de mantenimiento: 75 °C (15 seg)
- ✗ Temperatura de salida de la leche: 32 °C.
- ✗ Eficacia de la transmisión. 95%.
- ✗ Salto térmico: 75 – 5 = 70 °C.
- ✗ Ganancia teórica de la leche entrante: 75 – 32 = 43 °C.
- ✗ Ganancia real: 43 x 0,95 = 40,8 °C.

Por tanto, la temperatura de la leche a la entrada de la sección de recuperación será:

$$5 + 40,8 = 45,8 \text{ °C}$$



El porcentaje de recuperación será:

$$\frac{75 - 32}{75 - 5} \cdot 100 = 61,4\%$$

Por tanto el programa de temperaturas en el pasterizador será:

$$5 - 45,8 - 75 - 32$$

Por tanto, la leche se va a calentar desde 45,8 °C (temperatura a la entrada de la sección de calentamiento) hasta 75 °C (temperatura de pasterización).

Se dispondrá de un circuito de agua caliente, la cual circulará en contracorriente con la leche. Esta agua será calentada, a su vez, con vapor en otro intercambiador de calor.

El salto térmico será de:

$$\Delta T^a = 75 - 45,8 = 29,2^\circ C.$$

El calor necesario a aplicar por el agua caliente es de:

$$Q = I \cdot C_e \cdot d \cdot \Delta T = 8000 \cdot 0,93 \cdot 1.032 \cdot 29,2 = 224199,93 Kcal / h$$

Considerando la eficacia del 95%, en realidad el agua caliente deberá ceder:

$$\frac{224199,93 Kcal / h}{0,95} = 235999,93 Kcal / h$$

El vapor deberá suministrar:

$$\frac{235999,93 Kcal / h}{0,95} = 248420,97 Kcal / h$$

CONSUMO HORARIO:

- ⊗ Temperatura del agua caliente = 90 °C
- ⊗ Caudal de agua caliente = 20000 l/h.

$$\Delta T = \frac{Q}{I \cdot C_e \cdot d} = \frac{224199,93}{20000 \cdot 1 \cdot 1} = 11,2^\circ C$$

La temperatura de retorno del agua caliente será de:

$$90 - 11,2 = 78,8^\circ C$$

Por tanto la temperatura de descarga será:

$$t_d = \frac{90 + 78,8}{2} = 84,4^\circ C$$

En consecuencia, el consumo horario de vapor será igual a:

$$m = \frac{Q}{q - t_d} = \frac{248420,97}{663 - 84,4} = 429,35 kg / h$$



Por otro lado, el tiempo de funcionamiento del pasterizador (suponiendo un suministro de la bomba de 8000 l/h) será:

$$\frac{14000l}{8000l/h} = 1.75h$$

Por tanto, el consumo diario de vapor del pasterizador es de:

$$429.35 \frac{kg}{h} \cdot 1.75 \frac{h}{día} = 751.36 \frac{kg}{día}$$

3.2. CUBAS DE CUAJADO.

Se realizará el cálculo para una cuba, el resultado obtenido se multiplicará por 2, ya que son 2 las cubas instaladas en la quesería.

En la cuba de cuajado se requiere calentar la masa cuajada desde 32 °C a 38 °C, para la obtención del queso madurado mezcla. También puede ser necesario calentar los granos de la cuajada para resolver ciertos problemas de fabricación que puedan surgir, tales como la necesidad de forzar la retracción del grano, por medio del calentamiento y así facilitar el desuerado.

Para el cálculo de las necesidades de vapor, se va a partir de los siguientes datos:

- ☒ Volumen de 1 cuba: 5000 l.
- ☒ Salto térmico: 38 – 32 = 6 °C.
- ☒ Rendimiento de la cuajada sin prensar: 23.31 %.
- ☒ Rendimiento del suero: 76.69 %.
- ☒ Ce de la cuajada: 0.64 Kcal/kg°C.
- ☒ Ce del suero: 0.96 Kcal/kg°C.
- ☒ Eficacia de la transmisión de calor: 95%.
- ☒ Tiempo mínimo de calentamiento: 12 minutos.

A partir de estos datos podemos obtener:

- ☒ Calor específico de la mezcla, Ce.

$$0.64 \cdot 0.2331 + 0.96 \cdot 0.7669 = 0.88541 \text{Kcal} / \text{kg}^\circ\text{C}$$

- ☒ Calor necesario a aplicar:

$$Q = m \cdot C_e \cdot \Delta T = V \cdot d \cdot C_e \cdot \Delta T$$

$$Q = 5000 \cdot 1.032 \cdot 0.88541 \cdot 6 \Rightarrow Q = 27412.2317 \text{Kcal}$$

Como la eficacia es de 95%, en realidad se requiere un calor de:

$$\frac{27412.2317 \text{Kcal}}{0.95} = 28855 \text{Kcal}$$

Este calentamiento se debe realizar como muy deprisa en 12 minutos (1 °C cada 2 minutos), por tanto para un tiempo de 12 minutos, se deberá aportar un calor de:

$$\frac{28855 \text{Kcal}}{\frac{12}{60}} = 144275 \text{Kcal} / h$$



La temperatura de descarga es:

$$t_d = \frac{38 + 32}{2} = 35^\circ C$$

El consumo horario de vapor será:

$$m = \frac{Q}{q - t_d} = \frac{144275}{663 - 35} = 229.74 \text{ kg/h}$$

Por tanto el consumo diario de una cuba será:

$$229.74 \text{ kg/h} \cdot 12/60 \text{ h/día} = 45.948 \text{ kg/día}$$

Como son 2 cubas las instaladas, el consumo diario total será de:

$$45.9480 \text{ kg/día} \cdot 2 \text{ cubas} = 91.8960 \text{ kg/día}$$

3.3.LAVADORA DE MOLDES.

La lavadora de moldes tiene 2 depósitos, uno de ellos con detergente y otro con desinfectante, pero solo el primero de ellos debe estar caliente.

Se requiere calentar la solución detergente desde unos 20 °C (temperatura ambiente) hasta 80 °C que es la temperatura de lavado.

Se va a partir de los siguientes datos:

- ✗ Volumen de la solución de detergente: 2100 litros.
- ✗ Temperatura de la solución de detergente: 80 °C.
- ✗ Salto térmico: 80 – 20 = 60°C.

Calor necesario a aplicar:

$$Q = m \cdot C_e \cdot \Delta T = V \cdot d \cdot C_e \cdot \Delta T$$
$$Q = 2100 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 60 \Rightarrow Q = 126000 \text{ Kcal}$$

Si suponemos una eficacia en la transmisión de calor del 95%, realmente el vapor tendrá que aportar:

$$\frac{126000 \text{ Kcal}}{0.95} = 132631.579 \text{ Kcal}$$

El calentamiento se realizará en una hora, lo que supone que el ritmo de calentamiento deberá ser de 132631.579 Kcal/h

Por otro lado, la temperatura de descarga será igual a:

$$t_d = \frac{80 + 20}{2} = 50^\circ C$$

El consumo horario de vapor será:

$$m = \frac{Q}{q - t_d} = \frac{132631.579}{663 - 50} = 216.36 \text{ kg/h}$$



Suponiendo que el vapor se utiliza aproximadamente durante 3 horas al día, **el gasto diario de vapor en la lavadora de moldes será de:**

$$216.36 \text{ kg/h} \cdot 3 \text{ h/día} = 649.08 \text{ kg/día}$$

3.4.EQUIPO DE LIMPIEZA CIP.

El equipo de limpieza CIP supone calentar dos soluciones detergentes, una ácida y otra alcalina, hasta la temperatura correspondiente en cada caso. La temperatura ambiente se va a considerar de 20 °C.

Datos de partida:

- ✘ Volumen de los depósitos: 2500 l
- ✘ Temperatura de la solución alcalina: 80 °C.
- ✘ Temperatura de la solución ácida: 60 °C.

Se puede ver que el caso mas desfavorable es el de la solución alcalina y va a ser el utilizado para el cálculo del consumo de vapor, teniendo en cuenta que el calentamiento se realizará en 1 hora.

El salto térmico es de:

$$80 - 20 = 60^\circ\text{C}.$$

El calor necesario a aplicar será de:

$$Q = m \cdot C_e \cdot \Delta T = V \cdot d \cdot C_e \cdot \Delta T$$
$$Q = 2500 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 60 \Rightarrow Q = 150000 \text{ Kcal}$$

Si la eficacia de la transmisión de calor es del 95%:

$$\frac{150000 \text{ Kcal}}{0.95} = 157894.73 \text{ Kcal}$$

Como el calentamiento se debe realizar en 1 hora, será necesario aportar 157894.73 Kcal/h

La temperatura de descarga será de:

$$t_d = \frac{80 + 20}{2} = 50^\circ\text{C}$$

Por tanto el consumo de vapor será de:

$$m = \frac{Q}{q - t_d} = \frac{157894.73}{663 - 50} = 257.58 \text{ kg/h}$$

El tiempo en que se consume vapor, por este concepto se estima en 6 horas, **por tanto el consumo diario de vapor será de:**

$$257.58 \text{ kg/h} \cdot 6 \text{ h/día} = 1545.48 \text{ kg/día}$$

3.5. RESUMEN DE LAS NECESIDADES DE VAPOR.

En la siguiente tabla se muestra un resumen del consumo de vapor en cada uno de los elementos que lo necesitan.

<i>Elemento</i>	<i>Vapor kg/h</i>	<i>Vapor kg/día</i>
Pasterizador	429.35	751.36
Cubas de cuajado (2)	459.48	91.8960
Lavadora de moldes	216.36	649.08
Limpieza química CIP	257.58	1545.48
TOTAL		3038

4. CÁLCULO Y DISEÑO DE LA INSTALACIÓN.

4.1. CALDERA.

El consumo de vapor, a lo largo de la jornada, es muy variable; dependiendo de las necesidades que tenga la industria en cada momento.

Esto puede provocar perturbaciones en el funcionamiento del generador de vapor, tales como caída de presión, inestabilidad del nivel de agua, descenso del rendimiento térmico, lo que implica un aumento del consumo,...

Para regular el consumo de vapor se procurará:

- ✎ Repartir a lo largo del día la entrada en servicio de los distintos equipos, no haciendo coincidir la totalidad del consumo.
- ✎ Evitar que el consumo en un determinado momento, sea superior a la cantidad de vapor generada.

Se va a considerar que el mayor consumo horario de vapor se produce en el momento de la fabricación en que el vapor es utilizado en el pasterizador, en las cubas de cuajado y en los depósitos de sosa y ácido (CIP). El consumo en este momento asciende a 1146.41 kg/h.

Esta cantidad la mayoramos con un coeficiente de 1.1 para cubrir imprevistos. Por tanto a la hora de elegir un generador de vapor, se tendrá en cuenta un consumo horario de:

$$1146.41 \cdot 1.1 = 1261.051 \text{ kg/h}$$

Se opta por instalar un generador de vapor pirutubular horizontal cuyas características técnicas son:

Vaporización normal	1500 kg/h
Vaporización máxima continua	1600 kg/h
Presión de trabajo máxima	10 kg/cm ²
Calor total producido por el vapor	663 kcal/kg
Combustible	Gasóleo tipo C
rendimiento	87% ± 2%
Potencia instalada	10 CV
Dimensiones:	
Anchura total	1800 mm
Longitud total	3250 mm
Altura total	1750 mm



La caldera o generador de vapor consta de los siguientes componentes:

- ✗ Cámara de combustión u hogar, donde se quema el combustible.
- ✗ Un recipiente metálico con forma cilíndrica, parcialmente lleno de agua, donde se va a producir la vaporización.
- ✗ Una chimenea por donde se evacuan los gases de la combustión.
- ✗ Precalentador de aire, donde los gases de combustión calientan el aire entrante a través de un intercambiador de calor, aumentando la rentabilidad de la instalación.
- ✗ Manómetros.
- ✗ Nivel de agua.
- ✗ Válvula de salida de vapor.
- ✗ Equipo de inyección de agua: bomba de alimentación y accesorios.
- ✗ Válvula de seguridad.
- ✗ Válvulas de purga.

4.2. EQUIPO AUXILIAR.

4.2.1. DESCALCIFICADOR.

Entre la toma de agua para la alimentación de la caldera y el depósito alimentador del generador, se instalará un equipo de descalcificación de agua.

4.2.2. DEPÓSITO DE ALMACENAMIENTO DE AGUA.

Se instalará un depósito nodriza de 2000 litros de capacidad para el almacenamiento de agua descalcificada. Estará construido en chapa de acero y pintado de minio. El depósito se colocará junto a la caldera, con sus soportes adecuados.

4.2.3. DEPÓSITO DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE.

Se dispondrá de un depósito nodriza para gas – oil C. de 1500 litros, que mediante una bomba aspirará el gas – oil del depósito enterrado.

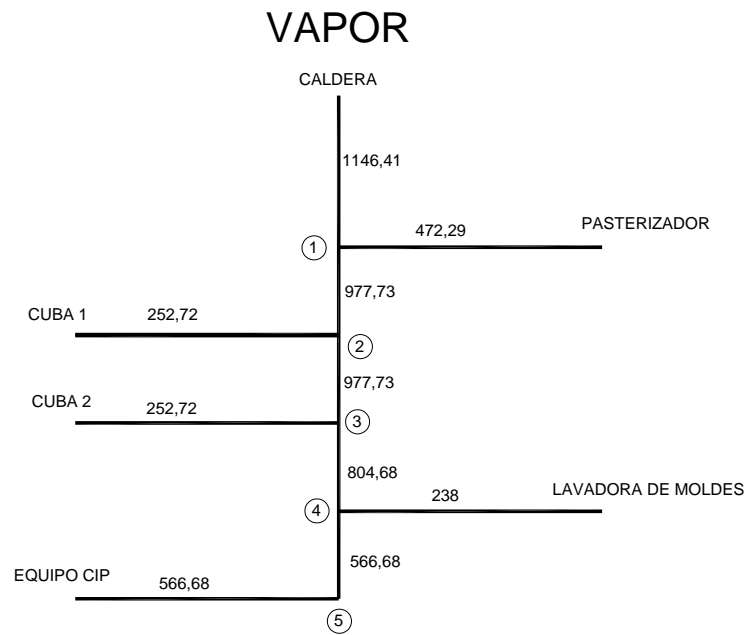
4.3. CÁLCULO DE LAS CONDUCCIONES DE VAPOR.

La red de distribución de vapor estará constituida por las correspondientes conducciones, que se efectuarán mediante tuberías de acero negro y demás accesorios necesarios.

Todas las conducciones irán calorifugadas con coquilla S/H Armaflex de espesor nominal 9 mm., recubiertas de venda hidrófila, y revestidas de escayola.

Cálculo de las secciones.

Para el cálculo de las secciones de cada tubería, en primer lugar se calculará el caudal de vapor que debe circular en cada tramo, en el caso más desfavorable. En la siguiente figura se indican los caudales de vapor en cada tramo:



Los caudales que aparecen en la figura se han aumentado en un 10%, por seguridad.

Estos caudales en kg/h, se pueden expresar en m³/seg, conociendo el volumen específico del vapor saturado a la presión de trabajo, que se estima en 10 kg/cm². Para esta presión resulta un $V_e = 0.20 \text{ m}^3/\text{kg}$.

Por tanto:

$$\text{Caudal volumétrico (m}^3/\text{seg)} = \text{Caudal másico horario (kg/h)} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ seg}} \cdot 0.20 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$\text{Caudal volumétrico (m}^3/\text{seg)} = \text{Caudal másico horario (kg/h)} \cdot 5.56 \cdot 10^{-5}$$

La sección de la tubería se va a calcular según la fórmula:

$$S(\text{cm}^2) = \frac{Q(\text{m}^3/\text{seg})}{v(\text{m}/\text{seg})} \cdot 10000$$

Siendo:

S = Sección de la tubería.

Q = Caudal volumétrico del vapor.

v = Velocidad del vapor.

Se va a considerar que la velocidad óptima del vapor es de 15 m/s

Conocida la sección de la tubería, se puede hallar el diámetro de la misma, aplicando:

$$S = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}}$$

En la siguiente tabla se muestran todos los resultados:

Tramos	kg/h	m3/seg	Sección cm2	Diámetro mm	Diámetro mm
Caldera - 1	1146,41	0,0637404	42,49359733	73,55578055	75
1 - pasterizador	472,29	0,02625932	17,506216	47,21186979	50
1 - 2	977,73	0,05436179	36,241192	67,92916811	70
2 - cuba1	252,72	0,01405123	9,367488	34,5355703	35
2 - 3	977,73	0,05436179	36,241192	67,92916811	70
3 - cuba2	252,72	0,01405123	9,367488	34,5355703	35
3 - 4	804,68	0,04474021	29,82680533	61,62521241	65
4 - lavadora de moldes	238	0,0132328	8,821866667	33,51469752	35
4 - 5	566,68	0,03150741	21,00493867	51,7149094	55
5 - equipo CIP	566,68	0,03150741	21,00493867	51,7149094	55

5. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE GASÓLEO.

5.1.CONDICIONANTES.

Se va a considerar, para la descripción de la instalación de gasóleo, el consume de vapor máximo, 3038 kg vapor/día.

5.2.NORMATIVA:

Orden M° Industria 18/11/74 BOE (06/12/94) **Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos**

Orden M° Industria 26/10/83 BOE (08-11-83) **Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos**

Orden M° Industria 09/03/94 BOE (21-03-94) **Modificación del Reglamento de redes y acometidas gas**

Orden M° Industria 06/07/84 BOE (23-07-84). **Modificación del Reglamento de redes y acometidas gas**

Orden M° Industria 29/05/98 BOE (11-06-98). **Modificación del Reglamento de redes y acometidas gas**

R.D. 1618/80 M° Presidencia 04/07/80 BOE (06-08-80) **Reglamento calefacción.**

R.D. 1751/98 Presidencia de Gobierno 31/07/98. BOE (05-08-98). RITE **Reglamento Calefacción, Climatización y ACS.**

Ley 34/98 Jefatura del Estado 07/10/98 BOE (08/10/98). **Ley del Sector de Hidrocarburos**

5.3.CONSUMO DE GASÓLEO.

El cálculo de dicho consumo se va a realizar teniendo en cuenta que el gasóleo C tiene las siguientes características:

☒ Poder calorífico: 12716 kcal/kg.

☒ Densidad a 15 °C: 0.84 kg/l.

Por tanto, el poder calorífico por unidad de volumen será:

$$12716Kcal / kg \cdot 0.84kg / l = 10718kcal / kg.$$



Suponiendo que el agua entra a la caldera a 15 °C, el calor necesario para producir 1 kg de vapor será de:

$$663 - 15 = 648 \text{ kcal.}$$

Si el rendimiento de la caldera es del 87% \pm 2%, se va a suponer la situación más desfavorable, es decir un rendimiento del 85%; por tanto 1 litro de gasóleo producirá:

$$\frac{10718 \text{ kcal} / 1 \text{ gasóleo} \cdot 0.85}{648 \text{ kcal} / \text{kg vapor}} = 14.06 \text{ kg vapor} / \text{l gasóleo}$$

Si en el mes de máxima producción se requieren 3038 kg vapor / día, se necesitarán:

$$\frac{3038 \text{ kg vapor} / \text{día}}{14.06 \text{ kg vapor} / \text{l gasóleo}} = 217 \text{ litros gasóleo} / \text{día}$$

Por otro lado si en el mes de máxima producción se procesan 14000 litros de leche al día, se consumirá:

$$\frac{217 \text{ litros gasóleo} / \text{día}}{14000 \text{ litros leche} / \text{día}} = 0.0155 \text{ litros gasóleo} / \text{litro leche}$$

Por último, si al año se procesa un total de 3150985 litros de leche, el consumo anual de gasóleo tipo C será de:

$$0.0155 \text{ litros gasóleo} / \text{litro leche} \cdot 3150985 \text{ litros leche} / \text{año} = 48840.3 \text{ litros gasóleo} / \text{año}$$

REDONDEAMOS A 50000 LITROS DE GASÓLEO C AL AÑO.

5.4. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN.

Se instalará un depósito enterrado de 8000 litros. Dicho depósito proporcionará una autonomía, en el mes de máxima producción, de:

$$\frac{8000 \text{ litros gasóleo}}{217 \text{ litros gasóleo} / \text{día}} = 37 \text{ días}$$

El depósito, que será de chapa de acero de 5000 kg/cm² de resistencia, presentará una única abertura en la generatriz superior para inspección y limpieza. Esta boca permanecerá cerrada por medio de una tapa de registro con los pasos para la tubería de carga, aspiración y ventilación.

El depósito contará con el siguiente equipamiento:

- ☒ Boca de carga de 3".
- ☒ Tapa de inspección de 40x40 cm.
- ☒ Accesorios.
- ☒ Canalización hasta quemador con tubería de cobre de 18 mm.
- ☒ Equipo de presión.
- ☒ Válvula reductora de presión de 1/2".
- ☒ Teleindicador neumático.



OBRA CIVIL NECESARIA PARA SU INSTALACIÓN:

La obra civil del depósito enterrado de 8.000l de capacidad, estará constituida por:

- ✗ Foso de dimensiones 2,50x2,50x2,50m.
- ✗ Excavación en vaciado para la ubicación del foso.
- ✗ Excavación de zanja para alojar acometida de red de tuberías a cuarto de calderas.
- ✗ Foso construido con losa y muro de hormigón armado de 20cm de espesor ambos, realizado con hormigón H-250kg/m², T_{máx} 20mm.
- ✗ Tapa de foso con forjado de hormigón pretensado 20+5.
- ✗ Recibido de espárragos para anclaje.
- ✗ Relleno de arena de río.
- ✗ Zuncho de unión entre anclajes.
- ✗ Impermeabilización de muro con lamina Esterdan 40.