



**TRABAJO FIN DE GRADO
GRADUADO EN INGENIERÍA DE LOS RECURSOS ENERGETICOS**



TITULO:

Sistema de recuperación de calor y sustitución del sistema actual de termización para la confección de rodados en la fabricación de neumáticos

TITLE:

Heat recovery system and replacement of the current system for making thermization in the manufacturing industry of tires.

AUTOR:

Alejandro González Marañón

DIRECTOR:

Ramón Lecuna Tolosa

DEPARTAMENTO:

Ingeniería Eléctrica y Energética

FECHA:

Junio 2016



DOCUMENTO 1:

MEMORIA



INDICE DE CONTENIDOS

MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA JUSTIFICATIVA



SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CALOR Y SUSTITUCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE
TERMIZACIÓN PARA LA CONFECCIÓN DE RODADOS EN LA FABRICACIÓN DE NEUMÁTICOS



MEMORIA DESCRIPTIVA



INDICE DE CONTENIDOS

MEMORIA DESCRIPTIVA

1.	INTRODUCCION	1
2.	ANTECEDENTES	6
3.	ALCANCE Y OBJETO DEL PROYECYO	7
4.	SITUACION	8
5.	ESTUDIO DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE CALEFACCION	10
6.	DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCTIVO	17
7.	ESTUDIO DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DOMOS	22
8.	ESTUDIO Y ANÁLISIS DE HORNOS SECUNDARIOS DE RODADOS	29
9.	JUSTIICACIÓN DE LA SOLUCION ADOPTADA	32
	9.1 REQUISITOS DE DISEÑO	31
	9.2 DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA EXISTENTE	31
	9.3 SISTEMA DE CALENTAMIENTO POR SUELO RADIANTE	32
	9.4 SISTEMA DE CALENTAMIENTO MEDIANTE CONVECTORES	32
	9.5 SISTEMA DE CALENTAMIENTO MEDIANTE AEROTHERMOS	34
10.	DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES	36
11.	ESTUDIO ECONOMICO DE VIALIVIDAD	40



1. INTRODUCCION

En la actualidad (2016), España está inmersa en una importante crisis económica, energética y medioambiental. Para poder hacer frente a estos problemas, desde el ámbito energético, surgen como principal opción, el ahorro energético y la mejora de la eficiencia energética.

Tanto el ahorro de energía como la eficiencia energética, son dos conceptos inseparables y relacionados con la sostenibilidad y el medio ambiente.

El ahorro energético implica un cambio en los hábitos de consumo, los cuales repercuten en un menor gasto energético, por otro lado, la eficiencia energética consiste en minimizar la cantidad de energía necesaria para satisfacer la demanda sin afectar a su calidad. No implica cambios en los hábitos de consumo, si no que esta reducción de la cantidad de energía se produce por la sustitución o modificación de equipos o implementación de equipos nuevos.

En el 2014 se publica en España un nuevo Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2014-2020 motivada por la directiva 2012/27/UE aprobada por el Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la Eficiencia Energética (DEE), por la cual, España está obligada a reducir su consumo un 26,4% hasta el año 2020.

Este plan, atribuye a la Industria el mayor ahorro energético, dado que este sector, es el segundo consumidor final de energía, con un 26% del total como se puede ver en el siguiente gráfico.

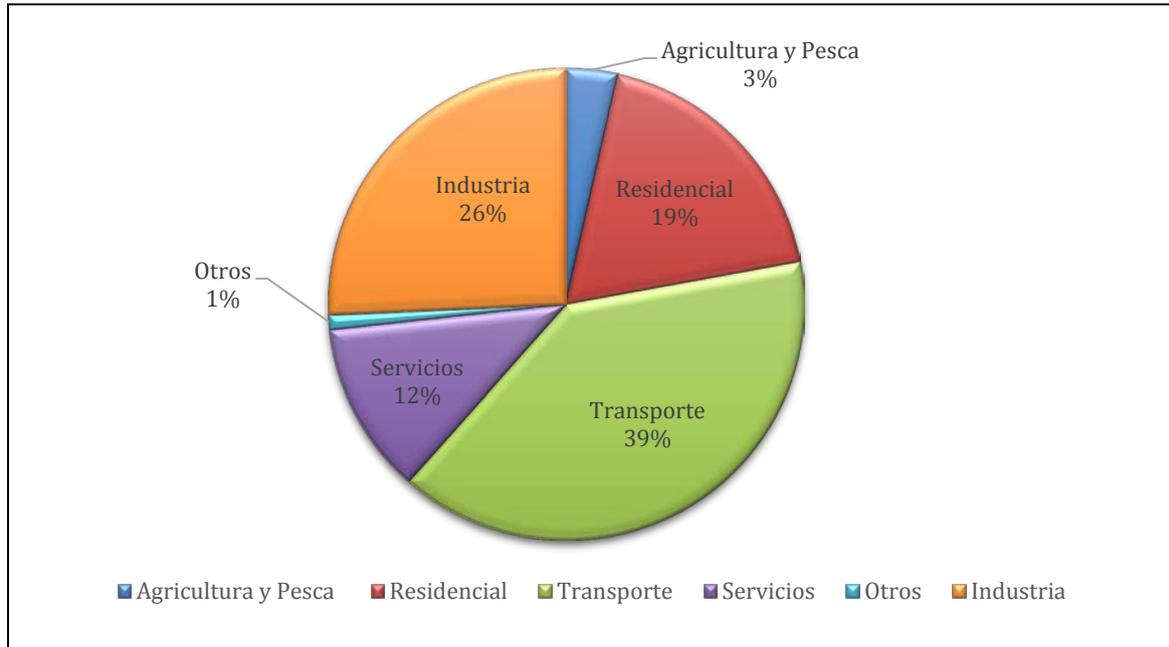


Gráfico - 1 Consumo de energía final por sectores en España. (Fuente: Elaboración propia en base a datos del Libro de la Energía en España 2014).

El Sector de la Industria se estructura, se divide en varios subsectores. Según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía se diferencian 11 subsectores:

- Alimentación, bebidas y tabaco
- Textil, cuero y calzado
- Madera, corcho y muebles
- Pasta, papel e impresión
- Química
- Minerales no metálicos
- Equipos de transporte
- Metalurgia y productos metálicos
- Maquinaria y equipo mecánico
- Equipos eléctricos, electrónicos y ópticos
- Resto de la industria manufacturera

Este proyecto se enmarca en el sector de la Química, un sector, que aportaba en el año 2014 un 12.4% del PIB del total que aporta el Sector Industrial.



Tabla 1 - Distribución del Producto Industrial Bruto 2014 (Millones de €) en el sector de la Industria. (Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE).

CNAE	Sector	2014	%2014	%2007	2014/2007
10, 11, 12	Alimentación, Bebidas y Tabaco	27.977	22,3	17,1	30 ▲
13, 14, 15	Industria Textil, Confección y Calzado	5.915	4,7	4,7	0,9 ▲
16, 17, 18	Papel, Artes Gráficas, Madera y Corcho	8.044	6,4	7,9	-18,9
19	Coquerías y Refino	1.345	1,1	1,8	-41,3
20, 21	Industria Química y Farmacéutica	15.533	12,4	10,8	14,7 ▲
22, 23	Min. no Metálic./Transf. Plástico y caucho	10.597	8,4	10,8	-22
24, 25	Metalurgia y Productos Metálicos	15.616	12,4	15,1	-17,5
26, 27	Equipo Eléctrico, Electrónico y Óptico	7.383	5,9	6,7	-12,2
28	Maquinaria y Equipo Mecánico	7.547	6	5,8	3,9 ▲
29, 30	Material de Transporte	15.705	12,5	11,3	10,7 ▲
31, 32, 33	Industrias Manufactureras Diversas	9.905	7,9	8	-1,7
TOTAL INDUSTRIA MANUFACTURERA		125.567	100%	100%	

El sector Químico es el segundo mayor exportador de la economía española, y el primer inversor en I+D+I y Protección del Medio Ambiente alcanzando el 24% de todas las inversiones en I+D+I y el 20% en Protección del Medio Ambiente que realiza la industria española.

Respecto a la distribución sectorial de la cifra de negocios, se destacan las especialidades farmacéuticas al aportar el 21,7% de esta cifra de negocios seguido del sector de materias primas plásticas y caucho, que aporta el 20,5% de la cifra de negocios.

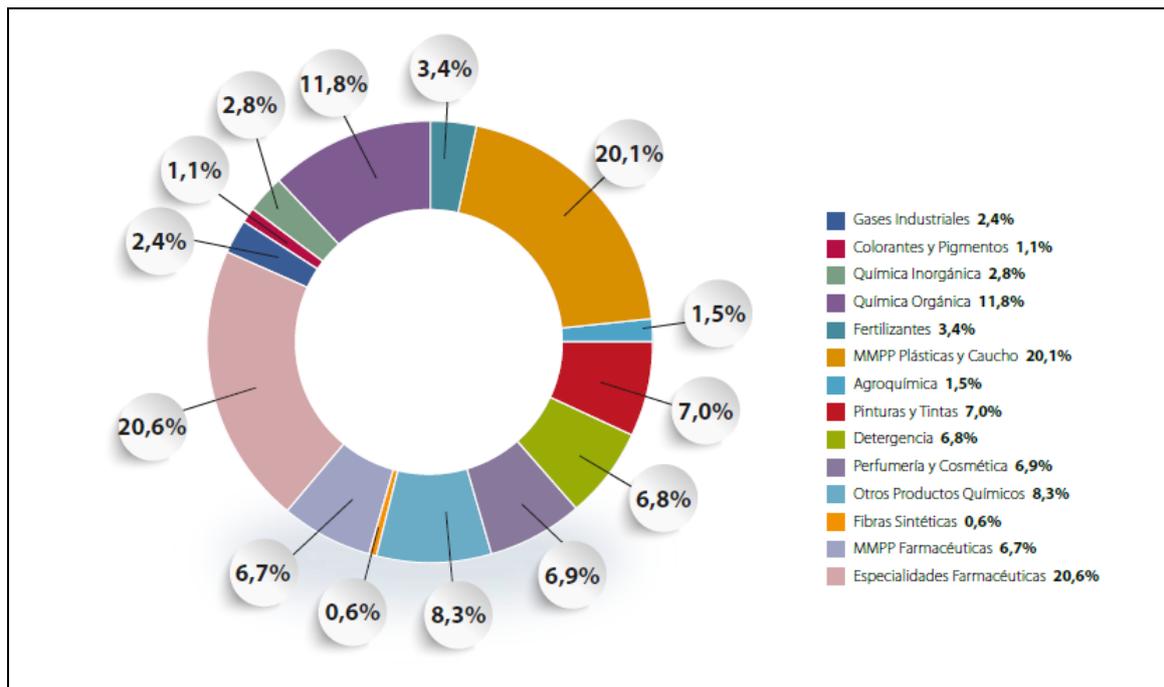


Gráfico - 2 Distribución sectorial de la cifra de negocios de las diferentes actividades del sector Químico. (Fuente: Radiografía del Sector Químico Español elaborada por FENIQUE).

La actividad en la que se engloba este proyecto se enmarca dentro del sector de fabricación de productos de caucho, en el cual se encuentran tres actividades o subgrupos, los cuales, junto a su correspondiente índice de actividades económicas son: Fabricación de Neumáticos (CNAE 22.11), Fabricación de Recauchutados (CNAE 22.12), y Fabricación de Otros Productos de Caucho (CNAE 22.12) o como se conoce este subgrupo dentro del sector, subgrupo de “No Neumáticos”.

El sector de la fabricación de neumáticos en España está formado principalmente por dos empresas multinacionales, que disponen de diversos centros productivos distribuidos fundamentalmente por toda la zona norte y noreste. Se trata de Michelin (con centros en Vitoria, Aranda de Duero, Lasarte y Valladolid) y Bridgestone S.A (con centros en Basauri, Burgos y Puente de San Miguel en Cantabria). Tan solo otra empresa, Pirelli, tiene otra planta de fabricación en España, concretamente situada en Manresa.



Este proyecto, se centra en la planta que posee Bridgestone S.A en Puente de San Miguel.

La Corporación Bridgestone S.A es una multinacional dedicada al diseño, prueba, producción y comercialización de llantas y derivados del caucho. Cuenta con 180 plantas en 25 países, incluyendo 10 campos de prueba en 8 países y 5 centros técnicos en cuatro países. La compañía tiene presencia en más de 150 países alrededor del mundo y genera más de 143 mil empleos directos.

Las llantas son el producto principal de la corporación y representan el 84% de sus ventas totales, el 16% restante lo componen productos como bicicletas e implementos deportivos.

La fábrica objeto de este proyecto, localizada en Puente San Miguel. Fue fundada en el año 1965, y a lo largo de los años, se ha convertido en una de las plantas clave para el grupo Bridgestone S.A. En la actualidad, es la única planta de toda Europa, donde se fabrican neumáticos agrícolas. Además, a nivel mundial, en 2014, Bridgestone S.A decidió establecer la producción del primer neumático agrícola radial en esta localidad.

Actualmente, esta sede cuenta con aproximadamente 400 personas entre planta, oficinas y almacén trabajando. Cubre una extensión de cerca de 100.000 m² y tiene una capacidad de fabricación de 850 neumáticos al día.



2. ANTECEDENTES

Previo a la redacción de este proyecto, se debe destacar como antecedente técnico en el año 2015 la ejecución de un proyecto en la empresa Bridgestone S.A, en el cual se incorporó un sistema de recuperación de calor, “Sistema de Recuperación Domos”, mediante el cual, se recupera el calor en forma de vapor procedente de las prensas de vulcanizado, que anteriormente se desaprovechaba vertiéndolo a la atmosfera.

Con este sistema de recuperación de calor, se obtiene un calor aproximado de 308.000 KWh/mes. A este calor se le dieron dos nuevos aprovechamientos, uno destinado a la calefacción y ACS, y el otro, mediante unas instalaciones en desuso existentes, para su utilización en el desgasificador. El calor sobrante no utilizado en estos procesos, se almacena en forma de agua condensada a 80°C en un taque de almacenamiento denominado Make Up.



3. ALCANCE Y OBJETO DEL PROYECTO

El proyecto se realizará en la fábrica de neumáticos Bridgestone S.A, el cual consiste en aprovechar el vapor residual de alta calidad procedente de la descarga de las prensas del vulcanizado de neumáticos, y darle un aprovechamiento.

El alcance y los objetivos principales de este proyecto se pueden resumir en:

- Análisis de los requisitos térmicos de los hornos secundarios de rodados
- Cálculo del ahorro energético al reducir el consumo eléctrico.
- Cálculo, dimensionamiento y diseño de una instalación de calefacción por aerotermo.
- Elaboración de un presupuesto y cálculo de la inversión y amortización del proyecto.



4. SITUACION

La fábrica Bridgestone S.A esta localizada al norte de España, en la Comunidad Autónoma de Cantabria, concretamente en la localidad de Puente San Miguel, capital del municipio de Reocín. Actualmente, es el núcleo de mayor población del municipio, con 3200 habitantes en el año 2014.

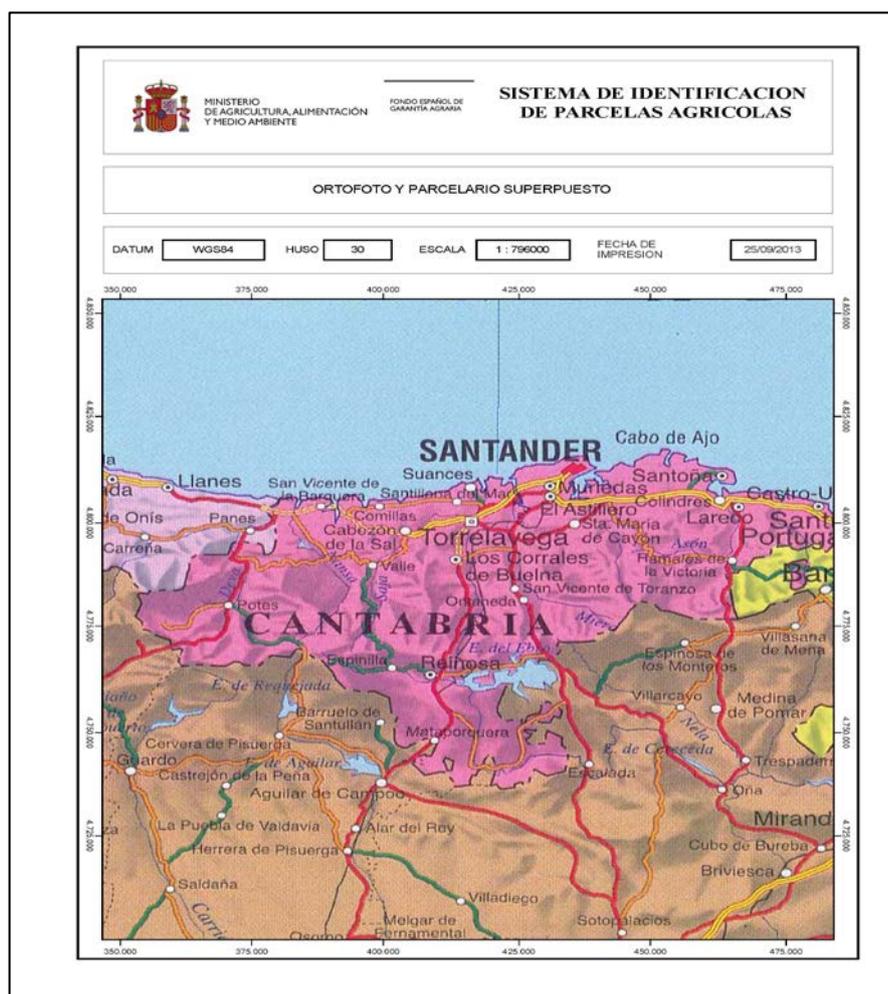


Grafico - 3 Situación geográfica general. (Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.)

A su vez, el municipio de Reocín, forma parte de la denominada Comarca del Besaya, cuya capital es Torrelavega. La Comarca del Besaya, es una de las tres grandes zonas industriales de Cantabria, en la cual, están establecidas grandes empresas internaciones, como Solvay ubicada en Polanco, SNIACE



(Sociedad nacional de industrias aplicaciones celulosa), Armando Álvarez S.A
ambas ubicadas en Torrelavega, o la propia Bridgestone S.A, situada a las
afueras de Puente de San Miguel.

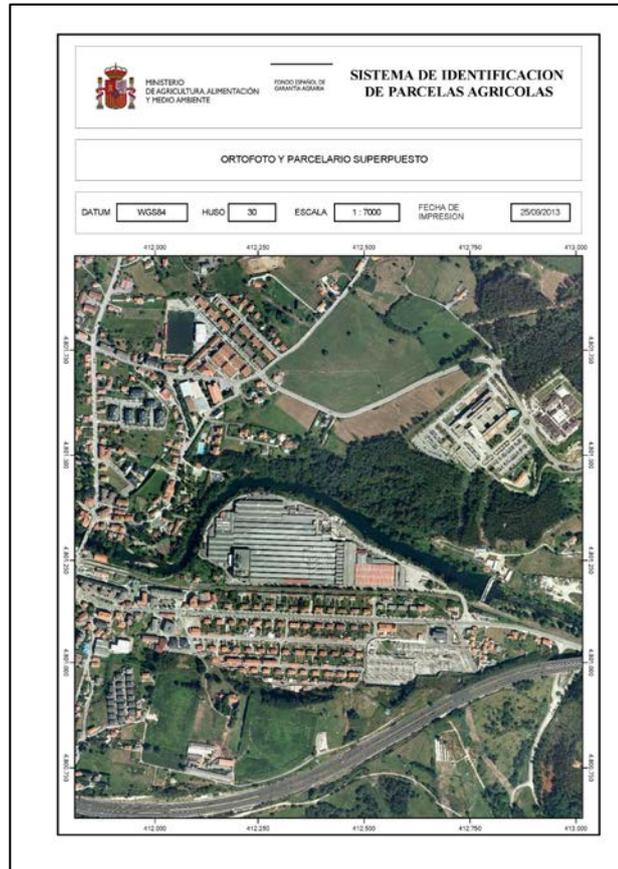


Grafico - 4 Emplazamiento de Fábrica Bridgestone S.A. (Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.)



5. ESTUDIO DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE CALEFACCION

Se denominan instalaciones de calefacción¹, a aquellas instalaciones térmicas destinadas a mantener la temperatura ambiente de un determinado recinto a un nivel superior al de la temperatura a la que se encuentra el entorno de dicho recinto.

Las instalaciones de calefacción pueden clasificarse siguiendo varios criterios, siendo los más habituales los que se indican a continuación:

- Por el grado de concentración
 - o Unitaria.
 - o Individual
 - o Centralizada o colectiva
 - o Urbana

- Según el tipo de energía:
 - o Calefacción convencional:
 - Calefacción de gasoil
 - Calefacción de gas natural
 - Calefacción de gases manufacturados
 - o Calefacción eléctrica:
 - Calefacción directa
 - Calefacción por acumulación
 - o Calefacción por energía solar
 - o Calefacción por bomba de calor

- Según la naturaleza del fluido caloportador:
 - o Calefacción por aire caliente
 - o Calefacción por vapor

¹ Fuente: Britannica Encyclopedia,



- Calefacción por agua
- Según el tipo de emisor:
 - Instalación de radiadores
 - Instalación de convectores
 - Instalación aerotermos
 - Instalación de fan-coils (ventilador y serpentín)
 - Instalaciones de paneles radiantes
 - Instalaciones de tubos de aletas

El sistema más utilizado de calefacción es el sistema de calefacción por agua caliente. Sus ventajas fundamentales son su sencillez de funcionamiento, su gran seguridad y su fácil regulación térmica, mediante la variación de la temperatura de la caldera.

La disposición de la instalación establece dos sistemas diferenciales, instalación abierta e instalación cerrada.

El funcionamiento típico de la calefacción por agua caliente parte con la instalación llena completamente de agua, el fluido calefactor, transporta una cantidad de calor determinada hasta las superficies de calefacción (emisores) donde ceden su calor al medio, produciendo un descenso de la temperatura, que suele ser de un salto térmico de entre 10°C y 20°C.

Todas las instalaciones disponen de circulación forzada, cuya misión es vencer las resistencias pasivas a la circulación del agua

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



Se dispondrá a los pies de cada columna o montante una llave de paso con grifo de vaciado y a la entrada de cada radiador una válvula de regulación, termostática.

Al definir una instalación de calefacción por agua caliente, es preciso especificar los siguientes sistemas de distribución:

- Tubería doble o única.
- Distribución superior o inferior.
- Retornos directos o invertidos.
- Circulación natural o forzada.

Seguidamente se procede a representar una serie de esquemas de instalaciones diferentes, destacando que no se representan todos los accesorios imprescindibles de la instalación (bombas, válvulas, purgadores, etc.), por lo que estos esquemas son simplemente orientativos o explicativos de las disposiciones relativas de los elementos fundamentales (fuente de calor, emisores y tuberías) exclusivamente. Estos esquemas, pese a que solo se representen los radiadores, se aplican igualmente para otros tipos de emisores.

- Sistema bitubular: Es el sistema normalmente utilizado, que consiste en que el agua sale de la fuente de calor a través de un tubo que se constituye en la ida y después de las salidas de los emisores de calor se constituye otro conjunto de tuberías que forman el circuito de retorno. El gráfico 5 muestra esta disposición. El sistema así constituido, funciona con total independencia y se forma un circuito cerrado entre cada emisor y la fuente de calor, sin producir interferencia ninguna en su funcionamiento.

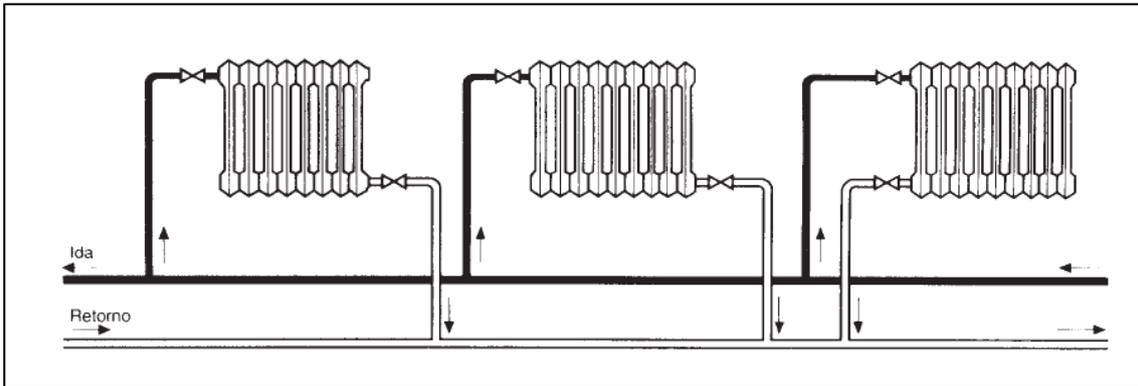


Gráfico - 5 Colocación de radiadores en sistema bitubular (Fuente: Guía IDAE de Instalaciones de calefacción)

- Sistema monotubular: Como su propio nombre indica, utiliza un solo tubo (Gráfico 6) estando colocados los emisores de calor en serie, y la salida o retorno del agua de un radiador alimenta al siguiente y así sucesivamente.

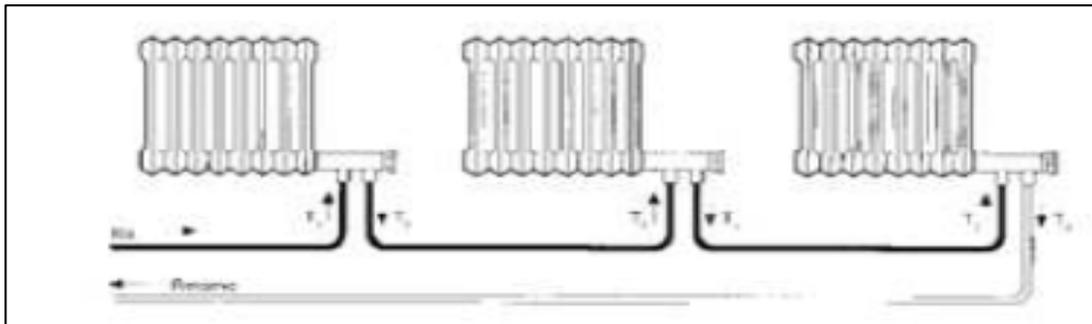


Gráfico - 6 Instalación de radiadores en sistema monotubular (Fuente: Guía IDAE de Instalaciones de calefacción)

- Distribución superior: En este sistema el distribuidor principal, está situado en la parte más alta de la instalación, teniendo un montante principal ascendente, que eleva el agua desde la fuente de calor hasta el distribuidor, el cual reparte el agua hasta las columnas, que alimentan a los emisores, las cuales son todos descendentes.



- Distribución inferior: Con esta distribución, se dispone el distribuidor principal en la parte baja de la instalación, desde donde parten los montantes ascendentes hasta los emisores de calor. Los extremos superiores de los montantes, se suelen conectar al depósito de expansión sirviendo como tuberías de purga para la eliminación del aire de la instalación.
- Distribución horizontal: consiste en una o varias columnas ascendentes, que actúan como distribuidoras a la red horizontal de cada una de las distintas viviendas; estas columnas pueden ir conectadas al vaso de expansión de la instalación, en el caso de instalaciones abiertas, siempre y cuando no exista ninguna válvula que pueda cerrar el circuito de seguridad; los retornos de cada vivienda se unen a las columnas descendentes que actúan de colector cerrando el circuito.
- Retornos directos: Son aquellos en que la longitud de la tubería de ida y la de los retornos de cada emisor es sensiblemente igual (Grafico 7) siendo en cambio los recorridos de tubería de un emisor de calor con respecto a otro muy distintos, con lo que, para un mismo diámetro de tubería, las pérdidas de presión serán tanto mayores cuanto más alejado de la caldera se encuentre el radiador, con lo que el primero de ellos (respecto a su situación relativa con la caldera), recibirá mayor cantidad de agua y a mayor temperatura que el siguiente, y así sucesivamente, dando como resultado una desigualdad importante en las emisiones caloríficas.

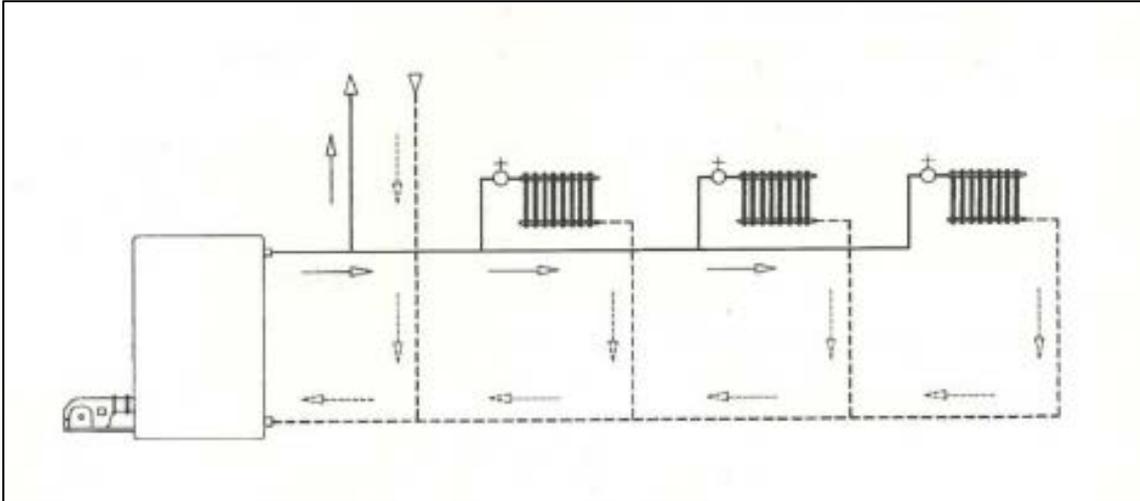


Gráfico - 7 Retorno Directo. (Fuente: Guía IDAE de Instalaciones de calefacción)

- Retornos invertidos: El recorrido de agua en la alimentación y en el retorno a la caldera, es aproximadamente el mismo para todos los emisores, compensando la corta longitud en las idas con las más largas de los retornos, de esta forma, las pérdidas de carga en las tuberías, para las mismas secciones se igualan, recibiendo todos los emisores de calor la misma cantidad de agua, y por tanto de calor, en tiempos sensiblemente iguales. (Gráfico 8).

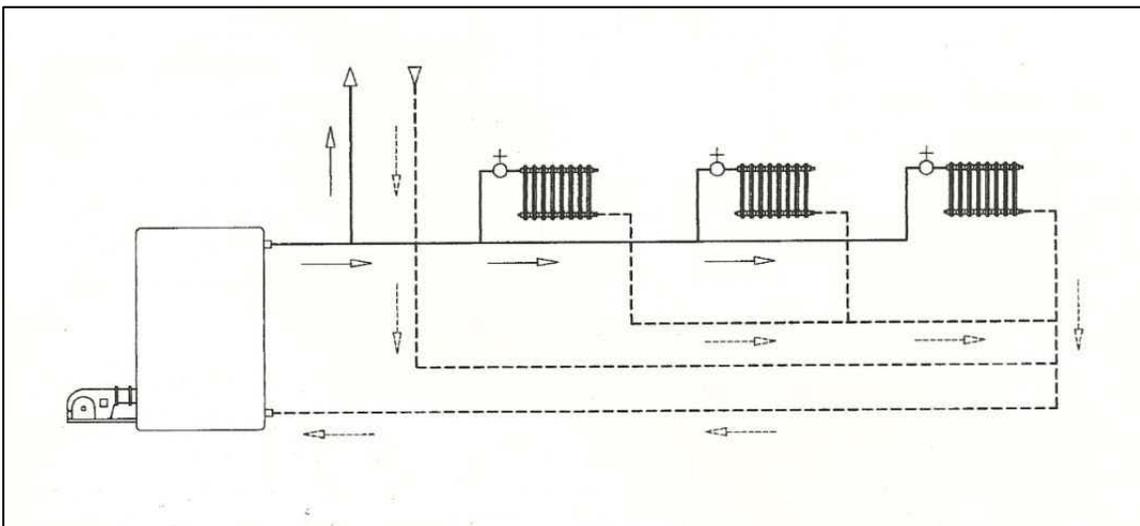


Gráfico - 8 Retorno Invertido. (Fuente: Guía IDAE de Instalaciones de calefacción)



Existen diferentes tipos de emisores en los sistemas de calefacción por agua caliente:

- Radiadores
 - o Radiadores de elementos
 - Elementos de tubos y tubos aleteados:
 - Radiadores tubulares
 - Radiadores de tubos aleteados
 - Radiadores de acero fundido
 - Radiadores de chapa de acero
 - Radiadores de aluminio
 - o Paneles o placas calefactoras
 - El panel plano
 - El panel convector
 - El panel tubular
- Aerotermos



6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

El proceso productivo de la fabricación de un neumático, consta de seis pasos principales. En el gráfico 9 podemos observar un esquema donde se muestran todos los pasos desde la obtención de las materias primas hasta el acabado final del neumático

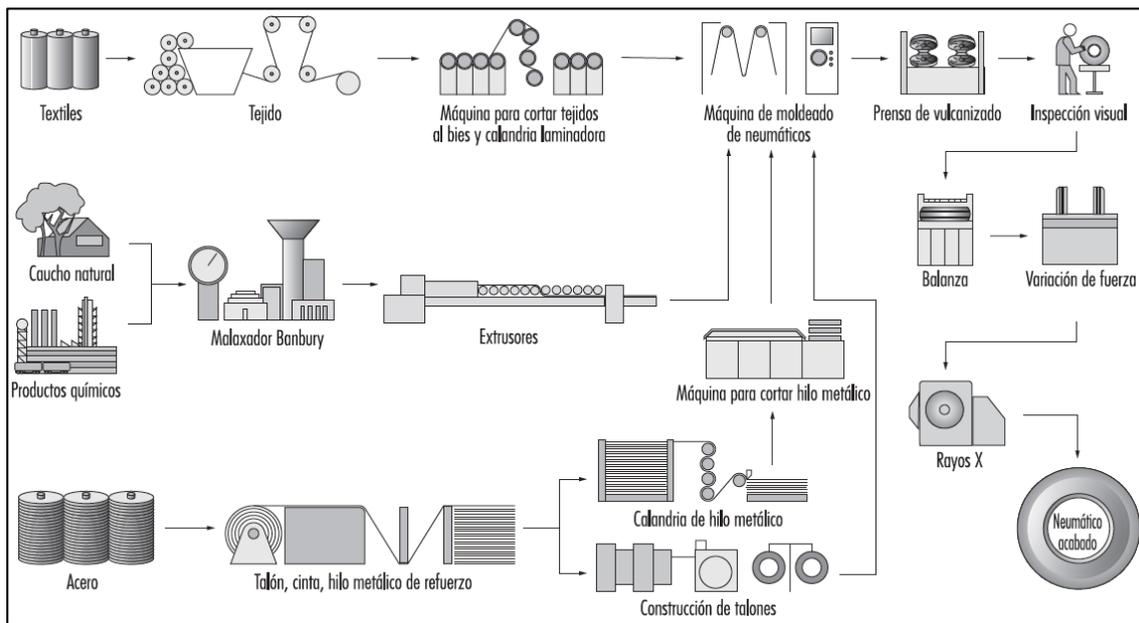


Gráfico - 9 Proceso productivo fabricación de un neumático. (Fuente: Enciclopedia de Salud e Higiene en el trabajo).

Para comprender el proceso productivo, es necesario definir todas las partes de las que consta un neumático. En el gráfico 10 podemos observar las partes de las que consta un neumático de tipo radial.

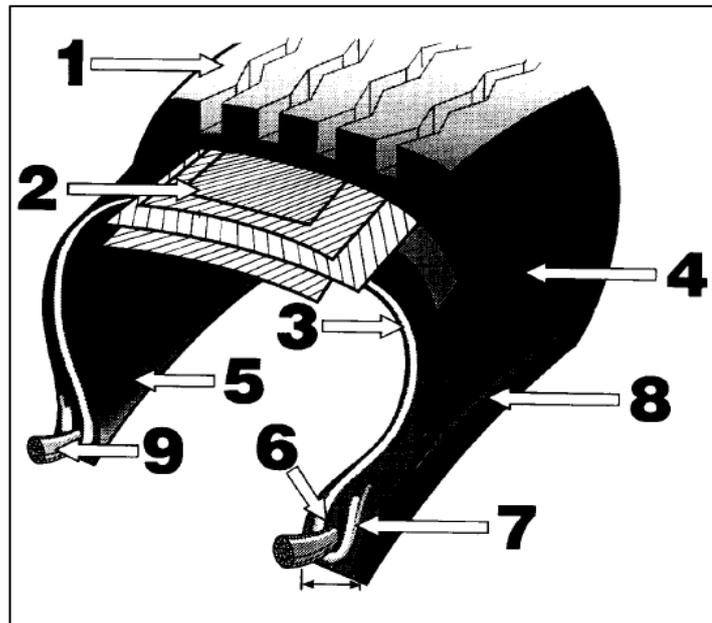


Gráfico - 10 Sección transversal de un neumático radia. (Fuente: Guía de análisis de condiciones para llanta radial. The Maintenance Council. U.S.).

- 1 Banda de rodamiento:
- 2 Cinturón (Estabilizador)
- 3 Capa radial
- 4 Costado (Pared)
- 5 Sellante:
- 6 Relleno
- 7 Refuerzo de la ceja (talón)
- 8 Ribete
- 9 Talón

Los procesos más importantes en el proceso de fabricación son:

- Mezclado: Los dos ingredientes más importantes en un compuesto de caucho son el caucho y el material de relleno. En función del uso que se le dará al neumático, se elegirá uno o más tipos de caucho, junto con el tipo y cantidad del material de relleno a derretir con el caucho.

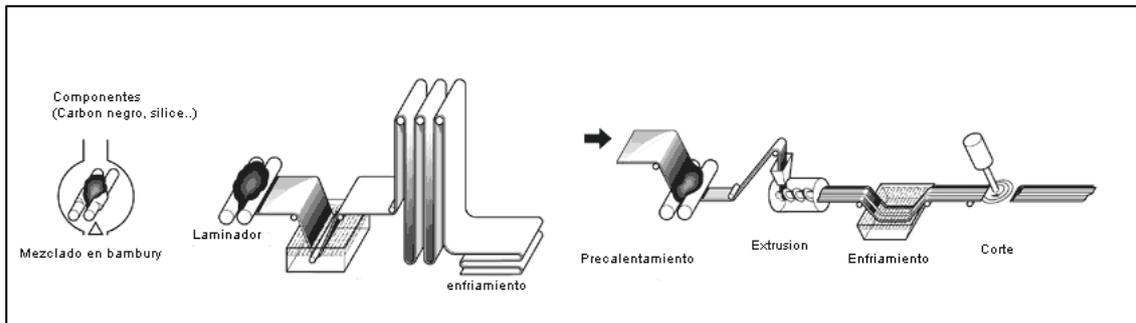


Gráfico - 11 Proceso de mezclado en bambury del caucho. (Fuente: Bridgestone S.A).

Una vez finalizado el ciclo de mezclado con el equipo Banbury, el caucho se coloca en un laminador. Este proceso transforma las placas de caucho en largas láminas al pasar a través de dos cilindros que giran en dirección opuesta y a diferentes velocidades.

- Calandrado: Dada la necesidad de los neumáticos de transportar cargas pesadas, se utilizan cordones de acero y tela en su construcción para reforzar el compuesto de caucho y proporcionar resistencia.
 - o Calandrado de cinturón y capa: El calandrado es el proceso por el cual un trozo de tela o un cable de acero se recubre, por ambos lados, con una película de goma.
 - o Calandrado de Revestimiento Interior La función principal del revestimiento interior es retener el aire comprimido dentro del neumático y mantener la presión del mismo. Al ser una capa delgada, también se produce con la calandria.
- Tubulado: Los componentes de neumáticos tales como la banda de rodamiento, cara y vértice se moldean en sus formas específicas mediante tubadoras.

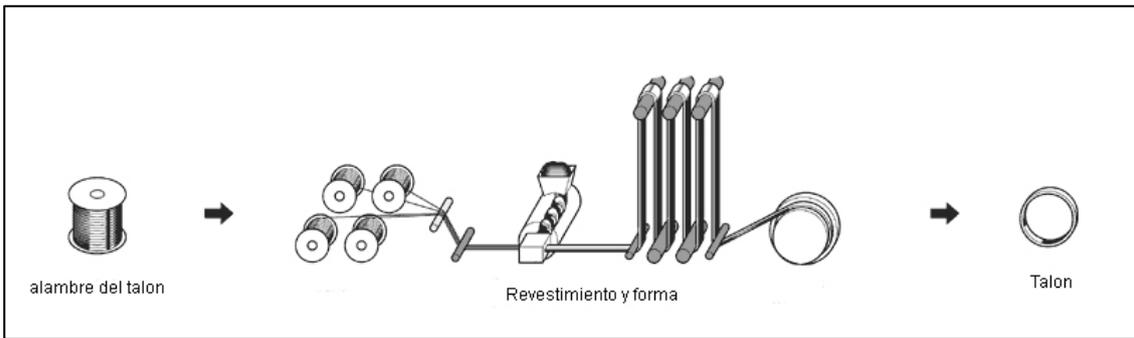


Gráfico - 12 Proceso de extrusión o tubulado. (Fuente: Bridgestone S.A).

- Proceso de construcción: Es la etapa en la cual se ensamblan todos los componentes del neumático. El ensamblaje puede ser convencional o radial.

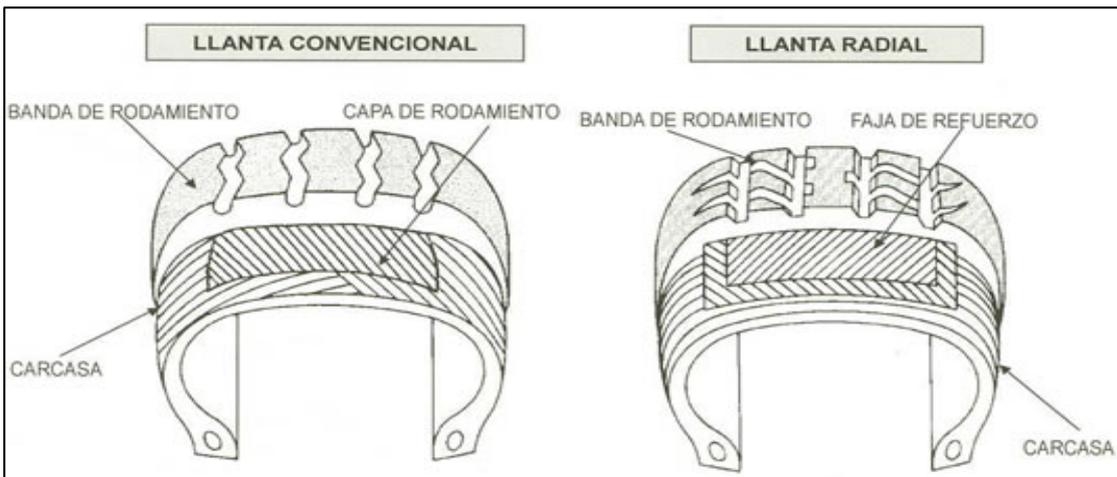


Gráfico - 13 Tipos de neumáticos. (Fuente Bridgestone S.A).

- Vulcanización: La vulcanización del caucho transforma un material pegajoso y flexible en otro no pegajoso, menos flexible y de larga duración.

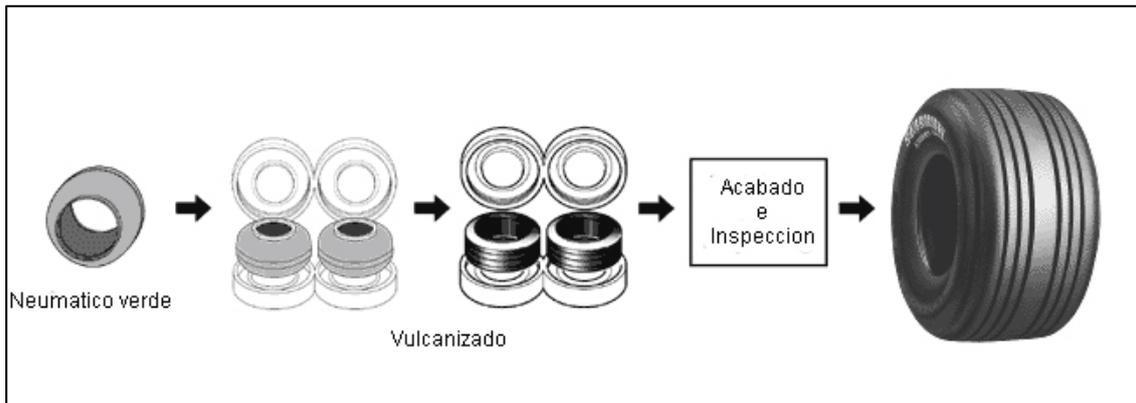


Grafico - 14 Proceso de Vulcanización. (Fuente: Bridgestone S.A).

- Inspección del neumático: La inspección del neumático es la última etapa del proceso de fabricación del mismo. Es un importante paso en el cual se asegura la calidad tanto en desempeño como en seguridad.



7. ESTUDIO DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DOMOS

En este apartado se estudiará el sistema de recuperación domos, el cual, como ya se ha mencionado antes, es el antecedente técnico a este proyecto.

El sistema de recuperación domos, aprovecha el vapor producido proceso de vulcanización, por lo que es necesario analizar este proceso más a fondo.

Para eliminar el oxígeno y el dióxido de carbono del agua en la producción de vapor a alta presión, se lleva a cabo un proceso de desgasificación del agua a la entrada de la caldera

En el caso de estudio, la desgasificación del agua se lleva a cabo manteniendo el agua a una temperatura de 104,81°C (líquido saturado), y 1,2 bar de presión (presión absoluta de saturación), punto alrededor del cual se ve que la liberación de oxígeno es máxima.

El vapor necesario para el proceso de vulcanización es producido por la caldera principal, la cual está alimentada por gas natural, y transportado hasta las prensas, mediante conducciones perfectamente aisladas térmicamente para evitar pérdidas.

Como ya se ha visto en el estudio del proceso productivo, la vulcanización es un proceso mediante el cual se calienta el caucho crudo, con el fin de volverlo más duro y resistente al frío.



Grafico - 15 Prensas de vulcanizado. (Fuente: Bridgestone S.A).

En el proceso de vulcanizado, todos los condensados generados por la cesión de calor del vapor al neumático, son recogidos para su aprovechamiento en segundos procesos en la línea de condensados.

El proceso de vulcanización, tiene lugar en las prensas de vulcanizado. El ciclo de trabajo de las prensas, guarda una estrecha relación con las líneas de descarga. En función del número y del tipo de evacuación del vapor, se pueden clasificarlas en:

- Prensas con una línea de evacuación:
- Prensas con dos líneas de evacuación
- Autoclaves

El sistema de recuperación de domos utiliza una serie de canalizaciones que se corresponden con una antigua instalación de recuperación de condensados, se trata de las líneas correspondientes al FWR.

Este depósito tiene una capacidad de 8m³ y está totalmente ignifugado y tiene todo el sistema de seguridad en correcto funcionamiento.



Grafico - 16 Desgasificador planta Bridgestone. (Fuente: Elaboración propia)

El sistema de expulsión de vapor reconduce este por las instalaciones de recuperación de condensados (FWR), y lo inyecta en el sistema de precalentamiento hacia el desgasificador de la caldera.

Para establecer la cantidad de vapor real canalizable hacia el sistema de aprovechamiento, después de una serie de pruebas realizadas en fábrica se dan las siguientes situaciones. En el inicio de la descarga el vapor tiene las siguientes características:



Tabla 2 - Características del vapor en condiciones de recogida a 6 Bar. (Fuente: Elaboración propia en base a tablas de vapor)

CARACTERÍSTICAS DEL VAPOR EN CONDICIONES DE RECOGIDA			
Tª (°C)	V (dm ³ / kg)	H (KJ /kg)	E (KJ / kg)
160	316,5	2758	778,2

En el caso más restrictivo, se aprovecha 14 kg de vapor real por prensada, un 70% en masa sobre el valor estimado inicialmente.

Todo el vapor procedente de las prensas empleado para el precalentamiento del desgasificador, una vez que atraviesa el desgasificador, se condensa y se conduce hasta el deposito Make Up, donde se almacena a presión atmosférica a una temperatura de 80°C.

Además, cuando se alcanza un exceso de temperatura en el desgasificador, la válvula de regulación de tres vías, desvía este vapor directamente hacia el Make Up. Estos aportes de vapor, son los que mantienen la temperatura constante en el depósito, aun cuando la temperatura del agua que entra al depósito es inferior a los 80°C.

Las canalizaciones de conducción de vapor hasta el cruzamiento en el Feed Water Recovey (FWR) están constituidas por tubería de 6" (DN 100mm). Las secciones en las líneas de descarga de las prensas son de 1 ½", es decir DN 38mm.

A la presión prevista en la conducción, 2 bar (absoluta), el vapor ocupa un volumen específico de 947,03 dm³/kg.

El caudal volumétrico será: de 0,263 m³/s y la velocidad máxima por las tuberías de 34 m/s



En las conducciones de vapor, al haber cambios de temperatura, se producen condensaciones de vapor. El vapor condensando resultante, va a parar a la parte inferior de la tubería y es arrastrado a lo largo de ésta por el flujo de vapor y por la gravedad. Este condensando deberá entonces purgarse de los puntos bajos de la tubería de distribución mediante purgadores.

Dada la cantidad de condensado que se forma en una línea de gran tamaño bajo condiciones de puesta en marcha, hay instalados puntos de purga cada 30 m a 50 m, así como en los puntos bajos del sistema.

Cuando el condensado en lugar de ser purgado en los puntos bajos del sistema, es arrastrado por el vapor a lo largo de la tubería, y se detiene bruscamente al impactar contra algún obstáculo del sistema dando lugar al efecto denominado golpe de ariete.

Para minimizar las posibilidades de golpe de ariete se llevaron a cabo las siguientes actuaciones:

- Las líneas de vapor están montadas con una inclinación descendente en la dirección del flujo,
- Puntos de purga instalados a intervalos regulares y en los puntos bajos.
- Las válvulas de retención se encuentran después de los purgadores.
- Las válvulas de aislamiento abren lentamente para permitir que el condensado que haya en el sistema pueda fluir sin brusquedades.

Hay instalado un separador de gotas, cuya misión es mejorar la calidad del vapor y evitar el paso de residuos sólidos hacia la inyección de vapor.

Hay instalado un filtro en la tubería delante de cada purgador, aparato de medida, válvula reductora y válvula de control para evitar que entren impurezas en los diferentes elementos.



Este será el estado del vapor en el punto de aprovechamiento según las tablas de vapor:

Tabla 3 - Estado del vapor en el punto de aprovechamiento. (Fuente: Elaboración propia en base a Tablas de vapor)

CARACTERÍSTICAS DEL VAPOR EN CONDICIONES DE RECOGIDA			
Tª (°C)	V (dm ³ / kg)	H (KJ /kg)	E (KJ / kg)
140	934,9	2747,80	631,20
144,94	947,03	2758,00	634,34
160	984,00	2789,1	643,90

El caudal máximo a tener en cuenta en cuanto a circulación de vapor de recuperación se estime en 960Kg/h

El gasto másico promedio, indica una idea del ahorro real ya que da una idea de la energía disponible en forma de entalpia residual (vapor expulsado al exterior).

La masa entálpica que se está expulsando al exterior será de 307792,80 Kwh/mes

Tomando un valor medio para el precio del kwh de 0,04€/kwh, estimamos el precio de la cantidad de calor que se está expulsando al medio ambiente en 12311,7 €/mes



8. ESTUDIO Y ANÁLISIS DE HORNOS SECUNDARIOS DE RODADOS

En este apartado se calcularán las necesidades térmicas del horno secundario de rodados. Para ello se calcularán las pérdidas por transmisión, las pérdidas por ventilación, y las ganancias de calor sensible aportadas por personas y maquinaria.

Las características de los cerramientos del horno secundario de rodados son:

- Cubierta: Panel metálico tipo sándwich de chapa de acero galvanizada. Aislamiento de espuma de poliuretano de 35 mm. $U = 0,490 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Solera: En contacto con el suelo originario, se encuentra una solera de 150 mm de hormigón, y sobre de ella, una plancha de hierro de 10mm. La temperatura del suelo originario es constante y de 15°C . $U = 3,7685 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.
- Cerramientos: Panel metálico tipo sándwich de chapa de acero galvanizada. Aislamiento de espuma de poliuretano de 35 mm. $U = 0,490 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Ventana: Las ventanas de la nave son de acristalamiento doble, su espesor nominal de la cámara de aire de 12 mm y carpintería metálica. $U = 3,50 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Puertas de acceso: Serán puertas metálicas y opacas. $U = 5,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Las pérdidas por transmisión se dan como consecuencia de la diferencia de temperatura entre los cerramientos del cuarto y la temperatura ambiente de la fábrica.



Tabla 4 - Calculo de pérdidas por transmisión. (Fuente: Elaboración propia).

CALCULO DE PERDIDAS TÉRMICAS POR TRASMISION					
Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	C _o	ΔT	Q _t (W)
<u>Cerramiento N</u>	16	0,490	1	28	219,52
<u>Cerramiento S</u>	14,4	0,490	1	28	197,568
<u>Cerramiento O</u>	24	0,490	1	28	329,28
<u>Cerramiento E</u>	20	0,490	1	28	274,4
<u>Solera</u>	24	3,768	1	30	2713,32
<u>Cubierta</u>	24	0,490	1	28	329,28
<u>Puerta de entrada</u>	1,6	5,70	1	28	255,36
<u>Ventana</u>	4	3,50	1	28	392
Total perdidas por transmisión					4710,728 W

Las cargas térmicas por aire exterior responden a la carga térmica que supone el calentamiento de este aire exterior hasta la temperatura ambiente del local.

Tabla 5 - Perdidas térmicas por entrada de aire. (Fuente: elaboración propia)

CALCULO DE PERDIDAS POR ENTRADA DE AIRE EXTERIOR			
Caudal (m ³ /h)	C _{ea} ·ρ _a /3600	ΔT(°C)	Q _a (W)
960	0,33	28	8870,4
Total perdidas por entrada de aire			8870,4



El número de renovaciones del aire en el horno secundario de rodados es de 10 veces por hora, por lo que el volumen de aire de renovación es de 960 m³ / h

La ganancia de calor sensible por aportaciones internas permanentes aportadas por elementos tales como la iluminación, la ocupación de personas, y el calor aportado por los equipos solo se suelen emplear en cálculos de refrigeración. Es por ello que, a la hora de hacer el cómputo, se ignoraran para el cálculo presente.

Tabla 6 - Resumen de cargas térmicas de calefacción por cuartos de rodados. (Fuente: Elaboración propia).

RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN POR CUARTO DE RODADOS	
Total pérdidas por transmisión	4710,728 W
Total pérdidas por entrada aire exterior	8870,4W
Carga térmica de calefacción parcial	13581,128 W
Factor de seguridad 10%	1358,1128 W
Carga térmica de calefacción total:	14939,2408 W



9. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

En este apartado se analizarán las posibles alternativas para la realización del proyecto.

9.1 REQUISITOS DE DISEÑO

El sistema empleado, deberá ser capaz de proporcionar una temperatura estable de 45°C en los siete hornos secundarios de rodados las 24 horas del día, utilizando como fuente de calor, el agua acumulada en el Make Up a 80°C

9.2 DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA EXISTENTE

Actualmente, el calor necesario para mantener la temperatura en el cuarto secundario de rodados, es aportado por dos calefactores eléctricos de 9KW de potencia cada uno, que funcionan con una tensión trifásica de 380V y una frecuencia de 50 Hz. Estos calefactores están conectados a la red eléctrica las 24 horas generando un consumo de 15 KW medidos en situ.



Grafico - 17 Calefactor eléctrico de 9 KW. (Fuente: Mercalor)



9.3 SISTEMA DE CALENTAMIENTO POR SUELO RADIANTE

Se trata de un sistema de calefacción que utiliza agua a baja temperatura por lo que la eficiencia de la instalación es elevada, alcanzándose ahorros del 15 al 20% respecto a la calefacción tradicional

Dados los requisitos de diseño de nuestra instalación de calefacción, la alternativa de instalar suelo radiante, debe ser desechada por diferentes motivos:

- Necesidad de realizar una importante obra para su implantación provocando una parada total del proceso productivo.
- Las temperaturas de trabajo entre 30°C y 45°C no se corresponde con la temperatura de diseño de 80°C.

9.4 SISTEMA DE CALENTAMIENTO MEDIANTE CONVECTORES

Este sistema, a grandes rasgos es similar al de una en una instalación tradicional de calefacción de una vivienda.

En este sistema, las temperaturas de trabajo y de diseño coinciden.

El rendimiento óptimo de este sistema, se da a un salto térmico de 50°C. Según la norma UNE EN 442, y con las temperaturas de diseño, se obtiene un Salto térmico de 30°C, el cual está por debajo del indicado para un rendimiento óptimo.

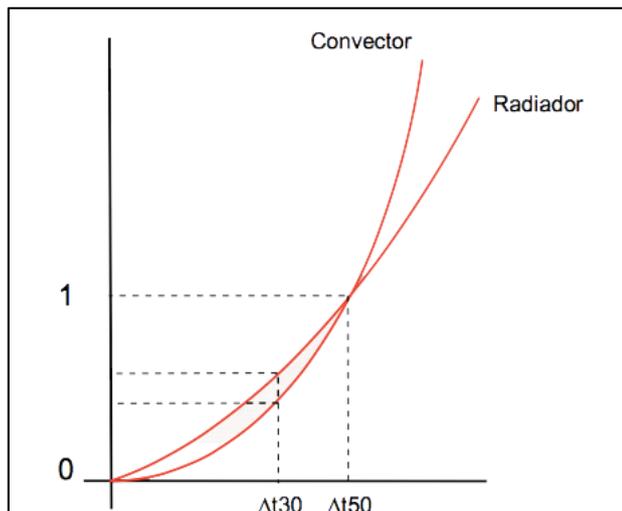


Grafico - 18 Rendimiento óptimo de radiadores en función del salto térmico. (Fuente: www.fenega.com)

Tomando como referencia el consumo de 15 KW térmicos del sistema actual, se estudiará el dimensionamiento de paneles de acero verticales, siendo estos el tipo de emisor que mayor aporte calorífico tiene.

El número de paneles que se deben instalar para cumplir con los requisitos es de 10. Teniendo en cuenta que la longitud de cada elemento sin contar los accesorios es de 600 mm, y que la anchura máxima del horno secundario de rodados es de 6 metros, hacen imposible su colocación en una sola pared

Además, se debe tener en cuenta que el lugar más apropiado para la instalación de los radiadores es en la pared más fría de cada habitación. Teniendo en cuenta que la altura del panel es de 2 metros, y que la ventana solo dista 1 metro del suelo, los paneles no se pueden colocar en su lugar óptimo, disminuyendo aún más su rendimiento (Grafico 19)

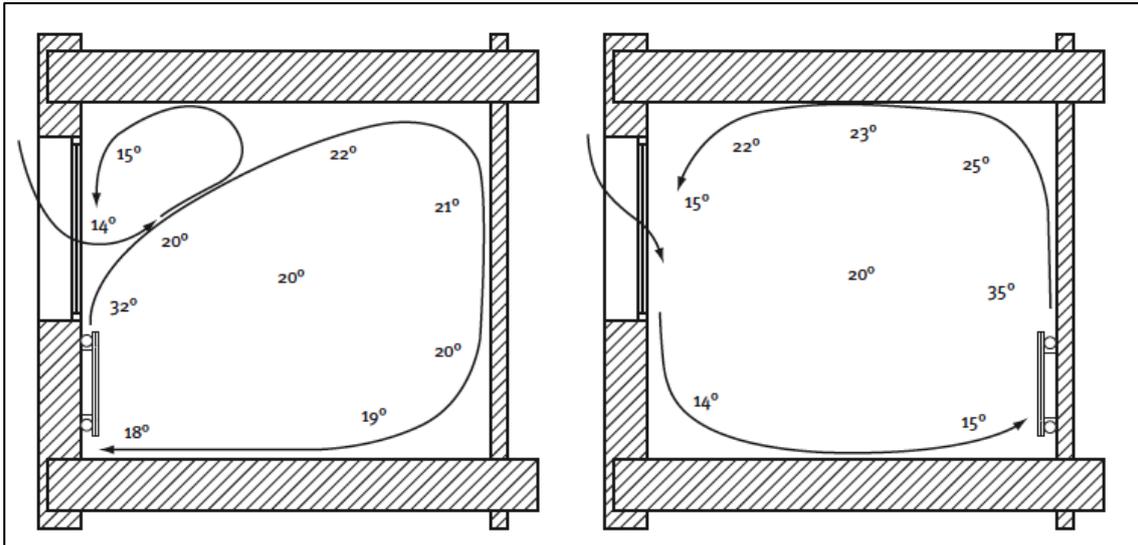


Gráfico - 19 Distribución de temperaturas según ubicación de los radiadores. (Fuente: IDAE).

Por lo tanto, se descarta esta alternativa ante la imposibilidad de la colocación de los paneles en las condiciones idóneas de trabajo, impidiendo lograr un rendimiento óptimo.

9.5 SISTEMA DE CALENTAMIENTO MEDIANTE AEROTERMOS

Los aerotermos son aparatos que calientan el aire que toman del local o del exterior mediante agua caliente o vapor. El aire lo lanzan directamente al local y la homogeneidad de temperaturas que se obtiene en los recintos es mejor que con otros sistemas de calefacción.

Dado que para la instalación de este tipo de sistemas de calentamiento no es necesario detener el proceso productivo, ya que no es necesario la realización de grandes reformas ni grandes modificaciones en los locales a calefactar, sumado a la homogeneidad de la temperatura y la facilidad de regulación de la misma, hacen que esta sea la mejor alternativa para la realización del proyecto.



10. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Los requisitos térmicos de diseño indican que el aerotermo deberá ser capaz de suministrar una potencia térmica de 15KW, además deberá ir colocado en el techo del horno secundario a una altura de 4 metros.

Las temperaturas de entrada a la cuales va a trabajar el aerotermo, son de 80°C y 30°C para el agua y el aire respectivamente. El salto térmico para el agua será de 15°C.

El aerotermo elegido es el modelo Polaris P211 con motor de 700 rpm del fabricante Sabiana cuya potencia corregida es de 18,83 KW



Grafico - 20 Aerotermo Polaris. (Fuente: Catalogo Comercial Sabiana)



Para obtener las dimensiones de las tuberías es necesario calcular el caudal de la instalación necesario para el correcto funcionamiento de los aerotermos. Se obtiene unos caudales de:

Tabla 7 - Cálculo del número de Reynolds. (Fuente: Elaboración propia.)

CALCULO DEL NUMERO DE REYNOLDS				
Tramo	Longitud (m)	Velocidad m/s	Ø nominal	Nº Reynolds
AB	205	1,5	2"	$3,17 \cdot 10^8$

El material elegido para las tuberías es acero, por lo tanto, al ser canalizaciones por fabrica, la velocidad del agua para evitar problemas no debe ser superior a 1,5 m/s. Se obtiene un diámetro para las tuberías de 2" (DN 50). La rugosidad absoluta de las tuberías de acero es de 0,05 mm.

El paso del agua a través de las tuberías produce una pérdida de presión. Estas pérdidas son de dos tipos, y se clasifican en primarias y secundarias.

Se obtiene un coeficiente de fricción $\lambda = 0,0185$, por lo tanto, se calculan las pérdidas de carga:

Tabla 8 - Pérdidas de carga tramo más desfavorable. (Fuente: Elaboración propia.)

CALCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA EN EL TRAMO MAS DESFAVORABLE				
Tramo	longitud	Velocidad (m/s)	λ	Pérdidas de carga (m.c.a)
Ida - Retorno	205	1,5	0,0185	8,45
	Perdidas de carga aerotermo			0,18
	Perdidas de carga primarias			8,45
	Perdidas de carga globales (10%)			10,14



Se obtienen unas pérdidas de carga globales de 10,14 m.c.a. para el tramo más desfavorable

En lo referente a las conexiones hidráulicas, son prácticamente idénticas a las de una instalación típica de calefacción. Todos los elementos de seguridad son facilitados por el fabricante, por lo que no se especificaran aquí.

Todos los aerotermos, deberán tener una válvula a la entrada que permita realizar labores mantenimiento o que aisle al aerotermo en caso de avería. En el gráfico 21 se observa el esquema de conexiones hidráulicas.

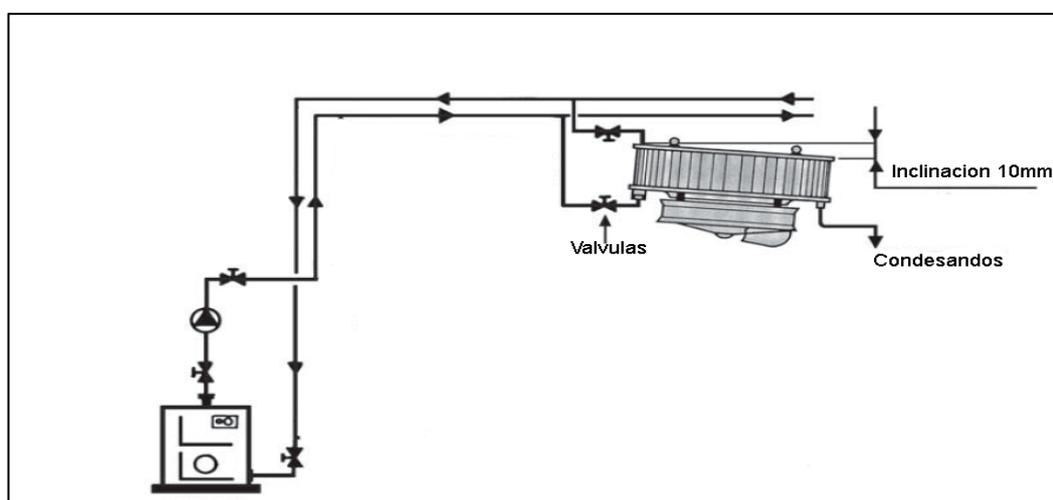


Grafico - 21 Conexión hidráulica del aerotermo. (Fuente: Catalogo comercial Sabiana)

En lo referente a las conexiones eléctricas, el motor eléctrico es trifásico con dos velocidades 700 r.p.m. (8 polos) con doble bobinado separado, mono tensión.

Estos motores tienen la clema con seis terminales, tres para cada bobinado, son trifásicos, mono tensión y pueden ser operados por medio de un conmutador de línea trifásica manual.



Para vencer las pérdidas de carga e impulsar el agua hasta el punto de utilización, se colocará una bomba que impulsará un caudal de 11,34 m³/h y deberá vencer unas pérdidas de carga de 10,14 m.c.a.

Se ha elegido una bomba del fabricante Grundfos, la cual ha sido dimensionada con el software facilitado por el fabricante. El modelo en concreto elegido es CM10-1 A-R-A-E-AVBE.



Grafico - 22 Bomba CM10-1. (Fuente: Grundfos)

La bomba ira conectada en el circuito de retorno de agua fría, para evitar problemas de cavitación. Además, tendrá conectado un diferencial de presión, cuya función será desconectar la bomba, cuando los aerotermos no estén en funcionamiento y además se colocará un variador de velocidad conectado a la bomba.



11. ESTUDIO ECONOMICO DE VIABILIDAD

El estudio económico de un estudio de viabilidad es el más importante porque es el que determina la viabilidad de un estudio técnico.

Antes de instalar los nuevos sistemas de calefacción, se ha de conocer los gastos económicos actuales de electricidad que generan los sistemas actualmente instalados

Con la actual instalación, se pueden ver los consumos y el ahorro que supone la sustitución del sistema actual, así como su tiempo de retorno.

Tabla 9 - Resumen de consumos y costes del sistema actual. (Fuente: Elaboración propia)

RESUMEN DE CONSUMOS Y COSTES	
Potencia consumida calefactor (kW)	15,00
Potencia consumida siete calefactores	105,00
Consumo de energía diario por cuarto (kWh) (24h/día)	360,00
Consumo anual por cuarto (kWh) (365 días/año)	131.400
Consumo total siete cuartos rodados (kWh)	919.800
Ahorro total termino de energía	82782€

Tabla 10 - Estimación del tiempo de retorno de inversión. (Fuente: Elaboración Propia).

ESTIMACIÓN DEL TIEMPO DE RETORNO DE INVERSIÓN	
Inversión inicial.	74.358,76 €
Ahorro total anual.	86.613,45 €
Tiempo de retorno	11 meses



MEMORIA JUSTIFICATIVA



INDICE DE CONTENIDOS

MEMORIA JUSTIFICATIVA

<u>ANEJO Nº 1:</u>	<u>INTRODUCCIÓN</u>	<u>1</u>
<u>ANEJO Nº2:</u>	<u>ANTECEDENTES</u>	<u>17</u>
<u>ANEJO Nº3:</u>	<u>ALCANCE Y OBJETO DEL PROYECTO</u>	<u>20</u>
<u>ANEJO Nº4:</u>	<u>SITUACION</u>	<u>24</u>
<u>ANEJO Nº5:</u>	<u>ESTUDIO DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE CALEFACCION</u>	<u>28</u>
<u>ANEJO Nº6:</u>	<u>DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO</u>	<u>51</u>
<u>ANEJO Nº7:</u>	<u>ESTUDIO DEL SISTEMA DE RECUPERACION DOMOS</u>	<u>64</u>
<u>ANEJO Nº8:</u>	<u>ESTUDIO Y ANALISIS DE HORNOS SECUNDARIOS DE RODADOS</u>	<u>88</u>
<u>ANEJO Nº9:</u>	<u>IUSTIFICACION DE LA SOLUCION ADOPTADA</u>	<u>97</u>
<u>ANEJO Nº10</u>	<u>DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.</u>	<u>107</u>
<u>ANEJO Nº11:</u>	<u>ESTUDIO DE VIABILIDAD</u>	<u>125</u>



ANEJO Nº 1: INTRODUCCIÓN



INDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCION

1.1	SECTOR QUÍMICO	8
1.2	SECTOR DE FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE CAUCHO	12
1.3	ACTIVIDAD DE LA EMPRESA BRIDGESTONE S.A	15



1. INTRODUCCION

En la actualidad (2016), España está inmersa en una importante crisis económica, energética y medioambiental. Para poder hacer frente a estos problemas, desde el ámbito energético, surgen como principal opción, el ahorro energético y la mejora de la eficiencia energética.

Tanto el ahorro de energía como la eficiencia energética, son dos conceptos inseparables y relacionados con la sostenibilidad y el medio ambiente. Es importante explicar la diferencia que radica entre ambos conceptos, ya que, aunque ambos están relacionados con una reducción del gasto energético, poseen diferentes enfoques.

El ahorro energético implica un cambio en los hábitos de consumo, los cuales repercuten en un menor gasto energético. Un ejemplo cotidiano de ahorro energético, aplicable tanto a la industria como a la vida cotidiana, es el apagado de las luminarias de habitaciones o estancias cuando no es necesario su utilización o estas se encuentran vacías.

La eficiencia energética consiste en minimizar la cantidad de energía necesaria para satisfacer la demanda sin afectar a su calidad; No implica cambios en los hábitos de consumo, si no que esta reducción de la cantidad de energía se produce por la sustitución o modificación de equipos o implementación de equipos nuevos. Provocando que se consuma menos energía, ya que el consumo energético para llevar a cabo el mismo servicio es menor.

Un ejemplo de medida de eficiencia energética, es la implementación de sistemas de recuperación de calor, los cuales consisten es el reaprovechamiento de la energía térmica que se pierde en los procesos de producción.

Tanto con el ahorro de energía como con la eficiencia energética, se obtienen ventajosas acciones, como aminorar el agotamiento de los recursos



fósiles, los cuales como se puede ver en el Grafico 1, son la principal fuente de suministro energético, además, es la forma más fácil de reducir el consumo de CO₂, el cual está directamente relacionado con el consumo de energía, y también, lograr un importante ahorro en la economía, dado que España tiene una dependencia energética del exterior muy importante, viéndose obligada a pagar elevados precios por la energía, por lo que al reducir el consumo energético, se reduce el coste energético.

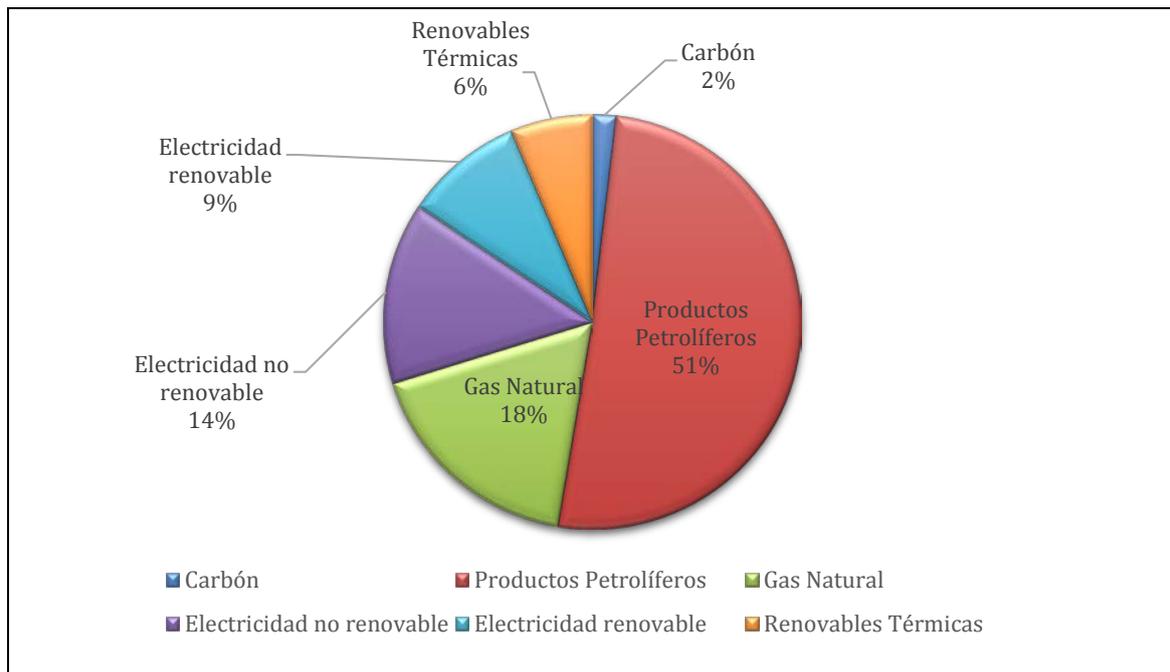


Grafico 1 - Consumo de energía final en España. (Fuente: Elaboración propia en base datos de Minetur).

En relación a la eficiencia energética, y con motivo de la crisis energética, que se extiende más allá de los horizontes de España, el Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la Eficiencia Energética (DEE), aprobó la Directiva 2012/27/UE en la cual, España está obligada a reducir su consumo un 26,4% hasta el año 2020. Para cumplir este objetivo, se presenta un nuevo Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2014-2020, que substituyen al anterior Plan publicado en 2012, previo a esta directiva.



En este Plan Nacional de Acción, se realiza una distribución del objetivo de ahorro de energía final por sectores (Grafico 2) correspondiendo el mayor porcentaje de este objetivo al sector de la industria siendo este un 54,6%.

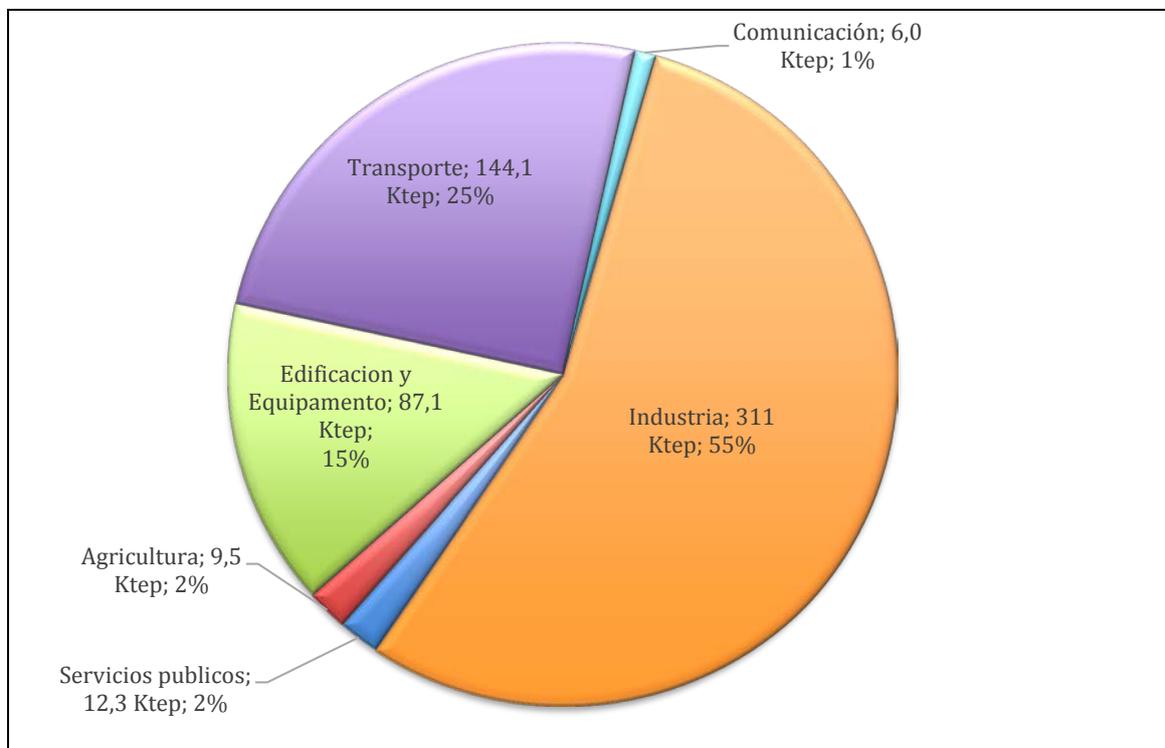


Grafico 2 - Distribución del objetivo de ahorro de energía final por sectores. Fuente: Elaboración propia, en base a datos del Plan de Acción Nacional 2014.

Este objetivo de ahorro, como se puede observar en la Tabla 1 se debe conseguir mediante la realización de medidas de ahorro y eficiencia energética (92,20% del total), y en menor medida, mediante la implantación de sistemas de gestión energética (6,74% del total). El porcentaje restante, prácticamente despreciable en relación a los anteriores, corresponde con medidas de comunicación e información.



Tabla 1 - Medidas de ahorro y eficiencia energética propuestas en el Plan de Acción Nacional 2014. (Fuente: Elaboración propia en base a dicho Plan).

Industria	% Total industria
Implantación de sistemas de gestión energética	6,74%
SGE en PYMES	5,24%
SGE en grandes empresas	1,50%
Mejora de la tecnología de equipos y procesos (MTD)	92,21%
MTD en PYMES	71,74%
MTD en grandes empresas	20,47%

No es de extrañar que sea el sector industrial el que tenga que realizar el mayor ahorro energético, puesto que, si se analiza el consumo final de energía en España por sectores, ver Gráfico 3, el sector industrial se encuentra en segundo lugar con un 26% del consumo total.

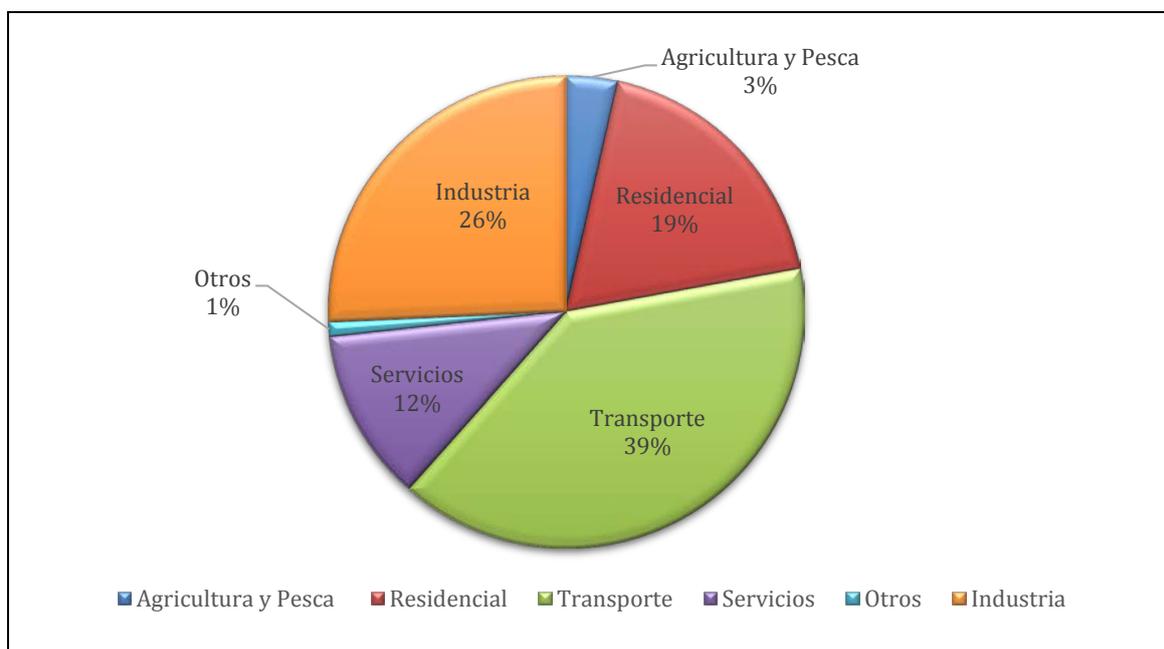


Gráfico 3 - Consumo de energía final por sectores en España. (Fuente: Elaboración propia en base a datos del Libro de la Energía en España 2014).

Desde el ámbito del sector industrial a través del ministerio de Industria, Energía y Turismo del Gobierno de España se publica la Agenda para el



fortalecimiento industrial en España publicada el 16 de septiembre de 2014, en la cual, también se afirma que el sector industrial juega un papel muy importante en el proceso de recuperación de la economía española, dado que este sector representa aproximadamente un 16% del PIB.

El Sector de la Industria se estructura, se divide en varios subsectores. Según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía se diferencian 11 subsectores:

- Alimentación, bebidas y tabaco
- Textil, cuero y calzado
- Madera, corcho y muebles
- Pasta, papel e impresión
- Química
- Minerales no metálicos
- Equipos de transporte
- Metalurgia y productos metálicos
- Maquinaria y equipo mecánico
- Equipos eléctricos, electrónicos y ópticos
- Resto de la industria manufacturera

La actividad en la que se engloba este proyecto se enmarca dentro del subsector de la Química.

El siguiente Grafico 4 muestra cómo se reparten el consumo energético los diferentes subsectores de la industria (excluyendo los usos no energéticos).

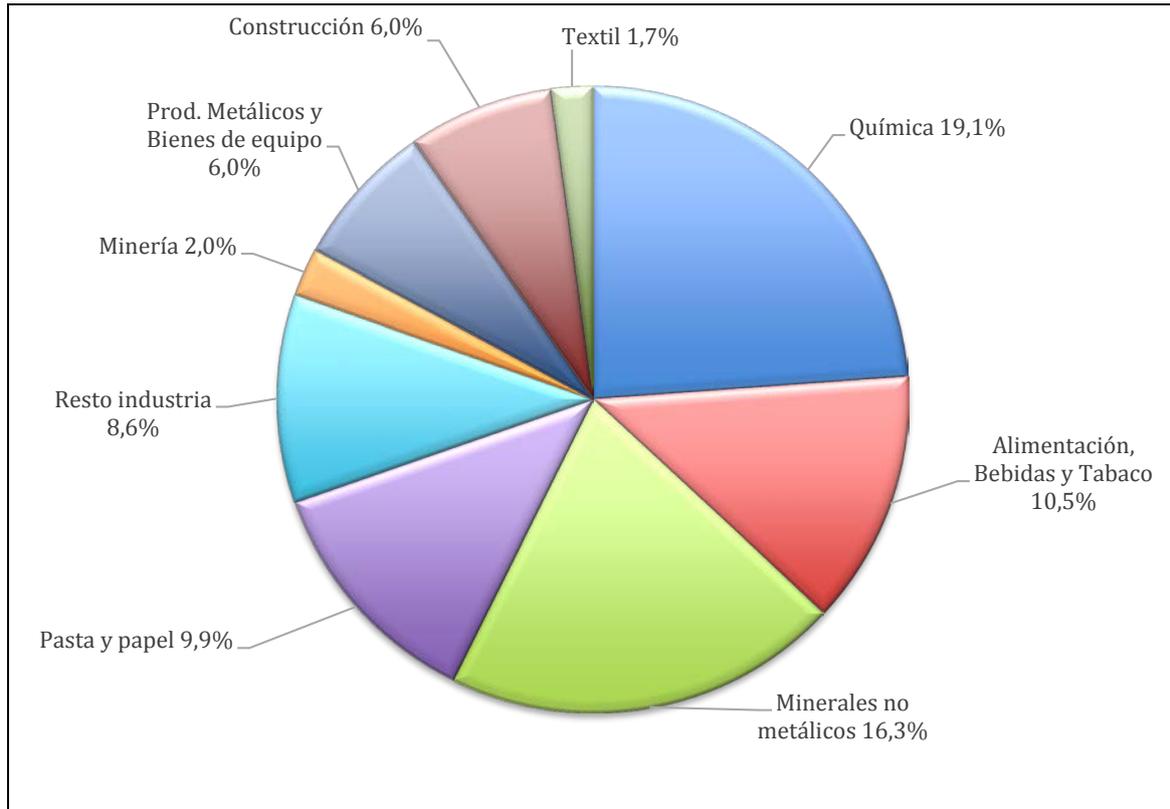


Gráfico 4 - Consumo energético en los diferentes subsectores de la industria. Fuente: Elaboración Propia en base datos del INE (Instituto nacional de estadística)

Como se observa el sector de la Química, en cuanto a consumo energético se refiere, ocupa la segunda posición con un 19,1% a muy poca distancia del sector de la metalurgia, que está situado en primer lugar con un 19.5% (datos oficiales del 2014).

Otro indicador importante de la relevancia que tiene cada subsector dentro de la industria, es el Valor Añadido Bruto (VAB), el cual es un indicador macroeconómico que permite evaluar la actividad económica, ya sea de un sector o de una economía. Este indicador está estrechamente relacionado con el PIB, puesto que añadiendo al VAB los impuestos indirectos correspondientes se puede obtener el PIB.



Tabla 2 - Distribución del Producto Industrial Bruto 2014 (Millones de €) en el sector de la Industria. Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

CNAE	Sector	2014	%2014	%2007	2014/2007
10, 11, 12	Alimentación, Bebidas y Tabaco	27.977	22,3	17,1	30 ▲
13, 14, 15	Industria Textil, Confección y Calzado	5.915	4,7	4,7	0,9 ▲
16, 17, 18	Papel, Artes Gráficas, Madera y Corcho	8.044	6,4	7,9	-18,9
19	Coquerías y Refino	1.345	1,1	1,8	-41,3
20, 21	Industria Química y Farmacéutica	15.533	12,4	10,8	14,7 ▲
22, 23	Min. no Metálic./Transf. Plástico y caucho	10.597	8,4	10,8	-22
24, 25	Metalurgia y Productos Metálicos	15.616	12,4	15,1	-17,5
26, 27	Equipo Eléctrico, Electrónico y Óptico	7.383	5,9	6,7	-12,2
28	Maquinaria y Equipo Mecánico	7.547	6	5,8	3,9 ▲
29, 30	Material de Transporte	15.705	12,5	11,3	10,7 ▲
31, 32, 33	Industrias Manufactureras Diversas	9.905	7,9	8	-1,7
TOTAL INDUSTRIA MANUFACTURERA		125.567	100%	100%	

En la Tabla 2 se ve la relevancia que tiene de cada sector respecto al PIB que aporta el sector industrial, así como su variación en el tiempo, tomando como referencia el año previo a la entrada de la crisis en España, 2007.

Se observa la importancia que tiene el Sector de la Industria Química en este periodo, siendo uno de los sectores que más aporta a la Industria, y a su vez, uno de los que más ha crecido a pesar de la crisis en la que se encuentra inmerso el país.

La intensidad energética, es otro indicador, estrechamente relacionado con anteriores. Es un indicador de la eficiencia energética de un sector o de una economía, el cual se obtiene con la relación entre el consumo energético y el valor añadido.

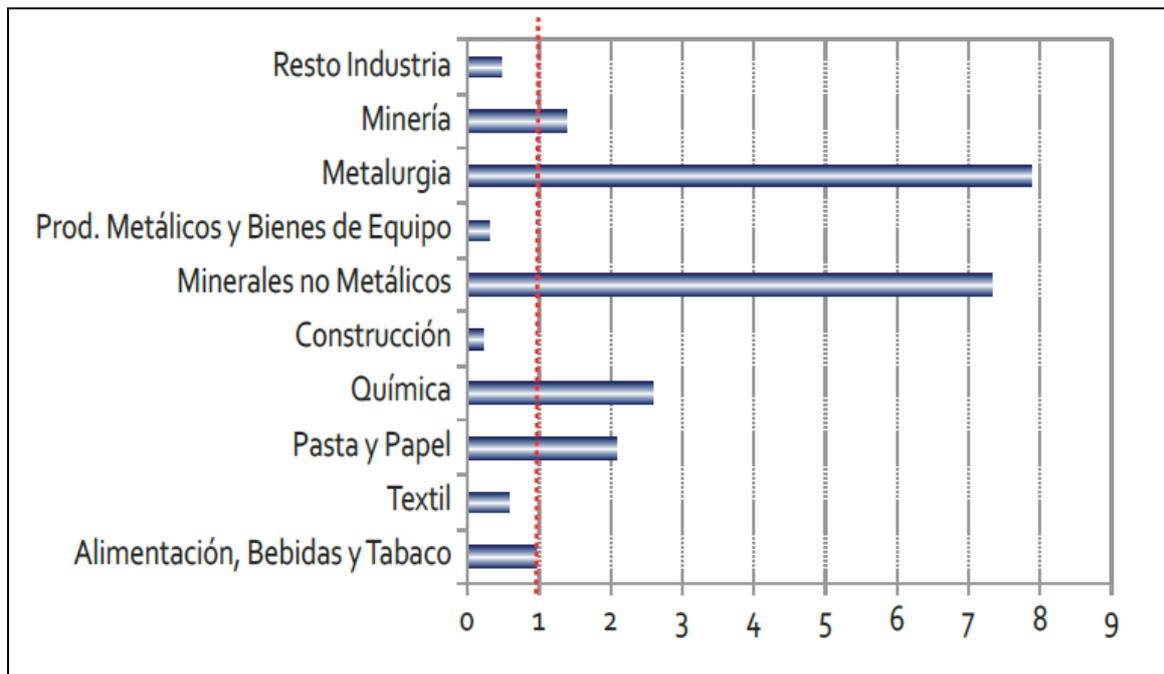


Gráfico 5 - Intensidad energética (relación Consumo energético/VAB) de los diferentes subsectores de la Industria. Fuente: Libro de la Energía en España 2014.

El Sector de la Industria Química, ver Gráfico 5 se encuentra en tercer lugar, con una elevada intensidad energética, lo cual, hace que este sector sea susceptible de obtener grandes ahorros con un correcto análisis energético e implementación de medidas energéticas.

1.1 SECTOR QUÍMICO

El sector Químico comprende todas las actividades relacionadas con la producción de productos químicos, y productos de caucho y materias plásticas

“La industria química es uno de los sectores que en mayor medida contribuyen a generar una economía solvente, tanto por su contribución directa a la economía española como por su capacidad para generar un sólido tejido empresarial de empresas auxiliares y una importante demanda de servicios avanzados de investigación, innovación, tecnología e ingeniería”, Antón Valer, Presidente de la Federación Empresarial de la Industria Química Española (Feique).



El sector Químico es el segundo mayor exportador de la economía española, y el primer inversor en I+D+I y Protección del Medio Ambiente alcanzando el 24% de todas las inversiones en I+D+I y el 20% en Protección del Medio Ambiente que realiza la industria española.

Este compuesto por 3068 empresas con asalariados, las cuales dan empleo de forma directa a más de 191.400 personas y a su vez, de forma indirecta, generan más de 570.000 empleos.

Tabla 3 - Numero de empresas y asalariados en el Sector Químico. (Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Radiografía del Sector Químico elaborada por Fenique (Federación Empresarial de la industria Química Española)).

Intervalo de empleo	Nº de empresas	% del total
Menos de 10 asalariados	1.685	54,90%
De 10 a 49 asalariados	906	29,50%
De 50 a 99 asalariados	220	7,20%
De 100 a 199 asalariados	122	4,00%
De 200 a 499 asalariados	94	3,10%
500 o más asalariados	41	1.30%
Total	3.068	100%

Las dos principales zonas de producción del sector se encuentran en el Polo Químico de Tarragona y en el Polo Químico de Huelva. Otras áreas de implantación importantes son Barcelona, Vizcaya, Puertollano, Asturias, Cantabria, Madrid, Algeciras, Valencia, Castellón, Cartagena y otras zonas de Aragón.

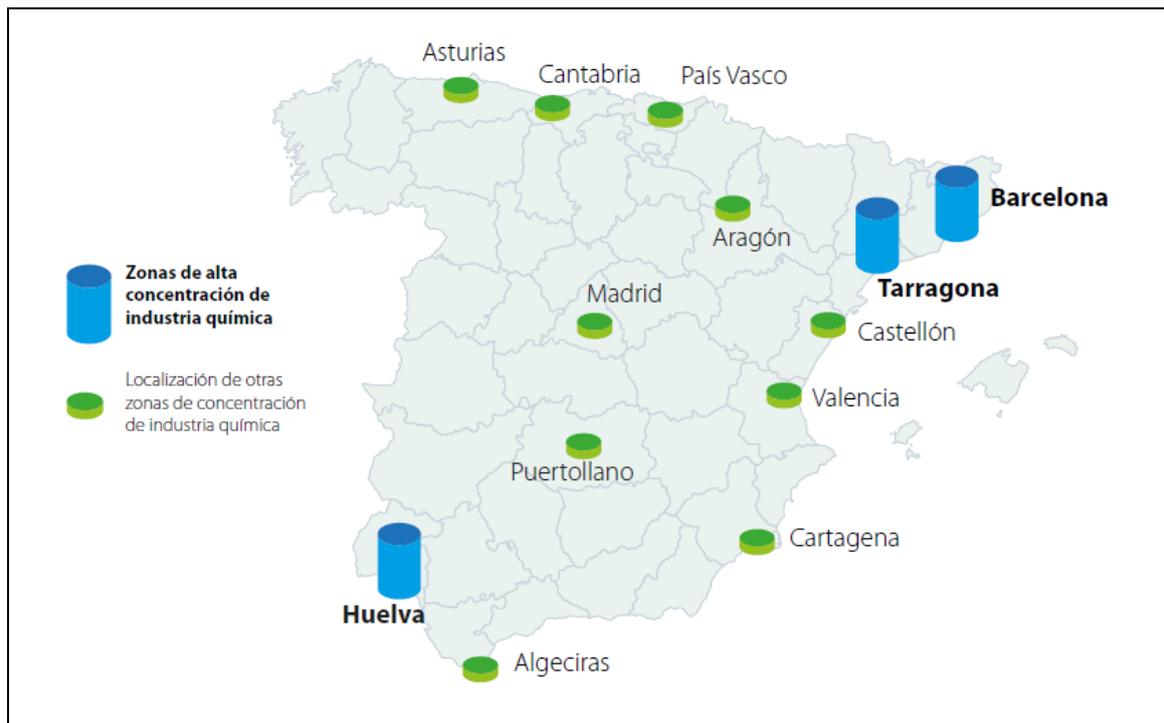


Grafico 6 - Zonas de producción del Sector Químico en España. (Fuente: Radiografía del Sector Químico Español elaborado por FENIQUE).

A este sector, según la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE), le corresponde las divisiones 20,21 y 22. A su vez, a cada división le corresponden los siguientes epígrafes:

CNAE 20. Industria química

- CNAE 20.1. Fabricación de productos químicos básicos, compuestos nitrogenados, fertilizantes, plásticos y caucho sintético en formas primarias.
- CNAE 20.2. Fabricación de pesticidas y otros productos agroquímicos.
- CNAE 20.3. Fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares; tintas de imprenta y masillas.
- CNAE 20.4. Fabricación de jabones, detergentes y otros artículos de limpieza y abrillantamiento; fabricación de perfumes y cosméticos.
- CNAE 20.5. Fabricación de otros productos químicos.
- CNAE 20.6. Fabricación de fibras artificiales y sintéticas.



CNAE 21. Fabricación de productos farmacéuticos

- CNAE 21.1. Fabricación de productos farmacéuticos de base.
- CNAE 21.2. Fabricación de especialidades farmacéuticas.

CNAE 22. Fabricación de productos de caucho y plásticos

- CNAE 22.1. Fabricación de productos de caucho.
- CNAE 22.2. Fabricación de productos de plástico.

Respecto a la distribución sectorial de la cifra de negocios, se destacan las especialidades farmacéuticas al aportar el 21,7% de esta cifra de negocios seguido del sector de materias primas plásticas y caucho, que aporta el 20,5% de la cifra de negocios.

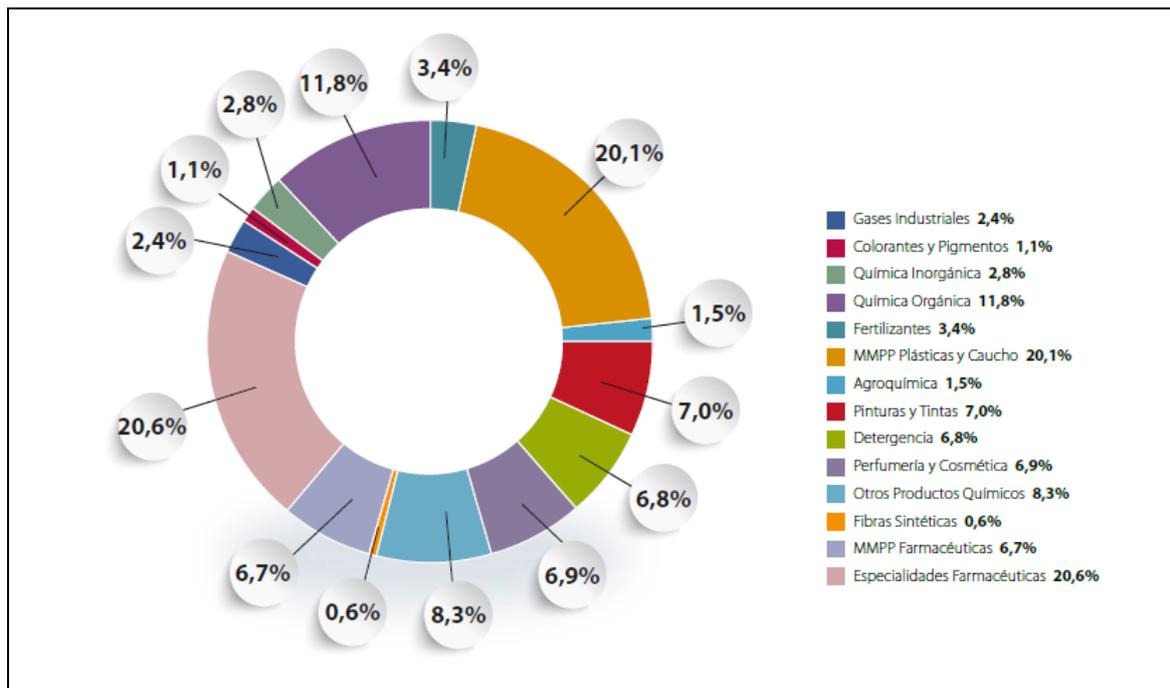


Gráfico 7 – Distribución sectorial de la cifra de negocios de las diferentes actividades del sector Químico. (Fuente: Radiografía del Sector Químico Español elaborada por FENIQUE).

La actividad en la que se engloba este proyecto se enmarca dentro del sector de fabricación de productos de caucho.



1.2 SECTOR DE FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE CAUCHO

El Sector de Fabricación de Productos de Caucho (CNAE 22.1) pertenece al Sector Químico, que a su vez pertenece al sector Industrial. Dentro del Sector de Fabricación de Productos de Caucho se encuentran tres actividades o subgrupos, los cuales, junto a su correspondiente índice de actividades económicas son: Fabricación de Neumáticos (CNAE 22.11), Fabricación de Recauchutados (CNAE 22.12), y Fabricación de Otros Productos de Caucho (CNAE 22.13) o como se conoce este subgrupo dentro del sector, subgrupo de “No Neumáticos”.

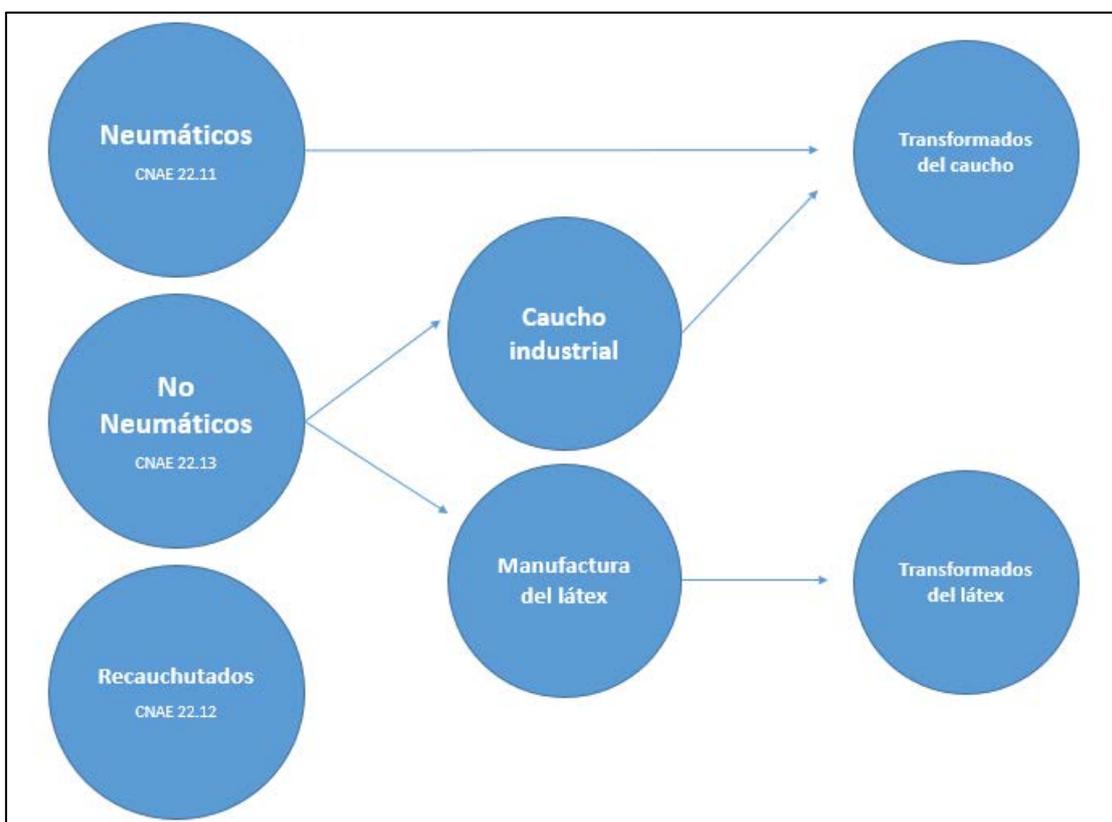


Grafico 8 - Sector de fabricación de productos de caucho. (Fuente: Elaboración propia)

Tanto el Sector de Neumáticos (CNAE 22.11), como el de Recauchutados (CNAE 22.12), tienen como principal actividad la fabricación y reparación de neumáticos y cámaras para todo tipo de vehículos, representando un 85% de la actividad del Sector de Fabricación de Productos de Caucho.



El sector referente al resto de actividades o “No Neumáticos”, (CNAE 22.13) presenta diferentes actividades, como, fabricación de artículos del caucho moldeados, extruidos y calandrados y productos derivados del látex, con diferentes destinos finales, tales como: la automoción, el calzado, la construcción, los electrodomésticos y la industria en general.

El sector de la fabricación de neumáticos en España está formado principalmente por dos empresas multinacionales, que disponen de diversos centros productivos distribuidos fundamentalmente por toda la zona norte y noreste. Se trata de Michelin (con centros en Vitoria, Aranda de Duero, Lasarte y Valladolid) y Bridgestone Firestone (con centros en Basauri, Burgos y Puente de San Miguel en Cantabria). Tan solo otra empresa, Pirelli, tiene otra planta de fabricación en España, concretamente situada en Manresa.

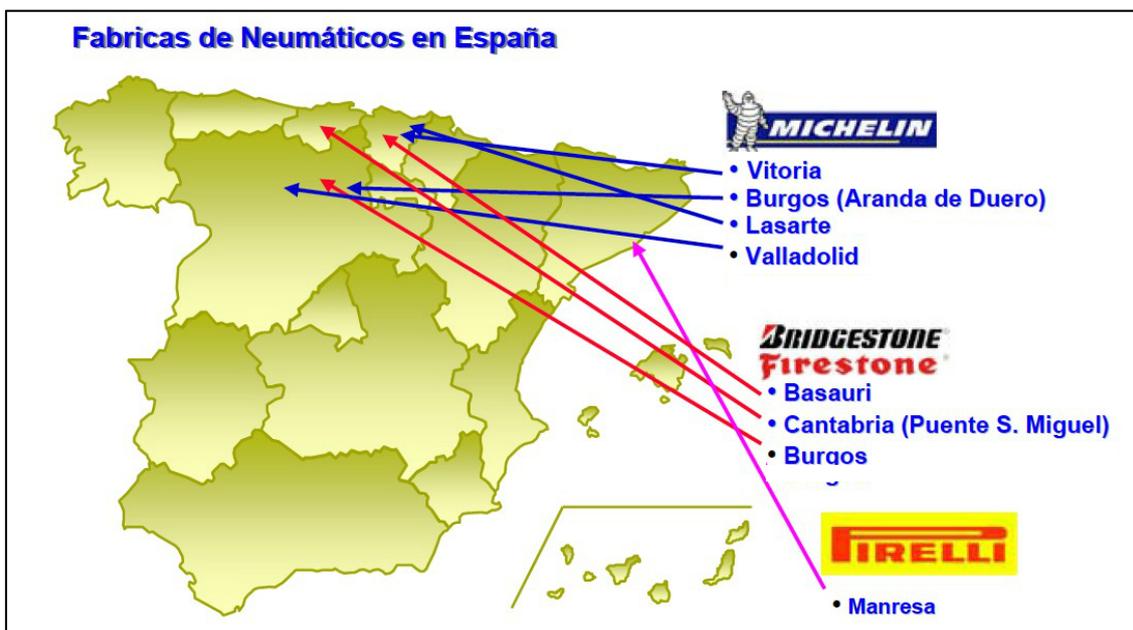


Grafico 9 “Fabricas de neumáticos en España.” (Fuente: Observatorio Industrial del Sector Químico elaborado por el Consorcio Nacional de Industriales del caucho).

Si se analiza la productividad (VA en miles de € por ocupado) de cada Comunidad Autónoma dentro del Sector del Caucho y de Plásticos, vemos que



las comunidades Autónomas que más productividad tienen son aquellas donde se encuentran localizadas las fábricas de neumáticos.

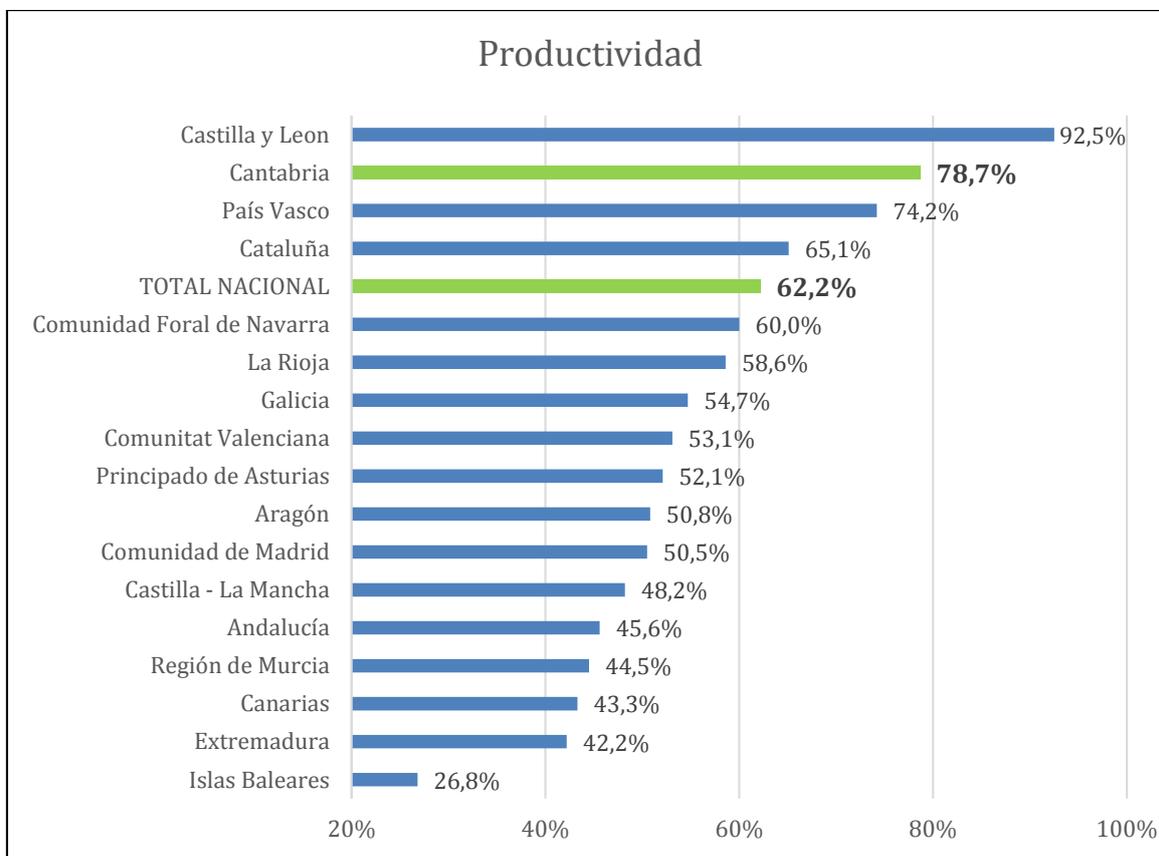


Grafico 10 - Productividad de cada comunidad Autónoma dentro del Sector del Caucho y del Plástico. (Fuente: Elaboración propia).

En primer lugar, se encuentra Castilla y León, comunidad que cuenta con hasta 3 fábricas en funcionamiento; En segundo lugar, se encuentra Cantabria, Comunidad Autónoma en la que se enmarca este proyecto, con tan solo una fábrica, perteneciente a Bridgestone S.A, y ubicada en la localidad de Puente San Miguel. Con tan solo una fábrica y un elevado índice de productividad, manifiesta la importante relevancia que tiene esta actividad dentro de esta Comunidad Autónoma.

En lo referente al coste energético relacionado con el sector de fabricación de neumáticos, éste, ocupa el tercer lugar después de los costes de la materia prima y de los costes del personal. (ver Tabla 4)



Tabla 4 - Proporción de costes en el sector neumáticos. (Fuente: Consorcio Nacional de Industrias del Caucho/ INE)

% de costes en el sector neumáticos	% 2000	% 2001	% 2002	% 2003	% 2004
Consumo de materias primas	25,8%	26,0%	25,5%	25,4%	27,8%
Consumo de otros aprovisionamientos	10,6%	11,0%	11,6%	11,7%	9,5%
Trabajos realizados por empresas	0,5%	0,5%	0,3%	0,8%	0,4%
Total de gastos de personal	34,6%	32,9%	31,0%	33,5%	30,4%
Total de servicios exteriores	22,7%	23,9%	25,0%	22,4%	25,1%
Total amortización del inmovilizado	5,8%	5,8%	6,6%	6,3%	6,8%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Dado que tanto como los costes de la materia prima, como los costes del personal, tienen un escaso margen de maniobra, puesto que los salarios del personal están sujetos a convenio, y que en el precio de las materias primas no tienen competencia ninguna, hace que una forma de reducir los costes de fabricación de los neumáticos, haciendo a su vez, más competitiva a la empresa, sea lograr una reducción en el consumo energético.

Para lograr una reducción del consumo energético, como ya se ha explicado anteriormente, se pueden obtener cambios en los hábitos de consumo con la implementación de medidas de ahorro energético, y/o la implementación de medidas de eficiencia energética, que es el objeto de este proyecto.

1.3 ACTIVIDAD DE LA EMPRESA BRIDGESTONE S.A

La Corporación Bridgestone es una multinacional dedicada al diseño, prueba, producción y comercialización de neumáticos y derivados del caucho. Cuenta con 180 plantas en 25 países, incluyendo 10 campos de prueba en 8 países y 5 centros técnicos en cuatro países. La compañía tiene presencia en



más de 150 países alrededor del mundo y genera más de 143 mil empleos directos.

Los neumáticos son el producto principal de la corporación y representan el 84% de sus ventas totales, el 16% restante lo componen productos como bicicletas e implementos deportivos.

Como marca global, Bridgestone responde a las necesidades del mercado en tres formas: a través de la fabricación de productos de la más alta calidad solo mediante el uso de materiales que son renovables o reciclados; reduciendo, de este modo las emisiones de CO₂ como empresa; y operando de forma tal que se asegure un balance con el medio ambiente.

Como empresa del sector del caucho, Bridgestone S.A busca continuamente ser más competitiva, por ello, día tras día, implementa mejoras en sus procesos productivos, con el fin de ahorrar costes, logrando importantes mejoras en su eficiencia energética.

Actualmente, Bridgestone S.A tiene cuatro plantas en España, ubicadas en Puente San Miguel (Cantabria), Burgos (Castilla y León) y Basauri y Usansolo (País Vasco) dando trabajo a 3544 trabajadores (Año 2012).

La fábrica objeto de este proyecto, localizada en Puente San Miguel. Fue fundada en el año 1965, y a lo largo de los años, se ha convertido en una de las plantas clave para el grupo Bridgestone S.A. En la actualidad, es la única planta de toda Europa, donde se fabrican neumáticos agrícolas. Además, a nivel mundial, en 2014, Bridgestone S.A decidió establecer la producción del primer neumático agrícola radial en esta localidad.

Actualmente, esta sede cuenta con aproximadamente 400 personas entre planta, oficinas y almacén trabajando. Cubre una extensión de cerca de 100.000 m² y tiene una capacidad de fabricación de 850 neumáticos al día.



ANEJO Nº2:
ANTECEDENTES



INDICE DE CONTENIDO

2. ANTECEDENTES

2.1 ANTECEDENTES TÉCNICOS

19



2. ANTECEDENTES

Para amparar este proyecto en un marco técnico, es necesario una introducción de los antecedentes al mismo.

2.1 ANTECEDENTES TÉCNICOS

En el año 2015 se ejecutó un proyecto en la empresa Bridgestone S.A, en el cual se incorporó un sistema de recuperación de calor, “Sistema de Recuperación Domos”, mediante el cual, se recupera el calor en forma de vapor procedente de las prensas de vulcanizado, que anteriormente se desaprovechaba vertiéndolo a la atmosfera.

Con este sistema de recuperación de calor, se obtiene un calor aproximado de 308.000 KWh/mes. A este calor se le dieron dos nuevos aprovechamientos, uno destinado a la calefacción y ACS, y el otro, mediante unas instalaciones en desuso existentes, para su utilización en el desgasificador. El calor sobrante no utilizado en estos procesos, se almacena en forma de agua condensada a 80°C en un taque de almacenamiento denominado Make Up.



ANEJO N°3:
ALCANCE Y OBJETO DEL PROYECTO



INDICE DE CONTENIDOS

3. ALCANCE Y OBJETO DEL PROYECYO



3. ALCANCE Y OBJETO DEL PROYECTO

El proyecto se realizará en la fábrica de neumáticos Bridgestone S.A localizada en Puente de San Miguel (Cantabria), el cual consiste en aprovechar el vapor residual de alta calidad procedente de la descarga de las prensas del vulcanizado de neumáticos, y darle un aprovechamiento.

El nuevo uso que se quiere dar calor almacenado, será substituir la calefacción eléctrica de los hornos secundarios de rodados, por una calefacción que utilice el calor residual para calefactar dichos cuartos.

El objeto de este proyecto consiste en reducir los costes de fabricación de neumáticos, a través de una reducción del consumo eléctrico, mediante la utilización de la energía almacenada en forma de agua caliente totalmente gratuita.

El alcance del proyecto consistirá en calcular la demanda de calor que requieren dichos cuartos, así como el consumo eléctrico que genera actualmente, así como el ahorro que supondrá la utilización de esta nueva fuente de energía.

Además, se realizará un presupuesto de los materiales que se utilizaran para realizar dicho cambio, tales como tuberías, aislantes, modificaciones en equipos ya existentes, con el fin de calcular la inversión necesaria para realizar el proyecto, así como el periodo de retorno del mismo.

Por lo tanto, los objetivos se pueden resumir en:

- Análisis de los requisitos térmicos de los hornos de rodados
- Calculo del ahorro energético al reducir el consumo eléctrico.
- Calculo, dimensionamiento y diseño de una instalación de calefacción por el empleo de la aerotermia.



- Elaboración de un presupuesto y cálculo de la inversión y amortización del proyecto.



**ANEJO Nº4:
SITUACION**



INDICE DE CONTENIDOS

4. SITUACION



4. SITUACION

La fábrica Bridgestone S.A esta localizada al norte de España, en la Comunidad Autónoma de Cantabria, concretamente en la localidad de Puente San Miguel, capital del municipio de Reocín. Actualmente, es el núcleo de mayor población del municipio, con 3200 habitantes en el año 2014.

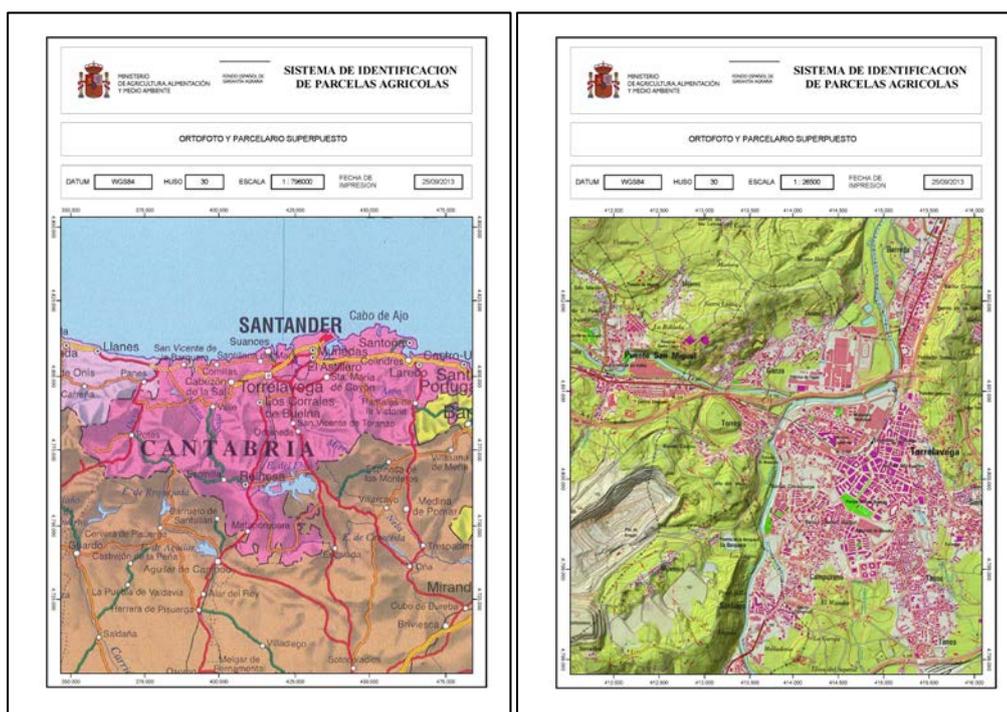


Gráfico 11 - Situación geográfica general. (Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.) Emplazamiento municipio de Reocín. (Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.)

A su vez, el municipio de Reocín, forma parte de la denominada Comarca del Besaya, cuya capital es Torrelavega. La Comarca del Besaya, es una de las tres grandes zonas industriales de Cantabria, en la cual, están establecidas grandes empresas internacionales, como Solvay ubicada en Polanco, SNIACE(Sociedad nacional de industrias aplicaciones celulosa), Armando Álvarez S.A ambas ubicadas en Torrelavega, o la propia Bridgestone S.A , situada a las afueras de Puente de San Miguel.



Grafico 12 - Emplazamiento de Fábrica Bridgestone S.A. (Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.)

En lo referente a las vías de comunicación, la fábrica está situada al margen de la carretera nacional N-634 que une Santiago de Compostela - Oviedo - Llanes - Torrelavega - Bilbao - San Sebastián, y a apenas un kilómetro de las dos autovías que atraviesan la Comunidad Autónoma; la “Autopista del Cantábrico” E-7 / A-8 que transcurre paralela a la N – 634 por: Baamonde – Gijón - Llanes - Torrelavega - Solares - Bilbao - San Sebastián y la “Autovia Cantabria - Meseta”, A-67, que comunica Santander - Torrelavega - Reinosa - Aguilar de Campoo – Palencia.

A través de la Autovía Cantabria – Meseta, A-67, la planta de Puente de San Miguel se conecta tanto con el Puerto de Santander, a 30km, como con el Aeropuerto Seve Ballesteros – Santander, situada a 27 km.



ANEJO Nº5:
ESTUDIO DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE
CALEFACCION



INDICE DE CONTENIDOS

5. ESTUDIO DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE CALEFACCION

5.1	CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN	30
5.2	SISTEMA DE CALEFACCIÓN POR AGUA CALIENTE	36
5.3	DISTRIBUCIÓN EN LOS SISTEMAS EN CALEFACCIÓN POR AGUA CALIENTE	38
5.4	EMISORES DE CALOR MEDIANTE AGUA CALIENTE	45



5. ESTUDIO DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE CALEFACCION

Para comprender todas las alternativas que se plantean en el siguiente proyecto, es necesario realizar una introducción acerca de todas las instalaciones de calefacción, y más específicamente los sistemas de calefacción que utilizan agua como fluido caloportador.

Se denominan instalaciones de calefacción, al conjunto de aparatos o de dispositivos destinados a calentar un local o parte de él. Los sistemas de calefacción permiten controlar la temperatura del aire en los espacios con carga negativa.

5.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN

Las instalaciones de calefacción se pueden clasificar según diversos criterios. A continuación, se detallan los más utilizados en el sector de la calefacción².

- Por el grado de concentración
- Según el tipo de energía
- El tipo de emisores de calor
- La naturaleza del fluido portador del calor

Por el grado de concentración:

- Unitaria: es aquella en la que el calor se emite desde un aparato que calienta total o parcialmente el recinto.

² Fuente: Britannica Encyclopedia,



- Individual: la producción de calor se lleva a cabo por varios aparatos a diferentes locales pero que corresponden a una única unidad de consumo.
- Centralizada o colectiva: aquella que dispone de una fuente calorífica común para todo un edificio y mediante una instalación adecuada se reparte el calor por todas las dependencias y es transportado por medio de un fluido.
- Urbana: aquella en la que la central térmica se separa del edificio, ya que rebasa los límites del mismo, y es ubicada en sus proximidades, pero como edificación totalmente independiente de aquellas otras que habían de recibir calor.

Según el tipo de energía:

- Calefacción convencional: son los que emplean como fuente energética el calor de combustión de un combustible orgánico sólido, líquido o gaseoso. Según el combustible que se quema, los sistemas o instalaciones de calefacción convencional son los siguientes:
 - o Calefacción de gasoil
 - o Calefacción de gas natural
 - o Calefacción de gases manufacturados
- Calefacción eléctrica: son aquellos sistemas de calefacción donde la transformación energética de electricidad a calor sigue la Ley de Joule. Se conoce como efecto Joule el fenómeno de que una corriente eléctrica, al pasar por una resistencia, desprende calor. Se definen dos sistemas:
 - o La calefacción directa: mediante estufas, calentadores, hilo radiante, convectores o radiadores eléctricos.
 - o La calefacción por acumulación: mediante acumuladores estáticos o dinámicos de calor.



- Calefacción por energía solar: En este tipo de instalaciones la fuente térmica es directamente la radiación procedente del Sol que llega a la superficie terrestre, en la que, mediante superficies captadoras de dicha energía, es transformada en energía térmica cedida a un fluido caloportador, generalmente agua y en ocasiones aire, que o bien a través de un sistema acumulador o bien directamente la transportan hasta los locales a calentar.
- Calefacción por bomba de calor: Conocida con el nombre teórico de calefacción termodinámica, está basada en la captación de energía de bajo nivel térmico, elevando posteriormente su temperatura mediante la utilización de ciclos termodinámicos hasta niveles que permitan su empleo en instalaciones térmicas.

Según la naturaleza del fluido portador de calor:

- Calefacción por aire caliente: En el campo industrial se utilizan generadores de aire caliente independientes, que impulsan el aire a lo largo y ancho de la nave, aunque a veces también se utiliza una red de distribución de conductos de aire.

En el campo de confort se trata el aire en un equipo que dispone de un intercambiador alimentado por agua o vapor, donde se calienta el aire. Este se distribuye por una red de conductos.

La calefacción por aire caliente es poco apropiada para el calentamiento de edificios de oficinas, ya que requiere una red de canalizaciones, larga, voluminosa y compleja, que es por lo general cara y difícil de conseguir, por razones de espacio fundamentalmente.

Por el contrario, este tipo de calefacción tiene una gran aplicación en locales grandes (talleres, naves, auditorios, iglesias, etc.) obteniendo en



estos casos un rápido calentamiento del local y un costo inicial relativamente bajo.

- Calefacción por vapor: El vapor se puede considerar como el mejor fluido caloportador, debido a su elevada entalpía.

La red de circulación lleva por las tuberías vapor de agua a presión generado en la caldera, hasta los elementos denominados intercambiadores, que por lo general son radiadores empleando un ventilador para acelerar la circulación y finalmente el agua condensada que resulta es devuelta de nuevo a la caldera en donde comenzará otra vez el ciclo.

Donde tiene una mayor aceptación es en instalaciones de locales de uso intermitente, logrando llegar rápidamente al ritmo normal de funcionamiento, tales como para escuelas, iglesias, talleres, etc.

- Calefacción por agua: Es el sistema más utilizado y preferido para edificios medianos, presentando como ventajas fundamentales su sencillez de funcionamiento, su gran seguridad y su fácil regulación térmica, mediante la variación de la temperatura de la caldera.

Las fugas de agua en el sistema, sí pueden originar repercusiones secundarias de largo alcance, por ello su estanqueidad debe ser más precisa.

Es importante subrayar que el agua es una de las sustancias que tiene mayor calor específico, lo cual la hace idónea para acumular energía y para transportarla.



Según el tipo de emisor ³:

- Instalación de radiadores: es el emisor de calor más utilizado, aunque solamente emite un 20% aproximadamente de su calor por radiación y el resto básicamente por convección, por ello como mejor trabaja es aislado y libre. Su concepción es a base de elementos y columnas que definen su longitud y profundidad, siendo fabricados en materiales diversos; acero, hierro fundido y aluminio. Este elemento se tratará con mayor profundidad en los apartados posteriores.
- Instalación de convectores: El convector cede todo su calor por convección al aire que se hace circular a través de sus superficies calientes (serpentes, placas, radiadores o tubos) dándole forma a su cubrición para canalizar el aire del local y hacerle pasar forzosamente a través del foco de calor de una forma natural (convección natural) o forzada (convección forzada).



Ilustración 1 - Convector. (Fuente: www.climacity.com).

- Instalación aerotermos: Estos emisores de calor, también denominados unitermos, consisten en una batería de tubos de cobre con aletas y un ventilador helicoidal colocado detrás de la batería, emitiendo una corriente de aire que se calienta al pasar por la batería, impulsándola a salir a través

³ Fuente: Instalación y puesta en marcha de aparatos de calefacción y climatización de uso doméstico, Escrito por Francisco José Mola Morales



de unas persianas orientables en su frente, produciendo el movimiento del aire del local.

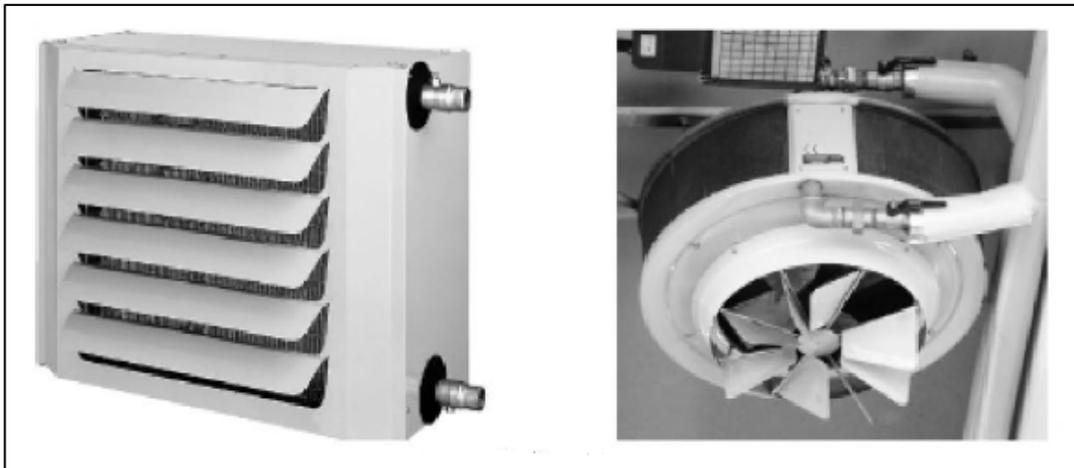


Ilustración 2 – Aerotermos. (Fuente: Instalación y puesta en marcha de aparatos de calefacción y climatización de uso doméstico, Escrito por Francisco José Mola Morales)

Los aerotermos emiten una gran cantidad de calor por unidad de volumen de aire, estando orientada su instalación al calentamiento industrial de naves y talleres. Tienen un fuerte nivel sonoro debido al ventilador y por ello no es idóneo para calefacciones de edificios de elevado confort

- Instalación de fan-coils (ventilador y serpentín): es un serpentín formando un radiador (batería) por cuyo interior circula el agua de la calefacción, y lleva incorporado un ventilador eléctrico que fuerza a pasar el aire recirculado de la habitación a caldear a través del citado radiador o batería robándole su calor.



Ilustración 3 - Fan-coils.(Fuente: www.greeaircondition.gr)



- Instalaciones de paneles radiantes: Los paneles son placas huecas de muy poco espesor, por cuyo interior circula el fluido calefactor, presentando una gran superficie de cesión del calor por radiación, y también parte por convección del aire que circula entre las placas y la pared.
- Instalaciones de tubos de aletas: Los tubos de aletas son tubos de hierro fundido o de acero rodeados de unas aletas metálicas se sección disminuyente hacia el exterior, que se calientan en su contacto con el tubo y ceden calor al aire por convección y radiación.

Se suelen combinar en una o varias filas y su utilización más corriente es en grandes locales. Su mayor inconveniente es que precisan de una limpieza periódica, para evitar que las aletas queden atascadas con suciedades y el aire no circule bien entre ellas, bajando su rendimiento.

5.2 SISTEMA DE CALEFACCIÓN POR AGUA CALIENTE

Es el sistema más utilizado y preferido para edificios medios y pequeños, así como para viviendas reducidas. Sus ventajas fundamentales son su sencillez de funcionamiento, su gran seguridad y su fácil regulación térmica, mediante la variación de la temperatura de la caldera.

La disposición de la instalación establece dos sistemas diferenciales⁴, instalación abierta e instalación cerrada:

- La calefacción abierta, es aquella en que la instalación está comunicada con la atmósfera, por su parte superior (depósito de expansión), alcanzando una temperatura máxima en el agua, de unos $90 \div 95$ °C, admitiendo que en los retornos alcanza unos 70°C de temperatura media.

⁴ Fuente: Britannica Encyclopedia

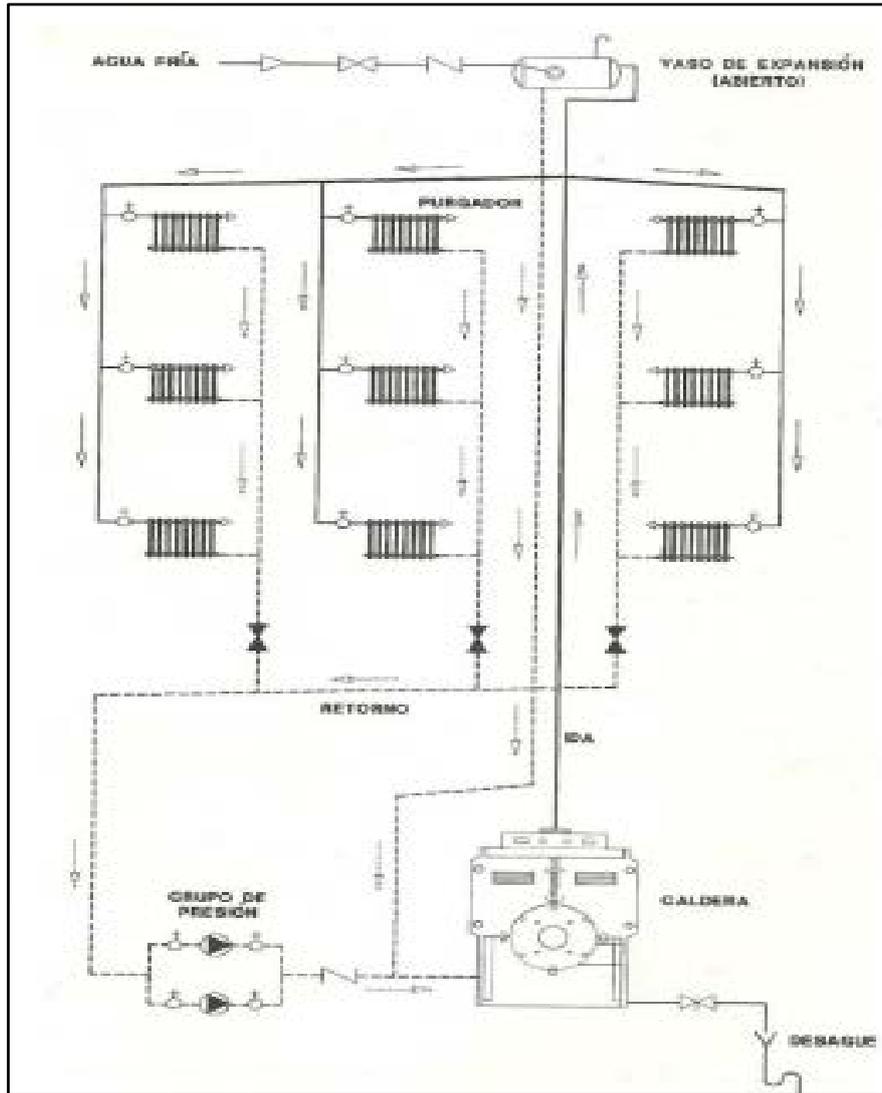


Grafico 13 - Instalación de calefacción abierta. Fuente: Britannica Encyclopedia.

- La instalación cerrada, es aquella en la que el agua no está en comunicación con la atmósfera, puede alcanzar temperaturas por encima de los 100°C, y mantiene una determinada presión interior, teniendo un rendimiento térmico superior, denominándose calefacción por agua sobrecalentada. Para su funcionamiento precisa calderas presurizadas.

El funcionamiento de los sistemas de calefacción de agua caliente comienza con la instalación llena completamente de agua, el fluido calefactor,



transporta una cantidad de calor determinada hasta las superficies de calefacción (emisores) donde ceden su calor al medio, produciendo un descenso de la temperatura, que suele ser de un salto térmico de entre 10°C y 20°C

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 retorno.

Lo mismo en la instalación abierta, que, en la cerrada, 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 manuales o automáticos.

Se dispondrá a los pies de cada columna o montante una llave de paso con grifo de vaciado y a la entrada de cada radiador una válvula de regulación, termostática.

5.3 DISTRIBUCIÓN EN LOS SISTEMAS EN CALEFACCIÓN POR AGUA CALIENTE

Al definir una instalación de calefacción por agua caliente, es preciso especificar los siguientes sistemas⁵:

- Tubería doble o única.
- Distribución superior o inferior.
- Retornos directos o invertidos.

⁵ Fuente: "Generación de Energía Térmica con Biomasa" publicado por Agencia Andaluza de la energía



- Circulación natural o forzada.

Seguidamente se procede a representar una serie de esquemas de instalaciones diferentes, destacando que no se representan todos los accesorios imprescindibles de la instalación (bombas, válvulas, purgadores, etc.), por lo que estos esquemas son simplemente orientativos o explicativos de las disposiciones relativas de los elementos fundamentales (fuente de calor, emisores y tuberías) exclusivamente. Estos esquemas, pese a que solo se representen los radiadores, se aplican igualmente para otros tipos de emisores.

- Sistema bitubular: Es el sistema normalmente utilizado, que consiste en que el agua sale de la fuente de calor 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 emisores de calor de la instalación, representando todo este conjunto de tuberías el circuito de ida y después de las salidas de los emisores de calor se constituye otro conjunto de tuberías que forman el circuito de retornos, que devuelven el agua a la fuente de calor, después de haber cedido parte de su calor en las superficies de calefacción.

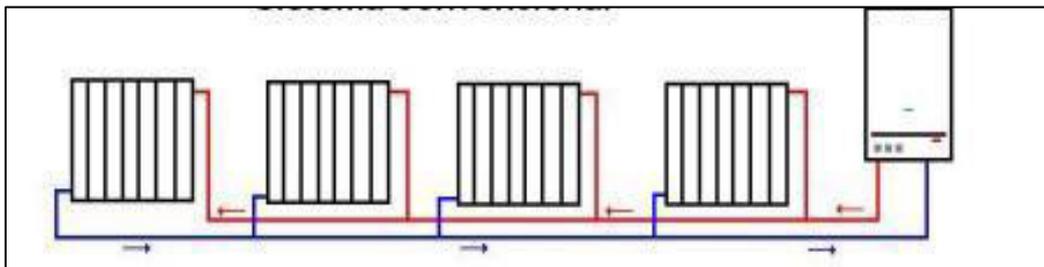


Grafico 14 - Sistema bitubular. Fuente: www.jcmielgo.com

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



- **Sistema monotubular:** Como su propio nombre indica, utiliza un solo tubo estando colocados los emisores de calor en serie, y la salida o retorno del agua de un radiador alimenta al siguiente y así sucesivamente

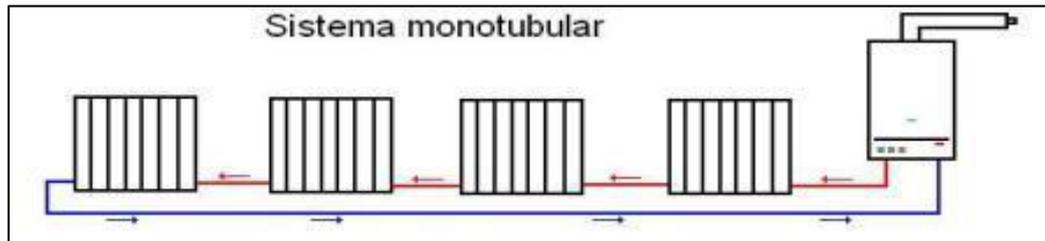


Grafico 15 - Sistema monotubular. Fuente: www.jcmielgo.com

El sistema precisa de unas válvulas especiales, que regulan el caudal de paso hacia el emisor de calor, haciendo que una parte, variable, pase a éste y desviando el resto del caudal, junto al retorno del radiador, hacia el cuerpo emisor siguiente.

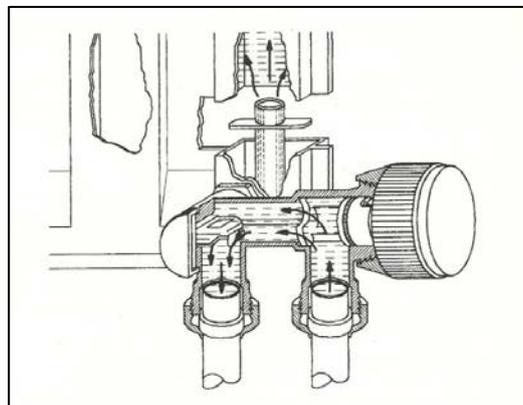


Grafico 16 - Válvula monotubo. Fuente: www.construnario.com

Este sistema, se suele utilizar en edificios de gran altura y en instalaciones realizadas en viviendas ya construidas, que no se habían dotado de instalaciones de calefacción (rehabilitaciones).



Fundamentalmente se utiliza en instalaciones de alta temperatura ya que como acaba de verse el agua se va enfriando al pasar sucesivamente por los distintos calefactores y al no ir a alta temperatura se produciría un enfriamiento inaceptable para las instalaciones de media o baja temperatura, que podría llegar a provocar graves averías en el generador de calor.

El sistema presenta las siguientes ventajas:

- Sencillez y economía, que se pueden cifrar en un ahorro del 30% en material y de un 50% en mano de obra.
- Posibilidad de dispersión de emisores.
- Posibilidad de colocación de anillos independientes para un emisor o grupo de emisores. Cada anillo tendrá una limitación de 15.000 Kcal/h y no más de 7 emisores.

Como inconvenientes del sistema se pueden destacar los siguientes:

- Dificultad para un reparto uniforme del calor, lo que obliga a corregir la potencia calorífica de los emisores, para compensar que los que están colocados los primeros (próximos a la fuente de calor), emitan más calor que los últimos, a los que les llega el agua más fría.
- Un cálculo más riguroso de las pérdidas de carga de la instalación, para que el agua circule sin interferencias en todos los circuitos, sin que unos estén en posición más ventajosa que otros desde el punto de vista térmico.
- Distribución superior: En este sistema el distribuidor principal, está situado en la parte más alta de la instalación, teniendo un montante principal ascendente, que eleva el agua desde la caldera hasta el distribuidor, el



cual reparte el agua hasta las columnas, que alimentan a los emisores, las cuales son todos descendentes

El sistema permite una circulación del agua muy activa y rápida, siendo muy adecuado para instalaciones de gran extensión horizontal y para la circulación por gravedad. Sin embargo, la ubicación del distribuidor en la parte superior del inmueble, origina problemas de instalación y por lo general, tiene más pérdidas caloríficas.

- Distribución inferior: Se dispone el distribuidor principal en la parte baja de la instalación, desde donde parten los montantes ascendentes hasta los emisores de calor. Los extremos superiores de los montantes, se suelen conectar al depósito de expansión sirviendo como tuberías de purga para la eliminación del aire de la instalación

Este sistema es el más utilizado cuando la caldera va colocada en los sótanos del edificio, teniendo una disposición y un montaje totalmente racionales, es menos costosa y la ubicación del distribuidor en las zonas próximas a la caldera origina menos pérdidas de calor.

- Distribución horizontal: Como puede observarse en la, la instalación consiste en una o varias columnas ascendentes, que actúan como distribuidoras a la red horizontal de cada una de las distintas viviendas; estas columnas pueden ir conectadas al vaso de expansión de la instalación, en el caso de instalaciones abiertas, siempre y cuando no exista ninguna válvula que pueda cerrar el circuito de seguridad; los retornos de cada vivienda se unen a las columnas descendentes que actúan de colector cerrando el circuito.

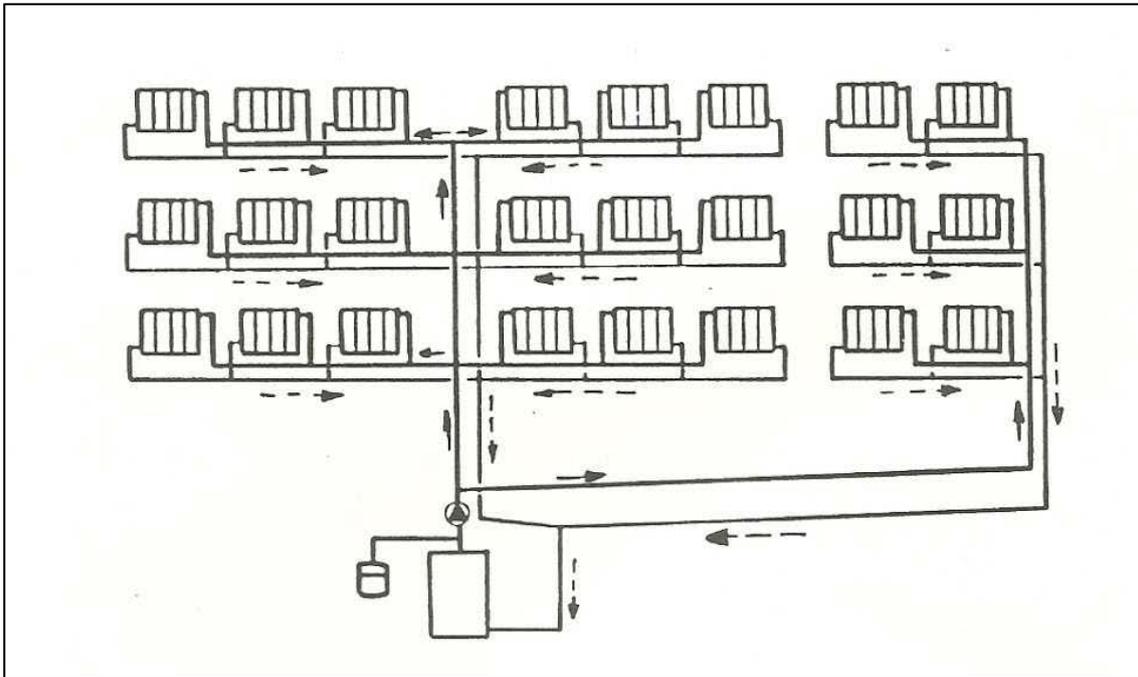


Grafico 17 - Distribución horizontal. Fuente: www.cnoms.es

- Retornos directos: Son aquellos en que la longitud de la tubería de ida y la de los retornos de cada radiador es sensiblemente igual, siendo en cambio los recorridos de tubería de un emisor de calor con respecto a otro muy distintos, con lo que, para un mismo diámetro de tubería, las pérdidas de presión serán tanto mayores cuanto más alejado de la caldera se encuentre el radiador, con lo que el primero de ellos (respecto a su situación relativa con la caldera), recibirá mayor cantidad de agua y a mayor temperatura que el siguiente, y así sucesivamente, dando como resultado una desigualdad importante en las emisiones caloríficas.

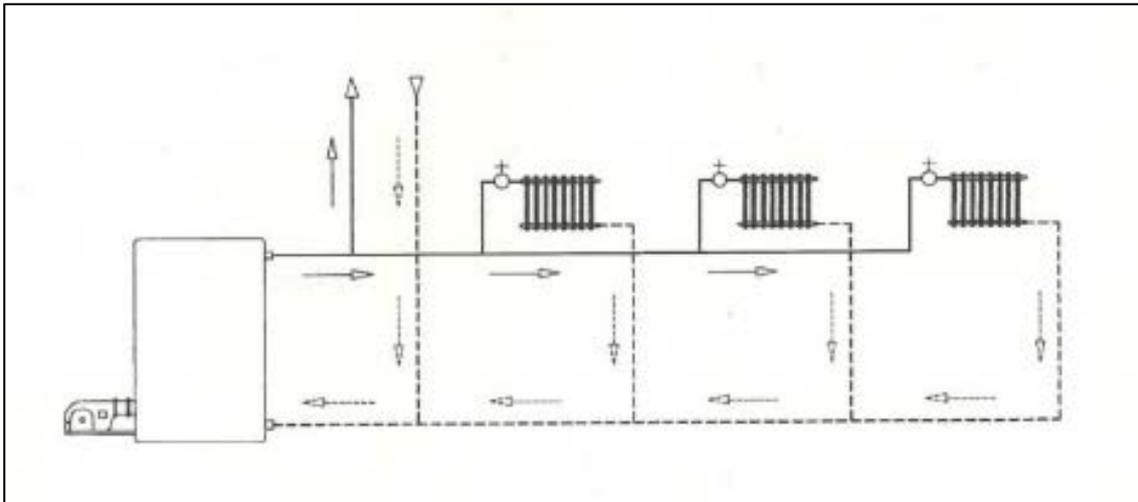


Grafico 18 - Retorno directo. Fuente: www.idae.es

- Retornos invertidos: Para paliar esta desigualdad en el funcionamiento de los emisores de calor, se disponen los retornos invertidos consiguiendo que el recorrido de agua en la alimentación y en el retorno a la caldera, sea aproximadamente el mismo para todos los emisores, compensando la corta longitud en las idas con las más largas de los retornos, de esta forma, las pérdidas de carga en las tuberías, para las mismas secciones se igualan, recibiendo todos los emisores de calor la misma cantidad de agua, y por tanto de calor, en tiempos sensiblemente iguales.

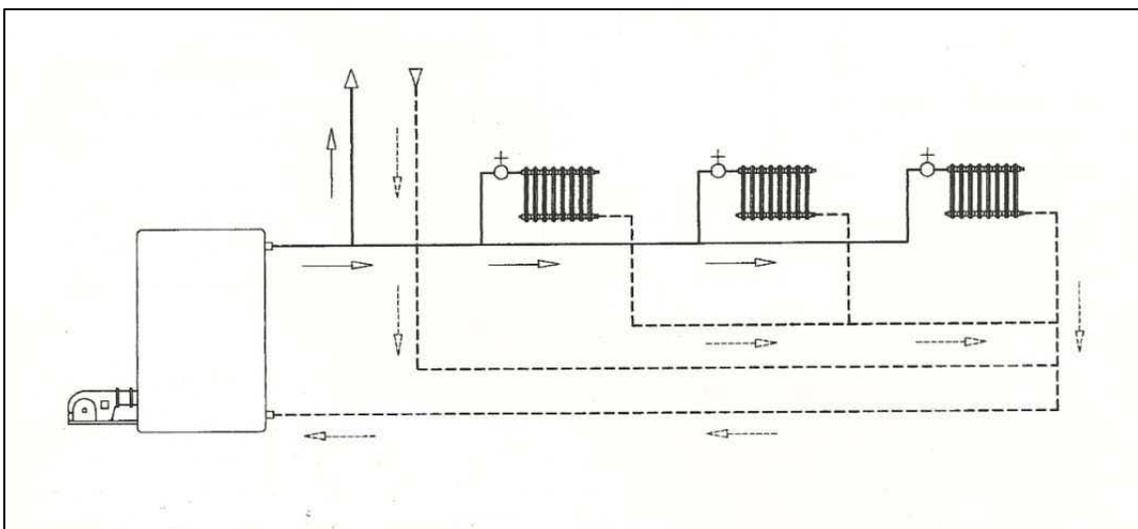


Grafico 19 - Retorno invertido. Fuente: www.idae.es



5.4 EMISORES DE CALOR MEDIANTE AGUA CALIENTE

Los radiadores son por excelencia, el emisor de calor más conocido e instalado en los espacios que requieren calefacción. Los radiadores de una instalación de calefacción por agua caliente son superficies emisoras destinadas a proporcionar, al ambiente de los locales, el calor suficiente para obtener y mantener la temperatura de confort elegida, siendo el calor total cedido la suma de la convección y la radiación. Sin embargo, aunque se mantenga el nombre de radiador a efectos comerciales, técnicamente sería más adecuado llamarles convectores, puesto que solamente emite un 20% aproximadamente de su calor por radiación y el resto básicamente por convección.

La transferencia de calor desde el agua caliente que circula por el interior del emisor de calor al local depende de las temperaturas del agua y del local. Recordemos que el calor se transmite por convección, conducción y radiación y que las tres formas tienen lugar en la transmisión de calor de los emisores. En primer lugar, el agua que circula en su interior transfiere su calor a la pared metálica por convección. Una vez que el calor ha llegado a la pared metálica debe atravesarla y lo hace por conducción. Desde la superficie metálica exterior el calor pasa al local por convección y radiación.

Es conveniente situar los radiadores en las zonas más frías del local; bajo ventanas, en la parte inferior de muros exteriores, etc., para conseguir una temperatura de confort homogénea en todo el local a calentar.

De acuerdo con su forma constructiva⁶, pueden clasificarse en radiadores de elementos y radiadores planos (paneles o placas calefactoras). Según el tipo considerado y la situación del aparato en el local, pueden emitir entre un 10% y un 30% de su potencia calorífica mediante el mecanismo de radiación.

⁶ Fuente: Instalación y puesta en marcha de aparatos de calefacción y climatización de uso doméstico, Escrito por Francisco José Mola Morales



Aunque por tradición relacionamos el término radiador con el construido en hierro fundido, bajo la misma denominación se encuentran los elementos de tubos, los de tubos aleteados, los paneles y los radiadores.

Los radiadores de elementos han sido y siguen siendo los más utilizados en la calefacción por generación indirecta mediante agua o vapor. Reciben este nombre por estar constituido por un conjunto de varios elementos iguales entre sí, ensamblados por procedimientos mecánicos o bien por soldadura. Los radiadores de elementos existentes en el mercado se construyen, principalmente, con hierro fundido, aluminio o plancha de acero.

- Elementos de tubos y tubos aleteados: Los elementos de tubos lisos, en ejecución en acero o en aluminio, están contruidos por dos colectores entre los que se intercalan los tubos. Los radiadores de tubos aleteados están contruidos por tubos a los que para aumentar su superficie se les ha dotado de aletas y están prácticamente en desuso.
 - o Radiadores tubulares: Los radiadores fabricados con tubos de acero soldado tienen un espesor constante en los tubos y colectores de hasta 6 mm de espesor. La soldadura de los tubos es controlada en su totalidad por campos magnéticos de inducción. Se forman los radiadores cortando los tubos a medida y soldándolos. Se realiza la prueba de presión uno por uno.
 - o Radiadores de tubos aleteados: Los radiadores formados por tubos de aletas, utilizan principalmente el principio de la transmisión de calor por convección, ya que su aspecto estético obliga a ocultarlos tras una envolvente apropiada que impide la radiación
- Radiadores de hierro fundido: Tiene excelente resistencia a la corrosión y están contruidos por elementos (de dos, tres y hasta seis columnas) que se acoplan entre sí mediante manguitos roscados y juntas de



estanqueidad. El número de elementos puede ampliarse o reducirse para adoptarlos a la potencia calorífica deseada.



Ilustración 4 - Radiador de hierro fundido. Fuente: www.baxiroca.com

Este tipo de radiadores son los más duraderos y fiables, teniendo como posible inconveniente su gran inercia térmica, lo que conlleva periodos más largos de puesta a régimen que otros tipos de radiadores.

Una de sus mayores ventajas es la de poder ampliar sus elementos, aumentando así la superficie de calefacción

- Radiadores de chapa de acero: Se fabrican con chapa fina, calidad de embutición, sin cascarilla, de 1,25 mm de espesor. Por ello, son mucho más ligeros que los de fundición, teniendo, por tanto, menor masa y una menor inercia térmica (permitiendo una puesta en régimen mucho más rápida), por el contrario, su resistencia a la corrosión es inferior a la



fundición y en consecuencia también su duración es menor.



Ilustración 5 - Radiador de chapa de acero. Fuente: www.baxiroca.com

- Radiadores de aluminio: Son muchísimo más ligero que los de acero y fundición, debido a la baja densidad de este metal respecto a los anteriores. Tienen muy poca inercia térmica, idóneos para calefacciones de puesta en régimen rápidas, y son bastantes resistentes al agua, pero no a las sales. Trabajan principalmente por convección ya que el aluminio tiene un coeficiente de radiación muy bajo.

Los radiadores de paneles o placas calefactoras están formados por dos chapas de acero estampadas, soldadas eléctricamente por puntos, que al unirse forman unas columnas por las que circula el agua, determinando así una superficie calefactora de muy poca profundidad y de gran área. A veces, se añade una superficie adicional para aumentar la emisión de calor por convección al aire desde la cara posterior y en ese caso se suele denominar paneles convectores.



Ilustración 6 - Radiador de aluminio. Fuente: www.baxiroca.com

Mientras los radiadores clásicos por elementos o planos no trabajan a más de 90°C, los emisores a baja temperatura, suelo radiante o columnas calefactoras se alimentan a temperaturas no superiores a 50°C, lo que los hace apto para instalaciones de energía solar o de bomba de calor

Los paneles radiantes, se definen por su forma, distinguiéndose tres clases fundamentales, panel plano, panel convector y panel tubular.

- El panel plano: presenta su cara exterior totalmente plana y se integra muy fácilmente con la decoración de las paredes.
- El panel convector: consta de acanaladuras (chapas grecadas) y facilita la circulación del aire, proporcionando mayores rendimientos pudiendo ser simples o múltiples. Para mejorar su emisión calorífica sin perjudicar la estética, se suelen añadir en la parte posterior elementos ondulados; la parte frontal emite calor esencialmente por radiación, mientras que la parte posterior lo hace por convección.
- El panel tubular: especialmente diseñado para grandes paramentos está constituido por tubos de gran longitud soldados a una chapa soporte



Los aerotermos o unitermos son unidades compactas para calefacción por proyección forzada de aire a través de una batería de intercambio de calor, alimentada por agua caliente. Son los emisores de calor más adecuados para calefactar grandes locales como naves industriales, almacenes, garajes, pabellones deportivos, etc.

Las principales características de los unitermos empleados en esta instalación son:

- Están diseñados para trabajar a unas temperaturas máximas del agua y presión superiores a la de los radiadores.
- Están equipados con baterías de intercambio de calor fabricadas en cobre-aluminio.
- Tienen aletas orientables para dirigir el chorro de aire.



ANEJO N°6:
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO



INDICE DE CONTENIDOS

6.DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCTIVO

6.1	MEZCLADO	55
6.2	CALANDRADO	57
6.2.1	CALANDRADO DE CINTURÓN Y CAPA.....	57
6.2.2	CALANDRADO DE REVESTIMIENTO INTERIOR.....	58
6.3	TUBULADO	58
6.4	PROCESO DE CONSTRUCCIÓN	59
6.4.1	ARMADO CONVENCIONAL.....	59
6.4.2	ARMADO RADIAL.....	60
6.5	VULCANIZACIÓN	61
6.6	INSPECCIÓN DEL NEUMÁTICO	61



6. ESTUDIO DEL PROCESO PRODUCTIVO

El proceso productivo de la fabricación de un neumático, consta de seis pasos principales. En el Grafico 20 podemos observar un esquema donde se muestran todos los pasos desde la obtención de las materias primas hasta el acabado final del neumático

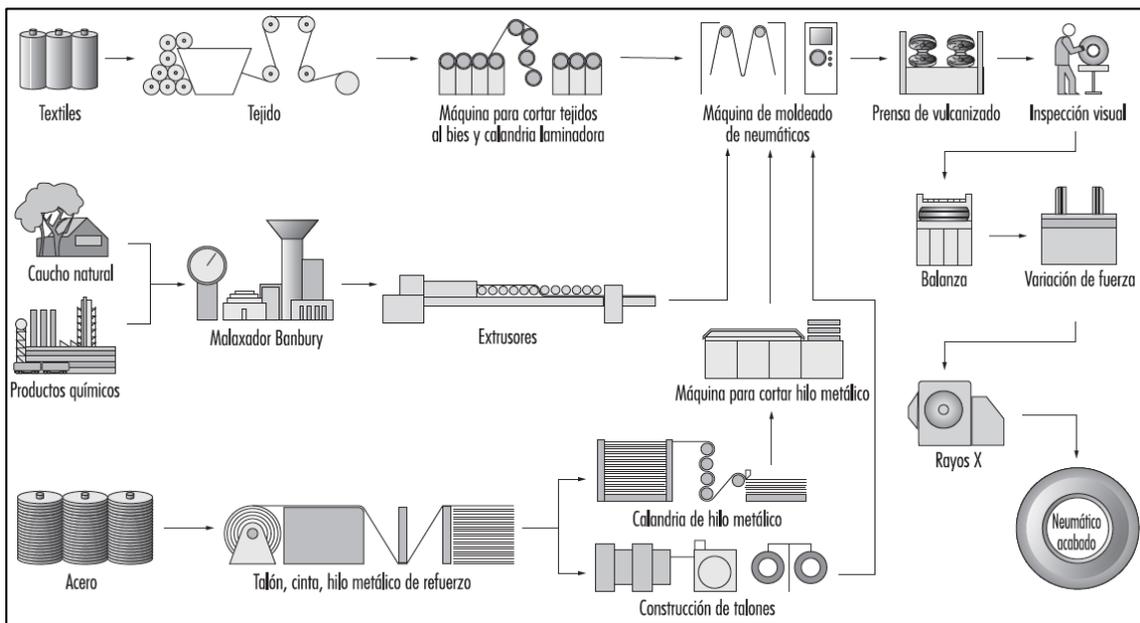


Grafico 20 - Proceso productivo fabricación de un neumático. (Fuente: Enciclopedia de Salud e Higiene en el trabajo.)

Para comprender el proceso productivo, es necesario definir todas las partes de las que consta un neumático. En el Grafico 21 podemos observar las partes de las que consta un neumático de tipo radial.

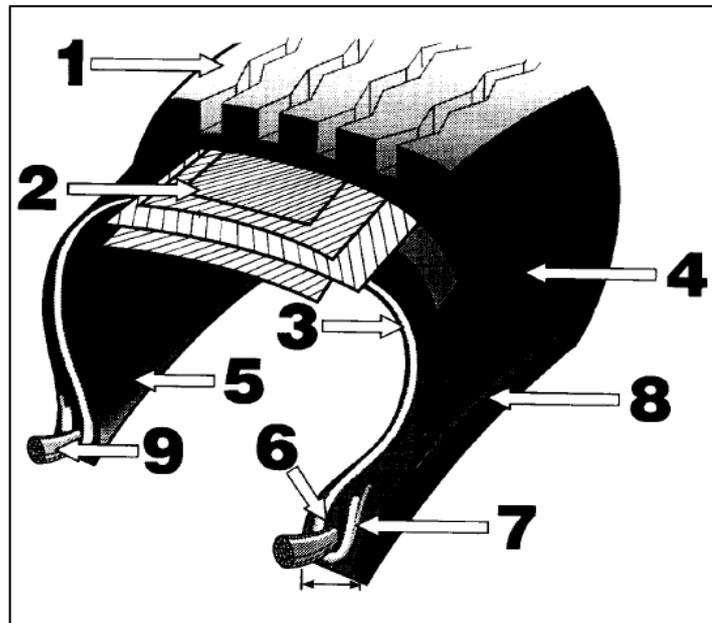


Grafico 21 - Sección transversal de un neumático radia. (Fuente: Guía de análisis de condiciones para llanta radial. The Maintenance Council. U.S.A

1 Banda de rodamiento: Esta parte, generalmente de caucho, proporciona la interfase entre la estructura de la llanta y el camino. Su propósito principal es proporcionar tracción y frenado.

2 Cinturón (Estabilizador): Las capas del cinturón (estabilizador), especialmente de acero, proporcionan resistencia a al neumático, estabiliza la banda de rodamiento y protege a esta de picaduras.

3 Capa radial. La capa radial, junto con los cinturones, contienen la presión de aire. Dicha capa transmite todas las fuerzas originadas por la carga, el frenado, el cambio de dirección entre la rueda y la banda de rodamiento.

4 Costado (Pared): El caucho del costado (pared) está especialmente compuesto para resistir la flexión y la intemperie

5 Sellante: Una o dos capas de caucho especial (en neumáticos sin cámara) preparado para resistir la difusión del aire. El sellante en estos neumáticos reemplaza la función de las cámaras.



6 Relleno: Piezas también de caucho con características seleccionadas, se usan para llenar el área de la ceja (talón) y la parte inferior del costado (pared) para proporcionar una transición suave del área rígida de la ceja, al área flexible del costado.

7 Refuerzo de la ceja (talón): Es otra capa colocada sobre el exterior del amarre de la capa radial, en el área de la ceja, que refuerza y estabiliza la zona de transición de la ceja al costado.

8 Ribete: Elemento usado como referencia para el asentamiento adecuado del área de la ceja sobre la llanta

9 Talón: Es un cuerpo de alambres de acero de alta resistencia utilizado para formar una unidad de gran robustez. El talón es el ancla de cimentación de la carcasa, que mantiene el diámetro requerido de la llanta.

6.1 MEZCLADO

Los dos ingredientes más importantes en un compuesto de caucho son el caucho y el material de relleno. En función del uso que se le dará al neumático, se elegirá uno o más tipos de caucho, junto con el tipo y cantidad del material de relleno a derretir con el caucho.

En general, existen cuatro tipos principales de caucho que se utilizan: caucho natural, caucho de butadieno estireno (SBR, su sigla en inglés), caucho polibutadieno (BR, su sigla en inglés) y caucho isobuteno-isopropeno (y caucho de isobuteno-isopropeno halogenado). Los primeros tres se utilizan principalmente como compuestos de la banda de rodamiento y de la cara, mientras que el caucho isobuteno-isopropeno y el caucho isobuteno-isopropeno halogenado se utilizan mayormente para el revestimiento interno o la parte interna que mantiene el aire comprimido dentro del neumático.



Los materiales de relleno más populares son el negro de carbón y el sílice. Otros ingredientes que también se utilizan en el procesamiento del neumático son agentes antioxidantes, plastificantes y agentes vulcanizantes.

Una vez que se ha determinado el compuesto, se introduce en el mezclador Bambury (una pieza sofisticada de equipo pesado con una cámara de mezclado que posee rotores en su interior). Su función principal es romper el caucho en proporciones pequeñas, los materiales de relleno y los químicos y mezclarlos con el resto de ingredientes.

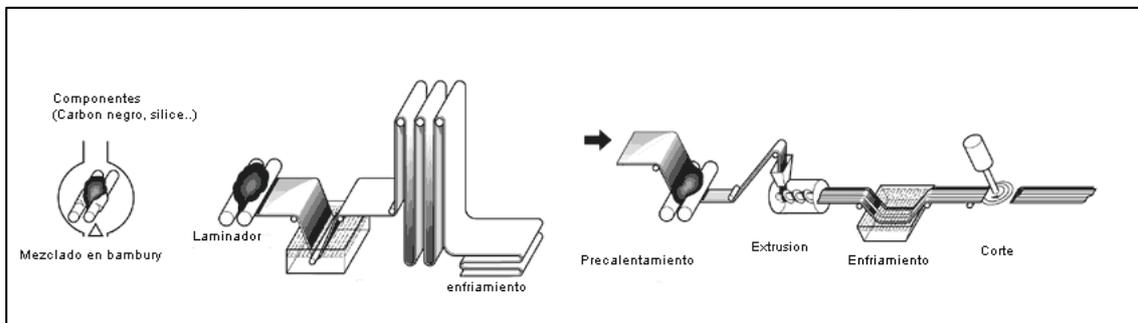


Grafico 22 - Proceso de mezclado en bambury del caucho. (Fuente: Bridgestone)

La secuencia en la cual se agregan los ingredientes es crítica, así como también la temperatura de mezclado, que puede elevarse hasta alcanzar los 160 °C – 170 °C. Si la temperatura es demasiado alta, el compuesto puede resultar dañado, de modo que la operación de mezclado por lo general se divide en dos etapas. El paquete de materiales para el curado se agrega normalmente en la etapa final del mezclado y la temperatura final de mezclado no puede exceder los 100 °C – 110 °C o se puede quemar el material.

Una vez finalizado el ciclo de mezclado con el equipo Banbury, el caucho se coloca en un laminador. Este proceso transforma las placas de caucho en largas láminas al pasar a través de dos cilindros que giran en dirección opuesta y a diferentes velocidades.



6.2 CALANDRADO

Dada la necesidad de los neumáticos de transportar cargas pesadas, se utilizan cordones de acero y tela en su construcción para reforzar el compuesto de caucho y proporcionar resistencia.

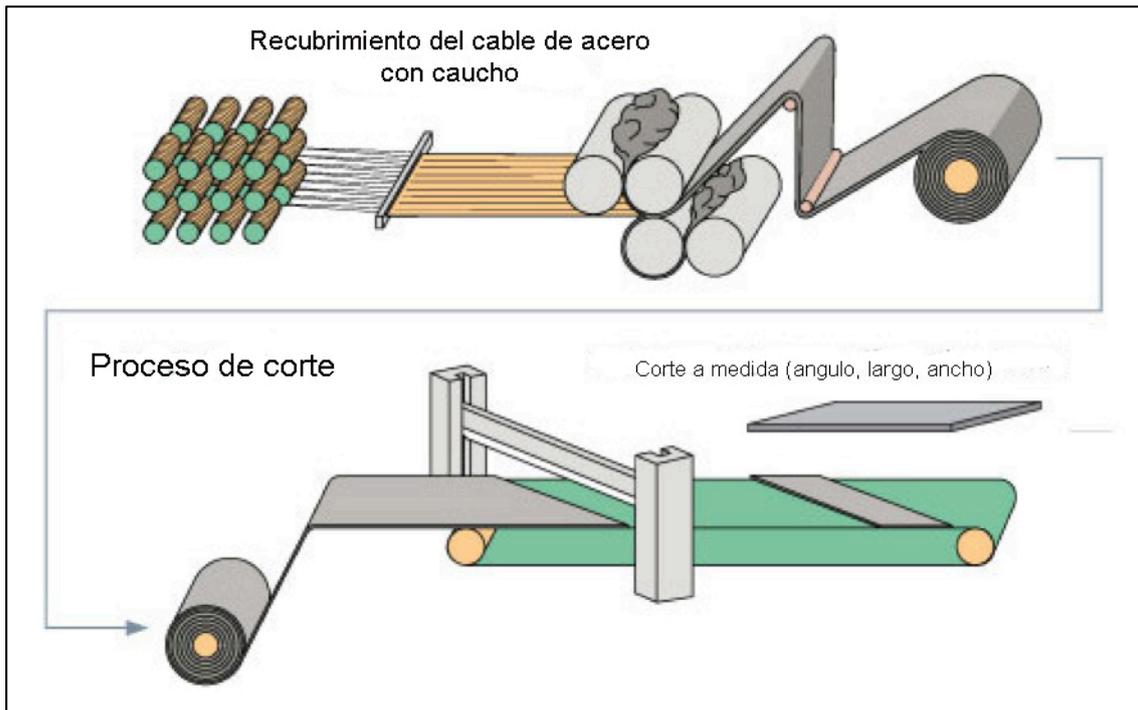


Grafico 23 - Proceso de calandrado. (Fuente: Bridgestone)

6.2.1 Calandrado de cinturón y capa

El calandrado es el proceso por el cual un trozo de tela o un cable de acero se recubren, por ambos lados, con una película de goma. Este proceso es llevado a cabo por la calandria, una máquina de condiciones extremas de operación equipada con tres o más rodillos de acero revestidos en cromo que giran en direcciones opuestas. La temperatura de rodillo se controla a través de vapor y agua. En este proceso, el compuesto de caucho se aplica a los cordones.



6.2.2 Calandrado de Revestimiento Interior

La función principal del revestimiento interior es retener el aire comprimido dentro del neumático y mantener la presión del mismo. Al ser una capa delgada, también se produce con la calandria.

6.3 TUBULADO

Los componentes de neumáticos tales como la banda de rodamiento, cara y vértice se moldean en sus formas específicas mediante tubadoras.

La extrusión o tubulado es una de las operaciones más importantes en todo el proceso de fabricación de neumáticos ya que procesa la mayoría de los compuestos de caucho producidos desde la operación de mezclado y prepara diversos componentes para la operación final de ensamblado del neumático.

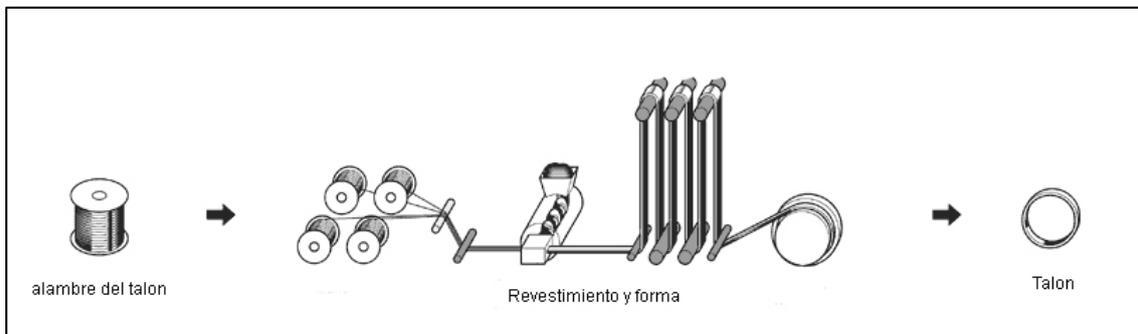


Grafico 24 - Proceso de extrusión o tubulado. (Fuente: Bridgestone)

El steelastic en un proceso de fabricación de neumáticos es un sistema del tipo tornillo que consiste principalmente en un cilindro extrusor y un cabezal extrusor. Primero, el compuesto de caucho se alimenta dentro del cilindro extrusor donde se somete a un proceso de calentamiento, mezclado y presurización. Luego, el compuesto de caucho fluye al cabezal del extrusor donde se conforma bajo presión.



6.4 PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

Es la etapa en la cual se ensamblan todos los componentes del neumático - conjuntos de cejas, cinturones para capas y revestimiento interno calandrados, secciones de banda de rodamiento y cara - para formar el “caucho verde”, definición que se le da cuando este no ha sido sometido al proceso de vulcanización.

Este proceso de construcción se divide en dos áreas dependiendo de las características particulares de la forma de ensamblaje y del tipo de producto conseguido.

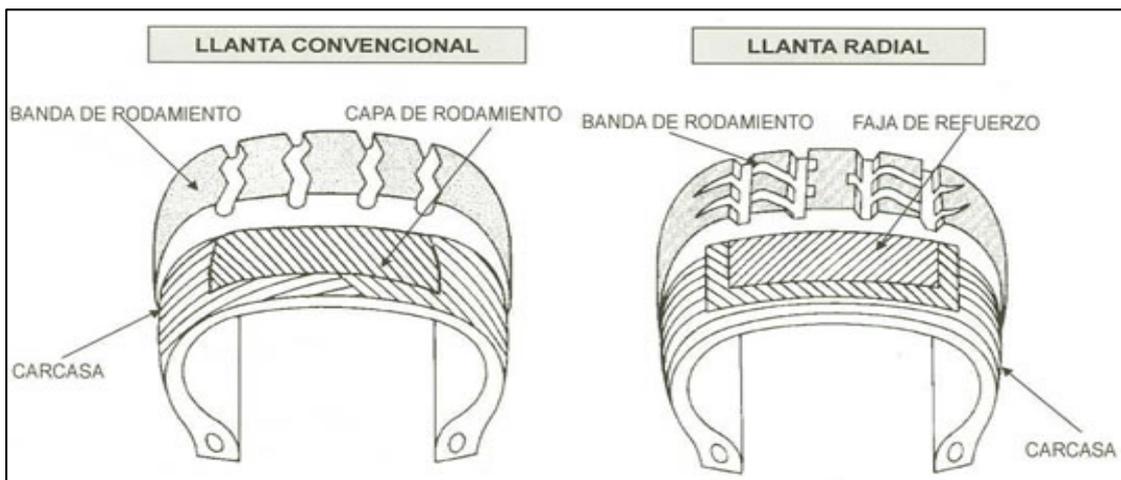


Grafico 25 - Tipos de neumáticos. Fuente (Bridgestone)

6.4.1 Armado Convencional

En el armado convencional se coloca telas de cuerpo sobre un tambor, se le acoplan los talones por ambos lados y se efectúan ciclos de máquinas a alta presión para compactar los empalmes.

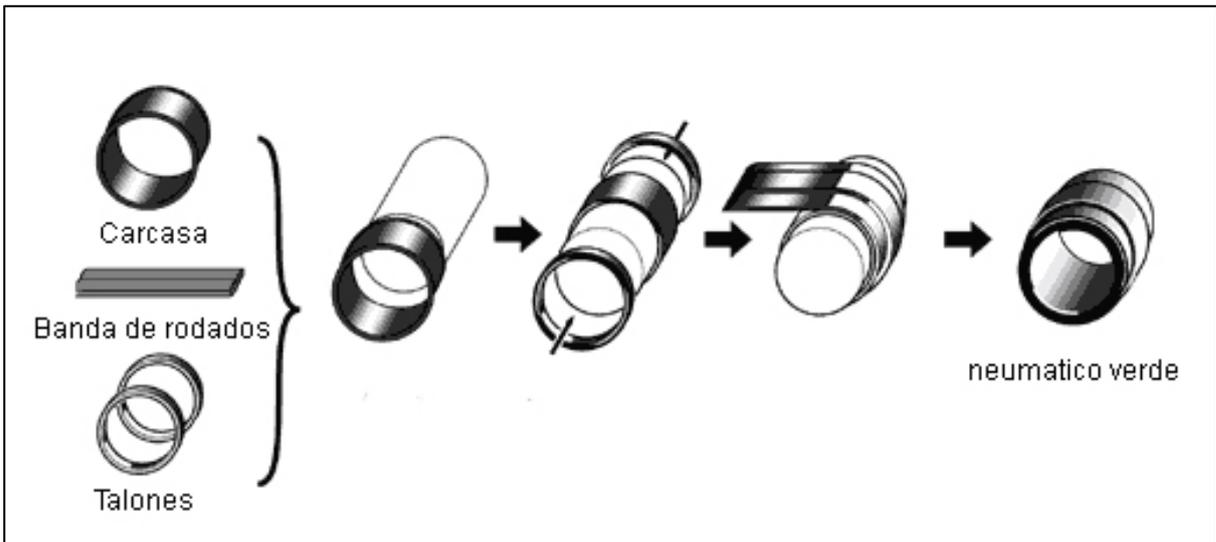


Grafico 26 - Proceso de construcción neumático convencional. (Fuente: Bridgestone)

6.4.2 Armado Radial

En el armado radial se elabora el caucho “verde” mediante la colocación de innerliner o goma impermeable, sobre la cual se superponen telas de cuerpo, se acoplan los talones y se añaden las paredes y líneas de color, de manera que, tras una serie de ciclos y tratamientos semiautomáticos, se obtiene la carcasa. Una vez obtenida la carcasa se colocan las telas estabilizadoras y rodado para finalmente darle la forma del caucho verde.

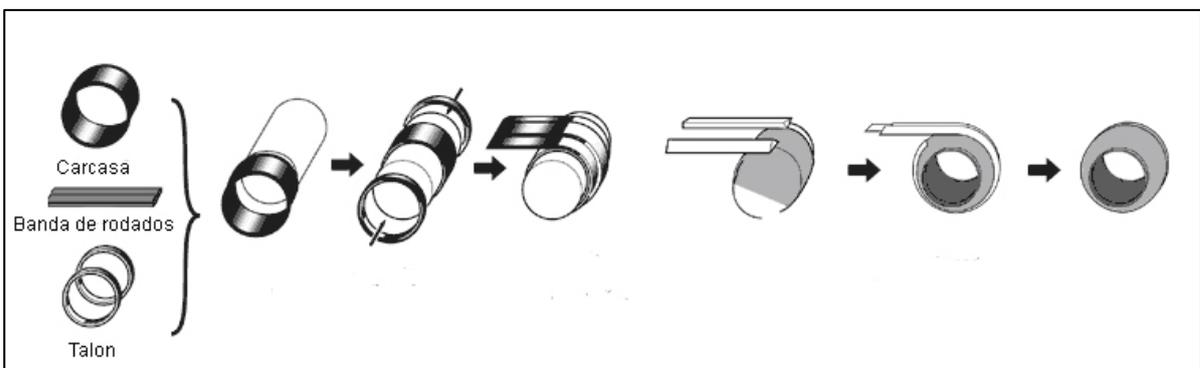


Grafico 27 - Proceso de construcción neumático radial. (Fuente: Bridgestone)



6.5 VULCANIZACIÓN

El neumático verde se lleva al molde de vulcanización y se coloca sobre una bolsa inflable de vulcanizado. La bolsa se infla para expandir la llanta y que ésta tome forma dentro del molde. La presión comprime el neumático verde, forzándola a tomar la forma del molde. Este molde conformará el diseño de la banda de rodamiento.

Durante el proceso de vulcanización, la plancha aplica calor y presión para mejorar la resistencia y elasticidad de los compuestos del caucho. La llanta, después de salir de la prensa de vulcanización, es inflada a presiones definidas, con el objeto de que al enfriarse no pierda sus dimensiones especificadas.

La vulcanización del caucho transforma un material pegajoso y flexible en otro no pegajoso, menos flexible y de larga duración.

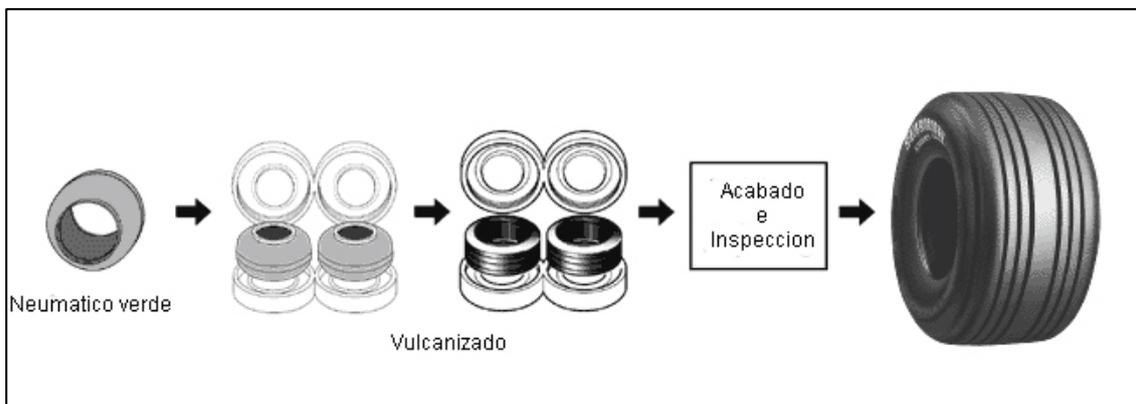


Grafico 28 - Proceso de Vulcanización. (Fuente: Bridgestone)

6.6 INSPECCIÓN DEL NEUMÁTICO

La inspección del neumático es la última etapa del proceso de fabricación del mismo. Es un importante paso en el cual se asegura la calidad tanto en desempeño como en seguridad. La inspección del neumático incluye:



- Recorte de la rebaba del molde y los micro venteos
- Inspección visual del aspecto y para la detección de defectos obvios
- Radiografiado para verificar la estructura interna y determinar la presencia de defectos
- Inspección de la durabilidad, uniformidad y equilibrio de peso del neumático
- Luego de que un neumático pasa todas estas inspecciones rigurosas, el neumático está listo para ponerse en marcha.

En el siguiente grafico se muestra el plano en planta de la fábrica de objeto de este proyecto, con la ubicación de cada uno de los procesos.



Grafico 29 - Plano en planta de la fabrica- (Fuente: Elaboracion propia).



ANEJO N°7:
ESTUDIO DEL SISTEMA DE RECUPERACION DOMOS



INDICE DE CONTENIDOS

7. ESTUDIO DEL SISTEMA DE RECUPERACION DOMOS

7.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE VULCANIZACIÓN	66
7.1.1	DESGASIFICACIÓN DEL AGUA A LA ENTRADA DE LA CALDERA	66
7.1.2	PRODUCCION DE VAPOR	68
7.1.3	VULCANIZACIÓN DE CUBIERTA.....	68
7.1.4	CICLO DE TRABAJO DE LAS PRENSAS.	70
7.2	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE DE RECUPERACION DE DOMOS	72
7.2.1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE DESCARGA DE LAS PRENSAS.....	73
7.2.2	REALIMENTACIÓN DEL VAPOR SOBRANTE AL DESGASIFICADOR.....	74
7.2.3	PRECALENTAMIENTO DEL DEPOSITO DE CONDENSADOS.....	76
7.3	DIMENSIONAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	76
7.3.1	CANALIZACIONES GENERALES.....	76
7.3.2	CAUDALES DE VAPOR EN EL INTERIOR DE LA TUBERÍA.....	76
7.3.3	CONDUCCIÓN DE VAPOR	77
7.3.4	EJECUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE PURGA.....	78
7.3.5	GOLPE DE ARIETE Y SUS EFECTOS.....	79
7.3.6	UBICACIÓN DE SEPARADORES DE GOTAS.....	81
7.3.7	INSTALACIÓN DE FILTROS.....	82
7.3.8	PURGA EN LÍNEA.....	83
7.4	EVALUACION DE ENERGIA DISPONIBLE EN LA DESCARGA DE LAS PRENSAS	84
7.4.1	MEDIDA DE CAUDAL DE VAPOR EXPULSADO POR LAS PRENSAS.....	84
7.4.2	ENTALPIA ESPECIFICA	84
7.4.3	GASTO MÁSCO MÁXIMO	86
7.4.4	GASTO MÁSCO PROMEDIO	86



7. ESTUDIO DEL SISTEMA DE RECUPERACION DOMOS

En este apartado se estudiará el sistema de recuperación domos, el cual, como ya se ha mencionado antes, es el antecedente técnico a este proyecto.

El sistema de recuperación domos, aprovecha el vapor producido en el proceso de vulcanización, con el fin de recuperar la energía en forma de calor, que previo a este sistema, se desperdiciaba vertiéndolo a la atmosfera, por lo que es necesario analizar este proceso más a fondo.

7.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE VULCANIZACIÓN

7.1.1 Desgasificación del agua a la entrada de la caldera

En la producción de vapor a alta presión se debe tener especial cuidado a las concentraciones de oxígeno y el dióxido de carbono en el agua, ya que son agentes muy activos de corrosión con respecto a los de acero al carbono, por lo que es esencial eliminarlos o en su defecto bajar sus concentraciones para evitar que se produzca corrosión. Para evitar estos efectos, es necesario llevar a cabo procesos de desgasificación.

La desgasificación puede ser llevada a cabo, químicamente (de oxígeno), o con el uso de métodos físicos (para todos los gases disueltos).

El principio de funcionamiento de los desgasificadores se basa en el hecho de que la solubilidad de los gases disueltos en el agua (O_2 y CO_2) disminuye cuando el agua está en el punto de ebullición ($100\text{ }^\circ\text{C}$ a presión atmosférica), tal como lo muestra el Grafico 30.

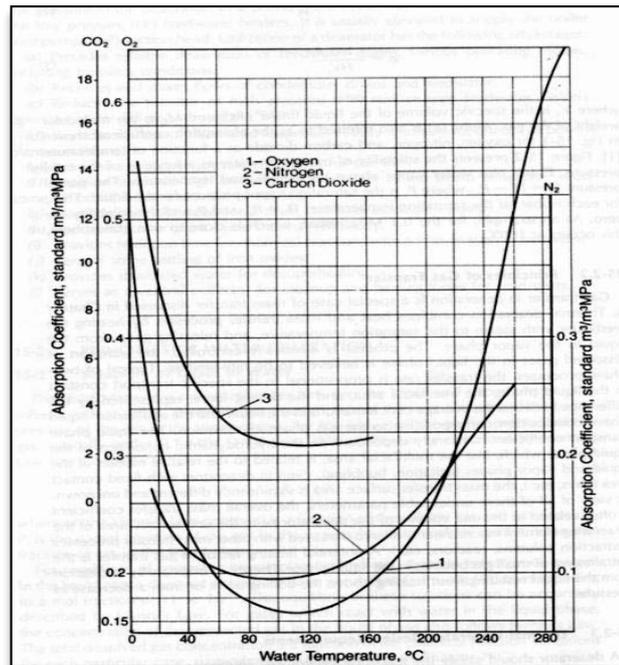


Grafico 30 - Solubilidad de los gases disueltos en función de la temperatura. (Fuente: www.Wikipedia.es)

La torre de los desgasificadores está compuesta por bandejas y/o boquillas en las que se aumenta la superficie del agua alimentada, formando cascadas o atomizándola para favorecer la liberación de los gases disueltos.

El agua que desciende por la torre es calentada hasta la temperatura de ebullición por vapor alimentado en contraflujo. La cantidad de vapor alimentada a la base del desgasificador es controlada por una válvula reductora de presión, encargada de mantener la presión de ebullición del agua.

También cuenta con una válvula termostática que controla la cantidad de vapor alimentada al estanque de almacenamiento para mantener el agua a la temperatura de ebullición.

Los gases descargados por el agua son eliminados a través del venteo existente en la parte superior de la torre.



En nuestro caso, la desgasificación del agua se lleva a cabo manteniendo el agua a una temperatura de 104,81°C (líquido saturado), y 1,2 bar de presión (presión absoluta de saturación), punto alrededor del cual se ve que la liberación de oxígeno es máxima.

7.1.2 Producción de vapor

El vapor es producido por la caldera principal, la cual está alimentada por gas natural, y transportado hasta las prensas, mediante conducciones perfectamente aisladas térmicamente para evitar pérdidas.

7.1.3 Vulcanización de cubierta

La vulcanización es un proceso mediante el cual se calienta el caucho crudo, con el fin de volverlo más duro y resistente al frío.

Durante la vulcanización⁷, los polímeros lineales paralelos cercanos constituyen puentes de entrecruzamiento entre sí (Gráfico 31). El resultado final es que las moléculas elásticas de caucho quedan unidas entre sí a una mayor o menor extensión. Esto forma un caucho más estable, duro, mucho más durable, más resistente al ataque químico y sin perder la elasticidad natural. También transforma la superficie pegajosa del material en una superficie suave que no se adhiere al metal o a los sustratos plásticos.

⁷ Fuente:http://curiosidadesenlaquimica.blogspot.com.es/p/hule-o-caucho-vulcanizacion_05.html

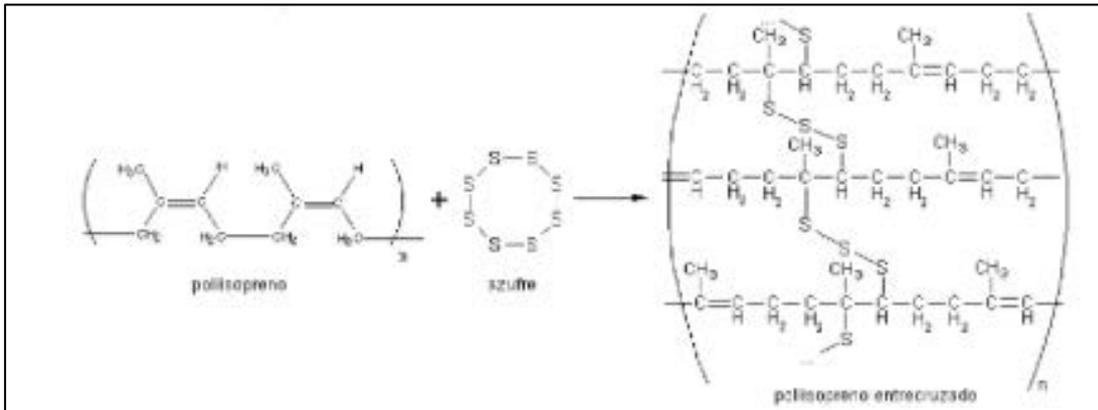


Grafico 31 - Entrecruzamiento polímeros en proceso de vulcanización: Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Vulcanizacion>

La vulcanización⁸ es un proceso de cura irreversible y debe ser fuertemente contrastado con los procesos termoplásticos que caracterizan el comportamiento de la vasta mayoría de los polímeros modernos. Este proceso irreversible define a los cauchos curados como materiales termoestables (no se funden con el calor) y los saca de la categoría de los termoplásticos (como el polietileno y el polipropileno).



Ilustración 7 - Prensas de vulcanizado. Fuente: Bridgestone

⁸ Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Vulcanizacion>



En nuestro caso particular, en el proceso de vulcanizado, se introducen los neumáticos dentro de prensas que son calentadas mediante inyección de vapor, estas cargan a una presión de 6 bar (presión absoluta) y una temperatura de 160°C (prácticamente en frontera de saturación).

En el proceso de vulcanizado, todos los condensados generados por la cesión de calor del vapor al neumático, son recogidos para su aprovechamiento en segundos procesos en la línea de condensados.

Al final del ciclo de vulcanizado, la prensa, antes de abrir para poder retirar el neumático ya tratado, descarga todo el vapor excedente a la atmosfera, en un tiempo máximo de cinco minutos, tiempo que por otra parte no se puede exceder ya que el neumático ubicado en su interior, corre riesgo de sufrir serios daños en cuanto a su calidad se refiere.

7.1.4 Ciclo de trabajo de las prensas.

Prensas con una línea de evacuación

Es la generalidad en la fábrica, prensas que, por su tamaño, en la descarga utilizan una única línea de descarga de vapor antes de su apertura. Estas prensas cargan vapor por una válvula de tres vías (con la tercera vía anulada), y otra válvula de tres vías, que en funcionamiento de la prensa descarga los condensados y que en la descarga de la prensa evacúa vapor a la línea de fumarolas.

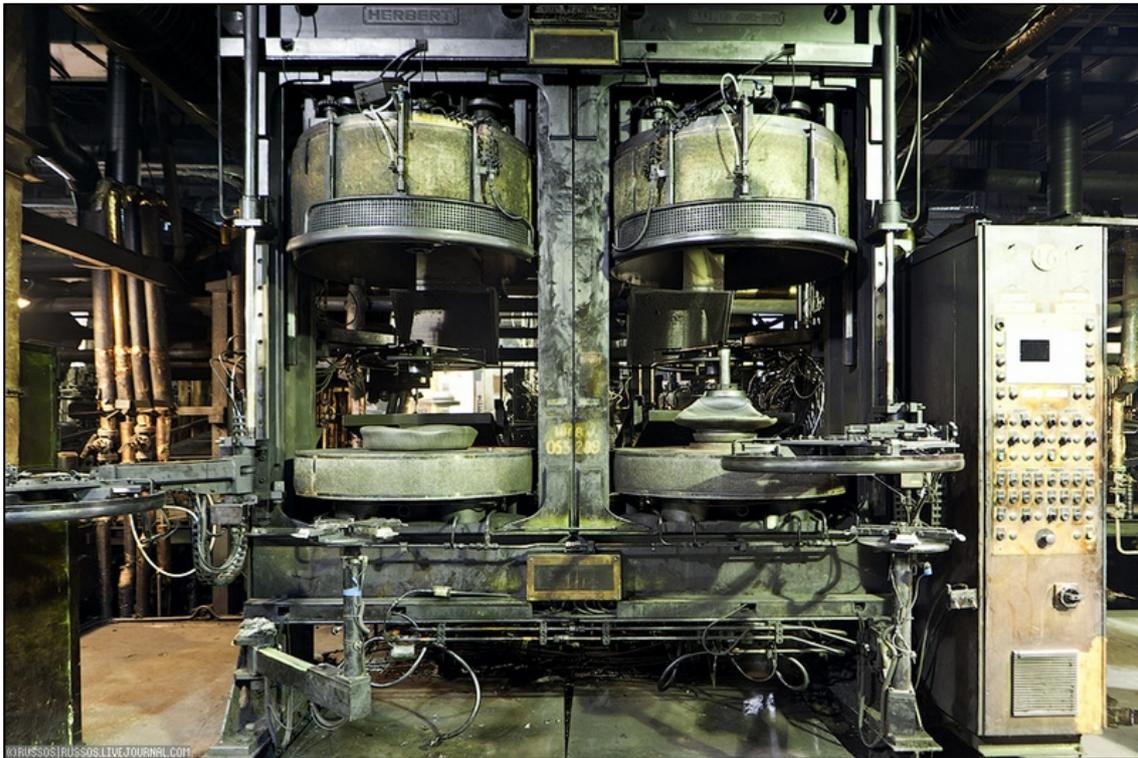


Ilustración 8 - Prensa de vulcanizado abierta. (Fuente: Firestone)

Prensas con dos líneas de evacuación

Además de la modalidad de descarga anterior, en la fábrica existe un tipo de prensas que, por su tamaño, en la descarga necesitan utilizar dos líneas de descarga de vapor antes de su apertura.

Autoclaves.

Hay dos unidades ubicadas en las instalaciones fabriles, se descargan antes de su apertura a fumarolas, lo hacen de forma semiautomática mediante una válvula de escape controlada por un sistema monitorizado.

De forma automática inician la auto descarga hasta la presión de seguridad para poder abrirlos, y de forma manual se encarga el operario de asegurar la presión en su interior.



Ilustración 9 - Autoclave. (Fuente: Bridgestone).

7.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE DE RECUPERACION DE DOMOS

El sistema de recuperación de domos utiliza una serie de canalizaciones que se corresponden con una antigua instalación de recuperación de condensados, se trata de las líneas correspondientes al Feed Water Recovery (FWR). Estas antiguas instalaciones, consiste en unas canalizaciones que están preparadas para conducir agua condensada, están totalmente ignifugadas y van a confluir a un deposito también denominado (FWR).

Este depósito tiene una capacidad de 8m³ y está totalmente ignifugado y tiene todo el sistema de seguridad en correcto funcionamiento.



Ilustración 10 - Desgasificador planta Bridgestone. (Fuente: Elaboración propia)

7.2.1 Descripción del sistema de descarga de las prensas

El sistema de expulsión de vapor reconduce este por las instalaciones de recuperación de condensados (FWR), y lo inyecta en el sistema de precalentamiento hacia el desgasificador de la caldera.

Este sistema tiene una válvula de tres vías en la salida de descarga de las prensas que reconduce el vapor que anteriormente se descargaba a la atmosfera hacia las líneas FWR existentes.

Esta descarga se lleva durante el tiempo máximo que podrá estar la prensa cerrada con el neumático en su interior, sin que sea perjudicada su calidad.



Hay un instante antes de terminar la descarga total, en el que para asegurar esta y así no afectar a su automatismo, esta válvula de tres vías conduce el vapor sobrante hacia la línea existente de fumarolas.

Se consigue de esta forma, que la máxima cantidad de la descarga de vapor, se reconduzca hacia la línea de aprovechamiento y que la apertura de la prensa sea totalmente segura.

De esta forma se convierte la descarga a fumarolas en una descarga de seguridad siendo mínima la cantidad de energía evacuada por ese medio

7.2.2 Realimentación del vapor sobrante al desgasificador

Para establecer la cantidad de vapor real canalizable hacia el sistema de aprovechamiento, después de una serie de pruebas realizadas en fábrica se dan las siguientes situaciones.

En la descarga total hasta presión atmosférica de una prensa se consiguen 20 litros de agua (20 kg).

En pruebas hechas con los autoclaves, ejecutadas sobre el desgasificador directamente, se ha conseguido llegar hasta una presión mínima antes de la descarga a fumarolas de 1,4 bar (presión absoluta).

En el caso más restrictivo hablaremos de una descarga desde 6 bar hasta 2 bar presiones absolutas, con seguridad se aprovecha una proporción de vapor mucho mayor.

En el inicio de la descarga el vapor tiene las siguientes características:



Tabla 11 - Características del vapor en condiciones de recogida a 6 Bar. (Fuente: Elaboración propia en base a tablas de vapor)

CARACTERÍSTICAS DEL VAPOR EN CONDICIONES DE RECOGIDA			
Tª (°C)	V (dm ³ / kg)	H (KJ /kg)	E (KJ / kg)
160	316,5	2758	778,2

Si se recogen 20 kg de agua el volumen contenido en la prensa será:

$$V_{ref} = \frac{316,5dm^3}{kg} \times 20Kg = 6,33m^3$$

Masa residual dentro de la prensa después de la descarga hasta 2 bar de presión:

Tabla 12 - Características del vapor en condiciones de recogida a 2 Bar. (Fuente: Elaboración propia)

CARACTERÍSTICAS DEL VAPOR EN CONDICIONES DE RECOGIDA			
Tª (°C)	V (dm ³ / kg)	H (KJ /kg)	E (KJ / kg)
140	934,9	2747,80	631,20
144,94	947,03	2758,00	634,34
160	984,00	2789,1	643,90

$$M_{residual} = \frac{6.330dm^3}{947,03dm^3/Kgr} = 6,66Kgr$$

Es decir, en el caso más restrictivo, se estarían aprovechando 14 kg de vapor real por prensada, un 70% en masa sobre el valor estimado inicialmente.



7.2.3 Precalentamiento del depósito de condensados.

Todo el vapor procedente de las prensas empleado para el precalentamiento del desgasificador, una vez que atraviesa el desgasificador, se condensa y se conduce hasta el depósito Make Up, donde se almacena a presión atmosférica a una temperatura de 80°C.

Además, cuando se alcanza un exceso de temperatura en el desgasificador, la válvula de regulación de tres vías, desvía este vapor directamente hacia el Make Up. Estos aportes de vapor, son los que mantienen la temperatura constante en el depósito, aun cuando la temperatura del agua que entra al depósito es inferior a los 80°C.

7.3 DIMENSIONAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

7.3.1 Canalizaciones generales

Las canalizaciones de conducción de vapor hasta el cruzamiento en el Feed Water Recovery (FWR) están constituidas por tubería de 6" (DN 100mm)

$$\phi = \pi \times D^2 / 4 = 7.853,99 \text{ mm}^2$$

Las secciones en las líneas de descarga de las prensas son de 1 ½", es decir DN 38mm.

$$\phi = \pi \times D^2 / 4 = 1.140,09 \text{ mm}^2$$

7.3.2 Caudales de vapor en el interior de la tubería

Tomaremos como referencia un caudal de 1000 kg/h de vapor teniendo en cuenta las condiciones mencionadas en la memoria justificativa en las que se menciona un funcionamiento.



A la presión prevista en la conducción, 2 bar (absoluta), el vapor ocupa un volumen específico de 947,03 dm³/kg.

El caudal volumétrico será:

$$Q_{vol} = 0,9473m^3 \times \frac{1000 \frac{Kg}{h}}{3600seg} = 0,263 \frac{m^3}{seg}$$

La velocidad máxima de conducción por las tuberías.

$$V_{max} = \frac{Q_{vol}}{\emptyset} = \frac{0,263 \frac{m^3}{seg}}{7.853,99 \cdot 10^{-6}m^2} = 34m/seg$$

7.3.3 Conducción de vapor.

Cuando el vapor fluye hacia un medio más frío, comienza a condensar inmediatamente. En la puesta en marcha del sistema, la cantidad de condensado será la mayor, debido a que el vapor se utiliza para el calentamiento de la tubería fría a esto se le conoce como 'carga de puesta en marcha'

Cuando la tubería se haya calentado, aún habrá condensación, ya que la tubería seguirá cediendo calor al aire que la rodea a esto se conoce por 'carga de funcionamiento'

El condensado que resulta, va a parar a la parte inferior de la tubería y es arrastrado a lo largo de ésta por el flujo de vapor y por la gravedad, debido al



gradiente en la conducción de vapor que normalmente disminuirá en la dirección del flujo de vapor.

Deberá entonces purgarse el condensado de los puntos bajos de la tubería de distribución.

7.3.4 Ejecución de los sistemas de purga.

El condensado en una tubería de vapor cuando se produce una parada y todo el flujo cesa circulará en la dirección descendente de la tubería por efecto de la fuerza de la gravedad, y se acumulará en los puntos bajos del sistema. Los purgadores, por tanto, están montados en esos puntos bajos.

Dada la cantidad de condensado que se forma en una línea de gran tamaño bajo condiciones de puesta en marcha, hay instalados puntos de purga cada 30 m a 50 m, así como en los puntos bajos del sistema.

Durante el funcionamiento normal, el vapor puede fluir por las tuberías de distribución a velocidades de hasta 145 km/h, arrastrando condensado con él. En el Grafico 32 se muestra la solución para evacuar el condensado. Consiste en una conexión 'T' (el mismo diámetro hasta 150 mm, y un diámetro inmediatamente inferior en tamaños mayores) en la tubería que actúa como un pozo de goteo. Todo el condensado cae al pozo y recorre el camino por la tubería de 15 mm hasta el purgador. Este pozo de goteo es tan importante en el sistema de purga como el purgador mismo. Observe que la boca de entrada al purgador se coloca usualmente 25/30 mm por encima del fondo del pozo para evitar que la suciedad de las tuberías pase al purgador. La parte inferior del pozo es normalmente desmontable, lo que permite que se pueda quitar la tapa inferior durante una parada para eliminar la suciedad acumulada.

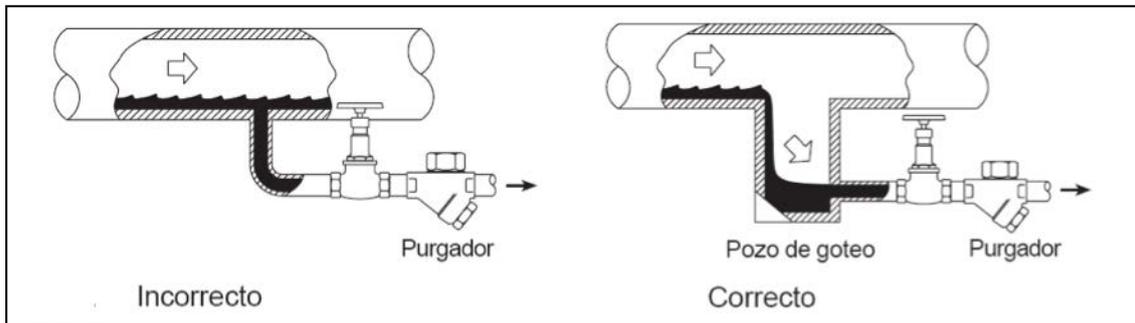


Grafico 32 - Instalación correcta del separador de purga. Fuente: Bridgestone

7.3.5 Golpe de ariete y sus efectos.

El golpe de ariete se produce cuando el condensado en lugar de ser purgado en los puntos bajos del sistema, es arrastrado por el vapor a lo largo de la tubería, y se detiene bruscamente al impactar contra algún obstáculo del sistema.

Las gotitas de condensado acumuladas a lo largo de la tubería, como se muestra en el Grafico 33 , con el tiempo forman una bolsa 'sólida' de agua que será arrastrada por la tubería a la velocidad del vapor. Estas velocidades pueden ser de 30 km/h o más. Esta bolsa de agua es densa e incompresible y, cuando viaja a una velocidad elevada, tiene una energía cinética considerable.

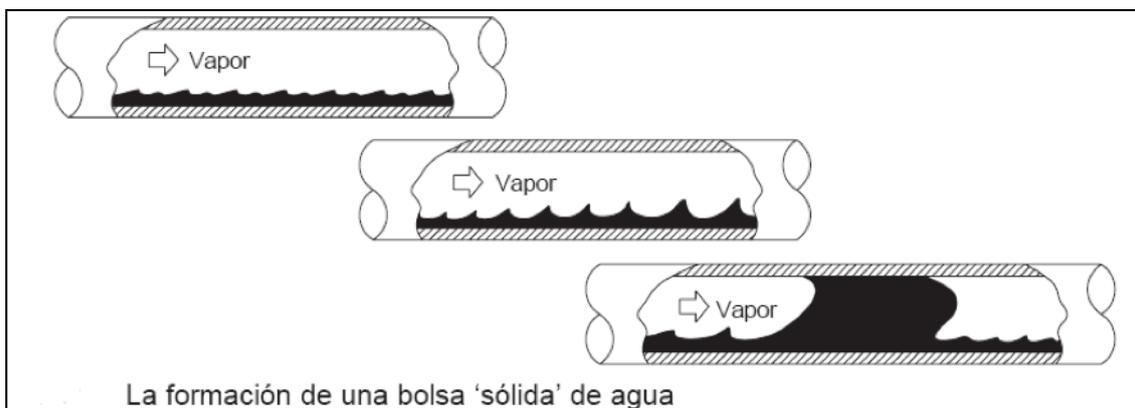


Grafico 33 - Golpe de ariete, formación de una bolsa sólida. (Fuente: Bridgestone)



Cuando se obstruye su paso, a causa de una 'T' en la tubería o una curva, la energía cinética se convierte en un golpe de presión que aplicado contra el obstáculo. (Las leyes de la termodinámica establecen que la energía ni se crea ni se destruye, se transforma).

Normalmente se produce un ruido de golpe, que puede ir acompañado del movimiento de la tubería. En casos serios, los accesorios pueden incluso romperse con un efecto casi explosivo, con la consecuente pérdida de vapor vivo en la rotura, creando una situación peligrosa.

Teniendo en cuenta que estamos ante una conducción de baja presión y temperatura, se tomará especial interés en evitar los condensados mediante sistemas de purga en los puntos más bajos de la instalación existente.

Para minimizar las posibilidades de golpe de ariete se llevaron a cabo las siguientes actuaciones:

Las líneas de vapor están montadas con una inclinación descendente en la dirección del flujo, con puntos de purga instalados a intervalos regulares y en los puntos bajos.

Las válvulas de retención se encuentran después de los purgadores, ya que de otro modo se permitiría que el condensado se introdujera de nuevo en la línea de vapor o la planta durante las paradas.

Las válvulas de aislamiento abren lentamente para permitir que el condensado que haya en el sistema pueda fluir sin brusquedades a través de los purgadores, antes de que el vapor a gran velocidad lo arrastre. Esto es especialmente importante en la puesta en marcha.



7.3.6 Ubicación de separadores de gotas.

Hay instalado un separador de gotas, cuya misión es mejorar la calidad del vapor y evitar el paso de residuos sólidos hacia la inyección de vapor.

Un tratamiento incorrecto del agua de salida de las prensas que se utilizará para inyectar en el sistema de precalentamiento, redundará en un mal funcionamiento de la instalación. En el Grafico 34 se muestra el uso de un separador de gotas para evacuar esta agua.

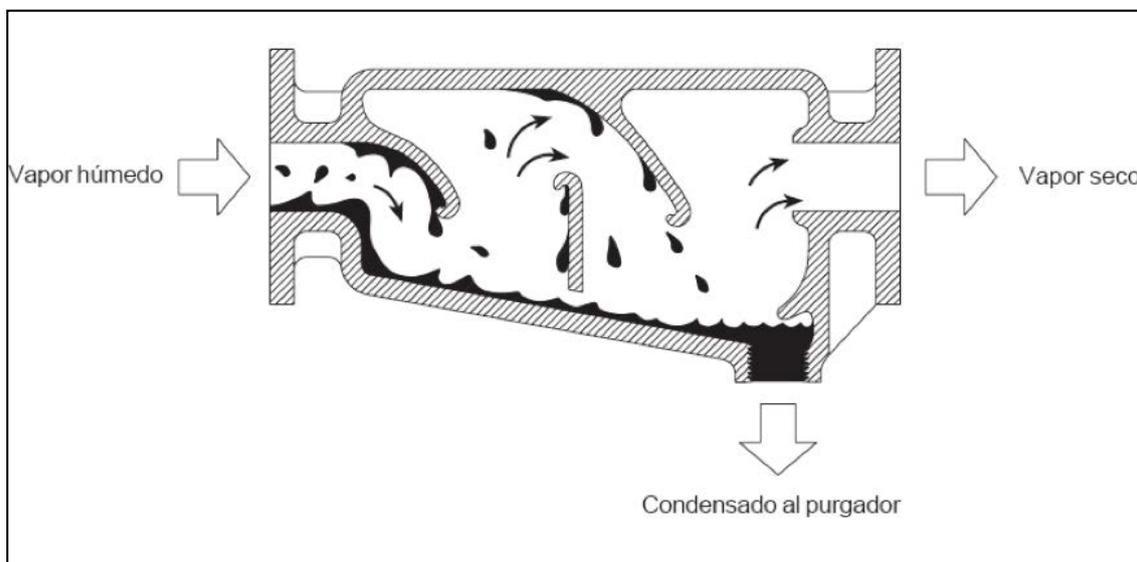


Grafico 34 - Sección típica de un separador de gotas. (Fuente: Bridgestone)

Tan pronto como el vapor sale de las prensas, próximo al sistema de inyección, parte de éste condensa para reponer el calor perdido a través de la pared de la tubería. El aislamiento reduce naturalmente las pérdidas de calor, pero el flujo de calor y el grado de condensación disminuyen hasta cierta cantidad límite, y si no se toman acciones apropiadas, estas cantidades se acumularán. El condensado formará gotitas en la pared interior de la tubería, que se unirán formando una película al ser barridas por el flujo de vapor.



7.3.7 Instalación de filtros.

Cuando se instala una tubería nueva, no es raro que queden fragmentos de arena de fundición, del embalaje, del ensamblado, virutas, varillas de soldar, e incluso tornillos o tuercas que hayan quedado dentro. En el caso de tuberías viejas, habrá óxido y en zonas de aguas duras, depósitos de carbonatos. De vez en cuando, algunas partes se romperán, soltarán y pasarán a la tubería con el vapor, para acabar en el interior de algún equipo, pudiendo atascarlo, dejándolo abierto o cerrado.

Los equipos de vapor pueden también sufrir daños permanentes al rayarse; acción cortante del vapor y el agua pasando a gran velocidad a través de una válvula parcialmente abierta. Cuando una válvula se ha rayado, no volverá a procurar un cierre estanco, aunque se elimine la suciedad de ella.

Por lo tanto, hay instalado un filtro en la tubería delante de cada purgador, aparato de medida, válvula reductora y válvula de control. El diagrama del Grafico 35 muestra la sección de un filtro típico.

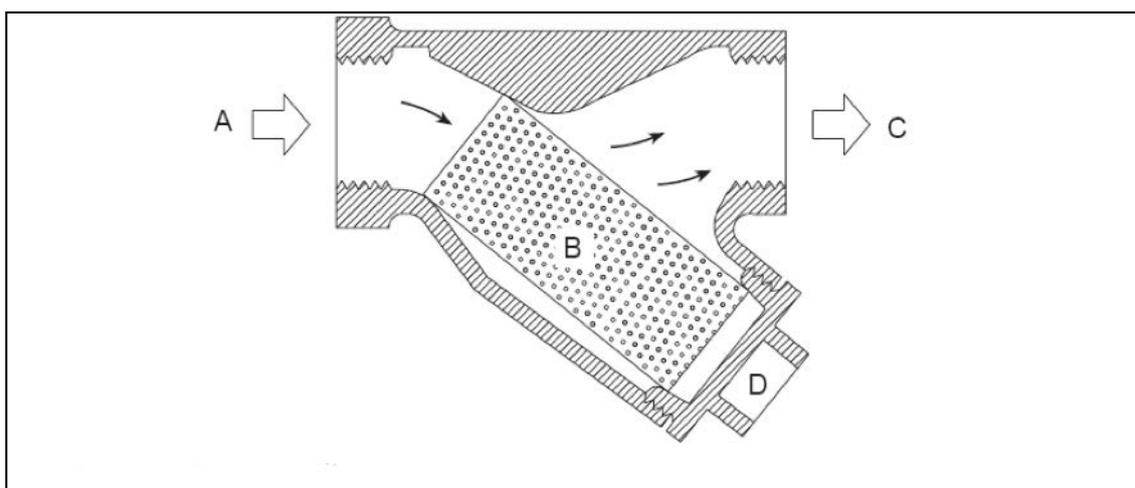


Grafico 35 - Sección de un filtro. (Fuente: Bridgestone)

El vapor fluye desde la entrada 'A', a través del tamiz perforado 'B' hacia la salida 'C'. Mientras que el vapor y el agua pasarán con facilidad a través del



tamiz, la suciedad quedará retenida. Se montará una válvula de purga en el tapón 'D' para facilitar una limpieza regular.

Los filtros, sin embargo, pueden ser una fuente de problemas de golpe de ariete como se mencionó anteriormente. Para evitar esto, cuando forman parte de una línea de vapor, los filtros están montados con la cesta en posición horizontal

7.3.8 Purga en línea.

La utilización de purgadores es el método más eficaz de drenar el condensado de un sistema de distribución de vapor.

Los purgadores usados para drenar la línea tienen la capacidad suficiente para evacuar la cantidad de condensado que llegue a ellos, con las presiones diferenciales presentes en cualquier momento.

El primer requerimiento es fácil de tratar; la presión máxima de trabajo en el purgador puede ser conocida, o encontrarla fácilmente.

El segundo requerimiento, la cantidad de condensado que llega al purgador bajo condiciones de trabajo, cuando sólo las pérdidas de calor en la línea provocan la condensación del vapor, se puede calcular, en nuestro caso se asegura que el sistema de purga en las tuberías FWR es capaz de drenar todo el condensado que se pueda generar en estas.

Debe recordarse que los purgadores que purgan el colector, pueden ser necesarios para descargar el agua arrastrada con el vapor. Una capacidad total de hasta el 10% de la capacidad nominal de la descarga de las prensas es razonable. En general servirá con la capacidad de un purgador de baja capacidad de 15 mm, para evacuar las cargas de condensado.



Se ha prestado especial atención a la instalación de purgadores debido a que las líneas de vapor se paran y se ponen en marcha con frecuencia deberá prestarse más atención. Como se trata de masas de vapor más que de caudales de vapor, también debe tenerse en cuenta el tiempo que lleva el proceso de calentamiento.

7.4 EVALUACION DE ENERGIA DISPONIBLE EN LA DESCARGA DE LAS PRENSAS

7.4.1 Medida de caudal de vapor expulsado por las prensas

En una prensa ensayada, se ha modificado la salida en la descarga de vapor, mediante un sistema de válvulas habilitando una serie de descargas manuales y controladas sobre un serpentín dimensionado a tales efectos.

Se han ejecutado cinco descargas sobre este serpentín, diseñado para condensar el vapor evacuado, se ha medido el volumen de agua condensado y por ende la masa de vapor que expulsa la prensa en cada descarga

Se ha podido medir una descarga de 20 litros de agua por descarga (20 kg de vapor), por prensada que al ser evacuado en un tiempo máximo de cinco minutos nos da una idea del caudal por prensa que se evacúa

$$G_{prensa} = \frac{20 \text{ kgr}}{5 \text{ min}} = 4 \text{ kgr/min} \rightarrow 240 \text{ kgr/h}$$

7.4.2 Entalpia especifica

Definimos la cantidad de energía expulsada a la atmosfera como:

$$Q = G \times h$$



Definiremos G como el gasto de vapor en kg/seg y h como la entalpía específica en el punto de funcionamiento.

Según tablas de vapor se define una entalpía en el inicio de la descarga de las prensas como:

Tabla 13 - Entalpía en el inicio de la descarga de las prensas. (Fuente: Elaboración propia en base a Tablas de vapor)

CARACTERÍSTICAS DEL VAPOR EN CONDICIONES DE RECOGIDA			
T^a (°C)	V (dm ³ / kg)	H (KJ /kg)	E (KJ / kg)
160	316,5	2758	778,2

Teniendo en cuenta que la descompresión se realiza sin efectuar ningún tipo de trabajo, podemos estimar que esta se lleva hasta una presión final de 2 bar (presión absoluta) con entalpía constante, teniendo el vapor en estas condiciones las siguientes características:

Tabla 14 - Estado del vapor en el punto de aprovechamiento. (Fuente: Elaboración propia en base a Tablas de vapor)

CARACTERÍSTICAS DEL VAPOR EN CONDICIONES DE RECOGIDA			
T^a (°C)	V (dm ³ / kg)	H (KJ /kg)	E (KJ / kg)
140	934,9	2747,80	631,20
144,94	947,03	2758,00	634,34
160	984,00	2789,1	643,90

Este será el estado del vapor en el punto de aprovechamiento y será la base para el resto de nuestros cálculos.



7.4.3 Gasto másico máximo

A efectos de cálculos, en el caso más favorable, se estimará la posibilidad de una descarga simultánea de cuatro prensas al tiempo, lo cual hace que el caudal máximo a tener en cuenta en cuanto a circulación de vapor de recuperación se estime en:

$$G_{max} = 4 \times \frac{20 \text{ kg}}{5 \text{ min}} = 16 \text{ kg/min} \rightarrow 960 \text{ kg/h}$$

Este gasto másico máximo, servirá para dimensionar las instalaciones de filtrado en los pasos finales, previos al depósito de mezcla, y para dimensionar los inyectores necesarios para llevar la correspondiente mezcla en unas condiciones óptimas.

7.4.4 Gasto másico promedio

Este gasto másico promedio, nos dará una idea del ahorro real al que podremos llegar, ya que en principio nos va a dar una idea de la energía disponible en forma de entalpia residual (vapor expulsado al exterior).

Para el cálculo del gasto másico promedio tomamos como dato, el dato aportado por fábrica sobre la cantidad de prensadas que se hacen al día por cada prensa que esté en plena producción.

Según dichos informes aportados por el personal técnico de fábrica se dará por bueno el dato de que se hacen nueve descargas diarias por prensa.

De esta forma se estimará un gasto diario, o mejor dicho, un aporte diario de vapor que actualmente se está emitiendo al exterior de la siguiente forma.

$$G_{med} = 31 \text{ días} \times 9 \text{ descargas} \times 20 \text{ Kg} \times 72 \text{ prensas} = 401.760 \text{ Kg/mes}$$



La masa entálpica que se está expulsando al exterior será:

$$Q_{ext} = 401.760 \text{ Kg/mes} \times 2.758 \text{ KJ/Kg} = 1.108.054,08 \text{ MJ/mes}$$

$$Q_{ext} = \frac{1.108.054,08 \text{ MJ/mes}}{3,6 \text{ MJ/Kwh}} = 307.792,80 \text{ Kwh/mes}$$

Tomando un valor medio para el precio del kwh de 0,04€/kwh, estimamos la cantidad de calor que se está expulsando al medio ambiente en:

$$Q_{ext} = 307.792,80 \text{ kwh/mes} \times 0,04 \text{ €/kwh} = 12.311,7 \text{ €/mes}$$



ANEJO Nº8:
ESTUDIO Y ANALISIS DE HORNOS SECUNDARIOS
DE RODADOS



INDICE DE CONTENIDOS

8. ESTUDIO Y ANÁLISIS DE HORNOS SECUNDARIOS DE RODADOS	
8.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS CERRAMIENTOS.	90
8.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS CERRAMIENTOS	92
8.3 PERDIDAS POR TRASMISIÓN:	92
8.4 PÉRDIDAS POR ENTRADA DE AIRE EXTERIOR	93
8.5 GANANCIA DE CALOR SENSIBLE POR APORTACIONES INTERNAS PERMANENTES:	94
8.6 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN	94



8. ESTUDIO Y ANÁLISIS DE HORNOS SECUNDARIOS DE RODADOS

En este apartado se calcularán las necesidades térmicas del horno secundario de rodados. Para ello se calcularán las pérdidas por transmisión, las pérdidas por ventilación, y las ganancias de calor sensible aportadas por personas y maquinaria.

8.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS CERRAMIENTOS.

El coeficiente de transmisión térmica “U” nos cuantifica el comportamiento térmico del edificio y su ajuste de aislamiento térmico que vamos a utilizar.

Definiremos cerramientos como los objetos físicos y materiales que utilizaremos para evitar el flujo de energía desde un foco caliente a un foco frío, debido a una diferencia de temperaturas.

Para el cálculo de los Coeficientes de Transmisión Térmica de los cerramientos, U, utilizaremos la actual DB-HE 1, aunque ésta esté redactada para edificación, los procedimientos de cálculo son válidos para nuestro caso, puesto que el horno secundario de rodados es una construcción prefabricada que también es utilizada en edificación.

La expresión a utilizar para el cálculo de los coeficientes de transmisión tanto para un cerramiento de caras plano paralelas, formado por un material homogéneo, como para un cerramiento formado por una serie de láminas plano paralelas de materiales diferentes es:

$$U = 1/R_T$$

Donde:



- R_T es la resistencia térmica total del componente constructivo; se mide en $m^2 \cdot K/W$.
- La resistencia térmica total R_T de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas debe calcularse mediante la expresión:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

Donde:

- R_{si} : Resistencia térmica superficial correspondiente al aire interior, tomada de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio ($m^2 \cdot K/W$).
- R_{se} : Resistencia térmica superficial correspondiente al aire exterior, tomada de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio ($m^2 \cdot K/W$).
- $R_1, R_2 \dots R_n$: Resistencias térmicas de cada capa que viene definida por la expresión:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Donde:

- e : espesor de la capa (m)
- λ : conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, calculada a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456:2001 o tomada de Documentos Reconocidos. Se mide en $W/m \cdot K$.



8.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS CERRAMIENTOS

- Cubierta: Panel metálico tipo sándwich de chapa de acero galvanizada. Aislamiento de espuma de poliuretano de 35 mm. $U = 0,490 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- Solera: En contacto con el suelo originario, se encuentra una solera de 150 mm de hormigón, y sobre de ella, una plancha de hierro de 10mm. La temperatura del suelo originario es constante y de 15°C . $U = 3,7685 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.
- Cerramientos: Panel metálico tipo sándwich de chapa de acero galvanizada. Aislamiento de espuma de poliuretano de 35 mm. $U = 0,490 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- Ventana: Las ventanas de la nave son de acristalamiento doble, su espesor nominal de la cámara de aire de 12 mm y carpintería metálica. $U = 3,50 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- Puertas de acceso: Serán puertas metálicas y opacas. $U = 5,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

8.3 PERDIDAS POR TRASMISIÓN:

Las cuales se dan como consecuencia de la diferencia de temperatura entre los cerramientos del cuarto y la temperatura ambiente de la fábrica.

La carga térmica por transmisión viene dada por:

$$Q_T = S \cdot U \cdot C_o \cdot (T_{interior} - T_{exterior})$$

Donde:

- Q_T : carga térmica por transmisión (W)
- S : superficie del muro expuesta a la diferencia de temperaturas (m^2)
- U : coeficiente de transmisión térmica del cerramiento ($\text{W} / \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)
- C_o : coeficiente de orientación del cerramiento



- T_{interior} : temperatura proyectada en el local calefactado ($^{\circ}\text{C}$)
- T_{exterior} : temperatura del exterior o local no calefactado ($^{\circ}\text{C}$)

El coeficiente de orientación es un factor adimensional empleado para tener en cuenta la ausencia de radiación solar y la presencia de vientos dominantes sobre los muros, en función de su orientación. En los muros de separación con otros locales o en los cerramientos no verticales no se tiene en cuenta.

8.4 PÉRDIDAS POR ENTRADA DE AIRE EXTERIOR

Las cargas térmicas por aire exterior responden a la carga térmica que supone el calentamiento de este aire exterior hasta la temperatura ambiente del local.

El cálculo del valor que tomaremos de caudal de ventilación, se determinará de acuerdo con la norma UNE EN 13779. En los locales acondicionados es necesario prever un cierto caudal de aire exterior para la regeneración del aire dentro del local. El volumen de aire de renovación varía principalmente con el número de ocupantes, su actividad, etc.

El número de renovaciones del aire en el horno secundario de rodados es de 10 veces por hora, por lo que el volumen de aire de renovación es de:

$$10 \text{ renovaciones/hora} \cdot 96 \text{ m}^3 = 960 \text{ m}^3/\text{h}$$

La carga térmica por entrada de aire exterior viene dada por:

$$Q_A = V \cdot C_e \cdot \delta \cdot (T_{\text{interior}} - T_{\text{exterior}})$$

Donde:

- Q_A : carga térmica por renovación de aire (W)
- V : caudal de aire aportado (m^3/h)



- C_e : calor específico del aire ($J / kg \cdot ^\circ C$)
- δ : densidad del aire (kg / m^3)
- $T_{interior}$: temperatura proyectada en el local calefactado ($^\circ C$)
- $T_{exterior}$: temperatura del exterior o local no calefactado ($^\circ C$)

8.5 GANANCIA DE CALOR SENSIBLE POR APORTACIONES INTERNAS PERMANENTES:

Dicha ganancia es aportada por elementos tales como la iluminación, la ocupación de personas, y el calor aportado por los equipos. Estas ganancias solo se suelen emplear en cálculos de refrigeración. Es por ello que, a la hora de hacer el cómputo, se ignoraran para el cálculo presente.

8.6 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN

Los datos de partida para el cálculo de las cargas térmicas de calefacción, junto con las propiedades de los cerramientos ya mostradas en apartados anteriores, son los siguientes:

- Tipo de local: Horno secundario de rodados
- Superficie: $24 m^2$
- Ocupación: 1 Robot
- Ventilación: $10 \text{ renovaciones /h} \cdot 96 m^3 = 960 m^3/h$
- Densidad del aire media $17-45^\circ C = 1,165 kg/m^3$
- Temperatura interior: $45^\circ C$
- Temperatura local no climatizado: $17^\circ C$
- Diferencia de temperatura: $28^\circ C$
- Temperatura suelo: $15^\circ C$

En la Tabla 15 se pueden ver las pérdidas por transmisión:



Tabla 15 - Cálculo de pérdidas por transmisión. (Fuente: Elaboración propia)

CÁLCULO DE PERDIDAS TÉRMICAS POR TRANSMISIÓN					
Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	C _o	ΔT	Q _t (W)
<u>Cerramiento N</u>	16	0,490	1	28	219,52
<u>Cerramiento S</u>	14,4	0,490	1	28	197,568
<u>Cerramiento O</u>	24	0,490	1	28	329,28
<u>Cerramiento E</u>	20	0,490	1	28	274,4
<u>Solera</u>	24	3,768	1	30	2713,32
<u>Cubierta</u>	24	0,490	1	28	329,28
<u>Puerta de entrada</u>	1,6	5,70	1	28	255,36
<u>Ventana</u>	4	3,50	1	28	392
Total pérdidas por transmisión					4710,728 W

En la Tabla 16 se analizan las pérdidas por entrada de aire exterior:

Tabla 16 - Cálculo de pérdidas por entrada de aire exterior

CÁLCULO DE PERDIDAS POR ENTRADA DE AIRE EXTERIOR			
Caudal (m ³ /h)	C _{ea} ·ρ _a /3600	ΔT(°C)	Q _a (W)
960	0,33	28	8870,4
Total pérdidas por entrada de aire			8870,4



Tabla 17 - Resumen de cargas térmicas de calefacción por cuartos de rodados

RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN POR CUARTO DE RODADOS	
Total pérdidas por transmisión	4710,728 W
Total pérdidas por entrada aire exterior	8870,4W
Carga térmica de calefacción parcial	13581,128 W
Factor de seguridad 10%	1358,1128 W
Carga térmica de calefacción total:	14939,2408 W



ANEJO N°9:
JUSTIFICACION DE LA SOLUCION ADOPTADA



INDICE DE CONTENIDOS

9. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

9.1	REQUISITOS DE DISEÑO	99
9.2	DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA EXISTENTE	100
9.3	SISTEMA DE CALENTAMIENTO POR SUELO RADIANTE	101
9.4	SISTEMA DE CALENTAMIENTO MEDIANTE CONVECTORES	102
9.5	SISTEMA DE CALENTAMIENTO MEDIANTE AEROTERMOS	106



9. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

9.1 REQUISITOS DE DISEÑO

Las bandas de rodados son sometidas a un tratamiento térmico en los hornos principales de rodados. Una vez completado el tiempo requerido de tratamiento y hasta su utilización, con el fin de evitar que el caucho se endurezca dificultando así su manejo, y como consecuencia, dando lugar a un neumático de peor calidad, se almacenan en unos hornos secundarios, denominados hornos de rodados secundarios o cuartos del robot, en los cuales, las bandas de rodados se mantienen a una temperatura media de 45°C.

Los hornos secundarios de rodados son una construcción prefabricada, similar a una caseta de obra, cuyas dimensiones son 4 X 6 X 4 metros. Dichos cuartos están fabricados con paneles de tipo sándwich con aislamiento de poliuretano de 35 mm. La solera de dicho horno, está formada por una plancha de hierro de 10 mm colocada sobre una solera de 150 mm de hormigón.

El sistema de calentamiento que se desea instalar, deberá utilizar como fuente de calor, el agua procedente del sistema de recuperación Domos acumulado en el tanque Make up, en el cual, la temperatura media del agua son aproximadamente 80°C.

La carga térmica que será necesario aportar a los hornos secundarios de rodados, será la resultante del cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire de dichos cuartos.

El sistema empleado, deberá ser capaz de proporcionar una temperatura estable de 45°C en los siete hornos secundarios de rodados las 24 horas del día.



9.2 DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA EXISTENTE

Actualmente, el calor necesario para mantener la temperatura en el cuarto secundario de rodados, es aportado por dos calefactores eléctricos de 9KW de potencia cada uno, que funcionan con una tensión trifásica de 380V y una frecuencia de 50 Hz. Estos calefactores están conectados a la red eléctrica las 24 horas.



Ilustración 11 - Calefactor eléctrico de 9 KW. (Fuente: www.mercalor.es)

Los calefactores son de tipo “resistivo” donde la generación del calor se debe al efecto Joule, por el cual, si en un conductor eléctrico circula corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor debido a los choques que sufren con los átomos del material conductor por el que circulan, elevando la temperatura del elemento conductor. Esto se debe a la resistividad eléctrica al paso de la corriente eléctrica, lo que supone una desventaja cuando se requiere transportar energía eléctrica, pero es ventajoso cuando se busca generar calor.

Se ha comprobado en fábrica, utilizando un analizador de redes, el consumo eléctrico que tienen los calefactores eléctricos, obteniendo como resultado un consumo de 15 KW. Este resultado, además de para calcular los consumos mensuales y anuales, se utilizará para validar el cálculo del aporte



calorífico necesario de cada horno, ya que deberá corresponderse con las pérdidas de dicho cuarto.

9.3 SISTEMA DE CALENTAMIENTO POR SUELO RADIANTE

La primera alternativa que se plantea, es la implementación de un sistema de calentamiento por suelo radiante, dado que este sistema tiene como característica principal que es muy eficiente.

Se trata de un sistema de calefacción que utiliza agua a baja temperatura por lo que la eficiencia de la instalación es elevada, alcanzándose ahorros del 15 al 20% respecto a la calefacción tradicional

Consiste en una red de tubos de polietileno reticulado o polibutileno, que se instalan debajo del pavimento y de una capa de mortero auto nivelante, por donde circula agua caliente a una temperatura de entre 30°C y 45°C. Remarcamos estas temperaturas, ya que se trata del sistema de calefacción que emplea la temperatura de impulsión de agua más baja.

Dados los requisitos de diseño de nuestra instalación de calefacción, la alternativa de instalar suelo radiante, debe ser desechada por diferentes motivos.

El primero y más importante, es la necesidad de realizar una importante obra para su implantación, ya que es necesario realizar un levantamiento del suelo actual entre otras acciones. Estas obras requieren una parada total del proceso productivo, lo que hace imposible su implementación.

En segundo lugar, las temperaturas de trabajo y de diseño, no son las adecuadas para el uso del suelo radiante, ya que éste trabaja a temperaturas de 30°C y 45°C y las temperaturas de diseño son de alrededor de 80°C.



9.4 SISTEMA DE CALENTAMIENTO MEDIANTE CONVECTORES

La siguiente alternativa propuesta es la instalación de un sistema de calentamiento mediante convectores, el cual a grandes rasgos es similar al de una en una instalación tradicional de calefacción de una vivienda

Este sistema, cumple los requisitos de las temperaturas de diseño, ya que generalmente trabaja con temperaturas de entrada del agua entre 90°C y 80°C.

El primer inconveniente que encontramos para este tipo de sistema, es el pequeño salto térmico de trabajo. El rendimiento óptimo de este sistema, se da a un salto térmico de 50°C como indica la norma UNE EN 442.

Para calcular en el salto térmico de deben tener en cuenta las diferencias entre las temperaturas de entrada y salida para una determinada temperatura ambiente.

- 1- Cuando $\Delta t_s / \Delta t_e \geq 0,7$ el salto térmico puede determinarse mediante la media aritmética.

$$\Delta t = t_m - t_a = \frac{t_e + t_s}{2} - t_a$$

Siendo:

- Δt_s = Temperatura de salida – temperatura ambiente
- Δt_e = Temperatura de entrada – temperatura ambiente

- 2- Cuando $\Delta t_s / \Delta t_e < 0,7$ el salto térmico puede determinarse mediante la media logarítmica:



$$\Delta t = \frac{t_e - t_s}{\ln \frac{\Delta t_e}{\Delta t_s}}$$

Las temperaturas de diseño son 80°C para la entrada del agua, y de 70°C de salida, por lo que:

$$\frac{\Delta t_s}{\Delta t_e} = \frac{70 - 45}{80 - 45} = 0,7142$$

Como la relación de los incrementos es $\geq 0,7$ podemos calcular el salto térmico utilizando la media aritmética:

$$\Delta t = t_m - t_a = \frac{t_e + t_s}{2} - t_a$$

$$\Delta t = \frac{80 + 70}{2} - 45 = 30^\circ C$$

Obtenemos un salto térmico de 30°C, el cual está por debajo del indicado para un rendimiento óptimo, lo cual nos disminuirá la emisividad de los radiadores como se puede ver en el Grafico 36.

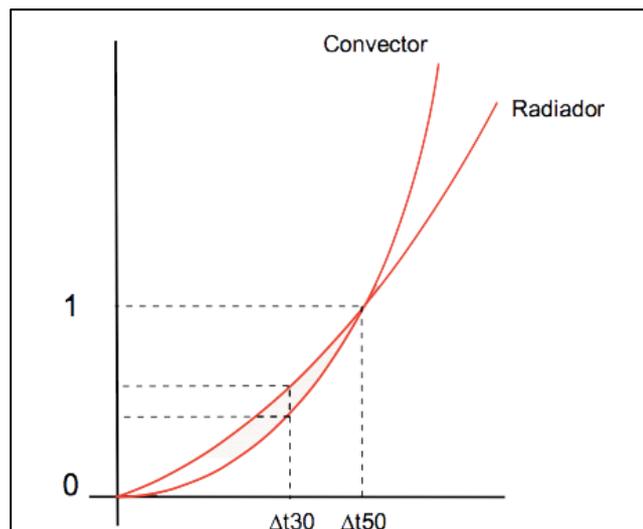


Grafico 36 - Rendimiento óptimo de radiadores en función del salto térmico. (Fuente: www.fenega.com)



Con el dato del salto térmico y las necesidades caloríficas de diseño, se procede a la elección de los emisores. Tras comprobar diferentes catálogos de diferentes marcas, se llega a la conclusión de que la única forma de cumplir con los requisitos de diseño, es la utilización de paneles de acero verticales, ya que son el tipo de emisor que mayor aporte calorífico tiene.

Se procede a calcular el número de paneles que serán necesarios para cumplir la demanda calorífica. Comprobamos la diferencia de emisividad que hay en función del salto térmico.

Las necesidades caloríficas de diseño son de 15 KW, para poder hacer frente a esta demanda, se elige el panel PV 600 S 2000, el cual tiene unas medidas de 2000 mm de alto, y 600 mm de longitud y una emisividad de 1536W por elemento (Tabla 19).

Tabla 18 - Características paneles verticales. (Fuente: Catalogo Baxiroca)

		PV 400 S			PV 600 S			
		1500	1800	2000	1500	1800	2000	
Presión trabajo	bar	10	10	10	10	10	10	
Cotas	Alto (A)	mm	1500	1800	2000	1500	1800	2000
	Entrecentros (B)	mm	348	348	348	548	548	548
	Longitud (C)	mm	400	400	400	600	600	600
Peso	kg	31,1	37,3	41,4	46,6	55,9	62,1	
Potencia (1)	$\Delta T = 50^\circ$	W	1122	1284	1386	1683	1926	2079
	$\Delta T = 30^\circ$	W	830	949	1024	1245	1423	1536
Exponente "n" de la curva característica (1)			1,35	1,355	1,358	1,35	1,355	1,358
Referencia			7214501	7214502	7214503	7214504	7214505	7214506

Para calcular el número de paneles que necesitamos:

$$N^\circ \text{ de paneles} = \frac{15000 \text{ W}}{1536 \text{ W}} = 9,76$$



El número de paneles que se deben instalar para cumplir con los requisitos es de 10. Teniendo en cuenta que la longitud de cada elemento sin contar los accesorios es de 600 mm, y que la anchura máxima del horno secundario de rodados es de 6 metros, hacen imposible su colocación en una sola pared

Además, se debe tener en cuenta que el lugar más apropiado para la instalación de los radiadores es en la pared más fría de cada habitación; esta pared es la exterior y el punto donde debe colocarse el radiador es debajo de la ventana, de este modo se palía el efecto “pared fría” compensando la temperatura del radiador siendo además más uniforme la distribución de temperaturas. Teniendo en cuenta que la altura del panel es de 2 metros, y que la ventana solo dista 1 metro del suelo, los paneles no se pueden colocar en su lugar optimo, disminuyendo aún más su rendimiento (Grafico 37).

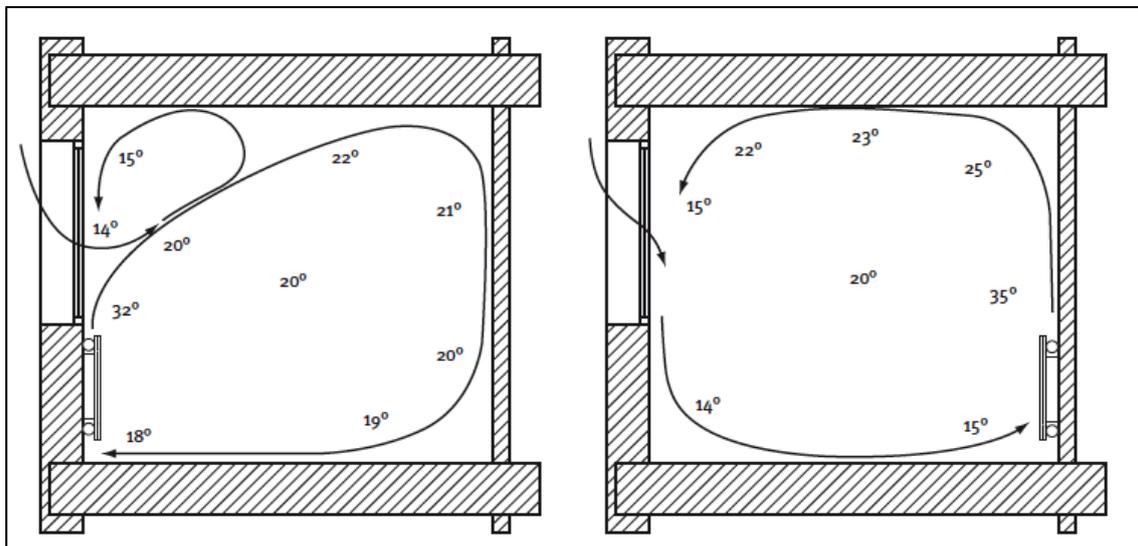


Grafico 37 - Distribución de temperaturas según ubicación de los radiadores. (Fuente: www.idae.es)

Por lo tanto, se descarta esta alternativa ante la imposibilidad de la colocación de los paneles en las condiciones idóneas de trabajo, impidiendo lograr un rendimiento óptimo.



9.5 SISTEMA DE CALENTAMIENTO MEDIANTE AEROTERMOS

La última alternativa que se plantea en este proyecto, es la implementación de un sistema de calentamiento mediante aerotermos.

Los aerotermos son aparatos que calientan el aire que toman del local o del exterior mediante agua caliente o vapor. El aire lo lanzan directamente al local y la homogeneidad de temperaturas que se obtiene en los recintos es mejor que con otros sistemas de calefacción-

La instalación de aerotermos posibilita una fácil y económica automatización de control de temperaturas de los locales.

Los aerotermos llevan incorporados un motor, que es el que hace girar el ventilador.

Dado que para la instalación de este tipo de sistemas de calentamiento no es necesario detener el proceso productivo, ya que no es necesario la realización de grandes reformas ni grandes modificaciones en los locales a calefactar, sumado a la homogeneidad de la temperatura y la facilidad de regulación de la misma, hacen que esta sea la mejor alternativa para la realización del proyecto.



**ANEJO Nº10
LAS INSTALACIONES.**

DESCRIPCIÓN DE



INDICE DE CONTENIDOS

10. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

10.1 REQUISITOS TÉRMICOS DE DISEÑO	109
10.2 CARACTERÍSTICAS DEL AEROTERMO	109
10.3 CALCULO DEL CAUDAL Y DIÁMETRO DE LAS TUBERIAS	112
10.4 PERDIDAS DE CARGA EN LA INSTALACIÓN	114
10.5 CONEXIONES HIDRAULICAS	119
10.6 CARACTERISTICAS DE LA BOMBA	121



10. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

10.1 REQUISITOS TÉRMICOS DE DISEÑO

Los requisitos térmicos de diseño indican que el aerotermo deberá ser capaz de suministrar una potencia térmica de 15KW, además deberá ir colocado en el techo del horno secundario a una altura de 4 metros.

Las temperaturas de entrada a la cuales va a trabajar el aerotermo, son de 80°C y 30°C para el agua y el aire respectivamente. El salto térmico para el agua será de 15°C.

10.2 CARACTERÍSTICAS DEL AEROTERMO

El aerotermo elegido es el modelo Polaris P211 con motor de 700 rpm del fabricante Sabiana cuyas características principales se pueden ver en la Tabla 19.

Tabla 19 - Gama de tamaños y prestaciones nominales. (Fuente: Catalogo comercial Sabiana.)

Modelo	Nivel sonoro dB(A) (a 5 m)		Caudal de aire m³/h		Calefacción con: agua 85/70°C, aire 15°C						Refrigeración: H.R. 55%, aire 28°C, agua 11/15°C			
	900 r.p.m.	700 r.p.m.	900 r.p.m.	700 r.p.m.	kCal/h		kW		Salida de aire °C		Frigorías/h		kW	
					900 r.p.m.	700 r.p.m.	900 r.p.m.	700 r.p.m.	900 r.p.m.	700 r.p.m.	900 r.p.m.	700 r.p.m.	900 r.p.m.	700 r.p.m.
P.007	48	46	2.000	1.400	15.200	13.000	17,6	15,1	41	47	2.700	2.300	3,1	2,7
P.107	52	49	2.400	1.680	17.600	15.000	20,4	17,4	40	46	3.400	3.000	4,0	3,5
P.211	54	51	3.700	2.600	26.100	22.200	30,3	25,8	39	44	5.300	4.600	6,2	5,4
P.311	55	52	4.400	3.080	30.400	25.800	35,3	30,0	38	44	6.500	5.700	7,5	6,6
P.415	56	53	5.700	4.000	40.200	34.100	46,7	39,6	39	44	9.400	8.200	10,9	9,5
P.515	63	58	7.100	4.970	49.100	41.700	57,1	48,5	39	44	11.700	10.200	13,6	11,9
P.618	64	59	9.000	6.300	62.100	52.800	72,2	61,4	38	44	14.800	12.900	17,2	15,0
P.722	65	60	9.900	6.930	73.600	62.500	85,6	72,7	40	46	16.300	14.200	18,9	16,5
P.822	65	60	11.000	7.700	85.600	72.700	99,5	84,5	43	48	18.900	16.400	22,0	19,0
P.924	66	61	12.000	8.400	91.800	78.000	106,7	90,7	42	47	20.400	17.700	23,7	20,6



El propio fabricante en su catálogo, adjunta unas tablas para corregir la potencia nominal en función de las temperaturas de entrada y salida del agua, así como en función de la temperatura de diseño (Tabla 20).

Tabla 20 - Coeficiente de corrección para condiciones de funcionamiento invernal.

Temp. entrada aire °C	Δt 10°C agua			Δt 15°C agua			Δt 20°C agua		
	90°/80°	80°/70°	70°/60°	90°/75°	85°/70°	80°/65°	110°/90°	100°/80°	90°/70°
5	1,28	1,17	0,96	1,24	1,16	1,08	1,52	1,36	1,20
10	1,20	1,08	0,88	1,16	1,08	1,00	1,44	1,28	1,12
15	1,12	0,99	0,80	1,08	1,00	0,92	1,36	1,20	1,04
20	1,04	0,90	0,72	1,00	0,92	0,84	1,28	1,12	0,96
25	0,96	0,81	0,64	0,92	0,84	0,76	1,20	1,04	0,88

Con las temperaturas de diseño, se entra en la tabla y se obtiene el coeficiente para obtener la corrección de la potencia calorífica. Al ser la temperatura de entrada del aire de 30°C se obtiene el coeficiente mediante interpolación, ya que este sigue una tendencia lineal. Por lo tanto, el coeficiente es de 0,73.

$$\text{Potencia calorífica corregida} = 25,8 \text{ KW} * 0,73 = 18,834 \text{ KW}$$

Las características de los motores eléctricos se pueden ver en la Tabla 21. Los motores de 700 rpm tienen 8 polos.

Tabla 21 - características eléctricas de los motores. (Fuente: Catalogo Comercial Sabiana)

Modelo Polaris	Modelo motor	Potencia (W) 6 polos / 8 polos	Intensidad (A) 6 polos / 8 polos
P.007	71/68	50/30	0,20/0,18
P.107	71/68	50/30	0,20/0,18
P.211	71/68	65/35	0,30/0,23
P.311	80/68	180/75	0,90/0,50
P.415	80/68	180/75	0,90/0,50
P.515	80/68	370/180	1,35/0,90
P.618	80/68	370/180	1,35/0,90
P.722	80/68	370/180	1,35/0,90
P.822	90/68	550/250	1,90/1,00
P.924	90/68	550/250	1,90/1,00



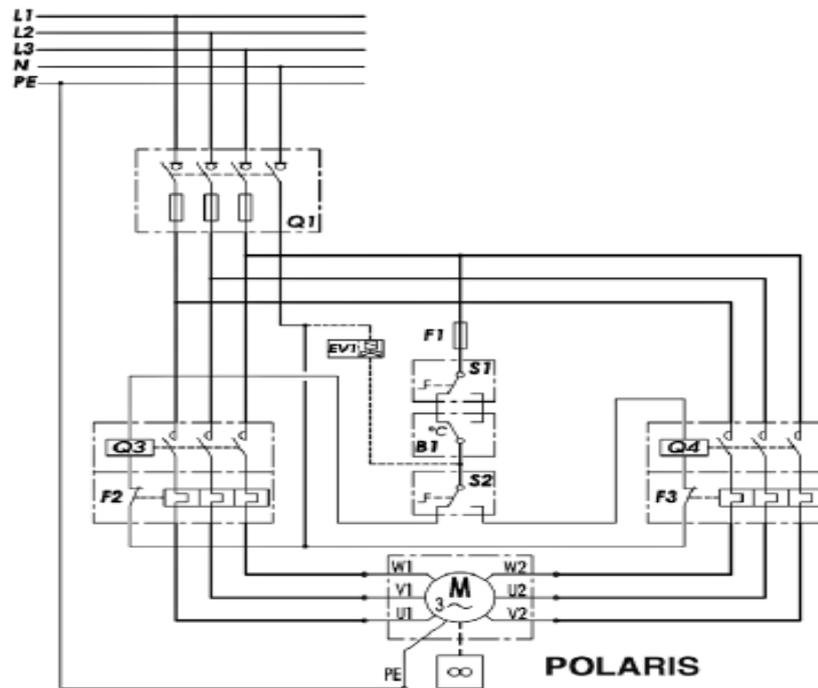
En la Tabla 22 se pueden ver las dimensiones del aerotermo, así como otras características tales como su peso, contenido en agua, o el diámetro de las conexiones hidráulicas.

Tabla 22 - Dimensiones, peso y contenido en agua. (Fuente: Catalogo comercial Sabiana)

Modelo	A	B	C	C1	G	Ø	kg	Contenido agua (lt)
P.007	680	180	430	560	460	1" ¼	31	1,20
P.107	780	180	430	560	560	1" ¼	36	1,30
P.211	780	280	530	660	560	1" ¼	42	1,90
P.311	880	280	530	700	660	1" ½	52	2,40
P.415	880	380	630	760	660	1" ½	58	3,20
P.515	1.080	380	630	870	760	2"	75	4,30
P.618	1.080	455	705	845	760	2"	85	5,20
P.722	1.080	555	805	1.045	760	2"	95	5,90
P.822	1.080	555	815	1.055	760	2"	97	5,90
P.924	1.080	605	865	1.055	760	2"	106	6,50

En lo referente a las características eléctricas, el aerotermo consta de un motor eléctrico trifásico con dos velocidades 700 r.p.m. (8 polos) con doble bobinado separados, monotensión.

Estos motores tienen la clema con seis terminales, tres para cada bobinado, son trifásicos, mono tensión y pueden ser operados por medio de un conmutador de línea trifásica manual. Se aconseja el cableado eléctrico realizado según el esquema indicado en la Grafico 38 que permite la instalación de un relé térmico para cada bobinado, la intensidad del térmico debe ser tarado según la intensidad absorbida indicada en la placa del motor para cada velocidad.



LEYENDA:

- Q1** Interruptor de maniobra seccionador cuatripolar de tres polos protección con fusible
- Q3** Contactor motor alta velocidad
- Q4** Contactor motor baja velocidad
- F1** Fusible de protección circuito de comando
- F2** Relé térmico de sobrecarga (contactor Q3)
- F3** Relé térmico de sobrecarga (contactor Q4)
- S1** Conmutador estacional Verano/Invierno
- S2** Conmutador de velocidad
- B1** Termostato ambiente
- EV1** Electroválvula (eventual)

Grafico 38 - Conexiones eléctricas aerotermo. (Fuente: Catalogo comercial Sabiana)

10.3 CALCULO DEL CAUDAL Y DIÁMETRO DE LAS TUBERIAS

Para obtener las dimensiones de las tuberías es necesario calcular el caudal de la instalación necesario para el correcto funcionamiento de los aerotermos.

Con el fin de obtener un caudal para la instalación, se considerará al aerotermo como un intercambiador de calor ideal, por lo tanto, se puede obtener el caudal para cada aerotermo utilizando la potencia calorífica de la siguiente manera:



$$Q = \dot{m} * K * \Delta T$$

$$18,834 \text{ KW} = \dot{m} * 4,18 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C} * 10^\circ\text{C}$$

$$\dot{m} = 450 \text{ g/s}$$

Para poder hacer uso del diagrama de pérdidas de carga, y el posterior uso de las formulas se calculará el caudal tanto en l/h o kg/h como en m³/s

$$\dot{m} = 450 \frac{\text{g}}{\text{s}} * 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} * \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ g}} = 1622,06 \text{ Kg/h}$$

$$1622,06 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} * \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ Kg}} = 0,000450 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por lo que al multiplicar el caudal unitario por el número de aerotermos, se obtiene el caudal total de la instalación, el cual es

$$1622,06 \text{ Kg/h} * 7 = 11354,42 \text{ l/h}$$

$$0,000450 \text{ m}^3/\text{s} * 7 = 0,00315 \text{ m}^3/\text{s}$$

El material elegido para las tuberías es acero, por lo tanto, al ser canalizaciones por fabrica, la velocidad del agua para evitar problemas no debe ser superior a 1,5 m/s. Por lo tanto, se calculará el diámetro del ramal principal utilizando esta velocidad.

$$q = v * \Omega$$

$$\Omega = \pi * \phi^2/4$$

$$0,00315 \text{ m}^3/\text{s} = 1,5 \text{ m/s} * \Omega$$

$$\phi = 51,70 \text{ mm} \rightarrow 2''$$



10.4 PERDIDAS DE CARGA EN LA INSTALACIÓN

El paso del agua a través de las tuberías produce una pérdida de presión. Estas pérdidas son de dos tipos, y se clasifican en primarias y secundarias.

Las pérdidas de presión primarias corresponden a las pérdidas de superficie en el contacto del fluido con la tubería (capa límite), a el rozamiento de unas capas de fluido con otras (régimen laminar) o de las partículas de fluido entre sí (régimen turbulento). Más adelante en función del número de Reynolds se determina cual es el tipo de régimen que tiene el agua a través de la tubería.

Las pérdidas de presión secundarias son las pérdidas de forma que tienen lugar en los cambios de sección y dirección de la corriente, y en general, en todos los accesorios de las tuberías. Estas pérdidas localizadas, se pueden estimar entre un 20% y un 30% de la pérdida producida sobre la longitud real del tramo. Por lo tanto, a la hora de calcular las pérdidas de carga primarias se incrementarán las longitudes de cada tramo un 20% para obtener directamente las pérdidas globales.

Para calcular las pérdidas de carga generadas por el aerotermo, se utilizará el ábaco proporcionado por el fabricante. Tal y como se observa en el Grafico 39 se obtienen unas pérdidas de carga en cada aerotermo de 0,18 m.c.a.

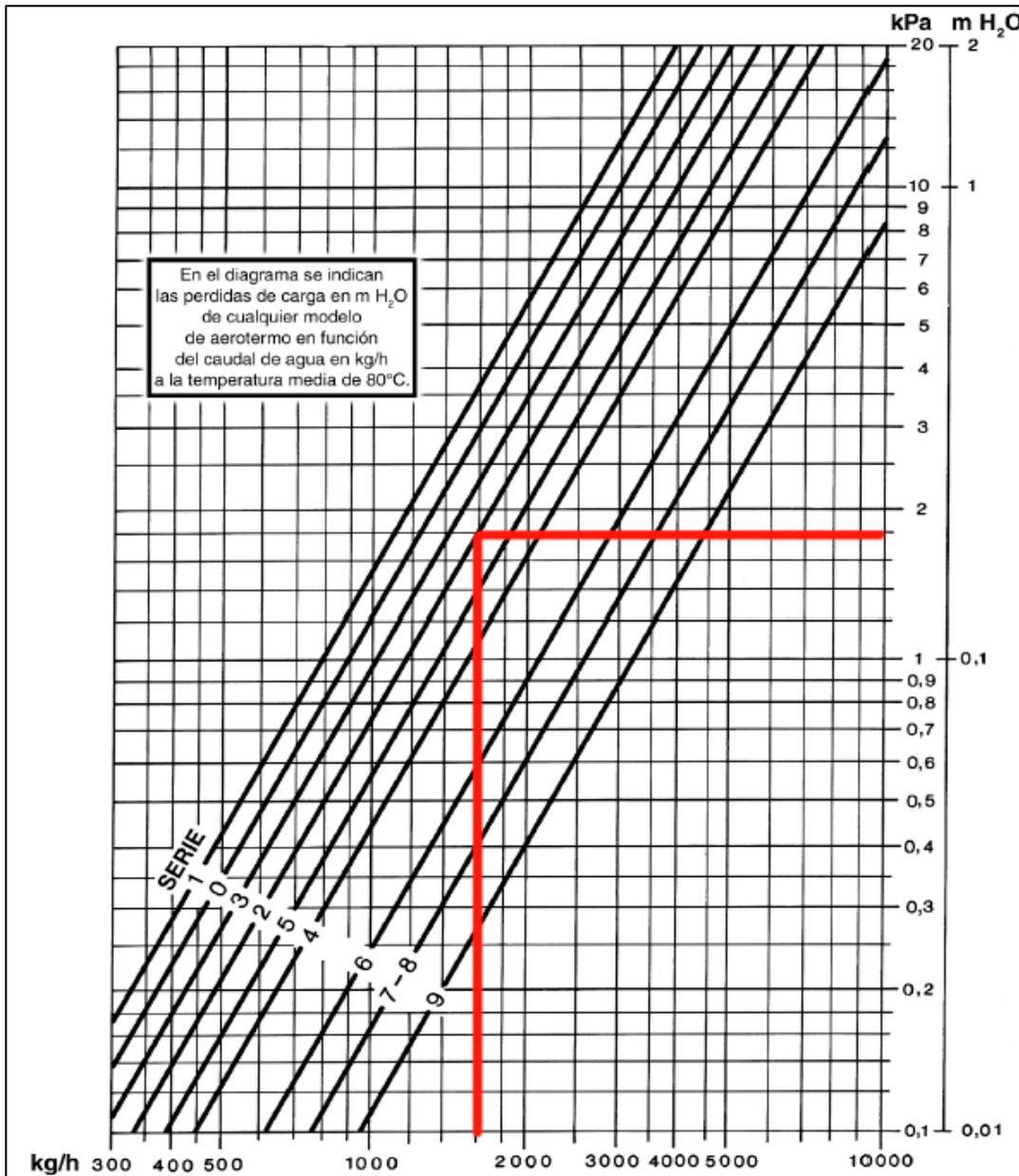


Gráfico 39 - Pérdidas de carga del aerotermo. (Fuente: Catálogo Comercial Sabiana)

El paso del agua a través de las tuberías produce una pérdida de presión. Estas pérdidas son de dos tipos, y se clasifican en primarias y secundarias.

Para calcular las pérdidas de carga se utiliza la fórmula de Darcy-Weisbach, y es la siguiente:



$$h_r = \lambda * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g}$$

Siendo:

- h_r : Pérdida de carga en m.c.a.
- λ : Coeficiente adimensional que depende del número de Reynolds y la rugosidad de la tubería.
- L : Longitud de la conducción en metros.
- D : Diámetro de la tubería en metros.
- v : velocidad del fluido en metros por segundo.
- g : aceleración de la gravedad.

Antes de seguir es necesario calcular el número de Reynolds, el cual se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$Re = \frac{V * \emptyset}{\nu}$$

Siendo:

- V : velocidad del fluido en metros por segundo.
- \emptyset : Diámetro de la tubería en metros.
- ν : Viscosidad cinemática del fluido en m^2/s .

Se empieza por calcular las pérdidas de carga en el tramo más desfavorable, que en este caso es el tramo que mayor longitud tiene, el cual va desde el Make Up hasta el horno secundario de rodados más alejado, y regresa hasta el Make Up.

Para calcular el número de Reynolds se utiliza el valor de la viscosidad cinemática cuando el agua está a una temperatura de $80^\circ C$, siendo $\nu = 3,55 \cdot 10^{-6} m^2/s$.



Tabla 23 - Calculo del número de Reynolds. (Fuente: Elaboración propia.)

CALCULO DEL NUMERO DE REYNOLDS				
Tramo	Longitud (m)	Velocidad m/s	Ø nominal	Nº Reynolds
AB	205	1,5	2"	$3,17 \cdot 10^8$

El número de Reynolds indica que el agua circula por el interior de las tuberías en régimen declaradamente turbulento. La rugosidad absoluta de las tuberías de acero es de 0,05 mm, por lo tanto, si se divide por el diámetro 2" (50mm), se obtiene la rugosidad relativa con la que se entrara al diagrama de Moody para obtener el coeficiente de fricción.

$$\frac{\epsilon}{\phi} = \frac{0,04}{50} = 0,0008$$

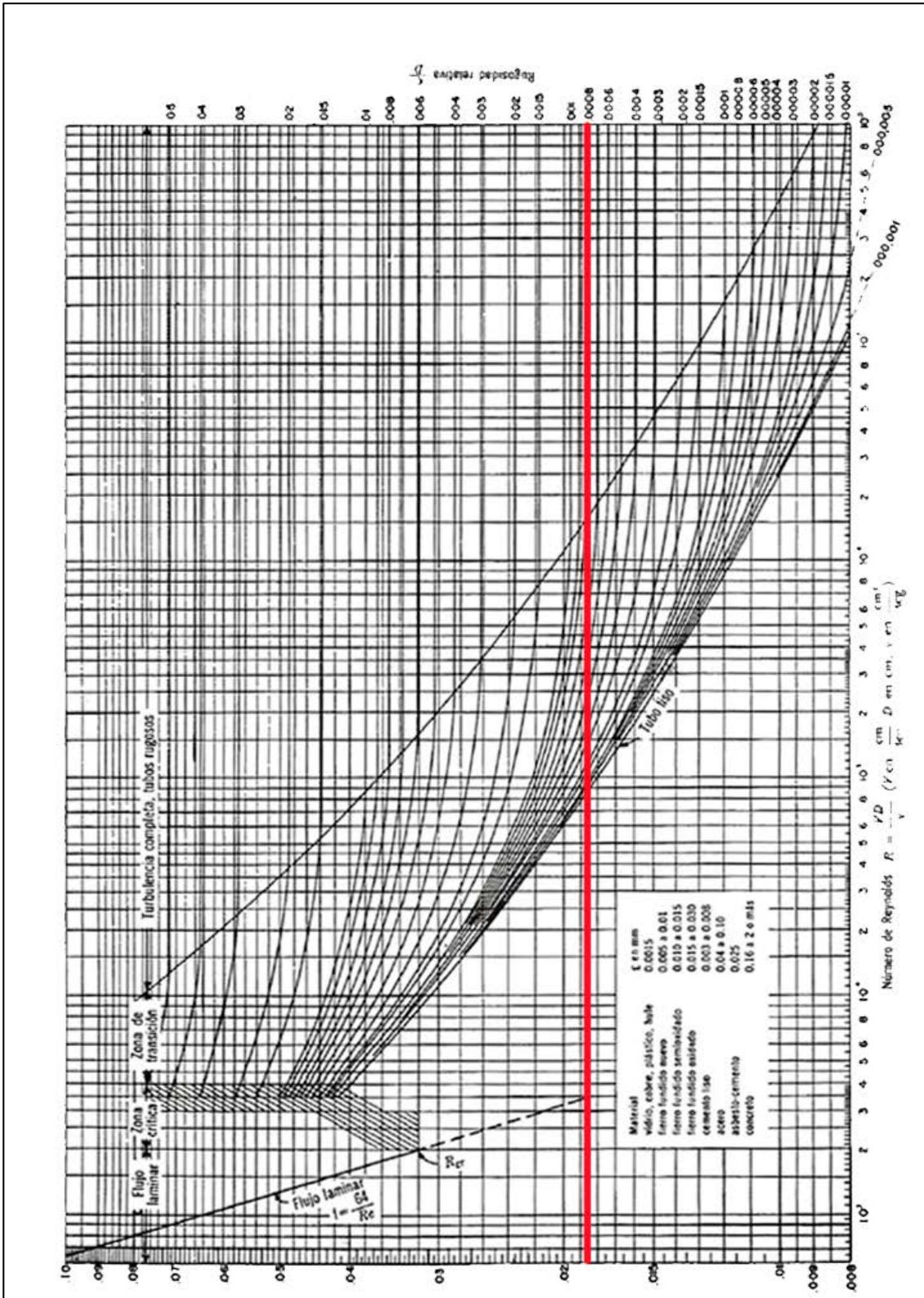


Grafico 40 - Diagrama de Moody.



Se obtiene un coeficiente de fricción $\lambda = 0,0185$, por lo tanto, se calculan las pérdidas de carga. El retorno de la instalación, debido a las dificultades de las canalizaciones por tuberías por interior de fábrica, será directo, por lo tanto:

Tabla 24 - Pérdidas de carga tramo más desfavorable

CALCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA EN EL TRAMO MAS DESFAVORABLE				
Tramo	longitud	Velocidad (m/s)	λ	Pérdidas de carga (m.c.a)
Ida - Retorno	205	1,5	0,0185	8,45
	Perdidas de carga aerotermo			0,18
	Perdidas de carga primarias			8,45
	Perdidas de carga globales (10%)			10,14

Se obtienen unas pérdidas de carga globales de 10,14 m.c.a. para el tramo más desfavorable. Estos valores, se consideran admisibles, además, se ha de tener en cuenta, que estas pérdidas son en las condiciones más desfavorables, en condiciones normales de funcionamiento, nunca llegaran a alcanzar este valor.

10.5 CONEXIONES HIDRAULICAS

En lo referente a las conexiones hidráulicas, son prácticamente idénticas a las de una instalación típica de calefacción. Todos los elementos de seguridad son facilitados por el fabricante, por lo que no se especificaran aquí.

Las tomas de agua van conectadas al intercambiador de calor situado a continuación del Make Up, esto es debido a que el depósito está a la presión atmosférica, lo cual no es adecuado para el correcto funcionamiento de la instalación.



Todos los aerotermos, deberán tener una válvula a la entrada que permita realizar labores mantenimiento o que aisle al aerotermo en caso de avería.

Deberán de instalarse válvulas reguladoras de la presión a la entrada de todos los aerotermos, puesto que, al ser el retorno directo, se debe equilibrar el circuito hidráulico.

En el Grafico 41 se observa el esquema de conexiones hidráulicas.

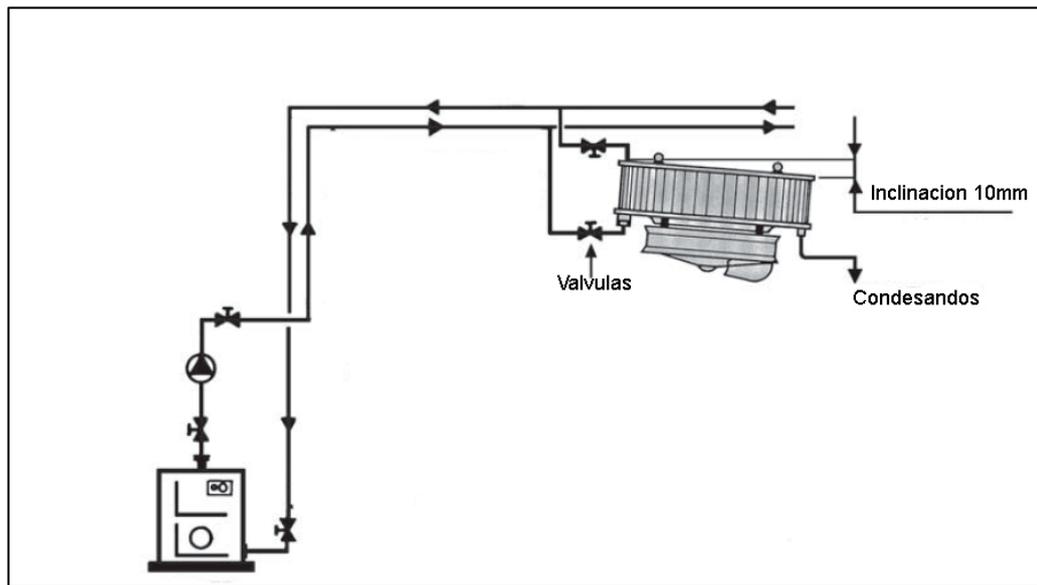


Grafico 41 - Conexión hidráulica del aerotermo. (Fuente: Catalogo comercial Sabiana)

Como podemos observar en la Grafico 42, la toma de entrada del agua al aerotermo está colocada en el inferior del mismo, mientras que la de retorno, va en la parte superior.

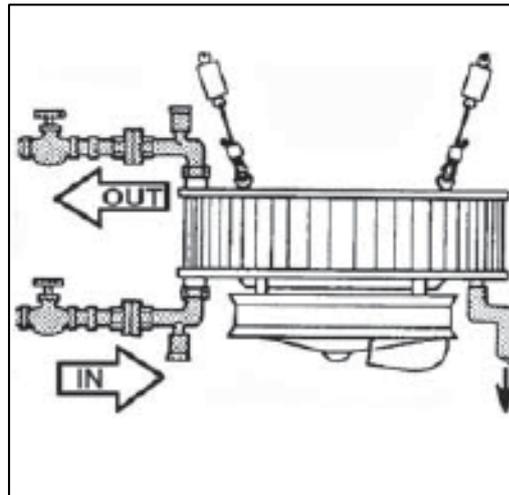


Grafico 42 - Conexión hidráulica en detalle. (Fuente: Catalogo Comercial Sabiana)

10.6 CARACTERISTICAS DE LA BOMBA

Para solventar las pérdidas de carga producidas en los circuitos de agua (resultado de las pérdidas debidas a la longitud de las tuberías en los tramos rectos y las pérdidas debidas a los diferentes elementos componentes de la instalación, como codos, válvulas, etc.) es necesario colocar una bomba que nos impulse el fluido por la instalación.

Se colocará una bomba que impulsará un caudal de $11,34 \text{ m}^3/\text{h}$ y deberá vencer unas pérdidas de carga de $10,14 \text{ m.c.a.}$

Se elegirá una bomba del fabricante Grundfos, la cual ha sido dimensionada con el software facilitado por el fabricante. El modelo en concreto elegido es CM10-1 A-R-A-E-AVBE, (Grafico 43)



Grafico 43 - Bomba CM10-1. (Fuente: Grundfos)

Se colocara un variador de velocidad conectado a la bomba, por lo que será necesario obtener un nuevo punto de funcionamiento, puesto que el fabricante suministra la curva con una velocidad del 100 (Grafico 44). El variador elegido es el modelo CUE 3X380-500V IP20 0.75KW 2.4 de Grundfos

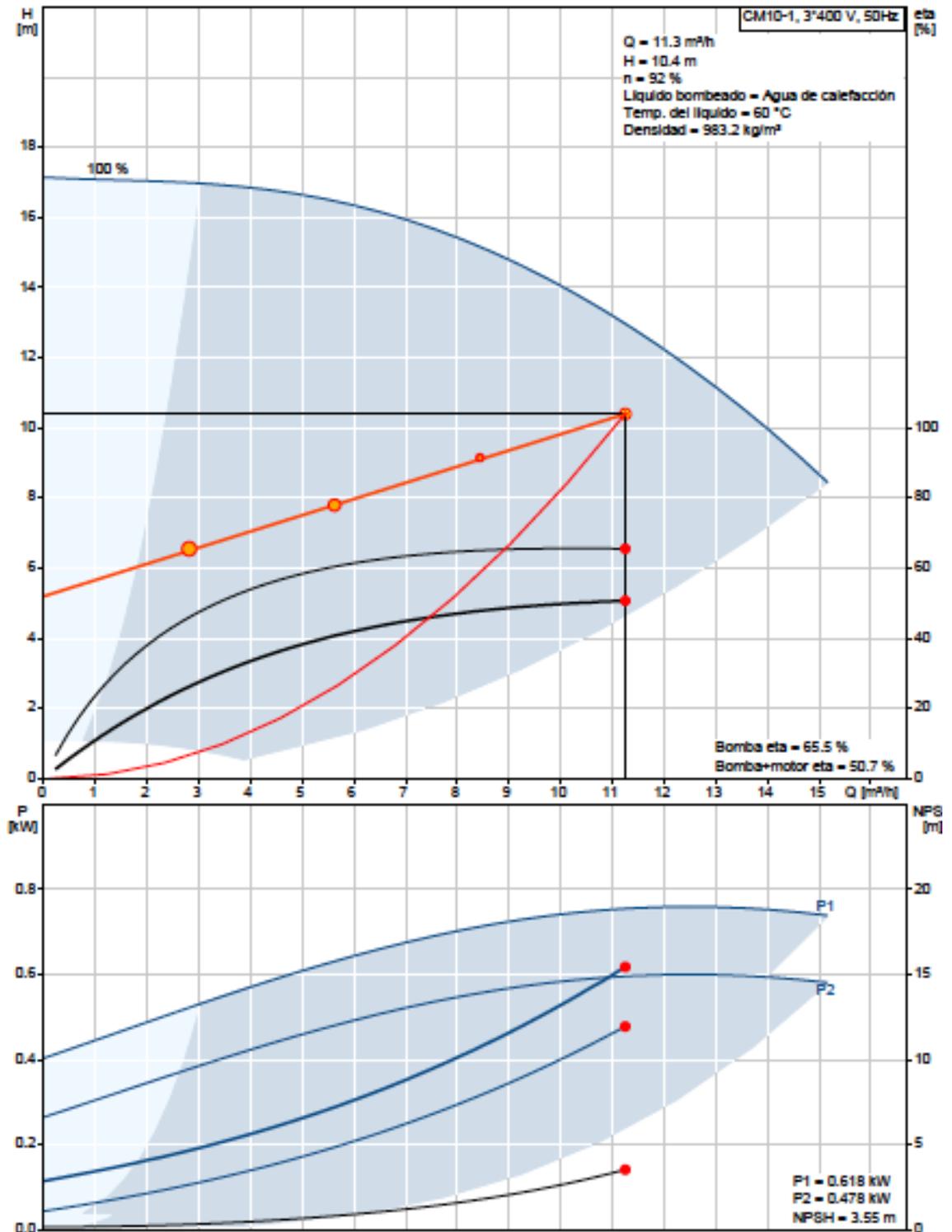


Gráfico 44 - Curvas características de la bomba. (Fuente: Grundfos)

La bomba ira conectada en el circuito de retorno de agua fría, para evitar problemas de cavitación. Además, tendrá conectado un diferencial de presión,



cuya función será desconectar la bomba, cuando los aerotermos no estén en funcionamiento.



Grafico 45 - Sensor de presión diferencial DPI. (Fuente: Grundfos)

Todas las características del sensor de presión diferencial, del variador de velocidad, y de la bomba, se pueden ver en el catálogo de la bomba.



**ANEJO N°11:
ESTUDIO DE VIABILIDAD**



INDICE DE CONTENIDOS

11. ESTUDIO ECONOMICO DE VIABILIDAD

11.1 INTRODUCCIÓN	127
11.2 ANALISIS DE INVERSION Y ESTIMACION TIEMPO DE AMORTIZACION	127



11. ESTUDIO ECONOMICO DE VIABILIDAD

11.1 INTRODUCCIÓN

El estudio económico de un estudio de viabilidad es el más importante porque es el que determina la viabilidad de un estudio técnico.

En proyectos como este la inversión inicial suele ser elevada y necesita conocerse el periodo de retorno de la inversión.

Con la sustitución de los convectores eléctricos se busca un ahorro considerable de energía y económico, haciendo que se consiga que los procesos productivos sean más rentables, otorgando a la empresa una mayor competitividad.

Antes de instalar los nuevos sistemas de calefacción, se ha de conocer los gastos económicos actuales de electricidad que generan los sistemas actualmente instalados.

11.2 ANALISIS DE INVERSION Y ESTIMACION TIEMPO DE AMORTIZACION

El primer paso es calcular cuales son los costes del sistema actualmente instalado tanto en gasto de energía, como ahorro que supondrá el ahorro en termino fijo de potencia. En vez de realizar el cálculo por los precios de venta de electricidad a mercado aplicado a los consumidores de electricidad, según los precios correspondientes a los periodos tarifarios y potencia de suministro contratado resultar mucho más sencillo e igualmente valido partir de los costes totales de cada mes y hallar el valor del coste medio de electricidad

A continuación, se calculan los consumos diarios, mensuales, y anuales, así como el coste económico anual de dicho sistema. Como se indica en el



apartado referente a la descripción de las instalaciones existentes, el sistema actual tiene un consumo de 15 KW. Teniendo en cuenta que está conectado las 24 horas del día a la red, podemos obtener el consumo diario:

$$\begin{aligned} \text{Consumo diario} &= \text{Consumo} * 24 \text{ horas} \\ \text{Consumo diario} &= 15 \text{ Kwh} * 24 \text{ horas} = 360 \text{ Kwh/dia} \end{aligned}$$

De la misma manera se calcula el consumo al mes suponiendo una media de 30 días por mes con el fin de cuantificar a posteriori el ahorro mensual que produce la sustitución del sistema.

$$\begin{aligned} \text{Consumo mensual} &= \text{Consumo diario} * 30 \text{ dias} \\ \text{Consumo mensual} &= 360 \text{ Kwh/dia} * 30 \text{ dias} = 10800 \text{ Kwh/mes} \end{aligned}$$

Por otro lado, obtenemos un consumo anual de:

$$\begin{aligned} \text{Consumo anual} &= \text{Consumo diario} * 365 \text{ dias} \\ \text{Consumo anual} &= 360 \text{ Kwh/dia} * 365 \text{ dias} = 131400 \text{ Kwh/año} \end{aligned}$$

Con el fin de obtener el coste anual de este sistema, se ha tomado como precio de la electricidad el precio medio indicado por el IDEA, 0,09€ / Kwh. Por consiguiente:

$$\begin{aligned} \text{Coste anual} &= \text{Consumo anual} * \text{Precio medio electricidad} \\ \text{Coste anual} &= 131400 \text{ Kwh/año} * 0,09\text{€/kwh} = 11826\text{€} \end{aligned}$$

Teniendo en cuenta que este sistema está instalado en siete hornos secundarios de rodados, obtenemos un coste anual total tal que:

$$\begin{aligned} \text{Coste anual total} &= \text{Coste anual} * 7 \text{ hornos secundarios} \\ \text{Coste anual total} &= 11826\text{€} * 7 \text{ hornos secundarios} = 82782 \text{€} \end{aligned}$$



Tabla 25 - Resumen de consumos y costes del sistema actual. (Fuente: Elaboración propia)

RESUMEN DE CONSUMOS Y COSTES	
Potencia consumida calefactor (kW)	15,00
Potencia consumida siete calefactores	105,00
Consumo de energía diario por cuarto (kWh) (24h/día)	360,00
Consumo anual por cuarto (kWh) (365 días/año)	131.400
Consumo total siete cuartos rodados (kWh)	919.800
Ahorro total termino de energía	82782€

Además del consumo, se debe tener en cuenta, el ahorro de potencia que se efectúa, por lo que se produce una reducción en el término fijo de potencia contratada.

Según el informe de precios regulados realizado por el IDAE el precio medio (media ponderada entre los tres periodos tarifarios) para el termino fijo de potencia de la tarifa 3.1A de alta tensión, es 36,49€/KW ·año. Teniendo en cuenta este dato:

*Coste termino fijo de potencia = Consumo anual * Precio termino fijo*

$$\text{Coste termino fijo de potencia} = 105\text{KW} * \frac{36,49\text{€}}{\text{KW}} = 3831,45\text{€}$$

A la hora de calcular el ahorro de energía y la reducción del término fijo, no se han considerado los consumos del motor del aerotermo, ni de la bomba, puesto que, en comparación con los consumos actuales, son despreciables.

Hay que tener en cuenta que mediante este sistema se liberan 105 kW de potencia eléctrica del sistema de transformación de fábrica, lo que se traduce en la correspondiente disminución de pérdidas de energía en la red eléctrica de



fábrica y en la posibilidad de disminuir la potencia contratada en un 2% del total.

Tabla 26 - Ahorro total año (Termino de potencia): Fuente: elaboración propia

TERMINO DE POTENCIA	
Precio TP €/KW·año	36,49
Ahorro total año (término de potencia)	3.831,45 €

Tabla 27 - Ahorro total anual desactivando el actual sistema.

COSTE TOTAL DEL SISTEMA ACTUAL	
Consumo de energía	82.782€
Ahorro termino de potencia.	3.831,45 €
Ahorro Total	86.613,45 €

Una vez obtenido el ahorro total por año, se calcula el tiempo que tardará en recuperarse la inversión, para ello, no se tendrán en cuenta el incremento de precio de la electricidad (IPC) ni tampoco los posibles intereses en caso de solicitar un préstamo a la entidad bancaria, dado que la amortización se obtiene en menos de un año, no siendo necesario el cálculo del VAN y TIR.

En la siguiente Tabla 28 , se puede ver resumido los costes de inversión, los ahorros por la substitución del sistema actual y el tiempo de amortización de la inversión.



Tabla 28 - Estimación del tiempo de retorno de la inversión. Fuente: elaboración propia

ESTIMACIÓN DEL TIEMPO DE RETORNO DE INVERSIÓN	
Inversión inicial.	74.358,76 €
Ahorro total anual.	86.613,45 €
Tiempo de retorno	11 meses



SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CALOR Y SUSTITUCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE
TERMIZACIÓN PARA LA CONFECCIÓN DE RODADOS EN LA FABRICACIÓN DE NEUMÁTICOS



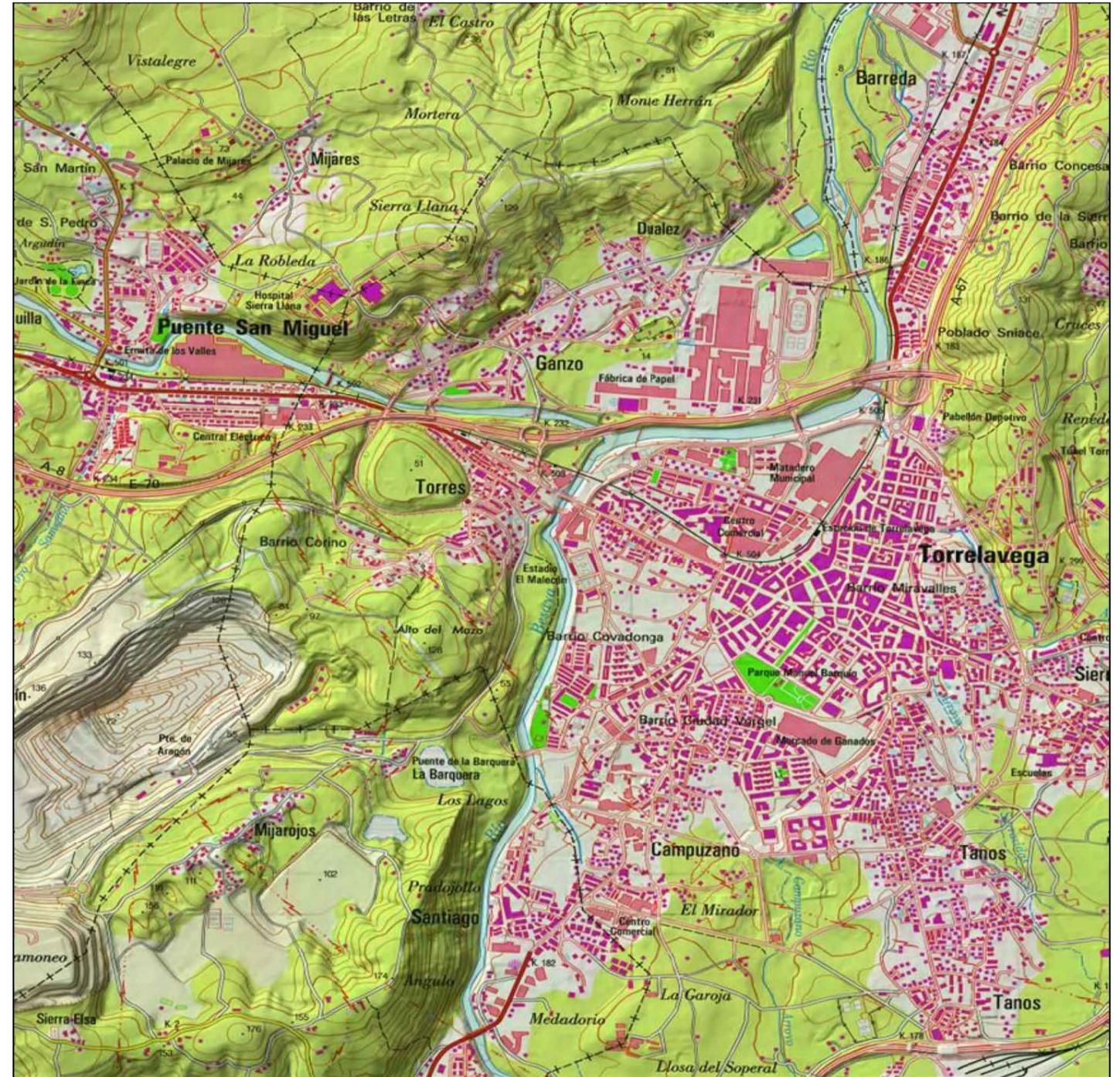
DOCUMENTO Nº2:
PLANOS



INDICE DE CONTENIDOS

PLANOS

1.	LOCALIZACION	1
2.	INSTALACIONES DE FABRICA EN PLANTA	2
3.	HORNO SECUNDARIO DE RODADOS	3
4.	ESQUEMA HIDRAULICO Y SITUACION DE HORNOS	4



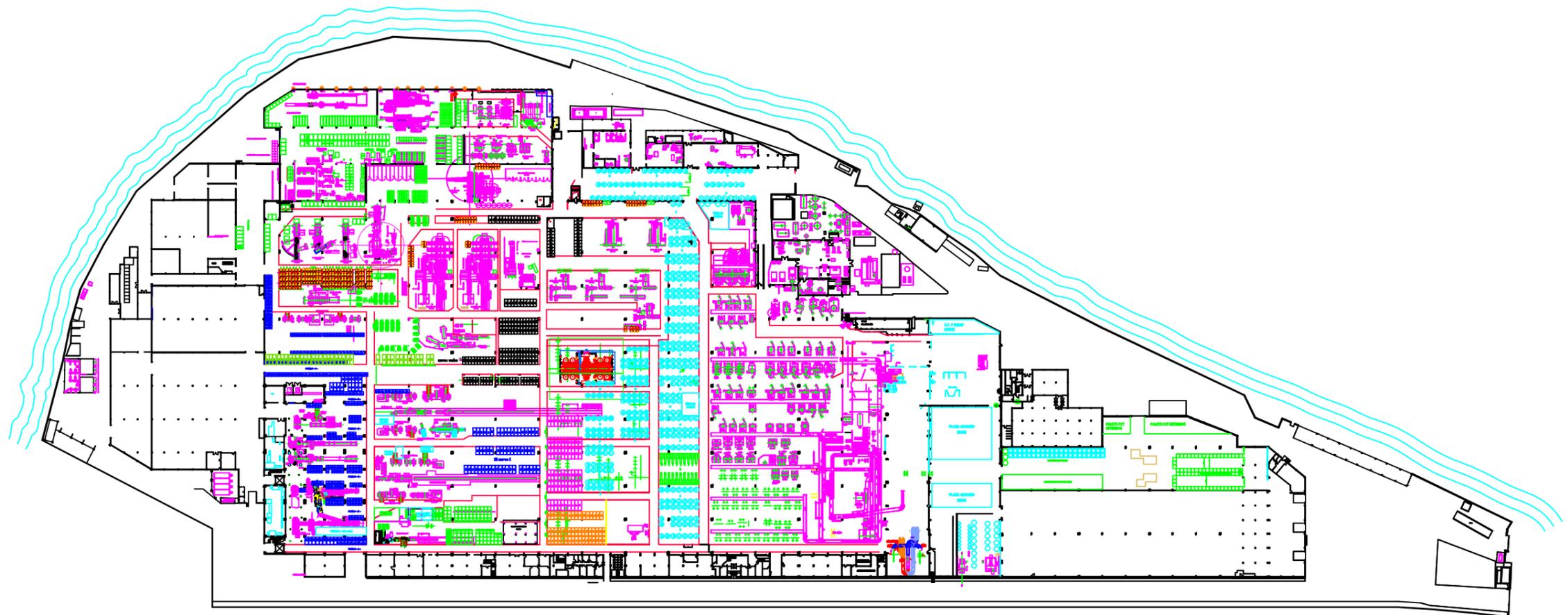
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERIA
 DE MINAS Y ENERGÍA



SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CALOR Y SUBSTITUCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE TERMIZACIÓN PARA LA CONFECCIÓN DE RODADOS EN LA FABRICACIÓN DE NEUMATICOS

AUTOR	Alejandro González Marañón	TIPO DE PLANO	Plano de Situación	FECHA	02/2016	NUMERO	1
PROMOTOR	Universidad de Cantabria	NOMBRE DEL PLANO	Localización	ESCALA	-		

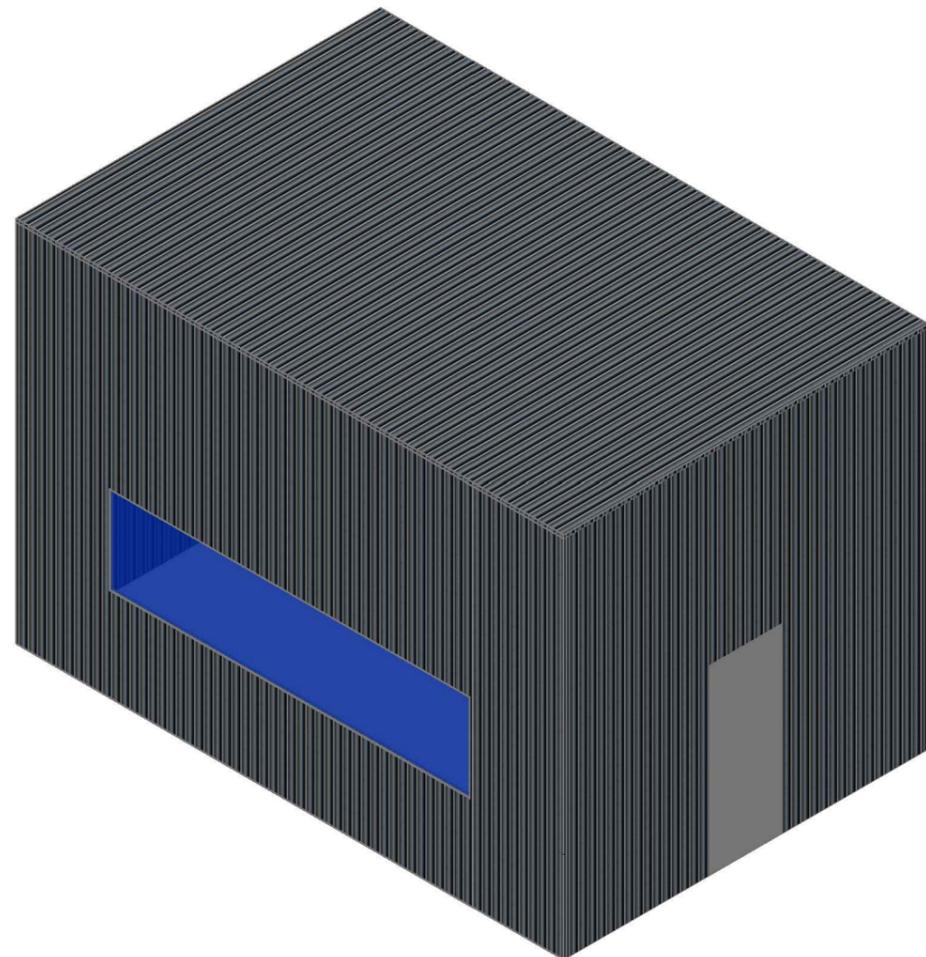
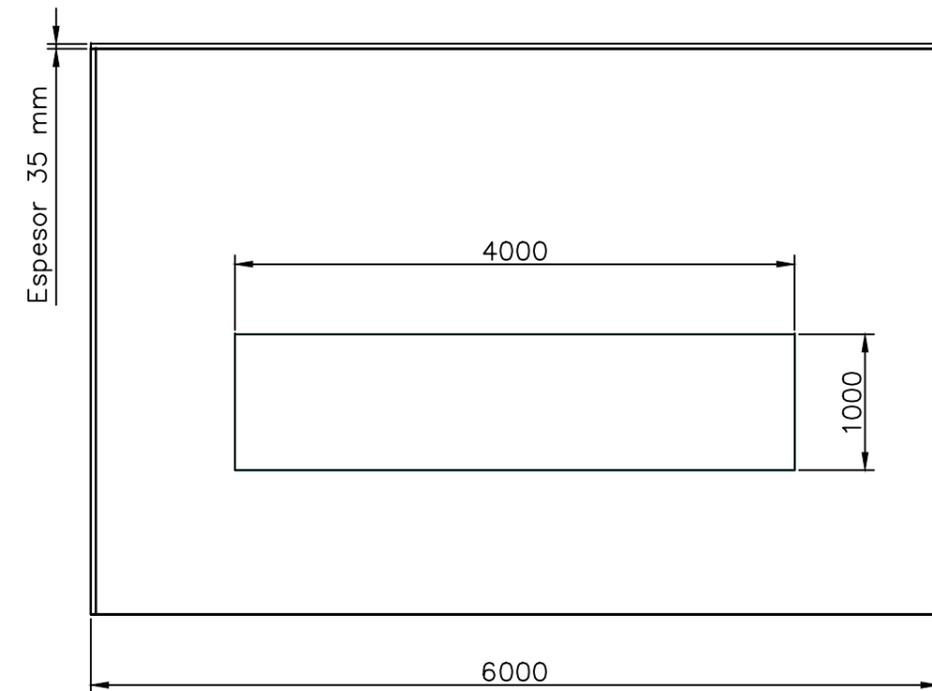
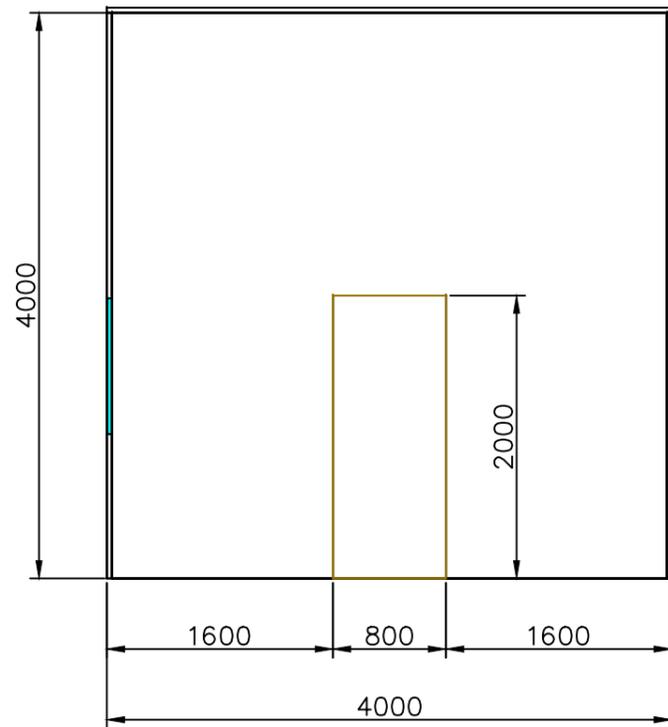


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 ESCUELA POLITECNICA DE INGENIERIA
 DE MINAS Y ENERGIA



SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CALOR Y SUBSTITUCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE TERMIZACIÓN
 PARA LA CONFECCIÓN DE RODADOS EN LA FABRICACIÓN DE NEUMATICOS

AUTOR	Alejandro González Marañón	TIPO DE PLANO	Plano de Instalación	FECHA	02/2016	NUMERO	2
PROMOTOR	Universidad de Cantabria	NOMBRE DEL PLANO	Plano en planta fábrica Bridgestone S.A.	ESCALA	1/2000		



Panel metálico tipo sándwich de chapa de acero galvanizada.
 Aislamiento de espuma de poliuretano
 Espesor: 35 mm $U = 0,490 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

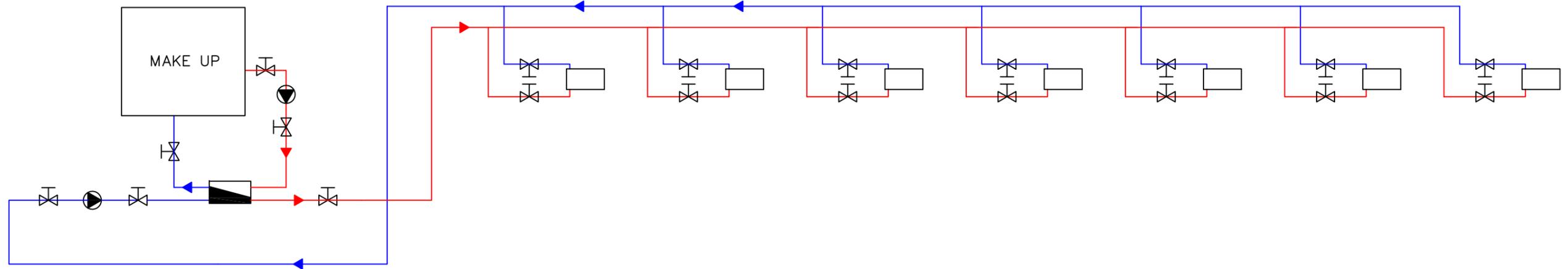


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERIA
 DE MINAS Y ENERGIA

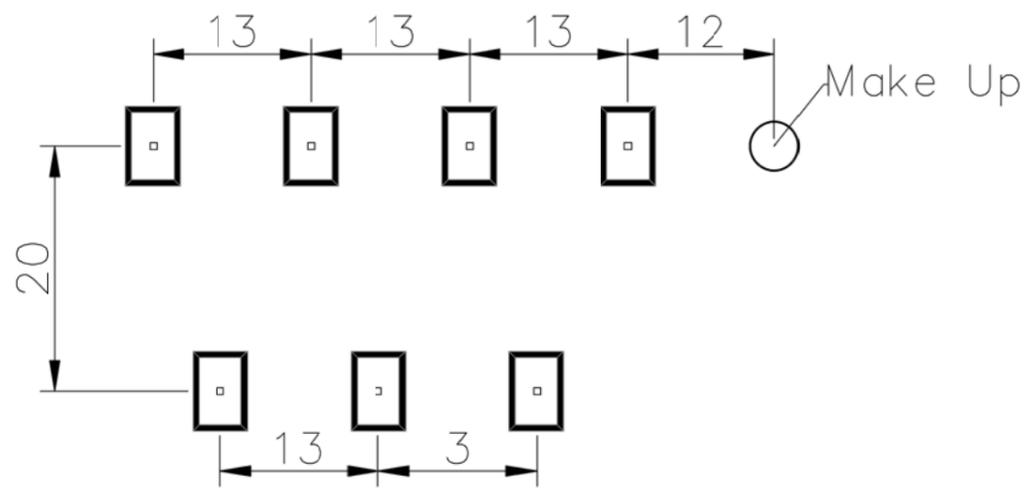


SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CALOR Y SUBSTITUCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE TERMIZACIÓN
 PARA LA CONFECCIÓN DE RODADOS EN LA FABRICACIÓN DE NEUMATICOS

AUTOR	Alejandro González Marañón	TIPO DE PLANO	Plano de Arquitectura	FECHA	02/2016	NUMERO	3
PROMOTOR	Universidad de Cantabria	NOMBRE DEL PLANO	Horno Secundario de Rodados	ESCALA			1/50



Tramo Ida 102,5 metros
 Tramo Retorno 102,5 metros
 Longitud total tubería 205 metros



Intercambiador de calor



Bomba centrífuga



Valvula reguladora de presion y antirretorno



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERIA
 DE MINAS Y ENERGIA



SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CALOR Y SUBSTITUCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE TERMIZACIÓN PARA LA CONFECCIÓN DE RODADOS EN LA FABRICACIÓN DE NEUMATICOS

AUTOR	Alejandro González Marañón	TIPO DE PLANO	Plano esquema	FECHA	02/2016	NUMERO	4
PROMOTOR	Universidad de Cantabria	NOMBRE DEL PLANO	Esquema hidráulico y situación de hornos	ESCALA			1/50



DOCUMENTO 3:

PLIEGO DE CONDICIONES



INDICE DE CONTENIDOS

1. OBJETO	1
2. CONDICIONES GENERALES	1
3. CONDICIONES FACULTATIVAS	
3.1. RELACIÓN ENTRE EL CONTRATANTE Y EL CONTRATISTA	2
3.2. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA	3
3.3. PERSONA	3
3.4. MEDIDAS DE SEGURIDAD	4
3.5. REALIZACIÓN DE LA OBRA	4
4. CONDICIONES ECONOMICAS	
4.1. PRECIOS	5
4.2. FORMA DE PAGO	7
5. CONDICIONES JURIDICAS	
5.1. ACCIDENTES Y DAÑOS PRODUCIDOS EN LAS OBRAS	7
5.2. PARO O APLAZAMIENTO DE LA OBRA	8
5.3. CASO DE SUSPENSIÓN DE PAGOS	9
5.4. CASO DE RESCISIÓN DE CONTRATO	9
5.5. ARBITRAJE	10
5.6. CARÁCTER DE PLIEGO DE CONDICIONES	11
5.7. AUDITORÍA	11
6. CONDICIONES TECNICAS	
6.1. EQUIPOS Y MATERIALES	11
6.1.1. TUBERÍAS Y ACCESORIOS	12
6.1.2. VÁLVULAS	16
6.1.3. CONDUCTOS Y ACCESORIOS	18
6.1.4. MATERIALES AISLANTES TÉRMICOS	21
6.1.5. UNIDADES DE TRATAMIENTO Y UNIDADES TERMINALES	26



6.2. MONTAJE	27
6.2.1. GENERALIDADES	28
6.2.2. ACOPIO DE MATERIALES	28
6.2.3. REPLANTEO	29
6.2.4. COOPERACIÓN CON OTROS CONTRATISTAS	29
6.2.5. PROTECCIÓN	29
6.2.6. LIMPIEZA	30
6.2.7. RUIDOS Y VIBRACIONES	30
6.2.8. ACCESIBILIDAD	31
6.2.9. IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS	31
6.3. PRUEBAS, PUESTA EN MARCHA Y RECEPCIÓN	32
6.3.1. LIMPIEZA INTERIOR DE REDES DE TUBERÍAS	33
6.3.2. LIMPIEZA INTERIOR DE REDES DE CONDUCTOS	34
6.3.3. COMPROBACIÓN DE LA EJECUCIÓN	34
6.3.4. PRUEBAS HIDROSTÁTICAS DE REDES DE TUBERÍAS	34
6.3.5. PRUEBAS DE REDES DE CONDUCTOS	35
6.3.6. PRUEBAS DE LIBRE DILATACIÓN	36
6.3.7. PRUEBAS DE CIRCUITOS FRIGORÍFICOS	36



1. OBJETO

El objeto de este Pliego es definir las condiciones que han de regir en la ejecución de las obras, fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al promotor o dueño de la obra o instalación, al contratista o instalador de la misma, al ingeniero técnico director de la obra, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de la instalación. Establece las condiciones generales de contratación entre la parte contratante para la que se realiza la obra, y el contratista, que es el que realiza la obra.

2. CONDICIONES GENERALES

A continuación, se nombrarán las normas generales de ejecución que serán de obligado cumplimiento:

- Todos los materiales y equipos que se utilicen en la obra, deberán cumplir las condiciones que se establecen en el Pliego de Condiciones, y deberán ser aprobados por la parte contratante.
- Será obligación del contratista, indicar al representante de la parte contratante, la procedencia de los materiales y equipos que vayan a ser utilizados, con la antelación suficiente para que puedan hacerse las comprobaciones y ensayos que estime conveniente la parte contratante.
- La aceptación de un material en un momento determinado, no será obstáculo para que, si posteriormente fueran encontrados defectos, sea rechazado.



- El contratista dará todo tipo de facilidades, poniendo a disposición de la parte contratante, y a su costa, toda clase de muestras de materiales que estime oportuno examinar.
- Los trabajos a realizar se ejecutarán de acuerdo con el proyecto y demás documentos redactados por el ingeniero autor del mismo.
- Cualquier variación que se pretenda ejecutar sobre la obra proyectada deberá ser puesta, previamente, en conocimiento del ingeniero director, sin cuyo conocimiento no será ejecutada. En caso contrario, el contratista, ejecutante de dicha unidad de obra, será el responsable de las consecuencias que ello originase.
- El contratista nombrará un encargado general, el cual deberá estar constantemente en obra, mientras en ella trabajen obreros de su gremio. La misión del encargado será la de atender y entender las órdenes de la dirección facultativa, conocer el presente Pliego de Condiciones exhibido por el contratista y velar de que el trabajo se ejecute en buenas condiciones y según las buenas artes de la construcción

3. CONDICIONES FACULTATIVAS

3.1. RELACIÓN ENTRE EL CONTRATANTE Y EL CONTRATISTA

El contratista deberá dar en todo momento cualquier tipo de información que la parte contratante estime oportuno saber, referida a la realización de la obra. Esta información nunca implicará una interferencia en los trabajos realizados por el contratista, sino que tendrán simplemente carácter informativo.



3.2. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

El contratista, en los trabajos de ejecución de la obra, deberá aportar la maquinaria, herramientas y materiales necesarios, no teniendo la parte contratante responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos auxiliares.

El contratista tendrá la obligación de construir por su cuenta los pabellones, talleres y almacenes, en caso de ser necesarios para la ejecución de la obra, y deberá desmontarlos al término de la misma.

También será su responsabilidad el montaje de una línea de suministro de energía eléctrica, necesaria para trabajar en la obra.

3.3. PERSONA

La contratación de los trabajadores irá a cargo del contratista, que se hará responsable de ellos y deberá cumplir la legislación laboral vigente.

El contratista será responsable de los fraudes o errores que cometan sus empleados en el transcurso de la obra.

Por falta en el cumplimiento de las instrucciones de los ingenieros o a sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el contratista tendrá la obligación de sustituir a sus operarios, cuando el ingeniero director lo reclame.



3.4. MEDIDAS DE SEGURIDAD

El contratista será responsable de las medidas de seguridad adoptadas durante la realización de la obra, estando obligado a cumplir a toda costa las disposiciones legales vigentes durante el tiempo que dure la obra.

El contratista deberá establecer un plan de seguridad (ver el documento de seguridad y salud) que garantice:

- La seguridad de su personal y de los terceros.
- La higiene, primeros auxilios y cuidado de accidentados y enfermos.
- La prevención de accidentes que puedan afectar a la obra, se propia maquinaria e incluso a terceros.

El plan de seguridad deberá ser aprobado por la parte contratante, sin que ello signifique que el contratista está libre de responsabilidad en caso de accidente.

Durante el transcurso de la obra, el plan de seguridad establecido podrá ir variando, lo cual debe ser avisado inmediatamente a la parte contratante.

3.5. REALIZACIÓN DE LA OBRA

La obra comenzará cuando la parte contratante de por escrito al contratista la orden de inicio de la obra, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación. Este deberá además atenerse a las órdenes que le sean indicadas durante la realización de la obra.

Cuando el contratista considere que una orden recibida supera las obligaciones establecidas en el contrato deberá presentar un escrito, en un plazo



inferior a diez días, a la parte contratante. Transcurrido ese plazo, el contratista no podrá efectuar ninguna reclamación.

Todos los planos de realización de la obra deberán ser hechos por el contratista, los cuales deberán ser presentados a la parte contratante antes de la realización física de los mismos, con el objetivo de aprobarlos, y si hubiera lugar a alguna modificación, ésta será indicada al contratista.

Las repercusiones económicas de las modificaciones hechas sobre órdenes previas dadas por la parte contratante, serán estimadas por ambas partes.

El contratista no podrá efectuar variación sobre los planos aprobados por la parte contratante, ni en las órdenes que les sean comunicadas.

Si así sucediera, la parte contratante podrá exigir a costa del contratista, la reconstrucción de las obras realizadas, que no estuviera de acuerdo con la orden dada por la parte contratante.

4. CONDICIONES ECONOMICAS

4.1. PRECIOS

Las obras contratadas se pagarán en general, aplicando los precios unitarios o por actividad de obra según el contrato.

Los precios propuestos por el contratista y aceptados por el contratante, comprender todos los gastos de mano de obra, seguro y cargas sociales, indemnizaciones, dietas, transporte del personal, replanteo de la obra en su comprobación, equipos y herramientas, transporte de materiales, medios



auxiliares de todo tipo, seguros, gastos generales, amortizaciones, intereses de inversión, beneficio industrial, impuestos y todo tipo de tasas, gastos derivados de indemnizaciones, gastos procedentes de las medidas de seguridad en los trabajos y servicios médicos, así como en general, cualquier otro gasto no imputable a la parte contratante que imponga al contratista la oportuna y debida ejecución y terminación de las obras y el cumplimiento de todas las demás obligaciones que asume con motivo de la adjudicación del contrato.

Se incluirán los precios unitarios de mano de obra, por categorías profesionales, en los que estará incluida la parte proporcional de herramientas manuales que tendrán los operarios para la realización de los trabajos comprendidos en el contrato.

También se incluirán los precios de alquiler de la maquinaria.

Los precios de unidades de obra, así como de los materiales o mano de obra de los trabajos, que no figuren entre los contratados, se fijarán contradictoriamente entre el ingeniero director y en contratista o su representante expresamente autorizado a estos efectos.

El contratista los presentará descompuestos, siendo condición necesaria la presentación y la aprobación de estos precios, antes de proceder a la ejecución de las unidades de obra correspondientes.

En ningún caso podrá el contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo que el que les corresponda, con arreglo al plazo en el que deban terminarse.

Si para la designación de precios el contratista observa alguna ambigüedad, deberá hacerlo constar en su oferta, antes de firmar el contrato,



pues con posterioridad a la firma del contrato prevalecerá el criterio de la parte contratante en las posibles discrepancias.

4.2. FORMA DE PAGO

El pago de los trabajos realizados por la parte contratada se realizará de la siguiente manera:

- Previo al inicio de las obras el contratista recibirá el 25% del precio inicial estimado.
- En la recepción definitiva de las obras será pagado el 50% del precio inicial estimado.
- El 25% restante le será otorgado a los 90 días de realizarse la entrega definitiva.

5. CONDICIONES JURIDICAS

5.1. ACCIDENTES Y DAÑOS PRODUCIDOS EN LAS OBRAS

El contratista será el único responsable de los daños y perjuicios producidos durante la realización de los trabajos, bien sobre la maquinaria de trabajo, equipos que se estén instalando, daños a terceros e incluso cualquier accidente que suceda a cualquiera de los operarios que estén trabajando bajo su responsabilidad.

Como consecuencia de ello, el contratista deberá reparar los daños y perjuicios ocasionados.



El contratista será responsable de los equipos y materiales desde el momento que se hace cargo de ellos para su instalación, hasta la recepción definitiva por la parte contratante.

Como consecuencia de ello:

- El contratista se responsabilizará de la adecuada protección de los equipos que van a ser instalados, contra los daños originados al ser expuestos a la intemperie y tomará medidas para evitar daños o pérdidas por cualquier motivo.
- También se hará responsable de los daños o pérdidas que puedan sufrir los equipos que son objeto de los trabajos de montaje, como consecuencia de su actuación en la colocación de dichos equipos. Por consiguiente, deberá sustituirlos o repararlos.
- Sólo serán admisibles las reclamaciones del contratista por pérdidas, averías o daños a la parte contratante.
- La parte contratante en modo alguno se hará cargo de las pérdidas, daños o averías que sufra en contratista.
- El contratista deberá tomar a su costa todas las medidas oportunas para que su maquinaria y sus materiales que utilice en la obra no sufran daños.

5.2. PARO O APLAZAMIENTO DE LA OBRA

En el caso de que la parte contratante mande el paro absoluto de los trabajos, el contrato queda automáticamente rescindido.

Si la parte contratante manda el aplazamiento de los trabajos por un tiempo superior al 30% del tiempo que transcurre desde la adjudicación hasta la



finalización estimada, el contratista tiene el derecho a la indemnización que le corresponda.

El contratista también tendrá el derecho a la rescisión del contrato en el caso de que se produzcan diversos aplazamientos, cuya duración total exceda del 30% anteriormente citado.

Si por algún motivo la parte contratante manda el cese de las obras durante un periodo inferior al 30% de tiempo antes mencionado, el contratista tendrá derecho a una indemnización, pero no a la rescisión del contrato.

5.3. CASO DE SUSPENSIÓN DE PAGOS

En el caso de que se produzca la quiebra o suspensión de pagos por parte del contratista, la parte contratante podrá rescindir el contrato, siendo suficiente la notificación de la suspensión en el plazo de dos meses a partir de la declaración de suspensión de pagos.

Las medidas que la parte contratante tuviera que tomar para la conservación y seguridad de las obras realizadas irán a cargo del contratista.

5.4. CASO DE RESCISIÓN DE CONTRATO

Si se produjera la rescisión de contrato, se comprobarán las obras realizadas, se hará un inventario de los materiales que ha recibido el contratista, así como de la maquinaria y de las instalaciones de la obra.

Si se rescinde el contrato por los casos anteriormente indicados, la parte



contratante podrá exigir al contratista que mantenga en la obra todos o parte de sus equipos y material para poder seguir con los trabajos, contratando a otro contratista.

Los materiales y las instalaciones retenidas serán comprados o alquilados por la parte contratante al contratista, siendo evaluados los precios de cesión, bien por un peritaje o por un acuerdo entre ambas partes.

Si fuera necesario poner en buen estado de funcionamiento el material y maquinaria alquilados, los gastos irán a cargo del contratista.

Desde la rescisión del contrato y hasta que no se haga cargo de la maquinaria y materiales que estime necesario para continuar los trabajos de la obra, la parte contratante no pagará ningún alquiler.

Cuando la parte contratante no necesite la maquinaria contratada, avisará al contratista para que proceda a la retirada de su material.

La parte contratante deberá devolver la maquinaria en perfecto estado de funcionamiento. En caso de que no sea así, la parte contratante deberá indemnizar al contratista de acuerdo con los daños producidos, que serán evaluados por un peritaje o por mutuo acuerdo.

5.5. ARBITRAJE

Cualquier tipo de problemas que surjan, tanto en la interpretación del contrato, como en la ejecución del mismo, será arreglado mediante un arbitraje.

Se nombrarán tres árbitros, uno por cada una de las partes, y el tercero será elegido por mutuo acuerdo de ambas partes.



Si no hubiera acuerdo para la elección del tercer árbitro, éste será nombrado por el juez competente.

5.6. CARÁCTER DE PLIEGO DE CONDICIONES

El presente Pliego de Condiciones tendrá los mismos atributos que una escritura pública.

Tanto la parte contratante como la contratada se reservarán el derecho de elevar el Pliego de Condiciones a Escritura Pública en cualquier fase de la obra. En caso de disputa, los gastos de arbitraje, impuestos y otras contribuciones se abonarán en partes iguales por el contratista y la parte contratada.

5.7. AUDITORÍA

El contratista tendrá derecho a ejercitar auditoria sobre los libros y comprobantes del contratista relacionados con los costos, partes de horas, partes de asistencia, facturación y gastos reembolsables.

Este derecho podrá ejercitarse cuantas veces se considere razonable, dentro del año posterior a las fechas de las facturaciones o cargos del contratante.

6. CONDICIONES TECNICAS

6.1. EQUIPOS Y MATERIALES



Los materiales, elementos y equipos que se utilicen en las instalaciones objeto de este proyecto deben cumplir las prescripciones que se indican en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, en su instrucción técnica complementaria ITE 04.

Todos los materiales, equipos y aparatos no tendrán en ninguna de sus partes deformaciones, fisuras ni señales de haber sido sometidos a malos tratos antes o durante la instalación.

Toda la información que acompaña a los equipos deberá expresarse al menos en castellano y en unidades del Sistema Internacional S.I.

6.1.1. Tuberías y accesorios

Las tuberías y sus accesorios cumplirán los requisitos de las normas UNE correspondientes, en relación con el uso al que vayan a ser destinadas.

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las redes de agua de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Se ejecutará el replanteo de cada ramal de tubería con arreglo a los planos del Proyecto levantándose una planta y un perfil longitudinal de replanteo, procediéndose a su presentación para la confrontación y aprobación de la Dirección Facultativa, requisito sin el cual no podrán comenzar los trabajos. En todo caso se dispondrá siempre de manera que la instalación quede protegida en todo momento contra heladas o calentamientos excesivos.

Se suministrarán todas las tuberías y accesorios que se muestren en los planos, o se requieran para el perfecto funcionamiento de las instalaciones y de acuerdo con las especificaciones y normas aplicables.



Todas las tuberías se instalarán de forma que presenten un aspecto rectilíneo, limpio y ordenado, usándose accesorios para los cambios de dirección y dejando las máximas alturas libres en todos los locales con objeto de no interferir con las instalaciones de otro tipo, particularmente las eléctricas y de iluminación.

No se aceptarán suspensores de cadena, fleje, barra perforadora o de alambre. El contratista, quien suministrará el equipo y aparatos necesarios para los ensayos y pruebas de las diversas redes, comprobará todos los sistemas de tuberías de fecales y ventilación, mediante ensayos que serán aprobados por escrito por la Dirección Facultativa antes de su aceptación.

El montaje deberá ser de primera calidad y completo. Siempre que sea posible, las tuberías deberán instalarse paralelas a las líneas de edificio, a menos que se indique de otra forma. En la alineación de las tuberías no se admitirán desviaciones superiores al 2 por mil.

Toda la tubería, válvulas, etc., deberán ser instaladas suficientemente separadas de otros materiales y obras. Serán instaladas para asegurar una circulación del fluido sin obstrucciones, eliminando bolsas de aire y permitiendo el fácil drenaje de los distintos circuitos. Para ello se mantendrán pendientes mínimas de 5 mm/m. en sentido ascendente para la evacuación de aire o descendente para desagüe de punto bajo.

La tubería será instalada de forma que permita su libre expansión, sin causar desperfectos a otras obras o al equipo, al cual se encuentre conectada equipándola con suficientes dilatadores o liras de dilatación y anclajes deslizantes. Los recorridos horizontales de las tuberías de agua deberán tener una inclinación ascendente, realizada por medio de reducciones excéntricas en las uniones en las que se efectúa un cambio de diámetro.



Las tuberías de drenaje deberán tener una pendiente descendente en la dirección del agua de 10 mm por metro lineal y en ningún caso ésta pendiente será inferior a 6 mm por metro lineal en cuyo caso deberá comunicarlo a la Dirección para la determinación oportuna.

Las tuberías deberán ser cortadas exactamente y en las uniones, tanto roscadas como soldadas, presentarán un corte limpio sin rebabas.

Las secciones serán circulares con espesores uniformes. Los defectos superficiales tales como huecos o rayas, serán examinados para apreciar su importancia. Caso de rectificación, el espesor deberá mantenerse dentro de una tolerancia de -12,5% del espesor nominal.

No se admitirán en los tubos, grietas o apliques de laminado, abolladuras, rayas, depresiones o corrosión que puedan afectar a la resistencia mecánica del tubo, asperezas o escamas internas visibles, huellas de grasa, productos de revestimiento, pintura o retoques de cualquier clase en su interior, etc.

La unión de tubos, codos, " T ", etc. se realizará por soldadura adecuada admitiéndose la unión roscada o embridada para válvulas y otros accesorios. Las uniones de tramos de tubería galvanizada serán roscadas, no permitiéndose la soldadura.

Como norma general se procurará siempre que sea posible, el curvado en frío de la tubería, en vez de la instalación de codos.

En todos los puntos deberán poderse apretar o soltar los tornillos de bridas, juntas, etc., con facilidad.



El adjudicatario tendrá entera responsabilidad respecto de las consecuencias directas o indirectas de la presencia de materiales de origen mineral u orgánico eventualmente abandonados en la canalización. Cuando el personal interrumpa la obra, las extremidades libres de la conducción serán cerradas por tapones de plástico herméticos.

En la ejecución de soldaduras se cumplirán las siguientes condiciones:

- Si es preciso se exigirá la limpieza interior del tubo metálico por paso de una escobilla, sus extremidades calibradas serán verificadas con la ayuda de un tapón calibrado. El tubo será alineado de forma que su eje se confunda con el precedente y las extremidades a soldar serán mantenidas en sitio durante el punteo. No será tolerado ningún desnivel de los bordes, superior a 1,2 mm.

- El juego entre los dos tubos deberá ser tal que, en la ejecución de la soldadura, la fusión del metal de base interese todo el espesor de su pared. Los accesos de la soldadura serán librados de toda traza de cuerpos de origen mineral u orgánico. Ninguna gota de soldadura será tolerada en el interior del tubo.

Al finalizar el montaje de toda la red de tuberías, estando cerrados los circuitos con las máquinas primarias y terminales, se procederá a la siguiente forma:

- 1) Llenado de la instalación y prueba estática conjunta a vez y media la presión de trabajo (mínimo 600 KPa).
- 2) Vaciado por todos los puntos bajos.
- 3) Limpieza de puntos bajos y filtros de malla.

En las acometidas a bombas, la identificación al diámetro de acometida se realizará con reducción tronco-cónico concéntrica de 30°. En la curva de



aspiración se dispondrá un punto de desagüe salvo que exista en la parte inferior de la carcasa de la bomba.

Las conducciones, salvo indicación expresa en planos, presupuesto o especificaciones técnicas, serán en tubería de acero negro, llevando impresa la contraseña DIN 2440 o UNE-19040.

Todas las tuberías se suministrarán habiendo recibido la debida imprimación y con las superficies interiores limpias y sin óxidos. Cada uno de los extremos se cerrará para evitar el deterioro de la superficie interior. Las tuberías que no cumplan con esta especificación se podrán retirar del emplazamiento del trabajo hayan sido o no instaladas.

Los codos soldados serán de radio largo. Los accesorios soldados a tope tendrán las mismas presiones de rotura que las tuberías.

6.1.2. Válvulas

Todo tipo de válvula deberá cumplir los requisitos de las normas correspondientes.

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de la valvulería de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto o que, por conveniencia de equilibrio, mantenimiento, regulación o seguridad según el trazado, juzgue necesario para los circuitos hidráulicos la Dirección Facultativa.

El acoplaje de la valvulería en obra será realizado con especial cuidado, evitando apilamientos desordenados que puedan afectar a las partes débiles de las válvulas (vástagos, volantes, palancas, prensas, etc.). Hasta el momento del montaje, las válvulas deberán tener protecciones en sus aperturas.



En la elección de las válvulas se tendrán en cuenta las presiones tanto estáticas como dinámicas, siendo rechazado cualquier elemento que pierda agua durante el año de garantía. Toda válvula que vaya a estar sometida a presiones iguales o superiores a 600 KPa, llevará troquelada la presión máxima a que puede estar sometida.

Todas aquellas válvulas que dispongan de volantes o palancas estarán diseñadas para permitir manualmente un cierre perfecto sin necesidad de apalancamiento, ni forzamiento del vástago, asiento o disco de la válvula. Las superficies de cierre estarán perfectamente acabadas de forma que su estanqueidad sea total, asegurando vez y media la presión diferencial prevista con un mínimo de 600 KPa. En las que tenga sus uniones a rosca, ésta será tal que no interfiera ni dañe la maniobra.

Será rechazado cualquier elemento que presente golpes, raspaduras o en general cualquier defecto que obstaculice su buen funcionamiento a juicio de la Dirección Facultativa, debiendo ser aprobada por ésta la marca elegida antes de efectuarse el pedido correspondiente.

Al final de los montajes cada válvula llevará una identificación que corresponde al esquema de principio existente en sala de máquinas.

Las válvulas se situarán en lugares de fácil acceso y operación de forma tal que puedan ser accionadas libremente sin estorbos ni interferencias por parte de otras válvulas, equipos, tuberías, etc. El montaje de las válvulas será preferentemente en posición vertical, con el mecanismo (vástago) de accionamiento hacia arriba. En ningún caso se permitirá el montaje de válvulas con el mecanismo (vástago) de accionamiento hacia abajo.



Se instalarán válvulas y uniones en todos los aparatos y equipos, de modo que se pueda retirar el equipo sin parar la instalación.

A no ser que expresamente se indique lo contrario, las válvulas hasta 2" inclusive se suministrarán roscadas y de 2½" en adelante, se suministrarán para ser recibidas entre bridas o para soldar.

La presión nominal mínima será PN-10, salvo que se indique expresamente lo contrario.

Los volantes de las válvulas serán de diámetro apropiado para permitir manualmente un cierre perfecto sin aplicación de palancas especiales y sin dañar el vástago, asiento o disco de la válvula. Las conexiones de tuberías a equipos incluirán todas las válvulas de aislamiento, purgadores de aire, conexiones a desagüe y válvulas de control necesarias.

Las superficies de los asientos serán mecanizadas y terminadas perfectamente, asegurando total estanqueidad al servicio especificado.

Todas las válvulas roscadas serán diseñadas de forma que, al conectarse con equipos, tubería o accesorios, ningún daño pueda ser acarreado a ninguno de los componentes de la válvula.

6.1.3. Conductos y accesorios

Los conductos para el transporte del aire estarán formados por materiales que tengan la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos a su peso, al movimiento del aire, a los propios de su manipulación, así como a las vibraciones que pueden producirse como consecuencia de su trabajo. Los conductos no podrán contener materiales sueltos, las superficies internas serán lisas y no contaminarán el aire que circula por ellas en las condiciones de trabajo.



Las canalizaciones de aire y accesorios cumplirán lo establecido en las normas UNE que les sean de aplicación. También cumplirán lo establecido en la normativa de protección contra incendios que les sea aplicable.

En particular, los conductos de chapa metálica cumplirán las prescripciones de UNE 100101, UNE 100102 y UNE 100103, los conductos de fibra de vidrio cumplirán las prescripciones de la UNE 100105.

Los conductos, desde las unidades de tratamiento o ventiladores hasta las unidades terminales, no podrán alojar conducciones de otras instalaciones mecánicas o eléctricas, ni ser atravesados por ellas.

Las redes de conductos no pueden tener aberturas, salvo aquellas requeridas para el funcionamiento del sistema de climatización y para su limpieza y deben cumplir con los requerimientos de estanquidad fijados en UNE 100102.

Se procurará que las dimensiones de los conductos circulares, ovales y rectangulares estén de acuerdo con UNE 100101.

Antes de su instalación, las canalizaciones deben reconocerse y limpiarse para eliminar los cuerpos extraños.

La alineación de las canalizaciones en las uniones, los cambios de dirección o de sección y las derivaciones se realizarán con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, conservando la forma de la sección transversal y sin forzar las canalizaciones.



Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, de formación de condensaciones y de corrosión, entre los conductos y los soportes metálicos se interpondrá un material flexible no metálico.

Los conductos para distribución de aire construidos mediante chapa de acero galvanizado, tendrán las caras en forma de “punta de diamante”, con el fin de dotarlos de mayor rigidez.

Las características de su construcción, en función de las dimensiones de su lado máximo, serán las que a continuación se tabulan:

Lado mayor (mm)	Espesor de chapa (mm)	Tipo de unión
400	0,6	Bayoneta deslizante a 2400mm máximo
410-900	0,8	Bayoneta deslizante a 2000 mm máximo
910-1300	0,8	Bridas angulares galvanizadas de 250x250x1000 mm
1310-2000	1	Bridas angulares galvanizadas de 300x300x1000 mm
2000	1,2	Bridas angulares galvanizadas de 400x400x1000 mm con refuerzo longitudinal intermedio

Todas las uniones y derivaciones de conductos se sellarán con un producto de elasticidad permanente, con el fin de evitar fugas de aire.



Cuando se precise realizar soldaduras en el conducto, o accesorios del mismo, dicha soldadura se protegerá posteriormente con una pintura a base de zinc.

Los codos tendrán un radio de eje no inferior a 1,5 veces la anchura del conducto. Los cambios de sección se realizarán de tal forma que el ángulo formado por cualquier lado de la pieza de transición no sea superior a 15°.

Las unidades de tratamiento de aire, las unidades terminales y las cajas de ventilación y los ventiladores se acoplarán a la red de conductos mediante conexiones anti vibratorias.

Los conductos flexibles que se utilicen para la conexión de la red a las unidades terminales serán colocados con curvas cuyo radio sea mayor que el doble del diámetro.

Se recomienda que la longitud de cada conexión flexible no sea mayor que 1,5 m.

6.1.4. Materiales aislantes térmicos

Los materiales aislantes térmicos empleados para aislamiento de conducciones, aparatos y equipos, así como los materiales para la formación de barreras anti-vapor, cumplirán lo especificado en UNE 100171 y demás normativa que le sea de aplicación.

El contratista deberá presentar muestras de cada tipo de aislamiento y productos auxiliares para su revisión.

El contratista suministrará una lista de materiales con datos técnicos de cada tipo de aislamiento utilizado en el proyecto, documentando su función, calidad y características e incluyendo, al menos, las siguientes características:



propagación de llama, generación de humo, y características de rendimiento térmico.

El contratista suministrará y almacenará los materiales en el embalaje original del fabricante debidamente etiquetados. Los materiales se almacenarán en lugares secos y protegidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán sus etiquetas hasta su instalación.

Para evitar deterioros no se permitirá que el aislamiento se moje, se humedezca o se manche. Se protegerá el aislamiento de su exposición a altas temperaturas, excesiva exposición a los rayos solares y al contacto con superficies calientes por encima de las temperaturas seguras indicadas por el fabricante.

No se comenzará la instalación de aislamiento en períodos desfavorables, a menos que el trabajo se realice de acuerdo con los requisitos e instrucciones del fabricante.

Frente al fuego los aislamientos tendrán, al menos, clasificación de no inflamable, no propagador de llama (M1), no generando en caso de incendio humos ni productos tóxicos apreciables.

Junto a la primera entrega de los planos de montaje, el contratista entregará los certificados oficiales que demuestran el cumplimiento del comportamiento al fuego de los materiales aislantes.

Todos los auxiliares y accesorios serán no combustibles, ni generarán humos ni productos tóxicos apreciables en caso de exposición al fuego. Los tratamientos ignífugos que se requieran serán permanentes, no permitiéndose el uso de materiales para dichos tratamientos solubles al agua.



No se permite la utilización de amianto.

Además, el material de aislamiento térmico deberá cumplir con las siguientes características:

- Ser imputrescible.
- No contener sustancias que se presten a la formación de microorganismos.
- No desprender olores a la temperatura de trabajo.
- No provocar la corrosión de las tuberías y conductos en las condiciones de uso.
- No ser alimento de roedores.

El aislamiento deberá ser aplicado sobre superficies limpias y secas, una vez inspeccionadas y preparadas para recibir aislamiento.

Se examinarán las áreas que vayan a ser aisladas. El contratista deberá de corregir todas aquellas condiciones que puedan influir negativamente para la correcta terminación del trabajo en calidad y plazo. No se comenzará hasta que las condiciones insatisfactorias hayan sido corregidas.

Se verificará que todos los elementos de soportaría hayan sido dimensionados y ajustados para permitir que las camisas del aislamiento atraviesen estos componentes sin ser taladradas.

No se iniciará la instalación del aislamiento hasta que hayan sido instaladas las tuberías, los conductos y otros elementos salientes sobre los mismos.



El acabado final del aislamiento, en especial en zonas vistas, tendrá un aspecto uniforme, limpio y ordenado.

En general, se instalarán los materiales de aislamiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante, a excepción de que se indiquen o especifiquen requisitos más restrictivos. Se extenderá el espesor total del aislamiento sobre la superficie total a ser cubierta a menos que se indique lo contrario. Se deberá cortar y encajar o conformar el aislamiento fuertemente alrededor de todas las obstrucciones o taladros de manera que no existan huecos en el curso del aislamiento.

Cuando sea posible, todo el aislamiento de tuberías deberá de aplicarse de forma continua. Cuando el uso de formas segmentadas sea necesario, los segmentos deberán de

ser de tal construcción de manera que encajen correctamente en las superficies curvas en las cuales sean aplicados.

El aislamiento de las superficies frías donde se empleen encamisados con barrera de vapor deberá de ser aplicado con un sello de barrera de vapor continuo y sin roturas.

Los soportes, anclajes, etc., que se fijen directamente a servicios fríos deberán de ser adecuadamente aislados y sellados formando barrera de vapor para prevenir condensaciones.

En los soportes de tuberías frías aisladas se instalarán inserciones. Las inserciones entre la tubería y los soportes deberán de consistir en aislamiento de tubería rígido del mismo espesor que el aislamiento adyacente y deberán de ser provistas con barrera de vapor donde sea necesario. Las inserciones deberán



de tener suficiente resistencia a compresión de tal manera que cuando sean utilizadas en combinación con escudos de chapa metálica, soporten el peso de la tubería y del fluido sin romper el aislamiento

Las válvulas y accesorios ocultos deberán de encontrarse correctamente aislados.

El espesor terminado del aislamiento en los accesorios y válvulas deberá de ser como mínimo el de las tuberías adyacentes.

Las válvulas y accesorios expuestos y todas las bridas deberán de ser aisladas con accesorios pre conformados o segmentos de aislamiento. El aislamiento de las bridas deberá de extenderse un mínimo de 25 mm más allá de la terminación de la tornillería. Se adoptarán las medidas necesarias, tales como instalación con recubrimientos pre conformados, con el fin de que la instalación quede con un aspecto uniforme, limpio y ordenado.

Donde se especifique aislamiento para tuberías, se aislarán de modo similar todos los tramos de conexiones, purgadores, vaciados u otras tuberías sujetas a pérdidas o ganancias térmicas, según el caso.

Se aislarán completamente tuberías, tanques o depósitos de agua, válvulas, intercambiadores, accesorios, etc. Todos los soportes metálicos que pasen a través del aislamiento, incluyendo soportes de depósitos e intercambiadores, soportes de tubería, etc., se aislarán al menos una longitud de cuatro veces el espesor del aislamiento. Cuando los equipos estén soportados por cunas de metal, el aislamiento se prolongará hasta la cimentación de hormigón.

Cualquier aislamiento mostrando evidencia de humedad será rechazado por la Dirección Facultativa. Todo aislamiento que se aplique en una jornada de



trabajo, deberá tener también en dicha jornada la barrera anti-vapor. Cualquier evidencia de

discontinuidad en la barrera anti-vapor será causa suficiente de rechazo por la Dirección Facultativa.

El aislamiento exterior de conductos quedará perfectamente unido al conducto, utilizándose los medios adecuados. La barrera de vapor no se verá en ningún caso interrumpida, disponiéndose juntas de sellado o bandas adhesivas de 80 mm de anchura mínima en las uniones. En conductos de 600 mm de anchura o mayor, se dispondrán pins y clips en su parte inferior.

Los pins estarán preferentemente soldados por punto.

6.1.5. Unidades de tratamiento y unidades terminales

Los materiales con los que estén construidas las unidades de tratamiento de aire y las unidades terminales, cumplirán las prescripciones establecidas para los conductos en el apartado ITE 04.4, que les sean aplicables.

Las instalaciones eléctricas de las unidades de tratamiento de aire tendrán la condición de locales húmedos a los efectos de la reglamentación de baja tensión.

Se suministrarán climatizadores fabricados a medida que cumplan las prestaciones indicadas en planos. Mientras no se indique de otro modo, las unidades estarán completamente equipadas con carcasas y plenums, ventiladores, anti vibratorios, aislamientos, bandejas, baterías, filtros, sistemas de humidificación, deflectores, compuertas, alumbrado y demás elementos y accesorios necesarios. Las unidades, serán de primera línea dentro de la gama de fabricación de cada proveedor.



Las unidades no excederán las dimensiones indicadas en planos manteniéndose los espacios internos necesarios entre los componentes y asegurando el espacio para mantenimiento. Las dimensiones externas que estén indicadas son máximas y las interiores mínimas. No se sobrepasarán estos límites sin una aprobación por escrito de la Dirección Facultativa.

Es responsabilidad del contratista verificar los espacios disponibles y acceso desde el exterior del edificio a los locales destinados a los equipos.

Las unidades serán diseñadas, construidas y operarán bajo todos los caudales de trabajo, de modo que se mantengan las condiciones térmicas y acústicas de proyecto.

Dichas condiciones de funcionamiento se deben lograr en las condiciones reales de funcionamiento de las unidades, tales como locales donde se ubican y distribución de conductos.

Cada unidad será construida y operará en todas las condiciones de caudal de aire (incluyendo de 100% a 30% en las unidades de volumen variable) sin que se sobrepasen las condiciones acústicas requeridas para los diferentes locales. Se medirán los niveles sonoros en los locales ocupados adyacentes a las salas de climatizadores. Los requisitos acústicos se deben cumplir con la unidad instalada y según las condiciones constructivas del edificio, la ubicación destinada a ella y los conductos conectados en modo similar a lo proyectado. Si no se logran los niveles requeridos, el contratista se hará cargo de añadir las medidas o silenciadores que sean necesarios. Estas medidas se adoptarían sin comprometer el diseño original.

6.2. MONTAJE



6.2.1. Generalidades

El montaje de las instalaciones objeto de este Proyecto deberá ser efectuado por una empresa instaladora registrada de acuerdo a lo desarrollado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, en su instrucción técnica ITE 1.1.

Las normas que se desarrollan en este apartado han de entenderse como la exigencia de que los trabajos de montaje, pruebas y limpieza se realicen correctamente, de forma que:

- a) La instalación, a su entrega, cumpla con los requisitos que señala el capítulo segundo del RITE.
- b) La ejecución de las tareas parciales interfiera lo menos posible con el trabajo de otros oficios.

6.2.2. Acopio de materiales

La empresa instaladora irá almacenando en lugar establecido de antemano todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

Los materiales procederán de fábrica convenientemente embalados al objeto de protegerlos contra los elementos climatológicos, golpes y malos tratos durante el transporte, así como durante su permanencia en el lugar de almacenamiento.

Cuando el transporte se realice por mar, los materiales llevarán un embalaje especial, así como las protecciones necesarias para evitar toda posibilidad de corrosión marina.



Los embalajes de componentes pesados o voluminosos dispondrán de los convenientes refuerzos de protección y elementos de enganche que faciliten las operaciones de carga y descarga, con la debida seguridad y corrección.

Externamente al embalaje y en lugar visible se colocarán etiquetas que indiquen inequívocamente el material contenido en su interior.

A la llegada a obra se comprobará que las características técnicas de todos los materiales corresponden con las especificadas en Proyecto.

6.2.3. Replanteo

Antes de comenzar los trabajos de montaje la empresa instaladora deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación. El replanteo deberá contar con la aprobación del Director de la Instalación.

6.2.4. Cooperación con otros contratistas

La empresa instaladora deberá cooperar plenamente con los otros contratistas, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

6.2.5. Protección

Durante el almacenamiento en la obra y una vez instalados se deberán proteger todos los materiales de desperfectos y daños, así como de la humedad.



Las aberturas de conexión de todos los aparatos y equipos deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc.

Si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deberán recubrirse con pinturas antioxidantes, grasas o aceites que deberán ser eliminados en el momento del acoplamiento.

Especial cuidado se tendrá hacia los materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, aparatos de control y medida etc., que deberán quedar especialmente protegidos.

6.2.6. Limpieza

Durante el curso del montaje de las instalaciones se deberán evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, como embalajes, retales de tuberías, conductos y materiales aislantes, etc.

Asimismo, al final de la obra, se deberán limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las unidades terminales, equipos de salas de máquinas, instrumentos de medida y control, cuadros eléctricos, etc., dejándolos en perfecto estado.

6.2.7. Ruidos y vibraciones



Toda instalación debe funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos establecidos por la normativa.

Las correcciones que deban introducirse en los equipos para reducir su ruido o vibración deben adecuarse a las recomendaciones del fabricante del equipo y no deben reducir las necesidades mínimas especificadas en Proyecto.

6.2.8. Accesibilidad

Los elementos de medida, control, protección y maniobra se deben instalar en lugares visibles y fácilmente accesibles, sin necesidad de desmontar ninguna parte de la instalación, particularmente cuando cumpla funciones de seguridad.

Los equipos que necesiten operaciones periódicas de mantenimiento deben situarse en emplazamientos que permitan la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la reglamentación vigente y las recomendaciones del fabricante.

Para aquellos equipos dotados de válvulas, compuertas, unidades terminales, elementos de control etc. que, por alguna razón, deban quedar ocultos, se preverá un sistema de acceso fácil por medio de puertas, mamparas, paneles u otros elementos. La situación exacta de estos elementos de acceso será suministrada durante la fase de montaje y quedará reflejada en los planos finales de la instalación.

6.2.9. Identificación de equipos

Al final de la obra los aparatos, equipos y cuadros eléctricos que no vengan reglamentariamente identificados con placa de fábrica, deben marcarse



mediante una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán el nombre y las características técnicas del elemento.

En los cuadros eléctricos los bornes de salida deben tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

La información contenida en las placas debe escribirse en lengua castellana, por lo menos, y con caracteres indelebles y claros, de altura no menor que 5 mm.

Las placas se situarán en un lugar visible y se fijarán mediante remaches, soldadura o material adhesivo resistente a las condiciones ambientales.

6.3. PRUEBAS, PUESTA EN MARCHA Y RECEPCIÓN

La empresa instaladora dispondrá de los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación.

Las pruebas parciales estarán precedidas por una comprobación de los materiales en el momento de su recepción en obra. Una vez que la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del Proyecto, y haya sido ajustada y equilibrada conforme a lo indicado en UNE 100010, deben realizarse como mínimo las pruebas finales del conjunto de la instalación que se indican a continuación, independientemente de aquellas otras que considere necesarias el Director de Obra.

Todas las pruebas se efectuarán en presencia del Director de Obra o persona en quien delegue, quien deberá dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados.



6.3.1. Limpieza interior de redes de tuberías

Las redes de distribución de agua deben ser limpiadas internamente antes de efectuar las pruebas hidrostáticas y la puesta en funcionamiento, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño. Las tuberías, accesorios y válvulas deben ser examinados antes de su instalación y, cuando sea necesario, limpiados.

Las redes de distribución de fluidos portadores deben ser limpiadas interiormente antes de su llenado definitivo para la puesta en funcionamiento para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.

Durante el montaje se evitará la introducción de materias extrañas dentro de las tuberías, los aparatos y los equipos protegiendo sus aberturas con tapones adecuados.

Una vez completada la instalación de una red, ésta se llenará con una solución acuosa de un producto detergente, con dispersantes orgánicos compatibles con los materiales empleados en el circuito, cuya concentración será establecida por el fabricante.

A continuación, se pondrán en funcionamiento las bombas y se dejará circular el agua durante dos horas, por lo menos. Posteriormente, se vaciará totalmente la red y se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación.

En el caso de redes cerradas, destinadas a la circulación de fluidos con temperatura de funcionamiento menor que 100°C, se medirá el pH del agua del circuito.



Si el pH resultara menor que 7,5 se repetirá la operación de limpieza y enjuague tantas veces como sea necesario. A continuación, se pondrá en funcionamiento la instalación con sus aparatos de tratamiento.

6.3.2. Limpieza interior de redes de conductos

La limpieza interior de las redes de distribución de aire se efectuará una vez completado el montaje de la red y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y montar los elementos de acabado y los muebles.

Se pondrán en marcha los ventiladores hasta que el aire a la salida de las aberturas parezca, a simple vista, no contener polvo.

6.3.3. Comprobación de la ejecución

Independientemente de los controles de recepción y de las pruebas parciales realizados durante la ejecución, se comprobará la correcta ejecución del montaje y la limpieza y cuidado en el buen acabado de la instalación.

Se realizará una comprobación del funcionamiento de cada motor eléctrico y de su consumo de energía en las condiciones reales de trabajo, así como de todos los cambiadores de calor, climatizadores, calderas, máquinas frigoríficas y demás equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica, anotando las condiciones de funcionamiento.

6.3.4. Pruebas hidrostáticas de redes de tuberías



Todas las redes de circulación de fluidos portadores deben ser probadas hidrostáticamente, a fin de asegurar su estanquidad, antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por el material aislante.

Independientemente de las pruebas parciales a que hayan sido sometidas las partes de la instalación a lo largo del montaje, debe efectuarse una prueba final de estanquidad de todo el circuito equivalente a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 6 bar, de acuerdo a UNE 100151.

Las pruebas requieren, inevitablemente, el taponamiento de los extremos de la red, antes de que estén instaladas las unidades terminales. Los elementos de taponamiento deben instalarse en el curso del montaje, de tal manera que sirvan, al mismo tiempo, para evitar la entrada en la red de materiales extraños.

Posteriormente se realizarán pruebas de circulación de agua, poniendo las bombas en marcha, comprobando la limpieza de los filtros y midiendo presiones y, finalmente, se realizará la comprobación de la estanquidad del circuito con el fluido a la temperatura de régimen.

Por último, se comprobará el tarado de todos los elementos de seguridad.

6.3.5. Pruebas de redes de conductos

Los conductos de chapa se probarán de acuerdo con UNE 100104. Las pruebas requieren el taponamiento de los extremos de la red, antes de que estén instaladas las unidades terminales. Los elementos de taponamiento deben instalarse en el curso del montaje, de tal manera que sirvan, al mismo tiempo, para evitar la entrada en la red de materiales extraños.



6.3.6. Pruebas de libre dilatación

Una vez que las pruebas anteriores hayan sido satisfactorias y se hayan comprobado hidrostáticamente los elementos de seguridad, las instalaciones equipadas con calderas se llevarán hasta la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática.

Durante el enfriamiento de la instalación y al finalizar el mismo, se comprobará visualmente que no han tenido lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de tubería y que el sistema de expansión ha funcionado correctamente.

6.3.7. Pruebas de circuitos frigoríficos

Los circuitos frigoríficos de las instalaciones centralizadas de climatización, realizados en obra, serán sometidos a las pruebas de estanquidad especificadas en la en la normativa correspondiente.

No debe ser sometida a una prueba de estanquidad la instalación de unidades por elementos cuando se realice con líneas precargadas suministradas por el fabricante del equipo, que entregará el correspondiente certificado de pruebas.



DOCUMENTO Nº4:
PRESUPUESTO



En este documento se detalla el presupuesto dedicado a cada instalación o afección que se realizara. Se divide en el estado de mediciones y en el presupuesto. A su vez, cada apartado se divide en la partida 1 para la instalación hidráulica, en la partida 2 para la instalación eléctrica, en la partida 3 para la instalación del aerotermo y la partida 4 se basa en una partida alzada donde se recoge el presupuesto destinado a la modificación de las instalaciones existentes.



1. ESTADO DE MEDICIONES

Capítulo 1: Instalación hidráulica		
Ud.		Medición
MI.	Tubería de acero negro soldada tipo DIN 2440 de 2" para roscar, i/codos, tés, manguitos y demás accesorios, aislada con coquilla S/H Armaflex o equivalente aprobado, espesor según IT, Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de acero, de 2" DN 50 mm. Totalmente instalado, probado y funcionando	205
Ud.	Valvulería, termómetros, purgadores de alta eficiencia, filtros, válvulas de seguridad, componentes y elementos no incluidos en partidas anteriores para completar la instalación según planos, incluso p.p. de accesorios, pequeño material conexiones y mano de obra.	1
Ud.	Bomba de circulación en línea de rotor seco marca Grundfos, modelo CM10-1 A-R-A-E-AVBE .Bomba centrífuga horizontal multicelular compacta, de acoplamiento cerrado con: 3-fases, 380-415 V, 50 Hz. Motor en base. Aspiración axial y descarga radial. E. Para un caudal de 11.3 m ³ /h y una presión diferencial de 10,41 mca, con conexión embridada DN65, y longitud de montaje 340 mm. Temperaturas de agua des-de -15°C hasta 120°C. Protección IP54 y aislamiento del motor clase F. Suministrada con rodete y motor optimizado según el punto de trabajo deseado.	1
Ud.	Convertidores de frecuencia externa CUE 3X380-500V IP20 0.75KW. P2:0.75 kW Frecuencia de alimentación: 50 Hz Tensión nominal :3 x 380 - 440 / 441 - 500 V Corriente nominal: 2,4-2,1 A Consumo de corriente máximo:2.4 A Rendimiento a plena carga: 96 % Grado de protección (IEC 34-5):IP20	1
Ud.	Kit sensor de presión diferencial DPI: Rango de temperaturas ambientes: -10 ...70 °C; Presión de trabajo máxima: 16 bar; Tipo de conexión: 7/16 - 20 UNF; Líquido: Rango de temperatura del líquido: -10 ... 70 °C; Datos eléctricos: Grado de protección (IEC 34-5): IP55; Longitud de cable: 0.9 m; Señal: 4 - 20 mA	1

Capítulo 2: Instalación Eléctrica		
Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Conexión de cuadro eléctrico de bombas a la instalación eléctrica existente en fábrica mediante colocación de caja de derivación siguiendo las instrucciones del servicio de ingeniería.	1
Ud.	Suministro instalación y montaje de cuadro eléctrico para mando de bombas incluso la parte proporcional de control y regulación. Totalmente instalado y conexionado.	1
Ud.	Conexión de aerotermo a instalación eléctrica existente mediante caja de derivación siguiendo las instrucciones del servicio de ingeniería de fábrica.	7
Ud.	Montaje de armario incluyendo en su interior el sistema de regulación, incluso parte proporcional de cableado y conexionado.	7



Capítulo 3: Instalación aerotermo

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Aerotermo Polaris Sabiana, potencia calorífica 25,8 kW, caudal de aire nominal 2600 m ³ /h, nivel sonoro nominal 51 dBA, ventilador helicoidal de 2 velocidades, dimensiones 780x280x530 mm, alimentación eléctrica monofásica a 230 V, peso 20 kg, con envolvente de chapa de zinc pintada, bastidor de zinc, batería de agua de tubos de cobre y aletas continuas de aluminio y conexiones hidráulicas laterales de acero con purgadores de aire. Incluido montaje y puesta en marcha de la instalación siguiendo guía del fabricante.	7
Ud.	Conexión hidráulica del aerotermo a instalación de conducción de agua de nueva instalación, incluso electroválvula de regulación Totalmente instalado y conexionado.	7

Capítulo 4: Modificación instalaciones existentes

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Partida alzada modificación de las instalaciones existentes. Instalación de tubería y conexión a intercambiador de placas existente en fábrica para la extracción de calor desde depósito Make up. Puesta en marcha de bomba de recirculación existente en fábrica. Revisión y reparación de tuberías existentes, así como limpieza de conductos y regulación de sistemas.	



2. PRESUPUESTO

Capítulo 1: Instalación hidráulica				
Ud.		Medición	Precio	Importe
Ml.	Tubería de acero negro soldada tipo DIN 2440 de 2" para roscar, i/codos, tés, manguitos y demás accesorios, aislada con coquilla S/H Armaflex o equivalente aprobado, espesor según IT, Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de acero, de 2" DN 50 mm. Totalmente instalado, probado y funcionando	205	56,00 €	11.480,00 €
Ud.	Valvulería, termómetros, purgadores de alta eficiencia, filtros, válvulas de seguridad, componentes y elementos no incluidos en partidas anteriores para completar la instalación según planos, incluso p.p. de accesorios, pequeño material conexionados y mano de obra.	1	1.032,43 €	1.032,43 €
Ud.	Bomba de circulación en línea de rotor seco marca Grundfos, modelo CM10-1 A-R-A-E-AVBE .Bomba centrífuga horizontal multicelular compacta, de acoplamiento cerrado con: 3-fases, 380-415 V, 50 Hz. Motor en base. Aspiración axial y descarga radial. E. Para un caudal de 11.3 m3/h y una presión diferencial de 10,41 mca, con conexión embridada DN65, y longitud de montaje 340 mm. Temperaturas de agua des-de -15°C hasta 120°C. Protección IP54 y aislamiento del motor clase F. Suministrada con rodete y motor optimizado según el punto de trabajo deseado.	1	2.828,44 €	2.828,44 €
Ud.	Convertidores de frecuencia externa CUE 3X380-500V IP20 0.75KW. P2:0.75 kW Frecuencia de alimentación: 50 Hz Tensión nominal :3 x 380 - 440 / 441 - 500 V Corriente nominal: 2,4-2,1 A Consumo de corriente máximo:2.4 A Rendimiento a plena carga: 96 % Grado de protección (IEC 34-5):IP20	1	559,62 €	559,62 €
Ud.	Kit sensor de presión diferencial DPI: Rango de temperaturas ambientes: -10 ...70 °C; Presión de trabajo máxima: 16 bar; Tipo de conexión: 7/16 - 20 UNF; Líquido: Rango de temperatura del líquido: -10 ... 70 °C; Datos eléctricos: Grado de protección (IEC 34-5): IP55; Longitud de cable: 0.9 m; Señal: 4 - 20 mA	1	718,91	718,91 €
Total Calefacción				16.619,40 €



Capítulo 2: Instalación Eléctrica

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Conexión de cuadro eléctrico de bombas a la instalación eléctrica existente en fábrica mediante colocación de caja de derivación siguiendo las instrucciones del servicio de ingeniería.	1	548,00 €	548,00 €
Ud.	Suministro instalación y montaje de cuadro eléctrico para mando de bombas incluso la parte proporcional de control y regulación. Totalmente instalado y conexionado.	1	3.151,00 €	3.151,00 €
Ud.	Conexión de aerotermo a instalación eléctrica existente mediante caja de derivación siguiendo las instrucciones del servicio de ingeniería de fábrica.	7	635,00 €	4.445,00 €
Ud.	Montaje de armario incluyendo en su interior el sistema de regulación, incluso parte proporcional de cableado y conexionado.	7	1.093,00 €	7.651,00 €

Total Instalaciones eléctricas	15.795,00 €
--------------------------------	-------------

Capítulo 3: Instalación aerotermo

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Aerotermo Polaris Sabiana, potencia calorífica 25,8 kW, caudal de aire nominal 2600 m ³ /h, nivel sonoro nominal 51 dBA, ventilador helicoidal de 2 velocidades, dimensiones 780x280x530 mm, alimentación eléctrica monofásica a 230 V, peso 20 kg, con envolvente de chapa de zinc pintada, bastidor de zinc, batería de agua de tubos de cobre y aletas continuas de aluminio y conexiones hidráulicas laterales de acero con purgadores de aire. Incluido montaje y puesta en marcha de la instalación siguiendo guía del fabricante.	7	1.443,00 €	10.101,00 €
Ud.	Conexión hidráulica del aerotermo a instalación de conducción de agua de nueva instalación, incluso electroválvula de regulación Totalmente instalado y conexionado.	7	1.150,00 €	8.050,00 €



Total Instalación aerotermo	18.151,00 €
-----------------------------	-------------

Capítulo 4: Modificación instalaciones existentes				
--	--	--	--	--

Ud.	Partida alzada modificación de las instalaciones existentes.	Medición	Precio	Importe
	Instalación de tubería y conexión a intercambiador de placas existente en fábrica para la extracción de calor desde depósito Make up. Puesta en marcha de bomba de recirculación existente en fábrica. Revisión y reparación de tuberías existentes, así como limpieza de conductos y regulación de sistemas.			2.548,00 €

Total modificación instalaciones existentes	2.548,00 €
---	------------

RESUMEN DEL PRESUPUESTO			
Partida Instalación eléctrica			15.795,00 €
Partida Instalación hidráulica			16.619,40 €
Partida Instalación aerotermo			18.151,00 €
Partida Modificación instalación existente			2.548,00 €
Total ejecución material			53.113,40 €
Gastos generales	13%		6.904,74 €
Beneficio industrial	6%		3.186,80 €
IVA	21%		11.153,81 €
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL			74.358,76 €



El total del presupuesto general asciende a la cantidad de SETENTA Y CUATRO MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con SETENTA Y SEIS CENTIMOS (74.358,76€).

Torrelavega, a 30 de Junio de 2016

Autor del trabajo de fin de grado:

Alejandro Gonzalez Marañón



BIBLIOGRAFIA



Libros

- *“Manual de información técnica de neumáticos”*. Dirección de Transporte Conae
- *“Uso de la energía en el sector industria, Manual para estudiantes”*. Intelligent energy
- *“Cálculos de instalaciones de fontanería, Gas y Calefacción 2. Métodos de cálculos.”* Duran Montejano
- *“Panorámica de la industria”*. Instituto nacional de estadística.
- *“Manual práctico de calefacción”* Salvador Escoda.
- *“Guía de ahorro y eficiencia energética en el sector del caucho”*. Agrupación Empresarial Innovadora.
- *“Guía técnica para rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios. Soluciones con aislamiento de poliuretano.”* IDAE
- *“Guía técnica instalaciones de calefacción individual”*. IDAE
- *“Catálogo de elementos constructivos del CTE”*
- *“Código técnico de la edificación y Reglamento de instalaciones térmicas en edificación.”*
- *“Casos prácticos de eficiencia energética en España.”* Fundación Gas Natural
- Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo.



- *“Sector del caucho. Manufacturas de Caucho y Látex”*. Consorcio Nacional de Industriales del Caucho.
- *“Manual de instalaciones de calefacción por agua caliente”* Francisco Martín Sánchez
- *“Calefacción, Climatización y ACS”* Confederación Española de Instaladores y Mantenedores
- *“Instalaciones de calefacción: Martí i Casals.”* Editorial UOC.
- *“Manual técnico de aplicaciones de calefacción y climatización.”* UOPONOR.
- *“Manual de energía solar”*, Salvador Escoda S.A
- *“Cálculo de instalaciones de calefacción.”* Roca
- *Información suministrada por fabrica Bridgestone S.A*

Catalogos Comerciales

- *Catalogo comercial Sabiana*
- *Catalogo comercial Grundfos*
- *Catalogo comercial Baxi roca*
- *Catalogo comercial Panelais*
- *Catalogo comercial metalpanel*
- *Catalogo comercial Mercator*



Paginas web

- www.bridgestone.eu
- www.google.es
- www.wikipedia.es
- www.magrama.go.es
- www.minetur.gob.es
- www.pfernandezdiez.es
- www.edu.cype.es
- www.generadordeprecios.com
- www.soloingenieria.net
- www.climatizacion10.com
- www.idae.es