



Universitat Jaume I

**Escola Superior de Tecnologia i Ciències Experimentals
Grau en Enginyeria Química**

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Trabajo Fin de Grado

Autor/a

Alejandra Muñoz Galindo.

Tutor/a

Arnaldo Moreno Berto.

Castellón, Noviembre de 2015

AGRADECIMIENTOS.

A mi madre, por hacer de mi lucha la suya y no rendirse jamás.

A Alejandro Rodríguez, por acompañarnos en todo momento.

A Miguel Ángel Medina, por acompañarme en mis destiempos y no quejarse nunca.

A mi tutor Arnaldo Moreno Berto, por su apoyo, sus consejos y por ayudarme durante todo este trayecto, teniendo siempre un hueco para atenderme, gracias.

A Pablo y a Raquel, sin los que no hubiese podido finalizar este proyecto.

Mi agradecimiento a todos los docentes de Grado en Ingeniería Química, por aportarme las ideas y los conocimientos necesarios para llevar a cabo este trabajo.

He de agradecer su interés y ayuda, a mis compañeros de Grado, especialmente a Fani, Balma y Juanje, por hacer el camino más llevadero.

Por último, a los profesionales que me facilitaron las tareas de búsqueda: Víctor Gascón y Josué Nebot.

ÍNDICE GENERAL.

Capítulo 0. RESUMEN.

Capítulo 1. MEMORIA.

Capítulo 2. ANEXOS.

2.1. Anexo I. Cálculos para el sistema de recuperación energética.

2.2. Anexo II. Cálculos para el sistema de depuración de los humos.

2.3. Anexo III. Gráficos y tablas.

2.4. Anexo IV. Legislación aplicable.

2.5. Anexo V. Fichas de seguridad.

2.6. Anexo VI. Catálogos.

2.7. Anexo VII. Estudio básico de Seguridad y Salud.

Capítulo 3. PLANOS.

Capítulo 4. PLIEGO DE CONDICIONES.

Capítulo 5. PRESUPUESTO.

Capítulo 0. RESUMEN

RESUMEN DEL TRABAJO FINAL DE GRADO.

El trabajo fin de grado plantea medidas de ahorro energético para una empresa azulejera de la provincia de Castellón.

I. Recuperación del calor residual de los gases de combustión de gas natural:

En el horno F-12 se quema gas natural como combustible para la cocción de baldosas cerámicas. La mezcla de gases resultante se expulsa a la atmósfera por una chimenea. El caudal de gases producido es de aproximadamente de 20.000 (Nm³/h) y su temperatura de 270°C.

Se diseñará una instalación para recuperar el calor sensible de estos humos residuales, que incorporará un intercambiador de placas gas-gas (humos – aire ambiental). El aire caliente obtenido se utilizará en los secaderos de prensas F14 y F15, que utilizan, en el momento actual, quemadores de gas natural para calentar el aire de secado.

II. Sistema de depuración de contaminantes.

Se incorporará para los humos sucios y fríos un sistema de depuración para el HF, con aditivos químicos, y un sistema de depuración de partículas, previo a la emisión a la atmósfera de los gases ya depurados.

El trabajo incluirá el diseño descriptivo de la instalación, selección de equipos, presupuesto y estudio de viabilidad.

Capítulo 1: MEMORIA.

INDICE

1. OBJETO.....	3
2. JUSTIFICACIÓN.....	4
3. ALCANCE.....	5
3.1. Proceso de fabricación.....	7
3.2. Situación actual de la industria cerámica.....	9
3.3. I+D+i y desarrollo sostenible.....	14
3.4. Gestión medioambiental.....	15
3.5. Consumo energético.....	16
3.6. Ahorro energético.....	21
4. DESCRIPCIÓN.....	22
4.1. Sistema de depuración.....	22
4.1.1. Sistema de depuración de partículas sólidas.....	22
4.1.2. Sistema de depuración de contaminantes.....	25
4.2. Sistema de recuperación energética.....	27
4.3. Datos preestablecidos y consideraciones previas.....	30
4.3.1. Horno y caracterización de humos de la chimenea.....	30
4.3.2. Secaderos.....	31
4.3.3. Régimen de trabajo.....	33
4.3.4. Otros datos a considerar.....	33
5. ESTUDIO TÉCNICO DE LA INSTALACIÓN.....	34
5.1. Diseño de la instalación.....	34
5.1.1. Diseño de las conducciones para el transporte de los gases.....	36
5.2. Montaje de las conducciones.....	37
5.3. Conducciones y accesorios.....	40

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

5.3.1.	Tramo H ₁	40
5.3.2.	Tramo H ₂	41
5.3.3.	Tramo A.....	42
5.4.	Sistemas de control.....	43
5.4.1.	Variables de Control.....	44
5.5.	Estudio técnico.....	45
5.5.1.	Suministro necesario para el sistema de intercambio.....	45
5.5.2.	Suministro necesario para el sistema de depuración.....	48
6.	ESTUDIO DE VIABILIDAD.....	51
6.1.	Viabilidad técnica.....	51
6.2.	Viabilidad económica.....	51
6.2.1.	Índice VAN.....	52
6.3.	Índice TIR.....	58
6.3.1.	Índice PR.....	58
6.4.	Viabilidad medioambiental.....	59
6.4.1.	Reducción del consumo de gas natural en el secadero.....	60
6.4.2.	Reducción de emisiones de CO ₂	62
6.4.3.	Depuración de los humos procedentes de la chimenea.....	65
7.	CONCLUSIONES.....	69
8.	PRESUPUESTO.....	70
8.1.	P.E.M.....	70
8.2.	P.E.C.parcial.....	70
8.3.	P.E.C.....	71
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

1. OBJETO.

El proceso de producción azulejero no destaca por su ahorro energético y conlleva un elevado consumo, así como la emisión de diversos contaminantes contenidos en emisiones gaseosas y perjudiciales para la salud humana y del entorno. Estos dos aspectos son objetivo de mejora en la industria, tanto en aspectos económicos en cuanto al consumo de energía, como en sostenibilidad con respecto al entorno.

El objetivo de éste proyecto es mejorar el aprovechamiento de la energía consumida durante la operación de cocción y secado, y minimizar el impacto ambiental de los humos procedentes del proceso.

Para ello, se ha instalado un sistema de aprovechamiento de calor que incluye un intercambiador de calor en el que los humos procedentes de la cocción ceden su calor a aire limpio captado de la atmósfera. Y un sistema de conducciones que lo transportan hasta el secadero.

La instalación contará además con un sistema de depuración con el fin de eliminar los contaminantes presentes en el humo, para su posterior liberación a la atmósfera.

Se desarrolla el diseño de la instalación, aspectos técnicos y viabilidad del proyecto.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

2. JUSTIFICACIÓN.

En el proceso se requiere un elevado consumo de energía térmica, de la cual más del 50% no se aprovecha. Éste consumo se lleva a cabo sobre todo en tres etapas: secado por atomización de las suspensiones, secado post-prensado y cocción de las baldosas. La energía térmica necesaria para estos procesos se consigue mediante la combustión de gas natural. A su vez, dicha combustión, genera emisiones gaseosas que contienen contaminantes que ponen en riesgo la salud y el entorno.

En el caso de la cocción sólo el 10% de la energía se aprovecha, escapándose el resto por la chimenea y durante el enfriamiento del horno. Uno de los objetos de este trabajo es el aprovechamiento de dicha energía.

Para garantizar que las emisiones cumplan con la Directiva vigente se instalará un sistema de depuración de contaminantes que asegure que los humos procedentes de la chimenea se liberan limpios a la atmósfera.

Este proyecto se ha diseñado de forma que resultase lo más económico posible y adaptándose a la normativa vigente en el sector cerámico.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

3. ALCANCE.

La cerámica ha sido, tradicionalmente, uno de los sectores industriales con mayor presencia en la Comunidad Valenciana y ha supuesto el principal motor de desarrollo económico de determinadas comarcas de Castellón, Valencia y Alicante. Actualmente, esta Comunidad es uno de los principales productores de artículos cerámicos del conjunto del estado español y juega el papel de líder indiscutible en subsectores como el de pavimentos y revestimientos cerámicos.

En los últimos años, el sector ha experimentado un espectacular desarrollo, superándose las previsiones de crecimiento más optimistas. Esta expansión ha alcanzado a todas las ramas de actividad, pero ha sido especialmente relevante en las más directamente relacionadas con la construcción: revestimientos, tejas y ladrillos. En la actualidad dicho crecimiento se ha estabilizado debido a la crisis industrial y económica que se arrastra desde hace 7 años.

Una de las características que diferencia el sector cerámico respecto de otros sectores industriales es su elevada intensidad energética, es decir, el alto consumo de energía requerido para la elaboración del producto final. Ello hace que el coste energético represente una fracción mayor del coste final que en otros productos industriales, siendo comparable al coste laboral. Es por ésto que cualquier actuación orientada a optimizar dicho consumo repercutirá en un aumento de la competitividad de los mismos y, en consecuencia, de las empresas.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Otra vertiente a considerar es la medioambiental. Puesto que las actividades relacionadas con la energía (procesado, transformación y consumo) representan el 90% de las emisiones de CO₂ a escala mundial, la promoción del establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética supone una incalculable aportación al cumplimiento de los compromisos derivados de la ratificación del Protocolo de Kioto por parte del estado español. En este sentido, no hay que olvidar que el sector cerámico es uno de los afectados por el Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión para el periodo 2005-2007, debiendo limitar sus emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Hoy existen guías técnicas con toda la información sobre los principios generales de ahorro energético y el análisis de la importancia del diseño de los equipos de calentamiento, de las técnicas de recuperación de calores residuales y del control y la gestión para lograr una alta eficiencia energética, sin olvidar la creciente relevancia de los mencionados condicionantes medioambientales.

Para ello ha sido necesario realizar en primer lugar una caracterización energética del sector, con vistas a determinar ratios de consumo específico en función de cada fuente de energía que intervenga en el proceso.

El análisis de los mismos permite definir coeficientes tipo y detectar desviaciones respecto de la situación energética que se podría calificar como estándar.

Además en ellas se describen los principales equipos consumidores de energía que intervienen en los procesos productivos, analizando las ventajas e inconvenientes de cada tecnología, especialmente desde el punto de vista energético.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Finalmente, estas guías describen una serie de actuaciones aplicables a empresas del sector, cuantificando el ahorro obtenido y calculando los indicadores de rentabilidad asociados a cada medida.

3.1. Proceso de fabricación.

El proceso de fabricación de las baldosas cerámicas de gres porcelánico se representa por la siguiente figura:

PROCESO DE MONOCOCCIÓN DE GRES PORCELÁNICO.

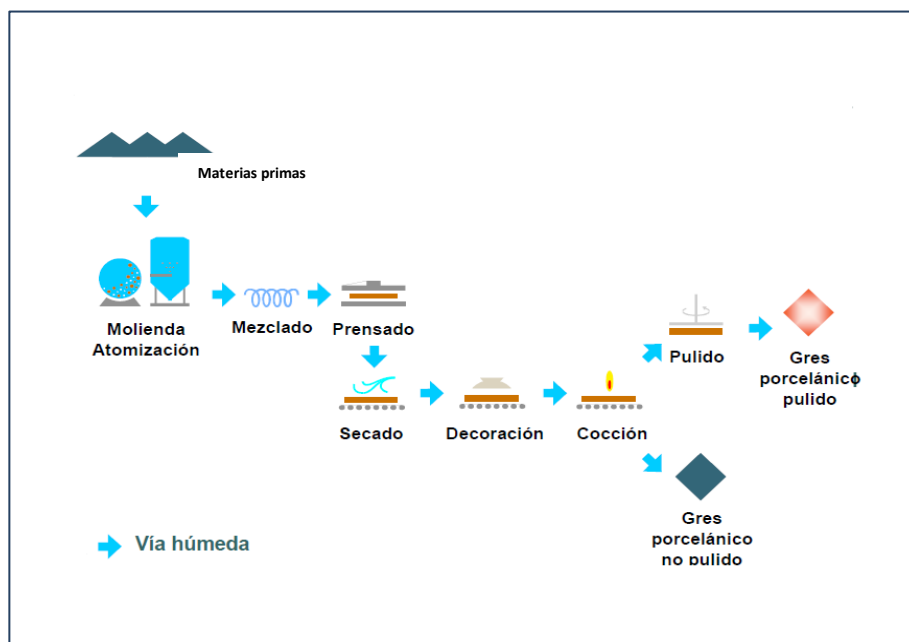


Figura 3.1. Proceso de fabricación del gres porcelánico (ITC).

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

La primera etapa del proceso comienza con la selección y la preparación de la materia prima. Las materias primas habituales en este tipo de composiciones provienen de países extranjeros como Ucrania e Inglaterra, y rara vez se usan arcillas blancas nacionales. La escasez en la zona y el elevado contenido en óxidos colorantes de éstas, hacen que el coste del transporte de arcillas blancas procedentes de otros países no sea significativo.

Las materias primas utilizadas son de distinta naturaleza y composición (arcillas, feldespatos, caolines y arenas), lo que hace necesario una homogenización previa de la materia prima con el fin de que ésta mantenga constantes sus características y composición. La homogenización de dicha materia prima se lleva a cabo mediante la reducción de tamaño de partícula y mezclado en rompedores, almacenándose en pilas cada materia prima de características similares.

Mediante pesaje se formulan las composiciones que darán lugar a los soportes de las baldosas. Una vez formulado se somete a molienda vía húmeda con el fin de homogenizar la mezcla. De dicho proceso se obtiene una suspensión que se conoce como barbotina, y que será impulsada desde las balsas de recogida hasta el atomizador.

En este proceso de secado por atomización se obtiene el polvo granulado, a una determinada humedad residual que se somete en la siguiente fase a prensado. El prensado se lleva a cabo en prensas hidráulicas, y le proporciona a la pieza la compacidad y resistencia mecánica necesaria para las siguientes etapas del proceso.

Una vez conformado el soporte húmedo de la pieza (entre 5% y 7% de humedad) se somete al proceso de secado, con el fin de eliminar el agua de la pieza para que el esmaltado y la cocción se desarrollen adecuadamente.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

El proceso de secado se lleva a cabo mediante la introducción de aire caliente en el secadero. Si las piezas son sin esmaltado pasan directamente al proceso de cocción, y después al pulido. Si son esmaltadas, se recubren previamente con diferentes capas de vidriado que le confieren su aspecto final.

El proceso de cocción es una de las partes más importantes del proceso que confiere las características finales de la pieza. En esta etapa se controla el ciclo de cocción, ajustándose a curvas de velocidad de aumento de T^a y tiempos de isoterma de forma que se obtenga el producto deseado la forma más eficiente.

Es en ésta etapa del proceso en la se incrementa muy significativamente el consumo energético. La energía térmica se consigue mediante la combustión de gas natural por lo que el régimen de trabajo en continuo y los grandes volúmenes de producción, hacen que los costes en esta etapa del proceso sean elevados. El uso extendido de hornos monoestratos de rodillos, que se caracterizan por su homogeneidad y versatilidad, ha permitido reducir los tiempos de cocción, disminuyendo así el consumo de gas, y en consecuencia el coste. La energía térmica en este tipo de hornos es suministrada por quemadores de aire-gas natural situados en sus paredes.

Una vez finalizada la etapa de cocción se verifican las piezas descartando aquellas defectuosas, y se procede al embalaje y al almacenamiento o expedición.

3.2. Situación actual de la industria cerámica.

La progresión más notable fue en la década de los noventa. Las ventas y exportaciones mantuvieron un crecimiento positivo hasta principios del nuevo milenio, momento en el cual se dio una desaceleración.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

En el año 2003 las ventas decrecieron debido a la aparición de países competidores, que supuso entre otros, la caída de la exportación a Iberoamérica y Este Asiático. En el 2006 las ventas se recuperaron y el sector cerámico con ellas.

A partir del 2008 se define una nueva etapa no tan dorada para el sector, las ventas nacionales sufrieron una brusca caída tras el estallido de la crisis inmobiliaria, salvaguardando la economía del sector las exportaciones, que se mantuvieron y además se abrieron a nuevos países. En la Figura 3.2 se muestran los principales productores y el volumen de producción por país en el periodo comprendido entre el 2008 y el 2010.

Producción por país					
País	2008 (Mill.m2)	2009 (Mill.m2)	2010 (Mill.m2)	Producción Mundial en 2010 (%)	Variación 09/10 (%)
1. CHINA	3.400	3.600	4.200	44,1	16,7
2. BRASIL	713	715	753	7,9	5,3
3. INDIA	390	490	550	5,8	12,2
4. IRAN	320	350	400	4,2	14,3
5. ITALIA	513	368	387	4,1	5,2
6. VIETNAM	270	295	375	3,9	27,1
7. ESPAÑA	495	324	366	3,8	13,0

Figura 3.2. Principales productores mundiales entre 2008 y 2010. (Fuente: KPMG)

En la actualidad se producen en el mundo 3300 Mm² de pavimentos cerámicos a año, siendo España, Italia y China los mayores productores.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

La industria cerámica en España se sitúa como líder en innovación y desarrollo. En el año 2010 la producción fue de 366 Mm² convirtiéndose en el segundo país productor europeo y el sexto mundial. En la Figura 3.3. y en la Figura 3.4 se muestran los datos de mercado.

Principales países productores de cerámica (millones de m ²)							
Country	2009	2010	2011	2012	2013	% de la producción mundial 2013	% variación 13/12
China	3600	4200	4800	5200	5700	47,8	9,6
Brasil	715	754	844	866	871	7,3	0,6
India	490	550	617	691	750	6,3	8,5
Irán	350	400	475	500	500	4,2	0,0
España	324	366	392	404	420	3,5	4,0
Indonesia	278	287	320	360	390	3,3	8,3
Italia	368	387	400	367	363	3,0	-1,1
Turquía	205	245	260	280	340	2,9	21,4
Vietnam	295	375	380	290	300	2,5	3,4
Méjico	204	210	219	229	228	1,9	-0,4
Total top ten	6829	7774	8707	9187	9862	82,7	7,3
Total mundial	8581	9619	10599	11194	11913	100	6,4

Figura 3.3. Datos de producción mundial actual. (Fuente: Ceramic Gold Review nº108/2014)

Principales países consumidores de cerámica (millones de m ²)							
Country	2009	2010	2011	2012	2013	% de la producción mundial 2013	% variación 13/12
China	3030	3500	4000	4250	4556	39,4	7,2
Brasil	644	700	775	803	837	7,2	4,2
India	494	557	625	681	748	6,5	9,8
Indonesia	297	277	312	340	360	3,1	5,9
Iran	295	335	395	375	350	3,0	-6,7
Vietnam	240	330	360	254	251	2,2	-1,2
Arabia Saudí	166	182	203	230	235	2,0	2,2
Rusia	139	158	181	213	231	2,0	8,5
USA	173	186	194	204	230	2,0	12,7
Turquía	138	155	169	184	226	2,0	22,8
Total top ten	5616	6380	7214	7534	8024	69,4	6,5
Total mundial	8535	9491	10436	10932	11574	100	5,9

Figura 3.4. Datos de consumo mundial actual. (Fuente: Ceramic Gold Review nº108/2014)

De la facturación global más del 65% corresponde a las exportaciones y el resto al mercado nacional. La Comunidad Valenciana es la principal productora dentro del sector nacional, produciéndose aproximadamente el 90 % de la producción nacional en la provincia de Castellón.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Según datos de ASCER (Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos), alrededor del 80% de las fábricas (unas 190) tienen sus centros productivos en la provincia de Castellón, ascendiendo hasta un 86% si nos referimos a empresas ubicadas en la Comunidad Valenciana.

Las áreas de actividad de las empresas son diversas, siendo las principales áreas en las que se enmarcan los fabricantes del sector son:

- Transformadores de materias primas: industrias extractivas y atomizadoras que suministran la materia prima empleada por el sector, se trata de arcilla bien en forma de mineral o sometida al tratamiento de atomización, sobre la que después se aplicará el esmalte cerámico.
- Fabricantes de baldosas: Según el artículo publicado en el número 13 de la Colección Mediterráneo Económico “Los distritos industriales”, esta industria constituye la actividad central y más importante del cluster, tanto desde el punto de vista del empleo como de la facturación. El distrito concentra más del 95% de la producción.
- Empresas fabricantes de fritas, esmaltes y pigmentos cerámicos: Conforman un grupo reducido de empresas de gran tamaño con presencia internacional y una posición de liderazgo mundial. Aportan a la producción cerámica buena parte de la actividad de I+D+i y suponen el elemento diferencial en cuanto a diseño y calidad final de las baldosas y pavimentos cerámicos.

La distribución de empresas dentro del sector incluye empresas de ciclo completo, de mayor tamaño y que cuentan con las distintas fases del proceso productivo.

En la Tabla 3.1 aparece la distribución geográfica de empresas de la industria azulejera española.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

REPARTO GEOGRÁFICO DE LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS										
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
CASTELLÓN	202	201	203	201	196	194	190	182	174	167
VALENCIA	12	12	12	12	12	12	12	11	11	11
BARCELONA	12	12	11	11	11	10	10	10	10	10
ZARAGOZA	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
GERONA	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2
GRANADA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
TERUEL	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3
TOLEDO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ALICANTE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CÓRDOBA	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
HUELVA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
JAÉN	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
LUGO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MADRID	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
PONTEVEDRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
SEVILLA	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1
VALLADOLID	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL	250	250	249	246	241	237	234	223	215	208

Tabla 3.1. Reparto geográfico de la industria azulejera en España. (Fuente: ASCER)

Como puede observarse, las empresas azulejeras han sufrido un notable descenso en la provincia de Castellón, sin embargo continúan suponiendo más de un 80% de la industria azulejera nacional. En la figura 3.5 se muestra la distribución de empresas por actividad en la provincia.

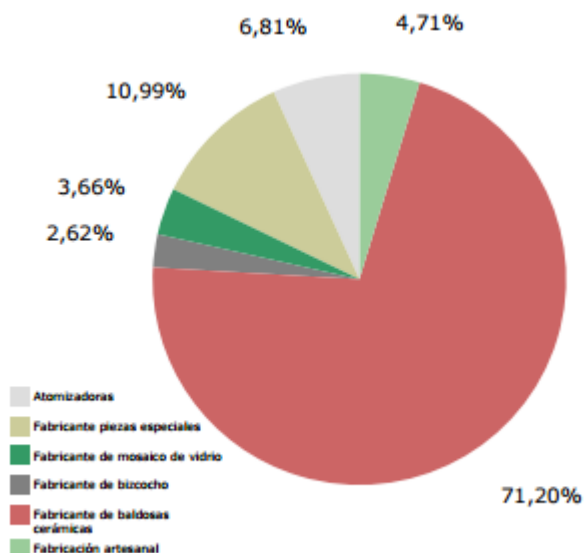


Figura 3.5. Distribución de empresas por actividades productivas. (Fuente: KMPG. Datos ASCER. Artículo: El Sector del Azulejo en España a través de 21 grandes empresas).

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Según puede observarse, los fabricantes de baldosas cerámicas, en sus diversas variedades, suponen la mayoría de empresas del sector. Los siguen los fabricantes de piezas especiales (artículos decorados al tercer fuego, por ejemplo). Otras actividades destacables están compuestas por empresas dedicadas a la elaboración materias primas, como las atomizadoras.

De igual manera, se puede actuar con la clasificación de las empresas en función de su número de empleados. El tejido industrial está ampliamente dominado por las pymes y micropymes, existiendo un número muy limitado de empresas con más de 100 trabajadores en plantilla. El número total de trabajadores, cercano a los 4.000, puede considerarse reducido en comparación con otros sectores económicos de la Comunidad Valenciana, pero es de destacar que la alta concentración de empresas en ciertas poblaciones, sobretodo de la provincia de Castellón, lo lleva a ocupar un papel más que destacado desde el punto de vista local.

A pesar del estancamiento que se ha producido debido a la crisis que sufre España desde hace más de siete años, el sector cerámico ha buscado nuevas vías de crecimiento como son las exportaciones a países en desarrollo, que han impedido el declive total de la industria cerámica.

3.3. I+D+i y desarrollo sostenible.

Otro de los factores que ha aliviado el decaimiento de la industria azulejera es el continuo análisis de usos novedosos para la cerámica, con importantes inversiones en investigación. A través de proyectos individuales o cooperativistas dentro del sector, con diferentes asociaciones claves como son la el instituto técnico de cerámica, ITC o la asociación ASCER.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Los nuevos materiales presentan soluciones sostenibles para elementos de la arquitectura y el hábitat. Además se apuesta cada vez más por el desarrollo sostenible, adoptándose las MTD para optimizar los procesos productivos, siendo las empresas Españolas líderes en eficiencia a nivel mundial. España está muy por debajo del ratio en consumo de agua en el proceso azulejero con respecto al resto de Europa, esto se consigue gracias a la introducción de aguas residuales del proceso propio y ajeno.

En cuanto a la cocción el uso de gas natural, uno de los combustibles menos contaminantes, también supuso un gran avance, ya que permitió reducir los tiempos de cocción en más de un 90%.

También se ha implementado la cogeneración, aprovechándose al máximo el poder calorífico de los gases calientes provenientes del proceso de secado por atomización, para la producción de electricidad. Este proceso de obtención de energía consigue rendimientos entre el 80 y 90%, frente al 35% de las térmicas convencionales. Además se disminuye el consumo de energía primaria, de modo que disminuye también la contaminación ambiental y los costes por transporte y pérdida.

En el proceso de fabricación de baldosas cerámicas se reutilizan muchos de los residuos generados en el mismo proceso. Se trata de residuos no peligrosos, pero que suponen alrededor de un 20% del peso final. En la actualidad también se investiga la introducción de residuos de otros sectores, como por ejemplo el vidrio, obteniéndose resultados alentadores y abriéndose una nueva vía de reciclaje.

3.4. Gestión medioambiental.

La industria azulejera tiene un gran impacto sobre el medioambiente. Para su gestión hacen falta grandes inversiones que el sector no puede eludir, ya que se enfrenta a una legislación ambiental cada vez más rigurosa. Las empresas deben implantar estrategias de gestión que permitan la producción y el respeto al medio ambiente.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

El protocolo de Kioto tiene como objetivo reducir en un 20% las emisiones de gases con efecto invernadero en un plazo límite de 5 años (2.020); y la industria ha de adaptarse a legislación vigente, por lo que se debe ajustar la gestión a la Directiva IPPC, Ley de la Prevención y Control de la Contaminación Integrados, que establece los enfoques de intervención administrativos, previa puesta en marcha de las instalaciones industriales y en consideración de los impactos ambientales de la actividad. Esta ley es de obligado cumplimiento.

El Protocolo de Kyoto contiene cumplimientos obligatorios en cuanto a la emisión de gases invernadero: dióxido de carbono (CO₂); metano (CH₄); óxido nitroso (N₂O); hidrofluorocarbonos (HFC); perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆). El Protocolo contiene los objetivos cuantificados, de limitación y reducción de emisión de estos gases.

3.5. Consumo energético.

El gas natural es la fuente de energía más habitual en la industria cerámica. La provincia de Castellón alcanza el 71% del consumo total en la Comunidad Valenciana, debido a la alta concentración de industria azulejera en la zona. En la figura 3.6 se refleja el alto consumo de gas natural respecto al resto del país y de electricidad respecto a Europa, en ésta Comunidad Autónoma.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

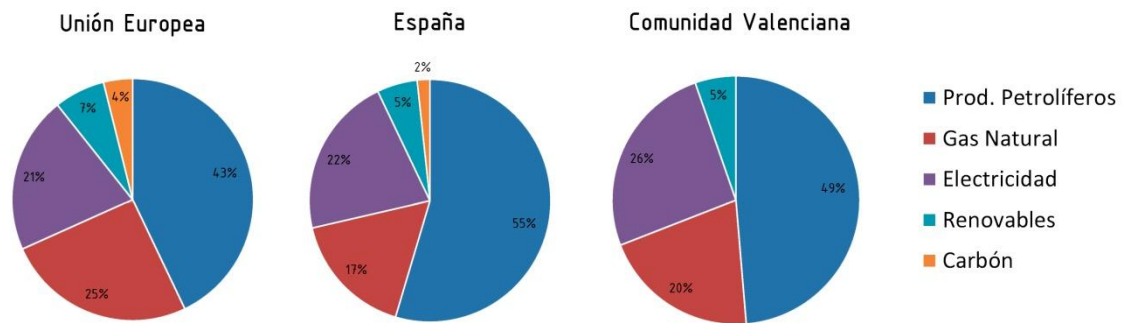


Figura 3.6. Consumo de energía final. (Fuente: CNE (Comisión Nacional de Energía), datos energéticos de la Comunidad Valenciana).

En la Figura 3.7 se refleja la dependencia de éste consumo con la producción industrial.

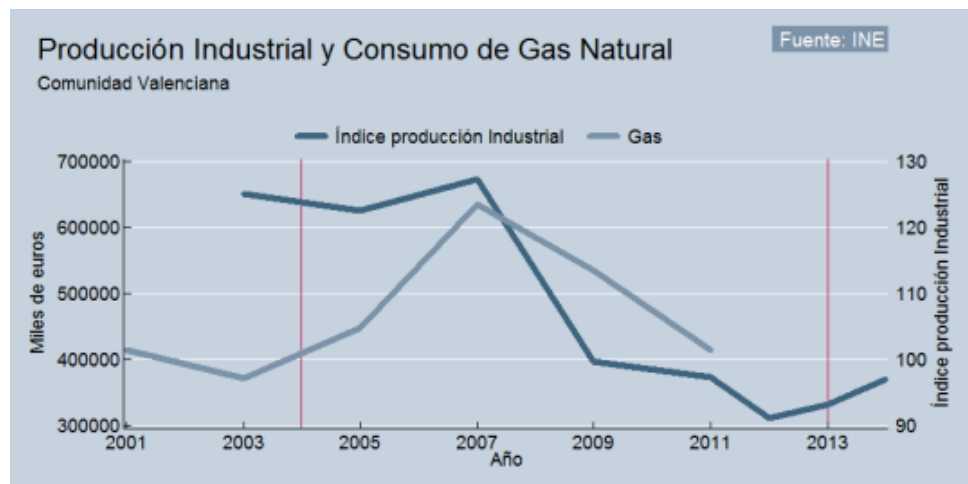


Figura 3.7. Producción industrial y consumo de gas natural en la Comunidad Valenciana.

Según el estudio sectorial de AVEN (Agencia Valenciana de la Energía en la actualidad denominada con las siglas IVACE) el consumo de gas natural se distribuye en las tres provincias tal y como se muestra en la figura 3.8.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

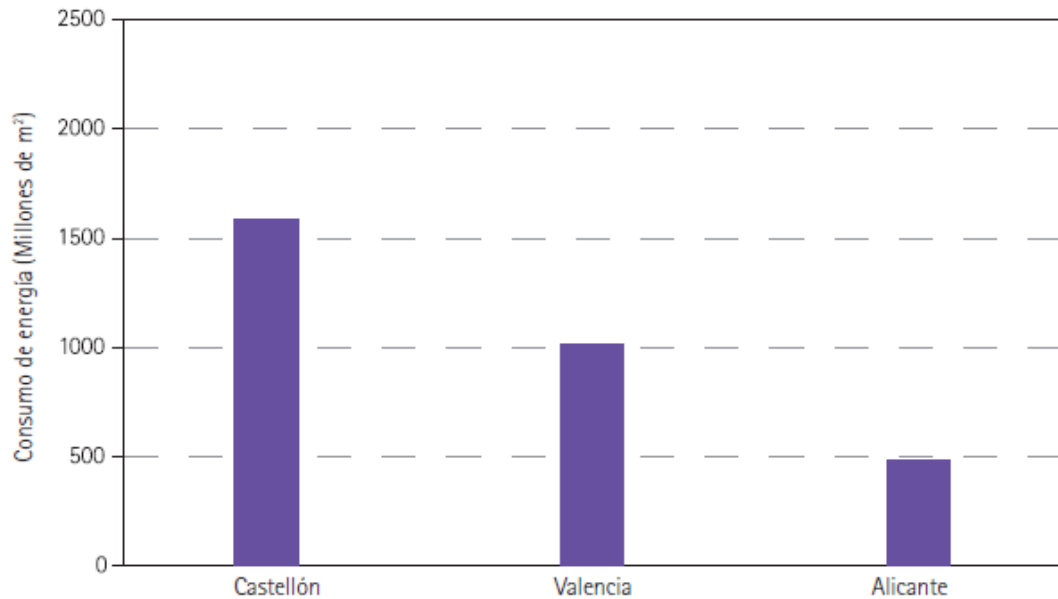


Figura 3.8. Consumo de energía final en el sector industrial por provincias (AVEN 2008).

El análisis del consumo energético en la provincia de Castellón muestra que el 83 % de la energía consumida se genera a partir del gas natural. Esto se debe a la gran concentración de empresas del sector cerámico en esta provincia, cuya principal fuente de energía térmica es este combustible gaseoso.

La energía térmica empleada en el proceso productivo cerámico se concentra en tres etapas: secado por atomización, secado postprensado y cocción, por lo que se hace necesaria la implantación de medidas de ahorro energético en estas etapas. La etapa de cocción es la de mayor consumo energético, ya que requiere de temperaturas elevadas necesarias para la sinterización de la pieza, a ésta le sigue el secado por atomización y finalmente el secado post-prensado. La figura 3.9 muestra el consumo de energía térmica en función de la producción en m² anuales y denota la tendencia positiva de dicha dependencia.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

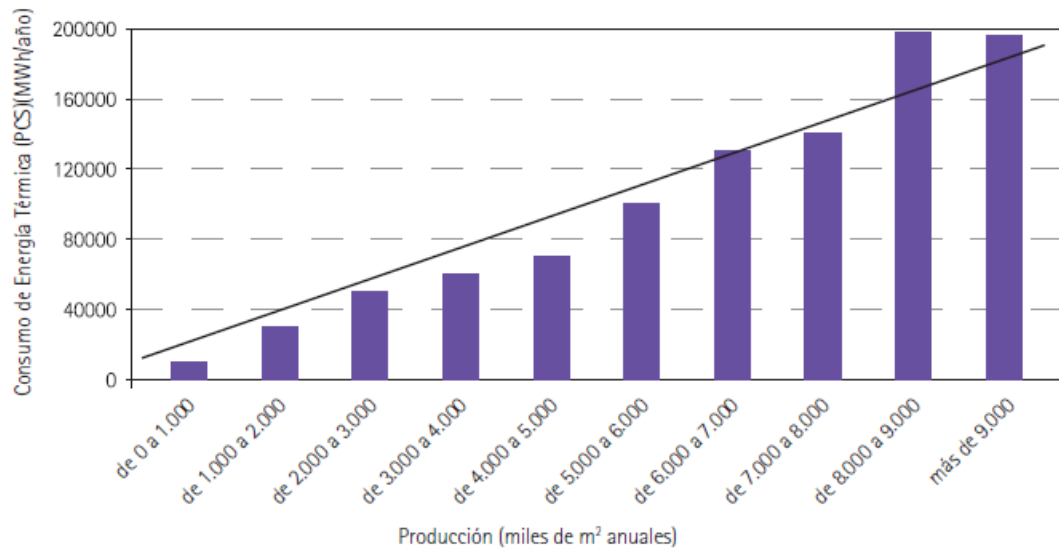


Figura 3.9. Consumo de Energía Térmica vs Producción. (AVEN 2008).

El consumo energético en la Comunidad Valenciana supone un 10% del P.I.B. por lo que uno de los objetivos para el 2020 que establece la *Planificación energética indicativa* Ley 2/2011 del 4 de Marzo, teniendo en cuenta el plan de acción E4 (ver Anexo I), es la de que el crecimiento del consumo de gas natural no supere el 1,3% anual. Entre el 2012 y el 2014, esta tendencia ha sido decreciente debido a la fuerte crisis que soporta el sector. Sin embargo en 2014 la tendencia se recupera. Dentro de ésta misma ley se establece como objetivo obligatorio un descenso en el consumo de energía final del 0,9% para el sector industrial. Con el fin de cumplir las directivas se hace necesario aplicar medidas de eficiencia energética como las descritas en éste proyecto.

La cocción de baldosas cerámicas conformadas mediante prensado se realiza en hornos continuos de rodillos, en los que el aporte de energía térmica proviene de la combustión de gas natural en quemadores.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

En la Figura 3.10 se muestra el consumo específico medio de energía térmica en la etapa de cocción, referido tanto a la masa de producto cocido, expresada en toneladas (t cocido), como a la superficie de baldosas producida, expresada en metros cuadrados (m² cocido).

Consumo energético medio en la etapa de cocción de baldosas prensadas							
Tipo de composición		Porosa roja	Porosa blanca	Gres rojo	Porcelánico y gres blanco	Total / Valor medio	
Número de equipos en el estudio						57	
Número de medidas experimentales		42	28	60	77	207	
Consumo específico térmico (*)	kWh/t cocido	PCI	736 ± 24	798 ± 46	653 ± 16	724 ± 18	716 ± 13
		PCS	816 ± 27	885 ± 51	724 ± 18	802 ± 20	793 ± 14
	kWh/m ² cocido	PCI	12,1 ± 0,5	14,4 ± 1,3	12,9 ± 0,4	15,7 ± 0,6	14,0 ± 0,4
		PCS	13,4 ± 0,5	16,0 ± 1,4	14,3 ± 0,4	17,4 ± 0,6	15,5 ± 0,4

(*) Funcionamiento en estado estacionario

Figura 3.10. Consumo medio de energía térmica en la etapa de cocción según la composición. (Fuente: Estudio Energético del sector de baldosas cerámicas de la Comunidad Valenciana. Autores: Elíseo Monfort, Ana Mezquita, Gustavo Mallol, Rocío Granel y Eva Vaquer).

En cuanto al secado de las piezas conformadas, éste se realiza en secaderos continuos, verticales u horizontales, en los que el aporte de energía térmica proviene de la combustión de gas natural en quemadores.

En la figura 3.11 se muestra el consumo energético medio obtenido en la etapa de secado de soportes, referido a la masa de sólido seco obtenido, expresada en toneladas. Se muestra también el número de secaderos y medidas experimentales realizadas, distinguiendo entre secaderos verticales y horizontales.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Consumo energético medio en la etapa de secado de baldosas prensadas			
Tipo de secadero		Verticales	Horizontales
Número de equipos en el estudio		4	1
Número de medidas experimentales		8	5
Consumo específico térmico (kWh/t ss) (*)	PCI	104 ± 17	105 ± 16
	PCS	115 ± 19	117 ± 18

(*) Funcionamiento en estado estacionario

Figura 3.11. Consumo medio de energía térmica en la etapa de secado de baldosas prensadas. (Fuente: Estudio Energético del sector de baldosas cerámicas de la Comunidad Valenciana. Autores: Eliseo Monfort, Ana Mezquita, Gustavo Mallo, Rocío Granel y Eva Vaquer).

3.6. Ahorro energético.

A la hora de plantear las diferentes medidas de ahorro energético hay que considerar diferentes aspectos: cada planta posee características diferentes al resto, por eso no todas podrán implantar las medidas de ahorro energético descritas en este proyecto; además se debe de llevar a cabo un análisis previo exhaustivo de los puntos más favorables para la instalación de medidas de recuperación y finalmente las alternativas que se ofrezcan no han de alterar el ritmo de producción y la calidad final del producto.

En este proyecto se llevará a cabo la recuperación del calor de los humos resultantes de la cocción. El ahorro energético resultante en estas instalaciones dependen de las temperaturas de trabajo y de recuperación, pudiéndose alcanzar ahorros energéticos de hasta el 70%.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

4. DESCRIPCIÓN.

El proyecto tiene por objetivo la implantación de un sistema de recuperación de calor y dos sistemas de depuración para los gases de chimenea de un horno cerámico. La empresa está situada en la provincia de Castellón. Se diseñará la instalación para su planta productiva de porcelánico. Es la propia empresa la que suministra los datos de emisión, obtenidos en la última auditoría medioambiental acreditada por SGS.

El proyecto surge de la necesidad de adaptar esta parte productiva a la legislación vigente en emisiones, y se extiende al ámbito energético con el fin de disminuir costes en el proceso productivo.

En cuanto a la emisión serán necesarios equipos de operación de separación sólido-gas, así como equipos de separación por reacción de precipitación que reduzcan las emisiones a las exigidas por la legislación sobre emisiones atmosféricas (Véase Anexo 1). Es necesario conocer los datos de emisión con el fin de diseñar y elegir el dispositivo adecuado. En este caso los datos se incluyen en el informe de auditoría proporcionado por la empresa interesada.

4.1. Sistema de depuración.

4.1.1. Sistema de depuración de partículas sólidas.

Se proyectará lo que se conoce como un sistema INTELIGENTE®, cuyas características son:

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

- Gestión mediante software y PLC.
- Medida de los distintos parámetros en continuo.
- Referencia a valores físicos de la instalación, como son caudales, temperatura y humedad.

En la Figura 4.1 viene representado el esquema general de la instalación de depuración de humos procedentes de las chimeneas de los hornos de cocción en la industria azulejera.

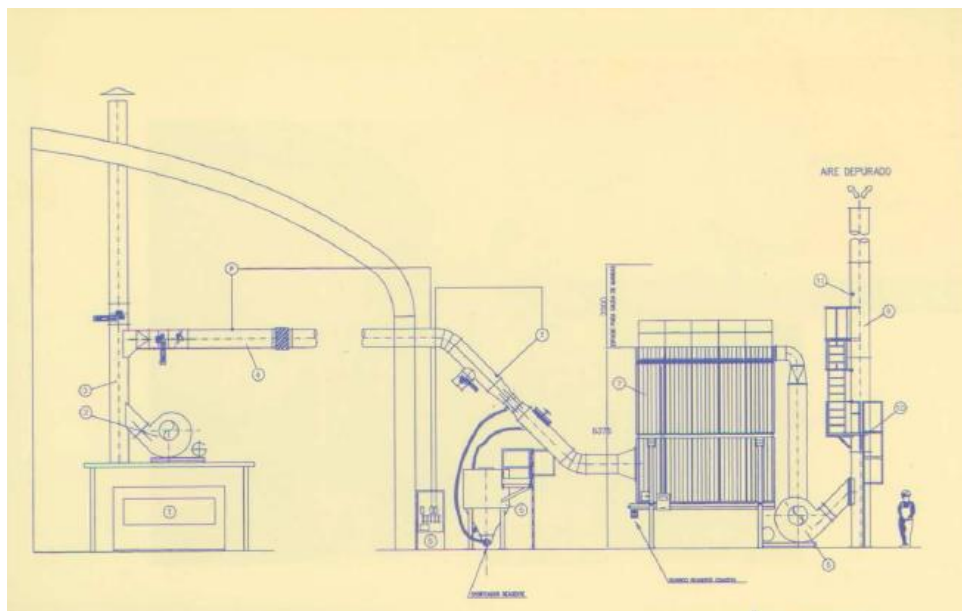


Figura 4.1. Estructura de filtro de mangas para hornos. (Mod. FRH. Fab: UCERSA)

Se trata de una operación de separación sólido-gas, en la que el fluido cargado de partículas sólidas es forzado a pasar a través del medio filtrante, normalmente un textil. Para ello se utilizan lo que se conoce como *filtro de mangas*.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Se trata de estructuras metálicas cerradas en cuyo interior se disponen elementos filtrantes textiles en posición vertical, conocidas como mangas y montadas sobre una cámara que acaba en una tolva de recogida.

En la figura 4.2 se muestra un filtro de mangas instalado en una empresa azulejera en la provincia de Castellón.



Figura 4.2. Filtro de mangas en industria.

Los criterios de elección del tejido filtrante y de su superficie se basan en la velocidad de filtración óptima, establecida de forma empírica, en la temperatura de trabajo y el sistema de limpieza de los filtros de mangas.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

La filtración se da de forma continua hasta que la pérdida de carga originada por la capa de sólidos retenida sobre el medio filtrante es tan elevada que se requiere la limpieza del filtro.

Estos dispositivos cuentan con distintos elementos de control proporcionados por el propio fabricante e incluidos en el sistema de depuración, entre otros se controla la temperatura de entrada, con el fin de evitar condensaciones que obturarían los filtros; control sobre la pérdida de carga en la cámara, mediante sensores que detectan posibles obturaciones; y controles de fallo o de ruptura en los filtros.

Se hace necesario el aislamiento del dispositivo con el fin de evitar un descenso de la temperatura que puede ocasionar condensaciones y obturaciones en los filtros.

4.1.2. Sistema de depuración de contaminantes.

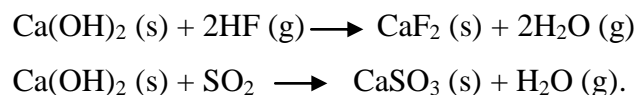
A la entrada de los filtros de mangas irán incorporados sistemas de depuración de contaminante mediante reacción de precipitación. Dichos sistemas hacen reaccionar un reactivo sólido con el contaminante gaseoso produciéndose una reacción de precipitación que genera un nuevo producto sólido que se suma a las partículas sólidas contenidas en el gas y se elimina en los filtros. El sólido recogido en los filtros precisa de gestión medioambiental posterior.

Dichos sistemas de depuración los componen lechos fijos o tolvas dispensadoras de un reactivo específico que neutraliza un contaminante determinado. En nuestro caso, con el fin de cumplir los requisitos legales hemos de instalar sistemas de depuración para los siguientes contaminantes:

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

- Ácido fluorhídrico. (HF).
- Dióxido de azufre. (SO₂).
- Partículas sólidas en suspensión.

Para la neutralización por precipitación del ácido fluorhídrico y dióxido de azufre se usarán tolvas dispensadoras de hidróxido de calcio. Estas tolvas van conectadas al sistema PLC y dosifican en función de la medida automatizada del contaminante a neutralizar. La dosificación se lleva a cabo mediante un sistema neumático de pulverización en el tramo anterior a la entrada del sistema de depuración de partículas sólidas. Las reacciones que tienen lugar en este proceso son:



El consumo de Ca(OH)₂ no es el equivalente a la relación estequiométrica, ya que el rendimiento de la reacción depende de múltiples factores. Por lo general y de modo empírico se establece un rendimiento del 90% y un ratio de consumo de 3,5.

Los valores límite de emisión establecidos en la legislación del HF y el SO₂ son de 10 (mg/m³N) y 50 (mg/m³N) respectivamente.

Todo el sistema de captación y aspiración de los humos trabaja en continuo. El sistema funciona por depresión, conectado a un ventilador centrífugo a cola dimensionado de forma que compensa las pérdidas de carga totales. Su funcionamiento viene regulado en automático mediante un sensor (medidor de caída de P) y un PI que conectados a un variador de frecuencia mantienen el parámetro de referencia constante, que es, en este caso, la presión a la salida de la chimenea.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Una vez depurados los humos de emisión se expulsan por la chimenea a la atmósfera, a no ser que su calor sensible pueda ser recuperado y aprovechado en otra etapa del proceso.

4.1.3. Sistema de recuperación energética.

En cuanto al ahorro térmico el interés surge debido a los precios al alza de los combustibles, que en este sector repercuten muy notablemente en los costes de producción, además de cumplir con las exigencias del Plan Nacional de Acción 2011-2020 (E4+) de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética (Directiva 2006/32/CE). En él se describen las diferentes medidas de ahorro energético a implantar en función del sector. (Véase Anexo IV).

Se proyectará como sistema de recuperación energética un intercambiador de calor, en el se introducirán los humos calientes procedentes del horno, a una temperatura de 270 °C que transfieren su calor sensible al aire limpio captado del ambiente, que circulará en contracorriente con una temperatura de entrada promedio, establecida en 30 °C. Dicho aire se calentará hasta aproximadamente 190°C (Véase Anexo I).

Para la elección del intercambiador se dimensionará el área necesaria de intercambio, para calentar un caudal de aire ambiental de 16.000 (m³N/h). Además se proyectarán las conducciones necesarias, así como el ventilador para la impulsión, hasta el secadero de piezas conformadas.

Una vez estimada el área y la capacidad de intercambio requerida, se utilizará un intercambiador de placas, con un sistema de autolimpieza, y una entrada y salida para cada fluido: Fab. HRS Mod. FP-60-6/10/16/25. (Véase Anexo VI).

- Intercambiador de calor de carcasa y placas: ofrece un funcionamiento térmico equiparable a un intercambiador de calor de placa con la capacidad de soportar la presión y la temperatura de un intercambiador de carcasa y tubos. En el interior de estos intercambiadores se encuentra un paquete de placas totalmente soldadas; este paquete se encuentra montado y protegido por una carcasa, la cual es un recipiente a presión. Son extremadamente eficientes debido a la alta turbulencia creada por la geometría compleja de cada paso de la placa. La elevada turbulencia conduce a un coeficiente mucho más alto de transferencia de calor comparado con los intercambiadores de calor convencionales, es decir que requieren de menor superficie de transferencia de calor para realizar un trabajo dado. Esto demuestra que no sólo son compactos sino que también son rentables pues se requiere menos material para su fabricación.

Además de las ventajas en su tamaño compacto y su versatilidad, el intercambiador de carcasa y placas es muy durable. Esto es debido a que los casetes de placas, al ser soldados en su totalidad y por su propia estructura, proveen suficiente rigidez para eliminar la vibración por inducción y permitirle un diseño para muy altas presiones. Una gran ventaja en la estructuración de este tipo de equipos es que los fabricantes han demostrado que el equipo puede sufrir congelación sin detrimento de sus características mecánicas, debido a que los casetes están contenidos en un recipiente a presión que hace la función de marco. En este tipo de intercambiadores el riesgo de tener contaminación cruzada es nulo, ya que las placas están totalmente soldadas formando los casetes y no cuentan con ningún tipo de empaque, lo que por consiguiente nos lleva a bajos costos de mantenimiento por cambios de empaques. Las características principales son:

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

- Temperatura máxima de operación es de 350 °C
- Presión máxima de operación 57 kg/cm²
- Solo es posible la inspección en el lado de la carcasa atornillada.
- Limpieza mecánica lado del plato: si, lado de la carcasa: si o no
- Materiales comunes acero inoxidable 34, 316, titanio y aleaciones.

En la figura 4.3 se muestra un intercambiador de placas instalado en una azulejera de la provincia de Castellón.



Figura 4.3. Intercambiador de calor en industria.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

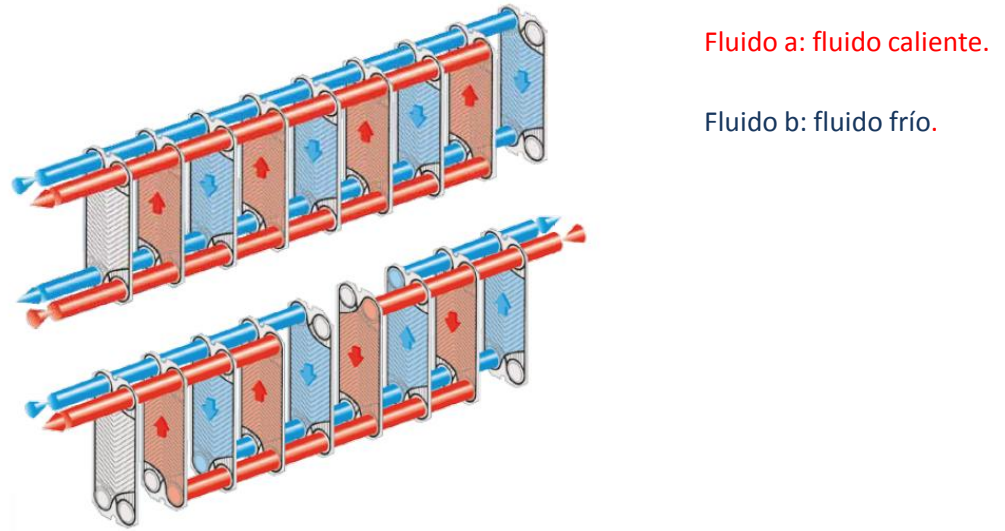


Figura 4.4. Esquema de funcionamiento de un intercambiador de calor de placas.

4.2. Datos preestablecidos y consideraciones previas.

4.2.1. Horno y caracterización de humos de la chimenea.

La planta productiva objeto de la instalación consta de un horno SACMI Mod. HEIMSOTH, cuya presión en el interior debe permanecer constante.

La empresa propietaria de la planta productiva proporciona un informe de mediciones para la extracción de los datos que servirán de base de cálculo en el diseño. La relación de dichos datos se refleja en las tablas 4.1 y 4.2:

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

- Caracterización de los humos sucios (chimenea horno):

Parámetro	Unidades	\hat{Y}
D	m	0,6
V gas	(m/s)	45,8
T	°C	272
Q	(m ³ N/h B. Seca)	21173
Humedad	%	7,8

Tabla4.1. Parámetros de la circulación de los humos sucios en la chimenea del horno.

Componente	Unidades	\hat{Y}
Partículas	(mg/m ³ N)	2,3
Fluoruros	(mg/m ³ N)	23,4
SO₂	(mg/m ³ N)	18,0
NO_x	(mg/m ³ N)	83,7
H₂O	%	7,8
O₂	%	16,5
CO	%	2,6
CO₂	(mg/m ³ N)	53,8

Tabla4.2. Composición química de los humos sucios en la chimenea del horno.

4.2.2. Secaderos.

La planta dispone de dos secaderos verticales que operan a caudal y temperatura de aire de entrada y salida constantes.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Las características de los secaderos se muestran en la tabla 4.3a y 4.3b.

Parámetro	Unidades	\dot{Y}
Q recirculado	(m³N/h)	4000
T^a salida recirculación	(°C)	125
T^a entrada	(°C)	190
Consumo secadero	(Kcal/Kg pieza seca)	148,8
T^a pieza seca	(°C)	95
Humedad pieza entrada	(kg de agua/kg ss)	0,0065
Producción	(Kg pieza/h)	3500

Tabla4.3a. Parámetros de operación del secadero F14.

Parámetro	Unidades	\dot{Y}
Q recirculado	(m³N/h)	6.000
T^a salida recirculación	(°C)	125
T^a entrada	(°C)	190
Consumo secadero	(Kcal/Kg pieza seca)	148,8
T^a pieza seca	(°C)	95
Humedad pieza entrada	(kg de agua/kg ss)	0,0065
Producción	(Kg pieza/h)	5000

Tabla4.3b. Parámetros de operación del secadero F15.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

4.2.3. Régimen de trabajo.

El régimen de trabajo se establece en 5940 h/año. La distribución de dichas horas se muestra en la tabla 4.4.

Unidades	Valor
(h/día)	18
(día/año)	330
(h/año)	5940

Tabla4.4. Régimen de trabajo para horno y secaderos.

4.2.4. Otros datos a considerar.

- Temperatura del aire ambiental: La temperatura del aire ambiental se establece en **30 °C**. Dicho valor se adopta por la consideración de las temperaturas máximas y mínimas del ambiente según la estación del año. Se tendrá en cuenta que debido a la proximidad del intercambiador, y por consiguiente del sistema de captación de aire ambiental, al horno estas temperaturas son de 40 y 20 °C respectivamente.
- Precio del gas natural: el precio del combustible en momento de elaboración del proyecto era: **0,04652 €/kWh** (*Fuente: Endesa Empresas*)

5. ESTUDIO TÉCNICO DE LA INSTALACIÓN.

5.1. Diseño de la instalación.

La instalación proyectada se representa de forma simplificada en la siguiente figura:

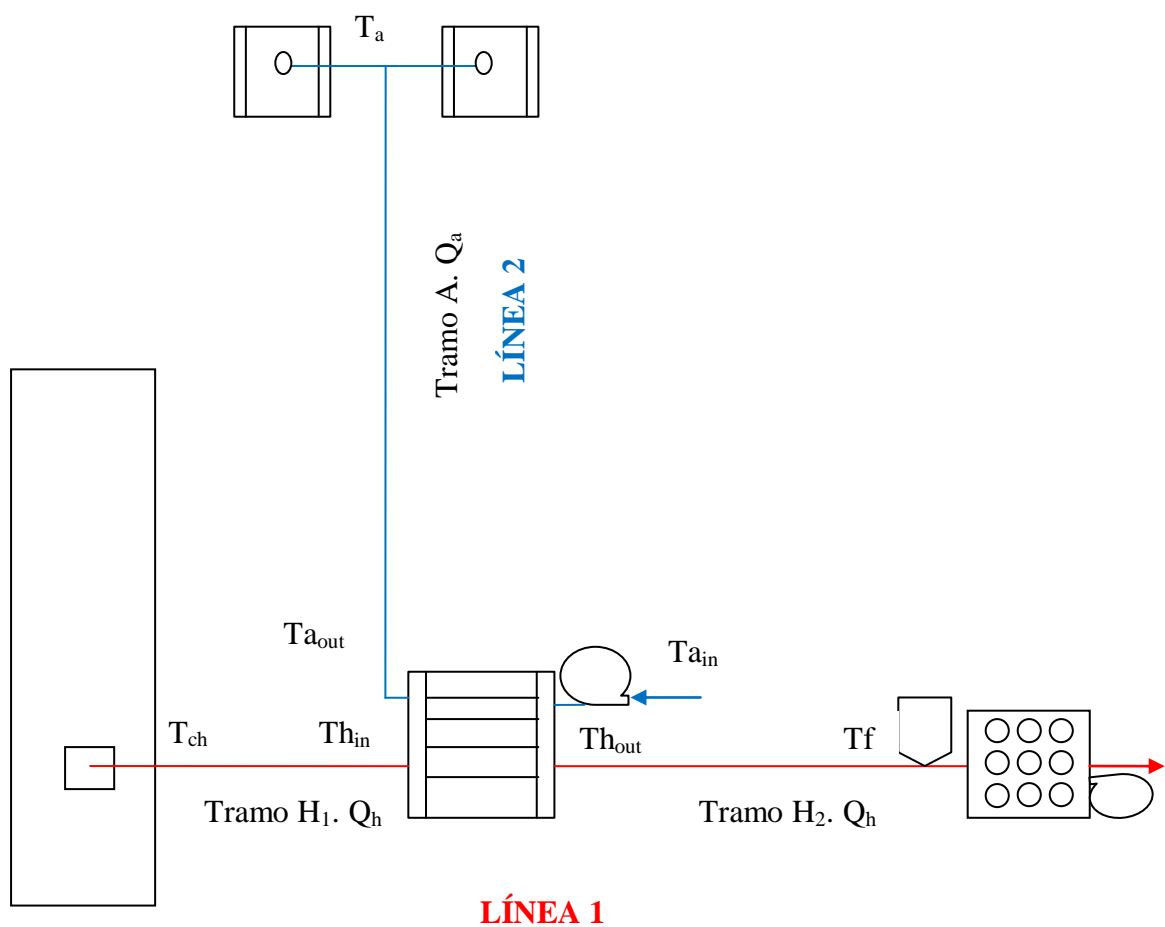


Figura 5.1. Simplificación de la instalación proyectada.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

La instalación cuenta con dos líneas de tratamiento diferenciadas: la línea de humos sucios procedentes de la chimenea del horno, señalada como línea 1 en la figura 5.1 y marcada en rojo. La segunda línea corresponde a la del aire limpio caliente que se hará llegar al secadero, marcada en la figura 5.1 en azul. Los parámetros definidos en cada línea son:

- **Tramo H_1** : es el tramo de conducción por el que circulan los humos de la chimenea hasta el intercambiador.
- **Q_h y Q_a** : caudal de humos sucios y de aire caliente respectivamente, medidos en condiciones normales.
- **T_{ch}** : temperatura de los humos procedentes de la chimenea del horno.
- **$T_{h_{in}}$** : temperatura de los humos procedentes de la chimenea a la entrada del intercambiador.
- **Tramo H_2** : es el tramo que conduce los humos procedentes de la chimenea una vez enfriados en el intercambiador hasta el sistema de depuración.
- **$T_{h_{out}}$** : temperatura de los humos sucios procedentes de la chimenea a la salida del intercambiador.
- **T_f** : temperatura de los humos sucios a la entrada del sistema de depuración.
- **Tramo A**: tramo de conducción del aire ambiental ya caliente desde el intercambiador hasta los secaderos.
- **$T_{a_{in}}$** : temperatura del aire ambiental a la entrada al intercambiador.
- **$T_{a_{out}}$** : temperatura del aire ambiental a la salida del intercambiador.
- **T_a** : temperatura del aire ambiental a la entrada del secadero.

Los diferentes parámetros se han estimado a partir de los datos conocidos y en base a las necesidades de la instalación (Vease Anexo I y II). Se proyectará la instalación según los parámetros de diseño especificados en la tabla 5.1.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Parámetro	Unidades	Valor
Q_h	(m ³ N/h)	20.000
T_{ch}	°C	270
$T_{h_{out}}$	°C	140
Q_a	(m ³ N/h)	16.000
$T_{a_{in}}$	°C	30

Tabla 5.1. Parámetros de diseño.

5.1.1. Diseño de las conducciones para el transporte de los gases.

Tanto para el transporte de humos sucios como para el aire caliente, se utilizará un acero al carbono resistente a altas temperaturas. Se proyectarán ambos sistemas de conducciones en base a la norma UNE-EN10216-2 (Véase Anexo IV). Bajo este criterio se instalarán tuberías y accesorios en Acero al C ST35_8 (DIN17175).

Para el sistema de aislamiento se utilizará lana de roca de 50 mm de espesor a doble capa, con el fin de evitar pérdidas de calor a lo largo de la conducción (Véase Anexo I y II). Para asegurar la eficiencia del aislamiento se recubren con chapa de aluminio. En la figura 5.2 se muestran éste tipo de conducciones.



Figura 5.2. Conducción para el transporte de gases calientes en industria.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Para el dimensionamiento se ha tenido en cuenta que la necesidad de mantener constantes los parámetros en la chimenea del horno. Se partió del diámetro de la chimenea, optando en base a los cálculos por un diámetro de 0,671 m. Se seleccionará para cada tramo y según catálogo técnico del proveedor, los tubos que cumplan las características descritas.

Los datos obtenidos para la línea de humos sucios (línea 1) se muestran en la tabla 5.2. En la tabla 5.3. se muestran los obtenidos para la línea de aire (línea 2).

ACERO AL C ST35_8 (DIN 17175)	Unidades	Tramo H₁	Tramo H₂
D_{ext}	m	0,711	0,711
D_i	m	0,671	0,671
v	(m/s)	31,2	23,8
L	m	6,4	28,35

Tabla 5.2. Parámetros de diseño conducciones línea 1.

ACERO AL C ST35_8 (DIN 17175)	Unidades	Tramo A
D_{ext}	m	0,711
D_i	m	0,671
v	(m/s)	21,4
L	m	105,65

Tabla 5.3. Parámetros de diseño conducciones línea 2.

5.2. Montaje de las conducciones.

Se ha seleccionado un Acero al C ST35_8 DIN 17175 del catálogo técnico de ALMESA (véase Anexo VI) debido a su alta resistencia a la corrosión y a las elevadas temperaturas. Estas características lo hacen óptimo para este tipo de conducciones.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Para el aislamiento térmico de las conducciones se usará lana de roca, con el fin de evitar pérdidas de calor durante la circulación de los gases a través de las paredes de los tubos. (Véase Anexo VI).

El aislamiento térmico tiene su justificación en las siguientes razones:

- **Requerimientos del proceso:** no deben producirse descensos en la temperatura que podrían interferir en las transferencias térmicas haciéndolas insuficientes.
- **Seguridad material y personal:** sin aislamiento las temperaturas superficiales alcanzadas son elevadas, y podrían provocar accidentes tanto materiales como personales.
- **Reducción de la pérdida energética:** todos los componentes de un sistema de recuperación energética deben estar aislados de forma que el proceso sea eficiente.

La elección del sistema de aislamiento térmico se hará en base a las temperaturas de trabajo. Los materiales aptos para este tipo de instalaciones son dos: lana de roca y fibra de vidrio. La segunda es apta siempre que no se excedan los 250 °C, lo que no la hace válida para la instalación, ya que una de las temperaturas de trabajo es de 270 °C.

Se usará como aislante térmico una lana de roca de la casa ROCKWOOL, Código: Fielto 133 3F (véase Anexo IV). Dimensiones: 6000 x 50 x 1000 mm. El fieltro está revestido por una de sus caras con aluminio.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.



Figura 5.3. Rollo de fieltro de lana de roca 133 3F

Con el fin de optimizar el aislamiento termoacústico se recubre la lana de roca con chapa de aluminio.

Para el montaje deberán tenerse en cuenta una serie de factores con respecto al comportamiento del material. Algunos de éstos son:

- **Conductividad térmica:** se efectuará comparativa entre los diferentes materiales posibles en lo que se refiere a ésta propiedad, siendo preferibles los que posean un valor bajo y no afecte a otras propiedades físicas, químicas o mecánicas.
- **Absorción de agua:** se dispondrá de un recubrimiento que inhiba la absorción de agua en el caso de que los elementos aislantes estén expuestos a ambientes húmedos. El propio fabricante del aislamiento dispone de ésta alternativa.
- **Comportamiento térmico:** se tendrán en cuenta las dilataciones y contracciones que sufre el material debido a las variaciones de temperatura. Para ello se realizarán las conexiones después de cada codo de unión como juntas de dilatación, según norma.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

- **Resistencia mecánica:** deberán realizarse las instalaciones del material aislante teniendo en cuenta la baja resistencia mecánica de éste, con el fin de evitar roturas y/o errónea colocación que podría provocar un aislamiento ineficiente.
- **Recubrimientos:** la chapa de aluminio es la más adecuada para recubrir este tipo de instalaciones. Sin embargo no resulta útil para determinados tramos, como por ejemplo, las juntas de dilatación.

5.3. Conducciones y accesorios.

5.3.1. Tramo H₁.

En la figura 5.4 se esquematiza de forma simplificada el perfil la instalación para el tramo H₁.

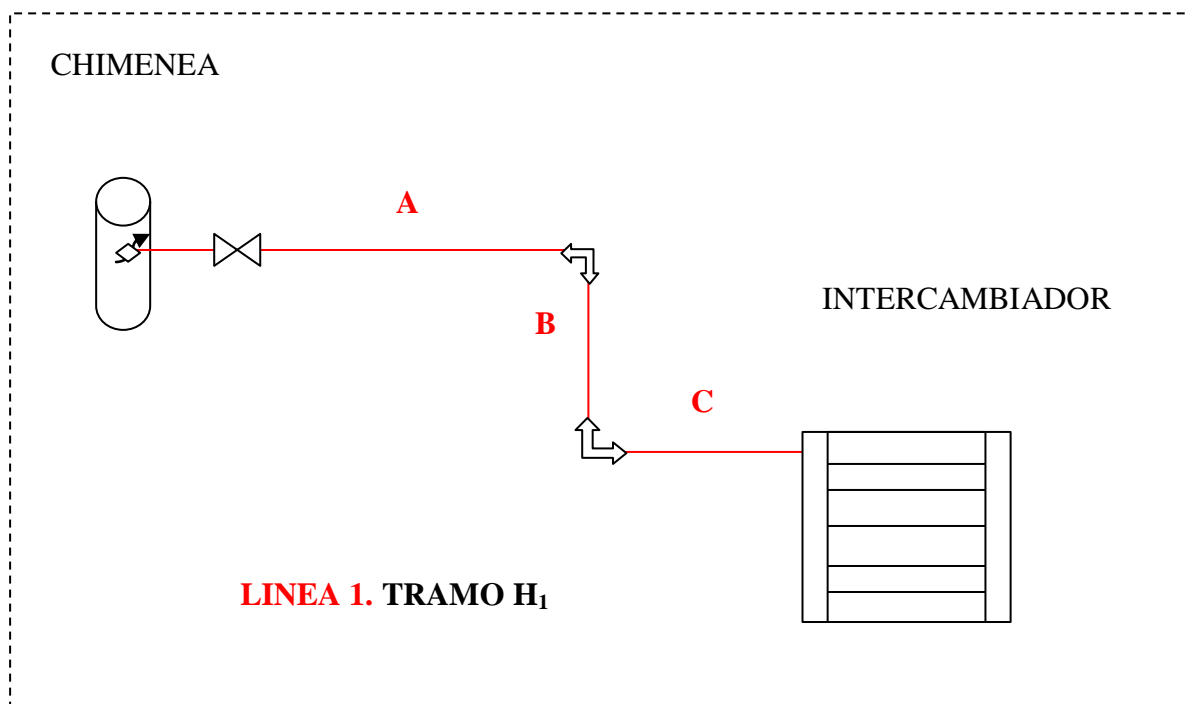


Figura 5.4. Esquema simplificado para el tramo H₁. Línea 1, humos procedentes de la chimenea

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

El tramo H₁ es el que transportará los humos procedentes de la chimenea y todavía calientes hasta el intercambiador. En la tabla 5.4 se describen las conducciones y accesorios necesarios para dicho tramo.

ELEMENTO	Unidades	Valor
Tramo A	m	3
Tramo B	m	1,9
Tramo C	m	1,5
Codo 90° std.	Ud.	2
Lira dilatación	Ud.	4
Válvula mariposa	Ud.	1

Tabla 5.4. Longitud de tramos de tubo recto y accesorios para la conducción TRAMO H₁ de la Línea 1.

5.3.2. Tramo H₂.

En la figura 5.5 se esquematiza de forma simplificada el perfil la instalación para el tramo H₂.

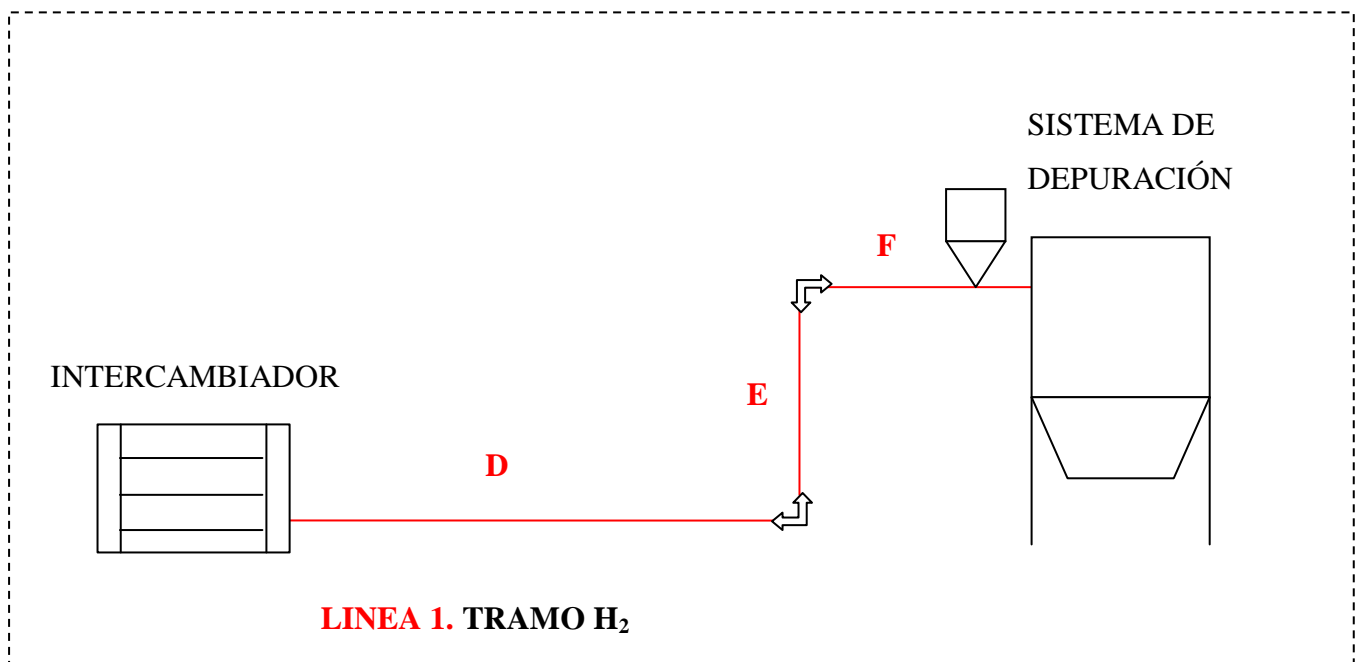


Figura 5.5. Esquema simplificado para el tramo H₂, Línea 1, humos procedentes de la chimenea.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

El tramo H₂ es el que transportará los humos procedentes de la chimenea, que ya ha cedido su calor al aire ambiental en el intercambiador, hasta el sistema de depuración. En la tabla 5.5 se describen las conducciones y accesorios necesarios para dicho tramo.

ELEMENTO	UNIDADES	VALOR
Tramo D	m	25,95
Tramo E	m	1,9
Tramo F	m	0,5
Codo 90º STD	Ud.	2

Tabla 5.5. Longitud de tramos de tubo recto y accesorios para la conducción TRAMO H₂ de la Línea 1.

5.3.3. Tramo A.

En la figura 5.6 se esquematiza de forma simplificada el perfil en perspectiva de la instalación para el tramo A.

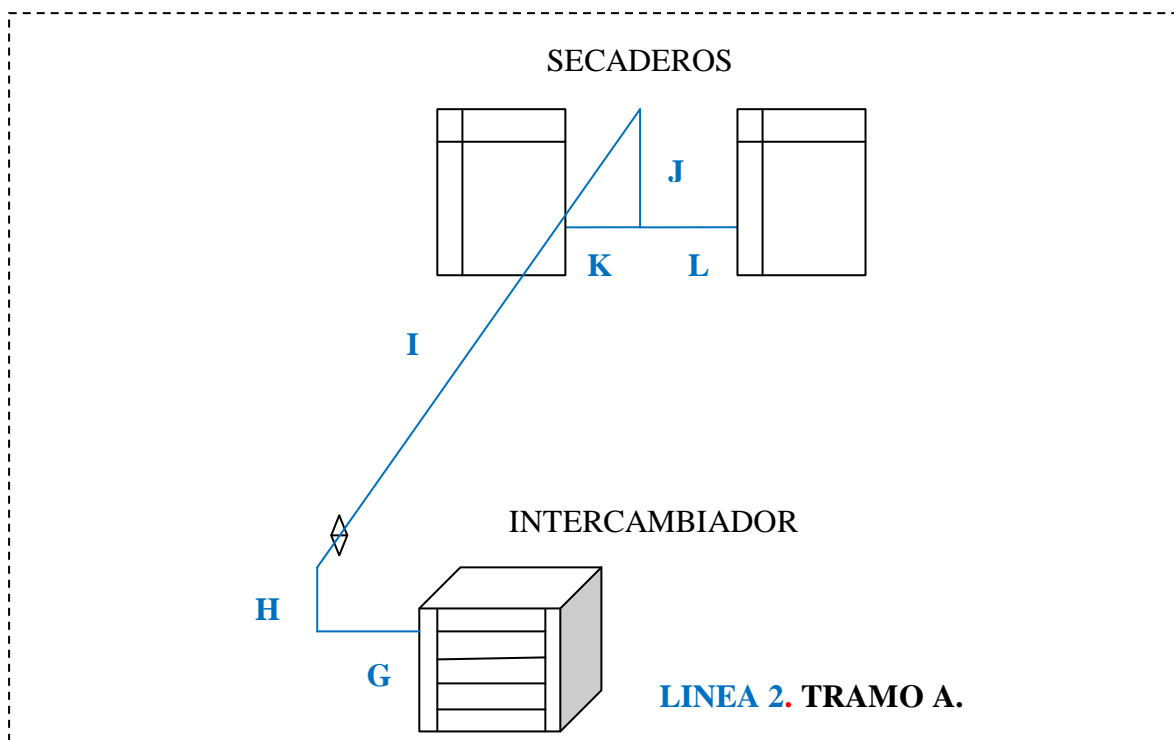


Figura 5.6. Esquema simplificado del perfil para el tramo A. Línea 2, aire ambiental ya caliente.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

El tramo A es el que transportará el aire captado del ambiente, ya caliente procedente del intercambiador, hasta el sistema de depuración. En la tabla 5.6 se describen las conducciones y accesorios necesarios para dicho tramo.

ELEMENTO	UNIDADES	VALOR
Tramo G	m	1,5
Tramo H	m	4,4
Tramo I	m	90
Tramo J	m	5,5
Tramo K	m	2
Tramo L	m	2,25
Codo 90° STD	Ud.	4
Unión tipo T	Ud.	1
Válvula alivio	Ud.	1
8 lira dilatación	Ud.	8

Tabla 5.6. Longitud de tramos de tubo recto y accesorios para la conducción TRAMO A de la Línea 2.

Todos los tubos necesarios para las conducciones deberán pertenecer a la serie 1, para los cuales todos los accesorios necesarios para la construcción de las tuberías están normalizados.

5.4. Sistemas de control.

Se proyectarán todos los dispositivos necesarios para garantizar la medición, la información, vigilancia y regulación del funcionamiento de los diferentes equipos con el objetivo de controlar el correcto funcionamiento, la calidad y la seguridad en el proceso.

Dichos sistemas de control tienen que asegurar la homogeneidad en el proceso, y la no interferencia en otras etapas, de manera que no altere la calidad del producto final.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Además asegurarán una producción eficiente mediante la regulación de los parámetros que pudiesen alterar el ahorro energético.

Se considerarán imprescindibles para garantizar la seguridad en el proceso, evitando riesgos como la sobrepresión en tuberías, temperaturas anormales o cambios de presión en horno y secaderos, de los que darán aviso mediante alarmas.

5.4.1. Variables de Control.

Las diferentes variables a controlar en nuestro proceso son:

- **Temperatura:** es una de las mediciones más comunes en los procesos industriales. Se instalarán en todas las conducciones para el sistema de recuperación energética con el fin de asegurar el correcto funcionamiento de los equipos. En el Tramo H₁ de la línea 1, éste dispositivo se situará a la salida de la chimenea y a la entrada del intercambiador, que lo llevará incorporado. Si se detecta una temperatura anómala a la salida de la chimenea el dispositivo cerrará la válvula de acceso a la canalización que lleva el humo al intercambiador, emitiéndose éste por la chimenea a la atmósfera. Esta actuación sólo será necesaria si se produce un aumento de temperatura. Si se produjese una disminución de ésta, sólo es necesario el aumento de consumo del quemador.
- **Cambios ritmo producción:** los secaderos disponen de dispositivos que detectan una parada en la producción, de modo que las válvulas instaladas en la entrada se cierran y el automatismo activa la apertura de la válvula de la chimenea del horno, de manera que los humos se liberan a la atmósfera.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

- **Depresión:** Otra variable a controlar es la depresión en el interior del horno. Para que el ciclo de cocción se lleve a cabo de modo que la sinterización proporcione el producto deseado, la curva de presión estática en su interior ha de ser constante. En el sistema de recuperación se instalarán diferentes dispositivos que producen pérdidas de carga de manera que pueden alterar dicha presión y podrían deteriorar el interior. Se controlará esta variable con el fin de que sea posible corregir las diferentes perturbaciones durante el funcionamiento del horno. Para ello se instalará un medidor de tiro en la chimenea conectado a un PI, que mediante señal magnética ordenará al variador de frecuencia conectado al ventilador de aspiración la consiguiente corrección.

5.5. Estudio técnico.

A continuación se detallan todos los elementos necesarios para la instalación.

5.5.1. Suministro necesario para el sistema de intercambio.

- I. **Intercambiador de placas:** construido en su exterior con acero al C. Incluye el aislamiento térmico. Integra un sistema de autolimpieza de las placas de manera que mantiene el coeficiente de ensuciamiento constante., con bocas de entrada y salida para los gases y bridas para las conexiones a las tuberías. Las baterías de intercambio térmico las constituyen placas en paralelo, unidas entre sí.

Características técnicas:

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

- Número de placas: 700.
- Área efectiva placa = 0,6 m².
- Área efectiva de intercambio = 420 m².
- Dimensiones totales: Al: 1,835 x An: 0,610 x L: 3,5 m.
- Material placas = Acero AISI 316.
- Espesor placa = 0,5 mm.

Los gases circulan en contracorriente y sin mezclarse. Las dimensiones características de estos dispositivos se muestran en el Anexo VI. Estos intercambiadores disponen de una tolva de recogida de polvo.

II. Soporte del intercambiador: realizado con perfiles de acero al carbono de gran espesor.

III. Ventilador centrífugo: dimensionado para transportar el aire caliente hasta el secadero con las siguientes características de técnicas:

- **Caudal:** 27.000 (m³N/h).
- **Potencia instalada:** 22 KW.
- **Tensión:** 3x400V
- **Velocidad de giro:** 3.100 r.p.m.

IV. Inverter: para el motor del ventilador con filtros de inductancia magnética. Instrumento electrónico para lectura de parámetro, procesamiento y envío mando.

V. Junta antivibratoria para la boca del ventilador.

VI. Válvula de alivio: válvula automática de cojinetes sobre árbol con cilindro de apertura de mariposa. Se coloca en BY PASS. En el caso de no funcionamiento se descarga el aire caliente a la atmósfera.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

- VII. Válvulas manuales:** que se usan como regulación.
- VIII. Aislamiento del intercambiador:** mediante paneles de lana de roca de 80 mm de espesor y recubiertos de chapa de aluminio, fijados con tornillos autorroscantes y/o remachados en los soportes.
- IX. Aislamiento de la conducción:** mediante mantas de fieltro de lana de roca.
- X. Cuadro eléctrico** para la gestión de control del sistema de recuperación.
Descripción de las partes:
- Sistema de gestión de la apertura de la válvula automática para la descarga del aire caliente a la atmósfera.
 - Sistema de gestión de las válvulas ON/OFF del secadero que regulan los cambios en el ritmo de producción.
 - Se realizará la carpintería en chapa barnizada con un grado de protección IP55.
 - Interruptor automático diferencial de bloqueo.
 - Interruptor automático para la protección de transformadores.
 - Contador e interruptor magneto-térmico.
 - Bornes y pulsadores.
 - Relé y revisor programable (PLC).
 - Inverter.
- XI. Instrumentos de medida:** tubo de Pitot y transductor.
- XII. Programa de contabilidad energética** con transmisión diaria del PLC instalado in situ con sistema de datos alfanuméricos para la elaboración de histórico.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

XIII. Conexiones neumáticas: hay que tener en cuenta la disponibilidad de aire comprimido en la instalación del sistema de depuración.

XIV. Conexiones eléctricas: material necesario como canalizaciones recogecables, cables según conexiones, empalmes y abrazaderas.

5.5.2. Suministro necesario para el sistema de depuración.

I. Filtro de mangas: de sección rectangular tipo FRF (Fab. Ucersa) realizada en acero al carbono FE 37 con el sistema de limpieza de mangas por impulsos de aire comprimido. Características técnicas y estructurales:

- **Número de mangas:** 420
- **Velocidad de filtración:** 1,40 (m/min)
- **Diámetro manga:** 120 mm
- **Longitud manga:** 2500 mm
- **Tejido filtrante:** NOMEX
- **Ciclo de limpieza:** 10%
- **Área filtrante instalada:** 400 m²
- **Cabeza con colectores.**
- **Manguitos de conexión** de electroválvulas con el pulmón de aire.
- **Válvulas neumáticas** para el sistema de limpieza por aire comprimido.
- **Estructura metálica de soporte.**
- **Tolva de recogida**
- **Cuerpo central de contención de las mangas**
- **Chimenea de salida con toma de muestras**
- **Escalera y plataforma de acceso para la toma de muestras.**
- **Válvula reguladora motorizada tipo DAPO.**

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

- **Sinfín externo** dotado de arandela con motoreductor y válvula de descarga tipo estrella.

Además el filtro lleva incluidos sensores de temperatura y presión.

- II. Empalme:** conexión ventilador 75 KW con filtro, con curvas, tramos rectos y arandelas de unión.
- III. Ventilador centrífugo:** dimensionado para transportar el humo sucio hasta el sistema de depuración con las siguientes características técnicas:
 - **Caudal:** 80.000 (m³N/h).
 - **Potencia instalada:** 75 KW.
 - **Tensión:** 3x400V
 - **Velocidad de giro:** 1.700 r.p.m.
- IV. Inverter:** para el motor del ventilador con filtros de inductancia magnética. Instrumento electrónico para lectura de parámetro, procesamiento y envío mando.
- V. Junta antivibratoria** para la boca del ventilador.
- VI. Válvulas automáticas** con sensor de fin de recorrido que indica el cierre y la apertura de las mismas.
- VII. Cabina de insonorización** para el ventilador de aspiración de gases.
- VIII. Inyector reactivo** compuesto por tolva y microdosificador con variador de giros y tubería de empalme al colector del filtro.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

IX. Cuadro eléctrico para la gestión de control del sistema de depuración.

Administrará el filtro que controla los humos procedentes de la chimenea y del intercambiador:

- Gestión del motor del ventilador e inverter de 75 KW.
- Gestión de la velocidad del inverter.
- Gestión del sinfín
- Gestión del motor de la válvula de descarga.
- Gestión del motor del dosificador
- Gestión de la válvula del horno de apertura y cierra de los sombreros para la aspiración.
- Gestión de válvula ON/OFF para el aire falso de entrada al filtro, en caso de alarma de máxima temperatura.
- Gestión de funcionamiento por PLC.
- Interruptor seccionador de paro.
- Contactores e interruptores magneto-térmicos.
- Bornes.
- Pulsador.
- Relé y revisor
- Inverter.

X. Registro de la diferencia de presión en el filtro.

XI. Conexiones neumáticas: hay que tener en cuenta la disponibilidad de aire comprimido en la instalación del sistema de depuración.

XII. Conexiones eléctricas: material necesario como canalizaciones recogeables, cables según conexiones, empalmes y abrazaderas.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

6. ESTUDIO DE VIABILIDAD.

6.1. Viabilidad técnica.

El proyecto se considera viable desde la perspectiva técnica. Todas las soluciones proyectadas son de uso común en la industria. Además se han encontrado los proveedores y suministros adecuados en el mercado, siendo los fabricantes industrias asentadas en el sector, lo que aporta garantías de suministro, instalación y supervisión durante la puesta en marcha.

La planta productora dónde se desarrollará el presente proyecto cumple con los requisitos de espacio para el cómodo montaje de las instalaciones y dispositivos. Además, al tratarse de una planta en funcionamiento dispone de los sistemas para desarrollar la instalación de modo seguro.

El diseño se ha llevado a cabo teniendo en cuenta la disposición óptima de los diferentes dispositivos en función de la planta ya existente.

6.2. Viabilidad económica.

La viabilidad económica queda comprobada después del cálculo y análisis de los diferentes parámetros que a continuación se detallan.

La inversión inicial calculada asciende a **912.896 €** (véase apdo. 8-Presupuesto).

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

La solicitud de una subvención del IVACE la reduce a **644.475 €**. La subvención aplica el 30% de la inversión en maquinaria y conducciones. (véase Anexo III). En la tabla 6.1. se reflejan los datos obtenidos para la inversión inicial.

INVERSIONES	CDAD
Subvención IVACE 30%	-268423,9051
Instalación	894746,35
Dirección de obra e Ingeniería	14000,00
Mantenimiento y formación	4150,00
<i>Io</i>	644472,4453

Tabla 6.1. Inversión inicial para la instalación.

La instalación tiene un periodo de amortización contable de 15 años. Los intereses y valores de los correspondientes impuestos se reflejan en la tabla 6.2.

In	1,8
IPC	2,5
Ir	0,72
Impuestos	0,35

Tabla 6.2. Intereses para el cálculo de la viabilidad económica.

La viabilidad se estimará en función del VAN, TIR y PR. Según los resultados obtenidos el proyecto resulta rentable.

6.2.1. Índice VAN.

Un valor positivo del índice del Valor Neto Anual indica que la inversión realizada en el proyecto produce excedentes, lo que hace que el proyecto sea rentable.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

El valor obtenido refleja el valor de la instalación desde la inversión inicial a la finalización del periodo de amortización, calculado mediante la expresión 6.1.

$$VAN = -I_0 + \sum_{i=1}^{15} \frac{FC_i}{(1 + i_r)^i} \quad Ec. 6.1$$

Dónde

- I_0 = inversión inicial requerida para la instalación.
- FC = son los flujos de caja anuales, estimados mediante la ecuación 6.2.

$$FC = Bn + Amortización \quad 6.2$$

Para estimar el Beneficio neto de la instalación, se usará la ecuación 6.3.

$$Bn = Bb - Impuestos = Bb - 0,35 \cdot Bb \quad 6.3$$

Dónde

- Bn = Beneficio bruto anual.
- Bb = Beneficio bruto anual.

El beneficio bruto de la instalación se estimará mediante la ecuación 6.4.

$$Bb = Ingresos - Gastos totales \quad 6.4$$

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Los gastos totales de ésta instalación supondrán la suma de los costes de amortización y los costes directos de la instalación, como son los costes de consumibles (filtros y reactivos), el consumo de energía eléctrica y los gastos de gestión de residuos.

Como ingresos contabilizarán los ahorros energéticos derivados de la disminución en el consumo de gas natural y las emisiones de CO₂.

En la tablas 6.3, 6.4 y 6.5 se muestran los gastos e ingresos referidos anteriormente.

Gastos directos	CDAD (€/año)
Coste de reactivo	2.654
Coste de gestión de residuo	3.881
Coste anual mangas	3.597
Consumo de energía eléctrica	39.536
Gastos directos totales	49.669

Tabla 6.3. Gastos directos de la instalación

Gastos Indirectos (amortización)	CDAD
Maquinaria e instalaciones (€)	644.638
Periodo de amortización (años)	15
Gastos indirectos total (€/año)	41778

Tabla 6.4. Gastos de amortización.

Ingresos=ahorros energéticos	(€/año)
Ahorro consumo gas	263.090
Ahorro emisión CO₂	16.745

Tabla 6.5. Ingresos en la instalación.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

En la tabla 6.6 se recogen los datos para el cálculo del beneficio bruto anual del primer año.

Ahorros energéticos (€)	279.835
Gastos (€)	91.435
Beneficio bruto (€)	146.634

Tabla 6.6. Beneficio bruto del primer año.

Para estimar el beneficio bruto de los años consecutivos se considerará el aumento del IPC en los gastos directos, y los impuestos en los gastos de amortización. Aplicando la ecuación 6.3 se obtendrá el Beneficio Neto anual. Los resultados se recogen en la tabla 6.7.

Horizonte (años)	Gastos Ind. Amortización (€)	Beneficio neto (€)
1	41.765	95.312
2	42.809	97.695
3	43.880	100.137
4	44.977	102.641
5	46.101	105.207
6	47.253	107.837
7	48.435	110.533
8	49.646	113.297
9	50.887	116.129
10	52.160	119.032
11	53.464	122.008
12	54.800	125.058
13	56.170	128.184
14	57.574	131.389
15	59.013	134.674

Tabla 6.7. Beneficios netos anuales.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Con los datos obtenidos se estimarán los flujos de caja, según la ecuación 6.2.

$$FC = Bn + Amortización \quad 6.2$$

Los resultados obtenidos se recogen en la tabla 6.8.

Horizonte (años)	Gastos amortización	Beneficio neto	FC
1	41.765	95.312	137.078
2	42.809	97.695	140.505
3	43.880	100.137	144.017
4	44.977	102.641	147.618
5	46.101	105.207	151.308
6	47.253	107.837	155.091
7	48.435	110.533	158.968
8	49.646	113.297	162.942
9	50.887	116.129	167.016
10	52.160	119.032	171.191
11	53.464	122.008	175.471
12	54.800	125.058	179.858
13	56.170	128.184	184.354
14	57.574	131.389	188.963
15	59.013	134.674	193.687

Tabla 6.3. Gastos de amortización, beneficios netos y flujos de caja del periodo de amortización.

En la tabla 6.4 se muestra la variación del VAN calculado según la ecuación 6.1 en el periodo de amortización.

$$VAN = -I_0 + \sum_{i=1}^{15} \frac{FC_i}{(1 + i_r)^i} \quad Ec. 6.1$$

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Horizonte (años)	FC	VAN
1	137.078	-508.375
2	140.505	-369.872
3	144.017	-228.921
4	147.618	-85.479
5	151.308	60.498
6	155.091	209.055
7	158.968	360.237
8	162.942	514.090
9	167.016	670.663
10	171.191	830.003
11	175.471	992.159
12	179.858	1.157.181
13	184.354	1.325.119
14	188.963	1.496.025
15	193.687	1.671.203

Tabla 6.4. Gastos de amortización, beneficios netos y flujos de caja del periodo de amortización.

Considerando un periodo de amortización de 15 años y un interés de 0,72% el valor obtenido resulta:

$$\text{VAN} = 1.671.203 \text{ €}$$

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

6.3. Índice TIR.

Un índice TIR cuyo valor es superior al interés normal del dinero en el mercado de capitales indica que la inversión a realizar es rentable. Se estima haciendo el índice VAN igual a cero, según la ecuación 6.3.

$$i| - I_0 + \sum_{i=1}^{15} \frac{FC_i}{(1 + i_r)^i} = 0 \quad Ec. 6.3$$

La Tasa Interna de Retorno definida como el interés medio de retorno de beneficio una vez finalizado el periodo de amortización, resulta:

TIR = 22 %

6.3.1. Índice PR.

El periodo de retorno definido como el tiempo necesario para recuperar la inversión realizada. Se estimará mediante la ecuación 6.4.

$$PR = \frac{\text{Inversión Inicial}}{B_{\text{promedio anual}}} \quad Ec. 6.4$$

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

En la tabla 6.5 se muestran los datos obtenidos para el periodo de retorno.

Horizonte (años)	Beneficio neto (€)	PR (años)
1	95.312	6,76
2	97.695	6,59
3	100.137	6,43
4	102.641	6,28
5	105.207	6,12
6	107.837	5,97
7	110.533	5,83
8	113.297	5,69
9	116.129	5,55
10	119.032	5,41
11	122.008	5,28
12	125.058	5,15
13	128.184	5,02
14	131.389	4,90
15	134.674	4,78

Tabla 6.5. Periodo de retorno para la inversión realizada.

PR = 4,78 años

El periodo de retorno estimado es de 4 años y 288 días.

6.4. Viabilidad medioambiental.

El proyecto presenta tres mejoras medioambientales:

1. Reducción del consumo de gas natural en el secadero.
2. Reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera.
3. Depuración de los humos procedentes de la chimenea del horno.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

El resultado es la adecuación del proceso a la legislación medioambiental vigente.

6.4.1. Reducción del consumo de gas natural en el secadero.

Se ha realizado el estudio económico considerando el ahorro energético como el beneficio neto. Para ello se ha definido el ahorro energético como el ahorro en el consumo de gas natural.

La energía necesaria en el secadero se estima como el aporte energético del aire caliente procedente del quemador, calculado mediante la expresión:

$$q = Q_a \cdot C_{p_a} \cdot (T_a - T_{\infty}). \quad \text{Ec. 6.1.}$$

Donde:

- q = energía aprovechada en el secadero (Kcal/h).
- Q_a = caudal volumétrico de aire ($\text{m}^3\text{N/h}$).
- C_{p_a} = capacidad calorífica del aire ($\text{Kcal}/\text{m}^3\text{N}\cdot\text{K}$).
- T_a = temperatura entrada al secadero.
- T_{∞} = temperatura ambiental.

A mayor gradiente de temperaturas, mayor será el aporte energético necesario.

La instalación del sistema de recuperación de calor disminuye el gradiente de temperaturas, y por consiguiente el aporte necesario del quemador, disminuyendo así el consumo de gas natural.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

El ahorro energético del secadero se establece con los siguientes parámetros:

- $Q_a = 16.000 \text{ (m}^3\text{N/h)}$
- $C_{p_a} = 0,32 \text{ (Kcal/ m}^3\text{N} \cdot \text{K)}$
- $T_a = 190 \text{ }^\circ\text{C}$
- $T_\infty = 30 \text{ }^\circ\text{C}$.

Sustituyendo en la ecuación 6.1. :

$$q = 16.000 \cdot 0,32 \cdot (190 - 30) = 819.200 \text{ Kcal/h}$$

Considerando la producción anual, el ahorro energético asciende a 5.655.418 KW.h/año.

Teniendo en cuenta el PCI del gas natural se estima el combustible ahorrado:

$$Q_{comb} = \frac{q}{PCI} = \frac{819200}{9180} = 89,2 \text{ (m}^3\text{N/h)}$$

Para evaluar el ahorro energético en términos económicos se calculará el ahorro en base a la tarifa de consumo, sin considerar el término fijo:

- $q = 4.866.048.000 \text{ Kcal/año} = 5.655.418 \text{ (KW} \cdot \text{h/año)}$
- $\text{Coste } E.T = 0,04652 \text{ (€/kW} \cdot \text{h)}$

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

$$\begin{aligned} \text{Ahorro energético} &= \text{Coste E.T} \cdot q = 5.655.418,31 \cdot 0,04652 \\ &= \mathbf{263.090} \text{ (€/año)} \end{aligned}$$

Al valor anterior hay que restarle el consumo energético de la instalación:

- Pt cons ratio 65% = 65 KW
- Coste E.E. = 0,12 (€/kw·h)
- RT = 5940 (h/año)

$$\begin{aligned} \text{Consumo energético} &= \text{Coste E.E} \cdot \text{Pt inst} \cdot \text{RT} = 65 \cdot 0,12 \cdot 5940 \\ &= 39.536,64 \text{ (€/año)} \end{aligned}$$

Lo que se traduce en un ahorro neto de:

$$263.090 - 39.536,64 = \mathbf{223553,6,36} \text{ €/año}$$

6.4.2. Reducción de emisiones de CO₂.

El consumo de combustibles gaseosos da como resultado de la reacción de combustión la emisión de CO₂. Estas emisiones no tienen valores límite establecidos, pero debido al Protocolo de Kyoto existe el compromiso de controlar dichas emisiones.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Uno de los principales emisores de CO₂ en la Comunidad Valenciana es el sector cerámico, debido al uso extendido de gas natural cuyas propiedades se muestran en la tablas 6.1 y 6.2:

Composición del gas natural industrial		PCI_i (TJ/m³N)
Componente	%	
CH ₄	91,68	3,64E-05
C ₂ H ₆	6,86	6,35E-05
C ₃ H ₈	0,7	9,07E-05
C ₄ H ₁₀	0,05	1,17E-04

Tabla 6.1. Composición volumétrica del gas natural de suministro industrial.

Propiedades físicas gas natural		
Propiedad	Unidades	Valor
Densidad	(mg/m ³ N)	6
PCS	(Kcal/m ³ N)	1254
PCI	(Kcal/m ³ N)	9180
Combustión estequiométrica		
Aire	(m ³ N /m ³ N gas)	10,4
Humos secos	(m ³ N /m ³ N gas)	9,3
Humos húmedos	(m ³ N /m ³ N gas)	11,4
Límite de inflamabilidad en aire		
Superior	%	14,7
Inferior	%	4,6

Tabla 6.2. Propiedades físicas del gas natural de suministro industrial.

Las emisiones de CO₂ debidas a la combustión del gas natural consumido en el secadero se estiman según la ecuación 6.2:

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

$$EC = FA \cdot FE \cdot FO \quad Ec. 6.2$$

Donde:

- EC = emisiones de CO_2 totales (ton CO_2 /año).
- FA = factor de actividad expresado en unidades energéticas.
- FO = factor de oxidación.
- FE = factor de emisión. Se estima mediante la expresión 6.3:

$$FE = 1,966 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\sum x_i \cdot N}{PCI} \quad Ec. 6.3.$$

Donde:

- X_i = fracción volumétrica del componente i
- N = número de carbonos que contiene el componente i

Los valores obtenidos para la instalación se muestran en la tabla 6.3.
(Véase Anexo II).

Parámetro	Unidades	Valor
FE	(ton CO_2 /TJ)	55,16
FA	(TJ/a)	20,34
FO	-	0,995
EC	(ton CO_2/a)	1116,3

Tabla 6.3. Factores de emisión para la combustión del gas natural de suministro.

En el caso de las emisiones de CO_2 la recuperación energética de los humos supone un ahorro de 1116 ton CO_2 anuales.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

6.4.3. Depuración de los humos procedentes de la chimenea.

Los hornos monoestrato de rodillos que se usan en la industria azulejera presentan dos focos de emisión:

1. Chimenea de la zona de calentamiento del horno: los gases emitidos provienen de la combustión del gas natural y de las descomposiciones que sufre la pieza durante su calentamiento.
2. Chimenea de la zona de enfriamiento: por la que se emiten los gases calientes usados en el enfriamiento. Normalmente el enfriamiento se lleva a cabo con aire.

La instalación se proyectará para la chimenea de calentamiento, cuyos humos presentan las características de la tabla 6.4. (Véase Anexo II).

Componente	Unidades	Valor
Partícula sólida	mg/m ³ N	2,3
Fluoruros	mg/m ³ N	23,4
SO ₂	mg/m ³ N	18,0
NOX	mg/m ³ N	83,7
H ₂ O	%	7,8
O ₂	%	16,5
CO	%	2,6
CO ₂	mg/m ³ N	53,8

Tabla 6.4. Composición volumétrica de los humos de la Chimenea. (Fuente: informe de mediciones medioambiental de la empresa solicitante).

Los parámetros de caracterización de los humos en la chimenea se reflejan en la tabla 6.5.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

PARAMETRO	Unidades	Ŷ
V gas	(m/s)	45,8
T	°C	272
Q	(m ³ N/h B. Seca)	21173
Humedad	%	7,8

Tabla 6.5. Caracterización de los humos de la Chimenea. (Fuente: informe de mediciones medioambiental de la empresa solicitante).

Las propiedades físicas de los humos que se han utilizado para el diseño se muestran en la tabla 6.6. (Véase Anexo III. Gráficos y tablas).

T °C	ρ (Kg/m ³)	Cp (KJ/Kg·K)	μ*10 ⁶ (Kg/m·s)
0	1,29	1,042	15,8
100	0,95	1,068	20,4
200	0,748	1,097	24,5
300	0,617	1,122	28,2
400	0,525	1,151	31,7
500	0,457	1,185	34,8
600	0,405	1,214	37,9
700	0,363	1,239	40,7
800	0,33	1,264	43,4
900	0,301	1,29	45,9
1000	0,275	1,306	48,4
1100	0,257	1,323	50,7

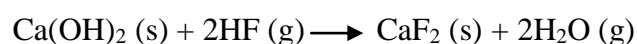
Tabla 6.6. Propiedades físicas de los gases procedentes de la combustión. (Fuente: Apuntes de la asignatura Combustión en Hornos Cerámicos, Prof: Eliseo Monfort)

Para estimar las diferentes propiedades se han representado frente a la temperatura, y se han extraído de la lectura gráfica según la temperatura de trabajo. (Véase Anexo III).

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Los contenidos en HF y SO₂ justifican la instalación del sistema de depuración basado en la neutralización de los ácidos con hidróxido cálcico.

Las reacciones que tienen lugar en el sistema de depuración son:



A partir de la relación estequiométrica se han estimado las necesidades de consumo de Ca(OH)₂, así como la cantidad de residuo generado. (Vease Anexo II).

Aunque la relación estequiométrica es 1:2 para el caso del HF, en la práctica se ha observado que los rendimientos de la reacción en estos sistemas son aproximadamente del 65%, por lo que la dosificación se estima en un ratio de 3,5. (Véase Anexo II). Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 6.7.

Caudales máxicos en el sistema de depuración		
Componente	Unidades	Valor
HF	(Kg/h)	0,47
SO₂	(Kg/h)	0,36
Ca(OH)₂	(Kg/h)	3,21
Ca(OH)₂	(ton/a)	19,1

Tabla 6.7. Caudales máxicos en el sistema de depuración.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

En la tabla 6.8 se muestran los datos obtenidos que justifican el sistema de depuración de partículas sólidas. (Véase Anexo II).

Generación de residuo partícula sólida		
Residuo sólido	Unidades	Valor
Partículas sólidas corriente humos	(mg/m ³ N)	2,3
Residuo generado en el sistema de depuración	(mg/m ³ N)	164,98
Residuo total	(mg/m ³ N)	167,28
Residuo total	(Kg/h)	3,30
Residuo total	(ton/a)	19,40

Tabla 6.8. Residuo sólido recuperado en el filtro de mangas.

La cantidad de residuo de partícula sólida generada justifica la implantación del sistema de depuración de filtro de mangas, ya que se supera el valor límite de la emisión de éste tipo de residuos, establecido por la normativa en 30 (mg/m³N).

El residuo generado contiene compuestos que necesitan de tratamiento y gestión medioambiental, tales como el CaF₂ y el CaSO₃, por lo que se encargará su recogida a la empresa gestora de residuos lo que conlleva un coste adicional. En la tabla 6.9 se muestran los costes directos asociados al sistema de depuración. (Véase Anexo II)

Gastos directos	(€/año)
Coste de reactivo	2.654
Coste de gestión de residuo	3.881
Costes totales	6.535

Tabla 6.9. Costes sistema de depuración por neutralización.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

7. CONCLUSIONES.

El consumo energético en la industria azulejera supone un coste muy importante, por lo que se hacen necesarias las medidas de mejora a éste respecto. Además tanto por eficiencia en el proceso como por respeto al entorno, han de tomarse medidas para minimizar el impacto medioambiental del proceso productivo.

En el proyecto se ha diseñado una instalación de recuperación de calor que permite la recuperación simultánea de energía desde la chimenea de los gases de combustión, utilizando un intercambiador de placas gas-gas.

La instalación de este sistema no modifica las condiciones de operación ni del horno ni del secadero, de manera que no se modifican las propiedades del producto procesado.

Con este sistema de recuperación de calor se obtiene una reducción en el consumo de gas natural en el secadero que se traduce en un ahorro energético y de emisión de CO₂ significativas, adaptando el proceso productivo a la legislación vigente

Los resultados del análisis de viabilidad económica evidencian que este tipo de instalaciones son además de necesarias, económicamente rentables. Las subvenciones existentes hacen más asumibles los costes que conllevan, que junto con el ahorro energético que suponen las hacen actuaciones estratégicas empresariales.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

8. PRESUPUESTO.

8.1. P.E.M.

En la tabla 8.1 se muestra el resumen presupuestario de ejecución de material. (Vease Capítulo 6. Presupuesto).

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD(€)
1	Conducciones	12.024
2	Sistema de depuración de los gases.	106.321
3	Sistema de recuperación de los gases.	520.183
4	Mantenimiento y formación	4.150
5	Ingeniería y dirección de obra	14.000
	P.E.M	656.678

Tabla 8.1. Presupuesto de Ejecución de Material.

8.2. P.E.C parcial.

Para el cálculo del Presupuesto de Ejecución de Contrata parcial, se han estimado los Gastos Generales como un sobrecoste del 10% sobre el P.E.M para cubrir posibles imprevistos y un Beneficio Industrial del 6%. El P.E.C parcial se estima mediante la ecuación 8.1. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 8.2.

$$PEM_{parcial} = GG + BI \quad Ec. 8.1.$$

Donde: $BI = 0,06 \cdot PEM$ y $GG = 1,1 \cdot PEM$

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	GG	BI	PEC parcial
1	Conducciones	13.227	598	13.824
2	Sistema de depuración de los gases.	116.953	6.379	123.332
3	Sistema de recuperación de gases.	572.201	30.102	602.303
4	Mantenimiento y formación	No aplica	No aplica	3.430
5	Ingeniería y dirección de obra	No aplica	No aplica	11.570
TOTALES		702.381	37.079	754.460

Tabla 8.2. Presupuesto de Ejecución de Contrata Parcial. Beneficio Industrial 6% y Gastos Generales 10%.

Como puede observarse en las partidas 4 y 5 no se estiman sobrecostos de Gastos Generales ni de Beneficio Industrial. El importe correspondiente al PEC parcial es el presupuestado sin los impuestos aplicables, que en éste caso es el I.V.A.

8.3. P.E.C.

El Presupuesto de Ejecución de Contrata incluye el Impuesto de Valor Añadido, que se establece en un 21% para éste tipo de instalaciones.

Se calcula mediante la ecuación 8.2.

$$PEC = (1 + 0,21) \cdot PEC\ parcial \quad Ec. 8.2$$

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 8.3.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	PEC parcial	PEC
1	Conducciones	13.824	16.728
2	Sistema de depuración de gases.	123.332	149.469
3	Sistema de recuperación de gases.	602.303	728.787
4	Mantenimiento y formación	3.430	4.150
5	Ingeniería y dirección de obra	11.570	14.000
TOTALES		754.460	913.134

Tabla 8.3. Presupuesto de Ejecución por Contrata.

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a un total de **913.134€**.

Dicha cantidad coincide con la Inversión inicial a realizar en la instalación, sin considerar subvenciones ni ahorros. (Ver 6.3. Análisis de viabilidad económica).

$$I_0 = PEC = 913.134 \text{ €}$$

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

9.1. Referencias bibliográficas:

- ✓ MONFORT, Eliseo. Apuntes de la asignatura *Tecnología del Medio Ambiente*. Material UJI.
- ✓ ORTS, María José. Apuntes de la asignatura *Operaciones básicas de transmisión de calor*. Material UJI.
- ✓ RODRIGO CARBONELL, M^a Dolores; SÁNCHEZ, Enrique. Apuntes de la asignatura *Mecánica y Dinámica de fluidos*. Material UJI.
- ✓ MONFORT, Eliseo. Apuntes de la asignatura *Combustión en Hornos Cerámicos*. Material UJI.
- ✓ MORENO BERTO, Arnaldo. Apuntes de la asignatura *Materias Primas en la industria cerámica*. Material del autor.
- ✓ MORENO BERTO, Arnaldo. Apuntes de la asignatura *Procesos Químicos Industriales*. Material del autor.
- ✓ COLOMER, Francisco. Apuntes de la asignatura *Proyectos Industriales*. Material del autor.
- ✓ KREITH-BONN , F. *Principios de transferencia de calor*. Thomson, 2002.
- ✓ MILLS, A.F. *Transferencia de calor*. Mc Grawhill, 1995.
- ✓ ÇENGEL, Yunus A; GHAJAR, Afshin J. *Transferencia de calor y masa*. Mc Grawhill, 2011.
- ✓ HEWITT, G.F.; SHIRES, G.L.; BOTT, T.R. *Process Heat Transfer*. CRC Press, 1993.
- ✓ KUPPAN, T. *Heat exchanger design handbook*. Taylor and Francis Group, 2006.
- ✓ MARTÍN HERNÁNDEZ, Bernardo. *Manual de tuberías*. B. Martín Hernández,2008.
- ✓ INSTITUTO DE TECNOLOGÍA CERÁMICA Y COMISIÓN DEL TRABAJO. *Guía de mejores técnicas disponibles para el sector de fabricación de baldosas*

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

cerámicas. CTL, Consellería de Medi Ambient, aigua i habitatge, Generalitat Valenciana,2008.

- ✓ KMPG. Auditoría: *El sector del azulejo en España a través de 21 grandes empresas*.2013.
- ✓ MEZQUITA,A.; MONFORT, E.; VAQUER, E.; FERRER, S. ; ARNAL, M.A.; TOLEDO, J. ;CUESTA, M.A. *Optimización energética en la fabricación de baldosas cerámicas mediante el uso de aceite térmico*. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio; Vol 51, 4, 183-190, Julio-Agosto 2012.
- ✓ MONFORT, Eliseo ; MEZQUITA, Ana ; MALLOL, Gustavo ; GRANEL, Rocío; VAQUER, Eva. *Informe sectorial de consumos energéticos y emisiones de dióxido de carbono en el proceso de fabricación de baldosas cerámicas*. Instituto Tecnológico de Cerámica. AVEN. 2011.
- ✓ FALCÓN VERNÍS, Ricardo. *Publicaciones técnicas sobre filtros para el control de la contaminación del aire por partículas: aspectos a considerar en las instalaciones de filtros de mangas*. Safal Consultores S.L.,2011.
- ✓ Asociación Técnica Española de Climatización Y Refrigeración. *Guía técnica para el diseño y cálculo del aislamiento térmico de conducciones, aparatos y equipos*. IDAE, 2007.

9.2. Enlaces web.

- <http://www.empresaeiciente.com>.
- <http://www.asociacion3e.org>.
- <http://www.asetub.es>.
- <http://www.tubacero.es>.
- <http://www.terrapilar.com>.
- <http://www.productostubulares.com>.
- <http://www.almesa.com>.
- <http://materias.fi.uba.ar>.
- <http://www.suministrospenaranda.com>.
- <http://www.costonet.com>

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

- <http://www.gersal.com>.
- <http://www.isover.es/Aislamiento-Tecnico-Climatizacion-Industria-y-Marina>.
- <http://www.tranter.com/Pages/products/plate-heat-exchangers>.
- <http://www.hrs-heatexchangers.com>
- <http://www.safal.eu>
- <http://www.emison.com>
- <http://www2.donaldson>.
- <http://www.ictfiltracion.com>.
- <http://www.aerovasl.com>.

Capítulo 2: ANEXOS.

ÍNDICE.

2.1. Anexo I. Cálculos para el sistema de recuperación de calor.

2.2. Anexo II. Cálculos para el sistema de depuración de los humos.

2.3. Anexo III. Gráficos y tablas.

2.4. Anexo IV. Legislación aplicable.

2.5. Anexo V. Fichas de Seguridad.

2.6. Anexo VI. Catálogos.

2.7. Anexo VII. Estudio básico de Seguridad y Salud.

2.1. Anexo I. CÁLCULOS PARA EL SISTEMA DE INTERCAMBIO.

ÍNDICE.

1. CÁLCULO DE CAUDAL Y TEMPERATURA.	3
1.1. Caudales y temperaturas de los humos procedentes de la chimenea del horno: TRAMO H ₁	5
1.1.1. Caudal y temperatura en la chimenea del horno: Q _{ch} y T _{ch}	5
1.1.2. Caudal y temperatura de los humos procedentes de la chimenea a la entrada del intercambiador: Q _h y Th _{in}	7
1.2. Caudales y temperaturas de los humos procedentes de la chimenea ya fríos: TRAMO H ₂	8
1.2.1. Caudal y temperatura a la salida del intercambiador: Q _h y Th _{out}	9
1.2.2. Caudal y temperatura a la entrada del sistema de depuración: Q _h y Tf.....	9
1.3. Caudales y temperaturas del aire ambiental: TRAMO A.	10
1.3.1. Caudal y temperatura del aire a la salida del intercambiador: Q _a y Ta _{out} . .	10
1.3.1. Caudal y temperatura a la entrada del secadero: Q _a y Ta.	12
2. DISEÑO DE LAS CONDUCCIONES.....	13
2.1. Dimensionamiento de conducciones.	13
2.1.2. Diámetro para el tramo H ₁	17
2.1.3. Diámetro para el tramo H ₂	24
2.1.4. Diámetro para el tramo A.	30
2.1.5. Resumen de resultados.	36
3. DISEÑO DEL AISLAMIENTO TÉRMICO EN CONDUCCIONES.....	37
3.1. Transmisión de calor.	37
3.2. Resistencias.	38
3.2.1. Resistencias térmicas por conducción.	38
3.2.2. Resistencias térmicas por convección.	40
3.2.3. Resistencias térmicas por radiación.....	41

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

3.2.4.	Coeficiente global de transferencia de calor.	43
3.3.	Cálculo del espesor del aislante.	43
4.	INTERCAMBIADOR DE CALOR.	46
4.1.	Determinación de la potencia media intercambiada.....	46
4.2.	Determinación de la media logarítmica de temperaturas.....	47
4.3.	Determinación del coeficiente global de transmisión de calor.	48
4.4.	Cálculo del área de intercambio.....	49
4.5.	Selección del intercambiador de calor.....	50
5.	CÁLCULO DEL EQUIPO DE IMPULSIÓN.....	51
5.1.	Pérdidas de carga continuas y localizadas: ΔP_{tr} y ΔP_{acc}	52
5.2.	Pérdidas de carga en el intercambiador: ΔP_{int}	52
6.	CÁLCULO DEL AHORRO ENERGÉTICO.....	55
6.1.	Condiciones de operación de los secaderos.	55
6.2.	Ahorro energético.	56
6.3.	Ahorro en emisiones de CO ₂	60

1. CÁLCULO DE CAUDAL Y TEMPERATURA.

En la figura 1.1 se esquematiza el reparto de caudales.

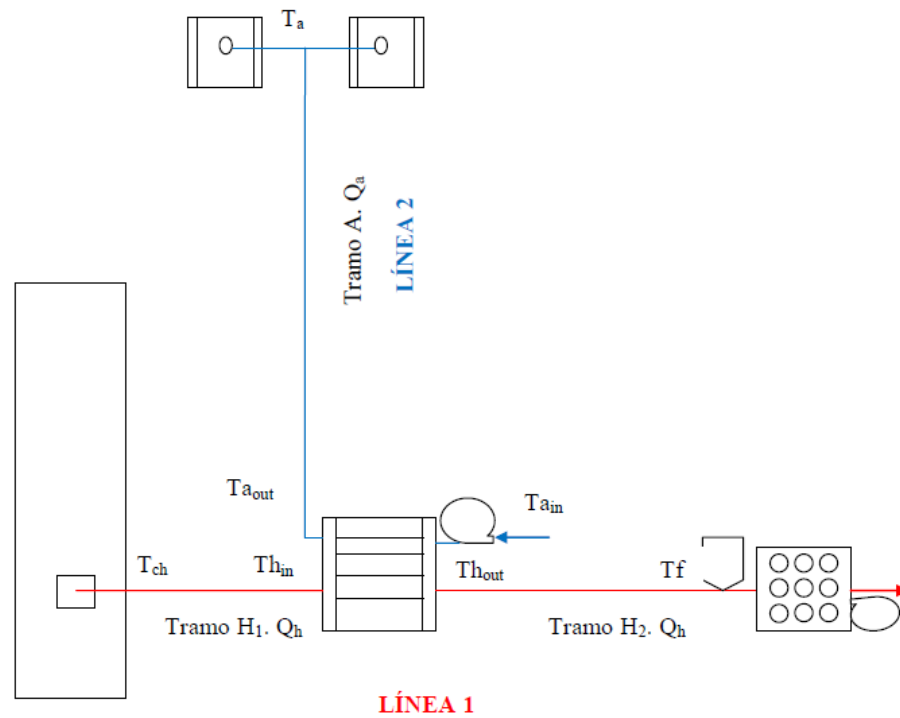


Figura 1.1. Esquema simplificado de la instalación.

Donde:

- **Tramo H₁**: es el tramo de conducción por el que circulan los humos de la chimenea hasta el intercambiador.
- **Q_h y Q_a** : caudal de humos sucios y de aire caliente respectivamente, medidos en condiciones normales.
- **T_{ch}**: temperatura de los humos procedentes de la chimenea del horno.
- **T_{hin}**: temperatura de los humos procedentes de la chimenea a la entrada del intercambiador.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

- **Tramo H₂**: es el tramo que conduce los humos procedentes de la chimenea una vez enfriados en el intercambiador hasta el sistema de depuración.
- **T_{h_{out}}**: temperatura de los humos sucios procedentes de la chimenea a la salida del intercambiador.
- **T_f**: temperatura de los humos sucios a la entrada del sistema de depuración.
- **Tramo A**: tramo de conducción del aire ambiental ya caliente desde el intercambiador hasta los secaderos.
- **T_{a_{in}}**: temperatura del aire ambiental a la entrada al intercambiador.
- **T_{a_{out}}**: temperatura del aire ambiental a la salida del intercambiador.
- **T_a**: temperatura del aire ambiental a la entrada del secadero.

Los valores de diseño de los parámetros especificados se recogen en la tabla 1.1.

<i>Parámetros de diseño.</i>		Temperatura (°C)		Caudal efectivo (m³/h)	
Línea 1. Humos sucios	Tramo H₁	T_{ch}	270	Q_{ch}	39.780
		T_{h_{in}}	270	Q_{h_{ein}}	39.780
	Tramo H₂	T_{h_{out}}	140	Q_{h_{eout}}	30.257
		T_f	137	Q_{h_e}	30.051
Línea 2. Aire limpio	Sistema aspiración	T_{amb}	30	Q_{a_{emb}}	17.758
		T_{a_{in}}	30	Q_{a_{ein}}	17.758
	Tramo A	T_{a_{out}}	194	Q_{a_{eout}}	27311,1
		T_a	190	Q_{a_e}	26663,2

Tabla 1.1. Temperaturas y caudales efectivos de diseño.

Los cálculos realizados para estimar los parámetros de diseño se detallan a continuación.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

1.1. Caudales y temperaturas de los humos procedentes de la chimenea del horno: TRAMO H₁.

El tramo H₁ es el que transporta los humos desde la chimenea hasta el intercambiador. En la figura 1.2 se representa un esquema simplificado.

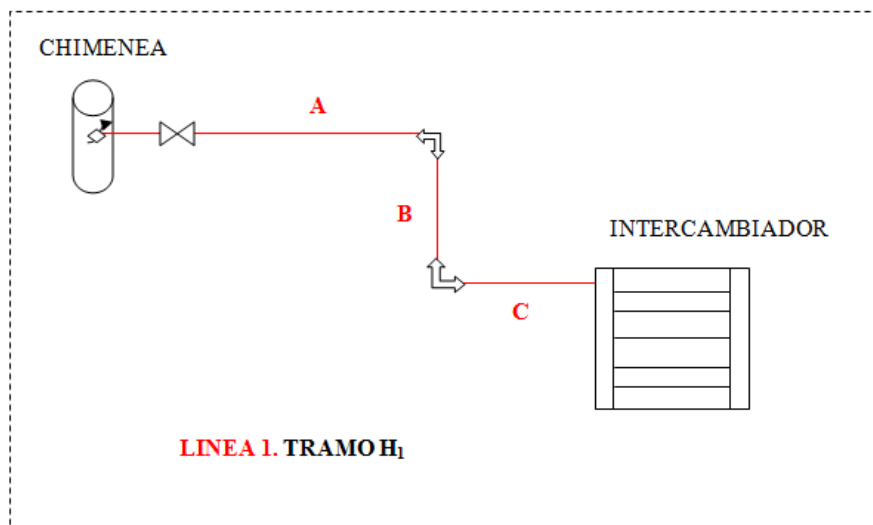


Figura 1.2. Esquema simplificado del tramo H₁.

1.1.1. Caudal y temperatura en la chimenea del horno: Q_{ch} y T_{ch}.

Los caudales y temperaturas en éste tramo son:

Para estimar el caudal y la temperatura de los humos procedentes de la chimenea del horno se parte del muestro efectuado por SGS, cuyo informe de mediciones es proporcionado por la empresa solicitante del proyecto. Los datos de muestreo de la chimenea del horno se muestran en la tabla 1.2.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

PARÁMETRO	Unidades	M1	M2	M3
D_{ch}	m	0,6	0,6	0,6
v_{gas}	(m/s)	44,5	47,8	45,2
T_{ch}	°C	269,6	270,3	273,1
Q_{ch}	(m ³ N/h B. Seca)	20526	21175	20986
HUMEDAD	%	8,3	7,8	7,3

Tabla 1.2. Datos de los humos calientes en la chimenea del horno. (Fuente: Informe SGS)

Para calcular el caudal y la temperatura de diseño se realizará la media de los tres muestreos, obteniéndose los resultados contenidos en la tabla 1.3.

PARÁMETRO	Unidades	\hat{Y}
D_{ch}	m	0,6
V_{gas}	(m/s)	45,8
T_{ch}	°C	271
Q_{ch}	(m ³ N/h B. Seca)	20.895
HUMEDAD	%	7,8

Tabla 1.3. Datos de los humos calientes en la chimenea del horno. (Fuente: Informe SGS)

Para el diseño será necesario el cálculo de los caudales efectivos. Se estimarán según la ec. 1.1.

$$Q_e = Q_{CN} \cdot \frac{(T+T_N)}{T_N} \quad ec. 1.1.$$

Donde:

- Q_e : caudal efectivo del gas a la temperatura de circulación (m³/h).
- Q_{CN} : caudal del gas medido en condiciones normales (m³N/h).
- T : temperatura de circulación del gas (K)
- T_N : temperatura en condiciones normales (K). $T_N = 273$ K.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Aplicando la ecuación 1.1:

$$Q_e = 20.000 \cdot \frac{(270 + 273)}{273} = 39780 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Se establecerán como datos de partida:

- $Q_h = 20.000 \text{ (m}^3\text{N/h)}$;
- $Q_{e_{ch}} = 39780 \text{ (m}^3\text{/h)}$;
- $T_{ch} = 270 \text{ (}^\circ\text{C)}$.

1.1.2. Caudal y temperatura de los humos procedentes de la chimenea a la entrada del intercambiador: Q_h y $T_{h_{in}}$.

En el tramo H_1 se mantendrá constante el caudal en condiciones normales, pero para el cálculo del caudal efectivo se tendrá en cuenta la variación de temperatura que sufre el gas durante su transporte hasta el intercambiador. Para ello, deberán estimarse las pérdidas de calor a través de las conducciones. Debido a la baja conductividad térmica del tubo (véase Anexo III. Propiedades térmicas de las aleaciones), y del efecto aislante de la doble capa de lana de roca (véase Anexo III. Características técnicas del fieltro 133 3F), las pérdidas de calor pueden considerarse despreciables (Véase apdo 2.2 Calculo de las pérdidas de calor). Sin embargo, dado que el aislamiento no es perfecto en este tipo de instalaciones, las pérdidas de temperatura se estiman en $1 \text{ }^\circ\text{C}$ cada 10 m de tramo recto de conducción. En base a este dato empírico se establecerán las pérdidas de temperatura en el tramo H_1 .

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Los valores considerados en el diseño se muestran en la tabla 1.4.

Tramo	Qh (m ³ N/h)	Qh _{ein} (m ³ /h)	Ltr (m)	T _{ch} (°C)	Th _{in} (°C)
H1	20.000	39780	6,4	270	270

Tabla 1.4. Caudales y temperaturas en el tramo H₁.

1.2.Caudales y temperaturas de los humos procedentes de la chimenea ya fríos: TRAMO H₂.

El tramo H₂ es el que transporta los humos sucios desde la salida del intercambiador hasta el sistema de depuración. En la figura 1.3 se representa un esquema simplificado.

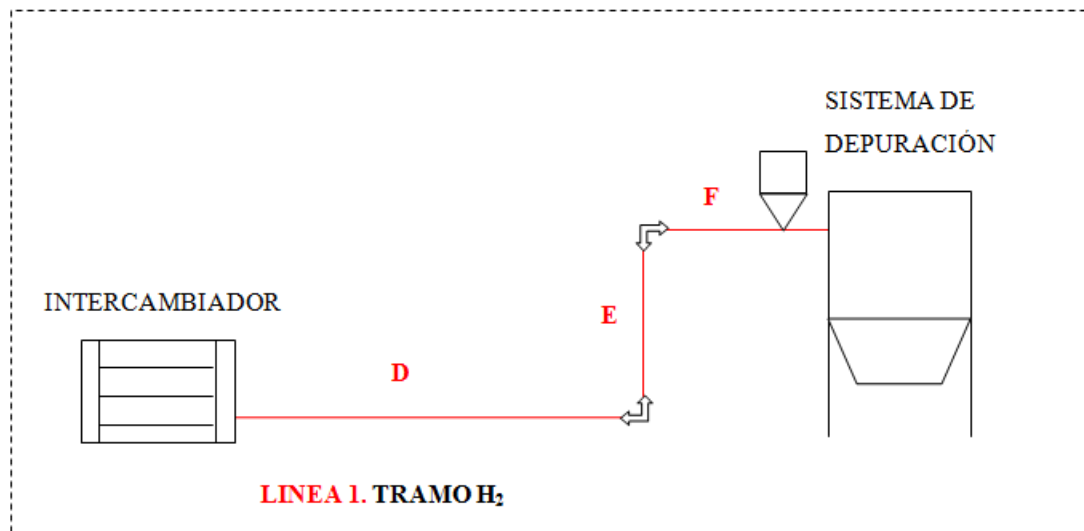


Figura 1.3. Esquema simplificado del tramo H₂.

1.2.1. Caudal y temperatura a la salida del intercambiador: Q_h y $T_{h_{out}}$.

El diseño establece como dato limitante la temperatura de salida de los humos que ya han cedido su calor sensible. Estos humos son conducidos hasta un sistema de depuración que limita la temperatura de ingreso en ellos. Por otra parte la temperatura ha de ser lo suficientemente elevada para evitar condensaciones que darían lugar a líquidos corrosivos y obturaciones en el filtro. Dadas estas dos consideraciones, la temperatura mínima de trabajo a la entrada del sistema de depuración será 140°C . Se establece esta temperatura de diseño con el fin de que la recuperación energética sea máxima.

Los valores establecidos para el diseño se muestran en la tabla 1.5.

Q_h ($\text{m}^3\text{N/h}$)	$Q_{h_{eout}}$ (m^3/h)	$T_{h_{out}}$ ($^{\circ}\text{C}$)
20.000	30.256	140

Tabla 1.5. Caudales y temperaturas a la salida del intercambiador.

1.2.2. Caudal y temperatura a la entrada del sistema de depuración: Q_h y T_f .

De manera análoga al tramo H_1 , se calcula el caudal y la temperatura de ingreso al sistema de depuración. (Véase apartado 1.1.2. Caudal a la entrada del intercambiador). Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 1.6.

Tramo	Q_h ($\text{m}^3\text{N/h}$)	Q_{h_e} (m^3/h)	Ltr (m)	$T_{h_{out}}$ ($^{\circ}\text{C}$)	T_f ($^{\circ}\text{C}$)
H_2	20.000	30.051	28,35	140	137

Tabla 1.6. Caudales y temperaturas en el tramo H_2 .

1.3. Caudales y temperaturas del aire ambiental: TRAMO A.

En la figura 1.4 se esquematiza de forma simplificada el tramo A.

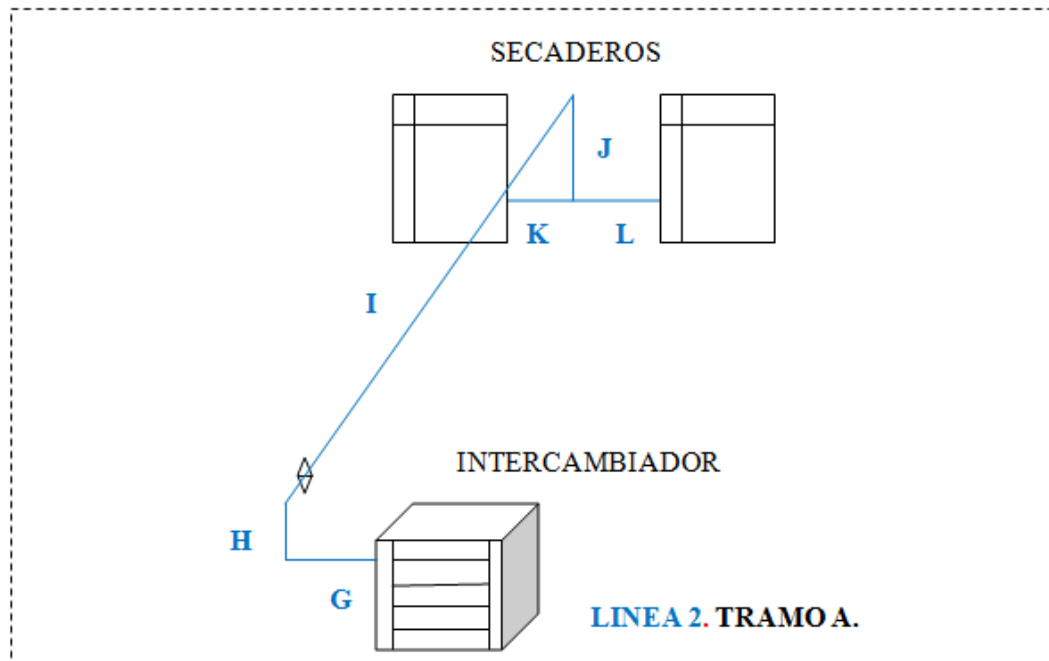


Figura 1.4. Esquema simplificado en perspectiva del tramo A.

1.3.1. Caudal y temperatura del aire a la salida del intercambiador: Q_a y $T_{a_{out}}$.

El aire es captado de la atmósfera a una temperatura de 30 °C y entra directamente al intercambiador por la boca de aspiración con un caudal de 16.000 (m^3N/h). Para calcular su temperatura del aire a la salida del intercambiador se realiza un balance energético.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Teniendo en cuenta que se desea aprovechar el calor sensible de los humos:

$$m \cdot \Delta h)_{humos} = m \cdot \Delta h)_{aire} \quad Ec. 1.2$$

Considerando

$$\Delta h = Cp \cdot \Delta T \quad Ec. 1.3$$

Y conocidos $Cp_{aire} = 1 \text{ (kJ/kg}^\circ\text{C)} \approx Cp_{humos}$, $\rho_{aire} \approx \rho_{humos} = 1,29 \text{ (kg/m}^3\text{N)}$ combinando la expresión 1.2 y 1.3:

$$20000 \cdot 1 \cdot 1,29 \cdot (270 - 140) = 16000 \cdot 1 \cdot 1,29 \cdot (Ta_{out} - 30)$$

$$Ta_{out} = 193,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

$Qa \text{ (m}^3\text{N/h)}$	$Qa_{eout} \text{ (m}^3\text{/h)}$	$Ta_{in} \text{ (}^\circ\text{C)}$	$Ta_{out} \text{ (}^\circ\text{C)}$
16.000	27.282	30	194

Tabla 1.7. Caudales y temperaturas a la salida del intercambiador.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

1.3.1. Caudal y temperatura a la entrada del secadero: Q_a y T_a .

De forma análoga a los tramos H_1 y H_2 se calculan las pérdidas de temperatura a lo largo de la conducción. (Véase apartado 1.1.2. Caudal a la entrada del intercambiador).

Una vez que los humos ceden su calor al aire este es transportado hasta los secaderos, dividiéndose su caudal en dos conducciones (K y L en la figura 1.4).

En los tramos K y L puede considerarse despreciable la pérdida de temperatura del aire debido a que su longitud no supera los 3 m. (véase apdo. 2.2 Cálculo de las pérdidas de calor).

Los datos obtenidos se muestran en la tabla 1.8.

Tramo	Q_a (m^3N/h)	Q_{a_e} (m^3/h)	Ltr (m)	$T_{a_{out}}$ ($^{\circ}C$)	T_a ($^{\circ}C$)
A	16.000	26.457,7	111,4	193,7	190

Tabla 1.8. Caudales y temperaturas en el tramo A.

2. DISEÑO DE LAS CONDUCCIONES.

2.1. Dimensionamiento de conducciones.

Para dimensionar las tuberías se tendrán en cuenta dos aspectos básicos en este tipo de instalaciones: la velocidad de circulación no supere los 35 (m/s) (BOE-A-1980-23974) y que la caída de presión sea la menor posible para optimizar los equipos de impulsión y aspiración.

- v máxima gas = 35 (m/s).
- ΔP sea mínima.

Además, se trabajará a temperaturas elevadas, por lo que las conducciones deberán ser resistentes al choque térmico: DIN 17175. El diámetro elegido deberá estar disponible en catálogo. Los materiales más comunes en este tipo de conducciones son los aceros al carbono, por lo que para los cálculos previos se usarán las características técnicas de éstos.

Para el diseño se procederá en cada tramo del modo que sigue:

- Cálculo de la velocidad del gas.

La velocidad de circulación se estimará mediante la ecuación 2.1.

$$v = \frac{Q_e}{S} \quad (m/s) \quad Ec. 2.1$$

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Donde:

- v = velocidad del gas en el tramo (m/s).
- Q_e = caudal de circulación del gas medido en las condiciones de operación (m_3/s).
- S = sección de paso de la conducción. (m^2).

Se partirá de un diámetro igual al de la chimenea del horno, con el fin evitar variaciones en el régimen de operación. Por otro lado, el tubo debe seleccionarse de forma normalizada, por lo que el diámetro de éste no debe ser superior a los 800 mm.

Los tres diámetros propuestos son:

- $D = 0,6$ m.
- $D = 0,7$ m.
- $D = 0,8$ m.

Considerando que la conducción es cilíndrica la sección de paso queda según la ecuación 2.2.

$$S = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \quad (m^2) \quad Ec. 2.2$$

Introduciendo la ecuación 2.2 en la ecuación 2.1 se obtiene la expresión para calcular la velocidad de circulación del gas:

$$v = \frac{4 \cdot Q_e}{\pi \cdot D^2} \quad (m/s) \quad Ec. 2.3$$

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

➤ Caracterización del régimen de circulación y factor de fricción.

Para la caracterización del régimen de circulación se usará el módulo adimensional de Reynolds, según la ec. 2.4:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} \quad Ec. 2.4$$

Donde:

- ρ = densidad del gas a la temperatura de trabajo (Kg/m^3).
- v = velocidad de circulación del gas (m/s).
- D = diámetro propuesto para la conducción (m).
- μ = viscosidad dinámica del fluido a la temperatura de trabajo ($\text{Kg/m}\cdot\text{s}$).

Para la rugosidad relativa se usará la expresión 2.5.

$$\epsilon_r = \epsilon/D \quad Ec. 2.5$$

Donde:

- ϵ_r = rugosidad relativa del material (m).
- ϵ = rugosidad absoluta del material (m).
- D = diámetro propuesto (m).

Para estimar el factor de fricción se hará uso del gráfico de Moody. (Véase Anexo III. Gráficos y tablas).

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

➤ Cálculo de las pérdidas de carga.

Para el cálculo de las pérdidas de carga a lo largo de la conducción se tendrá en cuenta las pérdidas continuas originadas por el rozamiento y la circulación del fluido por el interior de las conducciones, y las pérdidas localizadas, originadas por los accesorios instalados en el mismo tramo, como válvulas, codos, uniones y dispositivos de medida. Para evaluar las pérdidas totales se hará uso de la ecuación 2.6.

$$\Delta P = \Delta P_{tr} + \Delta P_{acc} \quad Ec. 2.6$$

Donde:

- ΔP : pérdidas totales en el tramo.
- ΔP_{tr} : pérdidas continuas en tramos rectos.
- ΔP_{acc} : pérdidas localizadas en accidentes.

Para calcular las pérdidas de cargas continuas y localizadas se hará uso de las ecuaciones 2.7 y 2.8 respectivamente:

$$\Delta P_{tr} = 2 \cdot \rho \cdot f \cdot v^2 \cdot \frac{Ltr}{D} \quad Ec. 2.7$$

$$\Delta P_{acc} = \left(\frac{\sum K \cdot v^2}{2} \right) \cdot \rho \quad Ec. 2.8$$

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Donde:

- ρ = densidad del fluido a la temperatura de diseño. (Kg/m^3).
- f = factor de fricción de Moody. $f = f(\text{Re}, \epsilon/D)$.
- v = velocidad de circulación del gas (m/s).
- L_{tr} = longitud de tramo recto.
- K = constante característica de cada accidente.

Se llevará a cabo el diseño para los diferentes diámetros propuestos de tubería y se seleccionará aquel que cumpla las dos condiciones.

2.1.2. Diámetro para el tramo H_1 .

En la figura 2.1 se esquematiza el tramo H_1

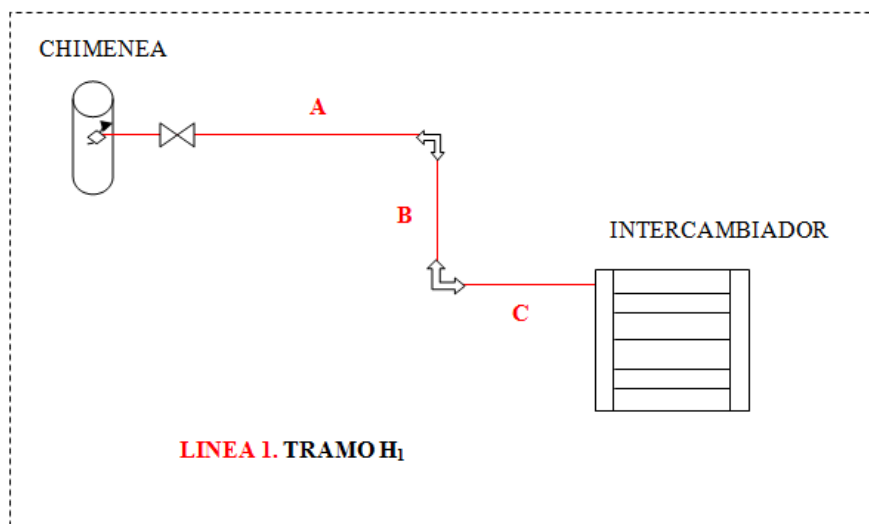


Figura 2.1. Esquema simplificado del tramo H_1

Los humos circulan desde la chimenea en el tramo A hasta el intercambiador en el tramo C.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

- Velocidad de circulación del gas.

El diseño se establecerá a partir del caudal en dicho tramo. Se estimará el caudal efectivo a la máxima temperatura de circulación, para hacer máxima la velocidad y asegurar que no se supera la máxima permitida.

Tramo	Qh (m ³ N/h)	Qh _{ein} (m ³ /h)
H ₁	20.000	39.780

Tabla 2.1. Caudales en el tramo H₁.

Aplicando la ec. 2.3:

$$v = \frac{4 \cdot \frac{39.780}{3600}}{\pi \cdot D^2} = \frac{14}{D^2} \quad (m/s) \quad Ec. 2.7$$

En la tabla 2.2 se muestran los resultados obtenidos aplicando la expresión anterior para cada diámetro propuesto:

D (m)	S (m ²)	Qe (m ³ /s)	v (m/s)
0,6	0,28	11	38
0,7	0,38	11	28,5
0,8	0,50	11	22,2

Tabla 2.2. Velocidad de circulación en el tramo H₁ en función del diámetro propuesto.

Se descarta el primer diámetro, ya que la velocidad es superior a la máxima permitida.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

- Caracterización del régimen de circulación y factor de fricción.

Para la caracterización del régimen de circulación se usa la ec. 2.4:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} \quad Ec. 2.4$$

Donde:

- $\rho = 0,65 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$.
- $v =$ velocidad de circulación del gas para el D propuesto (m/s).
- $D =$ diámetro propuesto para la conducción (m).
- $\mu = 27 \cdot 10^{-6} \text{ (Kg/m}\cdot\text{s)}$.

La ecuación 2.4 queda en la forma:

$$Re = \frac{0,65 \cdot v \cdot D}{27 \cdot 10^{-6}} = 24.074 \cdot v \cdot D \quad Ec. 2.8$$

Para la rugosidad relativa se usará la expresión 2.5.

$$\epsilon_r = \epsilon/D \quad Ec. 2.5$$

Donde:

- $\epsilon_r =$ rugosidad relativa del material (m).
- $\epsilon = 0,00015 \text{ (m)}$.
- $D =$ diámetro propuesto (m).

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Obteniéndose:

$$\epsilon_r = 0,00015/D \quad \text{Ec. 2.9.}$$

Para estimar el factor de fricción se hará uso del gráfico de Moody. (Véase Anexo III. Gráficos y tablas).

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.3.

D (m)	v (m/s)	Re	ϵ_r	f
0,7	28,5	480.277	0,00021	0,0165
0,8	22,2	427.555	0,00019	0,017

Tabla 2.3. Caracterización de la circulación en el tramo H₁ en función del diámetro propuesto.

- Pérdidas de carga en el tramo

Los elementos que integran el tramo H₁ se definen en la tabla 2.4, así como sus parámetros característicos:

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

ELEMENTO	L tr(m)	K
Cond A	3	-
Cond B	1,9	-
Cond C	1,5	-
válvula	-	0,20
codo 1	-	0,75
codo 2	-	0,75
4 lira dilatación	-	0,16

Tabla 2.4. Elementos de la conducción en el tramo H₁.

Para el cálculo de las pérdidas de carga a lo largo de la conducción se tendrá en cuenta las pérdidas continuas originadas por el rozamiento y la circulación del fluido por el interior de las conducciones, y las pérdidas localizadas, originadas por los accesorios instalados en el mismo tramo, como válvulas, codos, uniones y dispositivos de medida. Para evaluar las pérdidas totales se hará uso de la ecuación 2.6.

$$\Delta P = \Delta P_{tr} + \Delta P_{acc} \quad Ec. 2.6$$

Donde:

- ΔP : pérdidas totales en el tramo.
- ΔP_{tr} : pérdidas continuas en tramos rectos.
- ΔP_{acc} : pérdidas localizadas en accidentes.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Para calcular las pérdidas de cargas continuas y localizadas se hará uso de las ecuaciones 2.5 y 2.6 respectivamente, con los siguientes valores:

- $\rho = 0,65 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$.
- f = factor de fricción de Moody en función del diámetro propuesto.
- v = velocidad de circulación del gas (m/s).
- $L_{tr} = 3+1,9+1,5 = 6,4 \text{ m}$
- K = constante característica de cada accidente.

$$\Delta P_{tr} = 2 \cdot 0,65 \cdot f \cdot v^2 \cdot \frac{6,4}{D} \quad Ec. 2.7$$

$$\Delta P_{acc} = \left(\frac{0,2 + 2 \cdot 0,75 + 4 \cdot 0,1}{2} \right) \cdot 0,65 \cdot v^2 \quad Ec. 2.8$$

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.5.

D (m)	v (m/s)	Re	ξ_r	f	ΔP_{tr} (Pa)	ΔP_{acc} (Pa)
0,7	28,5	480.277	0,00021	0,0165	161,7	498,4
0,8	22,2	427.555	0,00019	0,017	85,45	292,5

Tabla 2.5. Pérdidas de carga para los diámetros propuestos.

A la vista de los resultados el diámetro óptimo para éste tramo sería de 0,8 m. Dado que el diámetro interno normalizado máximo, disponible en catálogo, es de 0,671 m, se optará por éste.

Procediendo del mismo modo se obtienen los datos para el tramo H₁.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Los resultados obtenidos se recogen en la tabla 2.6.

ACERO AL C ST35_8 (DIN 17175)	Tramo H ₁
D _{ext} (m)	0,711
D _i (m)	0,671
v (m/s)	31,2
Re	504795
ε/D	0,000224
f (Moody)	0,016
ΔP _{tr} (Pa)	194
ΔP _{acc} (Pa)	590

Tabla 2.6. Pérdidas de carga para el diámetro de diseño.

Las pérdidas totales para el tramo H₁ se evaluarán mediante la expresión 2.6.

$$\Delta P = 193,7 + 590,31 = \mathbf{685,1 (Pa)}$$

ACERO AL C ST35_8 (DIN 17175)	Tramo H ₁
D _{ext} (m)	0,711
D _i (m)	0,671
v (m/s)	31,2
ΔP (Pa)	784

Tabla 2.6. Pérdidas de carga totales en el tramo H₁.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

2.1.3. Diámetro para el tramo H₂.

Recuperando el esquema simplificado para el tramo H₂:

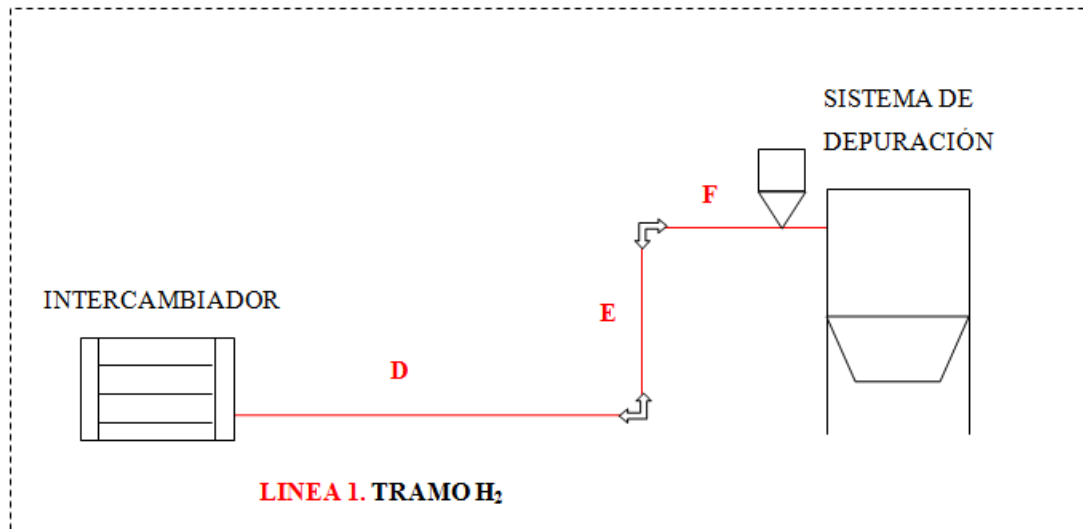


Figura 2.2. Esquema simplificado para el tramo H₂

Los humos circulan desde la salida del intercambiador al sistema de depuración. Procediendo del mismo modo que para el tramo H₁:

- Velocidad de circulación del gas.

El diseño se establecerá a partir del caudal en dicho tramo. Se estimará el caudal efectivo a la máxima temperatura de circulación, para hacer máxima la velocidad y asegurar que no se supera la máxima permitida.

Tramo	Qh (m ³ N/h)	Qheout(m ³ /h)
H ₂	20.000	30.256

Tabla 2.7. Caudales en el tramo H₂.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Aplicando la ec. 2.3:

$$v = \frac{4 \cdot \frac{30.256}{3600}}{\pi \cdot D^2} = \frac{14}{D^2} \quad (m/s) \quad Ec. 2.9$$

En la tabla 2.8 se muestran los resultados obtenidos aplicando la expresión anterior para cada diámetro propuesto:

D (m)	S (m ²)	Qe (m ³ /s)	v (m/s)
0,6	0,28	8,4	29,7
0,7	0,38	8,4	21,8
0,8	0,50	8,4	16,7

Tabla 2.8. Velocidad de circulación en el tramo H₂ en función del diámetro propuesto.

Los tres diámetros proporcionan velocidades dentro de rango.

- Caracterización del régimen de circulación y factor de fricción.

Para la caracterización del régimen de circulación se usa la ec. 2.4:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} \quad Ec. 2.4$$

Donde:

- $\rho = 0,85 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$.
- $v =$ velocidad de circulación del gas para el D propuesto (m/s).
- $D =$ diámetro propuesto para la conducción (m).
- $\mu = 22 \cdot 10^{-6} \text{ (Kg/m}\cdot\text{s)}$.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

La ecuación 2.4 queda en la forma:

$$Re = \frac{0,85 \cdot v \cdot D}{22 \cdot 10^{-6}} = 38636 \cdot v \cdot D \quad Ec.2.10$$

Para la rugosidad relativa se usará la expresión 2.5.

$$\epsilon_r = \epsilon/D \quad Ec. 2.5$$

Donde:

- ϵ_r = rugosidad relativa del material (m).
- $\epsilon = 0,00015$ (m).
- D = diámetro propuesto (m).

Obteniéndose:

$$\epsilon_r = 0,00015/D \quad Ec. 2.11.$$

Para estimar el factor de fricción se hará uso del gráfico de Moody. (Véase Anexo III. Gráficos y tablas).

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.9.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

D (m)	v (m/s)	Re	ξ_r	f
0,6	29,7	561.490	0,00025	0,016
0,7	21,8	481.277	0,00021	0,0157
0,8	16,7	421.117	0,00019	0,0152

Tabla 2.9. Caracterización de la circulación en el tramo H₁ en función del diámetro propuesto.

- Pérdidas de carga en el tramo

Los elementos que integran el tramo H₂ se definen en la tabla 2.10, así como sus parámetros característicos:

ELEMENTO	L tr(m)	K
Cond D	25,95	-
Cond E	1,9	-
Cond F	0,5	-
Codo 1	-	0,75
Codo 2	-	0,75

Tabla 2.10. Elementos de la conducción en el tramo H₂.

Para evaluar las pérdidas totales se hará uso de la ecuación 2.6.

$$\Delta P = \Delta P_{tr} + \Delta P_{acc} \quad Ec. 2.6$$

Para calcular las pérdidas de cargas continuas y localizadas se hará uso de las ecuaciones 2.5 y 2.6 respectivamente, con los siguientes valores:

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

- $\rho = 0,85 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$.
- f = factor de fricción de Moody en función del diámetro propuesto.
- v = velocidad de circulación del gas (m/s).
- $L_{tr} = 25,95 + 1,9 + 0,5 = 28,35 \text{ m}$
- K = constante característica de cada accidente.

$$\Delta P_{tr} = 2 \cdot 0,85 \cdot f \cdot v^2 \cdot \frac{28,35}{D} \quad \text{Ec. 2.12}$$

$$\Delta P_{acc} = \left(\frac{2 \cdot 0,75}{2} \right) \cdot 0,65 \cdot v^2 \quad \text{Ec. 2.13}$$

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.11.

D (m)	v (m/s)	Re	ξ_r	f	ΔP_{tr} (Pa)	ΔP_{acc} (Pa)
0,6	29,7	561.490	0,00025	0,016	1135,64	563,3
0,7	21,8	481.277	0,00021	0,0157	515	304
0,8	16,7	421.117	0,00019	0,0152	256	178,3

Tabla 2.11. Pérdidas de carga para los diámetros propuestos.

De nuevo el diámetro óptimo para éste tramo sería de 0,8 m. Al igual que para el tramo H₁ se optará por el diámetro interno normalizado máximo, disponible en catálogo de 0,671 m.

Los resultados obtenidos se recogen en la tabla 2.12.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

ACERO AL C ST35_8 (DIN 17175)	Tramo H ₂
D _{ext} (m)	0,711
D _i (m)	0,671
v (m/s)	23,8
Re	564.837
ε/D	0,000224
f (Moody)	0,0157
ΔP _{tr} (Pa)	637
ΔP _{acc} (Pa)	360

Tabla 2.12. Pérdidas de carga para el diámetro de diseño.

Las pérdidas totales para el tramo H₂ se evaluarán mediante la expresión 2.6.

$$\Delta P = 637 + 360 = \mathbf{997} \text{ (Pa)}$$

Los resultados se muestran en la tabla 2.13.

ACERO AL C ST35_8 (DIN 17175)	Tramo H ₂
D _{ext} (m)	0,711
D _i (m)	0,671
v (m/s)	23,8
ΔP (Pa)	997

Tabla 2.13. Pérdidas de carga totales en el tramo H₂.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

2.1.4. Diámetro para el tramo A.

El esquema del tramo A se representa en la figura 2.3.

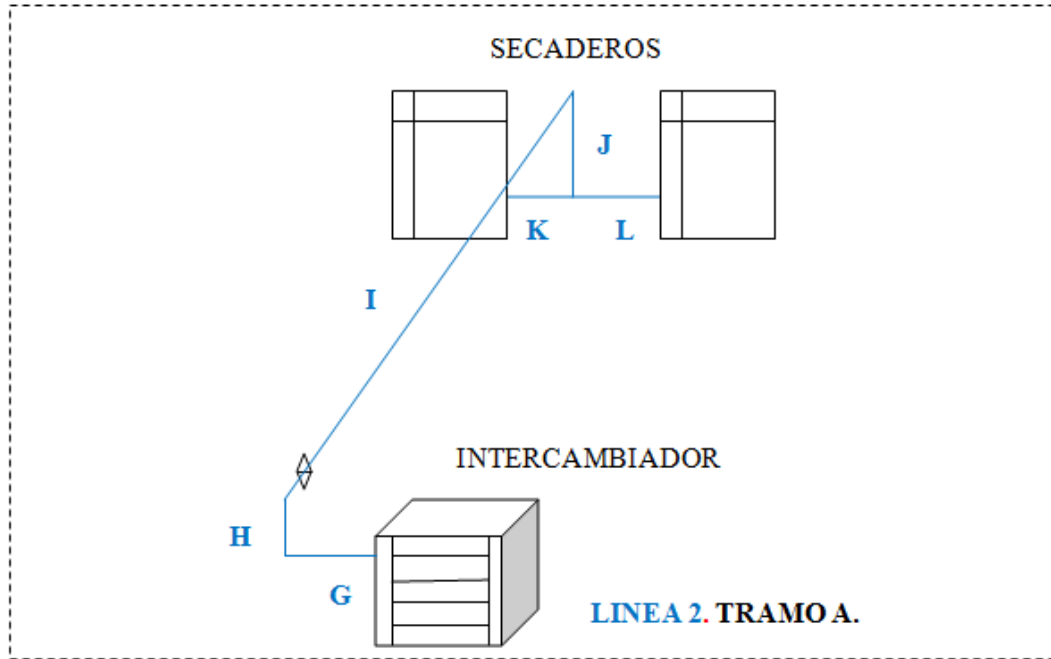


Figura 2.3. Esquema simplificado tramo A.

El aire ya caliente circula desde la salida del intercambiador hacia los secaderos. Procediendo del mismo modo que para los tramos H₁ y H₂:

- Velocidad de circulación del gas.

El diseño se establecerá a partir del caudal en dicho tramo. Se estimará el caudal efectivo a la máxima temperatura de circulación, para hacer máxima la velocidad y asegurar que no se supera la máxima permitida.

Tramo	Q _a (m ³ N/h)	Q _{a_{eout}} (m ³ /h)
A	16.000	27.311

Tabla 2.14. Caudales en el tramo A.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Aplicando la ec. 2.3:

$$v = \frac{4 \cdot \frac{27311}{3600}}{\pi \cdot D^2} = \frac{30,34}{D^2} \quad (m/s) \quad Ec. 2.14$$

En la tabla 2.15 se muestran los resultados obtenidos aplicando la expresión anterior para cada diámetro propuesto:

D (m)	S (m ²)	Qe (m ³ /s)	v (m/s)
0,6	0,28	7,6	26,8
0,7	0,38	7,6	19,7
0,8	0,50	7,6	15,1

Tabla 2.15. Velocidad de circulación en el tramo A en función del diámetro propuesto.

Los tres diámetros proporcionan velocidades dentro de rango.

- Caracterización del régimen de circulación y factor de fricción.

Para la caracterización del régimen de circulación se usa la ec. 2.4:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} \quad Ec. 2.4$$

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Donde:

- $\rho = 0,76 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$.
- $v = \text{velocidad de circulación del gas para el D propuesto (m/s)}$.
- $D = \text{diámetro propuesto para la conducción (m)}$.
- $\mu = 24 \cdot 10^{-6} \text{ (Kg/m}\cdot\text{s)}$.

La ecuación 2.4 queda en la forma:

$$Re = \frac{0,76 \cdot v \cdot D}{24 \cdot 10^{-6}} = 31.666 \cdot v \cdot D \quad \text{Ec. 2.15}$$

Para la rugosidad relativa se usará la expresión 2.5.

$$\epsilon_r = \epsilon/D \quad \text{Ec. 2.5}$$

Donde:

- $\epsilon_r = \text{rugosidad relativa del material (m)}$.
- $\epsilon = 0,00015 \text{ (m)}$.
- $D = \text{diámetro propuesto (m)}$.

Obteniéndose:

$$\epsilon_r = 0,00015/D \quad \text{Ec. 2.11.}$$

Para estimar el factor de fricción se hará uso del gráfico de Moody. (Véase Anexo III. Gráficos y tablas).

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.16.

D (m)	v (m/s)	Re	ξ_r	f
0,6	26,8	509.817	0,00025	0,016
0,7	19,7	436.986	0,00021	0,0157
0,8	15,1	382.363	0,00019	0,0155

Tabla 2.16. Caracterización de la circulación en el tramo A en función del diámetro propuesto.

- Pérdidas de carga en el tramo

Los elementos que integran el tramo A se definen en la tabla 2.17, así como sus parámetros característicos:

ELEMENTO	L tr(m)	K
Cond G	1,5	-
Cond H	4,4	-
Cond I	90	-
Cond J	5,5	-
Cond K	2	-
Cond L	2,25	-
valvula alivio	-	3,00
codo 1	-	0,75
codo 2	-	0,75
codo 3	-	0,75
codo 4	-	0,75
8 lira dilatación	-	0,32

Tabla 2.10. Elementos de la conducción en el tramo A.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Para evaluar las pérdidas totales se hará uso de la ecuación 2.6.

$$\Delta P = \Delta P_{tr} + \Delta P_{acc} \quad Ec. 2.6$$

Para calcular las pérdidas de cargas continuas y localizadas se hará uso de las ecuaciones 2.5 y 2.6 respectivamente, con los siguientes valores:

- $\rho = 0,76 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$.
- f = factor de fricción de Moody en función del diámetro propuesto.
- v = velocidad de circulación del gas (m/s).
- $L_{tr} = 105,65 \text{ m}$
- K = constante característica de cada accidente.

$$\Delta P_{tr} = 2 \cdot 0,76 \cdot f \cdot v^2 \cdot \frac{105,65}{D} \quad Ec. 2.16$$

$$\Delta P_{acc} = \left(\frac{4 \cdot 0,75 + 3 + 0,32}{2} \right) \cdot 0,76 \cdot v^2 \quad Ec. 2.17$$

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.18.

D (m)	v (m/s)	Re	ξ_r	f	ΔP_{tr} (Pa)	ΔP_{acc} (Pa)
0,6	26,8	509.817	0,00025	0,016	737	1729
0,7	19,7	436.986	0,00021	0,0157	341	933
0,8	15,1	382.363	0,00019	0,0155	174	547

Tabla 2.18. Pérdidas de carga para los diámetros propuestos.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

De nuevo el diámetro óptimo para éste tramo sería de 0,8 m. Se optará por el diámetro interno normalizado máximo, disponible en catálogo de 0,671 m.

Los resultados obtenidos se recogen en la tabla 2.19.

ACERO AL C ST35_8 (DIN 17175)	Tramo A
D_{ext} (m)	0,711
D_i (m)	0,671
v (m/s)	21,5
Re	455.873
ε/D	0,00022
f (Moody)	0,0157
ΔP_{tr} (Pa)	419
ΔP_{acc} (Pa)	1.100

Tabla 2.19. Pérdidas de carga para el diámetro de diseño.

Las pérdidas totales para el tramo A se evaluarán mediante la expresión 2.6.

$$\Delta P = 419 + 1100 = \mathbf{1519 (Pa)}$$

Los resultados se muestran en la tabla 2.20.

ACERO AL C ST35_8 (DIN 17175)	Tramo H₁
D_{ext} (m)	0,711
D_i (m)	0,671
v (m/s)	21,5
ΔP (Pa)	1519

Tabla 2.20. Pérdidas de carga totales en el tramo A.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

2.1.5. Resumen de resultados.

En la tabla 2.21 se recogen los resultados obtenidos para el diseño de conducciones.

TRAMO	MATERIAL	NORMA	Dn (mm)	e (mm)
H ₁	ACERO ST35_8	DIN 17175	711	20
H ₂	ACERO ST35_8	DIN 17175	711	20
A	ACERO ST35_8	DIN 17175	711	20

Tabla 2.21. Tubos para las conducciones.

3. DISEÑO DEL AISLAMIENTO TÉRMICO EN CONDUCCIONES.

A continuación se exponen los métodos de cálculo y los criterios de dimensionamiento, para la estimación del espesor de aislamiento a utilizar en instalaciones industriales, según el nuevo reglamento de instalaciones térmicas que traspone la Directiva 2002/91/CE, de 16 de diciembre. Estos cálculos se realizan en estado estacionario y flujo unidimensional.

3.1. Transmisión de calor.

En la transferencia de calor existente a través de un equipo o elemento entre dos entornos (interior y exterior) tienen lugar los tres mecanismos típicos de conducción, convección y radiación.

El mecanismo de conducción (transferencia de calor a través de un material sin movimiento macroscópico) se realiza a través de los materiales sólidos.

El mecanismo de convección (transferencia de calor por conducción con existencia de un movimiento macroscópico de los materiales) se realiza a través de los gases o líquidos, pudiendo ser el movimiento provocado o natural (por diferencia de densidades).

El mecanismo de radiación (transferencia de calor entre superficies sin la necesidad de la presencia de un medio material entre ambas) se realiza a través del vacío o de medios transparentes o semitransparentes.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

En materiales sólidos sólo consideraremos el mecanismo de conducción, ya que se suponen materiales opacos. Se tendrá en cuenta pues la transmisión de calor a través de la pared de la tubería.

En gases se deberá considerar la convección y la radiación ya que se producen ambos mecanismos a la vez.

Dependiendo de la configuración geométrica básica de las capas (planas, cilíndricas, esféricas) se expresa de forma práctica el flujo de calor en función de una característica geométrica. En el caso de las conducciones diseñadas se trata de una geometría cilíndrica por lo que se estimarán las pérdidas como: **Flujo de calor por unidad de longitud q/H (W/m)**.

3.2. Resistencias.

3.2.1. Resistencias térmicas por conducción.

Atendiendo a la Ley de Fourier:

$$\frac{q}{A} = -K \cdot \frac{dT}{dn} \quad Ec. 3.1$$

La densidad de flujo de calor por unidad de área es proporcional al gradiente de temperaturas en la dirección perpendicular al área considerada.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

La constante de proporcionalidad se conoce como *conductividad térmica del material*, tomándose en general de forma práctica como constante. En realidad, puede presentar cierta dependencia con la temperatura del mismo.

Particularizada la anterior ecuación al caso de una capa cilíndrica en que sus superficies tengan una diferencia de temperaturas ΔT , tenemos:

$$\frac{q}{L} = \frac{\Delta T}{\ln \frac{r_{ext}}{r_{int}}} \quad Ec. 3.2$$
$$\frac{q}{L} = \frac{\Delta T}{\frac{2 \cdot \pi \cdot K}{\ln \frac{r_{ext}}{r_{int}}}}$$

Donde:

- q/L = densidad de flujo de calor por unidad de longitud (W/m).
- R_{ext} = radio exterior de la conducción (m).
- R_{int} = radio interior de la conducción (m).
- ΔT = gradiente de temperaturas entre la pared interior y la exterior (K).
- L = Longitud del área de intercambio (m).
- K = constante térmica del material de la conducción (W/m°C).

Donde se define la resistencia térmica por conducción de una capa cilíndrica como:

$$R_{cond} = \frac{\ln \frac{r_{ext}}{r_{int}}}{2 \cdot \pi \cdot K} \quad Ec. 3.3$$

3.2.2. Resistencias térmicas por convección.

La ecuación que rige el intercambio de calor por convección es la conocida ecuación de Newton, la cual considera que la densidad de flujo de calor por unidad de área es proporcional a la diferencia de temperaturas entre la superficie y la temperatura del fluido (líquido o sólido).

$$\frac{q}{A} = h_{conv} \cdot \Delta T \quad Ec. 3.4$$

En este caso la constante de proporcionalidad se conoce como coeficiente de convección o coeficiente de película, cuyas unidades son (W/m² K). En el caso de gases con movimiento natural del orden de varias unidades (1-10 W/m² K), y con movimiento forzado del orden de varias decenas (10-100 W/m² K).

En el diseño se considerará la convección forzada en el interior de la conducción y la natural en el exterior.

Particularizada la anterior ecuación al caso de una capa cilíndrica en la que tenemos una diferencia de temperaturas ΔT entre la superficie y el fluido, la ecuación 3.4 queda:

$$\frac{q}{L} = \frac{\Delta T}{\frac{1}{h_{conv} \cdot 2 \cdot \pi \cdot R}} \quad Ec. 3.5$$

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Donde se define la resistencia térmica por convección como:

$$R_{conv} = \frac{1}{h_{conv} \cdot 2 \cdot \pi \cdot R} \quad Ec. 3.6$$

3.2.3. Resistencias térmicas por radiación.

La ecuación que rige el intercambio de calor por radiación es la conocida ecuación de Stefan-Boltzman, la cual considera que la densidad de flujo de calor por unidad de área es proporcional a la diferencia a la cuarta potencia de temperaturas (en Kelvin) entre superficies:

$$\frac{q}{A} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot (T_{s1}^4 - T_{s2}^4) \quad Ec. 3.7$$

Donde:

- ε = es el coeficiente de emisión de la superficie en estudio. Los valores del coeficiente de emisión (a longitudes de onda largas del entorno de 9 micras para temperaturas del orden de 50 °C) dependen del tipo de superficie, siendo claramente diferentes el caso de superficies metálicas (0,05 para metálica brillante; 0,25 para metálica opaca; 0,5 para pinturas metálicas) y el resto de superficies (0,88 para pinturas, plásticos, ladrillos; 0,90 para pinturas no metálicas de color oscuro). Como valor medio se toma en general 0,9.
- σ = es la constante de Stefan-Boltzman ($5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$).
- T_{s1} y T_{s2} = temperaturas de las superficies 1 y 2 respectivamente (K).

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

En la práctica se desconoce normalmente el valor de las temperaturas superficiales del resto de superficies, por lo que la ecuación 3.7 se convierte en la 3.8. que para el caso de gases queda en la forma:

$$\frac{q}{A} = h_{rad-conv} \cdot \Delta T \quad Ec. 3.8$$

El valor del coeficiente de convección equivalente en radiación se estima considerando la temperatura de las paredes igual a la del aire, tomándose la expresión:

$$h_{rad} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot (T_S + T_{aire}) \cdot (T_S^2 + T_{aire}^2) \quad Ec. 3.9$$

El coeficiente individual de radiación-convección se encuentra tabulado en el código técnico para diferentes características de la superficie y el aire ambiental.

Para conducciones cilíndricas el flujo de calor por unidad de longitud, considerando las resistencias queda según la ec. 3.10:

$$\frac{q}{L} = \frac{\Delta T}{R_{total}} \quad Ec. 3.11$$

Donde:

$$R_{tot} = \sum_{i=1}^{n=capas} \frac{\ln \frac{r_{ext}}{r_{int}}}{2 \cdot \pi \cdot Ki} + \frac{1}{h_{conv} \cdot 2 \cdot \pi \cdot r_{int}} + \frac{1}{h_{conv-rad} \cdot 2 \cdot \pi \cdot r_{ext}} \quad Ec. 3.12$$

3.2.4. Coeficiente global de transferencia de calor.

En el caso de conducciones cilíndricas se puede resumir la contribución de las diferentes capas de material y la existencia de convección y radiación en una resistencia térmica global del sistema, y con su inversa definir el coeficiente global de transferencia de calor. Según la expresión:

$$U = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n=capas} \frac{\ln \frac{r_{ext}}{r_{int}}}{2 \cdot \pi \cdot K_i} + \frac{1}{h_{conv} \cdot 2 \cdot \pi \cdot r_{int}} + \frac{1}{h_{rad-conv} \cdot 2 \cdot \pi \cdot r_{ext}}} \quad Ec. 3.13$$

3.3. Cálculo del espesor del aislante.

En este tipo de conducciones se trata de imponer como máximo una temperatura de protección, de forma que contactos involuntarios no produzcan lesiones. Como ejemplo, en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, se impone que ninguna superficie expuesta a contactos accidentales pueda estar a más de 60 °C.

La estimación del aislamiento necesario se realiza igualando el flujo de calor total transferido al correspondiente entre la superficie que se quiere proteger (la exterior) y el ambiente exterior. El proceso es iterativo, según la expresión 3.14.

$$\frac{T_{sext} - T_{amb}}{\frac{1}{h_{rad-conv} \cdot 2 \cdot \pi \cdot r_{ext}}} = \frac{T_{int} - T_{amb}}{\sum_{i=1}^{n=capas} \frac{\ln \frac{r_{ext}}{r_{int}}}{2 \cdot \pi \cdot K_i} + \frac{1}{h_{conv} \cdot 2 \cdot \pi \cdot r_{int}} + \frac{1}{h_{rad-conv} \cdot 2 \cdot \pi \cdot r_{ext}}}$$

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Usaremos como aislante lana de roca, debido al carácter económico de ésta y a su facilidad para amoldarse a superficies curvas. Además también presenta un precio económico dentro de los aislantes térmicos.

En nuestra instalación impondremos una temperatura máxima de la superficie exterior de la chapa de aluminio que recubre la lana de roca en 45°C.

Para aplicar el proceso iterativo contamos con los siguientes datos:

- $T_{\text{sext}} = 45^{\circ}\text{C}$.
- $T_{\text{amb}} = 30^{\circ}\text{C}$.
- $T_{\text{int}} = \text{Tramo H}_1: 270^{\circ}\text{C}$, Tramo H₂:140°C y Tramo A: 192 °C.
- $h_{\text{conv-rad}} = 8 \text{ (W/m}^2\text{°C)}$.
- $K_{\text{MW}} = 0,03 \text{ (W/m}^{\circ}\text{C)}$.
- $K_{\text{AC}} = \text{Se estima en función de la temperatura } 48 \text{ (W/m}^{\circ}\text{C)}$. (véase Anexo III. Gráficas y Tablas).
- $K_{\text{AL}} = 164 \text{ (W/m}^{\circ}\text{C)}$
- $E_{\text{AL}} = 0,0008 \text{ (m)}$.
- $E_{\text{tubo}} = 0,020 \text{ (m)}$.
- $D_{\text{int}} = 0,671 \text{ (m)}$.

Por otro lado para estimar el coeficiente de transmisión por convección en el interior de la conducción se hará uso de la ecuación:

$$h_i = (3,76 - 0,00497 \cdot T) \cdot \frac{v^{0,8}}{D^{0,2}} \quad \text{ec. 3.15}$$

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Introduciendo los datos conocidos dentro de la ecuación 3.14, nos queda la siguiente igualdad:

$$\frac{T_{sext} - 30}{\frac{1}{8 \cdot 2 \cdot \pi \cdot r_{ext}}} = \frac{T_{int} - 30}{\frac{\ln \frac{0,355}{0,335}}{2 \cdot \pi \cdot 48} + \frac{\ln \frac{r_{ext}}{r_{int}}}{2 \cdot \pi \cdot 0,04} + \frac{1}{h_{conv} \cdot 2 \cdot \pi \cdot r_{int}} + \frac{1}{8 \cdot 2 \cdot \pi \cdot r_{ext}}} \quad Ec. 3.16$$

Aplicando 3.15 y 3.16 con resolución por tanteo se obtienen los resultados recogidos en la tabla 3.1.

Tramo	D _{int} (m)	v (m/s)	H _{conv} (W/m ² C)	e aislante (m)	r _{ext} (m)	T _{sext} (°C)
H ₁	0,671	31,25	41,12	0,1	0,455	35,8
H ₂	0,671	23,77	41,86	0,1	0,455	32,6
A	0,671	21,41	35,5	0,1	0,455	33,9

Tabla 3.1. Temperaturas superficiales y espesor de aislante para conducciones.

Como puede observarse, aplicando una capa de 10 cm de lana de roca sobre las conducciones de acero, las temperaturas que se obtienen en la superficie exterior están muy próximas a las del ambiente, por lo que las pérdidas de calor pueden considerarse mínimas. Con el fin de evitar las pérdidas que se pudiesen producir, se aplican dos capas de 5 cm cada una, de forma que la superior cubra las juntas de la inferior.

El uso de una chapa de aluminio para finalizar el aislamiento se justifica en la elevada absorción de agua que presenta la lana de roca. Además funciona como retención ante posibles desprendimientos ocasionados por la degradación del material con el paso del tiempo y como última la función estética.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

4. INTERCAMBIADOR DE CALOR.

La selección del tipo de intercambiador de calor que mejor se ajusta al servicio de interés, se basará exclusivamente en consideraciones técnicas y económicas, que fijan la opción ganadora en términos de servicio prolongado y satisfactorio con menores costos iniciales y de operación.

4.1. Determinación de la potencia media intercambiada.

El calor disponible es el calor sensible de los humos procedentes de la chimenea, que depende de sus propiedades térmicas y el caudal de operación:

$$Q = m_h \cdot C_{p_h} \cdot \Delta T \quad \text{Ec. 4.1.}$$

Donde, para la instalación proyectada:

- $m_h = 7,2$ (Kg/s).
- $C_{p_h} (270^\circ\text{C}) = 1,12$ (kJ/ kg·K).
- $\Delta T = 270-140= 130$ °C.

Sustituyendo en la ecuación 4.1 se obtiene una potencia media intercambiada de:

$$Q = 7,2 \cdot 1,12 \cdot 130 = 1043,5 \text{ KW}$$

$$Q = 898679,4 \text{ (kcal/h)}.$$

4.2. Determinación de la media logarítmica de temperaturas.

El perfil de temperaturas de los fluidos que llegan al intercambiador en flujo cruzado se muestra en la figura 4.1.

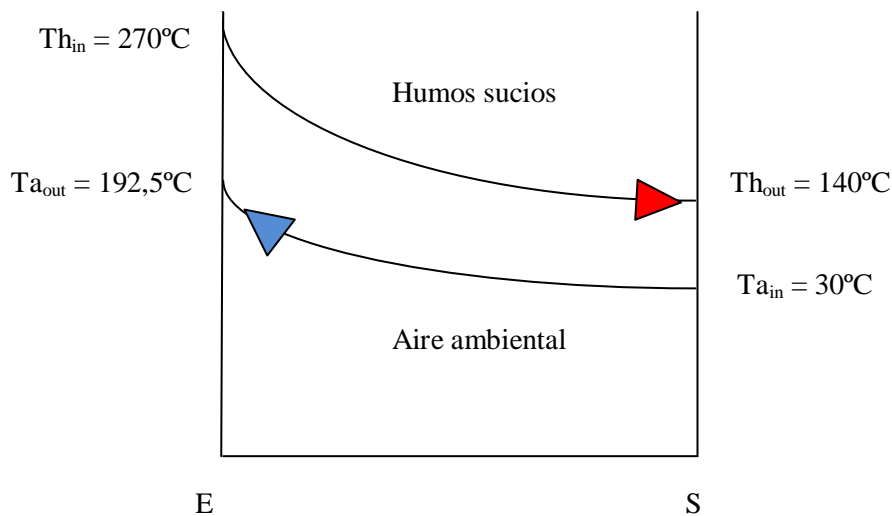


Figura 4.1. Perfil de temperaturas en el intercambiador. (Nota: el perfil es solo a modo orientativo y no corresponde con el perfil real de T^a en el interior del intercambiador.)

La media logarítmica de temperaturas se calcula mediante la expresión 4.2.

$$\Delta T_{ml} = \frac{\Delta T_E - \Delta T_S}{\ln \frac{\Delta T_E}{\Delta T_S}} \quad \text{Ec. 4.3}$$

Donde en el caso de la instalación proyectada:

- $\Delta T_E = 270 - 192,5 = 77,5 \text{ } ^\circ\text{C}$.
- $\Delta T_S = 140 - 30 = 110 \text{ } ^\circ\text{C}$

Sustituyendo en la ecuación 4.3:

$$\Delta T_{ml} = \frac{77,5 - 110}{\ln \frac{77,5}{110}} = 92,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

4.3. Determinación del coeficiente global de transmisión de calor.

El valor del coeficiente global, U , depende de los coeficientes de transferencia de calor por convección de los fluidos frío y caliente y está fuertemente influenciado por la forma de las corrugaciones de las placas, los parámetros de trabajo y las propiedades de los fluidos.

El valor de dicho coeficiente se estima mediante la ecuación 4.4.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_h} + \frac{1}{h_a} + R_{cond} + R_{ensuciamiento} \quad \text{Ec 4.4}$$

Donde:

- h_h = coeficiente de convección de los humos.
- h_a = coeficiente de convección del aire.
- R_{cond} = resistencia a la transferencia de calor por conducción.
- $R_{ensuc.}$ = resistencia a la transferencia de calor ofrecida por las costras en incrustaciones en las placas.

En este tipo de intercambiadores, las resistencias de conducción y por incrustaciones de las placas, cuando incorporan la autolimpieza del intercambiador de calor, son despreciables en comparación con las de convección para ambos fluidos.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Para los coeficientes de convección se proponen diversos métodos que aplican correlaciones empíricas de diversos autores, y que consideran el diseño de las placas Chevron, con el ángulo de la corrugación. En la actualidad, los fabricantes disponen de sus correlaciones propias para sus intercambiadores, por lo que es difícil ajustar el diseño sin conocer dichas correlaciones.

Para los cálculos previos de diseño se optará por un dato bibliográfico que engloba los diferentes resultados de los diversos métodos, pero todos aplicados a un intercambiador de placas, en la que circulan contracorriente dos fluidos en fase gas.

El dato bibliográfico para el coeficiente global de transmisión de calor, para un intercambiador de placas y transferencia desde un gas caliente a uno frío, se obtendrá considerando U en el intervalo $U \in \{10-40\}$ ($W/m^2 \cdot K$).

Para los cálculos previos de diseño se tomará el valor medio $U = 30$ ($W/m^2 \cdot K$).

4.4. Cálculo del área de intercambio.

Se estimará el área de intercambio a partir de la ecuación de velocidad 4.5.

$$q = U \cdot A \cdot \Delta T_{ml} \quad Ec. 4.5$$

Dado que se conoce el calor recuperable se calcula el área necesaria:

$$1043500 = 30 \cdot A \cdot 92,8$$

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

$$A = 374,8 \text{ (m}^2\text{)}$$

4.5. Selección del intercambiador de calor.

Con los cálculos previos y considerando un margen de error del 10% para este tipo de intercambiadores, el área de intercambio necesaria será:

$$Ar = \frac{A}{\varphi} = \frac{374,8}{0,9} = 416,5 \text{ m}^2$$

La selección del intercambiador se llevará a cabo en función del número de placas necesarias, de los caudales de los fluidos y de la temperatura de éstos. (Véase Anexo VI. Catálogos.)

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

5. CÁLCULO DEL EQUIPO DE IMPULSIÓN.

Para el cálculo del equipo de impulsión necesario para transportar el aire ya caliente hasta la zona de secaderos, deberán considerarse las pérdidas totales en dicho tramo.

Además la potencia del ventilador centrífugo a instalar dependerá del caudal volumétrico a transportar medido en las condiciones de operación, y del rendimiento de éste tipo de equipos.

Para estimar la potencia requerida por la instalación se usará la ecuación 5.1.

$$Pot = \frac{Q \cdot \Delta P \cdot 10^{-3}}{\varphi} \quad Ec. 5.1$$

Donde:

- Pot = Potencia requerida (kW).
- Q = caudal a impulsar (m³/s).
- ΔP = pérdidas de carga totales. (Pa).

Dichas pérdidas se estimarán mediante la ecuación 5.2:

$$\Delta P_t = \Delta P_{tr} + \Delta P_{acc} + \Delta P_{int} \quad 5.2.$$

5.1. Pérdidas de carga continuas y localizadas: ΔP_{tr} y ΔP_{acc} .

Las conducciones en éste tramo son las correspondientes al tramo A, cuyas pérdidas a lo largo de la conducción han sido calculadas en el apartado 2.1.4 de éste mismo Anexo, obteniéndose los resultados que se muestran en la tabla 5.1:

TRAMO A	ΔP_{tr} (Pa)	ΔP_{acc} (Pa)
	421	1100

Tabla 5.1. Pérdidas de carga a lo largo de la conducción del tramo A

5.2. Pérdidas de carga en el intercambiador: ΔP_{int} .

En base al diseño de este tipo de intercambiadores las pérdidas de carga pueden estimarse mediante la ecuación 5.3.

$$\Delta P_{int} = \frac{2 \cdot f \cdot G^2 \cdot L}{g \cdot D \cdot \rho_e} \quad Ec. 5.3$$

Donde:

- ΔP : pérdida de carga en el equipo en (kg / m²).
- G : flujo másico en (kg / s.m²).
- L : longitud del canal de pasaje en (m).
- D : diámetro equivalente del canal de flujo (m).
- ρ : densidad del fluido en (kg/m³).
- g : constante gravitacional en (m / s²).
- **Re**: Número de Reynolds.
- **f**: factor de fricción.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

El factor de fricción viene definido por la ecuación 5.4:

$$f = \frac{2,5}{Re^{0,3}} \quad Ec. 5.4$$

El diámetro equivalente se estima mediante la ecuación:

$$D_e = \frac{4 \cdot W}{2 \cdot W + 2 \cdot b} \quad Ec. 5.5$$

Donde:

- W = ancho de las placas.
- b = espacio entre placas.

Por lo general, se considera que el espacio entre placas es despreciable frente al ancho, por lo que la expresión resulta igual a:

$$D_e = 2 \cdot b \quad Ec. 5.6$$

Los datos del intercambiador de placas seleccionado se reflejan en la tabla 5.2.:

INTERCAMBIADOR	b (mm)	L (mm)	D_e (m)	G (kg/m²s)	Re	f
HRS FP 60	0,5	610	0,0025	3,0	438	0,403

Tabla 5.2. Parámetros para el cálculo de la pérdida de carga en el intercambiador.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Aplicando la ecuación 5.3 se estimarán las pérdidas de carga en el intercambiador:

$$\Delta P_{int} = \frac{2 \cdot 0,4 \cdot 3^2 \cdot 610}{9,81 \cdot 5 \cdot 1,18} = \mathbf{151 Pa}$$

5.3. Cálculo de la potencia del ventilador.

Atendiendo a la ecuación 5.2 se obtienen las pérdidas totales a compensar por el dispositivo de impulsión:

$$\Delta P_t = 421,37 + 1.105,45 + 150,9 = \mathbf{1.678 Pa}$$

La potencia requerida se estimará a partir de la ecuación 5.1 considerando un rendimiento del ventilador del 65%:

$$Pot = \frac{27.252 \cdot 1.678 \cdot 10^{-3}}{0,65} = \mathbf{21,22 KW}$$

Según el cálculo anterior se selecciona ventilador según catálogo. (Véase Anexo VI). Características del ventilador seleccionado: **Mod. GR 800/T:**

- **Pot máxima : 22 KW.**
- **Velocidad de giro: 3.100 r.p.m.:**
- **Q : 27.000 (m³/h).**
- **$\Delta P_{max} = 4.000 Pa.$**

6. CÁLCULO DEL AHORRO ENERGÉTICO.

6.1. Condiciones de operación de los secaderos.

La tabla 6.1 contiene las condiciones de trabajo de los secaderos.

Parámetro	Unidades	\hat{Y}
Q aire	(m ³ N/h)	16.000
Q aire recirculado	(m ³ N/h)	6.000
T ^a salida recirc.	°C	125
T ^a entrada	°C	190
Consumo secadero	(Kcal/Kg seco)	95
T pieza seca	°C	95
Hdad pieza entrada	(kg agua/kg ss)	0,0065

Tabla 6.1. Condiciones de trabajo del secadero F14.

Parámetro	Unidades	\hat{Y}
Q aire	(m ³ N/h)	10.000
Q aire recirculado	(m ³ N/h)	4.000
T ^a salida recirc.	°C	125
T ^a entrada	°C	190
Consumo secadero	(Kcal/Kg seco)	95
T pieza seca	°C	95
Hdad pieza entrada	(kg agua/kg ss)	0,0065

Tabla 6.2. Condiciones de trabajo del secadero F15.

6.2. Ahorro energético.

Dado que el caudal de aire caliente se introduce en los secaderos a 190°C, el ahorro energético puede expresarse en función del ahorro en combustible en éstos.

La energía necesaria en el secadero se estima como el aporte energético del aire caliente procedente del quemador, calculado mediante la expresión:

$$q = Q_a \cdot C_{p_a} \cdot (T_a - T_{\infty}). \quad \text{Ec. 6.1.}$$

Donde:

- q = energía aprovechada en el secadero (Kcal/h).
- Q_a = caudal volumétrico de aire ($\text{m}^3\text{N/h}$).
- C_{p_a} = capacidad calorífica del aire ($\text{Kcal/ m}^3\text{N}\cdot\text{K}$).
- T_a = temperatura entrada al secadero.
- T_{∞} = temperatura ambiental.

El ahorro energético del secadero se establece con los siguientes parámetros:

- $Q_a = 16.000 \text{ (m}^3\text{N/h)}$
- $C_{p_a} = 0,32 \text{ (Kcal/ m}^3\text{N}\cdot\text{K)}$
- $T_a = 190 \text{ }^\circ\text{C}$
- $T_{\infty} = 30 \text{ }^\circ\text{C}$.

Sustituyendo en la ecuación 6.1. :

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

$$q = 16.000 \cdot 0,32 \cdot (190 - 30) = 819.200 \text{ Kcal/h}$$

Para estimar el consumo anual de combustible, se tendrá en cuenta el régimen de trabajo de los secaderos, que suma 5.940 horas anuales. Se obtiene un ahorro energético anual:

$$q_a = 5.655.418,31 \text{ (KW-h/año)}$$

Para estimar el coste de la energía consumida se tendrá en cuenta el PCI del gas natural para estimar el caudal volumétrico de combustible ahorrado. La tabla 6.3. contiene la composición y características de un gas natural usado en industria.

Componente	%	PCI _i (TJ/m ³ N)
CH ₄	91,68	3,64E-05
C ₂ H ₆	6,86	6,35E-05
C ₃ H ₈	0,7	9,07E-05
C ₄ H ₁₀	0,05	1,17E-04

Tabla 6.3. Composición y gas natural.

Para el cálculo del PCI se tendrá en cuenta la composición del gas según la ecuación 6.2.

$$PCI = \sum x_i \cdot PCI_i \quad \text{Ec. 6.2}$$

Donde:

- X_i = fracción molar del componente.
- PCI_i = poder calorífico inferior del componente.

Operando se obtiene el PCI del gas natural:

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

$$\begin{aligned} PCI &= (0,9168 \cdot 3,64 + 0,0686 \cdot 6,35 + 0,007 \cdot 9,07 + 0,0005 \cdot 11,7) \cdot 10^{-5} \\ &= 3,84 \cdot 10^{-5} \quad (\text{TJ}/\text{m}^3\text{N}) = 9180 \text{ (kcal}/\text{m}^3\text{N}) \end{aligned}$$

El ahorro en términos de caudal de combustible se calculará mediante la ecuación 6.3.

$$Q_{comb} = \frac{q}{PCI} \text{ (m}^3\text{N/h)} \quad \text{Ec. 6.3}$$

$$Q_{comb} = \frac{819200}{9180} = 89,2 \text{ (m}^3\text{N/h)}$$

Considerando el régimen anual de trabajo de los secaderos se obtiene el ahorro anual en términos de caudal de combustible:

$$Q_{comb} = 89,2 \text{ (m}^3\text{N/h)} \cdot 5940 \text{ (h/año)} = 529.864 \text{ (m}^3\text{N/a)}$$

El ahorro en términos económicos se corresponde con mediante coste del consumo de la energía térmica, expresado según la ecuación 6.4.

$$Cte = q_a \text{ (kW.h/año)} \cdot PVP \text{ (€/kW.h)}$$

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Con los datos obtenidos y considerando la tarifa establecida por la empresa de suministro de gas, se consigue un ahorro anual:

$$Cte = 5.655.418,31 \cdot 0,04652 = \mathbf{263.090 \text{ €/a}}$$

Dicho importe se considerará parte de los beneficios de la instalación en el estudio de viabilidad económica.

$Be = 263.090 \text{ (€/año)}$

6.3. Ahorro en emisiones de CO₂.

Las emisiones de CO₂ debidas a la combustión del gas natural consumido en el secadero se estiman según la ecuación 6.4:

$$EC = FA \cdot FE \cdot FO \quad Ec. 6.4$$

Donde:

- **EC** = emisiones de CO₂ totales (ton CO₂/año).
- **FA**=factor de actividad expresado en unidades energéticas.
- **FO**= factor de oxidación.
- **FE** = factor de emisión. Se estima mediante la expresión 6.5:

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

$$FE = 1,966 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\sum x_i \cdot N}{PCI} \quad \text{Ec. 6.5.}$$

Donde:

- X_i = fracción volumétrica del componente i
- N = número de carbonos que contiene el componente i

Atendiendo a los datos contenidos en la tabla 6.3, se estimarán los términos de la ecuación 6.4. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 6.4.

Parámetro	Unidades	Valor
FE	(ton CO ₂ /TJ)	55,16
FA	(TJ/a)	20,34
FO	-	0,995
EC	(ton CO₂/a)	1116,3

Tabla 6.4. Factores de emisión y Emisión para la combustión del gas natural de suministro.

A la vista de los resultados, la recuperación energética de los humos supone un ahorro de 1116,3 ton CO₂ anuales.

Dicho ahorro energético en términos económicos, se evaluará multiplicando por el precio de derecho de emisión, que en la actualidad es de 15 €/ton CO₂. Dicho ahorro supondrá un beneficio anual de:

$$B_e = 1116,3 \cdot 15 = \mathbf{16744,5 \text{ €/a}}$$

2.2. Anexo II. CÁLCULOS PARA EL SISTEMA DE DEPURACIÓN.

ÍNDICE.

1. CARACTERIZACIÓN DE LA CORRIENTE DE ENTRADA AL SISTEMA DE DEPURACIÓN.	2
1.1. Caudal y temperatura.....	2
1.2. Composición química.....	2
2. SISTEMA DE DEPURACIÓN POR NEUTRALIZACIÓN CON REACCIÓN DE PRECIPITACIÓN.	3
2.1. Cálculo de la cantidad de reactivo necesario.....	4
2.2. Cálculo del residuo sólido generado.....	6
2.3. Costes asociados al sistema de depuración.....	7
3. CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE DEPURACIÓN DE PARTÍCULAS SÓLIDAS.....	8
3.1. Velocidad de filtración.....	8
3.2. Selección del tejido filtrante.....	9
3.3. Cálculo de la superficie filtrante.....	10
3.4. Cálculo del número de mangas.....	11
3.5. Costes asociados al filtro de mangas.....	13
4. CÁLCULO DEL EQUIPO DE ASPIRACIÓN.....	15
4.1. Pérdidas de carga continuas y localizadas: ΔP_{tr} y ΔP_{acc}	16
4.2. Pérdidas de carga en el filtro: ΔP_{tf}	16

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

1. CARACTERIZACIÓN DE LA CORRIENTE DE ENTRADA AL SISTEMA DE DEPURACIÓN.

Se proyectará un sistema de depuración de contaminantes gaseosos basado en la neutralización por precipitación, y un sistema de retención de partículas sólidas. Para los cálculos de diseño que se exponen a continuación, es necesaria la caracterización completa de los humos procedentes de la chimenea. En base a los datos proporcionados por la empresa se diseñarán dos equipos de depuración: neutralización por precipitación y retención de partículas sólidas.

1.1.Caudal y temperatura.

En el Anexo I se calcula el caudal y la temperatura de ingreso al sistema de depuración. (Véase Anexo I. Apartado 1.2.2. Caudal a la entrada del sistema de depuración). Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 1.1.

Tramo	Qh (m³N/h)	Tf (°C)
H₂	20.000	137,2

Tabla 1.1. Caudales y temperaturas en el tramo H₂.

1.2.Composición química.

La composición química se extrae del informe medioambiental proporcionado por la empresa demandante. Los datos se reflejan en la tabla 1.2.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Componente	Unidades	M1	M2	M3
partículas	(mg/m ³ N)	2,7	2,2	2,1
Fluoruros	(mg/m ³ N)	22,3	20,4	27,4
SO ₂	(mg/m ³ N)	< 18	< 18	< 18
NO _x	(mg/m ³ N)	90,2	80,1	80,7
H ₂ O	%	8,3	7,8	7,3
O ₂	%	16,4	16,24	16,81
CO	%	2,61	2,7	2,37
CO ₂	(mg/m ³ N)	57,5	55	48,8

Tabla 1.2. Composición de los humos procedentes de la chimenea.

2. SISTEMA DE DEPURACIÓN POR NEUTRALIZACIÓN CON REACCIÓN DE PRECIPITACIÓN.

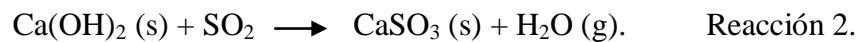
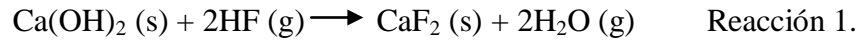
A la vista de la composición química deberá diseñarse el dispositivo para los fluoruros contenidos en la corriente, ya que éstos superan el VLE establecido por la normativa vigente en 10 (mg/m³N). (Véase Anexo IV. Legislación sobre emisiones).

Dichos dispositivos incorporan un sistema de depuración basado en la neutralización de los ácidos con hidróxido cálcico. Una tolva dispensadora mediante impulsos neumáticos inyecta un reactivo, de modo que se produce una reacción eliminándose el contaminante y formándose un nuevo compuesto sólido que se recoge posteriormente en el sistema de retención. Para el diseño será necesario estimar las necesidades de reactivo así como los costes generados por los residuos obtenidos, que precisarán de gestión posterior.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

2.1.Cálculo de la cantidad de reactivo necesario.

Se diseñará el sistema para el reactivo Ca(OH)_2 . Las reacciones que tienen lugar en el sistema de depuración son:



A partir de las relaciones estequiométricas se han estimado las necesidades de consumo de Ca(OH)_2 , así como la cantidad de residuo generado.

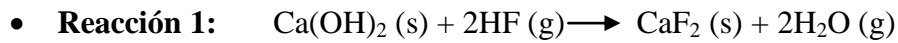
Aunque la relación estequiométrica es 1:2 para el caso del HF, en la práctica se ha observado que los rendimientos de la reacción en estos sistemas son aproximadamente del 65%, por lo que la dosificación se estima en un ratio de 3,5. Los caudales máxicos de contaminantes en la corriente se muestran en la tabla 1.3.

Caudales máxicos en el sistema de depuración		
Componente	Unidades	Valor
HF	(Kg/h)	0,47
SO ₂	(Kg/h)	0,36

Tabla 1.3. Caudales máxicos de contaminantes en la corriente de humos.

Mediante el cálculo estequiométrico se obtiene el caudal molar necesario para neutralizar el HF. Además deberá estimarse el consumo producido por el SO₂ contenido en la misma corriente. A continuación se detalla el cálculo de los flujos máxicos necesarios.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.



$$\begin{aligned} m_{\text{Ca(OH)}_2} &= 0,47 \frac{\text{kg HF}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ kmol HF}}{20 \text{ Kg HF}} \cdot \frac{1 \text{ kmol Ca(OH)}_2}{2 \text{ kmol HF}} \cdot \frac{74 \text{ kg Ca(OH)}_2}{1 \text{ kmol Ca(OH)}_2} \cdot 3,5 \\ &= 3 \left(\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right) \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} m_{\text{Ca(OH)}_2} &= 0,36 \frac{\text{Kg SO}_2}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ kmol SO}_2}{64 \text{ kg SO}_2} \cdot \frac{1 \text{ kmol Ca(OH)}_2}{1 \text{ kmol SO}_2} \cdot \frac{74 \text{ kg Ca(OH)}_2}{1 \text{ kmol Ca(OH)}_2} \\ &= 0,42 (\text{kg/h}) \end{aligned}$$

A la vista de los resultados se puede concluir que serán necesarios 3 kg/h de reactivo, de los cuales 0,42 (kg/h) reaccionarán con el SO₂ presente en la corriente.

Considerando que el dispositivo trabajará 5940 horas al año, se estimará la cantidad anual de reactivo necesaria:

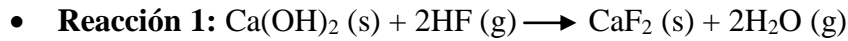
$$M_{\text{Ca(OH)}_2} = 3(\text{kg/h}) \cdot 5940 (\text{h/año})$$

$$M_{\text{Ca(OH)}_2} = 18 (\text{ton/año})$$

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

2.2.Cálculo del residuo sólido generado.

La cantidad de residuo sólido generado se establecerá a partir de las relaciones estequiométricas:



$$m_{\text{CaF}_2} = 0,47 \frac{\text{kg HF}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ kmol HF}}{20 \text{ Kg HF}} \cdot \frac{1 \text{ kmol CaF}_2}{2 \text{ kmol HF}} \cdot \frac{78,1 \text{ kg CaF}_2}{1 \text{ kmol CaF}_2} = \mathbf{0,91} \left(\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right)$$



$$m_{\text{CaSO}_3} = 0,36 \frac{\text{Kg SO}_2}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ kmol SO}_2}{64 \text{ kg SO}_2} \cdot \frac{1 \text{ kmol CaSO}_3}{1 \text{ kmol SO}_2} \cdot \frac{120,2 \text{ kg CaSO}_3}{1 \text{ kmol CaSO}_3} = \mathbf{0,68} (\text{kg/h})$$

El residuo generado por el sistema de depuración será la suma de los productos de precipitación obtenidos, el reactivo en exceso y las partículas sólidas contenidas en la corriente original. La cantidad de residuo generado, así como el total anual se muestra en la tabla 1.4.

Generación de residuo partícula sólida		
Residuo sólido	Unidades	Valor
Partículas sólidas corriente humos	(mg/m ³ N)	2,3
Residuo generado en el sistema de depuración	(mg/m ³ N)	164,98
Residuo total	(mg/m ³ N)	167,28
Residuo total	(Kg/h)	3,30
Residuo total	(ton/a)	19,40

Tabla 1.4. Residuo sólido generado en el proceso de depuración.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

La cantidad de residuo sólido generado justifica la implantación del sistema de depuración de filtro de mangas, ya que se supera el valor límite de la emisión de éste tipo de residuos, establecido por la normativa en **30 (mg/m³N)**.

2.3. Costes asociados al sistema de depuración.

El sistema lleva dos costes directos asociados:

1. El coste de reactivo.

Dicho coste se evaluará según el precio de mercado del Ca (OH)₂, que en la actualidad es de aproximadamente (136,8 €/ton). Así pues multiplicando por el consumo anual se obtendrá el coste del reactivo:

$$Cte_r = 18 \cdot 136,8 = \mathbf{2.654,5 \text{ (€/a)}}$$

2. El coste de gestión de residuo.

El residuo generado contiene compuestos que necesitan de tratamiento y gestión medioambiental, tales como el CaF₂ y el CaSO₃, por lo que se encargará su recogida a la empresa gestora de residuos lo que conlleva un coste adicional.

El coste se obtendrá multiplicando el precio de gestión por tonelada de residuo por los residuos generados anualmente. El coste de gestión se estima en aproximadamente 200 (€/ton).

$$Cte_{gestión} = 19,4 \cdot 200 = \mathbf{3.881 \text{ (€/a)}}$$

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

3. CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE DEPURACIÓN DE PARTÍCULAS SÓLIDAS.

Para la depuración de las partículas sólidas se diseñará un sistema de filtro de mangas. El dimensionamiento se realiza a partir del criterio de velocidad de filtración, o lo que es lo mismo, la relación de cantidad de tejido filtrante con respecto al volumen de aire filtrado.

- **Velocidad de filtración:** caudal de gas que atraviesa el filtro por unidad de superficie. Dicho valor se establece por experiencia, y es recomendado por el fabricante en función del sistema de limpieza del filtro, estableciéndose el valor en los intervalos que se indican a continuación:
 - Limpieza por sacudida: $0,3-0,8 \text{ ((m}^3/\text{min)/m}^2\text{)}$.
 - Limpieza contracorriente: $0,3-0,9 \text{ ((m}^3/\text{min)/m}^2\text{)}$.
 - Limpieza Chorro de aire a presión: $1,35-2,00 \text{ ((m}^3/\text{min)/m}^2\text{)}$.

Además tendrá que seleccionarse el tejido filtrante en función de la temperatura de trabajo y deberán que considerarse las pérdidas mecánicas en el dispositivo para el dimensionamiento del equipo de impulsión.

A continuación se detallan los cálculos de diseño.

3.1.Velocidad de filtración.

Se diseñará un sistema de filtro de mangas con sistema de limpieza por aire a presión. Se establecerá una velocidad de filtración de **1,4** $\text{((m}^3/\text{min)/m}^2\text{)}$. Se escoge el valor de la velocidad en el rango inferior recomendado con el fin de priorizar el aumento de la vida útil del filtro.

3.2. Selección del tejido filtrante.

La selección del tejido filtrante se hará en función de la temperatura de trabajo y el sistema de limpieza, es decir, la resistencia mecánica de la tela. En la figura 3.1. se muestran las diferentes opciones en telas filtrantes disponibles en el mercado, y sus características técnicas.

Fibra	Poliéster	Acrílica	Arammidica	PTFE	Fibra de vidrio
Principales marcas	DRACON	DRALON T	NOMEX	TEFLON	FIBERGLAS VETROTEX
Resistencia Hidrólisis	••••	••••	••	••••	•••
Resistencia a la tracción	••	••	••	•	••••
T máx. continua (°C)	130-135	130-135	200-220	240-260	280-300
Resistencia química					
Ácidos fuertes	•••	•••	••	••••	•••
Base fuerte	•	•••	•••	••••	••

•••• Buena ••• Discreta •• Baja • Bajísima

Figura 3.1. Parámetros de diseño del tejido filtrante

En el diseño se tendrá en cuenta que la temperatura de operación es de 140°C. No se contemplará la dilución con aire ambiental con el objetivo de evitar cualquier condensación de ácidos en las telas que pudiesen dañar la instalación.

A la vista de la figura 3.1 se optará por una fibra Arammidica, conocida por su nombre comercial **NOMEX**, que es apta para la temperatura de trabajo y posee resistencia mecánica adecuada para el sistema de limpieza.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

3.3.Cálculo de la superficie filtrante.

Para el cálculo del número de mangas a instalar se evaluará la superficie filtrante necesaria para tratar el caudal de gas de la instalación. Se establecerá el diseño en base a los parámetros que se muestran en la tabla 3.1.

Parámetro	Unidades	Valor
vf	(m/min)	1,40
vf	(m/s)	0,023
Q	(m ³ N/s)	20.000
Q	(m ³ /s)	8,40
Tª trabajo	(°C)	140

Tabla 3.1. Parametros de diseño del equipo de depuración.

Para calcular la superficie filtrante necesaria se usará la ecuación 3.1.

$$v_f = \frac{Q}{S_f} \quad Ec. 6.1$$

Donde:

- V_f = velocidad de filtración en (m/s).
- Q = caudal de gas a tratar en (m³/s)
- S_f = superficie de tela filtrante en (m²).

Despejando de la ecuación 6.1:

$$S_f = \frac{Q}{v_f} = \frac{8,40}{0,023} = \mathbf{365,2 \text{ m}^2} \quad Ec. 6.1$$

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

3.4.Cálculo del número de mangas.

Para el cálculo del número de mangas se usará la ecuación 6.2 que considera la superficie filtrante requerida y la superficie filtrante de cada manga.

$$N = \frac{S_f}{A_m} \quad \text{Ec. 6.2}$$

Donde:

- N = numero de mangas.
- S_f = superficie filtrante necesaria (m^2).
- A_m = área de la manga en (m^2).

Las dimensiones de las mangas, y en consecuencia la superficie filtrante de éstas, viene determinado por el fabricante. En la tabla 6.1 se muestran las dimensiones características de las mangas. (Véase Anexo IV. Catálogos: Mod. FCy FRH. Ucersa).

Parámetro	Unidades	Valor
D	m	0,12
L	m	2,5

Tabla 3.1. Parámetros dimensionales de las mangas.

El área de la manga se estima considerando la geometría cilíndrica, mediante la ecuación 6.3.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

$$A_m = \pi \cdot D \cdot L + \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \quad \text{Ec. 6.3}$$

Teniendo en cuenta las dimensiones de las mangas, se obtiene la superficie filtrante de cada manga:

$$A_m = \pi \cdot 0,12 \cdot 2,5 + \frac{\pi}{4} \cdot 0,12^2 = \mathbf{0,95 \text{ m}^2}$$

Sustituyendo en la ecuación 6.2 se obtendrán el número de mangas teóricas necesario.

$$N = \frac{365,2}{0,95} = \mathbf{377,6}$$

Para estimar las mangas reales a instalar deberá considerarse el ciclo de limpieza. Estimando un porcentaje del 10% (valor habitual) se calcularán las mangas reales a instalar.

$$N_r = N \cdot 1,1 = 377,6 \cdot 1,1 = \mathbf{415,42}.$$

Con las consideraciones expuestas se obtiene un número de mangas a instalar de 416. Se escogerá un filtro de mangas del fabricante UCERSA, con 420 mangas. FRH-420. En la tabla 3.2 se recogen los resultados obtenidos.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Parámetro	Unidades	Valor
Material	-	NOMEX
D	m	0,12
L	m	2,5
N_{inst}	Ud.	420
A_m	m ²	0,95
S_{finst}	m ²	400

Tabla 3.2. Número de mangas y superficie filtrante instalada.

3.5. Costes asociados al filtro de mangas.

Los costes a considerar se pueden dividir en dos términos:

- Coste de las mangas: se evalúa multiplicando la superficie filtrante instalada por el precio de la tela por unida de superficie, resultando la ecuación 6.4.

$$P.V.P_m = Cte \cdot S_{finst} = Cte \cdot n \cdot A_m \quad Ec. 6.4$$

- Coste de la estructura: se estima mediante una ecuación proporcionada por el fabricante, y depende del caudal a tratar según la ecuación 6.5.

$$Est = 1,052 \cdot Q + 14040 \quad Ec. 6.5$$

Incluye el aislamiento térmico. En la tabla 3.3. se recogen los resultados obtenidos.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Parámetro	Unidades	Valor
Cte	(€/m ²)	41,31
S _f	M ²	400
PVP mangas	€	16.548
Q	(m ³ /s)	8,4
PVP estructura	€	45.870
Costes totales		62.418

Tabla 3.3. Número de mangas y superficie filtrante instalada.

Cabe destacar que en los gastos de amortización sólo se incluirán los gastos correspondientes a la estructura. Los gastos de las mangas se han considerado directos, con una vida útil de 5 años. Ésta es una aproximación habitual, ya que dependerá del uso del sistema.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

4. CÁLCULO DEL EQUIPO DE ASPIRACIÓN.

Para el cálculo del equipo de aspiración necesario para compensar las pérdidas de energía mecánica y transportar los humos hasta el sistema de depuración, deberán considerarse las pérdidas totales en dicho tramo.

Además la potencia del ventilador centrífugo a instalar dependerá del caudal volumétrico a transportar medido en las condiciones de operación, y del rendimiento de éste tipo de equipos.

Para estimar la potencia requerida por la instalación se usará la ecuación 4.1.

$$Pot = \frac{Q \cdot \Delta P \cdot 10^{-3}}{\varphi} \quad Ec. 4.1$$

Donde:

- Pot = Potencia requerida (kW).
- Q = caudal a impulsar (m³/s).
- ΔP = pérdidas de carga totales. (Pa).

Dichas pérdidas se estimarán mediante la ecuación 4.2:

$$\Delta P_t = \Delta P_{tr} + \Delta P_{acc} + \Delta P_{tf} + \Delta P_{int} \quad 4.2.$$

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

4.1. Pérdidas de carga continuas y localizadas: ΔP_{tr} y ΔP_{acc} .

Las conducciones en éste tramo son las correspondientes a los tramos H_1 y H_2 , cuyas pérdidas a lo largo de la conducción han sido calculadas en los apartados 2.2.1 y 2.1.3 del Anexo I, obteniéndose los resultados que se muestran en la tabla 4.1:

Línea 1	ΔP_{tr} (Pa)	ΔP_{acc} (Pa)
	831	951

Tabla 4.1. Pérdidas de carga a lo largo de la conducción de la línea 1.

4.2. Pérdidas de carga en el filtro: ΔP_{tf} .

En base al diseño de este tipo de equipos las pérdidas de carga pueden estimarse mediante la ecuación 4.3.

$$\Delta P_{tf} = \Delta P_{filtro} + \Delta P_{polvo} \quad Ec. 4.3$$

Donde:

- ΔP_{tf} = caída de presión total en el filtro.
- ΔP_{filtro} = caída de presión en las mangas. El parámetro viene especificado por el fabricante. $\Delta P_{filtro} = 240 \text{ mmca}$.
- ΔP_{polvo} = caída de presión originada por la capa de polvo formada en la superficie de la tela.

Considerando la expresión de las pérdidas de carga debidas a la concentración de polvo estimadas según la ecuación 4.4:

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

$$\Delta P_{polvo} = K_2 \cdot v_f \cdot Cs \cdot t_l \quad Ec. 4.4$$

Donde:

- **K₂**: constante característica: 3254,4 (s⁻¹).
- **v_f**: velocidad de filtración (m/s).
- **Cs**: concentración de partículas sólidas en la corriente gaseosa a tratar (kg/m³)
- **t_l**: tiempo desde la última limpieza (s)

Los datos del filtro de mangas seleccionado se reflejan en la tabla 5.2.:

SISTEMA DEP.	K ₂ (s ⁻¹)	v _f (m/s)	Cs(kg/m ³)	t _l (s)	ΔP _{filtro} (Pa)
FILTRO FRH-420	32757	0,023	1,11·10 ⁻⁴	900	2.354,4

Tabla 4.2. Parámetros para el cálculo de la pérdida de carga en el filtro.

Combinando la ecuación 4.3 y 4.4 se estimarán las pérdidas de carga en el filtro:

$$\Delta P_{tf} = 2354,4 + 75,3 = \mathbf{2.430 Pa}$$

La caída total en el filtro será de **2,43 kPa**.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

4.3.Cálculo de la potencia del ventilador.

Atendiendo a la ecuación 4.2 se obtienen las pérdidas totales a compensar por el dispositivo de aspiración:

$$\begin{aligned}\Delta P_t &= \Delta P_{tr} + \Delta P_{acc} + \Delta P_{tf} + \Delta P_{int} = \\ &= 830,77 + 950,45 + 2430 + 150,9 = \mathbf{4.362 Pa}\end{aligned}$$

La potencia requerida se estimará a partir de la ecuación 5.1 considerando un rendimiento del ventilador centrífugo del 65%:

$$Pot = \frac{30.256 \cdot 4.362 \cdot 10^{-3}}{0,65} = 74,16 \text{ KW}$$

Según el cálculo anterior se selecciona ventilador según catálogo. (Véase Anexo VI). Características del ventilador seleccionado: **Mod. RL 1002:**

- **Pot máxima : 75 KW.**
- **Velocidad de giro: 1700 r.p.m.:**
- **Q : 80.000 (m³/h).**
- **$\Delta P_{\max} = 4.000 \text{ Pa.}$**

2.3. Anexo III. GRÁFICOS Y TABLAS.

ÍNDICE.

GRÁFICO 1. DENSIDAD DE LOS HUMOS DE COMBUSTIÓN.	2
GRÁFICO 2. VISCOSIDAD DE LOS HUMOS DE COMBUSTIÓN.	3
GRÁFICO 3. CALOR ESPECÍFICO DE LOS HUMOS DE COMBUSTIÓN.	4
GRÁFICO 4. CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DEL ACERO AL CARBONO ST. 35_8.	5
GRÁFICO 5. GRÁFICO DE MOODY.	6
TABLA 1. PROPIEDADES TÉRMICAS DE LAS ALEACIONES.	7

GRÁFICO 1. DENSIDAD DE LOS HUMOS DE COMBUSTIÓN.

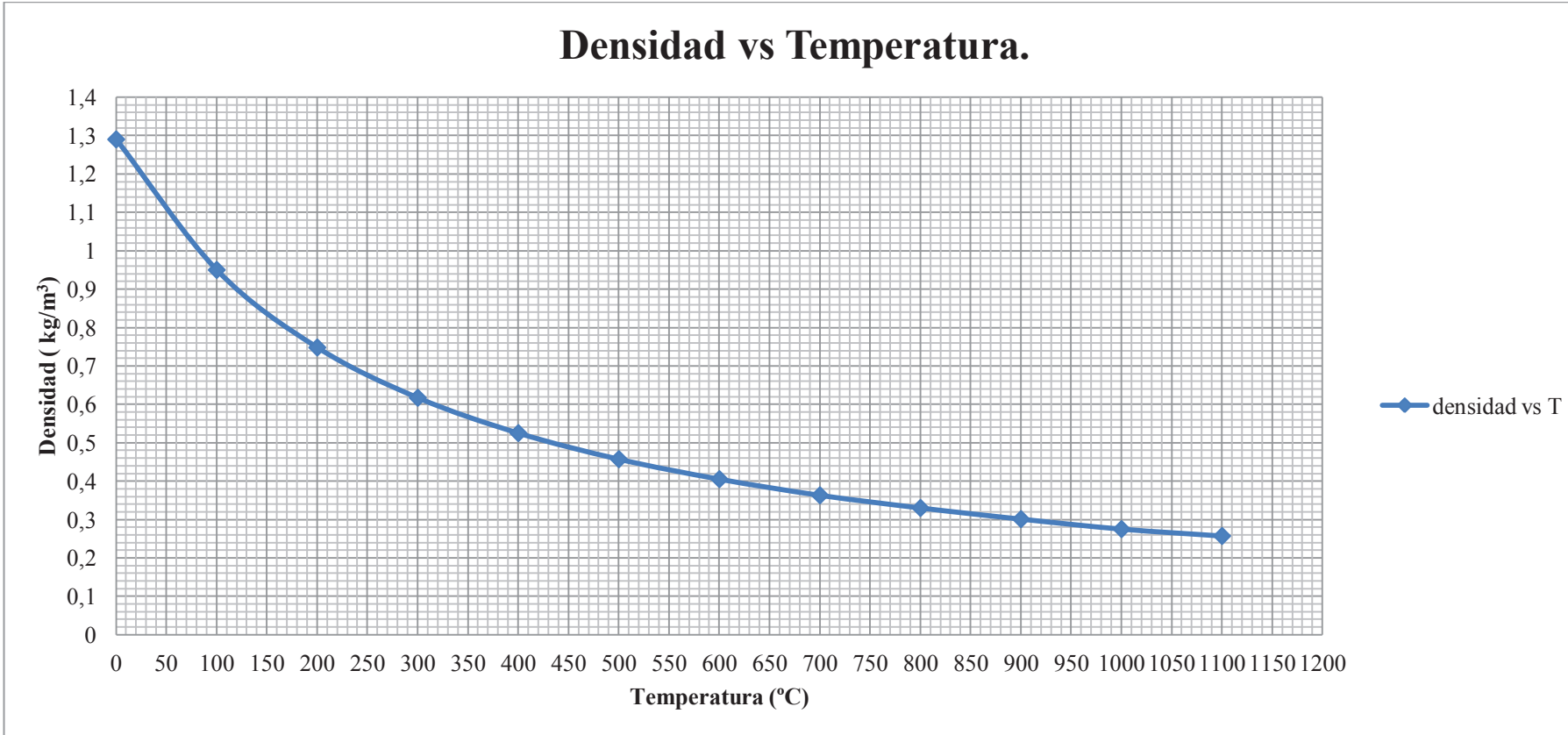


Gráfico 1. Dependencia de la densidad de los gases tratados con la Temperatura de trabajo. (Fuente: Apuntes de la asignatura 'Combustión en Hornos Cerámicos' Prof: Eliseo Monfort. Dep. Ingeniería Química. Universidad Jaime I).

GRÁFICO 2. VISCOSIDAD DE LOS HUMOS DE COMBUSTIÓN.

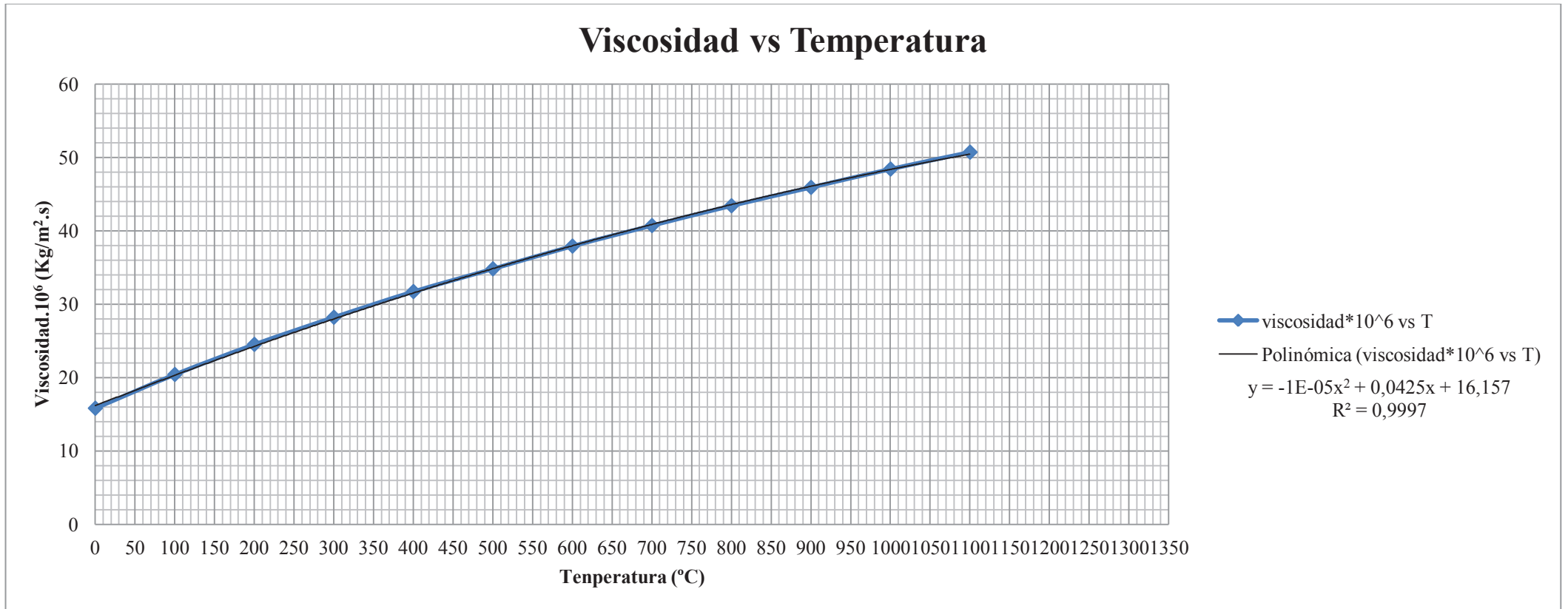


Gráfico 2. Dependencia de la viscosidad de los gases tratados con la Temperatura de trabajo. (Fuente: Apuntes de la asignatura 'Combustión en Hornos Cerámicos' Prof: Eliseo Monfort. Dep. Ingeniería Química. Universidad Jaime I).

GRÁFICO 3. CALOR ESPECÍFICO DE LOS HUMOS DE COMBUSTIÓN.

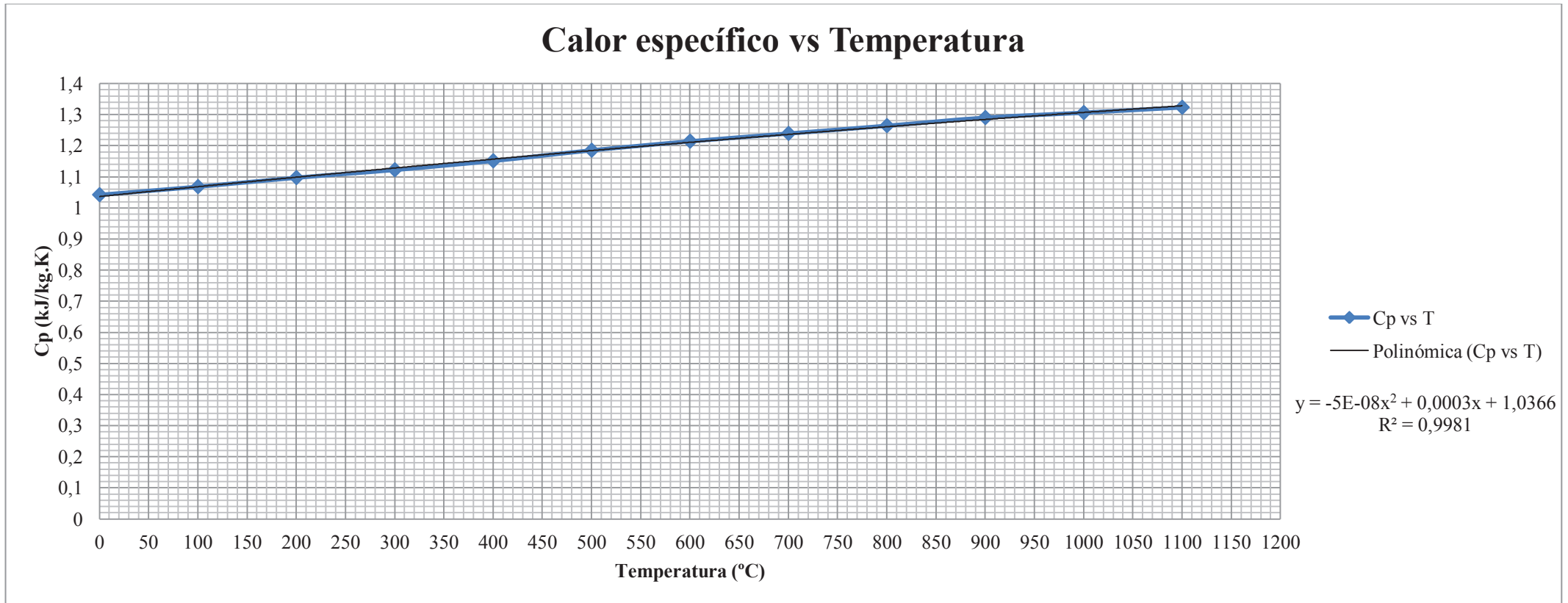


Gráfico 3. Dependencia de la capacidad calorífica de los gases tratados con la Temperatura de trabajo. (Fuente: Apuntes de la asignatura 'Combustión en Hornos Cerámicos' Prof: Eliseo Monfort. Dep. Ingeniería Química. Universidad Jaime I).

GRÁFICO 4. CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DEL ACERO AL CARBONO ST. 35_8.

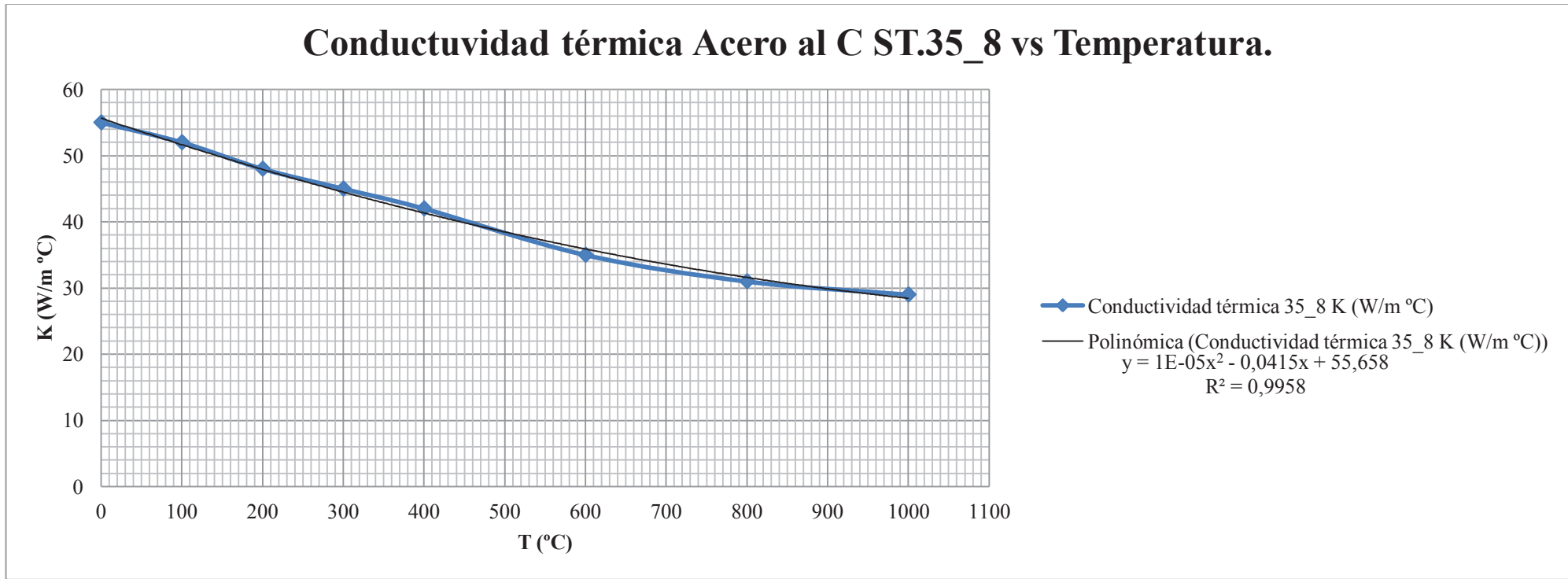
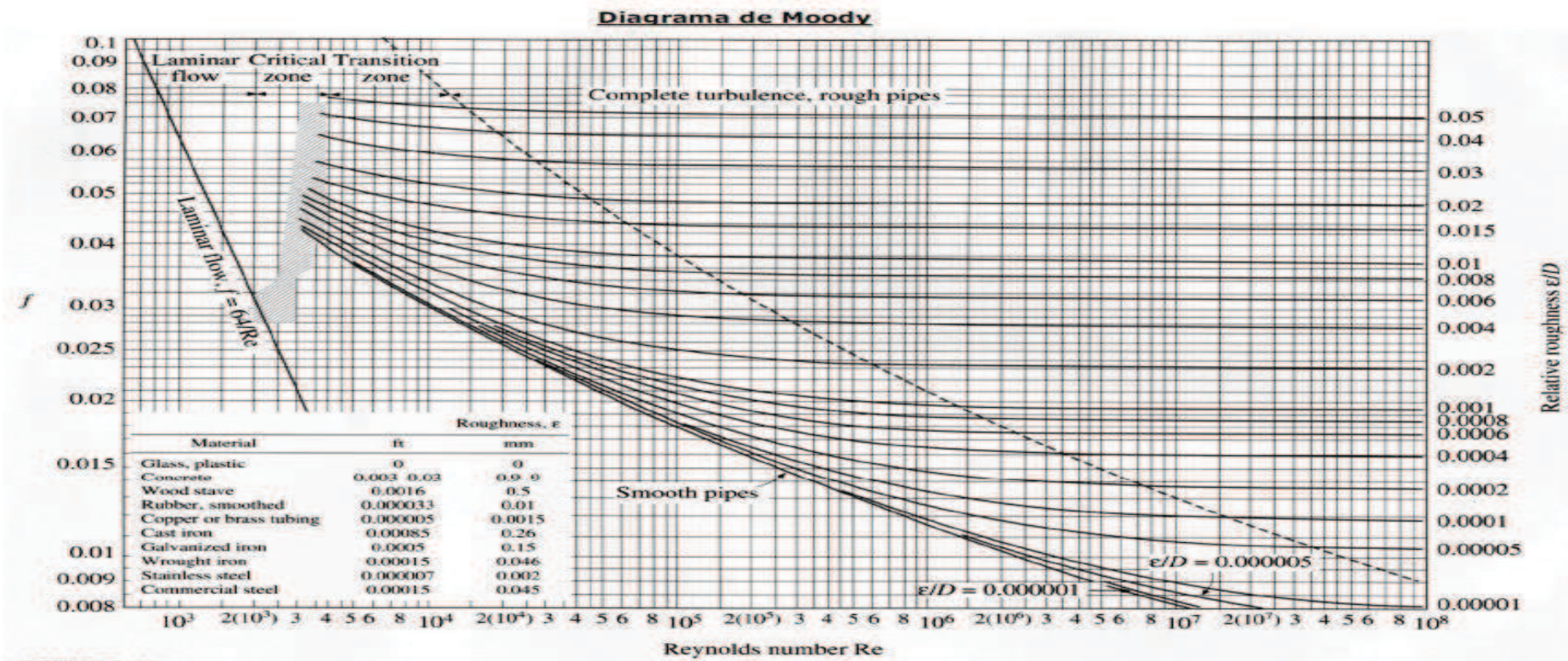


Gráfico 4. Dependencia de la conductividad térmica del Acero al Carbono ST35_8 con la Temperatura de trabajo. (Fuente: Catálogo Técnico Almesa).

GRÁFICO 5. GRÁFICO DE MOODY.



Grafica 5. Gráfico de Moody para el cálculo del coeficiente de fricción. (Fuente: Apuntes de la asignatura 'Mecánica y Dinámica de Fluidos'. Prof: Enrique Sánchez. Dep. Ingeniería Química. Universidad Jaime I)

TABLA 1. PROPIEDADES TÉRMICAS DE LAS ALEACIONES.

Propiedades a 20°C		Densidad ρ Kg/m ³	Calor especif J/kg·K	Conduct. k W/m·K	Difusividad $\alpha \times 10^5$ m ² /seg	Conductividad térmica en (W/m°C) a la temperatura en °C:												
Aleaciones	Composición					-100	0°C	100	200	300	400	600	800	1000				
Duraluminio	94-96% Al; 3-5% Cu	2787	833	164	6,680	126	159	182	194									
Siluminio	87% Al; 1.33% Si	2659	871	164	7.100	119	137	144	152	161								
Alusil	80% Al; 20% Si	2627	854	161	7.172	144	157	168	175	178								
Al-Mg-Si	97% Al; 1% Mg; 1% Si	2707	8922	177	7.311		175	189	204									
Bronce de aluminio	95% Cu; 5% Al	8666	410	83	2.330													
Bronce	75% Cu; 25% Sn	8666	343	26	0.860													
Latón rojo	85% Cu; 9% Sn; 6% Zn	8714	385	61	1.804		59	71										
Latón	70% Cu; 30% Zn	8522	385	111	3.412	88		128	144	147	147							
Plata alemana	62% Cu; 15% Ni; 22% Zn	8618	394	24,9	0.733	19,2		31	40	45	48							
Constantán	60% Cu; 40% Ni	8922	410	22,7	0.612	21		22	26									
Fundición	4% C	7272	420	52	1.702													
Acero al carbono	0,5% C	7833	465	54	1,474		55	52	48	45	42	35	31	29				
	1% C	7801	473	43	1,172		43	43	42	40	36	33	29	28				
	1,5% C	7753	486	36	0,970		36	36	36	35	33	31	28	28				
Acero al cromo	1% Cr	7865	460	61	1,665		62	55	52	47	42	36	33	33				
	5% Cr	7833	460	40	1,110		40	38	36	36	33	29	29	29				
	20% Cr	7689	460	40	1,11		22	22	22	22	24	24	26	29				
Acero al níquel	10% Ni	7945	460	26	0,720													
	20% Ni	7993	460	19	0,526													
	40% Ni	8169	460	10	0,279													
	60% Ni	8378	460	19	0,493													
	80% Ni	8618	0,46	35	0,872													
	Invar 36% Ni	8.137	460	10,7	0,286													
Acero al Cr-Ni	15% Cr; 10% Ni	7865	460	19	0,526													
	15% Cr; 40% Ni	8073	460	11,6	0,305													
	18% Cr; 8% Ni	7817	460	16,3	0,444	16	17	17	19	19	22	27	31					
	20% Cr; 15% Ni	7833	460	15,1	0,415													
	25% Cr; 20% Ni	7865	460	12,8	0,361													
	30% Cr; 15% Ni	8522	460	17	0,444													
Acero al manganeso	1% Mn	7865	460	50	1,388													
	5% Mn	7849	460	22	0,637													
Acero al silicio	1% Si	7769	460	42	1,164													
	5% Si	7417	460	19	0,555													
Acero al tungsteno	1% W	7913	448	66	1,858													
	5% W	8073	435	54	1,525													
	10% W	8314	419	48	1,391													
Ni-Cr	90% Ni; 10% Cr	8666	444	17	0,444	17	19	21	23	25								
	80% Ni; 20% Cr	8314	444	12,6	0,343	12	14	16	17	18	23							
Mg-Al; electrol.	Mg; 7 % Al; 1,5% Zn;	1810	1000	66	3,605	52	62	74	83									

Tabla 1. Propiedades térmicas de algunas aleaciones.

2.4. Anexo IV. LEGISLACIÓN APLICABLE.

I. DISPOSICIONES GENERALES

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

10949 *Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.*

I

La Directiva 96/61/CE del Consejo, de 24 de septiembre, relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación, posteriormente derogada por la Directiva 2008/1/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de enero de 2008, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación, introdujo un concepto integrador de la visión medioambiental así como la necesidad de obtener un permiso escrito (autorización ambiental integrada) que debe concederse de forma coordinada cuando en el procedimiento intervienen varias autoridades competentes.

Esta Directiva creó una nueva figura de intervención ambiental, la autorización ambiental integrada, en la que se determinan todos los condicionantes ambientales que deberá cumplir la actividad de que se trate, incluida la fijación de los valores límite de emisión de los contaminantes al aire, agua, residuos y suelo. Mejora el sistema de previsión y control integrado de la contaminación revisando el régimen de la autorización ambiental integrada en aras de reducir las cargas administrativas innecesarias con el objetivo de responder a la necesidad de obtener mejoras de la salud pública y ambientales asegurando, al mismo tiempo, la rentabilidad, y fomentando la innovación técnica.

La mencionada norma comunitaria ha sido derogada por la Directiva 2010/75/UE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de noviembre, sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación), que revisa la legislación sobre instalaciones industriales a fin de simplificar y esclarecer las disposiciones existentes por lo que refunde: la Directiva 78/176/CEE del Consejo, de 20 de febrero de 1978, relativa a los residuos procedentes de la industria del dióxido de titanio; la Directiva 82/883/CEE del Consejo, de 3 de diciembre de 1982, relativa a las modalidades de supervisión y de control de los medios afectados por los residuos procedentes de la industria del dióxido de titanio; la Directiva 92/112/CEE del Consejo, de 15 de diciembre de 1992, por la que se fija el régimen de armonización de los programas de reducción, con vistas a la supresión, de la contaminación producida por los residuos de la industria del dióxido de titanio; la Directiva 1999/13/CE del Consejo, de 11 de marzo de 1999, relativa a la limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes orgánicos en determinadas actividades e instalaciones; la Directiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de diciembre de 2000, relativa a la incineración de residuos; la Directiva 2001/80/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2001, sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión; y, por último, la Directiva 2008/1/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de enero de 2008, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación.

La transposición de las disposiciones de carácter básico de esta Directiva se ha llevado a cabo mediante la Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, mientras que los preceptos de marcado carácter técnico y el desarrollo del anejo 1 de la Ley 16/2002, de 1 de julio, se han incorporado en el Reglamento por el que se aprueba este real decreto que contiene una serie de novedades que se explican a continuación.

II

El Real Decreto contiene un único artículo mediante el cual se aprueba el Reglamento de emisiones industriales, y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación (en adelante, reglamento de emisiones industriales), dos disposiciones adicionales: la primera sobre la contención del gasto público, y la segunda sobre las normas de procedimiento aplicable, y una disposición transitoria única para determinadas actividades industriales.

Contiene una disposición derogatoria única que viene a derogar el Real Decreto 653/2003, de 30 de mayo, sobre incineración de residuos; y el Real Decreto 509/2007, de 20 de abril, por la que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.

Asimismo contiene ocho disposiciones finales. La disposición final primera modifica el Decreto 833/1975, de 6 de febrero, que desarrolla la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de protección del ambiente atmosférico delimitando la eficacia jurídica de su anexo IV.

La disposición final segunda modifica el Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los artículos 58, 59, 63 y el anexo VII de la Directiva de emisiones ya se encuentran incorporados en el real decreto mencionado, por lo que no se ha considerado necesaria su transposición.

La disposición final tercera modifica el Real Decreto 430/2004, de 12 de marzo, por el que se establecen nuevas normas sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión, y se fijan ciertas condiciones para el control de las emisiones a la atmósfera de las refinerías de petróleo.

La disposición final cuarta modifica el Real Decreto 508/2007, de 20 de abril, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas, en los términos que establece el anejo 5.

La disposición final quinta establece el título competencial.

La disposición final sexta, establece la habilitación normativa.

La disposición final séptima establece la incorporación del derecho comunitario y por último, la disposición final octava ordena la entrada en vigor de la norma al día siguiente de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

El reglamento de emisiones industriales contiene seis capítulos y cuatro anejos. El capítulo I, establece las disposiciones generales, como son el objeto y el ámbito de aplicación, las definiciones, el fomento de las técnicas emergentes, la tramitación electrónica y el régimen sancionador aplicable.

El capítulo II se ha organizado en tres secciones: la sección primera dedicada a los principios comunes de los procedimientos de autorización ambiental integrada, la sección segunda al procedimiento simplificado de modificación sustancial y revisión de la autorización ambiental integrada, y la sección tercera a la coordinación con los procedimientos de evaluación de impacto ambiental y otros medios de intervención administrativa de competencia estatal.

La sección 1.^a establece el alcance de la autorización ambiental integrada, estableciéndose como novedad que una misma autorización comprenda actividades enumeradas en el anejo 1 y aquellas otras relacionadas que cumplan determinados requisitos, también establece la posibilidad de que los valores límite de emisión sean globales para los contaminantes generados por varias actividades industriales que se desarrollen en una instalación. Otra novedad, es que la autorización puede ser válida para varias instalaciones o partes de una instalación explotada por diferentes titulares. Asimismo, establece el contenido del informe urbanístico del Ayuntamiento, de la solicitud que debe presentar el titular y de la autorización ambiental integrada. Respecto al contenido tanto de la solicitud como de la autorización, como novedad, se establece la necesidad de identificar cada uno de los focos de emisión de contaminantes atmosféricos. La finalidad es conseguir que se lleve a cabo la clasificación todas las actividades

potencialmente contaminadoras de la atmósfera incluidas en la autorización ambiental integrada.

Continúa la sección 1.^a con una referencia expresa a la tramitación de la autorización ambiental y a las comunicaciones que se deben realizar al organismo de cuenca cuando el funcionamiento de la instalación implique vertidos a las aguas continentales de cuencas gestionadas por la Administración General del Estado.

Por otro lado, tal y como se viene realizando desde la transposición de la Directiva 2006/123/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a los servicios en el mercado interior, en aras de reducir las trabas en el acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, se regula tanto el inicio de la actividad como su cese, simplificando los procedimientos, minimizando las cargas administrativas, sin menoscabo de la protección ambiental mediante la prevención y control de la contaminación. En este sentido, y sin perjuicio de lo que dispongan las comunidades autónomas, una vez otorgada la autorización ambiental integrada se establece un plazo de cinco años para el inicio de la actividad, siendo suficiente la declaración responsable indicando la fecha y el cumplimiento de las condiciones fijadas en la autorización, sin perjuicio de su posterior inspección por la autoridad competente en los términos previstos en el capítulo III. Finaliza esta sección con los supuestos y condiciones en que puede producirse el cese temporal, novedad introducida en el reglamento, y el cierre de la instalación.

La sección 2.^a regula el procedimiento simplificado de modificación sustancial de la autorización ambiental integrada y el procedimiento de revisión de la misma. El primero, establece cuales son los criterios que pueden dar lugar a modificación sustancial, el contenido mínimo de la solicitud y el procedimiento de modificación sustancial, cuya resolución debe dictarse en el plazo máximo de seis meses, entendiéndose desestimada transcurrido el mismo. La revisión debe realizarse de oficio por el órgano competente, quien previamente solicitará a los órganos que deben pronunciarse sobre las diferentes materias ambientales la documentación que debe presentar el titular, siguiendo para ello el procedimiento regulado para la modificación sustancial.

La sección 3.^a regula la coordinación del procedimiento de autorización ambiental integrada en las instalaciones que requieran evaluación de impacto ambiental y otros medios de intervención administrativa de competencia estatal, en cuyo caso será el órgano sustantivo el que realice la información pública de manera conjunta para la autorización ambiental integrada, la evaluación de impacto ambiental y la autorización sustantiva.

El capítulo III, contiene la regulación de inspección y control de las instalaciones industriales. De acuerdo con lo establecido en el artículo 29 de la Ley 16/2002, de 1 de julio, los órganos competentes para realizar las tareas de inspección contarán con un sistema de inspección ambiental y todas las instalaciones estarán cubiertas por un plan y programa, revisado periódicamente. El inspector ambiental, funcionario público con la condición de autoridad, podrá ir acompañado de asesores técnicos para realizar las labores inspectoras. Asimismo, el resultado de la visita in situ se consignará en un acta. Finaliza el capítulo con las medidas provisionales que proceden en caso de grave riesgo para la salud humana o medio ambiente.

El capítulo IV, establece las disposiciones especiales para las instalaciones de incineración y co-incineración de residuos, incorporando la Directiva de emisiones industriales. Este capítulo establece el ámbito de aplicación, el régimen de autorización al que están sometidas, el contenido de la solicitud de autorización, el contenido de las autorizaciones para este tipo de instalaciones, cómo debe realizarse la entrega y recepción de residuos, las condiciones de diseño, equipamiento, construcción y explotación de la instalación, la autorización necesaria para cambiar las condiciones de explotación, los valores límite de emisión a la atmósfera y a las aguas, los residuos de la incineración, la periodicidad de las mediciones a la atmósfera y al agua, las condiciones anormales de funcionamiento, la verificación del valor de eficiencia energética de las instalaciones de incineración de residuos domésticos, y, finalmente, la presentación de informes e información al público en este tipo de instalaciones.

El capítulo V regula las disposiciones especiales para las grandes instalaciones de combustión, incorporando la Directiva de emisiones industriales. Así, establece el ámbito de aplicación, las normas de adición, los valores límite de emisión, el índice de desulfuración, el plan nacional transitorio, la exención por vida útil limitada, las pequeñas redes aisladas, las instalaciones de calefacción urbana, el almacenamiento geológico de dióxido de carbono, los procedimientos relativos al mal funcionamiento o avería del equipo de reducción, el control de las emisiones a la atmósfera, el cumplimiento de los valores límite de emisión, las instalaciones de combustión con caldera mixta, y, finalmente, la comunicación de información a la Comisión Europea.

El capítulo VI desarrolla las disposiciones especiales para las instalaciones de producción de dióxido de titanio, igualmente incorpora la Directiva de emisiones industriales, regulando el ámbito de aplicación, la prohibición de la eliminación de residuos, el control de las emisiones al agua, la prevención y control de las emisiones a la atmósfera y, por último, el control de las emisiones.

En cuanto a los anejos, el anejo 1 desarrolla el tipo de industrias e instalaciones industriales con mayor grado de detalle a la regulación prevista en el anejo 1 de la Ley 16/2002, de 1 de julio, para ello se han tenido en cuenta, entre otros criterios, los Documentos de Referencia de las Mejores Técnicas Disponibles (BREF's) elaborados para los diferentes grupos de actividades industriales por el European IPPC Bureau (EIPPCB).

Los anejos 2, 3 y 4, establecen, respectivamente, las disposiciones técnicas que deben tenerse en cuenta para las instalaciones de incineración y coincineración de residuos, las grandes instalaciones de combustión y las instalaciones que producen dióxido de titanio.

III

Este real decreto se dicta de conformidad con lo dispuesto en la disposición final cuarta de la Ley 16/2002, de 1 de julio, que faculta al Gobierno para dictar, en el ámbito de sus competencias, las disposiciones necesarias para su desarrollo y aplicación.

Esta norma, tiene naturaleza jurídica de legislación básica de acuerdo con lo establecido en el artículo 149.1.23.^a de la Constitución en la medida en que resulta un complemento necesario indispensable para asegurar el mínimo común normativo en la protección del medio ambiente a la vez que se garantiza un marco de coordinación en la planificación económica en todo el territorio nacional.

La elaboración de este real decreto ha sido realizada con la participación y consulta de las comunidades autónomas, la Federación Española de Municipios y Provincias y el Consejo Asesor de Medio Ambiente, habiendo sido consultados los sectores afectados, y con la información y participación del público en general mediante medios telemáticos.

En su virtud, a propuesta del Ministro de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, con la aprobación previa del Ministro de Hacienda y Administraciones Públicas, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 18 de octubre de 2013,

DISPONGO:

Artículo único. *Aprobación del Reglamento.*

Se aprueba el Reglamento de emisiones industriales, y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación, cuyo texto se incluye a continuación.

Disposición adicional primera. *Necesidades de recursos humanos.*

La aplicación de este reglamento no implicará ningún incremento de gasto para las Administraciones públicas competentes. Las nuevas necesidades de recursos humanos que, en su caso, pudieren surgir como consecuencia de las obligaciones normativas

contempladas en este reglamento, deberán ser atendidas mediante la reordenación o redistribución de efectivos.

Disposición adicional segunda. *Normas de procedimiento.*

En todos aquellos aspectos no regulados en este reglamento, el procedimiento de las Administraciones Públicas se ajustará a lo dispuesto en la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

Disposición transitoria única. *Aplicación transitoria.*

1. En relación con las instalaciones que lleven a cabo las actividades a que se refiere el anejo 1, en el punto 1.1 para las actividades con una potencia térmica nominal superior a 50 MW, los puntos 1.2 y 1.3, el punto 1.4.a), los puntos 2.1 a 2.6, el punto 3.1. a) y b), los puntos 3.2 a 3.5, los puntos 4.1 a 4.6 para las actividades relativas a producción por procesos químicos, los puntos 5.1 y 5.2 para las actividades cubiertas por la Directiva 2008/1/CE, del Parlamento y del Consejo de 15 de enero de 2008, relativa a la prevención y control integrado de la contaminación, el punto 5.3.a) y b), los puntos 5.5, 6.1, 6.2, los puntos 7.1, 8.1, 9.1.a), 9.1.b) para las actividades cubiertas por la Directiva 2008/1/CE, el punto 9.1.c) y los puntos 9.2, 9.3, 10.1, 11.1 y 14.1, que están en explotación y poseen una autorización de antes del 7 de enero de 2013 o para las que el titular haya presentado una solicitud completa de autorización antes de dicha fecha, siempre que estas instalaciones entren en funcionamiento a más tardar el 7 de enero de 2014, los órganos competentes aplicarán las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas adoptadas de conformidad con la presente norma, a partir del 7 de enero de 2014, con excepción del capítulo V y del anejo 3.

2. En relación con las instalaciones que lleven a cabo las actividades a que se refiere el anejo 1, en el punto 1.1 para las actividades con una potencia térmica nominal igual a 50 MW, el punto 1.4.b), el punto 3.1.c), los puntos 4.1 a 4.6 para las actividades relativas a producción por procesos biológicos, los puntos 5.1 y 5.2 para las actividades no cubiertas por la Directiva 2008/1/CE, el punto 5.3.c), d) y e), el punto 5.4, los puntos 5.6 y 5.7, el punto 6.3, el punto 9.1.b) para las actividades no cubiertas por la Directiva 2008/1/CE, y los puntos 12.1 y 13.1 que estén en explotación antes del 7 de enero de 2013, los órganos competentes aplicarán las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas adoptadas de conformidad con el presente reglamento, a partir del 7 de julio de 2015, a excepción de los capítulos IV y V y anejos 2 y 3.

3. En relación con las instalaciones de combustión a que se refiere el artículo 44.2 los órganos competentes aplicarán, a partir del 1 de enero de 2016, las disposiciones normativas adoptadas de conformidad con el presente reglamento, para ajustarse al capítulo V y al anejo 3.

4. En relación con las instalaciones de combustión que coincieran residuos del anejo 2, parte 4, punto 3.1, se aplicará:

a) Hasta el 31 de diciembre de 2015, a las instalaciones de combustión a que se refiere el artículo 44.2.

b) A partir de la entrada en vigor de este reglamento, a las instalaciones de combustión a que se refiere el artículo 44.3.

5. En relación con las instalaciones de combustión que coincieran residuos del anejo 2, parte 4, punto 3.2, se aplicará:

a) A partir del 1 de enero de 2016, a las instalaciones de combustión a que se refiere el artículo 44.2.

b) A partir de la entrada en vigor de este reglamento, a las instalaciones de combustión a que se refiere el artículo 44.3.

Disposición derogatoria única. *Derogación normativa.*

Quedan derogadas las siguientes disposiciones:

- a) El Real Decreto 653/2003, de 30 de mayo, sobre incineración de residuos.
- b) El Real Decreto 509/2007, de 20 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.

Disposición final primera. *Modificación del Decreto 833/1975, de 6 de febrero, que desarrolla la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de protección del ambiente atmosférico.*

Se modifica el Decreto 833/1975, de 6 de febrero, que desarrolla la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de protección del ambiente atmosférico, añadiendo la siguiente disposición adicional con la siguiente redacción:

«Disposición adicional única. *Eficacia jurídica del anexo IV.*

La eficacia jurídica del anexo IV será la establecida en la disposición derogatoria única del Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación. Asimismo, el anexo IV no será aplicable a las actividades industriales que se incluyan en el anejo 1 de la Ley 16/2002, de 1 de julio, las cuales se regirán por lo dispuesto en la citada Ley y por el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación aprobado por el Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre.»

Disposición final segunda. *Modificación del Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades.*

El Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades queda redactado como sigue:

Uno. Se modifica la definición de «Instalación existente» del artículo 2 en los siguientes términos:

«Instalación existente»: toda instalación en funcionamiento el 29 de marzo de 1999, o a la que se hubiera concedido una autorización o se hubiera inscrito antes del 1 de abril de 2001 o para la que el titular de la misma haya presentado una solicitud completa de autorización antes del 1 de abril de 2001, siempre y cuando tal instalación se hubiera puesto en funcionamiento, a más tardar, el 1 de abril de 2002.»

Dos. El artículo 8 queda redactado como sigue:

«Artículo 8. *Acceso del público a la información.*

1. Las comunidades autónomas pondrán a disposición del público, en particular a través de Internet, en relación con las instalaciones en las cuales se desarrollen actividades cubiertas por este real decreto, la siguiente información:

- a) Nombre y dirección de la instalación.
- b) Actividades reguladas por el presente real decreto que en ella se desarrollan, y capacidad de consumo de disolvente.
- c) Autorización de la instalación prevista en la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación o en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.

d) Resultado de las mediciones para el control de las emisiones requeridas en el artículo 6, que obren en poder del órgano competente.

2. El apartado anterior se aplicará de conformidad con la Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente.»

Tres. Se modifica la parte A) del anexo II de la siguiente forma:

«A) Umbrales de consumo y límites de emisión.

Los valores límite de emisión expresados como concentraciones o niveles de emisión se entenderán referidos a condiciones normales y gas seco.»

Disposición final tercera. *Modificación del Real Decreto 430/2004, de 12 de marzo, por el que se establecen nuevas normas sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión, y se fijan ciertas condiciones para el control de las emisiones a la atmósfera de las refinerías de petróleo.*

Se añade un apartado 3 al artículo 2 del Real Decreto 430/2004, de 12 de marzo, por el que se establecen nuevas normas sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión, y se fijan ciertas condiciones para el control de las emisiones a la atmósfera de las refinerías de petróleo, con la siguiente redacción:

«3. Este real decreto no se aplicará a las instalaciones de combustión a que se refiere el artículo 44.3 del Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación, aprobado por el Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre.»

Disposición final cuarta. *Modificación del Real Decreto 508/2007, de 20 de abril, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas.*

Se modifica el anexo 1 del Real Decreto 508/2007, de 20 de abril, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas, en los términos que establece el anejo 5.

Disposición final quinta. *Título competencial.*

Este real decreto tiene el carácter de legislación básica sobre protección del medio ambiente, sin perjuicio de las facultades de las comunidades autónomas de establecer normas adicionales de protección, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 149.1.23.^a de la Constitución Española.

Disposición final sexta. *Habilitación normativa.*

Se autoriza al Ministro de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y al Ministro de Industria, Energía y Turismo, en el ámbito de sus respectivas competencias, para dictar cuantas disposiciones de carácter técnico resulten necesarias para su correcta aplicación y en particular para modificar los anejos de acuerdo con la normativa comunitaria.

Disposición final séptima. *Incorporación del derecho comunitario.*

A través del presente reglamento se incorpora parcialmente al derecho interno la Directiva 2010/75/UE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de noviembre, sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación). En concreto, la presente norma transpone los siguientes artículos: artículo 3 apartados 23, 24,

25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43 y 44, artículo 4.3, artículo 10, artículo 16, artículo 23, artículo 27, artículo 28, artículo 29, artículo 30, artículo 31, artículo 32, artículo 33, artículo 34, artículo 35, artículo 36, artículo 37, artículo 38, artículo 39, artículo 40, artículo 42, artículo 43, artículo 44, artículo 45, artículo 46, artículo 47, artículo 48, artículo 49, artículo 50, artículo 51, artículo 52, artículo 53, artículo 54, artículo 55, artículo 57.1, artículo 66, artículo 67, artículo 68, artículo 69, artículo 70, artículo 71, artículo 82 apartados 3, 4, 5 y 6; asimismo, este reglamento transpone los anexos V, VI y VIII de la mencionada directiva.

Disposición final octava. *Entrada en vigor.*

El presente real decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid, el 18 de octubre de 2013.

JUAN CARLOS R.

El Ministro de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente,
MIGUEL ARIAS CAÑETE

REGLAMENTO DE EMISIONES INDUSTRIALES, Y DE DESARROLLO DE LA LEY 16/2002, DE 1 DE JULIO, DE PREVENCIÓN Y CONTROL INTEGRADOS DE LA CONTAMINACIÓN

Capítulo I. Disposiciones generales.

- Artículo 1. Objeto y ámbito de aplicación.
- Artículo 2. Definiciones.
- Artículo 3. Técnicas emergentes.
- Artículo 4. Tramitación electrónica.
- Artículo 5. Régimen sancionador.

Capítulo II. Autorización ambiental integrada

Sección 1.^a Principios comunes de los procedimientos de autorización ambiental integrada.

- Artículo 6. Alcance de la autorización ambiental integrada.
- Artículo 7. Informe urbanístico del Ayuntamiento.
- Artículo 8. Contenido de la solicitud de la autorización ambiental integrada
- Artículo 9. Tramitación de la autorización ambiental integrada cuando el funcionamiento de la instalación implique la realización de vertidos a las aguas continentales de cuencas gestionadas por la Administración General del Estado.
- Artículo 10. Contenido de la autorización ambiental integrada
- Artículo 11. Comunicación de la autorización ambiental integrada al organismo de cuenca.
- Artículo 12. Inicio de la actividad.
- Artículo 13. Cese temporal de la actividad y cierre de la instalación.

Sección 2.^a Procedimiento simplificado de modificación sustancial y de revisión de la autorización ambiental integrada.

- Artículo 14. Criterios de modificación sustancial.
- Artículo 15. Procedimiento simplificado de modificación sustancial de la autorización.
- Artículo 16. Procedimiento de revisión de la autorización ambiental integrada.

Sección 3.^a Coordinación con los procedimientos de evaluación de impacto ambiental y otros medios de intervención administrativa de competencia estatal.

- Artículo 17. Ámbito de aplicación del procedimiento de coordinación.
- Artículo 18. Presentación de solicitudes.
- Artículo 19. Trámite conjunto de información pública y consulta a las Administraciones Públicas.
- Artículo 20. Formulación de la declaración de impacto ambiental.

Capítulo III. Inspección y control.

- Artículo 21. Sistemas de inspección ambiental.
- Artículo 22. Labor de inspección ambiental.
- Artículo 23. Planificación de la inspección ambiental.
- Artículo 24. Documentación de la labor inspectora, su notificación y publicidad.
- Artículo 25. Medidas provisionales.

Capítulo IV. Disposiciones especiales para las instalaciones de incineración y co-incineración de residuos.

- Artículo 26. Ámbito de aplicación.
- Artículo 27. Autorización de las instalaciones.
- Artículo 28. Solicitud de autorización.

- Artículo 29. Contenido de las autorizaciones.
- Artículo 30. Entrega y recepción de los residuos.
- Artículo 31. Condiciones de diseño, equipamiento, construcción y explotación.
- Artículo 32. Autorización para cambiar las condiciones de explotación.
- Artículo 33. Valores límite de emisión a la atmósfera.
- Artículo 34. Valores límite de emisión a las aguas.
- Artículo 35. Residuos de la incineración.
- Artículo 36. Mediciones.
- Artículo 37. Periodicidad de las mediciones a la atmósfera y cumplimiento de los valores límite de emisión.
- Artículo 38. Periodicidad de las mediciones de las emisiones al agua y cumplimiento de los valores límite de emisión.
- Artículo 39. Condiciones anormales de funcionamiento.
- Artículo 40. Verificación del valor de eficiencia energética de las instalaciones de incineración de residuos domésticos.
- Artículo 41. Presentación de informes e información al público sobre instalaciones de incineración y coincineración de residuos.

Capítulo V. Disposiciones especiales para las grandes instalaciones de combustión.

- Artículo 42. Ámbito de aplicación.
- Artículo 43. Normas de adición.
- Artículo 44. Valores límite de emisión.
- Artículo 45. Índice de desulfuración.
- Artículo 46. Plan nacional transitorio.
- Artículo 47. Exención por vida útil limitada.
- Artículo 48. Pequeñas redes aisladas.
- Artículo 49. Instalaciones de calefacción urbana.
- Artículo 50. Almacenamiento geológico de dióxido de carbono.
- Artículo 51. Procedimientos relativos al mal funcionamiento o avería del equipo de reducción de emisiones.
- Artículo 52. Control de las emisiones a la atmósfera.
- Artículo 53. Cumplimiento de los valores límite de emisión.
- Artículo 54. Instalaciones de combustión con caldera mixta.
- Artículo 55. Comunicación de información a la Comisión Europea.

Capítulo VI. Disposiciones especiales para las instalaciones de producción de dióxido de titanio.

- Artículo 56. Ámbito de aplicación.
- Artículo 57. Prohibición de la eliminación de residuos.
- Artículo 58. Control de las emisiones al agua.
- Artículo 59. Prevención y control de las emisiones a la atmósfera.
- Artículo 60. Control de las emisiones.

Anejo 1. Categorías de actividades e instalaciones contempladas en el artículo 2 de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.

Anejo 2. Disposiciones técnicas para las instalaciones de incineración o coincineración.

Parte 1. Factores de equivalencia para las dibenzo-para-dioxinas y los dibenzofuranos.
Parte 2. Determinación de los valores límite de emisión a la atmósfera para la coincineración de residuos.

Parte 3. Técnicas de medición.

Parte 4. Valores límite de emisión para vertidos de aguas residuales procedentes de la depuración de gases de escape.

Parte 5. Valores límite de emisión a la atmósfera para las instalaciones de incineración de residuos.

Parte 6. Fórmula para calcular la concentración corregida de emisiones de contaminantes en función del contenido de oxígeno, de acuerdo con el artículo 37.

Anejo 3. Disposiciones técnicas para las grandes instalaciones de combustión.

Parte 1. Valores límite de emisión para las instalaciones de combustión a que se refiere el artículo 44.2.

Parte 2. Valores límite de emisión para las instalaciones de combustión a que se refiere el artículo 44.3.

Parte 3. Control de las emisiones.

Parte 4. Evaluación del cumplimiento de los valores límite de emisión.

Parte 5. Índice mínimo de desulfuración.

Parte 6. Cumplimiento del índice de desulfuración.

Parte 7. Valores límite de emisión medios de las instalaciones de combustión equipadas con caldera mixta ubicadas en una refinería.

Anejo 4. Disposiciones técnicas respecto a las instalaciones que producen dióxido de titanio.

Parte 1. Valores límite de emisión para los vertidos al agua

Parte 2. Valores límite de emisión al aire

Parte 3. Control de emisiones

CAPÍTULO I

Disposiciones generales

Artículo 1. *Objeto y ámbito de aplicación.*

1. Este reglamento tiene por objeto desarrollar y ejecutar la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación, así como establecer el régimen jurídico aplicable a las emisiones industriales, con el fin de alcanzar una elevada protección del medio ambiente en su conjunto. Asimismo, establece las disposiciones para evitar y, cuando ello no sea posible, reducir la contaminación provocada por las instalaciones del anejo 1, en particular las de incineración y co-incineración de residuos, las grandes instalaciones de combustión y las instalaciones que producen dióxido de titanio.

2. Este reglamento será aplicable a las instalaciones de titularidad pública o privada en las que se desarrolle alguna de las actividades industriales incluidas en las categorías enumeradas en el anejo 1 y que, en su caso, alcancen los umbrales de capacidad establecidos en el mismo, con excepción de las instalaciones o partes de las mismas utilizadas para la investigación, desarrollo y experimentación de nuevos productos y procesos.

Artículo 2. *Definiciones.*

A los efectos de este reglamento se entenderá por:

1. «Aves de corral»: las aves de corral tal como se definen en el artículo 2.4 del Real Decreto 1888/2000, de 22 de noviembre, por el que se establecen condiciones de sanidad animal aplicables a los intercambios comunitarios y las importaciones de aves de corral y de huevos para incubar, procedentes de países terceros.

2. «Biomasa»: cualquiera de los siguientes productos:

a) Los productos compuestos por una materia vegetal de origen agrícola o forestal que puedan ser utilizados como combustible para valorizar su contenido energético.

b) Los siguientes residuos:

1.º Residuos vegetales de origen agrícola y forestal;

2.º residuos vegetales procedentes de la industria de elaboración de alimentos, si se recupera el calor generado;

3.º residuos vegetales fibrosos procedentes de la producción de pulpa virgen y de la producción de papel a partir de la pulpa, si se coincineran en el lugar de producción y se recupera el calor generado;

4.º residuos de corcho; y

5.º residuos de madera, con excepción de aquellos que puedan contener compuestos organohalogenados o metales pesados como consecuencia de algún tipo de tratamiento con sustancias protectoras de la madera o de revestimiento y que incluye, en particular, los residuos de madera procedentes de residuos de la construcción y derribos.

3. «Capacidad nominal de una instalación de incineración o coincineración»: la cantidad máxima de residuos que pueden ser incinerados por hora, que refleje la suma de las capacidades de incineración de los hornos que componen la instalación de incineración de residuos o la instalación de coincineración de residuos, especificadas por el constructor y confirmadas por el titular, teniendo debidamente en cuenta, en particular, el valor calorífico de los residuos, que deberá expresarse tanto en flujos masa referidos a los residuos, como en flujos energéticos.

4. «Chimenea»: estructura que contenga una o más salidas de humos que actúen de conductos para los gases residuales con el fin de expulsarlos a la atmósfera.

5. «Combustible»: cualquier materia combustible sólida, líquida o gaseosa.

6. «Combustible determinante en una instalación de combustión»: el combustible que, de acuerdo con el anejo 3, parte 1, tenga el valor límite de emisión más alto o, en caso de que distintos combustibles tengan el mismo valor límite de emisión, el que tenga la mayor potencia térmica, entre todos los combustibles utilizados en una instalación de combustión equipada con caldera mixta que utilice los residuos de destilación y de conversión del refino de petróleo, solos o con otros combustibles.

7. «Combustible sólido nacional»: el combustible sólido natural utilizado en una instalación de combustión diseñada especialmente para ese combustible, que es extraído y utilizado localmente.

8. «Compuesto orgánico»: todo compuesto que contenga al menos el elemento carbono y uno o más de los siguientes: hidrógeno, halógenos, oxígeno, azufre, fósforo, silicio o nitrógeno, salvo los óxidos de carbono y los carbonatos y bicarbonatos inorgánicos.

9. «Dioxinas y furanos»: todas las dibenzoparadioxinas y dibenzofuranos policlorados enumerados en el anejo 2, parte 1.

10. «Gestor de residuos»: cualquier persona o entidad, pública o privada, definida en los términos previstos en el artículo 3.n) de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

11. «Horas de funcionamiento de una instalación de combustión»: el tiempo, expresado en horas, durante el que una instalación de combustión, en su conjunto o en parte, funcione y expulse emisiones a la atmósfera, excepto los períodos de arranque y de parada.

12. «Índice de desulfuración de una instalación de combustión»: la proporción, durante un período determinado, entre la cantidad de azufre no emitida a la atmósfera por una instalación de combustión y la cantidad de azufre que contenga el combustible sólido que se introduzca en las instalaciones de combustión y se utilice allí durante el mismo período de tiempo.

13. «Inspectores ambientales»: funcionarios de la administración con competencias en materia de medio ambiente que realizan inspecciones ambientales. En el ejercicio de sus funciones gozarán de la condición de agentes de la autoridad.

14. «Instalación de coincineración de residuos»: toda instalación fija o móvil cuya finalidad principal sea la generación de energía o la fabricación de productos materiales y que, o bien utilice residuos como combustible habitual o complementario, o bien los residuos reciban en ella tratamiento térmico para su eliminación mediante la incineración por oxidación de los residuos, así como por otros procesos de tratamiento térmico, si las sustancias resultantes del tratamiento se incineran a continuación, tales como pirólisis, gasificación y proceso de plasma.

15. «Instalación de combustión»: cualquier dispositivo técnico en el que se oxiden productos combustibles a fin de utilizar el calor así producido.

16. «Instalación de combustión con caldera mixta»: cualquier instalación de combustión que pueda alimentarse simultánea o alternativamente con dos o más tipos de combustible.

17. «Instalación de incineración de residuos»: cualquier unidad técnica o equipo, fijo o móvil, dedicado al tratamiento térmico de residuos con o sin recuperación del calor producido por la combustión; mediante la incineración por oxidación de residuos, así como otros procesos de tratamiento térmico, si las sustancias resultantes del tratamiento se incineran a continuación, tales como pirólisis, gasificación y proceso de plasma.

18. «Instalación de incineración de residuos existente»: cualquiera de las siguientes instalaciones de incineración de residuos:

a) Las que estaban en funcionamiento y contaban con una autorización de conformidad con la legislación comunitaria aplicable antes del 28 de diciembre de 2002;

b) las que estaban autorizadas o registradas a efectos de incineración de residuos y contaban con una autorización concedida antes del 28 de diciembre de 2002 de conformidad con la legislación comunitaria aplicable, siempre y cuando la instalación se hubiera puesto en funcionamiento a más tardar el 28 de diciembre de 2003, y

c) las que, a juicio del órgano competente, hubieran presentado la solicitud completa de autorización antes del 28 de diciembre de 2002, siempre y cuando la instalación se hubiera puesto en funcionamiento a más tardar el 28 de diciembre de 2004.

19. «Instalación de incineración de residuos nueva» cualquier instalación de incineración de residuos no contemplada en apartado 18 de este artículo.

20. «Motor diésel»: motor de combustión interna que funciona aplicando el ciclo diesel y utiliza encendido por compresión para quemar combustible.

21. «Motor de gas»: motor de combustión interna que funciona aplicando el ciclo Otto y utiliza encendido por chispa o, en caso de motores de dos combustibles, encendido por compresión para quemar combustible.

22. «Pequeña red aislada»: cualquier red que tuviera en 1996 un consumo inferior a 3.000 GWh y que obtenga una cantidad inferior al 5% de su consumo anual mediante interconexión con otras redes.

23. «Plan de inspección ambiental»: el conjunto de objetivos y actuaciones definidas por las autoridades de inspección, a lo largo de un determinado periodo de tiempo, con el fin de garantizar el cumplimiento de las condiciones ambientales establecidas por la legislación ambiental aplicable.

24. «Recubrimiento»: recubrimiento tal como se define en el artículo 2 del Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades.

25. «Residuo»: cualquier residuo tal como se define en el artículo 3.a) de la Ley 22/2011, de 28 de julio.

26. «Residuos domésticos mezclados»: los residuos domésticos, tal y como se definen en el artículo 3.b) de la Ley 22/2011, de 28 de julio, quedando excluidas las fracciones que se recogen por separado a que se refiere la partida 20 01 del anexo de la Decisión 2000/532/CE, de 3 de mayo de 2000, por la que se establece una lista de residuos de conformidad con el artículo 1.a) de la Directiva 75/442/CEE del Consejo, relativa a los residuos y de residuos peligrosos, y quedando excluidos los demás residuos a que se refiere la partida 20 02 de dicho anexo.

27. «Residuos de la incineración»: cualquier residuo líquido o sólido generado por una instalación de incineración de residuos o una instalación de coincineración de residuos.

28. «Residuo peligroso»: cualquier residuo peligroso, tal como se define en el Artículo 3.e) de la Ley 22/2011, de 28 de julio.

29. «Sistema de inspección ambiental»: el conjunto suficiente y adecuado de medios personales y materiales dependientes de los órganos competentes para realizar con

eficacia las labores de control e inspección, así como del ejercicio de la potestad sancionadora para garantizar un adecuado nivel de comprobación del cumplimiento ambiental, de acuerdo con lo previsto en el artículo 29 de la Ley 16/2002, de 1 de julio.

30. «Turbina de gas»: cualquier máquina rotativa que convierta la energía térmica en trabajo mecánico, constituida fundamentalmente por un compresor, un dispositivo térmico en el que se oxida el combustible para calentar el fluido motor y una turbina.

Artículo 3. *Técnicas emergentes.*

Las Administraciones Públicas, en el ámbito de sus competencias, cuando proceda, fomentarán el desarrollo y aplicación de las técnicas emergentes, en particular las mencionadas en los documentos de referencia de mejores técnicas disponibles (MTD).

Artículo 4. *Tramitación electrónica.*

Se impulsará la tramitación de las obligaciones de información y los procedimientos que deriven de esta norma por vía electrónica. Las Administraciones Públicas promoverán que se habiliten los medios necesarios para hacer efectiva esta vía.

Artículo 5. *Régimen sancionador.*

El incumplimiento de las disposiciones contenidas en este reglamento se sancionará de de acuerdo con lo previsto en el título IV de la Ley 16/2002, de 1 de julio.

CAPÍTULO II

Autorización ambiental integrada

Sección 1.ª Principios comunes de los procedimientos de autorización ambiental integrada

Artículo 6. *Alcance de la autorización ambiental integrada.*

1. La autorización ambiental integrada incluirá todas las actividades enumeradas en el anejo 1 que se realicen en la instalación, y aquellas otras actividades que cumplan los siguientes requisitos:

- a) Que se desarrollen en el lugar del emplazamiento de la instalación que realiza una actividad del anejo 1,
- b) que guarden una relación de índole técnica con la actividad del anejo 1, y
- c) que puedan tener repercusiones sobre las emisiones y la contaminación que se vaya a ocasionar.

2. En caso de que una autorización ambiental integrada sea válida para varias instalaciones o partes de una instalación explotada por diferentes titulares, deberá delimitarse en la autorización el alcance de la responsabilidad de cada uno de ellos. Tal responsabilidad será solidaria salvo que las partes acuerden lo contrario.

3. Si en la autorización ambiental integrada se incluyen varios procesos o varias actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera, se podrá considerar un foco virtual, sumatorio ponderado de todos los focos atmosféricos, que permita establecer valores límite de emisión globales para cada uno de los contaminantes generados, siempre que se garantice un nivel de protección ambiental equivalente a la utilización de valores límite de emisión individuales.

Artículo 7. *Informe urbanístico del Ayuntamiento.*

1. El informe urbanístico regulado en el artículo 15 de la Ley 16/2002, de 1 de julio, es independiente de la licencia de obras o de cualquier otro medio de intervención exigible por el Ayuntamiento.

2. Las cuestiones que deberá valorar versarán exclusivamente sobre la conformidad del proyecto con la normativa urbanística aplicable en relación con la parcela donde esté o vaya a estar ubicada la instalación en el momento de la solicitud.

Artículo 8. *Contenido de la solicitud de la autorización ambiental integrada.*

1. A efectos de lo establecido en el artículo 12.1 de la Ley 16/2002, de 1 de julio, en la solicitud de la autorización ambiental integrada deberá figurar:

a) La identidad del titular de la instalación, tal como se define en el artículo 3.7 de la Ley 16/2002, de 1 de julio.

b) La identificación de cada uno de los focos de emisión de contaminantes atmosféricos, de acuerdo con el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera recogido en el anexo IV de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.

c) La documentación técnica necesaria para poder determinar las medidas relativas a las condiciones de explotación en situaciones distintas a las normales que puedan afectar al medio ambiente, previstas en el artículo 22.1.f) de la Ley 16/2002, de 1 de julio.

2. Cuando la solicitud de la autorización comprenda varias instalaciones o partes de una instalación con diferentes titulares, salvo que en ésta se indique quien es el representante, las actuaciones administrativas se realizarán con el titular que haya presentado la solicitud.

Artículo 9. *Tramitación de la autorización ambiental integrada cuando el funcionamiento de la instalación implique la realización de vertidos a las aguas continentales de cuencas gestionadas por la Administración General del Estado.*

1. Cuando el funcionamiento de la instalación implique la realización de vertidos a las aguas continentales de cuencas gestionadas por la Administración General del Estado, el titular presentará ante el órgano competente para otorgar la autorización ambiental integrada la documentación exigida por la legislación de aguas para la autorización de vertidos a las aguas continentales.

Para ello utilizará los modelos oficiales establecidos por Orden Ministerial que apruebe el Ministro de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

2. Cuando el órgano competente haya recibido la documentación mencionada en el apartado anterior la remitirá al organismo de cuenca en el plazo de cinco días, para que en el plazo de diez días desde la entrada de la documentación en su registro, informe acerca de si esta debe completarse, continuándose las actuaciones en caso contrario.

3. El órgano competente una vez examinada el resto de la documentación presentada por el titular y recibido el informe anterior, en el plazo de cinco días requerirá al titular de la instalación para que, en su caso, subsane la falta o acompañe la documentación preceptiva en el plazo de diez días, con indicación de que si así no lo hiciera se le tendrá por desistido de su petición.

4. Presentada la documentación completa, el órgano competente:

a) La someterá a información pública por un plazo mínimo de veinte días y máximo de treinta, y

b) la remitirá al organismo de cuenca para que elabore el informe mencionado en el artículo 19 de la Ley 16/2002, de 1 de julio. El informe contendrá, al menos, los extremos exigidos para las autorizaciones de vertido en los artículos 251 y 259 del Reglamento de Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.

No será necesario este informe cuando el titular declare vertido cero, sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

5. Finalizado el trámite de información pública, el órgano competente remitirá en el plazo de cinco días:

a) Al Ayuntamiento en cuyo territorio se ubique la instalación, el expediente completo incluidas todas las alegaciones y observaciones recibidas, para que elabore el informe mencionado en el artículo 18 de la Ley 16/2002, de 1 de julio.

b) Al organismo de cuenca, una copia de las alegaciones y observaciones recibidas para su consideración.

c) Al resto de órganos que deban informar sobre las materias de su competencia, una copia del expediente completo junto con las alegaciones y observaciones recibidas.

6. Recibidos los informes anteriores, el órgano competente, tras realizar una evaluación ambiental del proyecto en su conjunto, dará audiencia al solicitante de la autorización.

7. Finalizado el trámite de audiencia, la autoridad competente redactará una propuesta de resolución.

Si se hubiesen realizado alegaciones se dará traslado de las mismas junto con la propuesta de resolución a los órganos citados en el apartado 5, para que en el plazo máximo de quince días, manifiesten lo que estimen conveniente.

8. El órgano competente para otorgar la autorización ambiental integrada, dictará la resolución que ponga fin al procedimiento en el plazo máximo de nueve meses.

Transcurrido el plazo máximo de nueve meses sin haberse notificado resolución expresa, podrá entenderse desestimada la solicitud presentada.

Artículo 10. *Contenido de la autorización ambiental integrada.*

1. La autorización ambiental integrada deberá contener, como mínimo, lo establecido en el artículo 22 de la Ley 16/2002, de 1 de julio, y, en su caso, el número de gestor y productor de residuos correspondiente a la instalación o instalaciones, o partes de la instalación de que se trate y la relación de focos de emisión atmosférica catalogados de acuerdo con el anexo IV de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre.

El órgano competente deberá tener en cuenta la legislación sobre eficiencia energética y las obligaciones que de ella se derivan.

2. Los requisitos de control de emisiones mencionados en el artículo 22.1.e) de la Ley 16/2002, de 1 de julio, se basarán, en su caso, en las conclusiones sobre monitorización recogidas en las conclusiones relativas a las MTD, y su frecuencia de medición periódica será fijada por el órgano competente en la autorización para cada instalación o bien a nivel sectorial en la correspondiente normativa aplicable a cada uno de los sectores industriales. No obstante, el control periódico se efectuará como mínimo cada cinco años para las aguas subterráneas y cada diez años para el suelo, a menos que dicho control se base en una evaluación sistemática del riesgo de contaminación.

El órgano competente remitirá a los organismos de cuenca, en el caso de cuencas gestionadas por la Administración General del Estado, los resultados del control periódico de las aguas subterráneas referidas en el párrafo anterior.

3. El órgano competente deberá tener en cuenta que, para las instalaciones certificadas mediante el sistema comunitario de gestión y auditoría medioambiental (EMAS), el cumplimiento de las obligaciones de control derivadas de este sistema pueda servir para el efectivo cumplimiento de las obligaciones de control que se deriven de este reglamento, así como de la Ley 16/2002, de 1 de julio.

4. Para las instalaciones destinadas a la cría intensiva de aves de corral o de cerdos del epígrafe 9.3 del anejo 1 de la Ley 16/2002, de 1 de julio, los órganos competentes, de acuerdo con lo establecido en su artículo 22.1.a), podrán exigir en sustitución de valores límite de emisión, la utilización de MTD que garanticen un nivel de protección equivalente del medio ambiente.

Además, el órgano competente deberá tener en cuenta la legislación sobre bienestar animal a la hora de fijar las condiciones de la autorización ambiental integrada, y cuando

en ella se establezcan prescripciones sobre gestión y control de residuos, deberán contemplarse las consideraciones prácticas de dichas actividades, teniendo en cuenta los costes y las ventajas de las medidas que se vayan a adoptar.

Artículo 11. Comunicación de la autorización ambiental integrada al organismo de cuenca.

Cuando la autorización ambiental integrada se refiera a una actividad que implique la realización de vertidos, el órgano competente para otorgar la autorización ambiental integrada remitirá al organismo de cuenca copia completa de la resolución para cooperar en el correcto mantenimiento y actualización del censo nacional de vertidos, de acuerdo con lo establecido en el artículo 254.3 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

Artículo 12. Inicio de la actividad.

1. Una vez otorgada la autorización ambiental integrada, el titular dispondrá de un plazo de cinco años para iniciar la actividad, salvo que en la autorización se establezca un plazo distinto.

2. Sin perjuicio de las normas adicionales de protección ambiental que establezcan las comunidades autónomas, la instalación no podrá iniciar su actividad sin que el titular presente una declaración responsable, de conformidad con el artículo 71 bis de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, indicando la fecha de inicio de la actividad y el cumplimiento de las condiciones fijadas en la autorización.

3. Una vez iniciada la actividad, el órgano competente realizará una visita de inspección de acuerdo con las prescripciones establecidas en el capítulo III. Y todo ello sin perjuicio de la responsabilidad ambiental del operador que pueda exigírsele al amparo de la Ley 27/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.

Artículo 13. Cese temporal de la actividad y cierre de la instalación.

1. El titular de la autorización ambiental integrada deberá presentar una comunicación previa al cese temporal de la actividad ante la autoridad competente que otorgó la autorización. En caso de tener varias actividades autorizadas indicará en cual de ellas se produce aquel.

La duración del cese temporal de la actividad no podrá superar los dos años desde su comunicación.

2. Durante el periodo en que una instalación se encuentra en cese temporal de su actividad o actividades, el titular:

- a) Deberá cumplir con las condiciones establecidas en la autorización ambiental integrada en vigor que le sean aplicables,
- b) podrá reanudar la actividad de acuerdo con las condiciones de la autorización, previa presentación de una comunicación al órgano competente, y
- c) podrá realizar el cambio de titularidad de la instalación o actividad previa comunicación al órgano competente; el nuevo titular continuará en las mismas condiciones de la autorización ambiental integrada en vigor, de manera que no será considerada como nueva instalación.

3. Transcurridos dos años desde la comunicación del cese temporal sin que el titular haya reanudado la actividad o actividades, el órgano competente le comunicará que dispone de un mes para acreditar el reinicio de la actividad. En el supuesto de no reiniciarse la actividad, se procederá de conformidad con lo siguiente:

- a) Si en la instalación se llevan a cabo varias actividades y el cese temporal no afecta a todas ellas, el órgano competente notificará al titular la modificación de la autorización ambiental integrada que se tramitará de acuerdo con la normativa autonómica

aplicable. La resolución se notificará al organismo de cuenca cuando la actividad implique la realización de vertidos.

Cuando el cese de la actividad suponga una disminución probada de la capacidad de la instalación, de forma que quede por debajo de los umbrales del anejo 1, esta causará baja en el inventario de instalaciones del artículo 8.2 a) de la Ley 16/2002, de 1 de julio, y el órgano competente lo comunicará al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

b) Si en la instalación se llevan a cabo varias actividades y el cese temporal afecta a todas ellas, se procederá al cierre de la instalación, de acuerdo con lo dispuesto en el apartado siguiente.

4. En caso de cierre de una o varias de las instalaciones incluidas en una misma autorización ambiental integrada, el órgano competente realizará una verificación del cumplimiento de las condiciones relativas a su cierre establecidas en la autorización, de acuerdo con las prescripciones mínimas establecidas en el artículo 22 bis de la Ley 16/2002, de 1 de julio.

Cuando la verificación resulte positiva, el órgano competente dictará resolución autorizando el cierre de la instalación o instalaciones y modificando la autorización ambiental integrada o, en su caso, extinguiéndola.

En el caso de cuencas gestionadas por la Administración General del Estado, el órgano competente remitirá dicha resolución al organismo de cuenca.

5. El cierre de la instalación causará baja en el inventario de instalaciones regulado en el artículo 8.2.a) de la Ley 16/2002, de 1 de julio, y el órgano competente lo comunicará al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Sección 2.^a Procedimiento simplificado de modificación sustancial y de revisión de la autorización ambiental integrada

Artículo 14. Criterios de modificación sustancial.

1. A efectos de lo establecido en el artículo 10.4 de la Ley 16/2002, de 1 de julio, se considerará que se produce una modificación sustancial en la instalación cuando, en condiciones normales de funcionamiento, se pretenda introducir un cambio no previsto en la autorización ambiental integrada originalmente otorgada, que afecte a las características, a los procesos productivos, al funcionamiento o a la extensión de la instalación, que represente una mayor incidencia sobre la seguridad, la salud de las personas y el medio ambiente y concurra cualquiera de los siguientes criterios:

a) Cualquier ampliación o modificación que alcance, por sí sola, los umbrales de capacidad establecidos, cuando estos existan, en el anejo 1, o si ha de ser sometida al procedimiento de evaluación de impacto ambiental de acuerdo con la normativa sobre esta materia.

b) Un incremento de más del 50% de la capacidad de producción de la instalación en unidades de producto o servicio.

c) Un incremento superior al 50% de las cantidades autorizadas en el consumo de agua, materias primas o energía.

d) Un incremento superior al 25% de la emisión másica de cualquiera de los contaminantes atmosféricos que figuren en la autorización ambiental integrada o del total de las emisiones atmosféricas producidas en cada uno de los focos emisores.

e) Un incremento de la emisión másica o de la concentración de vertidos de cualquiera de los contaminantes o del caudal de vertido que figure en la autorización ambiental integrada, así como la introducción de nuevos contaminantes en cantidades significativas.

f) La incorporación al proceso de sustancias o preparados peligrosos no previstos en la autorización original, o el incremento de los mismos, siempre que, como consecuencia de ello, sea preciso elaborar o revisar el informe de seguridad o los planes de emergencia regulados en el Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se

aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

g) Un incremento en la generación de residuos peligrosos de más de 10 toneladas al año siempre que se produzca una modificación estructural del proceso y un incremento de más del 25% del total de residuos peligrosos generados calculados sobre la cantidad máxima de producción de residuos peligrosos autorizada.

h) Un incremento en la generación de residuos no peligrosos de más de 50 toneladas al año siempre que represente más del 50% de residuos no peligrosos, incluidos los residuos inertes, calculados sobre la cantidad máxima de producción de residuos autorizada.

i) El cambio en el funcionamiento de una instalación de incineración o co-incineración de residuos dedicada únicamente al tratamiento de residuos no peligrosos, que la transforme en una instalación que conlleve la incineración o co-incineración de residuos peligrosos y que esté incluida en el anejo 1, epígrafe 5.2.

j) Una modificación en el punto de vertido que implique un cambio en la masa de agua superficial o subterránea a la que fue autorizado.

2. La enumeración de los criterios cuantitativos y cualitativos señalados en el apartado anterior tiene carácter no limitativo. En cualquier caso, el órgano competente para otorgar la autorización ambiental integrada podrá fijar criterios más restrictivos en determinados casos que se deriven de las circunstancias concretas de la modificación que se pretenda introducir.

3. Si en una instalación se llevan a cabo sucesivas modificaciones no sustanciales antes de la actualización de la autorización ambiental integrada o durante el período que media entre sus revisiones, se considerará como modificación sustancial la suma de dos o más no sustanciales que cumplan alguno de los criterios del apartado 1.

4. Si se solicita una modificación sustancial con posterioridad a otra u otras no sustanciales, antes de la actualización de la autorización ambiental integrada o durante el período que media entre sus revisiones, deberán examinarse conjuntamente todas las modificaciones no sustanciales previas junto con la sustancial que se pretenda. Una vez realizado dicho examen podrá procederse a la modificación de la autorización.

Artículo 15. *Procedimiento simplificado de modificación sustancial de la autorización.*

El procedimiento simplificado para la modificación sustancial previsto en el artículo 10.3 de la Ley 16/2002, de 1 de julio, se realizará de acuerdo con los siguientes trámites:

1. La solicitud de modificación sustancial contendrá, al menos, la siguiente documentación:

a) Un proyecto básico que incluya, según corresponda:

1.º La parte o partes de la instalación afectada por la modificación.

2.º El estado ambiental del lugar en el que se ubica la instalación y los posibles impactos que se prevean con la modificación sustancial que se pretende, abarcando aquellos que puedan originarse al cesar la explotación de la misma.

3.º Medidas previstas para controlar las emisiones al medio ambiente.

b) La documentación exigida por la normativa de aguas, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 9 de este reglamento y en el artículo 12.1.c) de la Ley 16/2002, de 1 de julio.

c) Aquella documentación que contenga los datos que permitan comparar el funcionamiento y las emisiones de la instalación con los niveles de emisión asociados a las mejores técnicas disponibles descritos en las conclusiones sobre las MTD.

d) La determinación de los datos que, a juicio del solicitante, gocen de confidencialidad de acuerdo con la normativa vigente.

e) Cualquier otra información y documentación acreditativa del cumplimiento de requisitos establecidos en la legislación aplicable, incluida, en su caso, la referida a fianzas o seguros obligatorios que sean exigibles.

2. En la solicitud no se aportará el informe urbanístico del Ayuntamiento previsto en el artículo 7, salvo que se varíen las circunstancias urbanísticas sobre las que se informó; tampoco se deberá presentar aquella otra documentación referida a hechos, situaciones y demás circunstancias y características técnicas de la instalación, del proceso productivo y del lugar del emplazamiento, que ya hubiera sido aportada al órgano competente con motivo de la solicitud de autorización original.

3. Una vez recibida la solicitud de modificación sustancial, el órgano competente requerirá, en su caso, al titular en el plazo de cinco días para que subsane la falta o acompañe la documentación necesaria en el plazo máximo de diez días, con indicación de que si así no lo hiciera se le tendrá por desistido de su petición.

4. Si la modificación implica que las características de los vertidos a las aguas continentales de cuencas gestionadas por la Administración General del Estado son diferentes a las previstas en la autorización ambiental integrada original, el órgano competente remitirá al organismo de cuenca, en el plazo de cinco días, la documentación prevista en el artículo 9.1, para que en el plazo de diez días desde la entrada de la documentación en su registro se informe sobre si la documentación presentada debe subsanarse, continuándose las actuaciones en caso contrario.

El órgano competente una vez examinada el resto de la documentación presentada por el titular y recibido el informe anterior, en el plazo de cinco días, requerirá al titular de la instalación para que, en su caso, subsane la falta o acompañe la documentación preceptiva en el plazo de diez días, con indicación de que, si así no lo hiciera se le tendrá por desistido de su petición.

5. Presentada la documentación completa, el órgano competente:

- a) La someterá a información pública por un plazo no inferior a veinte días, y
- b) la remitirá al organismo de cuenca para que elabore el informe mencionado en el artículo 19 de la Ley 16/2002, de 1 de julio, en el plazo máximo de cuatro meses, desde la fecha de entrada en el registro de la correspondiente confederación. El informe contendrá, al menos, los extremos exigidos para las autorizaciones de vertido en los artículos 251 y 259 del Reglamento de Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.

No será necesario este informe cuando el titular declare vertido cero, sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

6. Finalizado el trámite de información pública, el órgano competente remitirá en el plazo de tres días:

- a) Al Ayuntamiento en cuyo territorio se ubique la instalación, el expediente completo junto con las alegaciones y observaciones recibidas, para que elabore el informe mencionado en el artículo 18 de la Ley 16/2002, de 1 de julio.
- b) Al organismo de cuenca, una copia de las alegaciones y observaciones recibidas para su consideración.
- c) Al resto de órganos que deban informar sobre las materias de su competencia, una copia del expediente completo junto con las alegaciones y observaciones recibidas.

7. Recibidos los informes anteriores, el órgano competente, tras realizar una evaluación ambiental del proyecto en su conjunto, efectuará el trámite de audiencia al solicitante de la autorización.

8. Finalizado el trámite de audiencia, la autoridad competente redactará una propuesta de resolución.

Si se hubiesen realizado alegaciones se dará traslado de las mismas junto con la propuesta de resolución a los órganos citados en el apartado 6, para que en el plazo máximo de diez días, manifiesten lo que estimen conveniente.

9. El órgano competente para otorgar la autorización ambiental integrada, dictará la resolución que ponga fin al procedimiento en el plazo máximo de seis meses.

Transcurrido el plazo máximo de seis meses sin haberse notificado resolución expresa, podrá entenderse desestimada la solicitud presentada.

10. La modificación sustancial de la instalación no afectará a la vigencia de otras autorizaciones o concesiones y licencias que se hayan exigido, las cuales se regularán de conformidad con lo establecido en la normativa que resulte de aplicación.

11. Tras la resolución de la modificación sustancial, la parte o partes afectadas por la misma podrán iniciar su puesta en funcionamiento en los términos previstos en el artículo 12.

12. En los supuestos en que la instalación requiera alguno de los medios de intervención administrativa definida en el artículo 3.2 de la Ley 16/2002, de 1 de julio, el procedimiento para la modificación sustancial será el previsto en la sección 3.^a y la solicitud contendrá, además de la documentación del apartado primero, el estudio de impacto ambiental y restante documentación exigida por la legislación que resulte de aplicación.

Artículo 16. *Procedimiento de revisión de la autorización ambiental integrada.*

1. De conformidad con lo establecido en el artículo 25 de la Ley 16/2002, de 1 de julio, el órgano competente para otorgar la autorización ambiental integrada solicitará previamente a los órganos que deban pronunciarse sobre las diferentes materias ambientales de su competencia que, en el plazo de diez días, indiquen qué documentación estiman necesaria revisar.

Asimismo, si el organismo de cuenca estima que existen circunstancias que justifican la revisión de la autorización ambiental integrada, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 25.4.d) de la Ley 16/2002, de 1 de julio, solicitará al órgano competente para otorgar la autorización que inicie los tramites previstos en los apartados siguientes.

2. Recibidos los pronunciamientos anteriores, el órgano competente requerirá al titular de la autorización para que, en el plazo de quince días, aporte dicha documentación incluyendo, en su caso, los resultados del control de las emisiones y otros datos que permitan una comparación del funcionamiento de la instalación con las mejores técnicas disponibles descritas en las conclusiones relativas a las MTD aplicables y con los niveles de emisión asociados a ellas.

3. En ningún caso, deberá presentar aquella documentación referida a hechos, situaciones y demás circunstancias y características técnicas de la instalación, del proceso productivo y del lugar del emplazamiento, que ya hubiera sido aportada al órgano competente con motivo de la solicitud de autorización original.

4. A continuación se proseguirán con los trámites previstos en el artículo 15, apartados 3 a 11.

Sección 3.^a *Coordinación con los procedimientos de evaluación de impacto ambiental y otros medios de intervención administrativa de competencia estatal*

Artículo 17. *Ámbito de aplicación del procedimiento de coordinación.*

1. El procedimiento de coordinación establecido en esta sección se aplicará a las instalaciones que requieran los medios de intervención administrativa de la Administración General del Estado enunciados en el artículo 3.2 de la Ley 16/2002, de 1 de julio, y además requieran una evaluación de impacto ambiental de conformidad con lo establecido en el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.

Los documentos que sean comunes para varios de los procedimientos mencionados, se presentarán sólo una vez siempre que incluyan todos los requisitos previstos en las distintas normas aplicables.

2. A los efectos de esta sección se entenderá por «órgano sustantivo» y «órgano ambiental» los definidos, respectivamente, en los apartados 2 y 3 del artículo 2 del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.

Asimismo, el «titular de la instalación» será el «promotor del proyecto», de acuerdo con el artículo 2.4 del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.

Artículo 18. *Presentación de solicitudes.*

1. El titular de la instalación presentará ante el órgano sustantivo:

a) La solicitud de la autorización sustantiva, la declaración responsable o la comunicación previa, según proceda, acompañadas en cada caso de la documentación exigida conforme a la normativa sectorial, y

b) La solicitud de inicio de la evaluación de impacto ambiental acompañada del documento inicial del proyecto mencionado en el artículo 6 del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.

El órgano sustantivo remitirá la documentación mencionada en la letra b) al órgano ambiental para que determine el alcance del estudio de impacto ambiental, de acuerdo con el artículo 8 del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.

2. El titular de la instalación presentará ante el órgano competente de la comunidad autónoma la solicitud de autorización ambiental integrada, incluido el estudio de impacto ambiental.

Artículo 19. *Trámite conjunto de información pública y consulta a las Administraciones Públicas.*

1. El órgano competente de la comunidad autónoma remitirá copia del expediente de solicitud de la autorización ambiental integrada al órgano sustantivo para que, en el plazo de diez días, realice el trámite de información pública y de consulta a las Administraciones Públicas y a las personas interesadas. Éste trámite será único para los procedimientos de evaluación de impacto ambiental y para el otorgamiento de autorización ambiental integrada, y tendrá una duración no inferior a treinta días.

En tanto no se reciba dicho expediente, el órgano sustantivo suspenderá el cómputo del plazo para el otorgamiento de la autorización sustantiva.

2. Finalizado el trámite de información pública y de consulta, el órgano sustantivo, en el plazo de cinco días, remitirá el expediente, junto con las alegaciones y observaciones recibidas, al órgano competente de la comunidad autónoma para otorgar la autorización ambiental integrada.

3. Tras la realización de las actuaciones reguladas en los apartados anteriores, el órgano competente para otorgar la autorización ambiental integrada, el órgano sustantivo y el órgano ambiental continuarán los trámites establecidos en la legislación que resulte, respectivamente, de aplicación en materia de autorización ambiental integrada, de autorización sustantiva o de evaluación de impacto ambiental.

El órgano competente para otorgar la autorización ambiental integrada suspenderá el cómputo del plazo para el otorgamiento de dicha autorización en tanto no reciba la declaración de impacto ambiental.

Artículo 20. *Formulación de la declaración de impacto ambiental.*

1. El órgano ambiental remitirá la propuesta de declaración de impacto ambiental al órgano competente de la comunidad autónoma para otorgar la autorización ambiental integrada, que podrá formular las observaciones que estime pertinentes, en el plazo máximo de quince días.

2. Una vez valoradas las observaciones que, en su caso, se hubieran recibido, el órgano ambiental formulará la declaración de impacto ambiental y la remitirá, en el plazo máximo de diez días, al órgano sustantivo y al órgano de la comunidad autónoma para que continúen, respectivamente, con la tramitación del procedimiento de autorización sustantiva y de autorización ambiental integrada.

CAPÍTULO III

Inspección y control

Artículo 21. *Sistemas de inspección ambiental.*

1. De acuerdo con el artículo 29.2 de la Ley 16/2002, de 1 de julio, los órganos competentes para realizar las tareas de inspección ambiental contarán con un sistema de inspección ambiental para las instalaciones contempladas en el anejo 1 de la Ley 16/2002, de 1 de julio, ubicadas en su territorio.

2. El sistema de inspección ambiental incluirá el análisis de toda la gama de efectos ambientales relevantes de la instalación de que se trate y garantizará un adecuado nivel de comprobación del cumplimiento ambiental.

3. Las Administraciones Públicas competentes asegurarán la adecuada y suficiente dotación de medios personales y materiales para los sistemas de inspección ambiental, velando por la aptitud profesional del personal que los integre y proporcionando los recursos necesarios para la prestación del servicio en condiciones de seguridad y eficacia.

Artículo 22. *Labor de inspección ambiental.*

1. De conformidad con el artículo 29.1 de la Ley 16/2002, 1 de julio, las labores de inspección ambiental en las instalaciones donde se desarrollen las actividades del anejo 1, serán desempeñadas por inspectores ambientales.

Las entidades designadas, de acuerdo con el artículo 29.1 de la Ley 16/2002, de 1 de julio, podrán ejercer actuaciones materiales de inspección que no estén reservadas a funcionarios públicos.

2. Los inspectores ambientales serán funcionarios adscritos al órgano que ejerza las competencias en materia de inspección ambiental, y en el ejercicio de sus funciones gozarán de la condición de agentes de la autoridad.

Los inspectores podrán ir acompañados de asesores técnicos, que ejercerán una labor meramente consultiva en razón de sus conocimientos técnicos, y en ningún caso tendrán la condición de agentes de la autoridad.

Los asesores técnicos y las entidades designadas estarán debidamente identificados por los órganos competentes y, además, deberán guardar secreto respecto de los datos e informaciones que conocieran en el ejercicio de estas funciones.

3. El titular de la instalación que sea objeto de inspección está obligado a:

a) Permitir el acceso, aun sin previo aviso y debidamente identificados, a los inspectores ambientales, a los asesores técnicos y a las entidades designadas del artículo 29.1 de la Ley 16/2002, 1 de julio, cuando vayan acompañados de los inspectores o cuando el titular de la instalación no se oponga.

b) Prestar la colaboración necesaria facilitando cuanta información y documentación le sea requerida al efecto.

c) Prestar asistencia para la realización de toma de muestras o la práctica de cualquier medio de prueba.

En las instalaciones de cría intensiva de aves de corral o de cerdos del epígrafe 9.3 del anejo 1, la labor inspectora se realizará cumpliendo con las limitaciones reguladas por la normativa de sanidad animal, tanto en el acceso a las instalaciones como en la realización de toma de muestras o la práctica de cualesquiera medios de prueba.

Artículo 23. *Planificación de la inspección ambiental.*

1. Los órganos competentes para realizar las tareas de inspección ambiental, garantizarán que todas las instalaciones bajo el ámbito de aplicación de la Ley 16/2002, de 1 de julio, estén cubiertas por un plan de inspección ambiental que considere la totalidad del ámbito territorial en que éstas operen y garantizará que este plan es objeto de periódica revisión y, cuando proceda, actualización.

La periodicidad de revisión y actualización será establecida por cada uno de los órganos competentes.

2. El plan de inspección ambiental incluirá lo siguiente:
 - a) Una evaluación general de los problemas de medio ambiente más importantes.
 - b) La zona geográfica cubierta por el plan de inspección.
 - c) Un registro de las instalaciones cubiertas por el plan.
 - d) El procedimiento para elaborar los programas de las inspecciones ambientales indicadas en el apartado 3.
 - e) Los procedimientos de las inspecciones ambientales programadas y no programadas.
 - f) En su caso, disposiciones sobre la cooperación entre los diferentes órganos responsables de la inspección y, en particular, entre los organismos de cuenca y los órganos competentes para realizar tareas de inspección de las comunidades autónomas.

3. Basándose en los planes de inspección, los órganos competentes elaborarán regularmente programas de inspección ambiental que incluyan la frecuencia de las visitas de inspección a los emplazamientos para los distintos tipos de instalaciones, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- a) De acuerdo con lo establecido en el artículo 12.3, la visita de inspección a estas instalaciones se realizará en el plazo de un año desde el inicio de la actividad.
- b) El período entre dos visitas in situ se basará en una evaluación de los riesgos de las instalaciones correspondientes, y no superará un año en las instalaciones que planteen los riesgos más altos y tres años en las instalaciones que planteen riesgos menores.
- c) Si una inspección hace patente un grave incumplimiento de las condiciones de la autorización ambiental integrada, sin perjuicio del régimen sancionador previsto en la Ley 16/2002, de 1 de julio, en un plazo no superior a seis meses se realizará una visita adicional a la instalación.

Los planes y programas deberán ponerse a disposición del público, entre otros por medios electrónicos, sin más limitaciones que las establecidas en la Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente.

4. La evaluación sistemática de los riesgos ambientales se basará, al menos, en los siguientes criterios:

- a) El impacto potencial y real de las instalaciones sobre la salud humana y el medio ambiente, teniendo en cuenta los niveles y tipos de emisión, la sensibilidad del medio ambiente local y el riesgo de accidente.
- b) El historial de cumplimiento de las condiciones de la autorización ambiental integrada.
- c) La participación del titular en el sistema de la gestión y auditoría ambientales (EMAS), de conformidad con el Real Decreto 239/2013, de 5 de abril, por el que se establecen las normas para la aplicación del Reglamento (CE) n.º 1221/2009, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009, relativo a la participación voluntaria de organizaciones en un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales (EMAS), y por el que se derogan el Reglamento (CE) n.º 761/2001 y las Decisiones 2001/681/CE y 2006/193/CE de la Comisión.

5. Las inspecciones ambientales no programadas para investigar denuncias graves sobre aspectos ambientales, accidentes graves e incidentes ambientales y casos de incumplimiento de las normas, se efectuarán lo antes posible y, en su caso, antes del otorgamiento, modificación sustancial o revisión de una autorización ambiental integrada.

Artículo 24. *Documentación de la labor inspectora, su notificación y publicidad.*

1. El resultado de la visita in situ se consignará en la correspondiente acta, levantada por el inspector. Los hechos constatados por los funcionarios encargados de las tareas de inspección tendrán valor probatorio, sin perjuicio de las pruebas que en defensa de los respectivos derechos o intereses puedan señalar o aportar los propios administrados.

2. Las actas de inspección son documentos públicos y deben ir, en todo caso, firmadas por el inspector.

Si en la inspección ha estado presente el titular, un representante o un empleado de la empresa, se le dará la oportunidad de firmar el acta que en ningún caso, salvo que aquél quisiera hacer voluntariamente manifestación de lo contrario, supondrá aceptación de ninguno de los hechos en ella reflejados, ni de las medidas sugeridas como posible solución a un problema constatado por el inspector; asimismo, se le facilitará la oportunidad de manifestar en el acta cuanto a su derecho convenga y se le entregará una copia. En el acta también se dejará constancia de cualquier incidencia ocurrida durante su firma y entrega.

3. Después de cada visita in situ, los órganos competentes elaborarán un informe sobre la actuación realizada en el que incluirán las conclusiones relativas al cumplimiento de las condiciones de la autorización ambiental integrada por la instalación, así como respecto a cualquier ulterior actuación necesaria.

4. El informe se notificará al titular en un plazo máximo de dos meses a partir de la fecha en que finalice la visita, para que realice las alegaciones que estimen convenientes, por un plazo de quince días.

Dicha notificación se efectuará sin perjuicio de la tramitación, cuando proceda, de un procedimiento sancionador, el cual deberá contar con un acuerdo de inicio independiente.

5. Los órganos competentes publicarán el informe de la actuación realizada en un plazo máximo de cuatro meses, sin más limitaciones que las establecidas en la Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente.

6. En todo caso, las autoridades competentes se asegurarán de que el titular de la instalación toma todas las medidas necesarias indicadas en el informe regulado en el apartado 3, sin perjuicio del procedimiento sancionador que pudiera proceder.

Artículo 25. *Medidas provisionales.*

1. Iniciado el procedimiento sancionador, el órgano competente para resolverlo podrá adoptar, de oficio o a instancia de parte, en cualquier momento, mediante acuerdo motivado, las medidas de carácter provisional que estime oportunas para asegurar la eficacia de la resolución que pudiera recaer y evitar el mantenimiento de los riesgos o daños para la salud humana y el medio ambiente y ordenará las medidas indispensables para su protección de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 34 de la Ley 16/2002, de 1 de julio.

2. Con la misma finalidad, en los casos de urgencia y para la protección provisional de los intereses implicados, podrá adoptar las medidas provisionales imprescindibles con anterioridad a la iniciación del procedimiento sancionador, con los límites y condiciones establecidos en el artículo 72.2 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, y demás normativa aplicable, sin que puedan en ningún caso sobrepasar el plazo de quince días.

3. Las medidas provisionales se adoptarán basándose en un juicio de razonabilidad y eligiéndose aquella que menos dañe la situación jurídica del titular.

CUADERNOS

**Legislación Medioambiental
para la Industria
Emisiones atmosféricas**

IMPIVA

GENERALITAT VALENCIANA
CONSELLERIA D'INDUSTRIA, COMERÇ I ENERGIA

Legislación Medioambiental para la Industria.

Emisiones atmosféricas.

1

INTRODUCCIÓN _____ 5

2

LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Aspectos básicos _____ 9

Marco competencial _____ 11

3

NORMATIVA COMUNITARIA

Sustancias que agotan la capa de ozono _____ 14

Emisiones de compuestos orgánicos volátiles en
instalaciones industriales _____ 18

4

NORMATIVA ESTATAL

Instalaciones Industriales _____ 23

Vehículos de motor _____ 35

5

OBLIGACIONES DEL INDUSTRIAL

Al inicio de la actividad _____ 39

Durante el desarrollo de la actividad _____ 41

Calendario del Industrial _____ 44

6

SABER MÁS _____ 49

7

ANEXOS

Legislación básica de protección de la atmósfera _____ 52

Organismos de Control Autorizado (OCA) _____ 54

DIRECCIONES DE INTERÉS



1

INTRODUCCIÓN

1

INTRODUCCIÓN

EL MEDIO AMBIENTE:
UN FACTOR ESTRATÉGICO
DE COMPETITIVIDAD,
INTEGRADO EN LA
GESTIÓN GLOBAL DE
LA EMPRESA

ES NECESARIO
ROMPER EL LAZO ENTRE
DESARROLLO
ECONÓMICO E IMPACTO
AMBIENTAL NEGATIVO

DE QUÉ SE TRATA

El medio ambiente constituye un factor estratégico de competitividad que debe ser tenido en cuenta a la hora de planificar actuaciones empresariales a corto, medio y largo plazo y, como tal factor estratégico, debe estar integrado en la gestión global de la empresa.

Ello supone la realización de un esfuerzo tecnológico continuo y de formación de los recursos humanos de las empresas para incorporar ese nuevo elemento, a veces complejo y variable, desarrollando estrategias de prevención.

A escala global se requiere romper el lazo entre desarrollo económico y ciertos impactos ambientales, como son el efecto invernadero y la destrucción de la capa de ozono, siendo necesario crear el marco y las condiciones necesarias para lograr un sector industrial fuerte y competitivo que garantice el carácter sostenible de la actividad industrial y su compatibilidad con el medio ambiente.

En materia de medio ambiente, y en su nivel básico, el objetivo prioritario de una industria debe ser el cumplimiento de la legislación y de los requisitos ambientales aplicables a sus actividades, productos y servicios.

Ante la existencia de una normativa cada vez más amplia y con la finalidad de simplificar la identificación de los requisitos aplicables a la industria, se ha elaborado este texto básico sobre legislación en materia de contaminación atmosférica, que trata de facilitar a las pequeñas y medianas industrias de la Comunidad Valenciana la interpretación de sus obligaciones reglamentarias.



2

LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

2

LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

ASPECTOS BÁSICOS

La regulación de la contaminación atmosférica se apoya en dos conceptos relacionados: la **inmisión** y la **emisión** de sustancias contaminantes.

La noción de **emisión** hace referencia a la **acción de echar, expulsar, verter determinadas sustancias contaminantes a la atmósfera** a través de focos, conductos o chimeneas.

Sin embargo, el concepto de **inmisión** representa la fase inmediatamente posterior, esto es, la situación que se plantea cuando, una vez emitidos dichos gases, se dispersan en la atmósfera.

Este concepto se asocia al nivel de calidad del aire y representa el **nivel de presencia o concentración de determinados gases contaminantes en la atmósfera**.

EMISIÓN:
ACCIÓN DE ECHAR,
EXPULSAR, VERTER,
ARROJAR DETERMINADAS
SUSTANCIAS
CONTAMINANTES A LA
ATMÓSFERA

INMISIÓN:
NIVEL DE PRESENCIA O
CONCENTRACIÓN DE
DETERMINADOS GASES
CONTAMINANTES EN LA
ATMÓSFERA



El presente cuaderno analiza la normativa relativa a los requisitos básicos exigidos a equipos e instalaciones industriales en materia de **emisiones contaminantes a la atmósfera**, dado que es el aspecto de la reglamentación que, de forma habitual, debe ser considerado y su cumplimiento vigilado por parte de las industrias durante el desarrollo de sus actividades de producción.

La legislación en materia de emisiones atmosféricas se desarrolla en varios sentidos:

LA LEGISLACIÓN
RELATIVA A EMISIONES
ATMOSFÉRICAS SE
DESARROLLA EN
VARIOS SENTIDOS:

Control de la emisión de sustancias que destruyen la capa de ozono

Control de emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) debido al uso de disolventes orgánicos

Control de emisiones de contaminantes procedentes de instalaciones industriales

Control de emisiones procedentes de vehículos de motor

- **Control de la emisión de sustancias que destruyen la capa de ozono.** La normativa existente es de *ámbito europeo*, elaborada en forma de Reglamento, por lo que su aplicación es directa en todos los países miembros de la Unión Europea sin necesidad de transposición.
- **Control de emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) debido al uso de disolventes orgánicos,** regulado a través de *Directiva europea pendiente de transposición*.
- **Control de emisiones de contaminantes procedentes de instalaciones industriales,** desarrollado principalmente a través de *legislación estatal y comunitaria*.
- **Control de emisiones procedentes de vehículos de motor,** regulado a partir de normativa de ámbito estatal, procedente de la *legislación comunitaria*.

MARCO COMPETENCIAL

En España, la gestión ambiental estatal corresponde al Ministerio de Medio Ambiente. El Estado tiene la competencia exclusiva para desarrollar y aprobar la legislación básica sobre protección del medio ambiente, además de la adaptación del derecho comunitario al ordenamiento interior.

Las Comunidades Autónomas tienen competencias, tanto para el desarrollo legislativo, como para dictar normas adicionales de protección, más exigentes que las establecidas con carácter básico por el Estado.

Por lo que respecta a las competencias de los Ayuntamientos están comprendidas en la *Ley 7/1985 de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local*, que autoriza a los municipios a ejercer competencias en materia de protección del Medio Ambiente.

The image features a background with a light blue sky, a large reddish-brown circle, and a green hill at the bottom. Several white, thick, curved lines and a straight line are scattered across the scene, some overlapping the circle and the sky. The number '3' is prominently displayed in a teal color on the left side of the green hill.

3

NORMATIVA COMUNITARIA

3

NORMATIVA COMUNITARIA

SUSTANCIAS QUE AGOTAN LA CAPA DE OZONO

La Unión Europea ha desarrollado legislación relativa a la emisión de sustancias que agotan la capa de ozono con el fin de regular este tipo de fluidos, contenidos principalmente en equipos de refrigeración y aire acondicionado y en sistemas de extinción de incendios.

A diferencia de la legislación comunitaria para otros campos del medio ambiente, la normativa para este tipo de emisiones ha sido elaborada en forma de Reglamento, por lo que su aplicación es directa en los países miembros, sin necesidad de transponerla a su ordenamiento jurídico interno.

Los requisitos exigidos a este tipo de compuestos quedan recogidos en el *Reglamento (CE) nº 2037/2000 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de junio de 2000 sobre las sustancias que agotan la capa de ozono*.

El Reglamento regula la producción, importación, exportación, puesta en el mercado, uso, recuperación, reciclado y eliminación de sustancias que agotan la capa de ozono.

- Con carácter general, queda prohibida la producción, uso y puesta en el mercado de las siguientes sustancias:
 - Clorofluorocarburos (CFC)
 - Otros CFC totalmente halogenados
 - Halones
 - Tetracloruro de carbono
 - 1,1,1 - Tricloroetano
 - Hidrobromofluorocarburos

LA U.E. REGULA LA EMISIÓN DE SUSTANCIAS QUE AGOTAN LA CAPA DE OZONO MEDIANTE UN **REGLAMENTO** DE APLICACIÓN DIRECTA

EL REGLAMENTO: PROHIBE LA PRODUCCIÓN, USO Y PUESTA EN EL MERCADO DE DIFERENTES SUSTANCIAS

**REGLAMENTO
CE
nº 2037/2000
sobre
sustancias
que agotan la
capa de ozono**

Prohibición de uso, producción y puesta en mercado de ciertas sustancias

- Clorofluorocarburos (CFC)
- Otros CFC totalmente halogenados
- Halones
- Tetracloruro de carbono
- 1,1,1-Tricloroetano
- Hidrobromofluorocarburos

Control de la utilización de HCFC y bromuro de metilo

Recuperación y control de escapes de sustancias que agotan la capa de ozono

Gestor Autorizado

- Destrucción
- Reciclado / Regeneración

Y ESTABLECE
CONDICIONES MUY
ESTRICTAS PARA
OTRAS

EXCEPCIONES

- Además, el Reglamento (CE) nº 2037/2000 establece condiciones muy estrictas para la producción, uso y puesta en el mercado de:
 - Hidroclorofluorocarburos (HCFC)
 - Bromuro de metilo.
- Existen excepciones, entre las que cabe destacar la relativa a los sistemas de protección contra incendios y extintores que contengan halones, que deberán ser retirados del servicio antes del 31 de diciembre de 2003, recuperando estas sustancias mediante gestores autorizados para su reciclaje o destrucción por medios compatibles con el medio ambiente.

1. Control de la utilización de hidroclorofluorocarburos (HCFC)

Respecto a la **utilización** de HCFC, queda prohibido su uso bajo las siguientes condiciones:

Tabla 1. Limitaciones de uso de HCFC

Aplicación*	Condiciones
En aerosoles	Prohibido su uso
Como disolventes	A partir del 1 de enero de 2002, en todos los usos como disolventes, con excepción de la limpieza de precisión de componentes eléctricos y de otro tipo en aplicaciones aeroespaciales y aeronáuticas; en este caso la prohibición entrará en vigor el 31 de diciembre de 2008
Como refrigerante	A partir del 1 de enero de 2010, quedará prohibido el uso de HCFC puros para el mantenimiento y reparación de los aparatos de refrigeración y aire acondicionado existentes en dicha fecha. A partir del 1 de enero de 2015 quedarán prohibidos todos los HCFC
Para la producción de espumas	A partir del 1 de enero de 2004, para la producción de todo tipo de espumas, inclusive pulverizadores de poliuretano y espuma en bloques
En todas las demás aplicaciones	Prohibido su uso

* Para determinados usos asociados con las aplicaciones indicadas en esta tabla, existen plazos inferiores a los señalados para la prohibición del uso de HCFC.

LA UTILIZACIÓN DE HCFC
QUEDA RESTRINGIDA A
DETERMINADAS
ACTIVIDADES Y PLAZOS

RECUPERACIÓN:
LAS SUSTANCIAS QUE
AGOTAN LA CAPA DE
OZONO DEBEN SER
RECUPERADAS Y
ENTREGADAS A UN
GESTOR AUTORIZADO

CONTROL DE ESCAPES:
LA REVISIÓN DE LAS
INSTALACIONES SÓLO
PUEDE SER REALIZADA
POR EMPRESAS
CALIFICADAS

2. Recuperación y control de escapes de sustancias que agotan la capa de ozono

Las sustancias usadas que son reguladas por el Reglamento (CE) nº 2037/2000 **deben ser recuperadas** para su destrucción, reciclado o regeneración **durante las operaciones de revisión y mantenimiento de los equipos, así como antes de su desmontaje.**

En el momento de la recuperación, la industria ha de tener en cuenta que la sustancia es un residuo peligroso y, por ello, debe gestionarlo a través de un gestor autorizado, cumpliendo la normativa legal relativa al envasado, etiquetado, almacenamiento, documentación y registro.

El propietario de equipos o sistemas que contengan alguna de las sustancias recogidas en el Reglamento, debe tomar las medidas de prevención necesarias para evitar los escapes de las mismas.

En particular, **se controlará anualmente los aparatos fijos cuya carga de fluido refrigerante sea superior a 3 kg**, para comprobar que no presentan escapes. Los Estados miembros determinarán las cualificaciones mínimas del personal implicado.

En España, las instalaciones de climatización están reguladas por el *RD 1751/98* y las frigoríficas en el *RD 3099/77* y sus correspondientes modificaciones.

Estas instalaciones sólo podrán ser reparadas por empresas que tengan el documento de calificación de empresa instaladora o de empresa de mantenimiento.

La Conselleria de Industria, Comercio y Energía otorga dicha calificación empresarial a las empresas que lo solicitan y que cumplen los requisitos que señala la instrucción técnica correspondiente.

El personal de las empresas autorizadas para la instalación y mantenimiento de este tipo de instalaciones, debe haber recibido la formación necesaria para evitar las fugas de fluidos que destruyen la capa de ozono.

EMISIONES DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COV) EN INSTALACIONES INDUSTRIALES

La norma que recoge los principios que deben regir el control de las emisiones de COV es la *Directiva 1999/13/CE, del Consejo del 11 de marzo, relativa a la limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes orgánicos en determinadas actividades e instalaciones.*

La Directiva, pendiente de transposición, establece las obligaciones aplicables a ciertas actividades industriales que emplean disolventes en cantidades superiores a determinados valores umbral.

Los Estados miembros deben adoptar las medidas necesarias para que las **instalaciones nuevas**, así como las **modificaciones** sustanciales de instalaciones existentes, se ajusten a la Directiva, en concreto las relativas a:

- instalaciones y determinadas sustancias o preparados con contenido en COV clasificados como carcinógenos, mutágenos o tóxicos, que deberán ser sustituidos en la medida de lo posible, así como a los vertidos de COV indicados anteriormente o halogenados (art. 5)
- la supervisión y control de las emisiones (art. 8)
- los valores límite de emisión de compuestos orgánicos volátiles (art. 9)

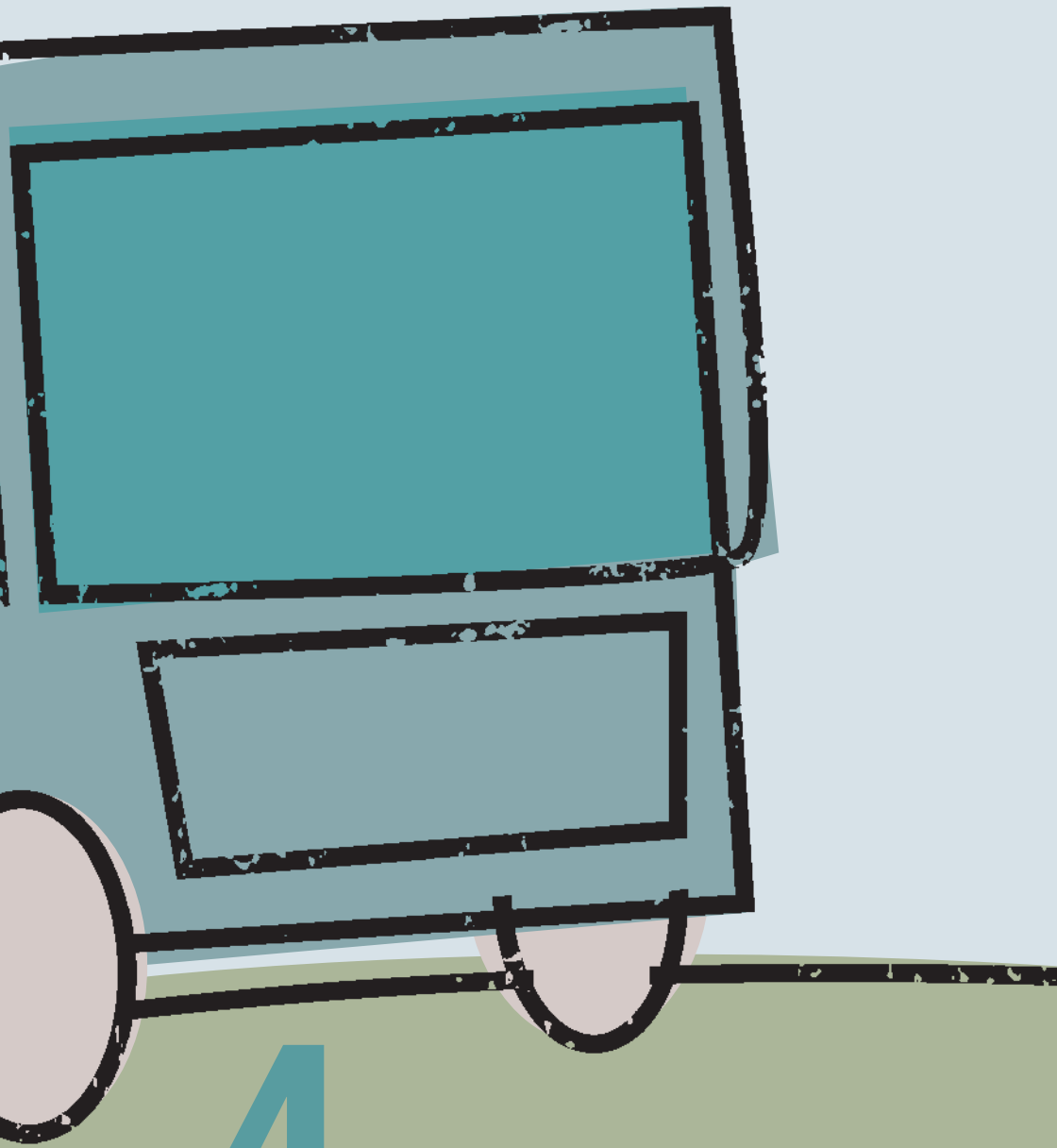
Las instalaciones industriales deberán cumplir las exigencias anteriores en la fecha que determine la normativa nacional de transposición de la Directiva 1999/13/CE.

LA U.E. LIMITA LA EMISIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES, COV, A TRAVÉS DE **DIRECTIVA** QUE ESTABLECE OBLIGACIONES PARA ACTIVIDADES INDUSTRIALES QUE EMPLEAN DISOLVENTES EN CANTIDAD SUPERIOR A UN VALOR UMBRAL

La siguiente tabla muestra los valores umbral de consumo de disolventes a partir de los cuales las actividades indicadas entran en el ámbito de aplicación de la Directiva 1999/13/CE y, por tanto, quedan obligadas al cumplimiento de la misma.

Tabla 2. Umbral de consumo de disolventes por actividades

Actividad	Umbral de consumo de disolvente (Tm/año)
Impresión offset de bobinas por calor	15
Rotograbado de publicaciones	25
Otras unidades de rotograbado, flexografía, impresión serigrafía rotativa, laminado o barnizado	15
Impresión serigrafía rotativa sobre textil o en cartón / cartulina	30
Limpieza de superficies	1
Recubrimiento de vehículos y renovación del acabado de vehículos	0,5
Recubrimiento de bobinas	25
Otros tipos de recubrimiento, incluido el recubrimiento de metal, plástico, textil, tejidos, películas y papel	5
Recubrimiento de alambre de bobinas	5
Recubrimiento de madera	15
Limpieza en seco	–
Impregnación de fibras de madera	25
Recubrimiento de cuero	10
Fabricación de calzado	5
Laminación de madera y plástico	5
Recubrimiento con adhesivos	5
Fabricación de preparados de recubrimientos, barnices, tintas y adhesivos	100
Conversión de caucho	15
Extracción de aceite vegetal y grasa animal y de procesos de refinado de aceite vegetal	10
Fabricación de productos farmacéuticos	50



4

NORMATIVA ESTATAL

4

NORMATIVA ESTATAL

Existen varias disposiciones a través de las cuales el legislador perfila el nivel de calidad del aire que puede considerarse como razonablemente limpio o, lo que es lo mismo, el nivel de contaminación aceptable para una determinada zona.

Se considera que siempre existe una contaminación de fondo y lo que se persigue es no superar los niveles considerados como tolerables.

Desde esta perspectiva, podemos agrupar en tres bloques las disposiciones dictadas hasta la fecha con relación a la contaminación atmosférica:

- Normas que se aplican a instalaciones industriales.
- Normas que se aplican a los vehículos de motor.
- Otras normas más específicas, que se enumeran en el *Anexo, Legislación Básica de Protección de la Atmósfera*, y que están relacionadas con grandes instalaciones de combustión, instalaciones de incineración de residuos municipales o peligrosos, o con la inmisión o calidad del aire.

Disposiciones relativas a contaminación atmosférica

Se agrupan en 3 bloques

Normas que se aplican a **Instalaciones industriales**

Normas para **vehículos de motor**

Otras normas más específicas:

- Instalaciones de combustión o incineración
- Inmisión o calidad del aire

LAS DISPOSICIONES
LEGALES ESTABLECEN
EL **NIVEL DE
CONTAMINACIÓN
ACEPTABLE PARA UNA
DETERMINADA ZONA**

LAS DISPOSICIONES
RELATIVAS A
CONTAMINACIÓN
ATMOSFÉRICA SE
AGRUPAN EN TRES
BLOQUES

INSTALACIONES INDUSTRIALES

**LA LEY DE PROTECCIÓN
DEL AMBIENTE
ATMOSFÉRICO**
PREVIENE, VIGILA Y
CORRIGE LA
CONTAMINACIÓN
ATMOSFÉRICA

PARA ELLO FIJA LÍMITES
MÁXIMOS DE **INMISIÓN** Y
EMISIÓN

EL NIVEL DE
CONTAMINACIÓN
ATMOSFÉRICA NO
DEPENDE ÚNICAMENTE
DE LA CANTIDAD DE
GASES EMITIDOS, POR
ELLO LA LEY
CONTEMPLA DOS
ÁMBITOS DE APLICACIÓN:

• **ZONA DE ATMÓSFERA
CONTAMINADA**

• **ZONA EN SITUACIÓN
DE EMERGENCIA**

LA LEY SE DESARROLLA
EN UN **DECRETO** DE
APLICACIÓN DIRECTA
PARA LA INDUSTRIA,
QUE FIJA:

En España, la legislación de carácter general en materia de contaminación atmosférica se recoge en la *Ley 38/72, de 22 de diciembre, sobre Protección del Ambiente Atmosférico* *. Constituye el objeto de esta disposición la prevención, vigilancia y corrección de la contaminación atmosférica cualquiera que sea la causa que la haya producido.

Para conseguir este objetivo la Ley prevé que se establezcan unos límites máximos de inmisión y emisión.

El nivel de contaminación existente en la atmósfera no depende solamente de la cantidad de gases emitidos y, por esta razón, la existencia de ciertos valores límite aplicables a estas emisiones asegura que el nivel de calidad del aire no se resienta.

Ante esta problemática, se crean dos figuras que permiten aplicar con mayor rigor la legislación relativa a los límites de emisión cuando sea necesario:

- **Zona de Atmósfera Contaminada (ZAC):** lugares en que, pese al cumplimiento de los niveles de emisión, la concentración de contaminantes rebasa los niveles de inmisión durante cierto número de días al año.
- **Zona en Situación de Emergencia (ZSE):** lugar en el que por accidente o causas meteorológicas, se rebasan los niveles de inmisión establecidos.

La Ley prevé, además, la creación de una Red Nacional de Estaciones de Vigilancia y Previsión de la Contaminación Atmosférica, actualmente en funcionamiento.

La Ley 38/72 de Protección del Ambiente Atmosférico se desarrolla en el *Decreto 833/75 de 6 de febrero*, cuyo contenido, de aplicación más directa para la industria, se expone a continuación.

* Para grandes instalaciones industriales recogidas en la Ley 16/2002, ver apartado 6, de este capítulo.

En el Título II del Decreto 833/75, dedicado a la *Vigilancia de la Calidad del Aire*, cumpliendo con el mandato contenido en la Ley, se fijan los niveles de inmisión, así como los criterios de ponderación de los diferentes índices, que permitirán interpretar los valores concretos de contaminación.

Todo ello se contiene en el *Anexo I: Normas Técnicas de Niveles de Inmisión*.

Los Títulos III y IV desarrollan los regímenes especiales en las *Zonas de Atmósfera Contaminada* y las *Zonas en Situación de Emergencia*.

En ambos casos se determinan las características que habrán de tener para ser consideradas como ZAC o ZSE, así como el procedimiento a cumplimentar para lograr la declaración.

El Título V, dedicado al *Control de las Emisiones*, está configurado sobre tres pilares fundamentales que fijan tanto las actividades industriales que por su naturaleza constituyen o pueden constituir focos de contaminación atmosférica, como las sustancias que generan dicha contaminación o los niveles máximos de emisión admisibles de cada tipo de contaminante en los vertidos a la atmósfera.

1. Actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera.

En el Anexo II del Decreto 833/75, se establece el *Catálogo de Actividades Potencialmente Contaminadoras de la Atmósfera*, entendiendo como tales aquellas que por su propia naturaleza pueden constituir un foco de contaminación atmosférica.

Estas actividades son clasificadas en tres grupos A, B y C en función de su mayor o menor potencial de contaminación de la atmósfera.

- **LOS NIVELES DE INMISIÓN Y LOS CRITERIOS DE PONDERACIÓN DE LOS ÍNDICES**

- **LOS REGÍMENES ESPECIALES DE LA ZAC Y LA ZSE**

- **EL CONTROL DE LAS EMISIONES EN TORNO A TRES ÁMBITOS:**

1. ACTIVIDADES

INDUSTRIALES QUE PUEDEN GENERAR CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

2. SUSTANCIAS

CONTAMINANTES

3. LÍMITES MÁXIMOS

DE EMISIÓN ADMISIBLES

EN LOS **ANEXOS DEL DECRETO** SE ESTABLECE:

- **EL CATÁLOGO DE ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINADORAS**

Tabla 3. Catálogo de Actividades Potencialmente Contaminadoras de la Atmósfera (extracto)*

Clasificación de Actividades	Actividad
Grupo A	Centrales térmicas convencionales de potencia superior a 50 Mw. Refinerías de petróleo Siderurgia integral Fabricación de celulosa y pasta de papel Fabricación de clínker y cemento Fabricación de cerveza y malta Incineración de residuos industriales Plantas de tratamiento de RSU, con capacidad superior a 150 Tm/día Vertederos de basuras Plantas de compostaje
Grupo B	Calderas con capacidad superior a 20 Tm de vapor/hora Hornos con potencia calorífica superior a 2000 termias/hora Canteras Producción de colorantes orgánicos sintéticos Industria cerámica Fabricación de vidrio Plantas de preparación de hormigón Tratamiento y curtido de cueros y pieles Plantas de depuración de aguas residuales Extracción de aceites vegetales Fundición, blanqueo y filtrado de grasas y sebos Producción de alimentos precocinados y ahumados
Grupo C	Calderas con capacidad igual o inferior a 20 Tm de vapor/hora Hornos con potencia calorífica igual o inferior a 2000 termias/hora Industria de aserrado y despiece de la madera y corcho Fabricación de tableros aglomerados y de fibras Tostado y torrefactado del café, cacao, malta y achicoria Preparación de extractos o concentrados de carne, pescado y otras materias animales Lavado y cardado de lana Producción de pinturas, barnices y lacas Fabricación de productos detergentes

* La relación completa del Catálogo de Actividades Potencialmente Contaminadoras de la Atmósfera se encuentra recogida en el Anexo II del Decreto 833/75.

2. Sustancias contaminantes de la atmósfera.

En el Anexo III del mismo Decreto 833/75 se especifica la relación de los agentes **contaminantes de la atmósfera**, éstos son:

Contaminantes principales	Contaminantes especiales
SO ₂	HCl
CO	Cloro
NO _x	Bromo
Hidrocarburos	HF
Partículas sedimentables y en suspensión	Cianuros
Humos	Acetileno
	Compuestos orgánicos
	Olores molestos
	etc.

3. Límites máximos de emisión.

El Anexo IV del Decreto 833/75 fija los *Niveles de Emisión de Contaminantes a la Atmósfera*, que representan los límites máximos de emisión permitidos para 26 tipos de actividades y determinadas sustancias contaminantes de la atmósfera consideradas como las más peligrosas.

Algunas de las actividades especificadas son: instalaciones que utilizan fuel-oil, centrales térmicas, industria siderúrgica, refinerías de petróleo, fabricación de fertilizantes, vidrio, cementeras, cerámicas, etc.

A modo de ejemplo, se indican los límites de emisión de contaminantes, completados en algunos casos con valores de opacidad, para algunas instalaciones e industrias potencialmente contaminadoras de la atmósfera.

Los límites aplicables a **instalaciones de combustión industrial que utilizan fuel-oil** son:

• LA **RELACIÓN** DE
AGENTES
CONTAMINANTES

• Y LOS **NIVELES** DE
EMISIÓN PERMITIDOS
PARA 26 TIPOS DE
ACTIVIDADES Y
DETERMINADAS
SUSTANCIAS

Tabla 4. Instalaciones de combustión industrial que utilizan fuel-oil: Límites de emisión.

Instalación	Parámetro	Límite	Unidad
De fuel-oil o gasoil doméstico	Opacidad	1	Escala de Ringelmann
		2	Escala de Bacharach
De fuel-oil pesado nº 1 o BIA (bajo índice de azufre)	Opacidad	2	Escala de Ringelmann
		4	Escala de Bacharach
De fuel-oil pesado nº 2	Opacidad	2,5	Escala de Ringelmann
		5	Escala de Bacharach
De fuel-oil BIA o gasoil doméstico	SO ₂	850	mg/Nm ³
Fuel-oil pesado nº 1	SO ₂	1700	mg/Nm ³
Fuel-oil pesado nº 2	SO ₂	3400	mg/Nm ³
Cualquier combustible y potencia	CO	1445	ppm

Por otra parte, los límites establecidos para algunas **actividades industriales** son:

Tabla 5. Actividades industriales: Límites de emisión (extracto)*

Actividad	Parámetro	Límite	Unidades
Hornos de recalentamiento y tratamientos térmicos	Opacidad	1,5	Escala de Ringelmann
Cerámica	Partículas sólidas	150	mg/Nm ³
Fabricación de vidriosólidas	Partículas	150	mg/Nm ³
Cementos	Partículas sólidas (hornos)	150	mg/Nm ³
	Partículas sólidas (enfriadores de clínker)	50	mg/Nm ³
	Partículas sólidas (machacadoras, molinos, transportadores y ensacadoras)	150	mg/Nm ³

* La relación completa de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y sus correspondientes límites de emisión de sustancias contaminantes se encuentra recogida en el Anexo IV del Decreto 833/75.

Asimismo, en el punto 27 del Anexo IV del Decreto 833/75 se establecen límites para el resto de actividades industriales y sustancias contaminantes.

Tabla 6. Actividades diversas: Límites de emisión

Actividad	Parámetro	Límite	Unidades
Actividades industriales diversas no especificadas en los puntos 1 a 26 del anexo IV del Decreto 833/75	Partículas sólidas	150	mg/Nm ³
	Opacidad	1	Escala de Ringelmann
		2	Escala de Bacharach
	SO ₂	4.300	mg/Nm ³
	CO	500	ppm
	NO _x (medido como NO ₂)	300	ppm
	F total	<i>Ver tabla siguiente</i>	
	Cl	230	mg/Nm ³
	HCl	460	mg/Nm ³
H ₂ S	10	mg/Nm ³	

El límite de flúor ha sido posteriormente modificado, según el RD 547/79, siendo los nuevos valores los siguientes:

Tabla 7. Límites de emisión de Flúor

Actividad	Límite	Unidades
Fritas de vidrio para esmaltes		
Emisión de flúor en partículas		
Zona húmeda de pastizales	20	mg/Nm ³
Otras zonas	40	mg/Nm ³
Emisión de flúor en gas		
Zona húmeda de pastizales	20	mg/Nm ³
Otras zonas	40	mg/Nm ³
Actividades diversas no especificadas		
Zona húmeda de pastizales	40	mg/Nm ³
Otras zonas	80	mg/Nm ³

Para aquellos **contaminantes** de la atmósfera cuyos límites de emisión **no están especificados en el Anexo III** del Decreto 833/75, se establece que no deberán rebasar la treintava parte de las concentraciones máximas permitidas en el ambiente interior de las explotaciones que señala el *Reglamento 2414/61 de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (RAMINP)*.

Adicionalmente, el Decreto 833/75 hace referencia en sus artículos 50 y 51 a las emisiones de polvo procedentes de actividades ligadas con la explotación de canteras y almacenamiento al aire libre:

- En las actividades de construcción y explotación de canteras se tomarán las medidas más adecuadas para evitar la emisión de polvo.
- En los parques de almacenamiento al aire libre de materiales a granel, se tomarán las medidas más adecuadas para evitar que la acción del viento pueda levantar polvo, como por ejemplo:
 - Mantener el material constantemente humedecido
 - Cubrirlo con fundas de lona, plástico o cualquier otro tipo
 - Protegerlo mediante la colocación de pantallas cortavientos

El Decreto 833/75 es desarrollado por la *Orden de 18/10/76, sobre Prevención y Corrección de la Contaminación Industrial de la Atmósfera* que establece los requisitos que deberán cumplirse para la instalación, ampliación y modificación de las actividades potencialmente contaminantes, así como las obligaciones de control, inspección y vigilancia del funcionamiento de las instalaciones.

4. Instalación, ampliación, modificación, traslado, puesta en marcha y funcionamiento de instalaciones industriales

Según la citada Orden de 18/10/76, las actividades potencialmente contaminantes de la atmósfera pertenecien-

EL DECRETO ESTABLECE TAMBIÉN LAS MEDIDAS A TOMAR RESPECTO A LAS **EMISIONES DE POLVO** ASOCIADAS CON ACTIVIDADES AL AIRE LIBRE

LA ORDEN 18/10/76 DESARROLLA EL DECRETO Y ESTABLECE:

- EL **PROCEDIMIENTO** PARA LA **INSTALACIÓN, AMPLIACIÓN Y MODIFICACIÓN** DE ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES
- LOS **REQUISITOS** NECESARIOS DE **CONTROL, INSPECCIÓN Y VIGILANCIA** DE LAS INSTALACIONES

LAS **ACTIVIDADES** DE
LOS GRUPOS **A Y B**
DEBEN PRESENTAR UN
PROYECTO ESPECÍFICO
DE **MEDIDAS**
CORRECTORAS DE LA
CONTAMINACIÓN **ANTES**
DEL INICIO DE LA
ACTIVIDAD

LAS **ACTIVIDADES** DEL
GRUPO **C** REQUIEREN
DECLARACIÓN FORMAL
DE QUE SE CUMPLE LA
NORMATIVA DE
PROTECCIÓN DEL MEDIO
AMBIENTE ATMOSFÉRICO

TRAS LA **PUESTA EN**
MARCHA, LAS
ACTIVIDADES DE LOS
GRUPOS **A Y B**, DEBEN
REALIZAR UNA **MEDICIÓN**
DE LOS
CONTAMINANTES
EMITIDOS QUE ACREDITE
LA EFICACIA DE LAS
MEDIDAS ADOPTADAS

LAS **ACTIVIDADES**
POTENCIALMENTE
CONTAMINADORAS,
DEBEN REALIZAR:

tes a los grupos A y B antes de comenzar a funcionar, deberán presentar a los Servicios Territoriales de la Conselleria de Industria, Comercio y Energía, un **proyecto específico** de medidas correctoras de la contaminación, independiente del general de la planta.

Para ello se justificará la aplicación de tecnologías limpias o sistemas de depuración adecuados.

Por lo que respecta a las actividades del grupo C, se requiere la **declaración formal** de que el proyecto cumple la normativa en materia de protección del ambiente atmosférico.

Posteriormente a la puesta en marcha de las instalaciones correspondientes a actividades del grupo A o B, deberá acreditarse ante los Servicios Territoriales de Industria la eficacia de las medidas ejecutadas mediante una **medición de los contaminantes emitidos**. Dicha medición deberá ser efectuada por parte de un Organismo de Control Autorizado (OCA).

Tabla 8. Autorización y puesta en marcha de instalaciones

Clasificación de actividades	Solicitudes de autorización de instalación, ampliación, modificación o traslado	Puesta en marcha
Grupo A	Presentación de proyecto de corrección de la contaminación atmosférica	Estudio sobre emisión de contaminantes realizado por OCA
Grupo B		
Grupo C	Declaración formal de cumplimiento de normativa de protección del ambiente atmosférico	—

5. Control y vigilancia del funcionamiento de las instalaciones

La Orden de 18/10/76 establece asimismo la obligatoriedad que tienen las actividades clasificadas como

potencialmente contaminadoras de la atmósfera de realizar, por un Organismo de Control Autorizado (OCA), **mediciones periódicas** de los contaminantes emitidos.

La frecuencia de estas mediciones será de 2, 3, ó 5 años, según corresponda a actividades del grupo A, B o C, respectivamente.

Además, las actividades pertenecientes a los Grupos A y B deberán realizar **autocontroles** de sus emisiones de contaminantes de la siguiente forma:

- **Grupo A:** como mínimo una vez **cada 15 días**. Dichas mediciones de autocontrol deberán efectuarse según un Programa aprobado por la Conselleria de Industria, Comercio y Energía.

La Administración, incluso, podría solicitar a determinadas actividades la medición en continuo de determinados focos y contaminantes.

- **Grupo B:** la empresa realizará **autocontroles periódicos**.

La tabla siguiente muestra la periodicidad de las inspecciones y autocontroles establecidos:

Clasificación de actividades	Inspección de control por OCA	Autocontrol de emisiones
Grupo A	Cada 2 años	Cada 15 días
Grupo B	Cada 3 años	Periódico
Grupo C	Cada 5 años	—

Con independencia del grupo A, B o C a que corresponda la actividad potencialmente contaminadora de la atmósfera, los resultados obtenidos, tanto de las inspecciones por OCA como de los autocontroles, deberán ser anotados en el **libro registro** facilitado por la Conselleria de Medio Ambiente.

Para la obtención del citado libro registro, que será único para cada foco emisor, deberá presentarse en los

- **MEDICIÓN PERIÓDICA**
POR OCA DE LOS
CONTAMINANTES
EMITIDOS (ACTIVIDADES
GRUPOS A, B Y C)
- **AUTOCONTROL** DE LA
EMISIÓN DE
CONTAMINANTES
(GRUPOS A Y B)

LOS RESULTADOS
OBTENIDOS DE ESTOS
CONTROLES SE ANOTAN
EN **LIBRO REGISTRO**

LAS INDUSTRIAS DE
LOS GRUPOS A Y B
CON UNA PLANTILLA
SUPERIOR A 250
PERSONAS HAN
DE ESTABLECER UN
SERVICIO DE
PREVENCIÓN Y
CORRECCIÓN DE
LA CONTAMINACIÓN
INDUSTRIAL DE LA
ATMÓSFERA

A LAS INDUSTRIAS QUE
CONSTITUYEN FOCOS
IMPORTANTES DE
CONTAMINACIÓN, SE LES
PUEDE EXIGIR LA
INSTALACIÓN DE
ESTACIONES DE MEDIDA
DE LA INMISIÓN

LAS **INSTALACIONES** DE
GRAN POTENCIAL
CONTAMINADOR
**RECOGIDAS EN LA LEY
16/2002**, DEBERÁN:

- OBTENER Y RENOVAR
PERIÓDICAMENTE LA
**AUTORIZACIÓN
AMBIENTAL
INTEGRADA**

Servicios Territoriales de la Conselleria de Medio Ambiente una Declaración normalizada de Emisiones de Instalaciones Industriales Potencialmente Contaminadoras de la Atmósfera y un certificado de mediciones de la contaminación atmosférica expedido por un OCA.

Asimismo, las industrias incluidas en el grupo A y B del catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera cuya plantilla supere las 250 personas, dispondrán de un **Servicio de Prevención y Corrección de la Contaminación Industrial de la Atmósfera** dedicado a la vigilancia y control del funcionamiento de los equipos de depuración de las emisiones de contaminantes y de sus instrumentos de control.

Adicionalmente, las industrias del grupo A que, a juicio de la Administración, constituyan focos de contaminación importantes, deberán disponer de estaciones de medida de la concentración en el medio ambiente exterior (inmisión) de SO₂, partículas en suspensión y sedimentables, o cualquier otro contaminante.

Finalmente, la Orden de 18/10/76 establece la metodología para el cálculo de la altura de las chimeneas de forma que se garantice la dispersión de contaminantes, así como la ubicación de los orificios para realizar la toma de muestras de los gases emitidos.

6. Actividades industriales incluidas en el Anejo 1 de la Ley 16/2002, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación

En caso de **nuevas instalaciones, traslado o modificación sustancial** de instalaciones en las que se desarrolle alguna de las actividades recogidas en el Anejo 1 de la *Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación* (IPPC), sus titulares están obligados a disponer de la correspondiente **autorización ambiental integrada**, emitida por la Conselleria de Medio Ambiente, cuya solicitud, tramitación, concesión y cumplimiento se rige, *para este tipo de actividades*, por lo dispuesto en la citada Ley. Entre otros aspectos

tos, dicha autorización contendrá los valores límite de emisión para las sustancias contaminantes emitidas por la instalación, los sistemas de tratamiento y control, así como los sistemas de medición y su frecuencia.

La autorización ambiental integrada se otorgará por un periodo máximo de ocho años. Su renovación debe solicitarse con una antelación mínima de 10 de meses antes del vencimiento del plazo de vigencia de la autorización.

Por lo que respecta a las **instalaciones existentes**, deberán contar con la citada autorización ambiental integrada antes del **30 de octubre de 2007**.

Asimismo, todos los centros productivos incluidos en alguna de las categorías industriales del Anejo 1 de la mencionada Ley tendrán que informar de las cantidades anuales emitidas a la atmósfera de una serie de sustancias contaminantes, diferentes según las actividades industriales que se lleven a cabo en cada centro.

El **Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (EPER-España)**, tiene por objeto recopilar los datos de las emisiones a aguas y atmósfera de determinadas sustancias contaminantes.

El sistema de registro de emisiones, desarrollado a través de internet en la dirección www.eper-es.com, centraliza la entrada y salida de información. El industrial cuenta con ayudas sobre cómo cumplimentar los formularios y cómo obtener los datos requeridos. Para ello, cada sustancia contaminante va acompañada de propuestas metodológicas para su cálculo, medición o estimación.

Las emisiones de las 50 sustancias contaminantes recogidas en la *Decisión 2000/479/CE, de la Comisión, de 17 de julio de 2000 relativa a la realización de un Inventario Europeo de Emisiones Contaminantes (EPER)*, se harán públicas y servirán para la elaboración del Informe Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes.

• **INFORMAR DE LAS EMISIONES A LA ATMÓSFERA DE DETERMINADAS SUSTANCIAS CONTAMINANTES**

VEHÍCULOS DE MOTOR

Son muchas las disposiciones que se han promulgado en los últimos años en materia de vehículos de motor.

LAS DISPOSICIONES
PROMULGADAS PARA
VEHÍCULOS DE MOTOR,
SE PUEDEN CLASIFICAR
EN TRES GRUPOS
RELATIVOS A:

- CARACTERÍSTICAS DE LOS COMBUSTIBLES
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE VEHÍCULOS
- LÍMITES DE EMISIÓN

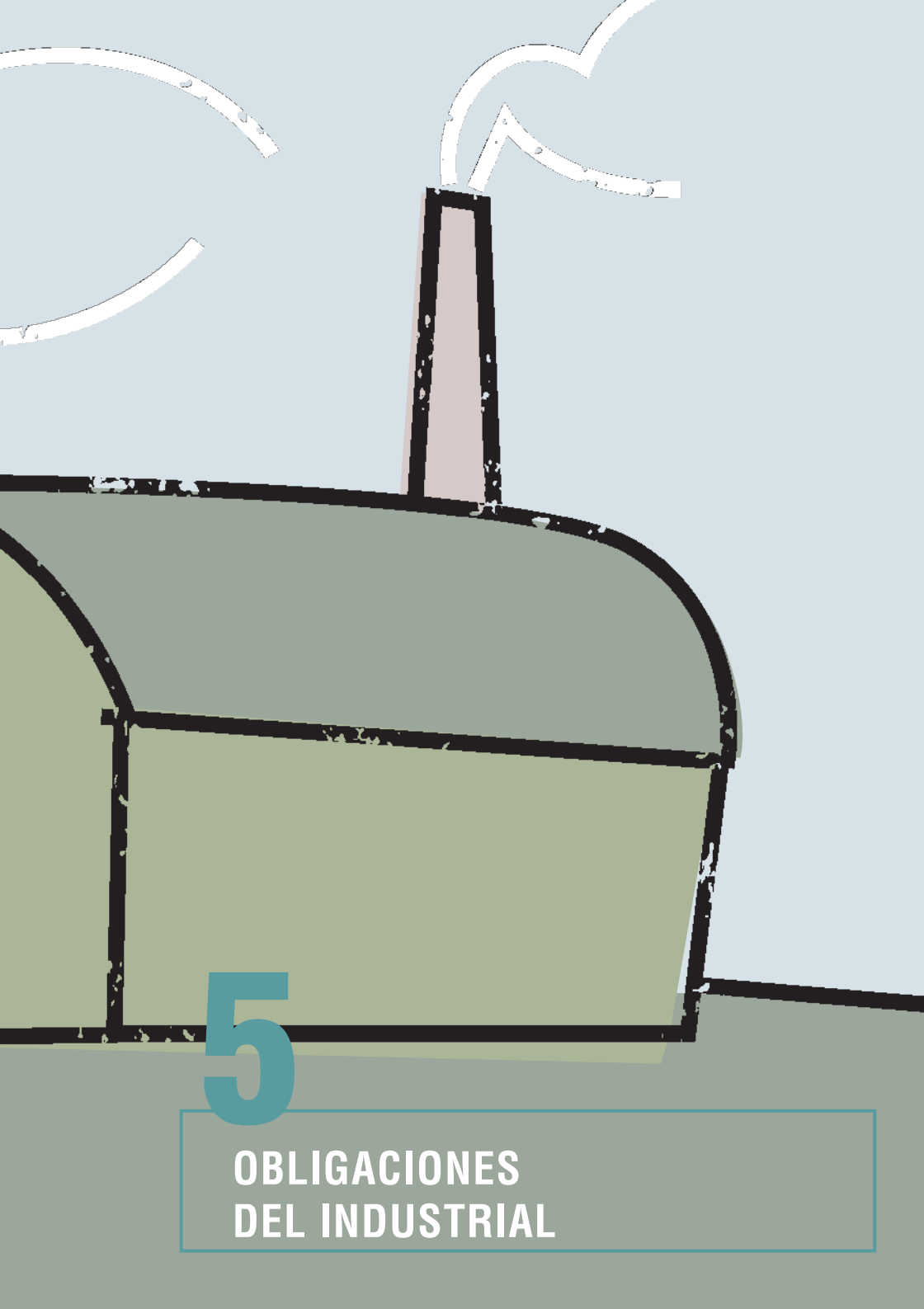
Debido al elevado contenido técnico que caracteriza a este tipo de legislación, al hecho de que estas normas sufren continuas modificaciones como consecuencia de la rápida evolución que están experimentando las nuevas tecnologías en la actualidad, así como a causa de que la aplicación de la mayor parte de los requisitos reglamentarios establecidos en las mismas recae sobre grandes empresas, nos abstenemos de transcribir todas estas disposiciones, si bien pueden ser clasificadas en tres grupos:

- Regulación de las características que deben tener los combustibles.
- Especificaciones técnicas de los vehículos de motor.
- Establecimiento de límites a las emisiones gaseosas procedentes de dichos vehículos de motor.

Los vehículos en el mercado deben cumplir dichos límites. Asimismo, en las Inspecciones Técnicas de Vehículos se comprueba su cumplimiento.

La *Orden de 3/9/90* y la *Orden de 16/10/92*, de ámbito estatal, regulan las emisiones de gases de escape, adoptando directamente los límites de emisión establecidos en la *Directiva 88/76/CEE* y *Directiva 91/441/CEE*, respectivamente.

Las industrias que dispongan de vehículos que superen los 25 Km/h, deberán pasar satisfactoriamente las **Inspecciones Técnicas de Vehículos** ya que en ellas se comprueba el cumplimiento de los límites de emisión establecidos.



5

**OBLIGACIONES
DEL INDUSTRIAL**

5

OBLIGACIONES DEL INDUSTRIAL

PRINCIPALES OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO AL INICIO DE LA ACTIVIDAD

ACTIVIDADES
MOLESTAS,
INSALUBRES, NOCIVAS Y
PELIGROSAS

REQUISITO	NORMA Y ARTÍCULO
Disponer de Licencia de Actividad emitida por el Ayuntamiento correspondiente y cumplir los requisitos establecidos en la misma	Decreto 2414/61 (estatal) Ley 3/89 Art. 2 (C.V.)

ACTIVIDADES
SOMETIDAS A
EVALUACIÓN DE
IMPACTO AMBIENTAL

REQUISITO	NORMA Y ARTÍCULO
Disponer de la Declaración de Impacto Ambiental favorable emitida por la Conselleria de Medio Ambiente y cumplir los requisitos establecidos en la misma	RDL 9/2000 (estatal) Ley 2/89 y Decreto 162/90 (C.V.)

ACTIVIDADES
INDUSTRIALES DEL
ANEJO 1 DE LA LEY
16/2002, DE
PREVENCIÓN Y CONTROL
INTEGRADOS DE LA
CONTAMINACIÓN

REQUISITO	NORMA Y ARTÍCULO
Disponer de la Autorización Ambiental Integrada emitida por la Conselleria de Medio Ambiente y cumplir los requisitos establecidos en la misma	Ley 16/2002 Art. 5 (estatal)

PRINCIPALES OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO AL INICIO DE LA ACTIVIDAD (CONT.)

REQUISITO				NORMA Y ARTÍCULO
	Grupo A	Grupo B	Grupo C	
Presentar un proyecto específico de medidas correctoras de la contaminación (*)	SÍ	SÍ	—	Decreto 833/75 Art. 64 (estatal) Orden 18/10/76 Art. 8 (estatal)
Comprobar la eficacia de las medidas correctoras de la contaminación, una vez instaladas, mediante un estudio de emisión de contaminantes realizado por OCA (*)	SÍ	SÍ	—	Decreto 833/75 Art. 64 (estatal) Orden 18/10/76 Art. 16.1 (estatal)
Presentar una declaración formal de cumplimiento de la normativa de protección del ambiente atmosférico (*)	—	—	SÍ	Orden 18/10/76 Art. 7 (estatal) Decreto 833/75 art. 56.4 (estatal)
Disponer de los focos acondicionados para: - Favorecer la dispersión de contaminantes mediante una altura de chimenea adecuada. - Realizar la toma de muestras de forma representativa mediante orificios situados adecuadamente.				Orden 18/10/76 Art. 10.1 y 11 (estatal) Decreto 833/75 art. 59 (estatal)

ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINADORAS DE LA ATMÓSFERA
(GRUPOS A, B O C)

* A presentar en los Servicios Territoriales de la Conselleria de Indústria, Comerç i Energia.

PRINCIPALES OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO DURANTE EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

EQUIPOS QUE CONTIENEN CFC Y HCFC (FREONES) Y HALONES

REQUISITO	NORMA Y ARTÍCULO
Realizar mantenimiento periódico de estos equipos por empresa autorizada por la Conselleria de Industria, Comercio y Energía para comprobar la ausencia de fugas	Reglamento (CE) 2037/00 Art. 17.1 (europea) RD 3099/77 Art. 26 (estatal)
Recuperar los fluidos que contengan HCFC mediante gestores autorizados por la Conselleria de Medio Ambiente antes del 1 de enero de 2015 o antes del desmontaje	Reglamento (CE) 2037/00 Art. 16.1 (europea)
Recuperar los halones mediante gestores autorizados por la Conselleria de Medio Ambiente antes del 31 de diciembre de 2003 o antes del desmontaje	Reglamento (CE) 2037/00 Art. 16.1 (europea)
Recuperar el resto de fluidos que agotan la capa de ozono mediante gestores autorizados por la Conselleria de Medio Ambiente antes de las fechas indicadas en el Reglamento (CE) 2037/00	Reglamento (CE) 2037/00 Art. 16.1 (europea)

NOTA

La normativa sobre Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) está pendiente de desarrollo legislativo. Incluirá las obligaciones que se recogen en la Directiva 1999/13/CE (ver página 18 de este Cuaderno).

PRINCIPALES OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO DURANTE EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD (CONT.)

REQUISITO				NORMA Y ARTÍCULO
	Grupo A	Grupo B	Grupo C	
Realizar mediciones periódicas de emisiones en cada foco por un Organismo de Control Autorizado (OCA)	Cada 2 años	Cada 3 años	Cada 5 años	Orden 18/10/76 Art. 21 (estatal)
Realizar autocontroles de emisiones en cada foco	Cada 15 días	Periódicamente	-	Orden 18/10/76 Art. 28 y 29 (estatal)
Control de inmisiones	En determinadas condiciones	-	-	Orden 18/10/76 Art. 30 (estatal) Decreto 833/75 Art. 73 (estatal)
Disponer de un Servicio de Prevención y Corrección de la contaminación industrial de la atmósfera (Si la plantilla de la industria supera las 250 personas)	Sí	Sí	-	Orden 18/10/76 Art. 37 (estatal) Decreto 833/75 Art. 79 (estatal)
Con la puesta en marcha de la instalación y para la obtención de los libros registro de emisiones, presentar en los Servicios Territoriales de la Conselleria de Medio Ambiente: <ul style="list-style-type: none"> • Declaración normalizada de Emisiones de Instalaciones Industriales Potencialmente Contaminadoras de la Atmósfera • Certificado de mediciones de la contaminación atmosférica expedido por un OCA 				Orden 18/10/76 Art. 53 y Anexo V, Art. 33 y Anexo IV (estatal)
Registrar los resultados de las mediciones en los libros-registro proporcionados por la Conselleria de Medio Ambiente. Conservar los volúmenes completados al menos durante 5 años				Orden 18/10/76 Art. 33.1 y 33.2 (estatal)
Cumplir los límites de emisión establecidos para los distintos parámetros (partículas, SO ₂ , CO, NO _x , etc.)				Decreto 833/75 Anexo IV (estatal)
En caso de ampliación, modificación o traslado de las instalaciones, llevar a cabo los trámites indicados en el apartado "Obligaciones del Empresario al inicio de la actividad"				Orden 18/10/76 Art. 8 (estatal)

ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINADORAS DE LA ATMÓSFERA (GRUPOS A, B O C)

**ACTIVIDADES
INDUSTRIALES DEL
ANEJO 1 DE LA LEY
16/2002, DE
PREVENCIÓN Y CONTROL
INTEGRADOS DE LA
CONTAMINACIÓN**

Comunicar las averías o anomalías de los sistemas de depuración de gases a la Conselleria de Medio Ambiente	Decreto 833/75 Art. 78 (estatal) Orden 18/10/76 art. 36 (estatal)
Colaborar en las posibles inspecciones , facilitando el acceso, el montaje de equipos, etc.	Orden 18/10/76 Art. 23 (estatal)

REQUISITO	NORMA Y ARTÍCULO
Solicitar la Autorización Ambiental Integrada en caso de explotación, modificación sustancial o traslado	Ley 16/2002 Arts. 5, 9 y disposición transitoria primera (estatal)
Renovar la Autorización Ambiental Integrada cada 8 años	Ley 16/2002 Art. 25 (estatal)
Notificar por medio del registro EPER , las emisiones a la atmósfera de determinadas sustancias contaminantes	Decisión 2000/479/CE (Europea)

**VEHÍCULOS: EMISIONES
DE GASES DE ESCAPE**

REQUISITO	NORMA Y ARTÍCULO
Pasar satisfactoriamente las Inspecciones Técnicas de Vehículos ya que se comprueba el cumplimiento de los límites de emisión establecidos	Orden 3/9/90 (estatal) Orden 16/10/92 (estatal)

CALENDARIO DEL INDUSTRIAL

REQUISITO	QUIÉN	CUÁNDO	DÓNDE	CÓMO
Realizar mantenimiento periódico	Los poseedores de estos equipos	De forma anual	En equipos que contengan estos fluidos (aire acondicionado, extinción contra incendios, etc)	Comprobando que no existen fugas de fluido
Recuperar los fluidos que contengan HCFC	Los poseedores de estos equipos	Antes del 1 de enero de 2015, o antes del desmontaje	En equipos que contengan estos fluidos	Mediante gestores autorizados por la Conselleria de Medio Ambiente
Recuperar los halones	Los poseedores de estos equipos	Antes del 31 de diciembre de 2003 o antes del desmontaje	En equipos que contengan estos fluidos	Mediante gestores autorizados por la Conselleria de Medio Ambiente
Recuperar el resto de fluidos que afecten a la capa de ozono	Los poseedores de estos equipos	Antes de la fecha indicada en el Reglamento (CE) 2037/00 o antes del desmontaje	En equipos que contengan estos fluidos	Mediante gestores autorizados por la Conselleria de Medio Ambiente

**EQUIPOS CON CFC,
HCFC Y HALONES**

**ACTIVIDADES
POTENCIALMENTE
CONTAMINADORAS DE
LA ATMÓSFERA
(GRUPOS A, B O C)**

REQUISITO	QUIÉN	CUÁNDO	DÓNDE	CÓMO
Realizar mediciones periódicas de las emisiones en cada foco	Actividades de los grupos A, B y C	A Cada 2 años	En los focos de emisión	Por un Organismo de Control Autorizado (OCA)
		B Cada 3 años		
		C Cada 5 años		
Realizar autocontroles de las emisiones en cada foco	Actividades de los grupos A y B	A 15 días	En los focos de emisión	Con equipos propios o por un laboratorio externo
		B Periódicos		

**ACTIVIDADES
INDUSTRIALES DEL
ANEXO 1 DE LA LEY
16/2002, DE
PREVENCIÓN Y CONTROL
INTEGRADOS DE LA
CONTAMINACIÓN**

REQUISITO	QUIÉN	CUÁNDO	DÓNDE
Renovar la Autorización Ambiental Integrada	Actividades del anejo 1 de la Ley 16/2002	Cada 8 años	En Conselleria de Medio Ambiente
Notificar las emisiones de determinadas sustancias a la atmósfera		Cada año	En www.eper.es.com

VEHÍCULOS

REQUISITO	QUIÉN	CUÁNDO	DÓNDE	CÓMO
Pasar las Inspecciones Técnicas de Vehículos	Vehículos que superen los 25 Km/h	Depende de la antigüedad del vehículo	En centros homologados	Sometiendo el vehículo a las pruebas de emisión de ruido y gases



6

SABER MÁS

6

SABER MÁS

EMISIÓN

Acción de verter o expulsar determinadas sustancias contaminantes a la atmósfera a través de focos, conductos o chimeneas.

FOCO CONTAMINADOR

Punto emisor de contaminantes de la atmósfera; en especial, cualquier instalación industrial o parte identificada de la misma que vierta al ambiente exterior a través de chimenea o cualquier otro conducto.

LÍMITE DE EMISIÓN

Concentración máxima admisible de un contaminante en las emisiones a la atmósfera.

INMISIÓN

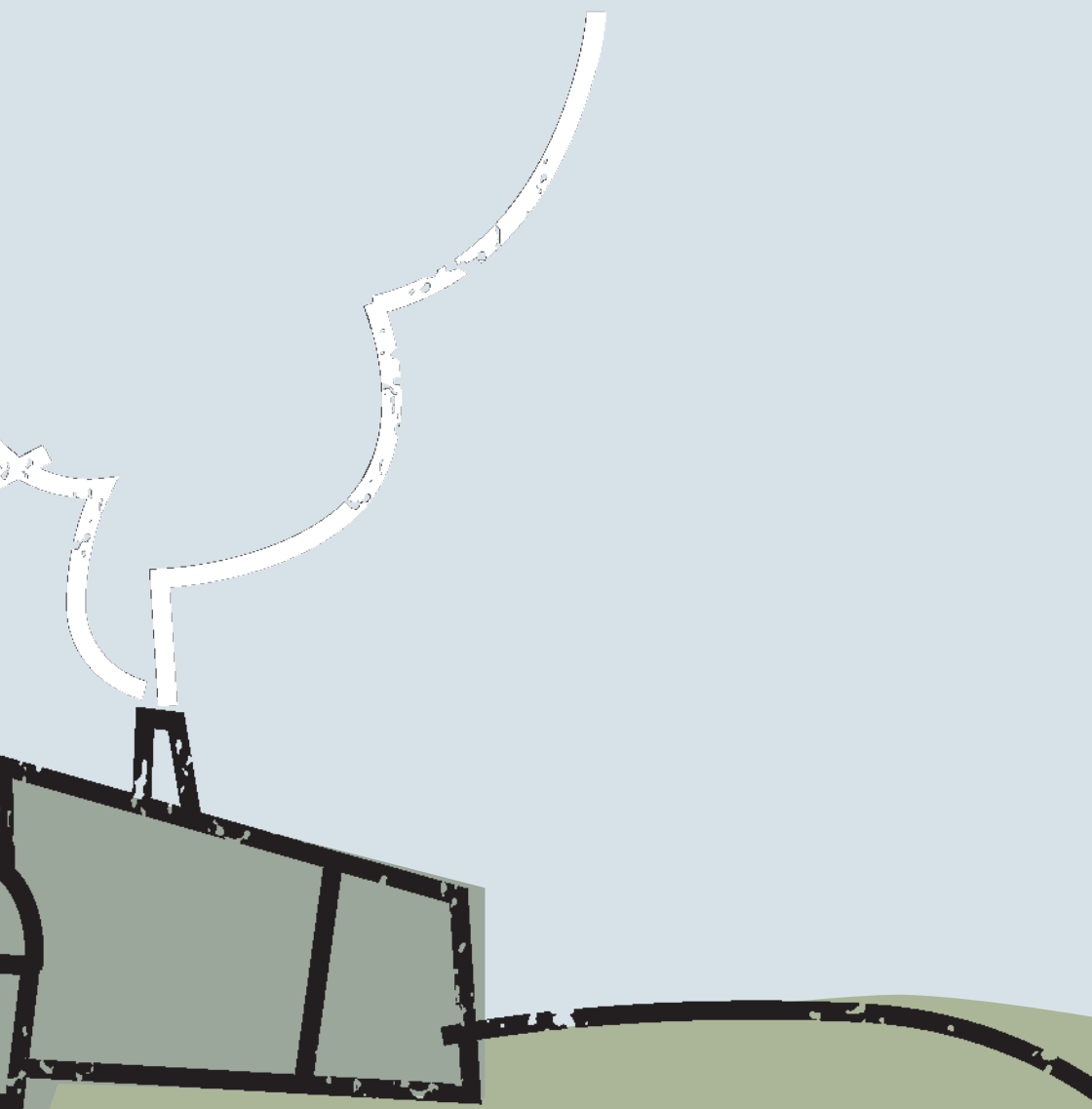
Representa la fase posterior a la emisión de gases, esto es, la situación que se plantea cuando, una vez emitidos, dichos gases se dispersan en la atmósfera. Este concepto se asocia al de nivel de calidad del aire y representa el nivel de presencia o concentración de determinados gases en la atmósfera.

COMPUESTO ORGÁNICO VOLÁTIL (COV)

Todo compuesto orgánico que tenga a 20° C una presión de vapor de 0.01 KPa o más, o que tenga una volatilidad equivalente en las condiciones particulares de uso.

DISOLVENTE ORGÁNICO

Todo COV que se utilice sólo o en combinación con otros agentes, sin sufrir ningún cambio químico, para disolver materias primas, productos o materiales residuales, o que se utilice como agente de limpieza para disolver la suciedad, como disolvente, como medio de dispersión, como modificador de la viscosidad, como agente tensoactivo, como plastificante o como conservador.



7

ANEXOS

7

ANEXOS

LEGISLACIÓN BÁSICA DE PROTECCIÓN DE LA ATMÓSFERA

ÁMBITO: Unión Europea

NORMA JURÍDICA	APLICACIÓN
Directiva 1988/76/CEE	➔ Emisiones de gases de escape de vehículos de motor
Directiva 1989/514/CEE	➔ Limitaciones de ruido de determinada maquinaria
Directiva 1999/13/CE	➔ Compuestos orgánicos volátiles
Reglamento (CE) 2037/2000	➔ Sustancias que agotan la capa de ozono
Decisión 2000/479/CE	➔ Realización de un inventario europeo de emisiones contaminantes (EPER)

NORMA JURÍDICA	APLICACIÓN
Decreto 2414/61	➔ Regulación de actividades molestas, nocivas, insalubres y peligrosas
Ley 38/72	➔ Protección del ambiente atmosférico
Decreto 833/75	➔ Desarrolla la Ley 38/72
Orden 10/8/76	➔ Determinación de niveles de inmisión
Orden 18/10/76	➔ Medidas de prevención y corrección de la contaminación industrial
RD 3099/77	➔ Instalaciones frigoríficas (regulación de sustancias que agotan la capa de ozono)
RD 1613/85	➔ Nuevos límites de inmisión de SO ₂ y partículas en suspensión
RD 717/87	➔ Nuevos límites de inmisión de NO ₂ y plomo
Orden 28/2/89	➔ Límites de emisión en la combustión de aceite usado
Orden 3/9/90	➔ Emisiones de gases de escape de vehículos
RD 1321/92	➔ Modifica el RD 1613/85
RD 646/91	➔ Límites de emisión para grandes instalaciones de combustión
RD 108/91	➔ Contaminación producida por amianto
RD 1088/92	➔ Incineración de residuos urbanos
Orden 26/12/95	➔ Desarrolla el RD 646/91
RD 1494/95	➔ Contaminación producida por ozono
RD 1217/97	➔ Modifica el RD 1088/92 y establece normas sobre incineración de residuos peligrosos
Ley 16/02	➔ Prevención y Control integrados de la contaminación (IPPC)

RELACIÓN DE ORGANISMOS DE CONTROL AUTORIZADOS (OCA) EN LA COMUNIDAD VALENCIANA - Área de Atmósfera

ASISTENCIA TÉCNICA INDUSTRIAL, S.A.E., ATISAE.
Avda. Cataluña, 3 - 46010 VALENCIA
Tel. 963 627 262 - Fax. 963 624 199
www.atisae.com

AUDITORES DE ENERGÍA, S.A.
Poeta Verdaguer, 8 Bajo - 12002 CASTELLÓN
Tel. 964 242 981 - Fax. 964 204 392
www.audema.com

CUALICONTROL - ACI, S.A.
Santa Amalia, 2 Etlo. 2 desp. D-2 - 46009 VALENCIA
Tel. 963 694 749 - Fax. 963 935 121
www.cuali-acisa.com

ENTIDAD COLABORADORA DE LA ADMINISTRACIÓN,
S.A., ECA
Avda. General Avilés, 32 - 46015 VALENCIA
Tel. 963 485 009 - Fax. 963 479 833
www.eca.es

EUROCONTROL, S.A.
Maestro Sosa, 27 bajo - 46007 VALENCIA
Tel. 963 808 005 - Fax. 963 412 478
www.autocontrol.es

NOVOTEC CONSULTORES, S.A.
Chile, 6 1º A - 46021 VALENCIA
Tel. 963 600 277 - Fax. 963 619 814
www.novotec.es

SGS TECNOS, S.A.
P. I. Fte. del Jarro
Ciudad de Llíria, 21 - 46988 PATERNA (Valencia)
Tel. 961 340 833 - Fax. 961 322 463
www.sgs.es

DIRECCIONES DE INTERÉS

Instituto de la Mediana y Pequeña Industria Valenciana - IMPIVA

Area de Servicios Avanzados

Plaza del Ayuntamiento, 6 - 46002 VALENCIA

Tel. 963 986 200 - Fax. 963 986 201

www.impiva.es

En esta dirección podrá consultar la base de datos DIRMEDA que contiene información de más de 300 empresas del sector medioambiental ubicadas en la Comunidad Valenciana que ofrecen servicios de: consultoría especializada, ingeniería ambiental, gestión de residuos, laboratorio de análisis y Organismos de Control Autorizados (OCA). También incluye servicios complementarios de instituciones de la administración autonómica, estatal y europea, entidades sin ánimo de lucro, ferias comerciales, publicaciones y centros de I+D o formación.

Conselleria de Industria, Comercio y Energía

Dirección General de Industria y Energía

C/ Colón, 32 - 46004 VALENCIA

Tel. 012 - Fax. 963 866 002

Agencia Valenciana de Energía - AVEN

C/ Colón, 1 - 46004 VALENCIA

Tel. 963 427 900 - Fax. 963 427 901

Servicios Territoriales de Industria y Energía

C/ Churruca, 29 - 03003 ALICANTE

Tel. 965 934 000 - Fax. 965 934 801

Av. Caballeros, 8 - 12001 CASTELLÓN

Tel. 964 358 000 - Fax. 964 357 901

C/ Gregorio Gea, 27 - 46009 VALENCIA

Tel. 012 - Fax. 963 866 806

Conselleria de Medio Ambiente

Dirección General de Educación y Calidad Ambiental

C/ Fco. Cubells, 7 - 46011 VALENCIA

Tel. 012 - Fax. 963 865 067

Servicios Territoriales de Medio Ambiente

Sección de Calidad Ambiental

C/ Churruca, 29 - 03003 ALICANTE

Tel. 965 934 000 - Fax. 965 934 496

Av. Hermanos Bou, 47 - 12003 CASTELLÓN

Tel. 964 358 000 - Fax. 964 358 857

C/ Gregorio Gea, 27 - 46009 VALENCIA

Tel. 012 - Fax. 963 866 252

ADVERTENCIA:

Téngase en cuenta que el material incluido en esta publicación es de carácter general y no ofrece necesariamente información exhaustiva y completa de los diversos textos adoptados oficialmente.

Así pues, únicamente se consideran auténticos los textos legales publicados en las ediciones impresas de los diversos Boletines y Diarios Oficiales.

El texto ha sido tratado con el máximo cuidado; no obstante, el IMPIVA no asume ninguna responsabilidad por cualquier error o inexactitud que haya podido producirse involuntariamente.

Edita:

IMPIVA - Generalitat Valenciana

ISBN: 84-482-3246-1

Depósito Legal: V-3741-2002

Diseño: Ibán Ramón

Impreso en papel reciclado

PLAN DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA 2011-2020

2ª PLAN DE ACCIÓN NACIONAL
DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESPAÑA 2011-2020

2 Ahorros de energía final y primaria: objetivos 2016 y 2020 y resultados 2010

2.1 OBJETIVOS DE CONSUMO Y AHORROS DE ENERGÍA FINAL Y PRIMARIA EN 2016 Y 2020: RESUMEN DEL PLAN DE ACCIÓN 2011-2020

El Plan de Acción 2011-2020 presenta un conjunto de medidas y actuaciones coherente con los escenarios de consumo de energía final y primaria incorporados en otros instrumentos de planificación en materia de energías renovables (de acuerdo

con las obligaciones que se derivan de la Directiva 2009/28/CE, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables) y de planificación de los sectores de electricidad y gas. De esta forma, la planificación en materia energética constituye un conjunto coherente, conducente al **objetivo de mejora de la intensidad final del 2% interanual en el período 2010-2020.**

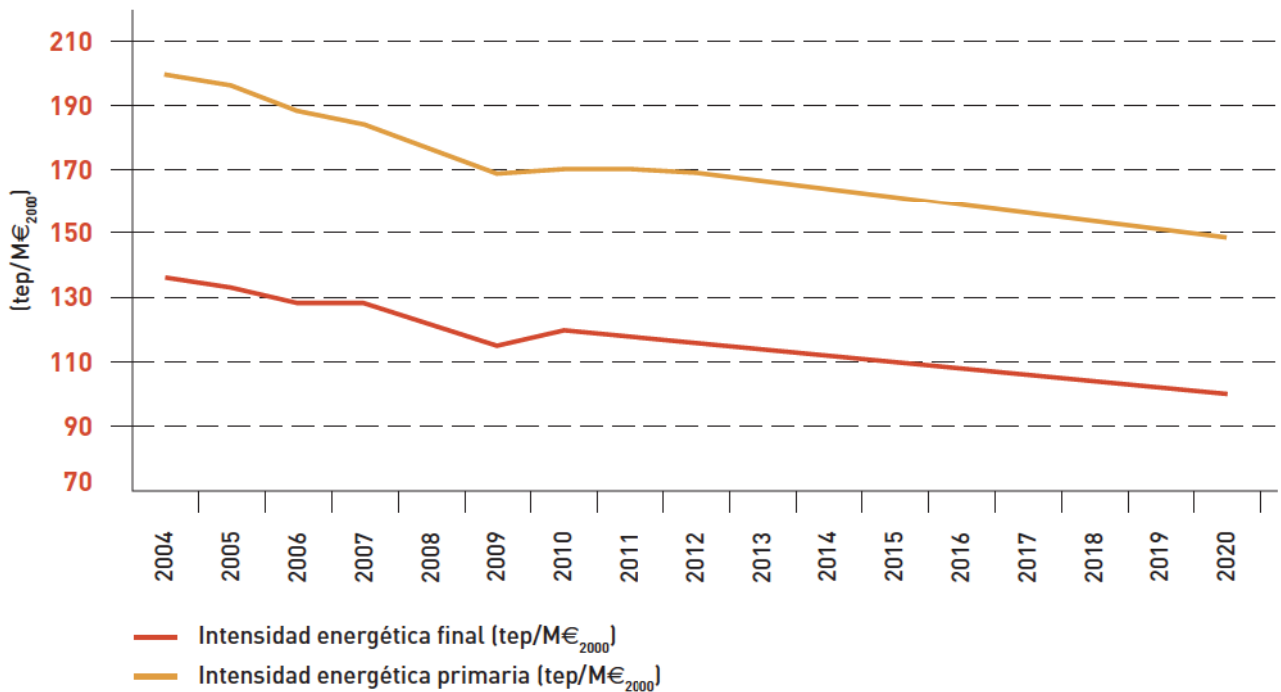
El escenario considerado como objetivo de este Plan y escenario, por tanto, de eficiencia, presenta un consumo-objetivo de energía primaria de 142.213 ktep en 2020, lo que supone un incremento interanual del 0,8% desde el año 2010 y una mejora de la intensidad primaria del 1,5% anual entre ambos años.

Tabla 2.1. Consumos de energía primaria por fuentes (ktep)

Fuentes	2004	2007	2008	2009	2010	2016	2020	2010-2020 (Tasa variación interanual) (%)
Carbón	20.921	20.354	13.983	10.509	8.271	10.468	10.058	1,98
Petróleo	71.054	70.848	68.182	63.684	62.358	55.746	51.980	-1,80
Gas natural	24.671	31.601	34.782	31.096	31.003	37.147	38.839	2,28
Nuclear	16.576	14.360	15.368	13.750	16.102	14.490	14.490	-1,05
Energías renovables	8.854	9.976	10.942	12.165	14.910	21.802	27.878	6,46
Saldo eléc. (Imp.-Exp.)	-260	-494	-949	-697	-717	-1.020	-1.032	3,71
Total	141.817	146.645	142.308	130.507	131.927	138.633	142.213	0,75

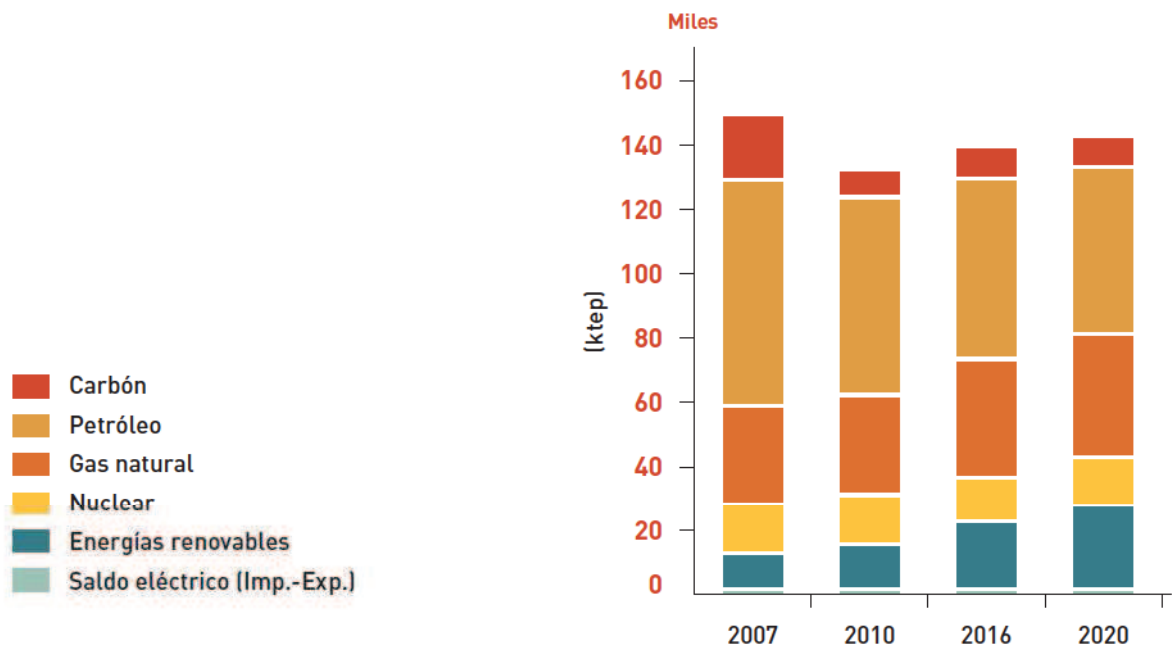
Fuente: Escenarios de la planificación energética indicativa prevista en el artículo 79 de la Ley 2/2011 de Economía Sostenible

Gráfico 2.1. Intensidades de energía final y primaria (tep/M€2000)



Fuente: Escenarios de la planificación energética indicativa prevista en el artículo 79 de la Ley 2/2011 de Economía Sostenible

Gráfico 2.2. Consumos de energía primaria por fuentes (ktep)



Fuente: Escenarios de la planificación energética indicativa prevista en el artículo 79 de la Ley 2/2011 de Economía Sostenible

En términos de energía final, el escenario-objetivo de este Plan es el que se resume en la siguiente tabla, con un objetivo de consumo en el año 2020 de 102.220 ktep, de los que, descontados los consumos de energía final con fines no energéticos, se obtiene un total de consumo de 95.355 ktep. Este escenario garantiza el cumplimiento del objetivo

de mejora de la intensidad final del 2% interanual establecido en las planificaciones aprobadas con carácter previo a este Plan de Acción 2011-2020, y para hacer posible la mejora de la eficiencia propuesta se han identificado las medidas de ahorro y eficiencia energética contenidas en el mismo.

Tabla 2.2. Consumos de energía final por sectores (ktep) —excluidos usos no energéticos

Sectores	2004	2007	2008	2009	2010	2016	2020	2010-2020 (Tasa variación interanual) (%)
Industria	29.855	29.878	30.241	26.468	28.209	26.034	25.777	-0,90
Transporte	37.736	40.804	39.313	37.464	36.744	38.670	38.752	0,53
Residencial, servicios y otros	29.030	30.448	28.886	26.975	28.470	30.016	30.827	0,80
Total	96.621	101.130	98.440	90.906	93.423	94.720	95.355	0,20

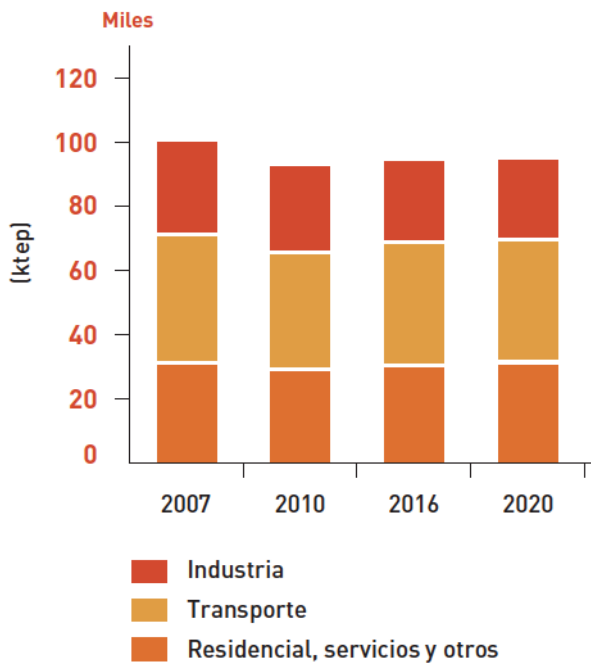
Fuente: Escenarios de la planificación energética indicativa prevista en el artículo 79 de la Ley 2/2011 de Economía Sostenible

Tabla 2.3. Consumos de energía final por fuentes (ktep) —excluidos usos no energéticos

Fuentes	2004	2007	2008	2009	2010	2016	2020	2010-2020 (Tasa variación interanual) (%)
Carbón	2.405	2.317	2.080	1.427	1.693	2.168	2.146	2,40
Prod. petrolíferos	54.244	55.277	52.867	49.032	48.371	43.026	39.253	-2,07
Gas natural	16.283	17.277	16.866	14.639	16.573	18.211	18.800	1,27
Electricidad	19.914	22.159	22.253	20.980	21.410	24.343	27.085	2,38
Energías renovables	3.774	4.101	4.374	4.828	5.375	6.971	8.070	4,15
Total	96.621	101.130	98.440	90.906	93.423	94.720	95.355	0,20

Fuente: Escenarios de la planificación energética indicativa prevista en el artículo 79 de la Ley 2/2011 de Economía Sostenible

Gráfico 2.3. Consumos de energía final por sectores (ktep)

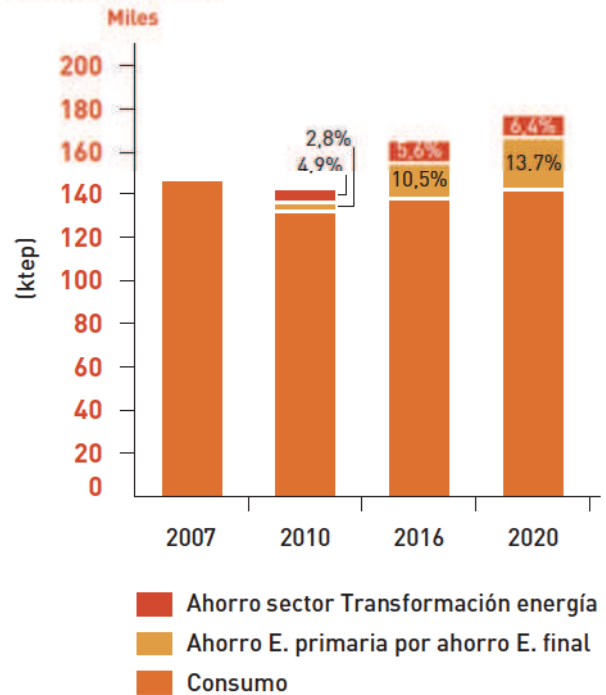


Fuente: Escenarios de la planificación energética indicativa prevista en el artículo 79 de la Ley 2/2011 de Economía Sostenible

Las medidas incluidas en este Plan de Acción 2011-2020 reportarán un ahorro de energía final en el año 2020 de 17.842 ktep y de energía primaria de 35.585 ktep, calculados con referencia al año 2007 y de acuerdo con la metodología propuesta por la Comisión Europea. El ahorro, en términos de energía primaria, incluye los ahorros derivados de las medidas propuestas para el sector *Transformación de la energía* en este Plan y los derivados del cambio en el mix de generación eléctrica estimulado por otras planificaciones en materia de política energética ajenas al mismo y que responden a las obligaciones que se derivan de la Directiva 2009/28/CE, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.

El ahorro anterior, en términos de energía primaria, equivale a un 20% del consumo de energía primaria que habría tenido lugar en 2020 en ausencia de las políticas de diversificación y promoción de las energías renovables aprobadas por el Gobierno español y del presente Plan de Acción 2011-2020.

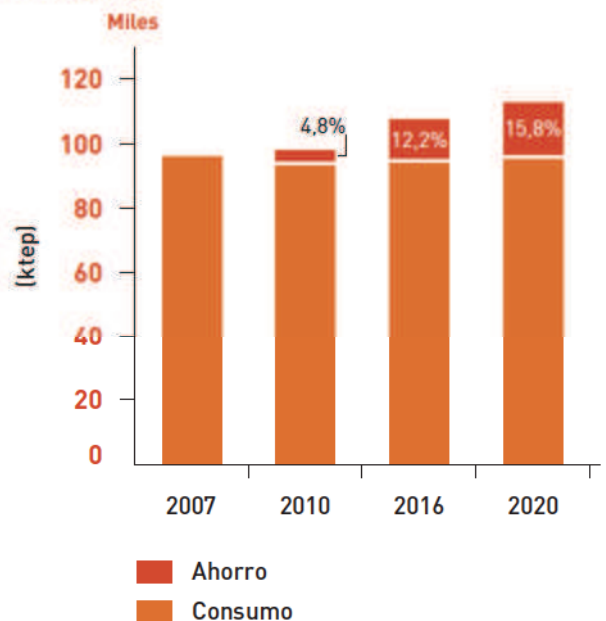
Gráfico 2.4. Consumos y ahorros de energía primaria (ktep)



Fuente: IDAE

En términos de energía final, el ahorro en 2016 asciende a 13.176 ktep, lo que equivale a un 12,2% del consumo de energía final de ese ejercicio en ausencia del Plan.

Gráfico 2.5. Consumos y ahorros de energía final (ktep)



Fuente: IDAE

(Continuación)

El ahorro en términos de energía final, una vez descontados los sectores no incluidos en el ámbito de aplicación de la Directiva 2006/32/CE (básicamente, los sectores ETS —*Emission Trading System*—, incluidos en el ámbito de la Directiva 2003/87/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003), se reduce a 11.532 ktep/año en 2016⁷. Este ahorro, calculado sobre el consumo promedio correspondiente a esos mismos sectores de los cinco últimos años previos a la entrada en vigor de la Directiva, esto es, el consumo promedio del período 2003-2007, supone el 15,9% del total⁸.

El Plan de Acción 2011-2020 cumple, por tanto, con los objetivos de ahorro exigidos por la Directiva 2006/32/CE y es coherente con los objetivos globales acordados por el Consejo Europeo el 17 de junio de 2010, en relación con la mejora de la eficiencia energética primaria en un 20% en 2020.

La consecución de dichos objetivos en los sectores cubiertos por el presente Plan (todos los sectores consumidores finales más el sector *Transformación de la energía*) será posible con una aplicación de apoyos gestionados por el sector público de 4.995 M€ durante el período 2011-2020, con los que se pretende movilizar un volumen de inversión de 45.985 M€. Los ahorros acumulados de energía final y primaria durante el período 2011-2020 ascienden a 120.967 ktep y 247.791 ktep, respectivamente.

Tabla 2.4. Ahorros e inversiones y apoyos gestionados por el sector público acumulados 2010-2020

	Año 2020
Ahorro energía final (acumulado 2011-2020) (ktep)	120.967
Ahorro energía final (anual 2020) (ktep)	17.842
Ahorro energía primaria (acumulado 2011-2020) (ktep)	247.791
Ahorro energía primaria (anual 2020) (ktep)	35.585

	Año 2020
Inversión asociada (acumulada 2011-2020) (M€)	45.985
Apoyo gestionado por el sector público (acumulado 2011-2020) (M€)	4.995

Fuente: IDAE

2.2 DETALLE DE LOS OBJETIVOS DE AHORRO DE ENERGÍA FINAL Y PRIMARIA, POR SECTORES, EN 2016 Y 2020

Los ahorros de energía final del Plan de Acción 2011-2020 se han determinado, para los años 2016 y 2020, de acuerdo con los mismos criterios metodológicos e indicadores que para el ejercicio 2010, siendo todos ellos plenamente coherentes con la metodología propuesta por la Comisión Europea para la medición y verificación de los ahorros de energía derivados de los primeros planes de acción, que se ha completado, en este Plan, para la cuantificación de aquellos efectos no previstos en los indicadores seleccionados por la Comisión.

Con carácter general, y a modo de resumen, los ahorros propuestos como objetivo para cada sector son el resultado de agregar los ahorros previstos a un nivel más detallado, siendo los sectores finales incluidos en el Plan los cinco siguientes: 1) Industria; 2) Transporte; 3) Edificación y equipamiento; 4) Servicios públicos; y 5) Agricultura y pesca.

De esta forma, para el sector *Industria*, los ahorros fijados como objetivo son el resultado de la agregación de los ahorros calculados por agrupación

⁷El cálculo de los ahorros afectados por la Directiva 2006/32/CE se realiza descontando el 66,8% del total de los ahorros del sector industrial —los que se entienden dentro de la Directiva ETS— y los correspondientes a la aviación

⁸Se considera como hipótesis el mantenimiento en 2016 del peso de los sectores ETS sobre el total de las emisiones correspondientes al sector industrial

de actividad o subsector. Para el sector *Transporte*, los ahorros totales han sido determinados como suma de los ahorros previstos en cada uno de los modos (carretera, ferrocarril, marítimo y aéreo). Para el sector *Edificación y equipamiento*, como resultado de la suma de los ahorros en la edificación residencial, por un lado, y en la edificación de uso terciario, por otro, además de los ahorros obtenidos por mejoras de la eficiencia energética del equipamiento electrodoméstico y ofimático (a

su vez, los ahorros asociados a la edificación, ya sea de uso residencial o terciario, son el resultado de adicionar los ahorros obtenidos en calefacción, climatización y agua caliente sanitaria y los ahorros obtenidos por mejoras de la eficiencia energética en iluminación). Por último, los ahorros atribuidos al sector *Servicios públicos* también son el resultado de agregar los ahorros en alumbrado público y en instalaciones de tratamiento de aguas (depuración y desalación).

Tabla 2.5. Ahorros de energía final por sectores (ktep) y distribución porcentual de ahorros

	2010		2016		2020	
	(ktep)	Reparto porcentual (%)	(ktep)	Reparto porcentual (%)	(ktep)	Reparto porcentual (%)
Industria	-2.866	-60,7	2.489	18,9	4.489	25,2
Transporte	4.561	96,6	6.921	52,5	9.023	50,6
Carretera	4.916	104,2	5.830	44,2	6.926	38,8
Ferrocarril	-207	-4,4	1.121	8,5	1.996	11,2
Marítimo	-100	-2,1	-11	-0,1	56	0,3
Aéreo	-48	-1,0	-19	-0,1	45	0,3
Edificación y equipamiento	2.529	53,6	2.674	20,3	2.867	16,1
Residencial	752	15,9	119	0,9	211	1,2
Envolvente y equipos térmicos	699	14,8	85	0,6	161	0,9
Iluminación	53	1,1	34	0,3	50	0,3
Terciario	1.570	33,3	2.497	19,0	2.736	15,3
Envolvente y equipos térmicos	1.322	28,0	1.858	14,1	1.944	10,9
Iluminación	248	5,3	639	4,9	792	4,4
Equipamiento	207	4,4	57	0,4	-80	-0,4

(Continuación)

	2010		2016		2020	
	(ktep)	Reparto porcentual (%)	(ktep)	Reparto porcentual (%)	(ktep)	Reparto porcentual (%)
Servicios públicos	29	0,6	56	0,4	125	0,7
Alumbrado público	11	0,2	19	0,1	58	0,3
Agua	17	0,4	36	0,3	67	0,4
Agricultura y pesca	467	9,9	1.036	7,9	1.338	7,5
Total ahorros energía final	4.720	100,0	13.176	100,0	17.842	100,0

Nota: Los ahorros, para cada sector, han sido calculados, con carácter general, como diferencia entre el valor de los indicadores de eficiencia energética que hayan sido seleccionados para cada sector, modo de transporte o uso energético, entre 2007 (año base) y 2010. Esta diferencia, por tanto, determina el signo positivo o negativo de los ahorros. Si el indicador (normalmente, consumos unitarios) decrece hasta 2010, se producen ahorros y, alternativamente, si el indicador aumenta se producen "desahorros", que figurarán en las tablas de resultados como "ahorros negativos". En el sector *Industria*, la baja utilización de las capacidades productivas, como consecuencia de la crisis económica, y la caída de la producción junto al necesario mantenimiento de costes fijos han provocado un aumento de los consumos por unidad de valor añadido en el sector *Industria*, que se ha traducido en valores negativos de los ahorros imputables a este sector en 2010. Lógicamente, no obstante, se han producido ahorros directos (de signo positivo) derivados de las inversiones estimuladas por los planes de acción anteriores que, no obstante, se han visto compensados por el efecto indirecto (de signo negativo) que se atribuye a la baja utilización de las capacidades productivas.

Fuente: IDAE

Los ahorros —al nivel más desagregado posible— se han determinado, en todos los casos, como resultado del producto entre los ahorros unitarios del año 2016 ó 2020 (con respecto al año 2007, tomado como referencia), y la variable de actividad de que se trate en cada caso. Esto es, como resultado del producto de los ahorros por unidad de valor añadido, en el sector *Industria* o en el de la *Agricultura y pesca*, por el valor añadido de dichos sectores en los años 2016 y 2020. O, en el caso del sector *Transporte*, como resultado del producto entre

los ahorros de energía por pasajero o tonelada-kilómetro transportado (entre 2016 ó 2020 y el año base 2007) y los tráficos o volúmenes de pasajeros o mercancías transportados en los años de cálculo. En el caso del sector residencial, los ahorros unitarios se han determinado por m² construido, habitante u hogar —según el uso de que se trate— y, en el sector terciario, por empleado, siguiendo las recomendaciones metodológicas de la Comisión Europea y la selección de indicadores de eficiencia energética propuesta por ésta⁹.

⁹En el apartado 2.3 de este Plan, donde se detallan los resultados, en términos de ahorros de energía final, alcanzados en el año 2010 como consecuencia de los Planes de Acción 2005-2007 y 2008-2012 anteriores a éste, se presentan con detalle los indicadores *top-down* o descendentes que han servido para el cálculo de los ahorros, con el máximo nivel de desagregación alcanzado. Estos indicadores descendentes, utilizados para la evaluación de los ahorros conseguidos en 2010, han sido los mismos que los utilizados en el horizonte de los años 2016 y 2020, por lo que se garantiza la coherencia en el método de evaluación de los ahorros en 2010, 2016 y 2020. No obstante, para 2010, en la medida en que se ha podido contar con información de detalle sobre los resultados de actuaciones, planes y programas de ahorro y eficiencia energética, los cálculos obtenidos mediante indicadores descendentes se han complementado con los derivados de indicadores *bottom-up* o ascendentes

Lo anterior ha supuesto la necesidad de establecer hipótesis, principalmente, sobre las variables de actividad que figuran en la siguiente tabla e implica, lógicamente, que el valor absoluto de los ahorros

de energía final que se muestran en este Plan de Acción 2011-2020 está condicionado a la evolución supuesta para las variables siguientes en el horizonte del año 2020.

Tabla 2.6. Hipótesis asumidas a 2020 sobre las variables de actividad

Sector		Variable de actividad	Unidad	2010-2020 (Tasa variación interanual) (%)	2020
Industria		VAB _{industria}	M€ ₂₀₀₀	1,66	203.344
Transporte	Carretera	Tráfico automóviles turismo	Millones pasajeros-km	1,98	427.007
		Parque circulante camiones y v. ligeros	nº	0,20	3.723.661
	Ferrocarril	Tráfico pasajeros	Millones pasajeros-km	10,50	64.653
		Tráfico mercancías	Millones toneladas-km	18,03	41.976
Edificación, equipamiento y servicios		Población	Miles	0,27	48.295
		Nº total de viviendas	Miles	0,74	27.755
		Nº de viviendas principales	Miles	0,85	18.838
		Superficie total viviendas principales	Miles m ²	0,37	1.559.191
		Nº de empleados terciario	Miles	1,83	16.068
Agricultura		VAB _{agricultura y pesca}	M€ ₂₀₀₀	2,43	30.854

Fuente: IDAE

De manera adicional, los objetivos de mejora de la eficiencia energética fijados para cada sector —y establecidos sobre los indicadores de eficiencia energética que servirán para el seguimiento de este Plan de Acción 2011-2020— se reflejan en la tabla 2.7.

Tabla 2.7. Objetivos de mejora de la eficiencia por sectores

Sector		Indicador energético		Unidad	2007-2010 (Tasa variación interanual) (%)	2010-2020 (Tasa variación interanual) (%)	2007	2020
Industria		M8	Intensidad energética (Consumo e. final/VAB)	ktep/M€	2,74	-2,52	0,15	0,13
Transporte	Carretera	P8	Consumo unitario pasajero-km	gep/pkm	-2,57	-0,87	38,20	32,37
		A2 _{camiones}	Consumo unitario camión-vehículo ligero	tep/veq	-8,05	0,30	1,19	0,95
	Ferrocarril	P10	Consumo unitario pasajero-km	gep/pkm	-3,85	-3,03	11,24	7,34
		P11	Consumo unitario tonelada mercancía-km	gep/tkm	10,44	-9,22	85,18	43,62
Edificación, equipamiento y servicios		P1	Consumo doméstico calefacción unitario superficie vivienda principal (corregido condiciones climáticas)	tep/m ²	-1,43	0,11	0,0050	0,0048
		P2	Consumo doméstico refrigeración unitario superficie vivienda principal (corregido condiciones climáticas)	tep/m ²	-3,10	6,64	0,00012	0,00022
		P5	Consumo doméstico iluminación unitario vivienda principal	tep/hogar	-2,63	0,11	0,0401	0,0374
		P4	Consumo doméstico unitario electrodoméstico	tep/equipo	-7,87	-2,92	0,0174	0,0101

(Continuación)

Sector	Indicador energético		Unidad	2007-2010 (Tasa variación interanual) [%]	2010-2020 (Tasa variación interanual) [%]	2007	2020
Edificación, equipamiento y servicios	M3	Consumo servicios no eléctrico unitario empleado (corregido condiciones climáticas)	tep/ empleado	-9,47	-0,87	0,25	0,17
	M4	Consumo servicios eléctrico unitario empleado (corregido condiciones climáticas)	tep/ empleado	-3,90	-0,68	0,45	0,37
	MAP	Consumo alumbrado público unitario vivienda	tep/ vivienda	-1,13	-1,39	0,013	0,011
Agricultura y pesca	M8	Intensidad energética (Consumo e. final/ VAB)	ktep/M€	-4,30	-1,93	0,16	0,11

Fuente: IDAE

Como resultado de las hipótesis anteriores sobre las principales variables de actividad y de los objetivos de ahorro unitario fijados, para cada sector, se obtienen los ahorros que figuran en las Tablas 2.5. (de forma detallada, por modos o usos energéticos) y 2.8. (de forma resumida). Los ahorros contabilizados en el Plan para cada sector son el resultado, por tanto, de agregar los ahorros directos derivados de las inversiones que se promuevan en ahorro y eficiencia energética en cada sector, más los ahorros indirectos o inducidos (de signo positivo o negativo) derivados de otros factores (el factor precio, por ejemplo), que se verán recogidos en las hipótesis establecidas sobre la evolución general de los indicadores propuestos. A modo de ejemplo de cálculo del ahorro asociado al consumo energético en iluminación en el sector doméstico, a partir del indicador P5¹⁰, indicar que este ahorro es neto de los dos efectos

antes aludidos: el efecto directo sobre el ahorro de las inversiones realizadas para la mejora de la eficiencia de los sistemas de iluminación en la edificación residencial (de signo, necesariamente, positivo) y el efecto indirecto (de signo positivo o negativo) derivado de otros factores (precio, mayor o menor equipamiento en iluminación, esto es, aumento o decremento del número de puntos de luz por vivienda, etc.).

De esta forma, los ahorros de energía final del Plan de Acción 2011-2020 se concentran en el sector *Transporte*, al que se atribuye el 51% del total de los ahorros en 2020. Le sigue en importancia el sector *Industria*, con ahorros equivalentes al 25% del total. Estos ahorros dan como resultado una disminución del consumo de energía final, entre los años 2007 y 2020, del 13% en el sector *Industria* y del 5% en el sector *Transporte*.

Tabla 2.8. Ahorros de energía final por sectores (en ktep y en porcentaje respecto al total de consumo del sector)

	2010		2016		2020	
	(ktep)	(%)	(ktep)	(%)	(ktep)	(%)
Industria	-2.866	-11,3	2.489	8,7	4.489	14,8
Transporte	4.561	11,0	6.921	15,2	9.023	18,9
Edificación y equipamiento	2.529	9,4	2.674	9,3	2.867	9,7
Servicios públicos	29	3,6	56	6,7	125	14,7
Agricultura y pesca	467	12,3	1.036	23,3	1.338	27,9
Total ahorros energía final	4.720	4,8	13.176	12,2	17.842	15,8

Fuente: IDAE

$$^{10}\text{Ahorros obtenidos por } P5_{(\text{netos})} = \left[\left(\frac{E_{2004}^{\text{Hel}}}{D_{2004}} \right) \cdot FC_{2004} - \left(\frac{E_{2010}^{\text{Hel}}}{D_{2010}} \right) \cdot FC_{2010} \right] \cdot D_{2010}$$

E^{Hel}: consumo eléctrico en hogares

D: número de viviendas permanentemente ocupadas

FC: % del consumo eléctrico doméstico destinado a iluminación interior

$$\text{Ahorros } P5_{(\text{netos})} = \sum \text{Ahorros directos (BU)} \pm \text{Efectos/Ahorros (indirectos e inducidos)}$$

En el sector *Transporte*, los ahorros se atribuyen al modo carretera, en un 77%, y al modo ferrocarril, en un 22%, principalmente, asociados al tráfico de mercancías, donde el Plan de Acción 2011-2020 asume los objetivos de cambio modal e incremento de los tráficos por ferrocarril incorporados en el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte 2005-2020 (PEIT).

Asimismo, la consecución de los ahorros propuestos en el sector *Transporte* está fundamentada en la mejora tecnológica de los vehículos y, en especial, en la introducción del vehículo eléctrico en los términos recogidos en el Plan de Acción del Vehículo Eléctrico, que marca como objetivo, para 2014, 250.000 vehículos y, para 2020, 2,5 millones de vehículos eléctricos, equivalentes al 10% del parque.

La mejora de la intensidad final fijada como objetivo para el conjunto del sector *Industria* es del 2,5% interanual, en el período 2010-2020, atribuyéndose, del total de los ahorros del sector, un porcentaje del 93% a la mejora tecnológica (frente al 7% del total de los ahorros imputable al cambio estructural).

En el sector *Edificación*, los ahorros se localizan en el sector terciario, puesto que, en el uso vivienda, los ahorros en energía final para calefacción, derivados de las medidas propuestas sobre la epidermis edificatoria y para la mejora de la eficiencia energética de los equipos (renovaciones de calderas, básicamente), se verán, prácticamente, compensados por el aumento del consumo de energía por m² de superficie de vivienda construida para aire acondicionado. El previsible aumento de la penetración de equipos de aire acondicionado en los hogares tendrá un efecto negativo sobre el consumo de energía final, por lo que se proponen, en el marco de este Plan, medidas de renovación de equipos por otros de alta calificación energética que palien, al menos parcialmente, los efectos del mayor equipamiento sobre el consumo. Asimismo, deberá conseguirse una importante mejora de los rendimientos de las instalaciones por la introducción en España de las redes de frío y calor, de la mano de las *Empresas de Servicios Energéticos*. Dichas instalaciones facilitarán la entrada de las energías renovables térmicas y la cogeneración, facilitando mediante esta tecnología la generación distribuida de energía eléctrica, evitando pérdidas en transporte y distribución.

Por otra parte, y de forma general para todos los sectores, será necesario el desarrollo de las redes inteligentes (*Smart Grids*) que permitan la

integración de la energía eléctrica generada en pequeñas instalaciones, junto al uso de mecanismos de acumulación, como el vehículo eléctrico, que puedan servir en diferentes momentos como consumidores o generadores según conveniencia del sistema. Para todas estas aplicaciones, así como para la optimización de los sistemas de gestión, será necesario un importante desarrollo de elementos de medida y control, junto con el desarrollo y aplicación de las TIC.

Dentro del sector *Edificación y equipamiento*, considerando de manera conjunta los edificios de uso vivienda y los de uso terciario, los ahorros se atribuyen, en un 73%, a las mejoras sobre la envolvente y las instalaciones térmicas, y, en un 29%, a las mejoras de la eficiencia energética en iluminación —de nuevo, en este uso, los ahorros se localizan, mayoritariamente, en el parque de edificios de uso terciario. Los ahorros en equipamiento son, prácticamente, nulos, puesto que los ahorros en el uso vivienda se ven compensados, en este caso, por el efecto negativo derivado de los mayores consumos de electricidad asociados al mayor equipamiento de uso terciario.

Por último, los ahorros de energía final del sector *Servicios públicos* representan un 0,7% del total, por reducción de los consumos de energía en plantas de desalación, potabilización y tratamiento de aguas residuales y por reducción de los consumos de electricidad en alumbrado público. En el sector *Agricultura y pesca*, los ahorros de energía final alcanzan, en el año 2020, el 7,5% del total de los ahorros, por reducción de los consumos energéticos del sector por unidad de valor añadido.

Estos objetivos de ahorro de energía final en 2016 y 2020 se alcanzarán mediante la puesta en marcha y ejecución de las medidas de ahorro y eficiencia energética contenidas en este Plan de Acción 2011-2020. La consecución de estos objetivos, por medidas, exige la articulación de diferentes mecanismos (normativos o regulatorios, de apoyo o de colaboración entre administraciones) que se detallan, de manera particular, en el segundo bloque de este Plan de Acción 2011-2020, centrado en el *Marco Sectorial*.

(Continuación)

Tabla 2.9. Reparto de ahorros de energía final por medidas (ktep)

	2016	2020
Industria	2.489	4.489
Auditorías energéticas		
Mejora de la tecnología de equipos y procesos (MTD)	2.332	4.154
Implantación de sistemas de gestión energética	156	335
Transporte	6.921	9.023
Planes de movilidad urbana	802	996
Planes de transporte para empresas	408	508
Mayor participación de los medios colectivos en el transporte por carretera	84	92
Mayor participación del modo ferroviario	1.121	1.996
Mayor participación del modo marítimo	-9	42
Gestión de infraestructuras de transporte	1.756	1.950
Gestión de flotas de transporte por carretera	401	445
Gestión de flotas de aeronaves	-9	21
Conducción eficiente del vehículo turismo	497	493
Conducción eficiente de camiones y autobuses	607	602
Conducción eficiente de aeronaves	-7	14
Renovación de flotas de transporte terrestre	570	822
Renovación de flotas aéreas	-3	10

	2016	2020
Renovación de flotas marítimas	-2	14
Renovación del parque automovilístico de turismos	705	1.017
Edificación y equipamiento	2.674	2.867
Rehabilitación energética de la envolvente térmica de los edificios existentes	775	775
Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas de los edificios existentes	908	908
Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación interior en los edificios existentes	674	842
Construcción de nuevos edificios y rehabilitación de existentes con alta calificación energética	224	247
Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de frío comercial	0,8	1,6
Construcción o rehabilitación de edificios de consumo de energía casi nulo	0,4	0,8
Mejora de la eficiencia energética del parque de electrodomésticos	92	92
Servicios públicos	56	125
Renovación de las instalaciones de alumbrado público exterior existentes	19	58
Estudios, análisis de viabilidad y auditorías en instalaciones de alumbrado exterior existentes		

(Continuación)

	2016	2020
Formación de gestores energéticos municipales		
Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones actuales de potabilización, abastecimiento, depuración de aguas residuales y desalación	36	67
Agricultura y pesca	1.036	1.338
Promoción y formación de técnicas de uso eficiente de la energía en el sector agrario y pesquero		
Impulso para la migración de sistemas de riego por aspersión o gravedad a sistemas de riego localizado.	93	122
Mejora del ahorro y la eficiencia energética en el sector pesquero.	262	335
Auditorías energéticas y planes de actuación de mejoras en explotaciones agrarias	14	18
Apoyo a la agricultura de conservación	110	142
Plan RENOVE de tractores	557	721
Total sectores de uso final	13.176	17.842

Fuente: IDAE

En términos de energía primaria, los ahorros previstos en el horizonte de los años 2016 y 2020 son el resultado de los ahorros en energía final en los sectores anteriores y de los ahorros siguientes, propuestos para el sector *Transformación de la energía*.

Forman parte de este Plan de Acción 2011-2020, todas aquellas medidas asociadas al fomento de la cogeneración, las relativas a la mejora de la eficiencia en el sector refino —por reducción de pérdidas

o autoconsumos— y las relativas a la mejora de la eficiencia en generación eléctrica por reducción de pérdidas en transporte y distribución de electricidad, menores autoconsumos y mejora de la eficiencia en la transformación energética. Lo relativo a la mejora de la eficiencia energética atribuible al cambio en el mix de generación eléctrica por mayor penetración de energías renovables no forma parte de este Plan, sino, alternativamente, de otras planificaciones que asumen las obligaciones que se derivan de la Directiva 2009/28/CE, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, coherentes en sus objetivos de largo plazo con este Plan de Acción 2011-2020 y con la planificación indicativa de los sectores de electricidad y gas, que ha establecido los escenarios hasta 2020 de potencia instalada de generación eléctrica con fuentes convencionales y energías renovables.

Tabla 2.10. Ahorros de energía primaria por sectores (ktep)

	2010	2016	2020
Industria	-5.717	2.151	4.996
Transporte	4.909	8.680	11.752
Edificación y equipamiento	4.189	5.096	5.567
Servicios públicos	67	131	295
Agricultura y pesca	580	1.289	1.665
Ahorros energía primaria sectores finales	4.029	17.347	24.274
Refino de petróleo	39	-137	-88
Generación eléctrica (no chp)	6.909	8.169	9.701
Cogeneración	71	1.141	1.699
Transformación de la energía	7.019	9.172	11.312
Total ahorros energía primaria	11.047	26.519	35.585

Fuente: IDAE

La Tabla 2.11. siguiente resume los objetivos del Plan en términos de ahorro de energía final, primaria y emisiones de CO₂ evitadas y los datos de inversión y apoyos gestionados por el sector público ligados al mismo. En el Capítulo 4 de este Plan, en el que se plantea un análisis en términos de coste-beneficio del mismo, se detallan los conceptos incluidos, sector por sector, bajo la categoría de "inversión"; no obstante, con carácter general, puede señalarse aquí que no se incluyen bajo ese concepto, en el sector *Transporte*, las inversiones en infraestructuras ni las relativas a la promoción del vehículo eléctrico¹¹ que, no obstante, inducirán buena parte de los ahorros de energía contabilizados en este sector, fruto del mayor recurso al ferrocarril frente a la carretera para el tráfico de mercancías y pasajeros.

Las diferencias que se observan en el coste aparente por tonelada equivalente de petróleo ahorrada

entre cada una de las medidas obedecen a la diferente naturaleza de las inversiones y de los ahorros considerados en cada medida. Lógicamente, no todas las medidas conllevan el mismo coste público ni privado asociado, pero se entiende que todas las medidas incluidas en este Plan son necesarias para la consecución de los objetivos que se proponen en el año 2020, puesto que se requieren actuaciones coherentes e integradas, dirigidas a todos los sectores consumidores, sin excepción. Por otro lado, el seguimiento del Plan permitirá ajustar la planificación temporal de las diferentes medidas de manera que pudieran, eventualmente, ser sustituidas por otras en caso de agotarse el potencial de ahorro de cualquiera de las propuestas e, incluso, ajustarse los apoyos gestionados por el sector público para adaptarse a la evolución tecnológica y los precios o a las medidas normativas que pudieran adoptarse a nivel estatal, autonómico o local.

Tabla 2.11. Resumen por medidas del Plan de Acción 2011-2020

	Ahorros de energía final (ktep)		Ahorros de energía primaria (ktep)		Emisiones evitadas de CO ₂ (ktCO ₂)		Apoyos gestionados por el sector público (M€)			Inversiones (apoyos gestionados por el sector público + aportación privada) (M€)		
	2016	2020	2016	2020	2016	2020	2011-2016	2017-2020	2011-2020	2011-2016	2017-2020	2011-2020
Industria	2.489	4.489	2.151	4.996	5.233	11.641	450	300	750	4.836	3.224	8.060
Auditorías energéticas							4,7	3,1	7,8	9,4	6,2	15,6
Mejora de la tecnología de equipos y procesos (MTD)	2.332	4.154	2.016	4.623	4.905	10.772	444,2	296,1	740,3	4.441,7	2.961,1	7.402,8
Implantación de sistemas de gestión energética	156	335	135	373	328	869	1,2	0,8	2,0	384,9	256,6	641,6
Transporte	6.921	9.023	8.680	11.752	22.922	31.177	598	399	996	1.862	1.242	3.104
Planes de movilidad urbana	802	996	1.006	1.298	2.655	3.443	231,1	154,1	385,2	462,2	308,2	770,4
Planes de transporte para empresas	408	508	512	661	1.353	1.754	53,2	35,5	88,7	106,4	70,9	177,4

¹¹Incluidas, únicamente, las inversiones referidas a la infraestructura de recarga del vehículo eléctrico objeto de ayuda pública

(Continuación)

	Ahorros de energía final (ktep)		Ahorros de energía primaria (ktep)		Emisiones evitadas de CO ₂ (ktCO ₂)		Apoyos gestionados por el sector público (M€)			Inversiones (apoyos gestionados por el sector público + aportación privada) (M€)		
	2016	2020	2016	2020	2016	2020	2011-2016	2017-2020	2011-2020	2011-2016	2017-2020	2011-2020
Mayor participación de los medios colectivos en el transporte por carretera	84	92	106	120	280	319	12,8	8,5	21,3	25,6	17,0	42,6
Mayor participación del modo ferroviario	1.121	1.996	1.406	2.600	3.712	6.898	26,5	17,7	44,2	53,0	35,3	88,3
Mayor participación del modo marítimo	-9	42	-11	55	-29	145	6,8	4,5	11,2	13,5	9,0	22,5
Gestión de infraestructuras de transporte	1.756	1.950	2.202	2.540	5.815	6.738	8,4	5,6	14,0	33,7	22,5	56,2
Gestión de flotas de transporte por carretera	401	445	503	580	1.327	1.538	32,2	21,5	53,6	128,7	85,8	214,6
Gestión de flotas de aeronaves	-9	21	-11	28	-30	73	8,0	5,3	13,4	32,1	21,4	53,4
Conducción eficiente del vehículo turismo	497	493	623	642	1.646	1.703	12,0	8,0	19,9	23,9	15,9	39,8
Conducción eficiente de camiones y autobuses	607	602	761	784	2.010	2.080	9,5	6,3	15,8	19,0	12,6	31,6
Conducción eficiente de aeronaves	-7	14	-8	18	-22	47	7,6	5,1	12,6	15,2	10,1	25,3
Renovación de flotas de transporte terrestre	570	822	715	1.071	1.887	2.842	49,8	33,2	83,0	249,0	166,0	415,1
Renovación de flotas aéreas	-3	10	-4	13	-11	35	6,4	4,3	10,7	32,0	21,3	53,3
Renovación de flotas marítimas	-2	14	-3	18	-7	48	12,2	8,1	20,4	61,1	40,7	101,8
Renovación del parque automovilístico de turismos	705	1.017	884	1.325	2.335	3.515	121,4	80,9	202,3	606,9	404,6	1.011,5

(Continuación)

	Ahorros de energía final (ktep)		Ahorros de energía primaria (ktep)		Emisiones evitadas de CO ₂ (ktCO ₂)		Apoyos gestionados por el sector público (M€)			Inversiones (apoyos gestionados por el sector público + aportación privada) (M€)		
	2016	2020	2016	2020	2016	2020	2011-2016	2017-2020	2011-2020	2011-2016	2017-2020	2011-2020
Edificación y equipamiento	2.674	2.867	5.096	5.567	11.116	12.120	1.730	1.153	2.883	16.393	10.929	27.322
Rehabilitación energética de la envolvente térmica de los edificios existentes	775	775	1.319	1.329	2.921	2.943	665,7	443,8	1.109,5	3.356,4	2.237,6	5.594,0
Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas de los edificios existentes	908	908	1.546	1.558	3.424	3.449	169,8	113,2	283,0	4.354,8	2.903,2	7.258,0
Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación interior en los edificios existentes	674	842	1.588	1.986	3.400	4.251	115,2	76,8	192,0	5.257,8	3.505,2	8.763,0
Construcción de nuevos edificios y rehabilitación de existentes con alta calificación energética	224	247	425	473	901	1.002	472,8	315,2	788,0	2.920,8	1.947,2	4.868,0
Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de frío comercial	0,8	1,6	1,9	3,8	4,0	8,1	3,0	2,0	5,0	12,0	8,0	20,0
Construcción o rehabilitación de edificios de consumo de energía casi nulo	0,4	0,8	0,8	1,5	1,6	3,2	3,0	2,0	5,0	11,4	7,6	19,0
Mejora de la eficiencia energética del parque de electrodomésticos	92	92	216	216	463	463	300,0	200,0	500,0	480,0	320,0	800,0

(Continuación)

	Ahorros de energía final (ktep)		Ahorros de energía primaria (ktep)		Emisiones evitadas de CO ₂ (ktCO ₂)		Apoyos gestionados por el sector público (M€)			Inversiones (apoyos gestionados por el sector público + aportación privada) (M€)		
	2016	2020	2016	2020	2016	2020	2011-2016	2017-2020	2011-2020	2011-2016	2017-2020	2011-2020
Servicios públicos	56	125	131	295	281	631	86	57	143	485	324	809
Renovación de las instalaciones de alumbrado público exterior existentes	19	58	46	136	97	292	62,7	41,8	104,5	416,3	277,5	693,8
Estudios, análisis de viabilidad y auditorías en instalaciones de alumbrado exterior existentes							10,0	6,7	16,7	20,0	13,3	33,3
Formación de gestores energéticos municipales							4,3	2,8	7,1	4,3	2,8	7,1
Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones actuales de potabilización, abastecimiento, depuración de aguas residuales y desalación	36	67	86	158	184	339	9,0	6,0	15,0	45,0	30,0	75,0
Agricultura y pesca	1.036	1.338	1.289	1.665	3.716	4.799	46	31	77	358	238	596
Promoción y formación de técnicas de uso eficiente de la energía en el sector agrario y pesquero							5,8	3,9	9,7	5,8	3,9	9,7
Impulso para la migración de sistemas de riego por aspersión o gravedad a sistemas de riego localizado	93	122	225	294	477	622	18,0	12,0	30,0	90,0	60,0	150,0
Mejora del ahorro y la eficiencia energética en el sector pesquero	262	335	293	375	897	1.147	2,9	1,9	4,8	14,5	9,7	24,2

(Continuación)

	Ahorros de energía final (ktep)		Ahorros de energía primaria (ktep)		Emisiones evitadas de CO ₂ (ktCO ₂)		Apoyos gestionados por el sector público (M€)			Inversiones (apoyos gestionados por el sector público + aportación privada) (M€)		
	2016	2020	2016	2020	2016	2020	2011-2016	2017-2020	2011-2020	2011-2016	2017-2020	2011-2020
Auditorías energéticas y planes de actuación de mejoras en explotaciones agrarias.	14	18	23	29	58	74	5,4	3,6	9,0	27,1	18,1	45,2
Apoyo a la agricultura de conservación	110	142	123	159	377	486	10,6	7,0	17,6	156,0	104,0	260,0
Plan renove de tractores	557	721	624	808	1.908	2.470	3,4	2,3	5,7	64,1	42,7	106,8
Total sectores de uso final	13.176	17.842	17.347	24.274	43.268	60.368	2.909	1.940	4.849	23.935	15.956	39.891
Transformación de la energía			9.172	11.312	63.365	79.230	17	5	22	3.885	2.085	5.970
Refino de petróleo			-137	-88	-375	-242						
Generación eléctrica (sin cogeneración)			8.169	9.701	61.744	76.494						
Cogeneración			1.141	1.699	1.995	2.978	17	5	22	3.885	2.085	5.970
Estudios de viabilidad para cogeneraciones							2,4	1,2	3,6	5,0	2,3	7,2
Auditorías energéticas para cogeneraciones							1,1	0,7	1,8	2,2	1,3	3,5
Fomento de plantas de cogeneración en actividades no industriales			265	388	445	653	13,1	2,6	15,7	912,0	444,0	1.356,0
Fomento de plantas de cogeneración de pequeña potencia			3	6	6	11	0,8	0,3	1,1	17,0	15,5	32,5

(Continuación)

	Ahorros de energía final (ktep)		Ahorros de energía primaria (ktep)		Emisiones evitadas de CO ₂ (ktCO ₂)		Apoyos gestionados por el sector público (M€)			Inversiones (apoyos gestionados por el sector público + aportación privada) (M€)		
	2016	2020	2016	2020	2016	2020	2011-2016	2017-2020	2011-2020	2011-2016	2017-2020	2011-2020
Fomento de plantas de cogeneración en actividades industriales			703	1.036	1.180	1.739				1.723,2	884,8	2.608,0
Modificación sustancial de cogeneraciones existentes			170	269	364	575				1.225,7	736,7	1.962,4
Total sectores uso final + Transformación de la energía	13.176	17.842	26.519	35.585	106.633	139.599	2.927	1.944	4.871	27.820	18.041	45.861
Comunicación							74	50	124	74	50	124
Total Plan	13.176	17.842	26.519	35.585	106.633	139.599	3.001	1.994	4.995	27.894	18.091	45.985

Nota sector *Industria*: con carácter general, la sustitución de combustibles fósiles por electricidad en el sector industrial proporciona ahorros de energía primaria inferiores —en valor absoluto— a los ahorros de energía final.

Nota 1: no se han indicado apoyos ni inversiones para los sectores de refino y generación eléctrica. Los ahorros imputados a estos sectores son el resultado de la mejora de la eficiencia energética en el sector refino (por reducción de pérdidas o autoconsumos) y de la mejora de la eficiencia en generación eléctrica por reducción de pérdidas en transporte y distribución de electricidad, menores autoconsumos y mejora de la eficiencia en la transformación energética, además de por cambio en el mix de generación eléctrica por mayor penetración de energías renovables. Por otro lado, los ahorros de energía, en el sector *Transformación de la energía*, se han computado, únicamente, en términos de energía primaria lo que, obviamente, no significa que no se deban producir ahorros de energía final.

Nota 2: los cálculos de emisiones de CO₂ evitadas como resultado de las medidas de ahorro y eficiencia energética incorporadas en este Plan son cálculos efectuados *ad hoc* para el mismo y suponen una traducción de los ahorros calculados en diferentes bases (2004 y 2007), en términos de energía final y primaria, a emisiones de CO₂ evitadas; este cálculo no tiene por qué coincidir, por tanto, con los realizados con enfoques o bases contables distintos como parte de los informes periódicos realizados en relación con la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Fuente: IDAE

2.3 AHORROS DE ENERGÍA FINAL Y PRIMARIA EN 2010: METODOLOGÍA Y RESULTADOS

Los ahorros de energía final en 2010 se han calculado —al igual que los ahorros propuestos como objetivo para 2016 y 2020— de acuerdo con las recomendaciones metodológicas de la Comisión Europea.

El año base para el cálculo de los ahorros es el año 2007, para asegurar la posibilidad de agregar los ahorros calculados para España, en el marco de este Plan de Acción 2011-2020, con los que se calculen para el resto de los Estados miembros dentro de sus respectivos planes de acción; de esta forma, puede elaborarse un balance europeo y evaluar la coherencia de los planes de acción nacionales con el objetivo comunitario de mejora de la eficiencia energética en un 20% en 2020.

Los ahorros calculados, por tanto, para el año 2010 tienen como referencia el año 2007, lo que permite comparar también con los objetivos de ahorro propuestos para los años 2016 y 2020. No obstante lo anterior, los ahorros —en el año 2010— se han calculado también con base 2004, para incluir en el balance de los ahorros conseguidos, los que se derivan del Plan de Acción 2005-2007, aprobado en el marco de la *Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012 (E4)* como primer plan de acción, aun cuando, a los efectos de la Directiva 2006/32/CE, el primer plan de acción nacional de ahorro y eficiencia es el Plan de Acción 2008-2012.

El balance de los ahorros conseguidos en 2010, calculados tanto en base 2004 como 2007, es el resultado de la combinación coherente de los enfoques *top-down* o descendente y *bottom-up* o ascendente.

Con carácter general, los indicadores descendentes delimitan el total de los ahorros obtenidos, ya sea como resultado directo de las medidas de ahorro y eficiencia energética puestas en marcha, como resultado indirecto de las mismas o como resultado del progreso tecnológico autónomo o de otras variables. Entre éstas, se cuenta, de forma destacada, la evolución general de los precios o, incluso, el efecto que normativas —con objetivos distintos al del ahorro y la eficiencia energética— puedan haber tenido sobre los consumos de energía final.

Los resultados obtenidos de los indicadores descendentes o *top-down* (M o P) incluyen, por tanto, efectos diferentes no siempre ligados, estrictamente, a la mejora de la eficiencia energética —esto es más acusado cuando se utilizan indicadores M en vez de indicadores P; lógicamente, las reducciones de los consumos observadas en el ejercicio 2010, derivadas de la crisis económica, han determinado el cálculo de los indicadores *top-down* en todos los sectores, por lo que cabe insistir en que los resultados de estos indicadores no pueden identificarse siempre como mejoras de la eficiencia energética, ya que, en ocasiones, lo que viene a poner de manifiesto es la reducción de los consumos que se ha registrado como consecuencia de la menor actividad económica.

Los indicadores ascendentes o *bottom-up* permiten, por el contrario, identificar los ahorros directos atribuibles a cada una de las medidas individualmente consideradas dentro de los planes de acción.

En la tabla siguiente se muestra la relación de los indicadores descendentes utilizados para cada sector, modo de transporte o uso energético en los sectores residencial y terciario (calefacción, refrigeración, ACS, iluminación y equipos). Básicamente, se trata de los indicadores P (P: preferidos por la Comisión Europea), con alguna excepción en el sector terciario, donde se utilizan los indicadores M (M: mínimos) propuestos por la Comisión Europea por ausencia de información estadística de calidad sobre las variables de actividad que formaban parte de los inicialmente propuestos como indicadores P. De manera adicional, en este Plan de Acción 2011-2020, se han incluido nuevos indicadores —que se han calculado sobre la base de las estadísticas remitidas por IDAE a la Comisión Europea en el marco del proyecto ODYSSEE-MURE— para identificar o clarificar los efectos sobre el ahorro de determinadas medidas.

Los detalles de cálculo de cada uno de los indicadores descendentes utilizados se incluyen en el documento anexo "*Metodología de cálculo de los ahorros derivados de los Planes de Acción de Eficiencia Energética 2005-2007 y 2008-2012: Análisis de resultados*", mientras que, en la tabla que sigue, se relacionan, únicamente, las definiciones y unidades de medida de cada uno de ellos.

Tabla 2.12. Indicadores *top-down* (descendentes) utilizados para el cálculo de los ahorros

Sector		Indicador energético		Unidad	
Industria	Método paramétrico Divisia 1 (LAS-PDM1)		$L_{\text{Tecnológico}}$	Indicador PDM1 de efecto tecnológico por rama de actividad	ktep/M€
			$L_{\text{estructura}}$	Indicador PDM2 de efecto estructura por rama de actividad	ktep/M€
Transporte	Carretera	Pasajeros	P8	Consumo energético de vehículos turismo por tráfico de pasajeros (pasajeros-km)	gep/pkm
			M53/PB	Consumo energético de autobuses por parque	tep/veq
		Mercancías	M52/A2	Consumo energético de camiones y vehículos ligeros por parque de vehículos equivalentes	tep/veq
	Ferrocarril	Pasajeros	P10	Consumo energético del modo ferroviario de pasajeros por tráfico de pasajeros (pasajeros-km)	gep/pkm
		Mercancías	P11	Consumo energético del modo ferroviario de mercancías por tráfico de mercancías (toneladas-km)	gep/tkm
	Marítimo (mercancías)		M7	Consumo energético del modo marítimo de mercancías (cabotaje y fluvial) por tráfico de mercancías (toneladas-km)	gep/tkm
	Aéreo (doméstico pasajeros)		Mav	Consumo energético del modo aéreo de pasajeros en vuelos doméstico por operaciones (nº de vuelos)	gep/pkm
	Cambio modal	Pasajeros de turismo a colectivos	P12	Transferencia de tráfico de pasajeros del vehículo turismo a modos colectivos (bus, tren y metro)	%
		Mercancías de carretera a ferrocarril y marítimo	P13	Transferencia de tráfico de mercancías del modo carretera a modos ferroviario y marítimo	%

(Continuación)

Sector			Indicador energético		Unidad
Edificación	Residencial	Envolvente y equipos térmicos	P1	Consumo energético doméstico en calefacción por sup. de viviendas principales (corregido por condiciones climáticas)	tep/m ²
			P2	Consumo energético doméstico en refrigeración por sup. de viviendas principales (corregido por condiciones climáticas)	tep/m ²
			P3	Consumo energético doméstico en ACS por habitante	tep/habitante
		Iluminación	P5	Consumo energético doméstico en iluminación por vivienda principal	tep/hogar
	Terciario	Envolvente y equipos térmicos	M311	Consumo energético no eléctrico del sector terciario en calefacción por empleado (corregido por condiciones climáticas)	tep/empleado
			M411	Consumo energético eléctrico del sector terciario en calefacción por empleado (corregido por condiciones climáticas)	tep/empleado
			M412	Consumo energético eléctrico del sector terciario en refrigeración por empleado (corregido por condiciones climáticas)	tep/empleado
			M312	Consumo energético no eléctrico del sector terciario en ACS por empleado	tep/empleado
			M413	Consumo energético eléctrico del sector terciario en ACS por empleado	tep/empleado
			Iluminación	M42	Consumo energético del sector terciario en iluminación por empleado

(Continuación)

Sector			Indicador energético		Unidad
Equipamiento	Residencial	Electrodomésticos	P4	Consumo energético doméstico en electrodomésticos por equipo	tep/equipo
			P41	Consumo energético doméstico en cocinas por equipo	tep/cocina
	Terciario	Electrodomésticos	M44	Consumo energético eléctrico del sector terciario en electrodomésticos y equipos ofimáticos por empleado	tep/ empleado
			M43	Consumo energético eléctrico del sector terciario en cocinas por empleado	tep/ empleado
		Cocinas	M32	Consumo energético no eléctrico del sector terciario en cocinas por empleado	tep/ empleado
Servicios públicos	Alumbrado público		MAP	Consumo energético en alumbrado público por vivienda	tep/ vivienda
	Desalación agua		MAG _{desalación}	Consumo energético en desalación por volumen de agua desalada	ktep/hm ³ año
	Depuración agua		MAG _{depuración}	Consumo energético en depuración de agua por habitante	tep/ habitante
Agricultura y pesca			M8*	Consumo energético en agricultura y pesca por unidad de VAB	ktep/M€

La diferencia entre el valor de los indicadores seleccionados para cada sector, modo de transporte o uso energético, entre 2004 y 2010 y entre 2007 y 2010, en función de que se utilice, respectivamente, el año 2004 o el año 2007 como año de referencia para el cálculo, determina el signo positivo o negativo de los ahorros. Si el indicador (normalmente, consumos unitarios) decrece hasta 2010, se producen ahorros y, alternativamente, si el indicador aumenta se producen "desahorros", que figurarán en las tablas de resultados como "ahorros negativos". La diferencia entre los indicadores de 2004 y 2010 o 2007 y 2010 (según sea uno u otro el año base de referencia) proporciona los ahorros unitarios de

energía final. El orden de magnitud de los ahorros vendrá determinado por el producto de la diferencia entre los consumos unitarios de energía final por la variable de actividad de que se trate en cada sector, modo de transporte o uso energético (VAB —Valor Añadido Bruto—, tráfico de pasajeros, tráfico de mercancías, parque de vehículos, población, hogares, superficie total en viviendas principales,...).

Los resultados, en términos de energía final, obtenidos con ambas bases (2004 y 2007) son los recogidos en la siguiente tabla, donde puede comprobarse que el total de los ahorros equivale a 4.720 ktep/año, en base 2007, y a 8.342 ktep/año,

en base 2004. Nótese que la industria presenta valores negativos para el ahorro, tanto en base 2004 como 2007, como resultado del aumento de la intensidad energética del sector, fruto a su vez de la reducción de los factores de uso de las capacidades productivas instaladas debida a la actual crisis económica.

Los ahorros calculados, en base 2004, para el año 2010 (8.342 ktep/año) equivalen al 49,4% de los ahorros energéticos fijados como objetivo para el año 2012 en el Plan de Acción 2008-2012 (16.883 ktep/año), aun habiéndose establecido estos primeros objetivos de manera diferente, por diferencia entre dos escenarios (escenario base o tendencial y escenario de eficiencia o E4+). No obstante, en la medida en que el escenario base de la *Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012* (E4) se definió como un escenario tendencial *business as usual*, asumiendo la ausencia de medidas de ahorro y, por tanto, la ausencia de mejoras de la eficiencia energética con respecto al año base de la Estrategia, esto es, el año 2004, los cálculos de ahorro realizados de acuerdo con estas dos aproximaciones metodológicas —aun divergentes— pueden considerarse comparables.

Los ahorros fijados como objetivo para 2010 en el Plan de Acción 2008-2012 ascendían a 11.677 ktep/año, calculados por agregación de los ahorros calculados para cada uno de los sectores de uso final, lo que supone un grado de consecución de los objetivos del 71,4% —nótese que los ahorros identificados en el Plan de Acción 2008-2012 incluían, tanto los ahorros directamente derivados de la ejecución de las medidas propuestas, como los ahorros indirectos o inducidos que pudieran obtenerse como resultado de las mismas, lo que constituye un procedimiento de cálculo de los ahorros análogo al seguido, en este nuevo Plan de Acción 2011-2020, sobre la base de los indicadores descendentes o *top-down*.

El ahorro alcanzado en 2010, calculado como porcentaje del consumo de energía final de los últimos cinco años inmediatamente anteriores a la aplicación de la Directiva 2006/32/CE —tal como se

define en el Anexo I de la misma—, esto es, del promedio del consumo de energía final del período 2003-2007¹² —ambos incluidos—, asciende al 9,2%, un porcentaje superior al 9% de ahorro propuesto por la propia Directiva para el año 2016. Esto supone, en la práctica, que España ha anticipado el cumplimiento del objetivo de ahorro de la Directiva, propuesto para el año 2016, al año 2010.

Tabla 2.13. Ahorros de energía final por sectores, año 2010 (ktep)

	Ahorros año 2010	
	Base 2004	Base 2007
Industria	-799	-2.866
Transporte	6.451	4.561
Carretera	6.784	4.916
Ferrocarril	-317	-207
Marítimo	52	-100
Aéreo	-68	-48
Edificación y equipamiento	2.232	2.529
Residencial	355	752
Envolvente y equipos térmicos	274	699
Iluminación	81	53
Terciario	2.077	1.570
Envolvente y equipos térmicos	1.364	1.322
Iluminación	713	248
Equipamiento	-199	207

¹²El promedio de consumo de energía final (para usos energéticos) en el período 2003-2007 asciende a 72.621 ktep/año —excluidos los sectores no incluidos en la Directiva 2006/32/CE—, por lo que el 9% equivale a 6.536 ktep/año (el ahorro —base 2007— excluidos, básicamente, los sectores industriales dentro de la Directiva ETS y que reportan ahorros de signo negativo en 2010— equivale a 6.682 ktep)

(Continuación)

	Ahorros año 2010	
	Base 2004	Base 2007
Servicios públicos	32	29
Alumbrado público	5	11
Agua	27	17
Agricultura y pesca	426	467
Total ahorros energía final	8.342	4.720

Fuente: IDAE

Tabla 2.14. Ahorros de energía primaria y emisiones de CO₂ por sectores, año 2010

	Ahorros e. primaria (ktep)		Emisiones evitadas CO ₂ (ktCO ₂)	
	Base 2004	Base 2007	Base 2004	Base 2007
Industria	-2.695,7	-5.717,4	-5.281,8	-12.416,8
Transporte	6.874,1	4.909,2	21.471,2	13.330,1
Edificación y equipamiento	3.165,0	4.189,1	6.982,8	9.269,0
Servicios públicos	79,6	67,4	161,0	144,3
Agricultura y pesca	535,5	580,4	1.526,3	1.673,2
Total sectores de uso final	7.958,5	4.028,7	24.859,4	11.999,8
Transformación de la energía	9.766,9	7.018,5	51.796,9	53.252,8
Total sectores uso final + Transformación de la energía	17.725,4	11.047,2	76.656,4	65.252,6

Nota: los cálculos de emisiones de CO₂ evitadas como resultado de las medidas de ahorro y eficiencia energética incorporadas en este Plan son cálculos efectuados *ad hoc* para el mismo y suponen una traducción de los ahorros calculados en diferentes bases (2004 y 2007), en términos de energía final y primaria, a emisiones de CO₂ evitadas; este cálculo no tiene por qué coincidir, por tanto, con los realizados con enfoques o bases contables distintos como parte de los informes periódicos realizados en relación con la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Fuente: IDAE

Para cada uno de los sectores de uso final que forman parte del Plan de Acción 2011-2020, se ha hecho un análisis pormenorizado de los ahorros, no sólo con indicadores descendentes, sino con indicadores ascendentes que han permitido identificar el

impacto individual sobre los consumos energéticos de cada una de las medidas de ahorro y eficiencia energética propuestas en los Planes de Acción 2005-2007 y 2008-2012 —en la medida en que se

ha tratado de determinar el ahorro total asociado a ambos planes, en lo que sigue, el análisis se centrará en los ahorros calculados con base 2004.

Industria

Los indicadores descendentes utilizados (indicadores de Laspeyres) permiten distinguir el efecto sobre los ahorros de energía final debido a los cambios en la estructura productiva del sector industrial (ganancias o pérdidas de peso relativo de unos subsectores frente a otros) del efecto debido a la mejora tecnológica en cada uno de dichos subsectores (posibles reducciones de los consumos unitarios o específicos —consumo por unidad de producto— en cada subsector). La suma de ambos efectos proporciona como resultado el ahorro total imputable al sector (en este caso, desahorro).

En el esquema 2.1. que sigue, el primero de los efectos (LE) resulta de signo positivo (1.655,5 ktep), y corresponde al ahorro derivado de los cambios estructurales dentro del sector industrial —mayor peso relativo de los sectores menos intensivos en energía sobre el total del valor añadido del sector—, mientras que el segundo de los efectos (LT), el atribuible a la mejora tecnológica en sentido estricto, presenta signo negativo (-2.454,1 ktep) por el mayor consumo por unidad de valor añadido que se registra en el sector industrial en 2010, con respecto a 2004.

La crisis económica actual distorsiona y dificulta el análisis sobre los resultados derivados de las medidas de ahorro y eficiencia energética puestas en marcha dirigidas a este sector. Por un lado, los consumos unitarios han aumentado en los últimos años como consecuencia de la baja utilización de las capacidades productivas, derivada de las reducciones de producción y el mantenimiento de los consumos fijos, lo que produce como resultado ahorros negativos por mejora tecnológica. Por otro, la pérdida de peso relativo de los sectores ligados a la construcción arroja resultados positivos en términos de ahorro por cambio estructural.

La suma de los dos efectos anteriores permite delimitar el total de los ahorros de energía final del sector: -798,6 ktep. Estos ahorros totales (de signo negativo) contrastan con los ahorros directos —resultado de medidas de renovación de equipos y procesos— que se han determinado mediante indicadores *bottom-up* (BUin₁ + BUin₂). La diferencia entre los ahorros directos calculados mediante indicadores ascendentes y los ahorros calculados mediante indicadores descendentes permite estimar los efectos indirectos, ya sean derivados de las medidas directamente ejecutadas en el marco de los planes de acción o derivados de otros factores.

En este caso, la diferencia entre los ahorros calculados por ambas vías (*top-down vs bottom-up*) tiene también signo negativo, lo que supone que, aun obteniéndose ahorros directos fruto de las medidas de mejora de la eficiencia energética efectivamente puestas en marcha, los efectos indirectos —derivados de la crisis económica y de la pérdida de valor añadido en el sector industrial— contrarrestan los ahorros conseguidos.

En definitiva, este resultado se produce como consecuencia de los menores niveles de producción industrial entre 2004 y 2010, de la pérdida de valor añadido y de la imposibilidad de reducir, de forma paralela a la reducción de los niveles de producción, los consumos energéticos. El mantenimiento de determinados costes fijos de producción y la baja utilización de las capacidades productivas producen como resultado una reducción menos acusada de los consumos energéticos que la que se produce en los valores añadidos del sector industrial y, por consiguiente, un aumento de las intensidades energéticas, ya sean calculadas por unidad de valor añadido o por unidad de producto. Puede afirmarse, por tanto, que el valor negativo de los ahorros calculados mediante indicadores descendentes o *top-down* (de signo contrario al de los ahorros calculados mediante indicadores *bottom-up*) obedece, básicamente, a los efectos adversos asociados a la actual crisis económica.

Esquema 2.1. Esquema de cálculo de los ahorros del sector *Industria*: enfoque integrado *top-down/bottom-up*

Industria		[L] = -798,6 ktep ₂₀₁₀ (Base 2004)
Mejora estructura de consumo [LE] = 1.655,5 ktep ₂₀₁₀ (Base 2004)	Mejora tecnológica	[LT] = -2.454,1 ktep ₂₀₁₀ (Base 2004)
	Convenios de colaboración	[BUin ₁] = 1.068,6 ktep ₂₀₁₀ (Base 2004)
	Proyectos estratégicos	[BUin ₂] = 131,5 ktep ₂₀₁₀ (Base 2004)

Los ahorros directos calculados mediante indicadores bottom-up pueden asociarse a la medida incluida en el Plan de Acción 2005-2007 y en el Plan de Acción 2008-212: "Programa de ayudas públicas". Las ayudas públicas a la inversión para renovación de equipos y procesos, ya sea en el marco de los mecanismos de cooperación con las comunidades autónomas ($BU_{in,1}$), o en el marco de las actuaciones directas del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a través del IDAE, ($BU_{in,2}$) han permitido conseguir ahorros significativos que, no obstante, han sido absorbidos por la crisis. Estos ahorros directos han sido calculados por agregación de los ahorros individuales que se han estimado para cada uno de los proyectos subvencionados, proyecto por proyecto, en la medida en que IDAE cuenta con información detallada proveniente de los programas de ayudas públicas gestionados por las comunidades autónomas y de los que gestiona de manera directa.

Transporte

El análisis del sector transporte se ha abordado por modos (carretera, ferrocarril, marítimo —cabotaje y fluvial— y aéreo), distinguiendo, dentro

de los modos carretera y ferrocarril, el tráfico de mercancías del tráfico de pasajeros.

La mayor parte de los ahorros se concentran en el modo carretera (6.782 ktep) y, básicamente, en el transporte de mercancías, lo que compensa los ahorros de signo negativo que aparecen, básicamente, en el modo ferroviario. Estos desahorros localizados en el transporte por ferrocarril se producen como resultado de los menores tráficos de mercancías —derivados de la crisis económica— y de la consiguiente reducción de los factores de carga (los consumos energéticos se mantienen —puesto que se mantienen las líneas regulares de transporte—, pero disminuyen los niveles de ocupación, lo que incrementa los consumos por tonelada-kilómetro transportada).

El Esquema 2.2. resume los principales resultados en términos de ahorro del sector, y la forma en que se han calculado para cada modo de transporte. Los indicadores *top-down* responden a la descripción incluida en la Tabla 2.9. anterior, mientras que, como puede comprobarse, para la evaluación de los ahorros asociados al tráfico de pasajeros por carretera, se ha recurrido a indicadores *bottom-up*.

Esquema 2.2. Esquema de cálculo de los ahorros del sector Transporte: enfoque integrado top-down/bottom-up

Transporte total	$[BU_{rp} + BU_{cet} + A2 + PB] + [P10 + P11] + [M7] + [Mav] + [P12 + P13] = 6.451,1 \text{ ktep}_{2010} \text{ (Base 2004)}$		
Transporte modo carretera	$[BU_{rp} + BU_{cet}] + [A2] + [PB] = 6.701,4 \text{ ktep}_{2010} \text{ (Base 2004)}$		
Transporte modo carretera turismo			$[BU_{rp} + BU_{cet}] = 788,4 \text{ ktep}_{2010} \text{ (Base 2004)}$
Transporte modo carretera mercancías (camiones y vehículos ligeros)			$[A2] = 5.880,4 \text{ ktep}_{2010} \text{ (Base 2004)}$
Transporte modo carretera colectivos (buses)			$[PB] = 32,6 \text{ ktep}_{2010} \text{ (Base 2004)}$
Transporte modo ferrocarril			$[P10 + P11] = -317,4 \text{ ktep}_{2010} \text{ (Base 2004)}$
Transporte de pasajeros $[P10] = 24,3 \text{ ktep}_{2010} \text{ (Base 2004)}$	$[P12] = 84,7 \text{ ktep}_{2010} \text{ (Base 2004)}$	Transporte de mercancías	$[P11] = -341,7 \text{ ktep}_{2010} \text{ (Base 2004)}$
Transporte modo marítimo		$[P13] = -2,0 \text{ ktep}_{2010} \text{ (Base 2004)}$	$[M7] = 52,3 \text{ ktep}_{2010} \text{ (Base 2004)}$
Transporte modo aéreo			$[Mav] = -68,0 \text{ ktep}_{2010} \text{ (Base 2004)}$

Nota: los indicadores P12 y P13 corresponden a cambio modal y proporcionan una estimación de los ahorros de energía en el transporte que se producen como consecuencia de la sustitución de modos individuales de transporte (por carretera) a modos colectivos (ya sean, modos de transporte colectivo por carretera o por ferrocarril) en el caso del indicador P12, y como consecuencia de la sustitución del modo carretera por los modos ferroviario y marítimo en el transporte de mercancías en el caso del indicador P13. En las tablas resumen, los ahorros obtenidos mediante los indicadores P12 y P13 se han adicionado al modo carretera, por lo que figura un ahorro de 6.927,2 ktep, en vez de 6.844,4 ktep.

Los ahorros asociados al modo carretera se han calculado de la forma que resume el Esquema 2.3.: mediante la agregación de ahorros *bottom-up* para el tráfico de pasajeros y mediante el indicador A2 [consumo unitario de camiones y vehículos ligeros] para el tráfico de mercancías.

Los indicadores ascendentes calculados para el tráfico de pasajeros recogen los ahorros por renovación del parque automovilístico (BURp) y por cursos de conducción eficiente —BUcet— (estos últimos acometidos, básicamente, en el marco de los programas de cooperación de IDAE con las comunidades autónomas, determinándose los ahorros sobre la base del número real de conductores formados¹³).

El indicador calculado para medir el impacto sobre el ahorro de la renovación del parque de turismos (BURp) incluye los ahorros por renovación natural (con o sin sustitución), los derivados de los planes de sustitución de vehículos (Plan PREVER 1997-2007, Plan VIVE 2008-2010 y Plan 2000E 2010) y de las sustituciones de vehículos por vehículos eléctricos o híbridos —estas últimas llevadas a cabo dentro de los programas de subvenciones de las comunidades autónomas o del propio IDAE, básicamente, a través del proyecto demostrativo del vehículo eléctrico MOVELE. Estos ahorros equivalen a 733,1 ktep/año de energía final, de los que pueden diferenciarse los provenientes de los planes y programas que han promovido el achatarramiento de vehículos de mayor antigüedad y consumo —y su sustitución por vehículos nuevos de menores consumos y emisiones—, de los derivados de la renovación natural del parque automovilístico.

Los ahorros de energía final derivados de la renovación natural del parque automovilístico —por otros vehículos más eficientes— se han evaluado en 425,3 ktep/año, lo que supone el 58% de los ahorros imputables a la renovación del parque de turismos. Estos ahorros se consideran imputables, ya sea como directos o como indirectos, a los planes de acción de ahorro y eficiencia energética. La discriminación fiscal introducida en el *Impuesto de Matriculación de Vehículos Automóviles* según

eficiencia energética y emisiones de CO₂ por kilómetro recorrido¹⁴ ha orientado a los potenciales compradores de nuevos vehículos hacia aquéllos de menores consumos y ha estimulado ganancias de cuota de mercado de los vehículos de menores consumos y emisiones. De esta forma, en la Tabla 2.15. que sigue, estos ahorros (425,3 ktep/año) se han atribuido, conjuntamente, a esta medida de tipo fiscal y a la aplicación del reglamento 443/2009, sobre emisiones de CO₂ de turismos nuevos.

El balance global de los ahorros del transporte por carretera en el año 2010 (base 2004) se ha realizado sobre la base de los ahorros *bottom-up* calculados (BURp + BUcet) para el transporte de pasajeros y sobre la base de los ahorros *top-down* calculados para el transporte de mercancías (A2). Los ahorros calculados para el transporte de mercancías por carretera (5.880,4 ktep/año) obedecen a una reducción de los consumos por vehículo (camiones y vehículos ligeros).

Del mismo modo, el balance global de los ahorros del sector transporte en 2010, se obtiene como resultado de adicionar, a los anteriores, los ahorros atribuibles al resto de modos (ferrocarril, marítimo y aéreo) para los que también se han utilizado indicadores *top-down*. De esta forma, en este balance global, el 12,2% del total de los ahorros que se atribuyen al sector *Transporte* en el año 2010 se han determinado mediante una aproximación *bottom-up* (788,4 ktep/año sobre un total de 6.451,1 ktep/año).

Los ahorros en el modo ferrocarril tienen signo negativo como resultado del comportamiento del tráfico de mercancías. Mientras que, en el tráfico de pasajeros, se registran ahorros como resultado de los menores consumos por pasajero-kilómetro —atribuibles en buena medida a la alta velocidad—, en el tráfico de mercancías, la evolución ha sido la contraria: se registran mayores consumos por tonelada-kilómetro transportada en 2010 frente a 2004, lo que puede imputarse, en buena medida, a la reducción de los factores de carga consecuencia de la actual crisis económica. También tienen signo negativo los ahorros en el modo aéreo, por los mayores consumos energéticos por operación.

¹³Los detalles del cálculo de los indicadores *bottom-up* pueden comprobarse en el documento anexo “*Metodología de cálculo de los ahorros derivados de los Planes de Acción de Eficiencia Energética 2005-2007 y 2008-2012. Análisis de resultados*”

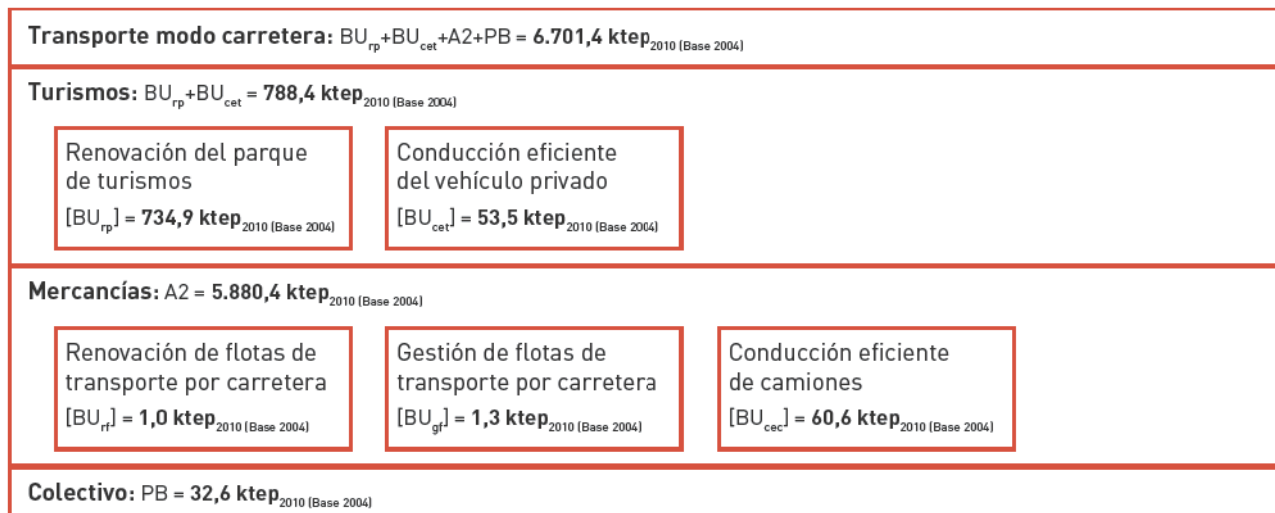
¹⁴Esta modificación en la estructura del impuesto fue introducida por la Ley 34/2007, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera, a partir del 1 de enero de 2008. La nueva estructura contempla un tipo 0 para los vehículos de menos de 20 gCO₂/km

En definitiva, el balance global de los ahorros del sector *Transporte* se ha hecho adicionando indicadores *top-down* —con la excepción de los ahorros atribuibles al transporte de pasajeros por carretera— para cada uno de los modos, y distinguiendo siempre entre los tráficos de pasajeros y los de mercancías. No obstante, se han calculado indicadores *bottom-up* para la determinación del impacto, en términos de ahorro, de las diferentes medidas incluidas en los planes de acción anteriores a éste [Plan de Acción 2005-2007 y Plan de Acción 2008-2012]. Estos resultados se incluyen en la Tabla 2.15., que distribuye los ahorros *bottom-up* calculados, por medidas y mecanismos de los contemplados en estos planes. De esta forma, dentro de la medida de renovación del parque de turismos, además de los ahorros atribuidos a la discriminación fiscal en el impuesto de matriculación de vehículos antes comentados, los ahorros se atribuyen al Plan PREVER (275,3 ktep/año), al Plan

VIVE (10,0 ktep/año), al Plan 2000E (15,4 ktep/año) y a las iniciativas de impulso al vehículo eléctrico e híbrido (9,0 ktep/año)¹⁵.

En total, mediante una aproximación *bottom-up*, se han determinado ahorros equivalentes a 1.711,8 ktep/año, lo que supone que más del 26% del total de los ahorros del sector *Transporte* obedece, de manera directa, a medidas de ahorro y eficiencia energética de las incluidas en los planes de acción. Del orden de 860 ktep/año se atribuyen a la puesta en marcha de *Planes de Movilidad Urbana Sostenibles* y *Planes de Transporte de Trabajadores* —planes que han sido elaborados dentro de los programas de ayudas de las comunidades autónomas—, mientras que 114,1 ktep/año resultan de los cursos de conducción eficiente subvencionados o de la formación continua introducida para conductores profesionales como resultado de la aprobación del Real Decreto 1032/2007.

Esquema 2.3. Esquema de cálculo de los ahorros del sector *Transporte* (modo carretera): enfoque integrado *top-down*/*bottom-up*



¹⁵Estos ahorros integran los derivados de los vehículos híbridos subvencionados al amparo de las órdenes de ayuda de las comunidades autónomas, en el marco de cooperación de IDAE con estas administraciones territoriales, y del propio IDAE (*Programa de Ayudas IDAE a Proyectos Estratégicos*), y de los vehículos eléctricos subvencionados dentro del Proyecto demostrativo del vehículo eléctrico MOVELE

Tabla 2.15. Ahorros de energía final por medidas (bottom-up) en el sector Transporte (modo carretera), año 2010 (ktep)

Medidas		Mecanismos									
		Programa Cooperación IDAE-CCAA	Programas de ayudas IDAE a proyectos estratégicos	Estrategia de impulso al vehículo eléctrico en España 2010-2015	Plan Prever	Discriminación fiscal en el impuesto de matriculación de vehículos	Reglamento 443 /2009	Cualificación inicial y la formación continua conductores transporte por carretera (RD 1032/2007)	Plan VIVE	Plan 2000E	Total
2010 Base 04 (ktep)	PMUS y PTT (1)	860,0									860,0
	Gestión de flotas por carretera	1,3									1,3
	Conducción eficiente transporte carretera	30,0						30,6			60,6
	Conducción eficiente turismos	53,5									53,5
	Renovación flotas de transporte por carretera	1,5									1,5
	Renovación del parque de turismos	6,9		2,1	275,3	425,3			10,0	15,4	734,9
Total		953,2		2,1	275,3	425,3		30,6	10,0	15,4	1.711,8

[1] Planes de movilidad urbana sostenible y Planes de transporte de trabajadores

Edificación y equipamiento

Los ahorros de energía final atribuibles al sector *Edificación y equipamiento* (2.232 ktep/año) se deben, fundamentalmente, a la mejora de la eficiencia energética de la envolvente térmica y los equipos, y, básicamente, se localizan en el sector terciario (aproximadamente, el 61% de los ahorros totales en 2010 corresponden a los ahorros en calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria en el sector terciario).

En todos los casos, los ahorros se han calculado con los indicadores P y M antes descritos, habiéndose calculado ahorros mediante indicadores *bottom-up* para aislar el efecto de las medidas puestas en marcha y para identificar los posibles efectos indirectos o, incluso, el posible efecto rebote ("rebound effect") que pudiera producirse, como diferencia entre los ahorros totales calculados mediante indicadores *top-down* y los ahorros directos determinados mediante indicadores *bottom-up*, en lo que constituye una aproximación metodológica

común a todos los sectores de este Plan de Acción 2011-2020¹⁶. En el sector residencial, se han utilizado los indicadores P (preferidos), frente a los indicadores M (mínimos), que han sido los utilizados para la determinación de los ahorros del sector terciario, al carecer, para este último, de información estadística consistente que permitiera el cálculo de los indicadores P equivalentes.

Los indicadores P1 y P2 —expresados como los consumos de energía para calefacción y refrigeración, respectivamente, por metro cuadrado construido en edificios de uso residencial— ponen de manifiesto los ahorros (o desahorros) por disminución (o aumento) de los consumos por m² entre 2004 y 2010. El indicador P3 —definido como el consumo de energía por habitante para agua caliente sanitaria— proporciona como resultado unos ahorros de 196,9 ktep/año. De manera agregada, los indicadores anteriores proporcionan un ahorro de 273,9 ktep/año, que queda reflejado en el Esquema 2.4. siguiente: en buena medida, los ahorros derivados del menor consumo en calefacción (153,7 ktep/año) son absorbidos por los desahorros que se derivan del mayor consumo en refrigeración por metro cuadrado, fruto del aumento del número de hogares equipados con equipos domésticos de aire acondicionado (-76,6 ktep/año).

En el sector terciario, la determinación de los ahorros se ha realizado, igualmente, por usos (calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria), pero utilizando como indicador el consumo por empleado —en ambos casos, tanto para la edificación residencial como para la edificación de uso terciario, los consumos para calefacción y refrigeración han sido corregidos por el clima, utilizando grados-día medios de invierno y verano, respectivamente. El número de empleados ha sido también la variable de actividad considerada como referencia para los consumos en iluminación del sector terciario, donde se computan unos ahorros equivalentes a 713 ktep/año.

De nuevo, y como ocurriera con el sector *Transporte*, los indicadores *bottom-up* resumen el efecto directo, en términos de ahorro, de los programas de renovación de equipos e, incluso, de las actuaciones normativas abordadas como consecuencia

de la aprobación de los Planes de Acción 2005-2007 y 2008-2012.

De esta forma, se han calculado los ahorros derivados de los programas de renovación de equipos térmicos (calderas, equipos de aire acondicionado,...) en el marco de los programas de ayudas aprobados y gestionados por las comunidades autónomas (BUit = 61,1 ktep/año); los ahorros derivados de los programas de subvenciones para la mejora de la eficiencia energética de cubiertas o fachadas (donde se incluyen los resultados de los programas de renovación de ventanas —cerramientos y acristalamientos), equivalentes a 22,3 ktep/año (BUet), y de la aprobación del Código Técnico de la Edificación (231,7 ktep/año). En lo relativo a la iluminación, se han cuantificado, igualmente, los ahorros derivados de los proyectos subvencionados dentro de los programas de ayudas públicas de las comunidades autónomas (29,7 ktep/año) y los que se derivan del programa de reparto gratuito de lámparas de bajo consumo llevado a cabo por IDAE (84,9 ktep) y del programa 2x1 (13,0 ktep).

Los ahorros atribuidos al sector *Edificación y equipamiento* son el resultado, sin embargo, de añadir a los anteriores los ahorros que se derivan de la renovación de equipos electrodomésticos (y cocinas) en hogares y establecimientos del sector servicios (hoteles; restaurantes) por otros más eficientes, como resultado del progreso tecnológico autónomo y de los programas de incentivación de las sustituciones de equipos por otros de alta calificación energética.

Mediante indicadores *bottom-up*, se ha determinado el ahorro directo derivado del Plan *Renove* de Electrodomésticos (80,0 ktep/año, en 2010), mientras que, como resultado del cálculo de indicadores P —consumo de energía por equipo— se ha obtenido una cuantificación del ahorro total que puede imputarse al Plan *Renove*, no sólo por la sustitución directa de 3.907.745 equipos, sino por los efectos indirectos positivos del mismo: mejor conocimiento del etiquetado de eficiencia energética y mayor presencia de las clases A y A+ en los puntos de venta —lo que ha supuesto la práctica desaparición de los equipos electrodomésticos de baja eficiencia energética de los establecimientos

¹⁶Se comprobaría la existencia de un cierto efecto rebote en el sector doméstico, si, por aplicación de indicadores descendentes o *top-down*, se observaran desahorros o, en todo caso, menores ahorros que por aplicación de indicadores ascendentes o *bottom-up*. En este caso, ese efecto rebote absorbería, parcial o totalmente, los ahorros por aplicación de medidas calculados mediante un enfoque *bottom-up*

comerciales. Este ahorro total calculado mediante indicadores P asciende a 286,1 ktep/año.

El ahorro doméstico en el sector equipamiento se ve, no obstante lo anterior, compensado por los mayores consumos de energía por empleado en equipos (ofimática y otros) en el sector terciario (el indicador calculado proporciona resultados negativos del orden de -660,4 ktep).

La Tabla 2.16. resume los ahorros calculados mediante indicadores *bottom-up*, utilizando la matriz

que permite comprobar las intersecciones medida/mecanismo, poniendo de manifiesto los mecanismos (ayudas públicas, mecanismos normativos u otros) que se utilizan para conseguir ahorros por mejora de la eficiencia energética en la envolvente y los equipos térmicos, en la iluminación y en el equipamiento. Los ahorros directos imputables a las medidas incluidas en el Plan de Acción 2005-2007 y 2008-2012 ascienden a 1.251,3 ktep, lo que representa el 56% del total de los ahorros calculados para el sector¹⁷.

Esquema 2.4. Esquema de cálculo de los ahorros del sector Edificación y equipamiento: enfoque integrado top-down/bottom-up

Sector Edificios		$[P1+P2+P3+M3_1+M4_1]+[M2_2+M4_2]+[P4]+[P4_1+M4_3+M3_2]+[M4_4] = 2.232,5 \text{ ktep}_{2010 \text{ (Base 2004)}}$	
Envolvente e instalaciones térmicas		$[P1+P2+P3+M3_1+M4_1] = 1.637,7 \text{ ktep}_{2010 \text{ (Base 2004)}}$	
Viviendas	$[P1+P2+P3] = 273,9 \text{ ktep}_{2010 \text{ (Base 2004)}}$	$[M3_1+M4_1] = 1.363,7 \text{ ktep}_{2010 \text{ (Base 2004)}}$	
	Plan Renove de envolvente	BUet = 22,3 ktep _{2010 (Base 2004)}	
	PR instalaciones térmicas	BUit = 61,1 ktep _{2010 (Base 2004)}	
	CTE hogares nuevos BUcte = 231,7 ktep _{2010 (Base 2004)}	Proyectos estratégicos BUpe = 60,9 ktep _{2010 (Base 2004)}	
Iluminación interior		$[M2_2+M4_2] = 793,9 \text{ ktep}_{2010 \text{ (Base 2004)}}$	
Viviendas	$[M2_2] = [P5] = 81,0 \text{ ktep}_{2010 \text{ (Base 2004)}}$	Edificios servicios	$[M4_2] = 713,0 \text{ ktep}_{2010 \text{ (Base 2004)}}$
	Mejora instalaciones BU _{is} = 29,7 ktep _{2010 (Base 2004)}		
	Programa reparto gratuito BU _{it} = 84,9 ktep _{2010 (Base 2004)}		
	Programa 2x1 BU _{iz} = 13,0 ktep _{2010 (Base 2004)}		
Equipamiento		$[P4]+[P4_1+M4_3+M3_2]+[M4_4] = -199,1 \text{ ktep}_{2010 \text{ (Base 2004)}}$	
Electrodomésticos de gama blanca	Cocinas en hogares y servicios $[P4_1+M4_3+M3_2] = 175,2 \text{ ktep}_{2010 \text{ (Base 2004)}}$	Equipos en servicios $[M4_4] = -660,4 \text{ ktep}_{2010 \text{ (Base 2004)}}$	
Renovación elec. gama blanca $[P4] = 286,1 \text{ ktep}_{2010 \text{ (Base 2004)}}$	Renovación cocinas en hogares $[P4_1] = 103,0 \text{ ktep}_{2010 \text{ (Base 2004)}}$		
Plan Renove gama blanca BUe = 80,0 ktep _{2010 (Base 2004)}	Plan Renove cocinas BUc = 1,4 ktep _{2010 (Base 2004)}		

¹⁷Los 666,3 ktep/año de ahorro por mejora de las instalaciones de iluminación interior atribuidos a la nueva normativa edificatoria se han calculado por diferencia entre los ahorros en iluminación obtenidos de la aplicación de indicadores descendentes y los ahorros *bottom-up* que se derivan de los proyectos de ahorro subvencionados en el marco de los programas de ayudas de las comunidades autónomas o del propio IDAE, además de aquéllos que se derivan de los programas de incentivación de la sustitución de lámparas incandescentes por lámparas de bajo consumo

Tabla 2.16. Ahorros de energía final por medidas (*bottom-up*) en el sector Edificación y equipamiento, año 2010 (ktep)

Medidas		Mecanismos							Total
		Cooperación IDAE-CCAA	Programa de ayudas IDAE a proyectos estratégicos	Campaña 2x1 de lámparas de bajo consumo	Campaña de reparto de lámparas de bajo consumo 2009 y 2010	Nuevo RITE (RD 1027/2007)	CTE (RD 314/2006)	Certificación energética edificios (RD 47/2007)	
2010 Base 04 (ktep)	Rehabilitación envolvente térmica	22,3	60,9			231,7		376,0	
	Mejora instalaciones térmicas	61,1							
	Mejora inst. iluminación interior	29,7		13,0	84,9	666,3	793,9		
	Renovación electrodomésticos	81,4					81,4		
Total		194,5	60,9	13,0	84,9	898,0	1.251,3		

Nota: los 666,3 ktep de ahorro en iluminación, imputables a la nueva normativa edificatoria no han sido calculados mediante un procedimiento estrictamente *bottom-up*.

Servicios públicos

Los ahorros de energía final imputables al sector *Servicios públicos* equivalen a 31,8 ktep. De éstos, 4,6 ktep corresponden a la mejora de la eficiencia energética en alumbrado público y 27,2 ktep, a la mejora de la eficiencia energética en plantas o instalaciones de tratamiento de aguas y de desalación.

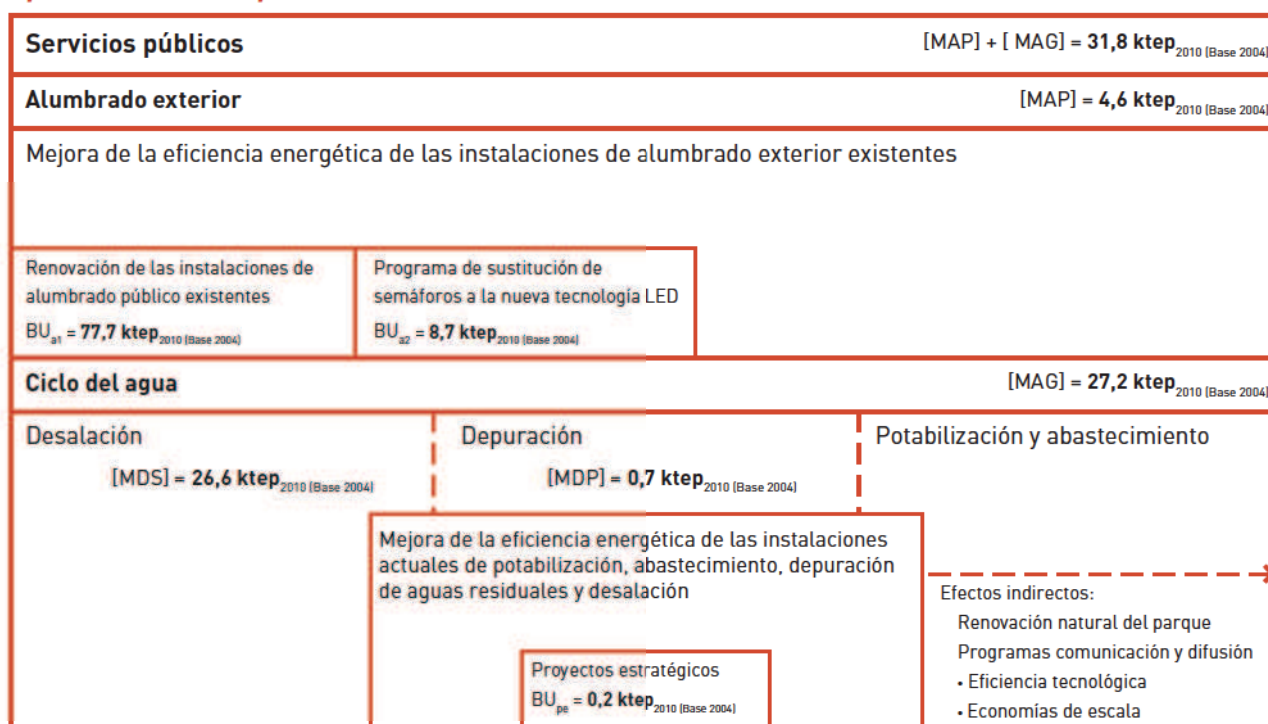
La primera cantidad —correspondiente al alumbrado público— resulta bastante reducida, si se tiene en cuenta que los efectos cuantificables a través de indicadores *bottom-up*, resultado de los programas de renovación de las instalaciones de alumbrado público existentes, y de los programas de sustitución de semáforos a la nueva tecnología LED, alcanzan los 86,3 ktep. Los programas de subvenciones (con intensidades de ayuda que han alcanzado el 40% en proyectos de renovación del alumbrado público municipal) reportan ahorros equivalentes a 77,7 ktep, que resultan del sumatorio de los ahorros anuales reportados por las comunidades autónomas a IDAE desde 2004 (realmente, desde 2006 —primer año en

el que se acometieron proyectos de esta naturaleza en el marco de los programas de cooperación de IDAE con las comunidades autónomas). Del programa de sustitución de semáforos a la nueva tecnología LED, se derivan ahorros del orden de 8,7 ktep, por sustitución de 461.791 ópticas de semáforos en 600 municipios españoles.

En el caso del alumbrado público, el incremento de los consumos de electricidad por vivienda —debido a los nuevos desarrollos urbanísticos y a la colocación de nuevos puntos de luz— ha absorbido los ahorros por mejora de la eficiencia energética y renovación tecnológica computados mediante un enfoque *bottom-up*, en lo que podría constituir, parcialmente, un efecto rebote.

El resultado es el inverso si se analizan los consumos de energía asociados al ciclo del agua (instalaciones de potabilización, abastecimiento, depuración de aguas residuales y desalación), en la medida en que los indicadores descendentes ponen de manifiesto una reducción de los consumos de energía por habitante (o por m³ de agua desalada, en el caso de plantas desaladoras) para este uso.

Esquema 2.5. Esquema de cálculo de los ahorros del sector *Servicios públicos*: enfoque integrado top-down /bottom-up



Agricultura y pesca

Los ahorros de energía final atribuibles al sector *Agricultura y pesca* ascienden, en 2010, a 425,5 ktep, calculados a partir de la reducción de los consumos de energía por unidad de valor añadido del sector. La mejora de la intensidad energética en el conjunto del sector agrario y pesquero ha sido, en promedio, del orden del 2% anual entre 2004 y 2010: desde los 0,154 ktep/M€2000 de 2004, hasta los 0,137 ktep/M€2000 de 2010.

Los ahorros anteriores pueden diferenciarse entre los que corresponden al subsector agricultura, ganadería, caza y selvicultura y los que se atribuyen al subsector de la pesca y acuicultura, determinándose los ahorros, en ambos casos, por diferencia entre los consumos energéticos por unidad de valor añadido en cada uno de los subsectores analizado individualmente —la diferencia entre la suma de los ahorros calculada para los subsectores y el ahorro obtenido a nivel global para el conjunto de la actividad agraria y pesquera obedece a las ganancias de peso relativo del subsector menos intensivo en energía, esto es, el sector agrícola y ganadero, frente al sector pesquero, representando el primero

el 95% del valor añadido y el 85% del consumo energético del conjunto del sector *Agricultura y pesca*. De esta forma, en el sector agricultura, ganadería, caza y selvicultura pueden contabilizarse 240,1 ktep de ahorro, frente a los 146,4 ktep del sector pesquero.

De manera adicional, y con un enfoque próximo al *bottom-up*, han intentado identificarse los ahorros por mejoras tecnológicas en maquinaria agrícola y por mejores prácticas de regadío. En el primero de los casos, el balance es negativo como resultado de la mayor tecnificación y uso de maquinaria en explotaciones ganaderas e invernaderos. En el segundo, se registran ahorros por menores consumos energéticos por hectárea regada (de hasta 73,5 ktep). En el caso del sector de la pesca y acuicultura, el descenso de los consumos por barco pesquero también pone de manifiesto ahorros de signo positivo de hasta 38,7 ktep.

Esquema 2.6. Esquema de cálculo de los ahorros del sector Agricultura y pesca: enfoque integrado top-down/bottom-up

Agricultura y pesca					[M8'] = 425,5 ktep _{2010 (Base 2004)}
Agricultura, ganadería, caza y selvicultura [M8 ₁] = 240,1 ktep			Pesca y acuicultura M8 ₂ = 146,4 ktep		Cambio de peso en la estructura de consumo 39,1 ktep
Explotaciones [PMa + PCI] = -65,6 ktep _{2010 (Base 2004)}	Regadío [PRe] = 73,5 ktep _{2010 (Base 2004)}	↑ Climatización ↑ Mejora tecnológica ↓ Producción 339,8 ktep _{2010 (Base 2004)}	Pesca [PPe] = 38,7 ktep _{2010 (Base 2004)}	↑ Mejora tecnológica ↓ Producción 107,6 ktep _{2010 (Base 2004)}	

2.4 SEGUIMIENTO DEL PLAN: EVALUACIÓN PERIÓDICA DE RESULTADOS Y REVISIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN 2011-2020

La determinación de los resultados en términos de ahorro de energía final, primaria y emisiones de CO₂ evitadas en 2010 ha exigido la elaboración de una plataforma de evaluación de los ahorros de energía y emisiones de CO₂ evitadas coherente y completa para todos los sectores consumidores identificados en la E4 y, en consecuencia, en los Planes de Acción que se derivaron de esta Estrategia (Plan de Acción 2005-2007 y Plan de Acción 2008-2012). Esta plataforma integra, de forma consistente, indicadores *top-down* o descendentes y evaluaciones *bottom-up* o ascendentes, fruto estas últimas del seguimiento individualizado de los resultados que se derivan de las medidas de ahorro y eficiencia energética puestas en marcha.

El diseño de la plataforma anterior ha respondido a la necesidad de adecuar el análisis de resultados que debía contener este Plan a lo exigido y recogido en las recomendaciones metodológicas formuladas por la Comisión Europea, así como a la propia voluntad del IDAE de realizar un seguimiento y evaluación de los planes de acción de ahorro y eficiencia energética anteriores a éste en los términos que se derivaban de lo establecido en dichos planes. De este modo, IDAE ha completado la evaluación exigida por la Comisión Europea de las medidas puestas en marcha a partir de 2008

—por tanto, con base 2007— con la evaluación de las políticas y medidas de ahorro y eficiencia energética adoptadas desde 2005 —por tanto, con base 2004.

El IDAE quedó configurado, en el Plan de Acción 2008-2012, como único centro de seguimiento del Plan, con el objetivo de realizar un correcto seguimiento del grado de ejecución de las diferentes medidas —y de las barreras que dificultaran su puesta en marcha— y de incorporar y ejecutar las medidas correctoras necesarias. De la misma forma que en planificaciones anteriores, el IDAE será el único organismo responsable del seguimiento del presente Plan de Acción 2011-2020, para lo cual deberá contar con la colaboración de los diferentes departamentos ministeriales involucrados en la ejecución de las diferentes medidas contenidas en el mismo y las comunidades autónomas, a través de la Conferencia Sectorial de Energía.

El seguimiento periódico del Plan contendrá un análisis análogo al realizado hasta 2010 y resumido en este documento. Esta evaluación periódica hará uso de los indicadores *top-down* seleccionados para la evaluación realizada en 2010 o de otros que, alternativamente, pudieran proponerse —a iniciativa de la Comisión Europea o de los Estados miembros— si permitieran mejorar la cuantificación de los ahorros derivados de estos planes y la calidad de los análisis. En cualquier caso, IDAE se adaptará a las exigencias de la Comisión Europea sobre necesidades de información en cuanto al grado de avance en el cumplimiento de los objetivos a 2016 y, especialmente, en cuanto al grado de avance en lo relativo al cumplimiento del objetivo del 20% de ahorro de energía primaria en 2020 —en definitiva, IDAE dará respuesta a las necesidades de información de la Comisión Europea sobre los resultados de los planes y programas, de

acuerdo con lo que establezca el articulado final de la Directiva que se apruebe sobre la base de la propuesta presentada por la Comisión en junio de 2011 [COM(2011) 370 final].

Cabe destacar que, como resultado de esta evaluación periódica y como entidad responsable del seguimiento de este Plan de Acción 2011-2020, IDAE podría incorporar cambios en la distribución sectorial o por medidas de los apoyos gestionados por el sector público reconocidos para el Plan para tratar de garantizar el cumplimiento de los objetivos de ahorro propuestos. De la misma forma, a iniciativa de las comunidades autónomas —a través de la Conferencia Sectorial de Energía— podrían incluirse nuevas medidas en este Plan, si el análisis coste-beneficio de dichas medidas aconsejara su introducción para garantizar o facilitar el cumplimiento de los objetivos de ahorro de energía final y primaria propuestos.

3 Estrategias y mecanismos de actuación para la mejora de la eficiencia energética

3.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo da continuidad a la presentación del esquema del Plan de Acción 2011-2020 introducida en el apartado 1.3. anterior, profundizando en los programas de actuación directa del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a través del IDAE, y en los programas conjuntos de IDAE con las comunidades autónomas, como mecanismos básicos de ejecución de las medidas propuestas en el horizonte del Plan —conjuntamente con los mecanismos de tipo normativo. No obstante lo anterior, este Plan propone —como complemento o alternativa a los programas de ayudas públicas directas que han venido siendo uno de los mecanismos principales de actuación— el establecimiento de un **nuevo esquema de reconocimiento o de atribución de valor económico a los ahorros energéticos verificados y certificados no basado en el mercado.**

Antes de describir con mayor detalle el mecanismo de cooperación diseñado entre la Administración General del Estado y las comunidades autónomas

para la ejecución de los Planes de Acción 2005-2007 y 2008-2012, conviene mencionar dos planes de ahorro y eficiencia energética que, a iniciativa del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio —a través de la Secretaría de Estado de Energía— se han venido a sumar a los planes de acción ya aprobados, proponiendo medidas urgentes o intensificando los esfuerzos —con mecanismos nuevos— para hacer posible el cumplimiento de los objetivos globales formulados por los primeros: el *Plan de Activación del Ahorro y la Eficiencia Energética 2008-2011*, aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros de 1 de agosto de 2008, y el *Plan de Intensificación del Ahorro y la Eficiencia Energética*, aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros de 4 de marzo de 2011. Ambos planes, de relevancia especial por el momento en el que se aprueban (marcado por la fuerte inestabilidad política en los principales países de origen de las importaciones de petróleo y los elevados precios del crudo), no constituyen *per se* planes de acción de ahorro y eficiencia energética nuevos, sino que encajan de manera coherente con el Plan de Acción 2008-2012.

PLAN DE ACTIVACIÓN DEL AHORRO Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA 2008-2011 (ACM, 1 de agosto de 2008)

Este Plan contiene 31 medidas, prácticamente ejecutadas en su totalidad (se estima en un 92% el grado de cumplimiento de los objetivos de ahorro), que se agrupan bajo cuatro grandes epígrafes: 1) Medidas transversales; 2) Movilidad; 3) Ahorro energético en edificios; 4) Medidas de ahorro eléctrico. El objetivo del Plan era la reducción del consumo energético en 44 millones de barriles de petróleo, equivalentes al 10% de las importaciones anuales de petróleo crudo.

De las 31 medidas, cabe destacar la medida nº 1, dentro del bloque de medidas transversales, que hace referencia al impulso al mercado de los servicios energéticos; la medida nº 2 (duplicación de la dotación presupuestaria del *Programa de Ayudas IDAE a Proyectos Estratégicos*); la medida nº 5 (Proyecto MOVELE) —dentro del bloque de medidas que afectan a la movilidad— y las medidas nº 25 y nº 26, dentro del bloque de medidas de ahorro eléctrico, relativas, respectivamente, a la distribución gratuita de lámparas de bajo consumo mediante bonos-descuento distribuidos junto con la factura eléctrica (una lámpara de bajo consumo por hogar en 2009 y en 2010) y al reparto de 6 millones de lámparas de bajo consumo en el marco de un Programa 2x1.

Las medidas anteriores, a modo particular y, con carácter general, todas las medidas contenidas en este Plan serán mencionadas y descritas en los apartados sectoriales correspondientes, puesto que han contribuido a la consecución de buena parte de los objetivos que se han imputado a cada una de las medidas relacionadas en este Plan hasta 2010. En la medida en que, prácticamente todas ellas, han sido ejecutadas por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a través del IDAE, serán descritas también en el apartado 3.2. de este mismo capítulo.

MEDIDA 1: Impulso al mercado de servicios energéticos.

MEDIDA 2: Duplicación de la dotación del Programa de Ayudas IDAE a proyectos estratégicos de ahorro y eficiencia energética.

PLAN DE ACTIVACIÓN DEL AHORRO Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA 2008-2011
(ACM, 1 de agosto de 2008)

MEDIDA 3: Exigencia de acreditación de la eficiencia energética en la contratación pública de la Administración General del Estado.

MEDIDA 4: Campaña de información y formación a los consumidores.

MEDIDA 5: Proyecto Piloto Vehículo Eléctrico.

MEDIDA 6: Adquisición de turismos Clase A en la Administración General del Estado (AGE).

MEDIDA 7: Consumo mínimo de 20% de biocarburantes en el Parque Móvil del Estado.

MEDIDA 8: Desarrollo reglamentario para garantizar el objetivo de biocarburantes a 2010 del 5,83%.

MEDIDA 9: Plan VIVE para sustitución de vehículos.

MEDIDA 10: Etiquetado energético comparativo obligatorio de turismos.

MEDIDA 11: Reducción de los límites de velocidad en carretera.

MEDIDA 12: Promoción de la conducción eficiente.

MEDIDA 13: Nueva financiación para Planes de Movilidad Urbana Sostenibles (PMUS).

MEDIDA 14: Incorporación de criterios de eficiencia energética en la financiación del transporte público.

MEDIDA 15: Garantía de acceso a la telefonía móvil en el transporte público colectivo.

MEDIDA 16: Prolongación de los horarios de apertura de las redes de metro durante los fines de semana.

MEDIDA 17: Promoción del transporte urbano en bicicleta.

MEDIDA 18: Incentivación del carril BUS-VAO en grandes ciudades.

MEDIDA 19: Puesta en marcha de planes de movilidad de trabajadores de la AGE.

MEDIDA 20: Optimización de las rutas aéreas recortándolas hasta en un 10%.

MEDIDA 21: Limitación de temperatura en el interior de espacios climatizados.

MEDIDA 22: Plan Renove de infraestructuras turísticas.

MEDIDA 23: Alta calificación energética en nuevos edificios AGE.

MEDIDA 24: Eliminación de bombillas de baja eficiencia en 2012.

MEDIDA 25: Reparto de 49 millones de bombillas de bajo consumo a través de tickets-regalo con la factura eléctrica.

MEDIDA 26: Reparto de 6 millones de bombillas de bajo consumo mediante programa 2x1.

(Continuación)

PLAN DE ACTIVACIÓN DEL AHORRO Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA 2008-2011
(ACM, 1 de agosto de 2008)
MEDIDA 27: Reducción del 10% del consumo energético de la AGE.

MEDIDA 28: Mejora de la eficiencia energética en alumbrado exterior.

MEDIDA 29: Reducción en un 50% del flujo luminoso en autovías y autopistas.

MEDIDA 30: Recuperación de electricidad en frenada de trenes.

MEDIDA 31: Disminución de pérdidas en transporte y distribución de energía eléctrica.

PLAN DE INTENSIFICACIÓN DEL AHORRO Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
(ACM, 4 de marzo de 2011)

Este Plan contiene 20 medidas con un objetivo previsto de ahorro del 6% de las importaciones de petróleo crudo. Estas medidas se agrupan en cuatro grandes bloques de actuación: 1) Transporte y movilidad; 2) Edificación; 3) Iluminación y consumo eléctrico; 4) Divulgación y formación.

De estas medidas, cabe destacar la medida nº 2 (Plan de eficiencia energética en el transporte, prestando especial atención al transporte ferroviario de mercancías), la medida nº 3 (Plan *Renove* de neumáticos), la medida nº 6 (la reducción de los límites de velocidad de 120 a 110 km/h en autovías y autopistas para turismo y motocicletas), la medida nº 16 (de renovación de los sistemas de alumbrado público municipal por otros más eficientes) y la medida nº 19 (Plan 2x1 de renovación de halógenos por LED). De nuevo, y al igual que ocurriera con el *Plan de Activación del Ahorro y la Eficiencia Energética 2008-2011*, las medidas relacionadas en este Plan serán tratadas en el análisis sectorial correspondiente y, cuando proceda —por tratarse de actuaciones directas de IDAE— en el apartado 3.2. de este capítulo.

MEDIDA 1: Financiación para la ejecución de *Planes de Movilidad Urbana Sostenibles* (PMUS).

MEDIDA 2: Plan de eficiencia energética en el transporte, prestando especial atención al transporte ferroviario de mercancías.

MEDIDA 3: Plan *Renove* de neumáticos.

MEDIDA 4: Optimización del uso de los pasillos y rutas verdes de aproximación.

MEDIDA 5: Fomento del coche compartido (*car pooling*) a través de las TIC.

MEDIDA 6: Reducción de los límites de velocidad de 120 a 110 km/h.

MEDIDA 7: Elevación del objetivo de biodiesel al 7% anual.

MEDIDA 8: Rebaja de hasta un 5% de tarifas en trenes de cercanías y media distancia de RENFE.

MEDIDA 9: Fomento del transporte público en la AGE: priorización de las ayudas sociales al transporte.

MEDIDA 10: Fomento de las ciudades con sello MOVELE.

MEDIDA 11: Línea ICO-ESE para el impulso al Plan 2000ESE para obras de ahorro y eficiencia energética en edificios públicos.

MEDIDA 12: Introducción de calderas de biomasa en los edificios de la Administración.

PLAN DE INTENSIFICACIÓN DEL AHORRO Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA (ACM, 4 de marzo de 2011)
MEDIDA 13: Racionalización del consumo energético en las Administraciones Públicas.
MEDIDA 14: Intensificación del Plan Renove de calderas de alto rendimiento energético.
MEDIDA 15: Certificación energética obligatoria de edificios no residenciales de más de 400 kW de potencia instalada.
MEDIDA 16: Renovación de los sistemas de alumbrado público municipal por otros más eficientes.
MEDIDA 17: Plan de eficiencia energética en la Red de Carreteras del Estado.
MEDIDA 18: Culminación de la sustitución de ópticas de semáforos por LED.
MEDIDA 19: Plan 2x1 de renovación de halógenos por LED.
MEDIDA 20: Campaña de sensibilización sobre el ahorro energético dirigida a los consumidores finales.

Los mecanismos de actuación descritos en este capítulo han sido los puestos en marcha hasta 2010, que han tenido continuidad en 2011 —en la medida en que el Plan de Acción 2008-2012 mantiene su vigencia— y que se mantendrán en el horizonte de los años 2016 y 2020.

Los Planes de Acción 2005-2007 y 2008-2012 se han venido ejecutando mediante un mecanismo de cogestión y cofinanciación de la Administración General del Estado y las comunidades autónomas que se ha articulado mediante la firma de convenios de colaboración entre el IDAE y cada una de las comunidades autónomas, con carácter anual para cada uno de los años 2005, 2006 y 2007 y con carácter plurianual a partir de 2008, cubriendo todo el período de vigencia del Plan de Acción 2008-2012.

Estos convenios de colaboración (o cooperación) entre Administraciones han definido la forma en que las comunidades autónomas han ejecutado las medidas contenidas en los Planes de Acción 2005-2007 y 2008-2012. Estas medidas han sido, básicamente, de dos tipos: 1) medidas de apoyo o 2) medidas de formación, información y comunicación. En cualquiera de los dos supuestos, IDAE ha establecido, con carácter general para todo el territorio nacional, las características y la forma en que cada una de las

comunidades autónomas debía ejecutar dichas medidas en su propio territorio, fijando las intensidades máximas de ayuda para los proyectos subvencionados de ahorro y eficiencia energética, o las características y contenido de los cursos de formación que las comunidades autónomas debían organizar e impartir.

Estos convenios han establecido, asimismo, la forma en que IDAE ha venido transfiriendo a las comunidades autónomas los recursos que se han venido habilitando para los sucesivos Planes de Acción, provenientes de Presupuestos Generales del Estado, y de las tarifas eléctrica y de gas, por el importe previsto en los propios Planes¹⁸. Las cantidades transferidas por IDAE han sido aplicadas, por tanto, por las comunidades autónomas en el ejercicio de sus competencias y en el marco de estos acuerdos de colaboración, en los que IDAE se ha reservado una función de supervisión y coordinación de las actuaciones llevadas a cabo por las distintas comunidades autónomas que tiene por objetivo garantizar una cierta coherencia en todo el territorio nacional de las actuaciones en materia de ahorro y eficiencia energética que se ejecutan. De manera adicional a las cantidades transferidas por IDAE, las comunidades autónomas han gestionado las aportaciones que, para la financiación de los Planes de Acción 2005-2007 y 2008-2012, han realizado de su propio presupuesto autonómico.

¹⁸La distribución de los fondos por comunidades autónomas se realiza de acuerdo con criterios e indicadores objetivos que tienen en cuenta la actividad sectorial, los potenciales de las diferentes áreas y el esfuerzo que habría que realizar para conseguir los objetivos marcados en los planes; a saber: *Valor Añadido Bruto* del sector industrial; parque de vehículos; edificios construidos del sector terciario en España y número de hogares calefactados y refrigerados; número total de hogares; población; censo de maquinaria agrícola; número de instalaciones y potencia instalada de cogeneración

Como resultado de lo anterior, las comunidades autónomas gestionan el 75% del presupuesto total de los Planes de Acción 2005-2007 y 2008-2012, asumiendo el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a través del IDAE, la gestión directa del 25% restante, que se ha venido aplicando en los planes y programas que se describen en el apartado siguiente.

Este modelo de cogestión y cofinanciación ha proporcionado resultados positivos derivados de la creación de nuevas agencias regionales de energía, la mayor difusión del conocimiento sobre los planes de acción de eficiencia energética como resultado de la descentralización de la gestión de los fondos, la participación activa en la aplicación de las medidas de pequeñas y medianas empresas de ámbito local o regional y el impulso a la inversión en mejora de la eficiencia energética en pequeñas y medianas empresas distribuidas uniformemente por todo el territorio nacional. La creación de tejido empresarial nuevo —de servicios— para atender demandas nuevas (realización de auditorías energéticas, estudios de viabilidad, planes de movilidad urbana, cursos de conducción eficiente,...) se ha distribuido también de manera uniforme por todo el territorio nacional.

3.2 PROGRAMAS DE ACTUACIÓN DIRECTA DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO A TRAVÉS DE IDAE

Los recursos gestionados de manera directa por IDAE en el marco de los Planes de Acción 2005-2007 y 2008-2012 se han aplicado en planes y programas de alcance nacional y han estado dirigidos a consumidores finales de energía no cubiertos por los programas de ayudas públicas o de formación e información acometidos por las Administraciones autonómicas. Los resultados, en términos de ahorro y en la medida en que han podido determinarse mediante una aproximación *bottom-up*, se muestran en la tabla siguiente, y los programas a los que se hace referencia se detallan a continuación:

Tabla 3.1. Resumen de los ahorros *bottom-up* obtenidos en 2010 (base 2004) por programas de actuación directa del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a través de IDAE

	Ahorros E. final (ktep)	Ahorros E. primaria (ktep)	Emisiones evitadas CO ₂ (ktCO ₂)
Programa Proyectos Estratégicos	199,9	337,0	722,5
Otros programas de ejecución directa de IDAE	140,5	301,9	652,4
Conducción eficiente del vehículo turismo	1,1	1,2	3,7
Conducción eficiente de camiones y autobuses	30,7	34,4	105,0
Proyecto MOVELE	2,1	0,9	4,6
Programa de reparto de bombillas de bajo consumo	84,9	212,5	429,5
Programa 2x1 de bombillas de bajo consumo	13,0	32,5	65,8
Programa de sustitución de semáforos	8,7	20,4	43,7
Total	340,4	638,9	1.374,9

Nota: los cálculos de emisiones de CO₂ evitadas como resultado de las medidas de ahorro y eficiencia energética incorporadas en este Plan son cálculos efectuados *ad hoc* para el mismo y suponen una traducción de los ahorros calculados en diferentes bases (2004 y 2007), en términos de energía final y primaria, a emisiones de CO₂ evitadas; este cálculo no tiene por qué coincidir, por tanto, con los realizados con enfoques o bases contables distintos como parte de los informes periódicos realizados en relación con la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Fuente: IDAE

Programa de Ayudas IDAE a Proyectos Estratégicos

IDAE ha venido convocando, desde 2008, las ayudas correspondientes a este Programa, dotado, en la primera convocatoria, con un presupuesto de 60 millones de euros, que se duplicó en las siguientes y sucesivas convocatorias correspondientes a los ejercicios 2009, 2010 y 2011, hasta 120 millones de euros. La duplicación del presupuesto del programa tuvo su origen en la aprobación, el 1 de agosto de 2008, del *Plan de Activación del Ahorro y la Eficiencia Energética 2008-2011* que incluía esta disposición como medida nº 2.

Este programa de ayudas (subvenciones directas) tiene por objetivo incentivar la realización de

proyectos y actuaciones estratégicas, sectoriales y singulares innovadoras que favorezcan el ahorro y la mejora de la eficiencia energética. Básicamente, va dirigido a empresas con localizaciones o centros de actividad en más de tres comunidades autónomas, o a empresas que vayan a ejecutar proyectos de ahorro y eficiencia energética con un mínimo de inversión elegible superior a 0,5 millones de euros.

Este Programa de Ayudas IDAE a Proyectos Estratégicos es acorde con la normativa comunitaria en materia de ayudas de Estado, determinándose la cuantía de las ayudas de acuerdo con lo dispuesto en las Directrices Comunitarias sobre ayudas estatales a favor del medio ambiente 2008/C 82/01.

Los resultados del Programa, en términos de ahorro, son los que figuran en la tabla siguiente:

Tabla 3.2. Resultados del programa Proyectos Estratégicos 2008-2010

Sector	Ayuda pública (M€)	Ahorros E. final (ktep)	Ahorros E. primaria (ktep)	Emisiones evitadas CO ₂ (ktCO ₂)
Industria	149,6	131,5	195,1	426,7
Transporte	25,7	4,2	4,6	13,2
Edificación	96,5	63,5	136,2	280,8
Transformación de la energía	0,1	0,6	0,6	0,7
Servicios públicos	0,4	0,2	0,5	1,0
Total	272,2	199,9	337,0	722,5

Nota: los cálculos de emisiones de CO₂ evitadas como resultado de las medidas de ahorro y eficiencia energética incorporadas en este Plan son cálculos efectuados *ad hoc* para el mismo y suponen una traducción de los ahorros calculados en diferentes bases (2004 y 2007), en términos de energía final y primaria, a emisiones de CO₂ evitadas; este cálculo no tiene por qué coincidir, por tanto, con los realizados con enfoques o bases contables distintos como parte de los informes periódicos realizados en relación con la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Fuente: IDAE

Los proyectos subvencionados se corresponden con grandes proyectos del sector *Industria*, pertenecientes a los sectores químico, de la pasta, papel e impresión, del sector de los minerales no metálicos o de la alimentación, bebidas y tabaco. En ocasiones, los proyectos objeto de ayuda han supuesto el cambio de los procesos productivos y, en general, la sustitución de equipos e instalaciones por la *Mejor Tecnología Disponible* (MTD o, BAT —*Best Available Technologies*—, en las siglas en inglés).

En el sector *Edificación y equipamiento*, se han subvencionado inversiones en la rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios existentes, de renovación de instalaciones térmicas o de iluminación interior, y en la construcción de edificios nuevos con alta calificación energética, así como aquellas inversiones, con carácter general, en equipos, instalaciones y sistemas que consumen energía (equipos de frío, sistemas de alimentación ininterrumpida o ascensores).

En el sector *Transporte*, los proyectos objeto de ayuda son proyectos de renovación de flotas para el transporte de personas y mercancías, por vehículos turismo e industriales eléctricos, de hidrógeno e híbridos, e inversiones en cargadores y red de logística de suministro a vehículos eléctricos.

Por último, en el sector *Transformación de la energía*, las inversiones objeto de subvención son aquellas en instalaciones de microgeneración o de cogeneración de mayor tamaño en sectores no industriales.

La intensidad de la ayuda puede alcanzar hasta el 80% del coste elegible del proyecto, en función del tamaño de la empresa, contemplándose, dentro del Programa y como potenciales beneficiarias de las ayudas, a las *Empresas de Servicios Energéticos*, como complemento de otras actuaciones desarrolladas en el marco de los Planes de Acción 2005-2007 y 2008-2012 (especialmente, del segundo) para impulsar el mercado de los servicios energéticos.

Distribución gratuita de LBC (Lámparas de Bajo Consumo) y Programa 2x1

El *Plan de Activación del Ahorro y la Eficiencia Energética 2008-2011* incluía, como medidas nº 25 y nº 26, el reparto de 49 millones de LBC a través de vales-regalo con la factura eléctrica y el reparto de 6 millones de bombillas de bajo consumo mediante un programa 2x1, respectivamente, como mecanismos de actuación que posibilitaran los objetivos de mejora de la eficiencia energética en iluminación del Plan de Acción 2008-2012.

La distribución gratuita de lámparas de bajo consumo se realizó en dos campañas anuales separadas, en 2009 y 2010: en 2009, se canjearon 7.254.250 bombillas, de un total de 20.276.976 vales-regalo distribuidos, lo que supuso una tasa de canje del 35,78%; mientras que, en 2010, el canje fue del orden del 29,96% (6.576.625 bombillas, sobre un total de 21.954.008 vales-regalo entregados junto con la factura eléctrica a los abonados domésticos).

Junto con los anteriores programas, la campaña de promoción asociada al programa 2x1, que consistió en la puesta a disposición de los consumidores de 1.200.000 paquetes de 2 lámparas, al precio de una, ha permitido la introducción en el mercado de

2.400.000 lámparas de bajo consumo adicionales a las anteriores.

Estos programas, orientados a la renovación de las lámparas incandescentes por lámparas de bajo consumo en el sector doméstico, han ofrecido los resultados directos que muestra la Tabla 3.2. en términos de ahorro de energía final, primaria y emisiones de CO₂ evitadas, aunque han tenido efectos indirectos adicionales —si cabe, más importantes que los anteriores— por reducción de los precios de mercado de las lámparas de bajo consumo y la generalización del conocimiento sobre este tipo de productos.

Programa de sustitución de semáforos a la nueva tecnología LED

IDAE puso en marcha un programa de sustitución de ópticas de semáforos por otras con tecnología LED que permitió la sustitución de 461.791 ópticas en 600 municipios españoles, mediante la compra única en concurso público por parte de IDAE de las ópticas de los semáforos, previo compromiso de adhesión de los municipios al programa —los municipios asumieron el coste íntegro de la instalación y mantenimiento de las ópticas.

Este mecanismo de actuación por parte de IDAE ha permitido favorecer la rápida introducción de una nueva tecnología garantizando las características energéticas del producto, ya que todas las ópticas fueron adquiridas bajo unas mismas especificaciones de calidad. El programa ha tenido también un impacto significativo en materia de sensibilización e información ciudadana, ya que la población que habita los municipios acogidos al programa supera los 27 millones de habitantes.

El programa será replicado por IDAE para afectar al 100% de las ópticas de semáforos, y la medida ya ha sido expresamente recogida como medida nº 18 en el *Plan de Intensificación del Ahorro y la Eficiencia Energética*, aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros de 4 de marzo de 2011, en el que se estima que será preciso sustituir 500.000 ópticas equipadas con bombillas incandescentes o halógenas por ópticas LED para sustituir completamente las tecnologías convencionales en el conjunto del parque de semáforos, en un plazo de 2 años.

Impulso al vehículo eléctrico

Proyecto piloto demostrativo del vehículo eléctrico (Proyecto MOVELE) y Estrategia de Impulso al Vehículo Eléctrico en España 2010-2014

En el marco del *Plan de Activación del Ahorro y la Eficiencia Energética en España 2008-2011*, aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros de 1 de agosto de 2008, se incluye un proyecto piloto de impulso de la movilidad eléctrica, para el desarrollo del cual, en septiembre de 2008, fue aprobado un presupuesto de 10 millones de euros, con el objetivo principal de favorecer la incorporación en las flotas de España de 2.000 vehículos dotados con capacidad de tracción eléctrica y de facilitar el desarrollo de las primeras redes de puntos de recarga de vehículos eléctricos en las ciudades españolas.

Dentro del proyecto, se ha elaborado un Catálogo MOVELE, que recoge la oferta de vehículos eléctricos e híbridos enchufables disponible en España, en diferentes categorías, y han sido subvencionados 1.110 vehículos eléctricos, a los que se ha destinado un presupuesto total de 3.313.891 euros, con una ayuda media por vehículo de 2.985 euros —del total de vehículos subvencionados, el 30% corresponde a vehículos comerciales (N1).

De manera adicional, en el marco del Proyecto MOVELE, se han firmado convenios de colaboración con las ciudades de Madrid, Barcelona y Sevilla con el objetivo de instalar 546 puntos de recarga públicos de vehículos eléctricos en estas tres ciudades. De estos 546 puntos de recarga —con apoyo económico dentro del Proyecto MOVELE—, ya han sido instalados 149. No obstante, otras ciudades españolas, distintas de las anteriores y al margen del Proyecto MOVELE, han instalado puntos de recarga que se suman a los anteriores (409 puntos de recarga adicionales en 59 ciudades españolas) como resultado indirecto de la política de promoción e impulso del vehículo eléctrico acometida desde el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a través del IDAE.

A esta política decidida de impulso de la movilidad eléctrica, se ha sumado la aprobación, en abril de 2010, de la *Estrategia Española de Impulso del Vehículo Eléctrico 2010-2014*, con el objetivo de disponer de un parque de 250.000 vehículos eléctricos en la flota de finales de 2014. Dentro de la Estrategia, se definen dos Planes de Acción 2010-2012 y 2012-2014.

El Plan de Acción 2010-2012 fija como objetivo incorporar 70.000 vehículos eléctricos al parque a finales de 2012, para lo que se dota de 590 millones de euros, adicionales a los 10 millones de euros con los que cuenta el Proyecto MOVELE antes descrito, que se aplicarán, parcialmente, al fomento de la demanda de este tipo de vehículos mediante programas de subvenciones.

Los objetivos de esta Estrategia (250.000 vehículos eléctricos en 2014) están incorporados en este Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020, con una reducción prevista del consumo energético de 162,5 ktep.

Actuaciones de impulso y dinamización del mercado de los servicios energéticos

Las actuaciones de impulso al mercado de los servicios energéticos exigidas por la Directiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de abril, se han dirigido, de manera preferente, al sector público, al que se exige también, en el marco de esta Directiva, un necesario papel ejemplarizante en la aplicación de medidas de ahorro y eficiencia energética y en la promoción de la contratación de servicios energéticos.

De manera conjunta con el Plan de Acción 2008-2012, el Consejo de Ministros de 20 de julio de 2007 aprobó el *Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética en los edificios de la Administración General del Estado*, que establece un objetivo de ahorro energético mínimo para el conjunto de los edificios de la Administración General del Estado del 20% en el año 2016.

De manera adicional y fruto de la aprobación, por Acuerdo de Consejo de Ministros de 1 de agosto de 2008, del *Plan de Activación del Ahorro y la Eficiencia Energética 2008-2011* —que incluye, como medida nº 1, el impulso del mercado de servicios energéticos—, se aprueba, con fecha 1 de diciembre de 2009, el *Plan de Activación de la Eficiencia Energética en los edificios de la Administración General del Estado (AGE)*, con el objetivo de conseguir los ahorros anteriores (20% en 2016) en 330 centros consumidores de energía de la AGE, todo ello mediante la realización de medidas de ahorro y eficiencia energética ejecutadas por *Empresas de Servicios Energéticos*.

La figura de la *Empresa de Servicios Energéticos (ESE)* ha sido incorporada al ordenamiento jurídico español mediante el Real-Decreto Ley 6/2010, de 9 de abril, de medidas para el impulso de la recuperación económica y el empleo, con la definición siguiente: “aquella persona física o jurídica que pueda proporcionar servicios energéticos¹⁹ en las instalaciones o locales de un usuario y afronte cierto grado de riesgo económico al hacerlo. Todo ello, siempre que el pago de los servicios prestados se base, ya sea en parte o totalmente, en la obtención de ahorros de energía por introducción de mejoras de la eficiencia energética y en el cumplimiento de los demás requisitos de rendimiento convenidos”. La definición incorporada se ajusta, fielmente, a la propuesta por la Directiva 2006/32/CE.

El Contrato de Colaboración Público Privado (CCPP)²⁰, al amparo de la Ley de Contratos del Sector Público, constituye la figura contractual más adecuada para articular la gestión de los servicios energéticos de los edificios públicos afectados por este Plan —de manera adicional, el artículo 20 del Real Decreto-Ley 6/2010 anterior ha modificado algunos aspectos del marco regulador de los contratos del sector público para agilizar los procesos de contratación—. La duración del contrato se acordará por un periodo determinado en función del tiempo necesario para la amortización de las inversiones realizadas por la ESE o de las fórmulas de financiación que se prevean, y el pago de los servicios prestados se basará, en parte o totalmente, en el ahorro energético obtenido mediante la mejora de la eficiencia energética del edificio.

El Plan aprobado y en marcha para los 330 edificios de la AGE se ha extendido al resto de las Administraciones Públicas territoriales con la aprobación del *Plan de Impulso a la Contratación de Servicios*

Energéticos, por Acuerdo de Consejo de Ministros de 16 de julio de 2010, conocido como Plan 2000 ESE²¹ por afectar a 2.000 centros consumidores de energía: 1.000 pertenecientes a la Administración Autonómica y Local y otros 1.000 a la Administración General del Estado. La ampliación de los 330 centros de la AGE previstos en el Plan anterior a 1.000 obligará a identificar aquellos edificios de la AGE cuyos contratos de mantenimiento finalicen en el plazo de 2 años para realizar los nuevos contratos, de forma prioritaria, mediante la modalidad de servicios energéticos.

Las inversiones que realicen las ESE dentro de este Plan podrán ser financiadas por la “Línea ICO-Economía Sostenible”, dotada con 20.000 millones de euros para los ejercicios 2010-2011 (10.000 aportados por el ICO y 10.000 por las entidades financieras que participan en el fondo). Este fondo es fruto de una adaptación de las líneas de actuación del Instituto de Crédito Oficial (ICO) con el objetivo de mejorar el acceso al crédito para adecuarlo a las actividades y sectores que más contribuyan al crecimiento económico: [www.economiasostenible.gob.es]. De manera particular a esta línea, el *Plan de Intensificación del Ahorro y la Eficiencia Energética*, de 4 de marzo de 2011, aprobó la Línea ICO-ESE para el impulso del Plan 2000 ESE, dotada con 600 millones de euros provenientes del fondo anterior y para la que IDAE ha dispuesto un fondo de cobertura de riesgos de 30 millones de euros, lo que reducirá las garantías exigidas a los prestatarios por parte de las entidades financieras y facilitará el acceso al crédito.

De manera adicional a lo anterior, relativo a la mejora del acceso a la financiación privada para las ESE adjudicatarias de los contratos, el Plan 2000 ESE prevé tres líneas de apoyo económico: 1) Una

¹⁹El servicio energético prestado por la empresa de servicios energéticos consistirá en un conjunto de prestaciones, incluyendo la realización de inversiones inmateriales, de obras o de suministros necesarios para optimizar la calidad y la reducción de los costes energéticos. Esta actuación podrá comprender, además de la construcción, instalación o transformación de obras, equipos y sistemas, su mantenimiento, actualización o renovación, su explotación o su gestión derivados de la incorporación de tecnologías eficientes. El servicio energético así definido deberá prestarse basándose en un contrato que deberá llevar asociado un ahorro de energía verificable, medible o estimable

²⁰De acuerdo con la definición contenida en el artículo 11 de la Ley de Contratos del Sector Público, el CCPP supone que una Administración Pública encargue a una entidad de derecho privado, por un periodo determinado, en función del tiempo de amortización de las inversiones o de las fórmulas de financiación que se prevean, la realización de una actuación global e integrada que, además de la financiación de inversiones inmateriales, de obras o de suministros necesarios para el cumplimiento de determinados objetivos de servicio público o relacionados con actuaciones de interés general, comprenda alguna de las prestaciones recogidas en la Ley de Contratos del Sector Público

²¹El Real Decreto-ley 6/2010 prevé la aprobación de un Programa de Acuerdos Voluntarios con ESE y encomienda al Gobierno la aprobación, en el plazo de 6 meses, de un plan específico de impulso a las ESE, contemplando, de forma particular, un programa concreto para las Administraciones Públicas. El Plan 2000 ESE da respuesta a esta encomienda

línea de apoyo económico dirigida a los centros consumidores de energía para la contratación de una asistencia técnica para la realización de diagnósticos, auditorías energéticas y preparación de los contratos energéticos; 2) Una línea de apoyo económico en concepto de prima o compensación dirigida a las dos ESE finalistas que participen en el diálogo competitivo, mejor valoradas en la calificación final y que no resulten adjudicatarias del concurso, de acuerdo con el artículo 163 de la LCSP; y 3) Una línea de apoyo económico dirigida a las ESE que resulten adjudicatarias de los concursos, para la realización de inversiones en medidas de ahorro y eficiencia energética (para esta última línea de apoyo económico, el propio Plan habilita un presupuesto máximo de 80 millones de euros provenientes del Plan de Acción 2008-2012²²).

Formación, comunicación e información

IDAE ha realizado desde 2004 numerosas actuaciones dirigidas al ciudadano en el plano de formación, comunicación, difusión e información en relación con el ahorro y la eficiencia energética y las medidas contenidas en el Plan. A dichas actuaciones, se suman, además, las que realizan las propias comunidades autónomas para cada una de las medidas contenidas en el mismo.

Las actuaciones de formación han revestido, en ocasiones, la forma de cursos de formación a formadores, para extender el alcance de la formación a un mayor número de alumnos (conductores/ciudadanos) formados —de manera particular, estos cursos de formación se han centrado en las técnicas de conducción eficiente²³ y en la nueva normativa edificatoria.

En lo relativo a campañas de comunicación, difusión e información, en la propia página web de IDAE (www.idae.es), pueden obtenerse materiales audiovisuales elaborados para aquellas campañas, dirigidas al consumidor final, de mayor alcance y con mayor impacto:

<http://audiovisuales.idae.es/index.php/mod.videos/mem.listado/relcategoria.3690>

En el listado que sigue —sin ánimo de exhaustividad— se da cuenta de las campañas de comunicación de mayor relevancia, tanto por su impacto presupuestario como por los resultados en términos de modificación de hábitos de consumo energético. Estas campañas han tenido presencia en los principales medios de comunicación de España (televisión, radio, prensa, exterior, Internet, acciones especiales, etc.):

- Campañas de comunicación "Ahorra Energía", 2004, 2005, 2007 y 2008. Estas campañas promocionan el ahorro de energía con mensajes sobre uso del etiquetado energético, el apagado de las luces, la utilización de bombillas de bajo consumo, el stand-by, la programación adecuada de la temperatura de la calefacción, la temperatura óptima del aire acondicionado y el uso del transporte público.
- Campañas de comunicación "Ahorra Energía", en colaboración con la Federación Española de Fútbol 2009, 2010 y 2011 —esta última en fase de producción. Estas campañas promocionan el ahorro de energía con mensajes similares a los anteriores, utilizando la capacidad de prescripción de los jugadores de la Selección Nacional de Fútbol.
- Campañas de comunicación "Ahorra Energía", en el marco del evento Vuelta Ciclista España, 2009, 2010 y 2011 —esta última en fase de producción que, además, incluirá una acción especial de promoción del coche eléctrico—, con el objetivo de promover el ahorro de energía.
- Producción y difusión de producciones audiovisuales para su emisión y difusión por televisión: serie "Apaga la luz" (2006-2007); serie de dibujos animados "Enermanos" (2009-2012); series de dibujos animados con Disney Channel España (2006, 2007 y 2008).

De manera adicional a las anteriores, se han desarrollado, desde IDAE, campañas de comunicación periódicas para la promoción de la biomasa, la geotermia y la energía solar térmica como

²²De aplicación a los 1.000 *Centros Consumidores de Energía de la Administración Autonómica y Local*

²³Los cursos de conducción eficiente han sido organizados, generalmente, por las comunidades autónomas, en el marco de los convenios de colaboración suscritos con IDAE para la ejecución del Plan de Acción 2008-2012. No obstante, IDAE ha firmado convenios de colaboración con la Dirección General de Transporte Terrestre del Ministerio de Fomento y los Departamentos de Viajeros y Mercancías del Comité Nacional de Transporte por Carretera (CNTC) —5.000 conductores profesionales formados— y las Asociaciones Nacionales de Fabricantes e Importadores de Vehículos (ANFAC y ANIACAM) —8.800 conductores formados— para el desarrollo de programas de conducción eficiente —los ahorros que se derivan de estos cursos de conducción eficiente se reportan en este Plan bajo un enfoque *bottom-up*

energías renovables de uso en el sector doméstico (2009, 2010 y 2011 —esta última en fase de producción).

Las campañas de comunicación desarrolladas han sido evaluadas, una a una, en términos de impacto mediante estudios post-campañas (sondeos telefónicos de 1.000 entrevistas personales).

Además, dado el ya largo periodo transcurrido desde que el IDAE realiza campañas de comunicación (iniciado en 2004), se ha llevado a cabo un estudio de valoración de la modificación de los hábitos de consumo de los ciudadanos españoles entre 2004 y 2010 que ha permitido, asimismo, reorientar las nuevas actuaciones de comunicación. De este estudio, se han derivado conclusiones relevantes²⁴:

- Cerca del 70% de los entrevistados recuerda haber recibido información que le ayude a moderar su consumo energético.
- El consumo energético es un atributo a tener en cuenta de manera creciente en la decisión de compra de electrodomésticos (ha condicionado o condicionaría la decisión del 48% de la población en 2010, frente al 16% anterior). El etiquetado energético es tenido en cuenta por el 85% de la población en el momento de la compra.
- Los mensajes de "Calefacción a 21º" han tenido un gran impacto en la población, con la gran mayoría de la población manteniendo esta temperatura de confort (56%).
- Crecimiento positivo, estable y continuo, del apagado de los stand-by (79,5%, en 2010).

Es importante destacar, que en 2010, el IDAE ha llegado a un acuerdo con Radio Televisión Española (RTVE), el servicio público de radiodifusión y televisión de España, mediante el cual se pone a disposición, sin coste, la "ventana televisiva" para la emisión de producciones audiovisuales realizadas por el IDAE para la promoción del ahorro de energía y las energías renovables.

De manera adicional a todo lo anterior, IDAE ha puesto en marcha también un *Servicio de Información al Ciudadano en Eficiencia Energética y Energías Renovables*, a través de su página web, que atiende mensualmente una media de 3.000 consultas, con una valoración del ciudadano sobre la calidad de la respuesta de 8.7/10: ciudadano@idae.es. Del mismo modo, en la web de IDAE:

[<http://www.idae.es/index.php/mod.pags/mem.detalle/idpag.50/relcategoria.1025/relmenu.45>], se incluye una relación de guías de consumo, informaciones sobre los planes *Renove* y la etiqueta de eficiencia energética, herramientas para la optimización de la factura eléctrica y, en general, consejos de utilidad para el ahorro de energía.

Con carácter general, la información puesta a disposición de los consumidores finales por las administraciones públicas en relación con el ahorro de energía satisface ampliamente lo exigido por la Directiva 2006/32/CE en el artículo 7, relativo a la "disponibilidad de la información".

3.3 PROGRAMAS DE ACTUACIÓN CONJUNTA DE IDAE CON LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

Las comunidades autónomas, en el marco de sus competencias, han venido ejecutando, desde 2005, las medidas contenidas en los Planes de Acción 2005-2007 y 2008-2012, como resultado de la firma de convenios de colaboración con IDAE que han establecido la forma en que dichas medidas debían ser ejecutadas, básicamente, las condiciones de los beneficiarios de las ayudas públicas contempladas en dichos Planes y las intensidades máximas de la ayuda.

Los convenios firmados con IDAE distinguen entre medidas prioritarias y medidas adicionales. Las primeras han sido desarrolladas en todas las comunidades autónomas —garantizándose una aplicación uniforme de los Planes de Acción en todo el territorio nacional— y las segundas han quedado condicionadas a la decisión de las propias comunidades autónomas, que han decidido el presupuesto que aplicaban a cada una de ellas y si podía ejecutarse o no, en función de las características propias de cada territorio.

Los convenios de colaboración firmados para la ejecución de las medidas contenidas en el Plan de Acción 2008-2012 han tenido un carácter plurianual, por lo que los convenios firmados mantienen su

²⁴Informe FutureBrand 2010

vigencia hasta 2012 y, en la medida en que el análisis de los ahorros conseguidos como resultado de este mecanismo de cogestión y cofinanciación, refuerce la conveniencia de su mantenimiento, habrá de ser el mecanismo de ejecución del nuevo Plan de Acción 2011-2020.

En el marco de estos convenios de colaboración, se han distribuido a las comunidades autónomas, anualmente, alrededor de 200 millones de euros, hasta totalizar los 1.165 millones de euros que figuran en la tabla siguiente para el conjunto del territorio nacional y del período de análisis: 2005-2010. Dentro del convenio marco firmado para el período 2008-2012, se han distribuido, desde 2008 y hasta 2010, un promedio de 258 millones de euros/año, respondiendo la distribución territorial a criterios e indicadores objetivos; a saber: *Valor Añadido Bruto* del sector industrial en cada una de las comunidades autónomas; parque de vehículos; edificios construidos del terciario por comunidades autónomas y número de hogares calefactados y refrigerados; número total de hogares; población; censo de maquinaria agrícola; número de instalaciones y potencia instalada de cogeneración en cada ámbito territorial.

Tabla 3.3. Presupuestos de los programas de actuación conjunta de IDAE con las CCAA (2005-2010)

CCAA	2005-2010
Andalucía	145.760.909
Aragón	44.734.787
Asturias	30.872.144
Baleares	21.486.232
Canarias	32.098.231
Cantabria	15.221.477
Castilla-La Mancha	57.935.121
Castilla y León	77.702.071
Cataluña	215.361.431

(Continuación)

CCAA	2005-2010
Comunidad de Madrid	178.503.885
Comunidad Valenciana	116.195.927
Extremadura	21.037.447
Galicia	73.953.114
La Rioja	11.342.773
Murcia	30.463.924
Navarra	21.782.197
País Vasco	68.532.354
Ceuta	1.191.529
Melilla	1.106.216
Presupuesto total IDAE-MITYC	1.165.281.769
Presupuesto autonómico adicional	348.071.178
Presupuesto total	1.513.352.947

Fuente: IDAE

Los resultados, en términos de ahorro, de este mecanismo de cooperación se muestran en la siguiente tabla, ascendiendo a 2.305 ktep/año, en términos de energía final, y a 3.221 ktep/año, en términos de energía primaria. Estos ahorros han sido calculados mediante una aproximación bottom-up para cada uno de los programas de ayudas públicas articulados por las comunidades autónomas en cada territorio, en la medida en que IDAE cuenta con información individualizada sobre los ahorros y las características de los proyectos subvencionados. Para cada una de las medidas contenidas en los convenios, se aporta, en la Tabla 3.4., información relevante sobre los resultados alcanzados: con carácter general, el volumen de las ayudas públicas aplicadas y, de manera particular para algunas medidas, el número de equipos sustituidos —en

el caso del Plan *Renove* de electrodomésticos²⁵—, el número de vehículos eléctricos o híbridos subvencionados, el número de sistemas de bicicletas públicas —y número de bicicletas— subvencionadas al amparo de los Planes de Acción 2005-2007 y 2008-2012 en el conjunto del territorio nacional, y el número de conductores formados en conducción eficiente, tanto de turismos como de vehículos industriales.

De manera particular, atendiendo a la aplicación de los fondos, seis medidas de las relacionadas en la tabla siguiente absorben más de tres cuartas partes de los fondos que se aplican anualmente: el

Plan *Renove* de Electrodomésticos —en algunos años, este plan ha absorbido el 40% del total de los fondos IDAE-MITYC aplicados a nivel territorial—, el programa de ayudas públicas en el sector industrial, los programas de ayudas para la renovación de las instalaciones de alumbrado público exterior existentes, los programas de ayudas públicas para la rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios existentes, los dedicados a la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas y los programas de ayudas —dirigidos a las Entidades Locales— para la redacción de *Planes de Movilidad Urbana Sostenibles* (PMUS).

Tabla 3.4. Resumen de los ahorros *bottom-up* obtenidos en 2010 (base 2004) por programas de actuación conjunta de IDAE con las CCAA (2005-2010)

		Variable de actividad (2005/2006-2010)	Ahorros E. final (ktep)	Ahorros E. primaria (ktep)	Emisiones evitadas CO ₂ (ktCO ₂)
Industria			1.069	1.586	3.469
Auditorías energéticas	Número de auditorías	1.415			
Programa de ayudas públicas	Inversión asociada (M€)	1.645,7	1.069	1.586	3.469
Transporte			948	944	2.978
Planes de movilidad urbana y Planes de transporte de trabajadores	Número de sistemas de bicicletas públicas/ nº de bicicletas	254/ 31.220	860	846	2.684
	Ayuda pública (M€)	57,3			
Mayor participación de los medios colectivos en el transporte por carretera	Ayuda pública (M€)	9,3			
Gestión de flotas de transporte por carretera	Ayuda pública (M€)	6,6	1,3	1,5	5,0

²⁵Los efectos indirectos de algunas de las medidas propuestas en los planes de acción de ahorro y eficiencia energética han sido más importantes, si cabe, que los efectos directos de las mismas, como se pone de manifiesto, claramente, por diferencia entre los ahorros calculados mediante una aproximación *top-down* (que contabiliza todos los efectos directos e indirectos de las medidas puestas en marcha e, incluso, los ahorros —de signo positivo o negativo— que puedan haberse registrado por cambios en variables de actividad ajenas a las propias medidas de ahorro) y los ahorros calculados mediante una aproximación *bottom-up*. En el caso del Plan *Renove* de Electrodomésticos, la generalización de los equipos de alta calificación energética (A+ y A++) en las superficies de venta y el conocimiento generalizado de la etiqueta de eficiencia energética son efectos indirectos del propio programa puesto en marcha por el IDAE y los gobiernos autonómicos: entre 2004 y 2010, ha aumentado el porcentaje de población que tiene en cuenta el etiquetado de eficiencia energética a la hora de realizar una compra, desde el 42,8% de 2004, hasta el 83,8% de 2010

(Continuación)

	Variable de actividad (2005/2006-2010)		Ahorros E. final (ktep)	Ahorros E. primaria (ktep)	Emisiones evitadas CO ₂ (ktCO ₂)
Conducción eficiente del vehículo turismo	Número de alumnos equivalentes formados	235.360	52	58	173
Conducción eficiente de camiones y autobuses	Número de alumnos equivalentes formados	63.594	30	34	103
Renovación del parque automovilístico de turismos	Número de vehículos sustituidos	8.064	2,7	3,0	8,6
Renovación de flotas de transporte por carretera	Número de vehículos sustituidos	806	1,5	1,6	5,0
Edificación y equipamiento			195	439	899
Rehabilitación energética de la envolvente térmica de los edificios existentes	Ayuda pública (M€)	111,5	22	42	89
Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas de los edificios existentes	Ayuda pública (M €)	145,5	61	116	244
Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación interior en los edificios existentes	Ayuda pública (M€)	22,5	30	74	150
Construcción de nuevos edificios y rehabilitación de existentes con alta calificación energética	Ayuda pública (M€)	6,2	0,9	1,5	3,3
Mejora de la eficiencia energética del parque de electrodomésticos	Número de electrodomésticos	3.907.745	81	204	412
	Efectos indirectos e inducidos		389	882	1805

(Continuación)

		Variable de actividad (2005/2006-2010)	Ahorros E. final (ktep)	Ahorros E. primaria (ktep)	Emisiones evitadas CO ₂ (ktCO ₂)
Servicios públicos			85	212	428
Renovación de las instalaciones de alumbrado público exterior existentes	Ayuda pública (M€)	116	78	194	393
Estudios, análisis de viabilidad y auditorías en instalaciones de alumbrado exterior existentes	Ayuda pública (M€)	9,4			
Formación de gestores energéticos municipales	Ayuda pública (M€)	0,9			
Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones actuales de potabilización, abastecimiento, depuración de aguas residuales y desalación	Ayuda pública (M€)	10,8	7	18	36
Agricultura y pesca			8	12	30
Promoción y formación de técnicas de uso eficiente de la energía en el sector agrario y pesquero	Ayuda pública (M€)	5,0			
Impulso para la migración de sistemas de riego por aspersión o gravedad a sistemas de riego localizado	Ayuda pública (M€)	6,9	2	5	10
Mejora del ahorro y la eficiencia energética en el sector pesquero	Ayuda pública (M€)	2,1	4	5	14
Auditorías energéticas y planes de actuación de mejoras en explotaciones agrarias.	Ayuda pública (M€)	3,7	2	2	6
Apoyo a la agricultura de conservación	Ayuda pública (M€)	0,4	0,2	0,2	0,6
Total sectores de uso final			2.305	3.192	7.804

(Continuación)

		Variable de actividad (2005/2006-2010)	Ahorros E. final (ktep)	Ahorros E. primaria (ktep)	Emisiones evitadas CO ₂ (ktCO ₂)
Transformación de la energía				29	40
Estudios de viabilidad para cogeneraciones	Ayuda pública (M€)	1,8			
Auditorías energéticas para cogeneraciones	Ayuda pública (M€)	0,9			
Fomento de plantas de cogeneración en actividades no industriales	Ayuda pública (M€)	3,4		10	12
Fomento de plantas de cogeneración de pequeña potencia	Ayuda pública (M€)	0,5		0,8	1,4
Fomento de plantas de cogeneración en actividades industriales	Ayuda pública (M€)	6,7		19	26
Total sectores uso final + Transformación de la energía			2.305	3.221	7.844

Nota: los cálculos de emisiones de CO₂ evitadas como resultado de las medidas de ahorro y eficiencia energética incorporadas en este Plan son cálculos efectuados *ad hoc* para el mismo y suponen una traducción de los ahorros calculados en diferentes bases (2004 y 2007), en términos de energía final y primaria, a emisiones de CO₂ evitadas; este cálculo no tiene por qué coincidir, por tanto, con los realizados con enfoques o bases contables distintos como parte de los informes periódicos realizados en relación con la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Fuente: IDAE

Medidas prioritarias (convenios de colaboración IDAE/CCAA)

Industria:

1: Programa de ayudas públicas.

Transporte:

- 1: Planes de Movilidad Urbana Sostenibles (PMUS) y Planes de transporte de Trabajadores (PTT).
- 2: Gestión de flotas de transporte por carretera.
- 3a: Conducción eficiente de turismos.
- 3b: Conducción eficiente de vehículos industriales.
- 4a: Renovación del parque automovilístico de vehículos turismo.
- 4b: Renovación de flotas de transporte.

Edificación y equipamiento:

- 1: Rehabilitación energética de la envolvente térmica de los edificios existentes.
 - 1a: Plan *Renove* de ventanas.
 - 1b: Plan *Renove* de fachadas para edificios de viviendas.
 - 1c: Plan *Renove* de Cubiertas para Edificios de Viviendas.
- 2: Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas de los edificios existentes.
 - 2a: Plan *Renove* de calderas.
 - 2b: Plan *Renove* de equipos de aire acondicionado.
- 3: Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación interior de los edificios existentes.
- 4: Plan *Renove* de electrodomésticos.

(Continuación)

Medidas prioritarias (convenios de colaboración IDAE/CCAA)**Transformación de la energía:**

- 1: Desarrollo potencial cogeneración. Ayudas públicas cogeneraciones no industriales.

Nota: relación de medidas incluidas en los convenios de colaboración suscritos entre IDAE y cada una de las comunidades y ciudades autónomas para la ejecución de las medidas contenidas en el Plan de Acción 2008-2012 (ejercicio 2011). La relación de medidas se actualiza, anualmente, para dar cabida a nuevos programas (nuevos Planes *Renove*, por ejemplo) o para adecuar las intensidades de la ayuda de manera que se haga posible el cumplimiento de los objetivos de ahorro previstos en el Plan.

Medidas adicionales (convenios de colaboración IDAE/CCAA)**Industria:**

- 1: Auditorías energéticas.

Transporte:

- 1: Mayor participación de los medios públicos y/o colectivos.
- 2: Desarrollo de infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos.

Edificación y equipamiento:

- 1: Construcción de nuevos edificios con alta calificación energética.
- 2: Cursos de formación sobre la nueva normativa energética edificatoria.
- 3: Mejora de la eficiencia energética en las instalaciones de ascensores existentes en los edificios.

Servicios públicos:

- 1: Renovación de las instalaciones de alumbrado público exterior existentes.
- 2: Estudios, análisis de viabilidad y auditorías en instalaciones de alumbrado público exterior existentes.
- 3: Realización de cursos de formación energética para los técnicos municipales que posibiliten la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones municipales.
- 4: Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones actuales de potabilización, abastecimiento, depuración de aguas residuales y desalación.

Agricultura y pesca:

- 1: Campañas de promoción, formación y mejora de técnicas de uso eficiente de la energía en el sector agrario y pesquero.
- 2: Impulso para la migración de sistemas de riego por aspersión o gravedad a sistemas de riego localizado.
- 3: Mejora del ahorro y la eficiencia energética en el sector pesquero.
- 4: Realización de auditorías energéticas y planes de actuación de mejoras en explotaciones agrarias.
- 5: Mejora de la eficiencia de los tractores en uso mediante la ITV.
- 6: Apoyo a la migración hacia la agricultura de conservación.

Transformación de la energía:

- 1: Estudios de viabilidad para cogeneraciones.
- 2: Auditorías energéticas en cogeneración.
- 3: Fomento de plantas de cogeneración de pequeña potencia.

Nota: relación de medidas incluidas en los convenios de colaboración suscritos entre IDAE y cada una de las comunidades y ciudades autónomas para la ejecución de las medidas contenidas en el Plan de Acción 2008-2012 (ejercicio 2011). La relación de medidas se actualiza, anualmente, para dar cabida a nuevos programas (nuevos Planes *Renove*, por ejemplo) o para adecuar las intensidades de la ayuda de manera que se haga posible el cumplimiento de los objetivos de ahorro previstos en el Plan.

3.4 MECANISMOS O DISPOSICIONES NORMATIVAS

La Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible incluye, dentro del Título III relativo a la sostenibilidad medioambiental, las disposiciones más directamente relacionadas con este plan.

El Capítulo I (*Modelo energético sostenible*) establece, en el artículo 20, que se adoptarán las estrategias y medidas necesarias para lograr un objetivo general de reducción de la demanda de energía primaria, sobre el escenario tendencial en ausencia de políticas activas de ahorro y eficiencia energética, coherente con el objetivo establecido para la Unión Europea del 20% en 2020 y con los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero asumidos por España, lo que supone la fijación de objetivos de ahorro y eficiencia energética con el horizonte del año 2020. De manera más concreta y para la Administración General del Estado y organismos dependientes, anticipa el objetivo de ahorro previsto del 20% respecto al escenario "sin medidas" al año 2016.

En el Capítulo III (*Transporte y movilidad sostenible*), establece las prioridades para la planificación estatal de las infraestructuras de transporte con el objetivo de impulsar el transporte de mercancías por ferrocarril, fomenta la elaboración de *Planes de Movilidad Urbana Sostenibles* (PMUS) y transpone la Directiva 2009/33/CE relativa a la promoción de vehículos de transporte por carretera limpios y energéticamente eficientes —artículos 105 y 106.

En el Capítulo IV (*Rehabilitación y vivienda*), incorpora también disposiciones en relación con la mejora de la gestión del agua y la energía al servicio de un medio urbano sostenible.

De la Ley de Economía Sostenible, se derivarán disposiciones normativas o reglamentarias que profundizarán en el establecimiento de estándares de eficiencia energética para los diferentes sectores consumidores finales.

La clasificación de las diferentes disposiciones normativas que pueda hacerse para el período 2010-2020 no difiere de la que puede hacerse para las aprobadas y en vigor durante el período de vigencia de los anteriores Planes de Acción 2005-2007 y 2008-2012:

1. Formación, comunicación e información.

Dentro de esta categoría, caben todas las disposiciones normativas que regulan la formación mínima exigida para la obtención del permiso de conducir determinados vehículos destinados al transporte por carretera, que han introducido la exigencia de conocimientos mínimos sobre conducción eficiente (RD 1032/2007, de 20 de julio). De manera adicional, se incluyen las disposiciones que regulan los límites de velocidad en autopistas y autovías o las que garantizan el eficaz cumplimiento de estos límites de velocidad en carreteras, aunque hubieran sido aprobadas con un objetivo principal distinto del objetivo de ahorro energético pretendido por este plan (permiso de conducción por puntos).

2. Establecimiento de estándares de eficiencia energética.

Dentro de esta categoría, tienen cabida todas las disposiciones relativas al etiquetado de equipos consumidores de energía, desde equipos electrodomésticos hasta automóviles turismo²⁶, neumáticos o tractores²⁷. En buena medida, estas disposiciones han supuesto la transposición de directivas comunitarias: el Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006, de 17 de marzo de 2006), el nuevo Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RD 1027/2007, de 20 de julio de 2007) y el procedimiento para la certificación energética de edificios (RD 47/2007, de 19 de enero de 2007) constituyen ejemplos de lo anterior, al transponer la Directiva 2002/91/CE, de Eficiencia Energética en Edificios al ordenamiento jurídico español.

Dentro de esta categoría se incluye, asimismo, el RD 1890/2008, de 14 de noviembre de 2008, por el que se aprueba el reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior.

²⁶El 2 de agosto de 2002, se publicó el RD 837/2002, que regula la información relativa al consumo de combustible y a las emisiones de CO₂ de los turismos nuevos que se pongan a la venta o se ofrezcan en arrendamiento financiero en territorio español

²⁷RD 1539/2006 y RD 228/2009, sobre modernización de la flota de tractores agrícolas (Plan *Renove* de tractores)

3. Papel ejemplarizante del sector público.

Esta categoría da cabida al Plan de contratación pública verde de la Administración General del Estado y organismos dependientes (Orden PRE/116/2008, de 21 de enero), además de a algunas otras disposiciones que regulan la contratación de las Administraciones Públicas con criterios de eficiencia energética.

4. Fomento de la cogeneración.

Las dos disposiciones normativas que caben dentro de esta categoría serán objeto de un análisis pormenorizado en el Capítulo 11 de este Plan, centrado en el sector *Transformación de la energía*: el Real Decreto 616/2007, de 11 de mayo, de fomento de la cogeneración, y el Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

5. Otros mecanismos.

Dentro de esta categoría, tienen cabida otros planes, programas o disposiciones con impacto sobre los objetivos de consumo de energía final y primaria, aprobados por iniciativa de departamentos ministeriales diferentes de aquellos responsables de la ejecución y seguimiento de los objetivos contenidos en este Plan y, por tanto, distintos de la Secretaría de Estado de Energía, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio: básicamente, hacen referencia a actuaciones en el sector *Transporte* y en el sector *Agricultura y pesca*.

La apuesta por el cambio modal en el transporte de mercancías que realiza el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte 2005-2020 (PEIT) está considerada en los objetivos de ahorro de energía final y primaria de este Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020, y los planes de renovación de vehículos turismo ya finalizados (entre otros, Planes PREVER, VIVE) han proporcionado buena parte de los ahorros por renovación del parque circulante que se reportan hasta 2010 para algunas de las medidas incluidas en este Plan.

De manera adicional, el Ministerio de Fomento tiene líneas de subvenciones destinadas a la rehabilitación de edificios y viviendas y a favorecer la promoción de obra nueva con alta eficiencia energética en promociones de vivienda protegida. Estas subvenciones se enmarcan en el *Plan Estatal de Vivienda y Rehabilitación 2009-2012* (PEVR),

al que se prevén dedicar recursos por importe de 1.082 millones de euros. Dentro de este plan, existe un programa de "ayudas RENOVE a la rehabilitación y eficiencia energética" que consta de dos partes diferenciadas: el "programa de ayudas RENOVE a la rehabilitación de viviendas y edificios de viviendas existentes" —subvenciones y préstamos convenidos con o sin subsidiación, dirigidos a financiar la rehabilitación de edificios o viviendas aislados, con un apoyo de entre 1.100 y 6.500 euros por vivienda— y el "programa de ayudas a la eficiencia energética en la promoción de viviendas" —con apoyos de entre 2.000 y 3.500 euros por vivienda, siempre que los proyectos obtengan una calificación energética A, B o C.

En el marco del PEVR, existe otro programa de ayudas destinado a la rehabilitación, se trata de las *Áreas de Rehabilitación Integral* (ARIs) y *Áreas de Renovación Urbana* (ARUs). Este programa de ayudas consta de subvenciones y préstamos convenidos sin subsidiación para financiar actuaciones de rehabilitación/renovación en barrios completos, incluyendo como aspectos financiables tanto las actividades de rehabilitación/demolición y nueva construcción de viviendas, como las obras de reurbanización del barrio, el equipo técnico que gestiona las ayudas e informa a los vecinos y los realojos de las familias en el caso de demoliciones. En tanto son actuaciones de rehabilitación, muchos de los proyectos incluirán obras dirigidas a mejorar la eficiencia energética de los edificios, y en el caso de demoliciones y nueva construcción se mejorará, sin duda, la eficiencia respecto a las viviendas demolidas.

3.5 COMUNICACIÓN Y FORMACIÓN

El cumplimiento de los objetivos de ahorro y eficiencia energética propuestos en este Plan 2011-2020 será el resultado también del esfuerzo de comunicación y formación que se lleve a cabo en materia de sensibilización sobre el necesario ahorro de energía. Las actuaciones identificadas se sustentan en una *estrategia de esfuerzo a largo plazo*, materializadas a través de una presencia continuada y constante en los medios de comunicación que permita llegar al mayor número de ciudadanos de una manera constante. Esta estrategia de persistencia es absolutamente necesaria si se quiere, a medio y largo plazo, ir modificando los hábitos de

los ciudadanos con respecto al ahorro de energía y la eficiencia energética.

Las actuaciones de comunicación se materializarán en tres grandes bloques:

- *Campañas de comunicación y publicidad "convencional"*, a través de la producción y difusión — mediante la compra de espacio en medios— de mensajes clave a través de spots de TV, cuñas de radio, inserciones en prensa, exterior e Internet, etc., en uno o varios periodos de cada año.
- *Actuaciones de comunicación y publicidad "no convencional"* que generen eco mediático, sin necesidad de compra de espacio en medios, como acciones complementarias de marketing directo y/o de relaciones públicas, organización de actos públicos, exposiciones, presencia en la calle, road shows, centros de consumo, etc.
- *Potenciación de la participación y presencia en los medios de comunicación*, mediante entrevistas, reportajes o programas especialmente producidos para los medios de comunicación, tales como programas divulgativos, documentales, etc., expresamente desarrollados para contener los mensajes institucionales de ahorro y eficiencia energética.

En este punto, destaca especialmente el acuerdo de colaboración establecido entre el IDAE y RTVE, como servicio público de radiotelevisión, que servirá como "ventana" de emisión de las producciones que el IDAE desarrolle por cuenta propia o con terceros.

El coste total de las tres medidas propuestas para todo el período 2011-2020 asciende a 124.000.000 euros, con una periodificación anual de 12.400.000 euros.

Las actuaciones de formación continuarán el esfuerzo realizado desde 2004 en lo relativo a la formación de conductores (profesionales y no profesionales) en técnicas de conducción eficiente y a la formación sobre la nueva normativa edificatoria. No obstante, se reforzarán los cursos dirigidos a profesionales en materia de servicios energéticos, movilidad eléctrica y generación distribuida, aspectos todos ellos que pueden considerarse prioritarios en este Plan de Acción 2011-2020. De manera concreta, se promoverá la formación en sistemas de medición y verificación de los ahorros e implantación de sistemas de gestión energética. La formación de nuevos profesionales capaces de atender las demandas laborales de las empresas de servicios energéticos —cuya actividad se pretende promocionar con carácter general en todos los sectores consumidores de energía pero, de forma

particular, en los edificios públicos— se considera prioritaria en el marco de este Plan.

La formación no reglada —dirigida al ciudadano— compartirá los objetivos de la estrategia de comunicación para orientar y modificar los hábitos de consumo, no sólo en lo que, directamente, se refiere a la reducción de los consumos energéticos sino en lo que, también de manera indirecta, contribuye a este objetivo: reducción de consumos innecesarios, reutilización y reciclaje.

Contenidos de la comunicación

Todas las actuaciones de comunicación pretenden promover la "sensibilización, movilización y acción ciudadana para el consumo responsable de energía", a través de los siguientes (en relación no exhaustiva):

Objetivos

Con carácter general

- Valorizar la energía, ante el ciudadano-consumidor, como un bien escaso que debemos cuidar.
- Ahorrar energía desde la concienciación con el problema y la creación de corrientes de opinión, movilización y acción ciudadana en el escenario cotidiano de su actividad: hogar, trabajo y modos de transporte.
- Dar información al ciudadano sobre prácticas para que sepa cómo ahorrar desde su actuación particular.
- Posicionar las políticas de ahorro y eficiencia como herramientas al servicio de un nuevo modelo energético nacional basado en la sostenibilidad, la eficiencia energética y que contribuye al freno del cambio climático.

Con carácter concreto

- Movilizar la acción de los ciudadanos en el reto de consumir la energía de forma inteligente y responsable, ya que los ciudadanos son responsables del 30% del consumo total de energía.
- Promover la compra de equipos de la más alta eficiencia energética (viviendas, coches, electrodomésticos, aire acondicionado, lámparas, etc.).
- Promocionar el transporte público, en general, así como los modos de desplazamiento alternativo al coche privado en los centros urbanos en particular.
- Promover el uso responsable del vehículo privado. En la ciudad, el 50% de los viajes en coche son para recorrer distancias de menos de 3 km y el 75% de los desplazamientos en este modo se realizan con un solo ocupante.

- Promover el ahorro de energía mediante el uso responsable de los equipos de calefacción en la temporada invernal.
- Promover el ahorro de energía mediante el uso responsable de los equipos de aire acondicionado en la temporada estival. Estas campañas irán dirigidas, fundamentalmente, a lograr una reducción del consumo en el sector servicios (hostelería, centros comerciales, centros de ocio, etc.). La refrigeración de edificios en España (no se incluye industria) supone buena parte del consumo eléctrico nacional, siendo la refrigeración en edificios del sector terciario el mayor consumidor de aire acondicionado.

Como se ha indicado anteriormente, la periodicidad de las actuaciones de comunicación y publicidad institucional debe ser anual para mantener una presión constante sobre los ciudadanos.

Las campañas y todas las acciones incluidas en ellas, tendrán estudios de medición y resultados y se soportarán en conclusiones y orientaciones obtenidas a través de estudios de análisis e investigación (grupos de discusión, grupos de trabajo, encuestas cualitativas y/o cuantitativas, etc.).

3.6 I+D+i

La participación de la I+D+i resulta fundamental para la consecución de los objetivos de ahorro de este Plan de Acción 2011-2020.

Los objetivos propuestos por el mismo asumen los objetivos de otros planes y estrategias en vigor, concretamente, de la *Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología* (ENCYT) y de la *Estrategia Estatal de Innovación* (E2I), que constituye el marco de actuación en innovación para posibilitar el cambio de modelo productivo en España —estos dos instrumentos están contemplados como complementarios dentro de la Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación [LCTI]²⁸, aprobada en junio de 2011.

Aunque este Plan de Acción 2011-2020 se centra en las políticas de promoción o incentivación de las actuaciones de ahorro y eficiencia energética en los diferentes sectores consumidores de energía, asume como escenario el del cambio de modelo productivo y la transición gradual hacia modos de transporte más eficientes o hábitos o usos sostenibles de la energía en todos los sectores consumidores, lo que sólo resulta posible como resultado de la intensificación de los esfuerzos en investigación, desarrollo e innovación en tecnologías energéticas.

Las tecnologías energéticas forman parte de las prioridades del *Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación* (SECTI) y de los programas específicos dirigidos a la promoción de este sistema nacional, básicamente, el *Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica* (Plan Nacional de I+D+i 2008-2011) y la iniciativa INGENIO 2010.

Plan Nacional de I+D+i 2008-2011

El *Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica* (Plan Nacional de I+D+i) es el instrumento de programación con el que cuenta el sistema español de ciencia y tecnología para la consecución de los objetivos y prioridades de la política de investigación, desarrollo e innovación tecnológica de nuestro país a medio plazo. Actualmente, se encuentra vigente el Plan Nacional de I+D+i 2008-2011, que tiene como marco de referencia la *Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología* (ENCYT) con horizonte a 2015 y la Iniciativa Ingenio 2010, que tiene como fin la convergencia con la UE en I+D+i mediante una mayor dotación de recursos y la puesta en marcha de actuaciones estratégicas.

El vigente Plan I+D+i se estructura en cuatro áreas diferenciadas ligadas a programas instrumentales:

- Área de *Generación de Conocimientos y Capacidades*.
- Área de *Fomento de la Cooperación en I+D*.
- Área de *Desarrollo e Innovación Tecnológica Sectorial*.
- Área de *Acciones Estratégicas*.

²⁸Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación

Plan Nacional de I+D+i 2008-2011

El **Área de Desarrollo e Innovación Tecnológica Sectorial** tiene como objetivo poner a disposición de los sectores industriales los instrumentos y programas necesarios para llevar a cabo sus actividades de desarrollo e innovación tecnológica, abordando actuaciones I+D+i orientadas a la competitividad empresarial. Los programas relacionados con este área serán de aplicación en diez sectores clave, entre los que cabe destacar el ámbito energético. Dentro de este último sector, se promoverán actuaciones I+D+i dirigidas al fomento de la eficiencia y el ahorro energético, así como a la generación energética con recursos autóctonos.

Tal y como se especifica en el propio Plan, es necesario garantizar con la I+D el suministro energético, incrementando la contribución de las energías renovables y las tecnologías energéticas emergentes, así como su integración en el sector energético nacional, de modo que mejore nuestro grado de autoabastecimiento energético, así como la diversificación energética en el suministro y, en definitiva, la sostenibilidad económica y social.

El **Área de Acciones Estratégicas** hace referencia a un conjunto de cinco sectores o tecnologías con carácter horizontal a los que se pretende dar cobertura mediante una gestión integral de todos los instrumentos disponibles en las restantes áreas: Salud; Biotecnología; Energía y Cambio Climático; Telecomunicaciones y Sociedad de la Información; Nanociencia y Nanotecnología, Nuevos Materiales y Nuevos Procesos Industriales.

Por su relación con el ámbito de actuación de este Plan de Acción 2011-2020, se detallan a continuación las líneas concretas relativas al área de Energía y Cambio Climático:

- Línea 1: Energía y mitigación del cambio climático para la producción de energía final limpia y la eficiencia energética, con especial incidencia en el sector transporte y la edificación.
- Línea 2: Movilidad sostenible-transporte.
- Línea 3: Otros ámbitos del cambio climático.

Como instrumento para la transferencia del conocimiento, se han constituido en España dos *Plataformas Tecnológicas* implicadas, directamente, en la mejora de la eficiencia energética: la *Plataforma Tecnológica Española de Eficiencia Energética* y la *Plataforma Intersectorial para la Eficiencia Energética*.

- La *Plataforma Tecnológica Española de Eficiencia Energética* tiene como objetivo la innovación en eficiencia energética, a través de nuevas soluciones y el desarrollo de nuevas técnicas y productos. Entre sus prioridades, se encuentran favorecer la colaboración entre los sectores público, industrial y científico para fomentar la I+D+i en eficiencia energética, recomendar acciones a los diversos sectores en el campo de la I+D+i, elaborar recomendaciones para la estrategia de formación de profesionales en I+D+i y aumentar las oportunidades para las empresas e instituciones de I+D españolas en proyectos internacionales.
- La *Plataforma Intersectorial para la Eficiencia Energética*, por su parte, es una agrupación constituida

en 2011 por grandes empresas de diferentes sectores para promover actividades conjuntas orientadas hacia el fomento de la eficiencia energética.

Desde diferentes departamentos ministeriales y, de manera adicional, se han promovido proyectos o desarrollado actuaciones directamente ligadas a la investigación y el desarrollo para la mejora de la eficiencia energética, tanto desde el Ministerio de Ciencia e Innovación, como desde el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Dentro de las iniciativas del Ministerio de Ciencia e Innovación para el desarrollo de la investigación en eficiencia energética destacan:

- La creación del centro de I+D+i de Eficiencia Energética DETEA²⁹ en el Parque Científico y Tecnológico Cartuja 93.
- La financiación de *Proyectos Singulares Estratégicos* (PSE) relacionados con la eficiencia energética, de entre los que se citan:

²⁹<http://www.detea.es>

- El Proyecto Singular Estratégico sobre Arquitectura Bioclimática y Frío Solar (PSE-ARFRISOL), que contempla la construcción y desarrollo de cinco edificios de oficinas con un ahorro significativo de energía mediante el recurso a la arquitectura bioclimática y la aplicación de la energía solar.
- El proyecto PSE CICLOPE³⁰, cuyo objetivo es el análisis del impacto ambiental de los edificios a lo largo de su ciclo de vida, en términos cuantificables de consumo energético y emisiones de gases de efecto invernadero asociadas.
- El proyecto PSE CYTELEC³¹, cuyo objetivo es definir un sistema adecuado para satisfacer las necesidades de transporte urbano actuales y futuras, permitiendo la movilidad personal con una huella de carbono mínima.
- El proyecto TECMUSA, con el objetivo de desarrollar vehículos eléctricos e híbridos de gran tamaño para el transporte de personas y mercancías.
- La carta fundamental de la Alianza por la Investigación y la Innovación Energética (ALINNE), que constituye un gran pacto nacional público-privado para definir una estrategia nacional en materia de I+D energética. Sus actividades estarán coordinadas por el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).

Por otro lado, el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), organismo perteneciente al Ministerio de Ciencia e Innovación, cuenta con herramientas para la financiación de proyectos de I+D+i y creación y consolidación de empresas de base tecnológica. Entre sus iniciativas, destacan los Proyectos de Investigación y Desarrollo (PID), el fondo tecnológico, la internacionalización de la I+D+i (el programa marco de la Unión Europea) y las resoluciones Cenit.

Dentro de los fondos tecnológicos del CDTI, se destacan los siguientes proyectos:

- El Proyecto Smart City Málaga³², cuyo objetivo es aplicar las nuevas tecnologías para reducir el

consumo eléctrico y conseguir una integración óptima de las fuentes renovables de energía en la red eléctrica³³.

- El Proyecto REDUCA, dirigido a la rehabilitación energética de edificios docentes en Andalucía³⁴, para incrementar la eficiencia energética de los edificios.
- El Proyecto *Gestión Activa de la Demanda*³⁵ (GAD), que investiga la optimización del consumo eléctrico en los hogares, desarrollando soluciones que permitan una gestión activa de la demanda.
- Dentro del Programa CENIT, el proyecto MEDIODIA³⁶, enfocado a la eficiencia energética en invernaderos (agricultura bajo plástico); el proyecto Denise, centrado principalmente en la gestión eficiente de la oferta y la demanda de energía eléctrica, y el Proyecto VERDE³⁷, dedicado a investigar la futura fabricación y comercialización de vehículos eléctricos e híbridos enchufables en España.

El CDTI colabora con la agencia japonesa NEDO en la realización de proyectos relacionados con ciudades inteligentes y redes inteligentes.

En lo que se refiere al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, en marzo de 2011, este Ministerio abrió la convocatoria para la concesión de las ayudas del Plan Avanza 2 para la realización de proyectos y acciones de la *Acción Estratégica de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información*. El principal objetivo de la Estrategia 2011-2015 del Plan Avanza 2 es contribuir al cambio de modelo económico de nuestro país a través de las TIC, ya que estas tecnologías generan un incremento de la competitividad y la productividad, ayudan a recortar costes y constituyen el mejor instrumento para poner en marcha y materializar nuevas ideas empresariales.

Dentro del Plan Avanza 2, se encuentra el subprograma Avanza TIC Verdes. Esta iniciativa tiene como beneficiarios a empresas, agrupaciones o asociaciones empresariales y organismos privados de investigación. El presupuesto es de 270 millones de euros en préstamos y las prioridades temáticas son:

³⁰<http://circe.cps.unizar.es/ciclope/index.html>

³¹<http://www.cityelec.es>

³² <http://www.smartcitymalaga.es/>

³³ El CDTI financia este proyecto con 21 millones de euros

³⁴ www.pitalmeria.es

³⁵ www.proyectogad.com

³⁶ <http://www.cenitmediodia.com/>

³⁷ <http://cenitverde.es>

- Sistemas y herramientas basados en TIC que contribuyan a una reducción del impacto medioambiental.
- Sistemas y herramientas basados en TIC que conduzcan a una mejora de la eficiencia energética y a una gestión inteligente de la energía: nuevos desarrollos en iluminación, creación de redes inteligentes de energía (medidores inteligentes), nuevas soluciones domóticas interoperables e integradas en la red eléctrica, mejora y optimización de la integración de energías renovables en la red eléctrica, etc.
- Tecnologías y herramientas basadas en TIC que permitan la integración de la movilidad eléctrica urbana.

En convocatorias anteriores del Plan Avanza, se han subvencionado proyectos de I+D relacionados con el desarrollo del vehículo eléctrico, como el proyecto DOMOCELL, centrado en el estudio de las redes de recarga en edificios residenciales de las grandes y medianas ciudades; o el proyecto Surtidor, cuyo objetivo es el desarrollo de estaciones de recarga ultra-rápida para vehículos eléctricos.

Desde el IDAE, se han promovido, también, medidas innovadoras en eficiencia energética, como el proyecto piloto MOVELE —descrito en el apartado 3.2 de este Plan de Acción 2011-2020—, cuyo objetivo ha sido demostrar la viabilidad técnica, energética y económica de la incorporación del vehículo eléctrico.

En definitiva, el cumplimiento de los objetivos de ahorro de energía de este Plan de Acción 2011-2020 requiere el mantenimiento y consolidación de las actuaciones, planes y programas de I+D+i orientados al desarrollo de nuevos sistemas y herramientas basadas en TIC que hagan posible la mejora de la eficiencia energética en todos los sectores, la optimización y mejora de la gestión energética, la gestión activa de la demanda y la movilidad eléctrica.

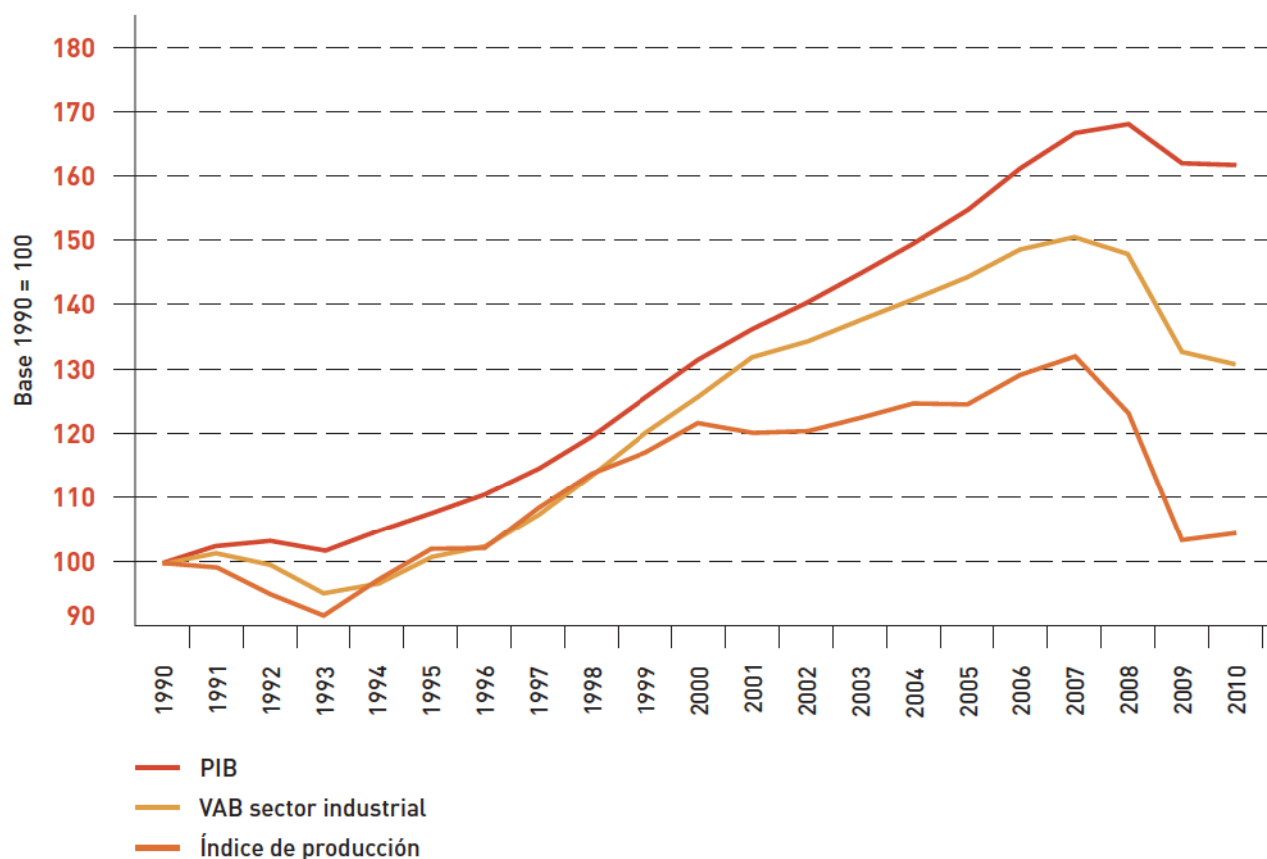
7 Industria

7.1 SITUACIÓN ACTUAL

El consumo de energía final energética del sector *Industria* ha descendido, en el período 2007-2010, con una tasa media anual del -2,1%, mientras que se ha incrementado la intensidad energética en un 2,7%, también en promedio anual. La

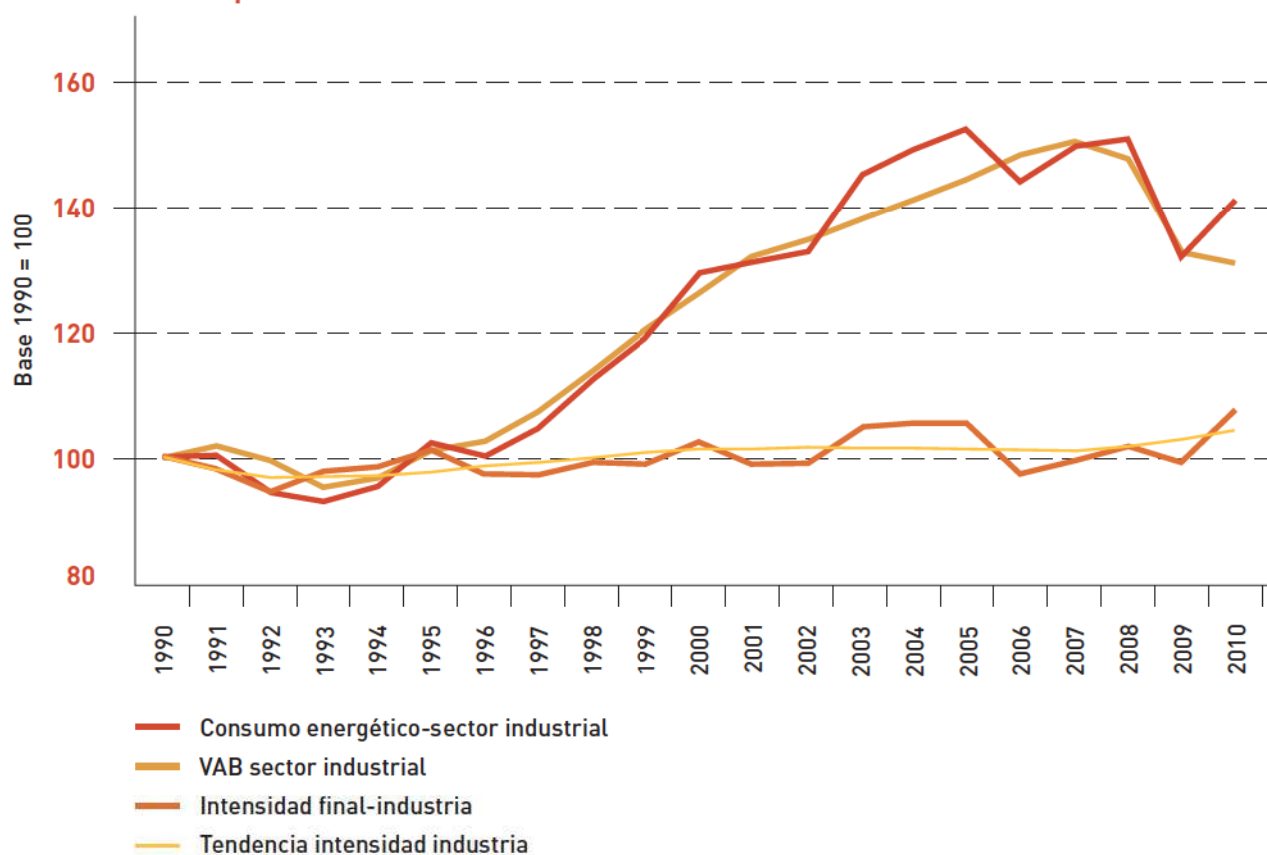
intensidad energética en el año 2007 ascendía a 151 tep/M€2000 y, en el año 2010, a 164 tep/M€2000. La caída del valor añadido del sector industrial entre ambos años ha supuesto una pérdida de peso del sector en el PIB (o valor añadido total) del orden de 3 puntos porcentuales: desde el 27,6% de 2007, hasta el 24,6% de 2010 (descontadas las industrias energéticas, desde el 25,2% hasta el 22,1%).

Gráfico 7.1. Evolución de la actividad industrial



Fuente: INE/IDAE

La reducción anterior de los consumos de energía final energética se ha producido de manera paralela a la reducción —más acusada— del *Índice de Producción Industrial* (IPI), que lo ha hecho con una tasa media anual del 8% entre los años 2007 y 2010.

Gráfico 7.2. Principales indicadores en el sector *Industria*

Fuente: IDAE/MITYC/INE

Tabla 7.1. Evolución del consumo de energía final e IPI: sector *Industria*

	2007	2008	2009	2010
Consumo energía final (ktep)	30.056	29.971	26.040	28.209
Crecimiento real según periodo (%)	---	-0,3	-6,9	-2,1
IPI Base 2005	106,15	98,61	82,63	83,35
Crecimiento real según periodo (%)	---	-7,1	-11,8	-7,7

Fuente: IDAE/MITYC/INE

Considerando la intensidad energética, definida como el cociente entre el consumo de energía final energética y el *Valor Añadido Bruto* (VAB), base 2000, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 7.2. Intensidad energética (tep/M€2000)

	2007	2008	2009	2010
Intensidad energética (ktep/M€2000)	151	153	148	164
Crecimiento interanual (%)		1,3	-3,0	10,4
Crecimiento según periodo (%)		1,3	-0,9	2,7

Fuente: IDAE/MITYC/INE

Tal como se muestra en la tabla anterior, la intensidad energética disminuye hasta el año 2009, aumentando en el año siguiente, lo que arroja un resultado negativo, en términos de aumento de los consumos de energía por unidad de valor añadido, como promedio del conjunto del período. En definitiva, aunque los consumos energéticos se han reducido como consecuencia de la caída de los niveles de producción, el recorte de los consumos energéticos no ha sido de la misma intensidad.

La evolución de los indicadores de intensidad final del sector *Industria* obedece a las siguientes causas:

- Los cambios técnicos y en la oferta productiva, hacia estructuras más o menos consumidoras de energía.
- El efecto de los precios sobre el consumo unitario y el ahorro de energía.
- Los cambios por sustitución de unas fuentes de energía por otras.

Por esta razón, se ha realizado una cuantificación de estos efectos a través de la estimación del efecto estructural y de los efectos tecnológicos y de eficiencia.

En definitiva, se ha analizado el comportamiento de la demanda de energía del sector *Industria* como producto, principalmente, de las variaciones del crecimiento económico y de la intensidad energética,

Tabla 7.3. Evolución variables energéticas 2007-2010

	2007	2008	2009	2010
Consumo energía final (ktep)	30.056	29.971	26.040	28.209
Ahorro por efecto tecnológico y de eficiencia (ktep)	0	-952	-1.206	-3.988
Ahorro por efecto estructura-mix (ktep)	0	364	1.342	1.122
Ahorro total (ktep)	0	-588	137	-2.866
Intensidad energética (tep/M€2000)	151	153	148	164

Fuente: IDAE

profundizando en este último indicador, pues su valor y evolución depende, sobre todo, de los cambios estructurales y de los avances registrados en el rendimiento energético (equivalente al efecto tecnológico y de eficiencia). Este rendimiento refleja el esfuerzo de ahorro energético realizado por una economía o sector concreto, como producto de la eliminación de consumos superfluos y/o por la optimización del uso de la energía (cambios en los procesos de producción).

Esquema 7.1. Demanda de energía e intensidad energética

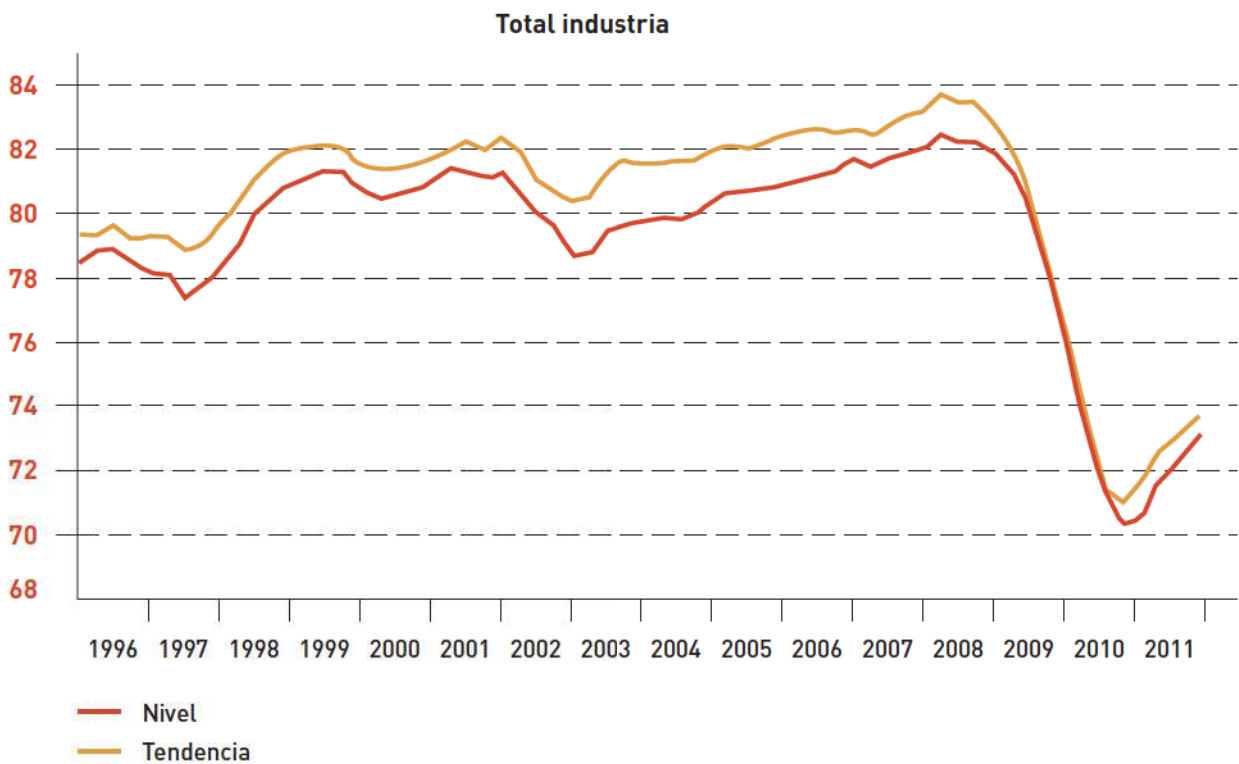


Los ahorros de energía final, teniendo en cuenta los efectos tecnológico y de eficiencia y de estructura-mix, así como la intensidad energética, se presentan en la siguiente tabla:

El efecto tecnológico y de eficiencia pone de manifiesto ahorros de signo negativo (o desahorros) para el conjunto del sector *Industria*, aunque se hayan producido ahorros de signo positivo como resultado de las medidas puestas en marcha en el marco del Plan de Acción 2008-2012 y anteriores, así como en las agrupaciones de actividad *Industria química* y *Alimentación, bebidas y tabaco*. Estos desahorros pueden explicarse por el desacoplamiento de los consumos energéticos y la producción del sector industrial: el descenso de

los niveles de producción ha provocado un incremento del consumo de energía por unidad producida y una disminución del grado de utilización de las capacidades productivas. La baja utilización de las capacidades productivas y el mantenimiento de consumos de carácter fijo explican, en buena medida, el aumento de los consumos por unidad de producción. Por otro lado, la bajada de la producción provoca descensos del valor añadido industrial no correlacionados con los consumos de energía del sector.

Gráfico 7.3. Grado de utilización de la capacidad productiva. Media móvil de 4 trimestres (porcentajes)



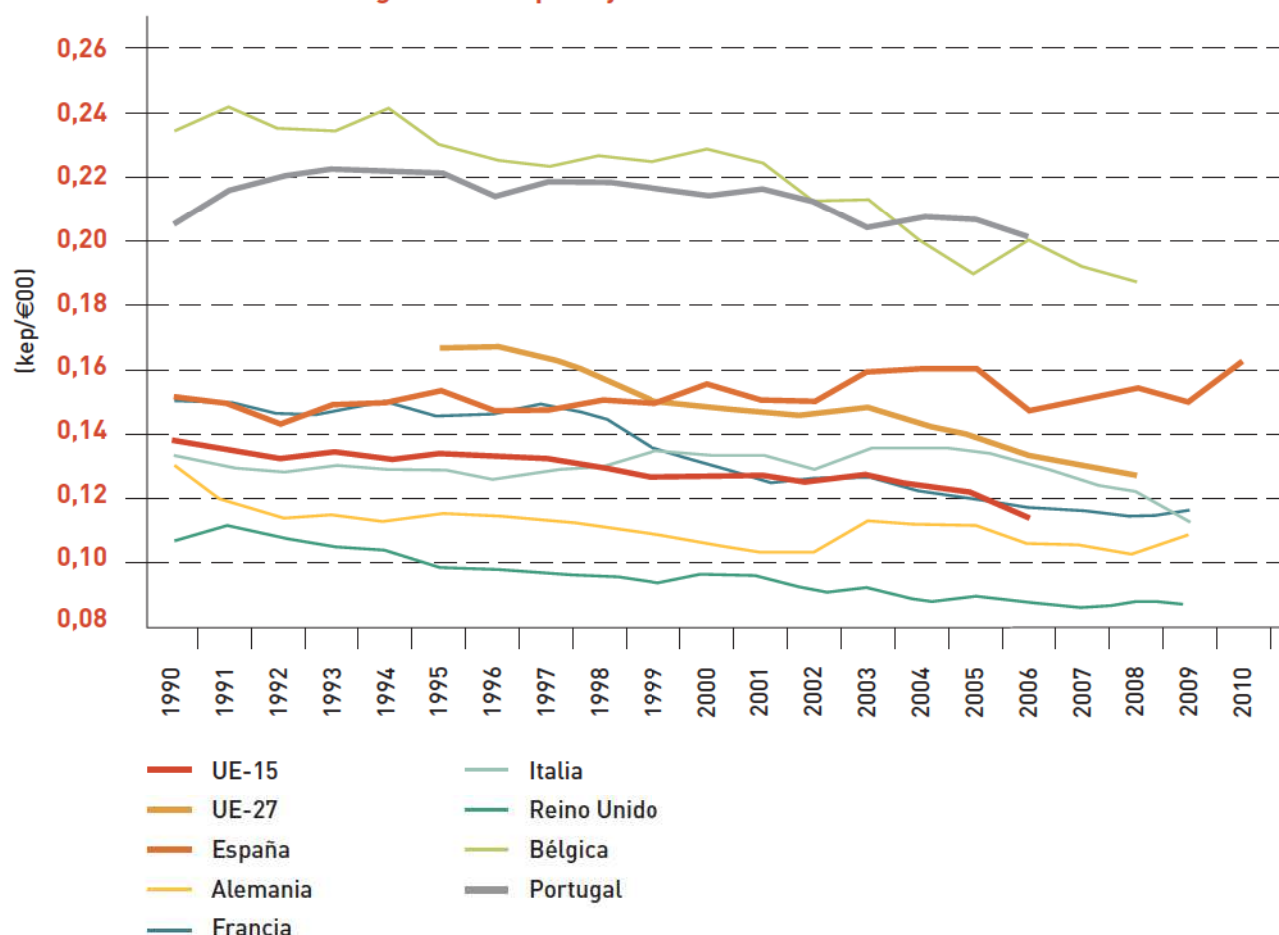
Fuente: MITYC

El efecto estructura, sin embargo, pone de manifiesto ahorros de signo positivo, fundamentalmente, como resultado de la pérdida de peso relativo de los sectores de *Minerales no metálicos* y *Metalurgia y productos metálicos*, ligados al sector de la construcción, que no pueden compensar, sin embargo, los desahorros que se producen como resultado del efecto tecnológico y de eficiencia.

El análisis comparativo con la Unión Europea de la intensidad energética industrial revela unos valores superiores a la media, cuya estructura tiende a la integración de ramas menos intensivas como las ligadas a los bienes de equipo. Esto explica una

tendencia a la mejora de la intensidad global de la industria europea, favorecida por cambios estructurales de la industria manufacturera, circunstancia que encuentra mayor resistencia en la industria nacional.

Gráfico 7.4. Intensidad energética en España y la UE: sector *Industria*



Fuente: EnR/IDAE

Agrupaciones de actividad

El comportamiento, en el período 2007-2010, de los consumos energéticos de las diferentes agrupaciones de actividad que integran el sector *Industria* ha sido el reflejo, tanto de la evolución desigual de los niveles de producción, como de la demanda, por parte del mercado, de productos que consumen más energía, de los planes de acción medioambiental y de los diferentes grados de utilización de las capacidades productivas.

Los datos de que se dispone para estas agrupaciones de actividad son los siguientes:

Tabla 7.4. Evolución del consumo de energía final, por agrupaciones de actividad

Consumo de energía final energética (ktep)	2007	2010	Tasa de crecimiento media anual (%)
			2007-2010
Alimentación, bebidas y tabaco	2.556	2.352	-2,7
Textil, cuero y calzado	747	597	-7,2
Madera, corcho y muebles	698	705	0,3
Pasta, papel e impresión	2.516	2.535	0,2

(Continuación)

Consumo de energía final energética (ktep)	2007	2010	Tasa de crecimiento media anual (%)
			2007-2010
Química	5.770	4.944	-5,0
Minerales no metálicos	7.519	6.093	-6,8
Equipo de transporte	788	852	2,6
Metalurgia y productos metálicos	6.687	5.944	-3,9
Maquinaria y equipo mecánico	354	321	-3,3
Equipo eléctrico, electrónico y óptico	362	345	-1,6
Resto de industria	2.058	3.522	19,6
Total Sector Industria	30.056	28.209	-2,1

Fuente: MITYC/IDAE

Teniendo en cuenta la evolución del consumo de energía final que ha tenido cada agrupación de actividad, pueden extraerse algunas conclusiones:

- Las agrupaciones de actividad que más han disminuido el consumo de energía han sido *Textil, cuero y calzado* (7,2%), *Minerales no metálicos* (6,8%) e *Industria química*, con una tasa de reducción media anual en el periodo 2007-2010 del -5,0% —caída bastante más acusada, en este caso, que la que pone de manifiesto el IPI para ese mismo período, del orden del -0,6%.
- El sector de *Minerales no metálicos* presenta una tasa de crecimiento media anual del consumo de energía final del -6,8%, en el período 2007-2010. Esta disminución del consumo de energía en el periodo se debe, fundamentalmente, a la caída de la construcción de viviendas.
- El sector de *Metalurgia y productos metálicos* ha disminuido el consumo de energía final, en el

periodo 2007-2010, en un -3,9%, como resultado de caídas de la producción industrial del orden del -11,6% para el mismo periodo (ver tabla 7.5.).

Tabla 7.5. Variación IPI Base 2005 periodo 2007-2010

IPI base 2005	2007	2010	Tasa de crecimiento media anual (%)
			2007-2010
Alimentación, bebidas y tabaco	102,4	101,3	-0,4
Textil, cuero y calzado	90,9	65,4	-10,4
Madera, corcho y muebles	98,8	54,4	-18,1
Pasta, papel e impresión	104,4	90,1	-4,8
Química	103,7	101,9	-0,6
Minerales no metálicos	102,7	55,7	-18,5
Equipo de transporte	108,2	79,1	-9,9
Metalurgia y productos metálicos	108,4	75,0	-11,6
Maquinaria y equipo mecánico	125,5	79,3	-14,2
Equipo eléctrico, electrónico y óptico	112,9	80,6	-10,6
Resto de industria	104,1	83,7	-7,0

Fuente: INE

En lo relativo al comportamiento que han mantenido, en relación con el ahorro energético de cada una de las agrupaciones de actividad que componen el sector *Industria*, se obtiene la

(Continuación)

siguiente tabla, fruto de las evoluciones de los indicadores de intensidad que se muestran en la tabla 7.6:

Tabla 7.6. Ahorros energéticos globales, por agrupación de actividad 2007-2010

	2007-2010
Alimentación, bebidas y tabaco	-194
Textil, cuero y calzado	41
Madera, corcho y muebles	-121
Pasta, papel e impresión	-428
Química	-42

	2007-2010
Minerales no metálicos	325
Equipo de transporte	-196
Metalurgia y productos metálicos	-281
Maquinaria y equipo mecánico	-21
Equipo eléctrico, electrónico y óptico	-41
Resto de industria	-1.906
Total Sector Industria	-2.866

Fuente: IDAE

Tabla 7.7. Evolución de la intensidad final, por agrupaciones de actividad 2007-2010

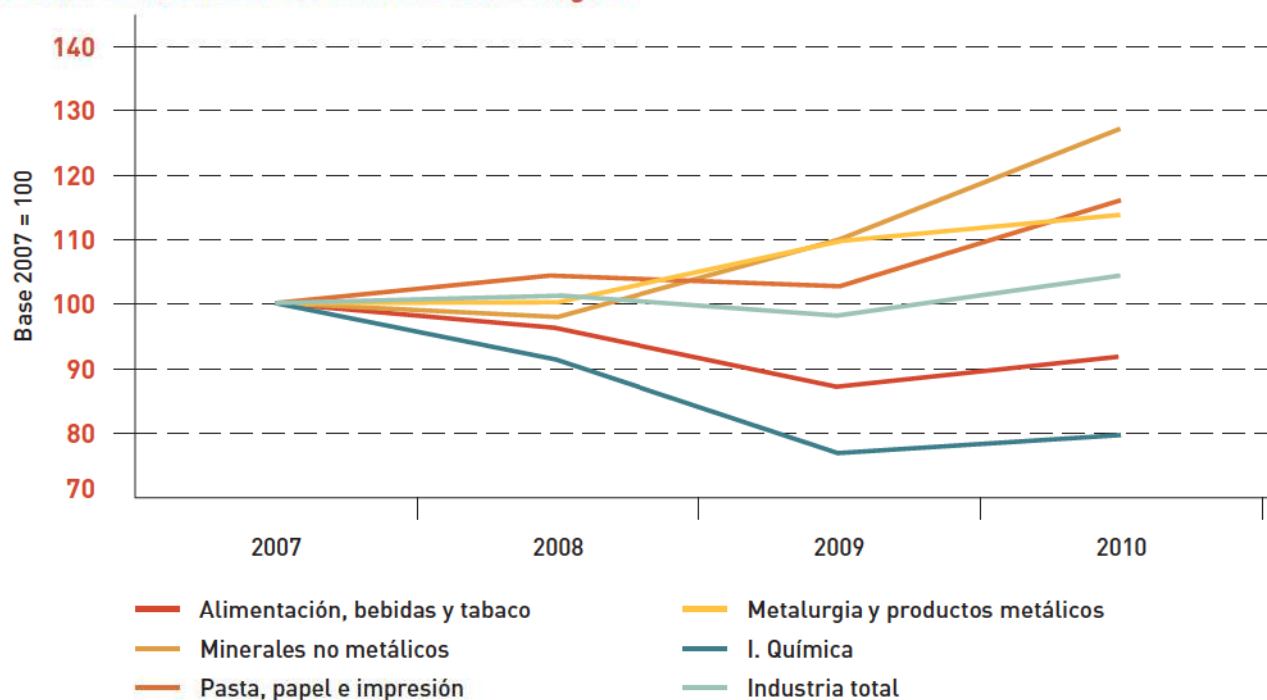
	Intensidad energética base 2007				Incremento medio anual periodo [%]
	2007	2008	2009	2010	2007-2010
Alimentación, bebidas y tabaco	100,0	96,0	86,9	91,6	-2,9
Textil, cuero y calzado	100,0	81,3	88,7	106,4	2,1
Madera corcho y muebles	100,0	115,9	144,5	157,1	16,2
Pasta, papel e impresión	100,0	104,3	102,9	116,1	5,1
Industria química	100,0	91,1	76,7	79,7	-7,3
Minerales no metálicos	100,0	98,0	109,8	127,2	8,4
Equipo de transporte	100,0	117,1	130,3	148,8	14,2
Metalurgia y productos metálicos	100,0	100,3	109,6	113,9	4,4
Maquinaria y equipo mecánico	100,0	101,0	103,8	100,2	0,1
Equipo eléctrico, electrónico y óptico	100,0	103,7	112,9	116,2	5,1
Resto industria	100,0	171,7	160,0	196,7	25,3
Total Sector Industria	100,0	101,3	98,2	108,4	2,7

Fuente: IDAE/MITYC/INE

Como puede observarse, la agrupación de actividad que redujo más su intensidad energética fue la *Industria química*, seguida de *Alimentación, bebidas y tabaco*. No obstante, el incremento de intensidad

energética del sector *Industria* se justifica por el incremento de la intensidad energética del resto de las agrupaciones de actividad.

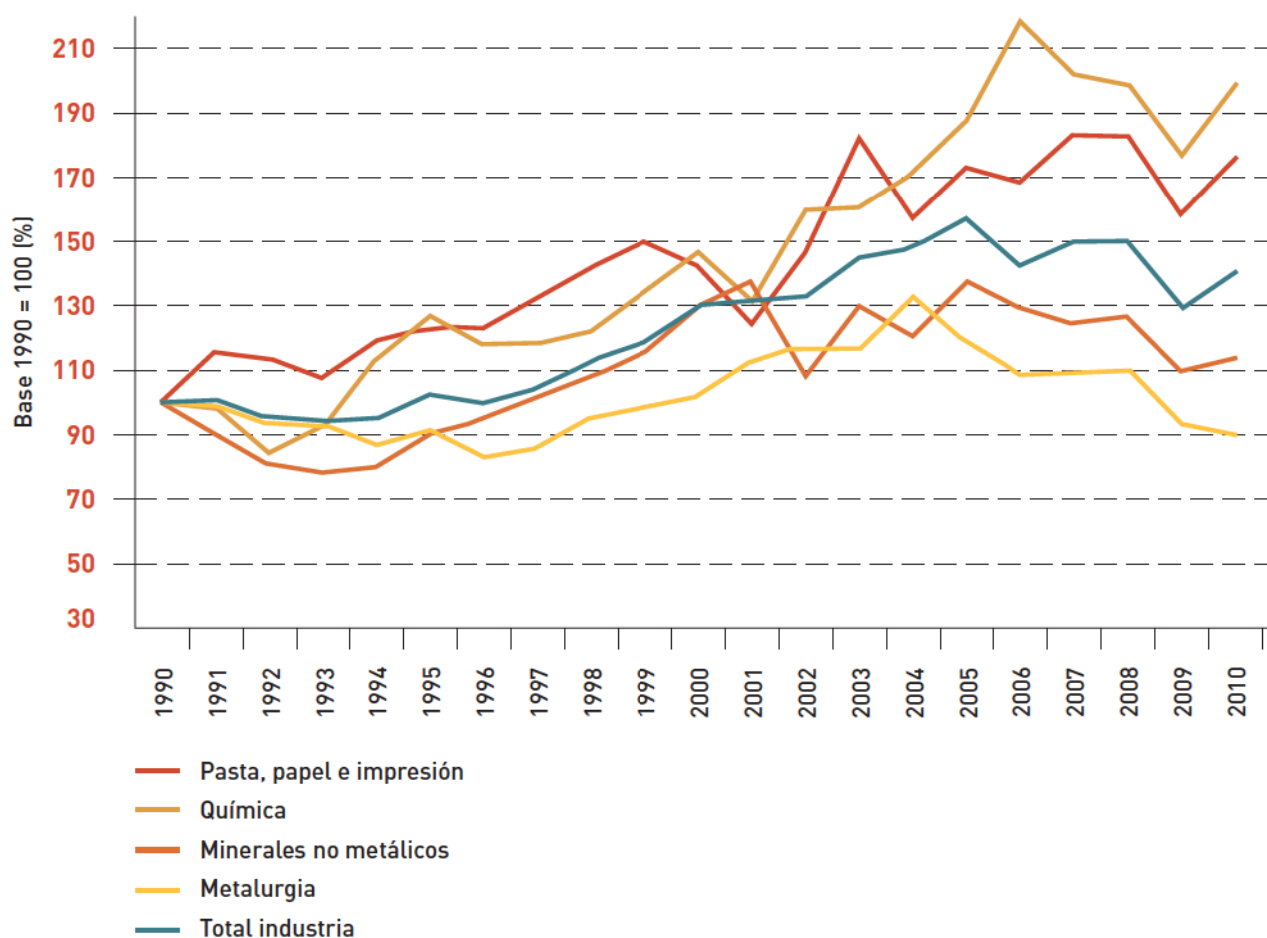
Gráfico 7.5. Evolución de la intensidad energética Base 2007



Fuente: IDAE/MITYC/INE

La evolución más reciente de los indicadores de intensidad, la relativa al año 2010, pone de manifiesto un repunte de la demanda, posiblemente asociado a la reactivación de la actividad económica. Ello ha supuesto un aumento de la intensidad energética, aunque se observa un comportamiento errático que parece obedecer a la mayor demanda experimentada en algunas agrupaciones de actividad tales como la *Industria química*, *Metalurgia y productos metálicos*, *Pasta, papel e impresión*, *Alimentación, bebidas y tabaco* y *Minerales no metálicos*. Esta última agrupación de actividad, en particular, es la principal responsable de la elevada intensidad energética del sector *Industria*, dado su elevado consumo energético, aproximadamente, un cuarto del consumo energético de toda la industria, y, en contraste, su reducida aportación al valor añadido industrial. Esta rama de la industria se encuentra muy ligada al sector de la construcción que, a diferencia de otros países de nuestro entorno, presenta gran importancia en la estructura productiva española, alcanzando el 8% del PIB nacional, el doble de la aportación media en la UE.

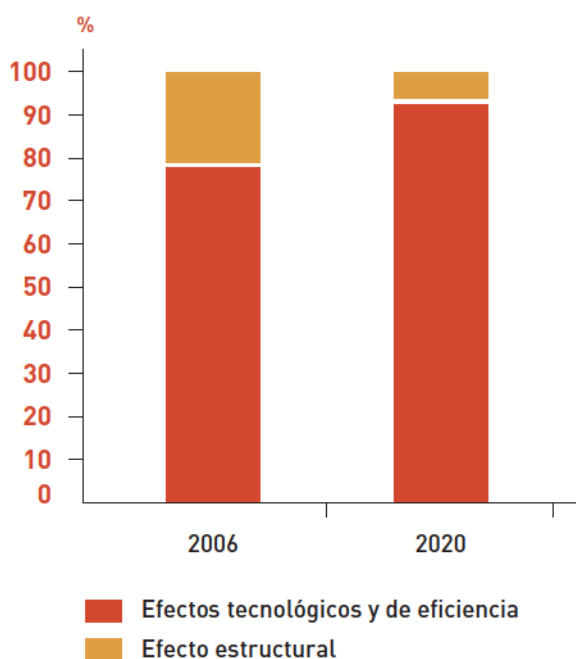
Gráfico 7.6. Consumo energético de ramas industriales relevantes



Fuente: IDAE/MITYC

7.2 BALANCE PERIODO 2011-2020

El objetivo del Plan de Acción 2011-2020 es alcanzar un ahorro global de energía final en el sector *Industria* de 4.489 ktep en el año 2020, que, previsiblemente, será debido al efecto tecnológico y de eficiencia y al efecto estructural en los porcentajes que pone de manifiesto el siguiente gráfico:

Gráfico 7.7. Evolución de los ahorros energéticos globales

Fuente: IDAE

La evolución esperada del sector *Industria* se presenta en la siguiente tabla, que pone de manifiesto una reducción media interanual de la intensidad energética del sector industrial, fijada como objetivo, del 2,5% en el período 2010-2020:

Tabla 7.8. Objetivos Plan de Acción 2011-2020: sector *Industria*

	2016	2020
Consumo energía final (ktep)	26.034	25.777
Ahorro por efecto tecnológico y de eficiencia (ktep)	1.969	4.194
Ahorro por efecto estructural- mix (ktep)	519	295
Ahorro total (ktep)	2.489	4.489
Intensidad energética (tep/M€2000)	136	127

Fuente: IDAE

La evolución esperada de los consumos de energía final de las diferentes agrupaciones de actividad para el período 2010-2020 se estima que seguirá la tendencia iniciada en el año 2007, fundamentalmente, para la agrupación de actividad *Minerales no metálicos*, si bien, en las agrupaciones de actividad *Industria química y Metalurgia y productos metálicos* la tendencia marcada en el período 2007-2009 cambiará, en el período 2010-2020, debido a la recuperación de la producción.

Para las agrupaciones de actividad consideradas, la tasa de crecimiento medio anual de la intensidad energética (tep/M€2000), en el período 2010-2020, variará, previsiblemente, entre el 2% y el -4%, en promedio anual.

7.3 MEDIDAS EN EL SECTOR INDUSTRIA

Medida 1: auditorías energéticas

Objetivo

- Determinar el potencial de ahorro de energía en las empresas donde se realicen.
- Facilitar la toma de decisiones de inversión en ahorro de energía.
- Determinar el *benchmarking* de los procesos productivos auditados.

Descripción

La realización de auditorías energéticas es un instrumento que posibilita el estudio detallado y exhaustivo de los procesos productivos y, más concretamente, de los principales equipos consumidores de energía.

Con ello, se podrá conocer el consumo de energía de las instalaciones, determinar los parámetros energéticos fundamentales del proceso y sus equipos, así como conocer las desviaciones respecto al estándar energético del sector.

Por otra parte, se determinarán las inversiones necesarias para la ejecución de las medidas detectadas, así como la rentabilidad de esas inversiones y la viabilidad de las mismas.

Mecanismos de actuación comprendidos dentro de la medida

Los mecanismos de actuación que harán posible la consecución de los objetivos de ahorro previstos serán los siguientes:

- **Incentivos económicos:** concesión de incentivos para la realización de auditorías energéticas, vinculados a la realización material del proyecto cuyo análisis haya resultado viable.

Marco temporal
2011-2020.

Grupo objetivo de la medida

Esta medida se dirige a los titulares de todas las instalaciones industriales consumidoras de energía, incluyéndose todas las agrupaciones de actividad que integran el sector *Industria*.

Responsabilidad y colaboradores

Los organismos responsables de la ejecución y seguimiento de la medida son el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio/IDAE, en colaboración con las comunidades autónomas.

Apoyo a gestionar por el sector público

El apoyo a gestionar por el sector público total estimado en el periodo 2011-2020 será de 7,8 millones de euros.

Medida 2: mejora de la tecnología de equipos y procesos

Objetivo

En esta medida, se encuentran integradas las medidas de implantación de las MTD (*Mejores Tecnologías Disponibles*) energético-ambientales y la implantación de nuevas tecnologías y utilización de residuos, con los siguientes fines:

1. Minimizar el impacto sobre el consumo energético, que deberá ser considerado en los estudios de impacto ambiental de proyectos que se realicen.
2. Incorporar nuevas tecnologías, tanto de ahorro de energía como de utilización de nuevas materias primas y procesos productivos. La utilización de residuos está contemplada, tanto bajo el punto de vista de valorización, como de materias primas en los diferentes sistemas de producción y reutilización, garantizándose siempre la coherencia con la normativa en materia de residuos.
3. Facilitar la viabilidad económica de las inversiones del sector *Industria* en ahorro energético, con objeto de alcanzar el potencial de ahorro de energía identificado.

Descripción

Esta medida pretende establecer los mecanismos necesarios para la implantación de las MTD energético-ambientales para alcanzar los objetivos energéticos

establecidos en este Plan de Acción 2011-2020. Estos mecanismos supondrán la canalización de los apoyos necesarios para proyectos de implantación de nuevas tecnologías y utilización de residuos.

Mecanismos de actuación comprendidos dentro de la medida

Los mecanismos de actuación que harán posible la consecución de los objetivos de ahorro previstos serán los siguientes:

- **Incentivos económicos:** concesión de incentivos para la realización de inversiones por ahorro de energía en proyectos de nuevas tecnologías y utilización de residuos (se entenderán como inversiones motivadas por ahorro de energía aquéllas que generan —al 50% de la vida útil de la instalación— un ahorro económico, por reducción del coste energético y por reducción de emisiones de CO₂, mayor a la inversión total del proyecto).
- **Legislativos:** desarrollos normativos y reglamentarios suficientes para establecer un marco favorable para consolidar e implantar las mejoras tecnológicas que se pretenden.

Marco temporal
2011-2020.

Grupo objetivo de la medida

Esta medida se dirige a los titulares de todas las instalaciones industriales consumidoras de energía, incluyéndose todas las agrupaciones de actividad que integran el sector *Industria*.

Responsabilidad y colaboradores

Los organismos responsables de la ejecución y seguimiento de la medida son el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio/IDAE, en colaboración con las comunidades autónomas.

Apoyo a gestionar por el sector público

El apoyo a gestionar por el sector público estimado para el desarrollo de esta medida en el periodo 2011-2020 asciende a 740,3 millones de euros.

Medida 3: implantación de sistemas de gestión energética

Objetivo

Incorporar, de forma generalizada, elementos de medición y control, así como sistemas de análisis de las variables de los procesos productivos.

Descripción

La medida pretende el establecimiento de los mecanismos necesarios para la implantación de sistemas de gestión energética.

Mecanismos de actuación comprendidos dentro de la medida

Los mecanismos de actuación que harán posible la consecución de los objetivos de ahorro previstos serán los siguientes:

- *Legislativos*: desarrollos normativos y reglamentarios suficientes para establecer un marco favorable para consolidar e implantar las mejoras tecnológicas que se pretenden.

Marco temporal

2011-2020.

Grupo objetivo de la medida

Esta medida se dirige a los titulares de todas las instalaciones industriales consumidoras de

energía, incluyéndose todas las agrupaciones de actividad que integran el sector *Industria*.

Responsabilidad y colaboradores

Los organismos responsables de la ejecución y seguimiento de la medida son el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio/IDAE, en colaboración con las comunidades autónomas.

Apoyo a gestionar por el sector público

El apoyo a gestionar por el sector público estimado para el desarrollo de esta medida en el período 2011-2020 asciende a 2 millones de euros.

7.4 TABLA-RESUMEN POR MEDIDAS: SECTOR INDUSTRIA

	Ahorros de energía final (ktep)		Ahorros de energía primaria (ktep)		Emisiones evitadas de CO ₂ (ktCO ₂)		Apoyos de gestión pública (M€)			Inversiones (apoyo + aportación privada) (M€)		
	2016	2020	2016	2020	2016	2020	2011-2016	2017-2020	2011-2020	2011-2016	2017-2020	2011-2020
Industria	2.489	4.489	2.151	4.996	5.233	11.641	450	300	750	4.836	3.224	8.060
Auditorías energéticas							4,7	3,1	7,8	9,4	6,2	15,6
Mejora de la tecnología de equipos y procesos (MTD)	2.332	4.154	2.016	4.623	4.905	10.772	444,2	296,1	740,3	4.441,7	2.961,1	7.402,8
Implantación de sistemas de gestión energética	156	335	135	373	328	869	1,2	0,8	2,0	384,9	256,6	641,6

Nota: los cálculos de emisiones de CO₂ evitadas como resultado de las medidas de ahorro y eficiencia energética incorporadas en este Plan son cálculos efectuados *ad hoc* para el mismo y suponen una traducción de los ahorros calculados en diferentes bases (2004 y 2007), en términos de energía final y primaria, a emisiones de CO₂ evitadas; este cálculo no tiene por qué coincidir, por tanto, con los realizados con enfoques o bases contables distintos como parte de los informes periódicos realizados en relación con la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Fuente: IDAE

MINISTERIO DEL INTERIOR

23973

ORDEN de 28 de octubre de 1980 por la que se establece plazo hasta el 31 de diciembre de 1980 para la retirada del mercado de las denominadas «máquinas-bingo».

Ilustrísimo señor:

La Orden de 7 de febrero de 1980, establecía en el apartado d) de la norma tercera, la fecha del 30 de septiembre de 1980 como fecha tope de los permisos de explotación concedidos a las denominadas «máquinas-bingo». Habiendo expirado dicho plazo y ante la problemática planteada para la retirada de las mismas de modo inmediato, es aconsejable establecer un plazo que permita efectuar la mencionada retirada de las denominadas «máquinas-bingo».

En su virtud, este Ministerio, a propuesta de la Comisión Nacional del Juego, ha dispuesto:

Artículo 1.º Las denominadas «máquinas-bingo» deberán necesaria y obligatoriamente, ser retiradas antes de la fecha del 1 de enero de 1981.

Art. 2.º 1. El incumplimiento de lo preceptuado en el artículo anterior se considerará como infracción muy grave, dando lugar a las siguientes sanciones:

a) Comiso y destrucción de la máquina. Siendo a cargo del titular de la máquina los gastos derivados de esta operación.
b) Los titulares de las máquinas serán sancionados con multas de quinientas mil a cinco millones de pesetas. Además podrá imponerse, si es Empresa Operadora, la cancelación de su inscripción en el Registro correspondiente y cese de sus actividades.

c) Los titulares de los establecimientos donde se hallen instaladas, estén o no en funcionamiento, con multa de quinientas mil a cinco millones de pesetas. Pudiendo imponerse además la sanción del cierre del establecimiento por un periodo de hasta seis meses.

2. Las sanciones previstas en el apartado anterior se impondrán con arreglo al procedimiento establecido en el artículo 50 del Reglamento Provisional de Máquinas Recreativas y de Azar, de 3 de abril de 1979.

Art. 3.º La presente Orden entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos.

Dios guarde a V. I.

Madrid, 28 de octubre de 1980.

ROSON PEREZ

Hlmo. Sr. Subsecretario del Interior, Presidente de la Comisión Nacional del Juego.

Mº DE INDUSTRIA Y ENERGIA

23974

ORDEN de 6 de octubre de 1980 por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP2 del Reglamento de Aparatos a Presión.

Ilustrísimo señor:

El Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, que aprobó el Reglamento de Aparatos a Presión, facultó al Ministerio de Industria y Energía para dictar las disposiciones necesarias para el mejor desarrollo de las normas establecidas en aquél.

En consecuencia, se ha elaborado la Instrucción Técnica Complementaria adjunta que se ocupa de fijar las normas a seguir por las tuberías para conducción de fluidos relacionados con los distintos tipos de calderas.

En su virtud, este Ministerio ha dispuesto:

Primero.—Se aprueba la adjunta Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP2 referente a tuberías para fluidos relativos a calderas.

Segundo.—Esta ITC entrará en vigor a los cuatro meses de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Tercero.—Las competencias de las Delegaciones Provinciales de Industria y Energía, en los territorios de Cataluña y el País Vasco, se entenderán referidas a la Generalidad y al Gobierno Vasco.

DISPOSICION TRANSITORIA

Esta ITC no será de aplicación a las instalaciones construidas o con proyectos presentados antes de la entrada en

Medina del Campo.	Resto de la provincia.	4,80
Medina de Rioseco.	Sahagún.	7,19
	Valencia de Don Juan.	4,04
	Resto de la provincia.	6,85
	Toda la provincia.	2,88
	Toda la provincia.	3,22

Agencia de aguas, Cabaqueros, Fuentesa, Jor, Gomazárrate, Lomoviejo, Muriel y Salvador, Aguilera de Campos, Barcial de la Loma, Benafarces Berruices, Cabazón de Valderatuey, Cabrerros del Monte, Castrobol, Castromombre, Castromonte, Mayorga, Medina de Rioseco, Melgar de Abajo, Melgar de Arriba, Ministerio de Vega, Montalegre, Moral de la Reina, Morales de Campos, Mudarra (La), Palacios de Campos, Palazuelo de Vedija, Población de Sotiedra, Pozuelo de la Orden, Saalices de Mayorga, San Pedro de Latarce, Santa Eufemia del Arroyo, Santervás de Campos, Tamariz de Campos, Tiedra, Tordehumos, Unión de Cameros (La), Urones de Castroponce, Uruñeta, Valdenebro de los Valles, Valverde de Campos, Vega de Ruiponce, Villabrágima, Villacarralón, Villarcoces, Villaespar, Villafranchos, Villagarcía de Campos, Villagómez la Nueva, Villalba de la Loma, Villalba de los Alcores, Villamuriel de Campos, Villanueva de los Caballeros, Villanueva de San Mancio, Villardefrades, Villavellid y Zorita de la Loma, Adalia, Amusquillo, Arroyo, Barruelo, Cabezón, Canillas de Esgueva, Casasoja de Arzón, Castriño-Feferiego, Castronuevo de Esgueva, Castroverde de Cerrato, Cigales, Ciguñuela, Cistérniga, Corcos, Cubillas de Santa Marta, Encinas de Esgueva, Esguevillas de Esgueva,	13,4
---	------

vigor de la misma, salvo en casos de ampliación, traslado o renovación de la instalación.

Lo que comunico a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años.
Madrid, 6 de octubre de 1980.

BAYON MARINE

Ilmo. Sr. Subsecretario.

INSTRUCCION TECNICA COMPLEMENTARIA MIE-AP2

TUBERIAS PARA FLUIDOS RELATIVOS A CALDERAS

Artículo 1.º A efectos de la presente ITC las tuberías se clasifican del siguiente modo:

1. Tuberías de vapor saturado, sobrecalentado y recalentado.
2. Tuberías de agua sobrecalentada.
3. Tuberías de agua caliente.
4. Tuberías de fluido térmico distinto del agua.
5. Tuberías de combustibles líquidos y gaseosos.

Art. 2.º Campo de aplicación.—Se someterán a todas las formalidades, inspecciones técnicas y ensayos prescritos en esta ITC y en la forma que en la misma se indica todas las tuberías para conducción de fluidos enumeradas en el artículo anterior, y que sin formar parte integrante de los aparatos conectados, quedan dentro de los siguientes límites:

- 1.1. Las tuberías de instalaciones de vapor y agua sobrecalentada, de potencia superior a 200.000 kcal/h. y/o con presión efectiva superior a 0,5 kg/cm².
- 1.2. Las tuberías de instalaciones de agua caliente de potencia superior a 500.000 kcal/h.
- 1.3. Las tuberías de instalaciones de fluido térmico de potencia superior a 25.000 kcal/h.

Quedan igualmente sometidos a esta ITC:

Las tuberías de combustibles líquidos, así como las acometidas de combustibles gaseosos que conectan a equipos de combustión de instalaciones incluidas en esta ITC.

Se exceptúan de la aplicación de esta ITC las tuberías de conducción de fluidos correspondientes a: calderas que utilicen combustible nuclear, instalaciones de agua caliente destinadas a usos domésticos y/o calefacción no industrial e instalaciones integradas en refinerías de petróleo y plantas petroquímicas.

Art. 3.º Las tuberías sometidas a la presente Instrucción, además de las correspondientes prescripciones fijadas en el Reglamento de Aparatos a Presión, cumplirán las siguientes:

1. Autorización de instalación.—La instalación de tuberías comprendidas en esta ITC precisará la autorización previa de la correspondiente Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía. A la solicitud se acompañará una Memoria suscrita por Técnico titulado competente en la que conste:

- 1.º Aparatos comprendidos en la instalación con sus características principales.
- 2.º Esquema general de la instalación, incluyendo accesorios o elementos de seguridad, con sus características.
- 3.º Empresa instaladora, con:

a) Nombre y razón social.
b) Número de inscripción en el Registro de Empresas Instaladoras, según el artículo 10 del Reglamento de Aparatos a Presión. Si la instalación de las tuberías indicadas en esta Instrucción fuese realizada por personal propio del usuario, previamente debería solicitarse autorización de la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía correspondiente, adjuntando documentación justificativa de disponer de personal técnico y medios apropiados.

4.º Justificación de las tuberías y sistemas de absorción de dilataciones empleadas, indicando el código o normas de diseño elegidos.

5.º Presupuesto general de la instalación.

Para instalaciones de vapor y agua sobrecalentada realizadas con tuberías cuyo diámetro interior sea igual o menor de 50 milímetros, y la presión máxima de servicio sea de 10 kg/centímetro cuadrado, la anterior Memoria constará de sólo los puntos 1 y 3.

Para cualquier ampliación o modificación de una instalación previamente autorizada se enviará a la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía correspondiente una Memoria en la que se indiquen las ampliaciones o variaciones realizadas, justificándolas con la documentación antes citada.

2. Autorización de puesta en servicio.—Para la autorización de puesta en servicio de tuberías incluidas en esta ITC será necesario presentar en la correspondiente Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía una solicitud acompañada de un certificado extendido por el instalador, en el que se haga constar:

1.º Descripción y procedencia de las tuberías, válvulas y demás elementos utilizados en la instalación.

Si hubiere elementos procedentes de importación irán acompañados de un certificado extendido por la Administración del país de origen o alguna Entidad de control oficialmente reconocida en el mismo, legalizado por el representante español en aquel país, en el que se acredite que los citados elementos y los materiales de que están contruidos son adecuados para el tipo de fluidos, presiones y temperaturas a que están destinados.

2.º Certificado de pruebas en el lugar de emplazamiento, en el que se describirán las mismas y su resultado, acompañándose una copia del acta correspondiente a la prueba hidráulica, y haciéndose constar que la instalación cumple las condiciones exigidas por esta ITC y se ajusta al proyecto presentado al solicitar la autorización de instalación.

3.º Cuando proceda, se indicará el número y fecha del certificado de calificación de los especialistas soldadores que han efectuado los trabajos de soldadura en la instalación.

Estos certificados serán extendidos por el CENIM (Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas), por entidades colaboradoras autorizadas para aplicación del Reglamento de Aparatos a Presión o por centros o laboratorios reconocidos para este fin por el Ministerio de Industria y Energía.

3. Primera prueba.—Para la realización de esta prueba bastará con la presencia de la persona responsable de la Empresa instaladora, y los resultados obtenidos se harán constar en la correspondiente acta.

La presión de primera prueba en las tuberías objeto de esta ITC será la prescrita por el código de diseño o normas empleadas en el proyecto de la instalación.

Si el código de diseño o normas empleadas no prescriben un valor determinado de la presión de prueba, esta será:

$$P_p = 1,5 P_d$$

siendo:

P_p = presión de primera prueba.

P_d = presión de diseño.

Debiéndose comprobar en este último caso que no supera el 90 por 100 del límite elástico de la tubería y componentes no aislados que constituyen la instalación.

4. Pruebas periódicas.—Todas las tuberías afectadas por esta ITC que pudieran sufrir corrosión deberán ser sometidas cada cinco años a una prueba de presión, siendo el valor de esta presión igual al de la primera prueba.

Independientemente de esta prueba de presión, para toda clase de tuberías afectadas por esta ITC se efectuará una inspección completa a los diez años, procediéndose en este caso a desmontar total o parcialmente el material aislante si, a juicio del inspector, se sospechase la existencia de defectos ocultos.

Realizada esta revisión y sustituidas las partes que ofrezcan sospechas de envejecimiento se procederá a una prueba de presión igual a la primera que correspondiera en su día.

Estas pruebas periódicas serán realizadas por la Empresa instaladora, el servicio de conservación de la Empresa donde esté la instalación o alguna Entidad colaboradora autorizada para la aplicación del Reglamento de Aparatos a Presión, indistintamente, certificándose los resultados obtenidos mediante la correspondiente acta, cuyo original deberá enviarse a la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía correspondiente junto con la fotocopia de la autorización de la instalación.

5. Forma de realizar las inspecciones periódicas.—En lo que concierne a tuberías, válvulas, grifos, manómetros y demás accesorios, se seguirán las normas del artículo 6.º de la Instrucción Técnica Complementaria MIE-API relativa a calderas, economizadores, sobrecalentadores y recalentadores.

6. Placas.—Quedan exceptuadas de la obligación de disponer de placa de timbre las tuberías para fluidos a presión incluidas en la presente ITC.

Art. 4.º Prescripciones generales:

1. Todas las tuberías que vayan por el piso deberán colocarse en canales cubiertos por materiales no combustibles.

2. Las instalaciones de tuberías deben ser perfectamente accesibles para permitir la inspección de las mismas cuando se estime que pudiera haber deterioro por el uso, así como para el recambio de piezas, la lubricación de piezas móviles, etc.

3. Queda prohibida la instalación de conducciones de fluidos calientes próximas a tuberías de productos combustibles con excepción de las tuberías de calefacción por acompañamiento de productos petrolíferos pesados.

4. En todos los casos las tuberías de conducción de productos combustibles estarán convenientemente alejadas de chimeneas, conducciones de gases calientes, etc., con el fin de garantizar que las mismas no puedan sufrir calentamiento alguno.

5. Quedan prohibidas las reducciones bruscas de sección.
6. Toda tubería que trabaje con fluidos calientes estará diseñada para soportar sus dilataciones mediante la colocación de los apropiados sistemas de compensación.

Art. 5.º Prescripciones para tuberías de vapor, agua sobrecalentada y agua caliente.—La instalación de tuberías de vapor, agua sobrecalentada y agua caliente se realizará de acuerdo con las siguientes prescripciones:

1. **Materiales.**—Se utilizará tubería de acero u otro material adecuado, según normas UNE u otra norma internacionalmente reconocida, y cuyas características de presión y temperatura de servicio sean como mínimo las de diseño. Para el cálculo de las redes de tuberías se tomará como temperatura de diseño la máxima del fluido a transportar y como presión la máxima total en la instalación, que será:

— Caso vapor: Igual a la presión de tarado de las válvulas de seguridad instaladas en la caldera, o en el equipo reductor de presión si existiese.

— Caso agua sobrecalentada: Igual a la presión de tarado de las válvulas de seguridad de la caldera más la presión dinámica producida por la bomba de circulación.

— Caso agua caliente: Igual a la presión estática más la presión dinámica producida por la bomba de circulación.

En los lugares que pudieran existir vibraciones, esfuerzos mecánicos o sea necesario para el mantenimiento del aparato, podrán utilizarse tuberías flexibles con protección metálica, previa certificación de sus características.

Las válvulas y accesorios de la instalación serán de materiales adecuados a la temperatura y presión de diseño, características que deben ser garantizadas por el fabricante o proveedor.

Las juntas utilizadas deberán ser de materiales resistentes a la acción del agua y vapor, así como resistir la temperatura de servicio sin modificación alguna.

2. **Diámetro de la tubería.**—La tubería tendrá un diámetro tal que las velocidades máximas de circulación serán las siguientes:

- Vapor saturado: 50 m/seg.
- Vapor recalentado y sobrecalentado: 60 m/seg.
- Agua sobrecalentada y caliente: 5 m/seg.

3. **Uniones.**—Las uniones podrán realizarse por soldadura, embreadas o roscadas. Las soldaduras de uniones de tuberías con presiones de diseño mayores que 13 kg/cm² deberán ser realizadas por soldadores con certificado de calificación.

Las uniones embreadas serán realizadas con bridas, según normas UNE u otra norma internacionalmente reconocida, y cuyas características de presión y temperatura de servicio sean como mínimo las de diseño.

4. **Ensayos y pruebas.**—El nivel y tipo de ensayos no destructivos (END) a realizar en las instalaciones incluidas en esta Instrucción, así como las condiciones de aceptación, serán los prescritos por el código o normas de diseño utilizadas en el proyecto.

Si el código no prescribe niveles determinados en END, para presiones superiores a 13 kg/cm², se realizará un 25 por 100 de control no destructivo de las uniones, y las restantes se inspeccionarán visualmente. Como condiciones de aceptación se emplearán las de un código de diseño adecuado y reconocido internacionalmente.

Para tuberías de vapor y agua sobrecalentada situadas en zonas peligrosas, por su atmósfera, locales de pública concurrencia, vibraciones, etc., se prohíben las uniones roscadas, y deberán realizarse ensayos no destructivos del 100 por 100 de las uniones soldadas.

Una vez realizada la prueba de resistencia a presión, según artículo 3.º, 3, se realizará una prueba de estanqueidad en las condiciones de servicio.

5. **Puesta en servicio.**—Para las instalaciones de agua sobrecalentada y caliente debe comprobarse el perfecto llenado de las mismas, por lo que se proveerán los adecuados puntos de salida del aire contenido.

6. Instalación:

1.º La instalación de tuberías y accesorios para vapor, agua sobrecalentada y caliente, estará de acuerdo con la norma UNE u otra norma internacionalmente reconocida.

2.º Las tuberías podrán ser aéreas y subterráneas, pero en todos los casos deberán ser accesibles, por lo que las subterráneas serán colocadas en canales cubiertos, según artículo 4.º, 1, o en túneles de servicios.

3.º Con el fin de eliminar al mínimo las pérdidas caloríficas, todas las tuberías deberán estar convenientemente aisladas, según Decreto 1480/1975.

4.º Para evitar que los esfuerzos de dilatación graviten sobre otros aparatos, tales como calderas, bombas o aparatos consumidores, deberán preverse los correspondientes puntos fijos en las tuberías con el fin de descargar totalmente de solicitaciones a aquéllos.

5.º En todos los casos los equipos de bombeo de agua sobrecalentada, equipos consumidores, válvulas automáticas de regulación u otros análogos, deberán ser seccionables de la instalación con el fin de facilitar las operaciones de mantenimiento y reparación.

6.º Todos los equipos de bombeo de agua sobrecalentada y caliente dispondrán en su lado de impulsión de un manómetro.

7.º La recuperación de condensados en los que exista la posibilidad de contaminación por aceite o grasas requerirá la justificación ante la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía correspondiente de los dispositivos y tratamientos empleados para eliminar dicha contaminación y, en caso contrario, serán evacuados.

8.º Las instalaciones reductoras de presión en los circuitos de vapor dispondrán de:

— Manómetro con tubo sifón y grifo de tres direcciones según artículo 11 de la Instrucción MIE-AP1, «Calderas», situadas antes y después de la válvula reductora.

— Una válvula de seguridad después de la válvula reductora, capaz de evacuar el caudal máximo de vapor que permite la conducción sobre la que se encuentra y tarado a la presión reducida máxima de servicio más un 10 por 100 como máximo.

9.º Si dos o más calderas de vapor están conectadas a un colector común, éste estará provisto del correspondiente sistema de purga de condensados y aquéllos de una válvula de retención que impida el paso del vapor de una a otra caldera.

10. Todo sistema de purga de condensados conectado a tubería de retorno común estará provisto de una válvula de seccionamiento.

11. Los colectores de vapor y agua sobrecalentada en los que el producto de P (en kg/cm²) por V (en metros cúbicos) sea mayor que 5, serán sometidos a las prescripciones generales del Reglamento de Aparatos a Presión.

12. En las instalaciones de vapor se evitarán los boisés, pero en caso de existir, deberán instalarse los correspondientes sistemas de purgas en el punto más bajo de las mismas.

13. Instalación de tuberías auxiliares para las calderas de vapor, agua sobrecalentada y agua caliente.

13.1. La tubería de llegada de agua al depósito de alimentación tendrá una sección tal que asegure la llegada del caudal necesario para el consumo de la caldera en condiciones máximas de servicio, así como para los servicios auxiliares de la propia caldera y de la sala de calderas.

La tubería de alimentación de agua, tanto a calderas como a depósitos, tendrá como mínimo 15 milímetros de diámetro interior, excepto para instalaciones de calderas con un PV menor o igual a 5, cuyo diámetro podrá ser menor, con un mínimo de 8 milímetros, siempre que su longitud no sea superior a un metro.

13.2. Las tuberías de vaciado de las calderas tendrán como mínimo 25 milímetros de diámetro, excepto para calderas con un PV menor o igual a cinco, cuyo diámetro podrá ser menor, con un mínimo de 10 milímetros, siempre que su longitud no sea superior a un metro.

13.3. Todos los accesorios instalados en la tubería de llegada de agua proveniente de una red pública serán de presión nominal PN 16, no admitiéndose en ningún caso válvulas cuya pérdida de presión sea superior a una longitud de tubería de su mismo diámetro y paredes lisas igual a 800 veces dicho diámetro.

13.4. La alimentación de agua a calderas mediante bombas se hará a través de un depósito, quedando totalmente prohibida la conexión de cualquier tipo de bomba a la red pública.

13.5. Aunque el depósito de alimentación o expansión sea de tipo abierto, estará tapado y comunicado con la atmósfera con una conexión suficiente para que en ningún caso pueda producirse presión alguna en el mismo. En el caso de depósito de tipo abierto con recuperación de condensados, esta conexión se producirá al exterior. En el caso de depósito de tipo cerrado, dispondrá de un sistema rompedor de vacío.

13.6. Todo depósito de alimentación dispondrá de un rebosadero cuya comunicación al albañal debe poder comprobarse mediante un dispositivo apropiado que permita su inspección y constatar el paso del agua.

13.7. Los depósitos de alimentación de agua y de expansión en circuito de agua sobrecalentada y caliente dispondrán de las correspondientes válvulas de drenaje.

13.8. No se permite el vaciado directo al alcantarillado de las descargas de agua de las calderas, purgas de barros, escapes de vapor y purgas de condensados, debiendo existir un dispositivo intermedio con el fin de evitar vacíos y sobrepresiones en estas redes.

13.9. De existir un depósito intermedio de evacuación dispondrá de:

— Tubo de ventilación de suficiente tamaño para evitar la formación de sobrepresión alguna, conectado a la atmósfera y libre de válvulas de seccionamiento.

— Capacidad suficiente para el total de agua descargada en purgas por todas las conexiones al mismo, en un máximo de cuatro horas.

— Las tapas o puertas de inspección con juntas que eviten los escapes de vapor.

13.10. En la instalación de sistemas de tratamiento de agua de alimentación a calderas deberá instalarse a la entrada del mismo una válvula de retención si se conecta directamente a una red pública.

Art. 6.º **Prescripciones para tuberías de fluidos térmicos.**—Las instalaciones de tuberías para transporte de fluidos térmicos se realizará de acuerdo con las siguientes prescripciones:

1. **Materiales.**—Se utilizará tubería de acero u otro material adecuado según normas UNE u otra norma internacionalmente reconocida y cuyas características de temperatura y presión de servicio sea como mínimo la de diseño de la instalación.

Para el cálculo de las redes de tuberías se tomará como presión de diseño la presión total máxima en la instalación, que se compone de la presión estática y de la presión dinámica producida por la bomba de circulación. Para cualquier caso el espesor mínimo será de dos milímetros y la presión mínima de diseño de dos kilogramos por centímetro cuadrado.

Para bombas, válvulas y accesorios se utilizarán materiales adecuados y cuya resistencia mecánica a la presión y temperatura sea como mínimo la de diseño de la instalación, extremo que debe ser garantizado por el fabricante o proveedor.

Debe asegurarse la estanqueidad del eje de las válvulas y bombas utilizando un sistema conveniente de cierre mecánico, prensaestopas de seguridad o fuelle metálico.

Las juntas utilizadas deberán ser de materiales resistentes a la acción del líquido portador térmico, así como resistir las máximas temperaturas de servicio sin modificación alguna.

Queda totalmente prohibido en las instalaciones de fluido térmico la utilización de materiales de bajo punto de fusión.

2. Diámetro de la tubería.—La velocidad máxima de circulación será de 3,5 m/seg. en condiciones de servicio.

3. Uniones.—Las uniones podrán realizarse por soldadura o embridadas. Todas las uniones soldadas con un diámetro interior de tubería mayor de 25 milímetros deberán ser realizadas por soldadores con tarjeta o certificado de calificación.

Las uniones no soldadas serán realizadas solamente utilizando bridas, según normas UNE u otra norma internacionalmente reconocida y cuyas características de presión y temperatura de servicio sean como mínimo las de diseño.

Pueden admitirse uniones roscadas con junta en la rosca sólo hasta DN 32, para aparatos y válvulas en que no se supere los 50° C.

4. Ensayos y pruebas.—Para tuberías situadas en zonas peligrosas, por su atmósfera locales de pública concurrencia, vibraciones, etc., se prohíben las uniones roscadas, y deberán realizarse ensayos no destructivos del 100 por 100 de las uniones soldadas.

En los demás casos se realizará un 25 por 100 del control no destructivo, y el resto de las uniones se inspeccionarán visualmente.

Para la prueba de resistencia a presión se utilizará un líquido térmico distinto del agua, y a ser posible el mismo que deba contener posteriormente la instalación, efectuándose después una prueba de estanqueidad en condiciones de servicio.

5. Puesta en servicio.—Al proceder al llenado de la instalación deberá asegurarse que la misma no contiene agua en cualquiera de sus partes: calderas, depósitos, accesorios, etc. Asimismo, debe comprobarse el perfecto llenado de la instalación, por lo que se preverán los adecuados puntos de salida del aire contenido.

6. Instalación.

1.º La instalación de tuberías y accesorios para fluidos térmicos estará de acuerdo con la norma UNE 9 310.

2.º Las tuberías podrán ser aéreas o enterradas, pero en todos los casos deberán ser accesibles, por lo que las enterradas serán colocadas en canales cubiertos según artículo 4.º, 1.º o en túneles de servicio.

Cuando la tubería deba cruzar por el interior de un edificio, todas las uniones en aquel tramo serán soldadas.

3.º Para las tuberías de conducción de fluidos térmicos deberá disponerse el aislamiento conveniente para disminuir al máximo las pérdidas caloríficas, según Decreto 1490/1975, las tuberías de llenado, rebosado y expansión no serán recubiertas por aislamiento alguno.

4.º Quedan prohibidos todos los tipos de compensadores de dilatación que no ofrezcan garantía absoluta de estanqueidad por rotura del fuelle.

5.º Para evitar que los esfuerzos de dilatación graviten sobre las calderas, bombas, depósitos y aparatos consumidores, deberán preverse los correspondientes puntos fijos en las tuberías con el fin de descargar totalmente de sollicitaciones a aquéllos.

6.º Los equipos de bombeo, equipos consumidores, válvulas de regulación o aparatos análogos podrán ser seccionados de la instalación mediante las apropiadas válvulas, con el fin de facilitar las operaciones de mantenimiento y reparación sin vaciar completamente la instalación.

7.º Todos los equipos de bombeo dispondrán en su lado de impulsión de un manómetro.

8.º Todas las bombas de tipo volumétrico, desprovistas de sistema limitador de presión incorporado, cuando exista válvula de seccionamiento, dispondrán a la salida de las mismas de una válvula de seguridad que limite la presión máxima alcanzable, según la presión de diseño de la instalación. El escape de la válvula de seguridad se conducirá al depósito colector.

9.º Las instalaciones de fluidos térmicos deberán ser realizadas de tal forma que puedan ser vaciadas totalmente, recuperando su contenido en el depósito colector.

Art. 7.º Prescripciones para tuberías de combustibles líquidos.—La instalación de tuberías entre los depósitos de almacenamiento y nodrizas (si existieran) y de ésta o aquéllas a los puntos de consumo se realizarán de acuerdo con las siguientes prescripciones:

1. Materiales.—Se utilizarán tuberías de acero u otro material adecuado, según normas UNE u otra norma internacio-

nalmente reconocida y cuyas características de temperatura y presión de servicio sea como mínimo la de diseño.

En los lugares en que pudieran existir vibraciones, esfuerzos mecánicos o sea necesario para el mantenimiento de los quemadores, podrán utilizarse tuberías flexibles, previa certificación de sus características.

Las juntas utilizadas deberán ser resistentes al ataque químico de los hidrocarburos, así como ser resistentes a la máxima temperatura que pueda presentarse sin que experimenten modificación alguna.

Para el cálculo de las redes de tuberías se tomará como presión de diseño la correspondiente a la presión máxima de la bomba de impulsión o presión de tarado de las válvulas de seguridad si existieran.

Todas las válvulas, accesorios y piezas especiales podrán ser de acero, bronce o cobre y capaces de resistir la misma presión que la tubería sobre la que se encuentran instalados. En cualquier caso su presión nominal mínima será de PN 8 (UNE 19 002).

2. Diámetro de la tubería.

2.1. La velocidad máxima de circulación se fijará de acuerdo con la viscosidad del líquido, no superando el valor de 3 m/s. La presión de impulsión a caudal máximo será tal que asegure la llegada del combustible a los puntos de consumo en condiciones suficientes y necesarias para el buen funcionamiento de los mismos.

3. Uniones.—Las uniones podrán realizarse mediante soldadura, embridadas o roscadas; las uniones embridadas serán realizadas con bridas, según norma UNE u otra norma reconocida internacionalmente, y cuyas características de temperatura y presión sean como mínimo las de diseño. Las uniones roscadas lo serán con junta en la rosca.

4. Ensayos y pruebas.—Para tuberías situadas en zonas peligrosas, por su atmósfera, locales de pública concurrencia, vibraciones, etc., se prohíben las uniones roscadas y deberán realizarse ensayos no destructivos en la proporción de un 25 por 100 de las uniones soldadas. En los demás casos el control será visual.

Una vez realizada la prueba de resistencia a presión se procederá a realizar una prueba de estanqueidad en condiciones de servicio, utilizando el combustible líquido a la que se destina la instalación.

5. Puesta en servicio.—Al procederse al llenado de la instalación deberá asegurarse que previamente se ha vaciado el agua utilizada para los ensayos de presión, y asegurarse que la misma se ha llenado totalmente, para lo cual deberá estar provista de los adecuados puntos de salida del aire contenido.

6. Instalación.

1.º La instalación de tuberías y accesorios para combustibles líquidos estará de acuerdo con las especificaciones de la norma UNE u otra norma internacionalmente reconocida.

2.º Las tuberías podrán ser aéreas o enterradas, pero en los casos en que deban ser accesibles, las enterradas serán colocadas en canales cubiertos, según artículo 4.º, 1.º o en túneles de servicios.

3.º Los depósitos nodrizas y las tuberías que transporten líquidos combustibles a temperatura superior a la ambiente deberán disponer del aislamiento conveniente para disminuir al máximo las pérdidas caloríficas, según Decreto 1490/1975.

4.º Para tuberías con calentamiento por acompañamiento mediante fluidos calientes o resistencias de contacto deberá instalarse una válvula de seguridad entre los tramos que accidentalmente puedan quedar cerrados por las válvulas existentes.

La capacidad de descarga de la válvula de seguridad será tal que en ningún momento pueda superarse la presión de diseño de la tubería, y el escape de la misma será conducido al depósito.

5.º En el sistema de tuberías deberán preverse las derivaciones convenientes para devolver al depósito parte del combustible, evitando así las sobrepresiones que pudieran tener lugar por dilatación o por funcionamiento inadecuado de bombas o válvulas.

6.º Todos los depósitos de alimentación de combustión, equipos de bombeo y calentadores estarán provistos de las correspondientes válvulas de seccionamiento.

7.º Todos los depósitos nodriza dispondrán de una tubería de rebosadero hasta el depósito de almacenamiento y de un tubo de ventilación.

8.º Todos los depósitos nodriza, calentadores y tuberías serán susceptibles de ser vaciados, por lo que dispondrán de las válvulas correspondientes, así como de la unión de éstas al depósito de almacenamiento. Asimismo se preverán los sistemas correspondientes de purga obtenida por decantación del combustible.

9.º Todos los equipos de bombeo dispondrán, en la aspiración, de un filtro apropiado al tipo de combustible y caudal a circular, y asimismo se montará un manómetro en el lado impulsor.

Cuando las tuberías transporten combustibles líquidos a temperaturas superiores a la del ambiente se colocará un termómetro en las mismas.

Tanto los manómetros como los termómetros se situarán en lugares fácilmente accesibles y visibles.

10. Todos los equipos en donde se produzca elevación de temperatura de combustibles líquidos dispondrán de un ter-

mómetro y de un sistema automático de paro del sistema de calefacción cuando se haya alcanzado la temperatura preestablecida.

Art. 8.º Prescripciones para tuberías de combustibles gaseosos.—La instalación de tuberías de conducción de combustibles gaseosos, desde las unidades de regulación y medida hasta los puntos de consumo, se realizará de acuerdo con las siguientes prescripciones:

1. **Materiales.**—Se utilizarán tuberías de acero u otro material adecuado, según normas UNE u otra norma reconocida internacionalmente, y cuyas características de temperatura y presión de servicio sean, como mínimo, la de diseño, así como resistente al ataque químico del gas a transportar. El valor de la presión de diseño será igual o superior a la presión de tarado de las válvulas de seguridad de la estación de regulación y medida. En el caso de que no exista regulación, por alimentarse directamente de la red de suministro, la presión de diseño será el valor de la presión máxima de suministro, facilitada por la Compañía distribuidora. En el caso de utilizar gases de recuperación de otras instalaciones, la temperatura y presión de diseño será, como mínimo, igual a la de la salida de la instalación de donde proceden los gases. En cualquier caso, el espesor mínimo de la pared de la tubería será de dos milímetros.

Todas las válvulas, accesorios y piezas especiales serán de acero u otro material capaz de resistir la misma temperatura y presión, así como el posible ataque químico que la tubería sobre la que se encuentran instalados. En cualquier caso, su presión nominal mínima será de PN 10.

2. **Diámetro de la tubería.**—La tubería tendrá el diámetro necesario para que se cumplan las condiciones siguientes:

2.1. La velocidad máxima de circulación de gas será de 30 metros por segundo.

2.2. La pérdida de carga a caudal máximo será tal que asegure que la presión a la llegada en los puntos de consumo no sea inferior en un 10 por 100 a la presión en el origen de la instalación.

3. **Uniones.**—Las uniones deberán realizarse mediante soldadura o por bridas.

Las uniones no soldadas se realizarán mediante bridas según la normativa UNE u otra norma internacionalmente reconocida, salvo en los casos en que se requiera conexión roscada, limitándose su uso al mínimo imprescindible por exigencias de la instalación.

4. **Ensayos y pruebas.**—Para tuberías situadas en zonas tales como atmósferas peligrosas, locales de pública concurrencia, sometidas a vibraciones, etc., se prohíben las uniones roscadas y se realizará el control de las uniones soldadas mediante ensayos no destructivos en la proporción del 100 por 100.

En los demás casos, el control no destructivo se realizará en un 25 por 100 de las soldaduras.

Una vez realizada la prueba de resistencia a presión, se realizará una prueba de estanqueidad a la presión de servicio, utilizando el combustible gaseoso y comprobándose la misma mediante agua jabonosa u otro producto similar.

5. **Puesta en servicio.**—Cuando se proceda al llenado de gas, se hará de manera que se evite en lo posible la formación de mezcla de aire-gas, comprendida entre los límites de inflamabilidad del gas.

6. **Instalación.**—La instalación de tuberías para combustible gaseoso estará de acuerdo con lo especificado en las normas UNE u otra norma internacionalmente reconocida.

6.1. Las tuberías se instalarán, siempre que sea posible, de forma aérea.

Cuando existan conducciones paralelas con tuberías para otros usos, la separación mínima entre superficies exteriores será de 0,10 metros.

6.2. En tuberías enterradas la profundidad mínima será de 0,80 metros entre la generatriz superior del tubo y la superficie del terreno.

Las tuberías enterradas no podrán discurrir por debajo de ningún edificio. Cuando la tubería de gas deba cruzar otras canalizaciones ya existentes, destinadas a otros usos, la distancia de separación en sentido vertical entre dos generatrices contiguas será como mínimo de 0,20 metros.

El material de relleno de las zanjas estará libre de piedras y objetos cortantes y, asimismo, la compactación del mismo se realizará de forma que no pueda dañar la tubería.

6.3. Cuando excepcionalmente la tubería deba cruzar por el interior del edificio, todas las uniones en aquel tramo serán soldadas. Si existe una válvula en el interior del edificio, deberá estar cerrada en un armario estanco, construido con material incombustible y con ventilación al exterior del edificio.

Art. 9.º Identificación de tuberías.—Todas las tuberías comprendidas en esta ITC deberán poder identificarse mediante el apropiado pintado de colores distintivos, según la siguiente forma:

Agua potable: Verde.

Agua caliente: Verde con banda blanca.

Agua condensada: Verde con banda amarilla.

Agua de alimentación: Verde con banda roja.

Agua de purga: Verde con banda negra.

Vapor saturado: Rojo.

Vapor sobrecalentado y recalentado: Rojo con banda blanca.

Vapor de escape: Rojo con banda verde.

Combustibles gaseosos: Amarillo.

Combustibles líquidos:

— Pesados: Marrón con banda negra.

— Ligeros: Marrón con banda amarilla.

II. Autoridades y personal

NOMBRAMIENTOS, SITUACIONES E INCIDENCIAS

PRESIDENCIA DEL GOBIERNO

23975

ORDEN de 22 de octubre de 1980 por la que se dispone la baja en el destino civil que ocupa en el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo del Coronel honorario de Infantería don Francisco Villalón Rubio.

Excmo. Sr.: Vista la instancia formulada por el Coronel honorario de Infantería don Francisco Villalón Rubio, en situación de retirado y en la actualidad destinado en el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (Instituto Nacional de la Vivienda en Barcelona), en súplica de que se le conceda la baja en el citado destino civil, considerando el derecho que le asiste, y a propuesta de la Comisión Mixta de Servicios Civiles, he tenido a bien acceder a lo solicitado por el mencionado Coronel honorario, causando baja en el destino civil de referencia, con efectos administrativos, del día 1 de noviembre de 1980.

Lo que comunico a V. E. para su conocimiento.

Dios guarde a V. E. muchos años.

Madrid, 22 de octubre de 1980.—P. D., el Teniente General Presidente de la Comisión Mixta de Servicios Civiles, Félix Álvarez-Arenas y Pacheco.

Excmo. Sr. Ministro de Obras Públicas y Urbanismo.

MINISTERIO DE JUSTICIA

23976

ORDEN de 23 de octubre de 1980 por la que se declara jubilado forzoso por cumplir la edad reglamentaria a don Pedro Zorroza Escudero, Juez de Distrito de Portugalete.

Ilmo. Sr.: De conformidad con lo establecido por el artículo 6.º del Real Decreto 2104/1977, de 20 de julio, en relación con el artículo 18 de la Ley de 18 de marzo de 1986, de Reforma y Adaptación de los Cuerpos de la Administración de Justicia,

Este Ministerio ha acordado declarar jubilado forzoso, con el haber pasivo que le corresponda, a don Pedro Zorroza Escudero, Juez de Distrito que presta sus servicios en el Juzgado de igual clase de Portugalete, por cumplir la edad reglamentaria el día 14 de noviembre del corriente año.

Lo que digo a V. I. para su conocimiento y demás efectos.

Dios guarde a V. I. muchos años.

Madrid, 23 de octubre de 1980.—P. D., el Subsecretario, Arturo Román Biecas.

Ilmo. Sr. Director general de Justicia.

1 NORMAS DE TUBOS

1.1 NORMA EUROPEA UNE EN 10255

Tubos de acero no aleados adecuados para la soldadura y el roscado. Condiciones técnicas de suministro

OBJETO	CAMPO DE APLICACIÓN
Esta norma europea especifica los requisitos para tubos de acero circulares no aleados aptos para la soldadura y el roscado, y proporciona diversas opciones para el acabado de los extremos de los tubos y los recubrimientos.	Esta norma es de aplicación para tubos de diámetro exterior especificado comprendido entre 10,2 mm y 165,1 mm (tamaño de la rosca de 1/8 a 6) en dos series (media y pesada) y tres tipos (L, L1 y L2) de espesores designados. Los tubos fabricados conforme a esta norma pueden utilizarse para la conducción de fluidos así como para otras aplicaciones.

1.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACERO

La composición química, las propiedades mecánicas y las tolerancias serán conformes a los requisitos de las siguientes tablas:

Composición química:

CALIDAD DEL ACERO		COMPOSICIÓN QUÍMICA %			
Designación simbólica	Designación numérica	C max	Mn max	P max	S max
S 195T	1.0026	0,20	1,40	0,035	0,030

Por otra parte, con objeto de mejorar la adherencia y la aptitud al galvanizado de los tubos, se recomienda que la composición química del acero cumpla con una de las dos opciones siguientes.

Elemento, %	Opción 1	Opción 2
Si	≤ 0,030	0,15 ≤ Si ≤ 0,25
Si + 2,5 P	≤ 0,090	

Propiedades mecánicas:

CALIDAD DEL ACERO		PROPIEDADES MECÁNICAS		
Designación simbólica	Designación numérica	Límite elástico superior (Mpa)	Resistencia a la tracción (Mpa)	Alargamiento mínimo %
S 195T	1.0026	195	320 a 520	20

NOTA: Los fabricantes de la asociación utilizan acero con un límite elástico mínimo de 235 Mpa

1.3 EQUIVALENCIAS DE NORMATIVA

La publicación de la norma UNE EN 10255 ha supuesto un cambio significativo en lo que se refiere a la normativa de los tubos de acero soldados longitudinalmente, ya que esta norma anula a una serie de normas españolas y de otros países europeos que se han venido utilizando durante mas de 10 años.

Tabla de equivalencias:

NORMA EUROPEA (VIGENTE)	NORMAS ESPAÑOLAS (ANULADAS)	NORMAS ALEMANAS (ANULADAS)	NORMA INTERNACIONAL (VIGENTE)
UNE EN 10255 Serie media M	UNE 19040 Serie normal	DIN 2440	ISO 65 Serie media
	UNE 19045		
	UNE 19047		
	UNE 19051		
UNE EN 10255 Serie pesada H	UNE 19041 Serie reforzada	DIN 2441	ISO 65 Serie reforzada
UNE EN 10255 Tipo L1	UNE 19042 Serie ligera		ISO 65 Serie ligera I
UNE EN 10255 Tipo L2	UNE 19043 Serie extraligera		ISO 65 Serie ligera II
UNE EN 10255 Tipo L			



1.4 TABLAS DE DIMENSIONES Y MASAS

Según su espesor los tubos se dividen en:

- dos series: serie media M y serie pesada H
- y tres tipos: tipo L, tipo L1 y tipo L2

Serie media M

Tamaño de la rosca R	Diámetro nominal DN	Diámetro exterior especificado D (mm)	Diámetro exterior		Espesor de pared especificado T(mm)	Masa por unidad de longitud de tubo negro	
			max. (mm)	min. (mm)		Extremo liso (kg/m)	Con manguito (kg/m)
1/8	6	10,2	10,6	9,8	2,0	0,404	0,407
1/4	8	13,5	14,0	13,2	2,3	0,641	0,645
3/8	10	17,2	17,5	16,7	2,3	0,839	0,845
1/2	15	21,3	21,8	21,0	2,6	1,21	1,22
3/4	20	26,9	27,3	26,5	2,6	1,56	1,57
1	25	33,7	34,2	33,3	3,2	2,41	2,43
1 1/4	32	42,4	42,9	42,0	3,2	3,10	3,13
1 1/2	40	48,3	48,8	47,9	3,2	3,56	3,60
2	50	60,3	60,8	59,7	3,6	5,03	5,10
2 1/2	65	76,1	76,6	75,3	3,6	6,42	6,54
3	80	88,9	89,5	88,0	4,0	8,36	8,53
4	100	114,3	115,0	113,1	4,5	12,2	12,5
5	125	139,7	140,8	138,5	5,0	16,6	17,1
6	150	165,1	166,5	163,9	5,0	19,8	20,4

Serie pesada H

Tamaño de la rosca R	Diámetro nominal DN	Diámetro exterior especificado D (mm)	Diámetro exterior		Espesor de pared especificado T(mm)	Masa por unidad de longitud de tubo negro	
			max. (mm)	min. (mm)		Extremo liso (kg/m)	Con manguito (kg/m)
1/8	6	10,2	10,6	9,8	2,6	0,487	0,490
1/4	8	13,5	14,0	13,2	2,9	0,765	0,769
3/8	10	17,2	17,5	16,7	2,9	1,02	1,03
1/2	15	21,3	21,8	21,0	3,2	1,44	1,45
3/4	20	26,9	27,3	26,5	3,2	1,87	1,88
1	25	33,7	34,2	33,3	4,0	2,93	2,95
1 1/4	32	42,4	42,9	42,0	4,0	3,79	3,82
1 1/2	40	48,3	48,8	47,9	4,0	4,37	4,41
2	50	60,3	60,8	59,7	4,5	6,19	6,26
2 1/2	65	76,1	76,6	75,3	4,5	7,93	8,05
3	80	88,9	89,5	88,0	5,0	10,3	10,5
4	100	114,3	115,0	113,1	5,4	14,5	14,8
5	125	139,7	140,8	138,5	5,4	17,9	18,4
6	150	165,1	166,5	163,9	5,4	21,3	21,9

Tipo L

Tamaño de la rosca R	Diámetro nominal DN	Diámetro exterior especificado D (mm)	Diámetro exterior		Espesor de pared especificado T(mm)	Masa por unidad de longitud de tubo negro	
			max. (mm)	min. (mm)		Extremo liso (kg/m)	Con manguito (kg/m)
1/4	8	13,5	13,9	13,2	2,0	0,567	0,571
3/8	10	17,2	17,4	16,7	2,0	0,750	0,756
1/2	15	21,3	21,7	21,0	2,3	1,08	1,09
3/4	20	26,9	27,1	26,4	2,3	1,40	1,41
1	25	33,7	34,0	33,2	2,9	2,20	2,22
1 1/4	32	42,4	42,7	41,9	2,9	2,82	2,85
1 1/2	40	48,3	48,6	47,8	2,9	3,25	3,29
2	50	60,3	60,7	59,6	3,2	4,51	4,58
2 1/2	65	76,1	76,0	75,2	3,2	5,75	5,87
3	80	88,9	88,7	87,9	3,2	6,76	6,93
3 1/2	-	101,6	101,2	100,3	3,6	8,70	8,88
4	100	114,3	113,9	113,0	3,6	9,83	10,1
5	125	139,7	140,8	138,5	4,5	15,0	15,5
6	150	165,1	166,5	163,9	4,5	17,8	18,4

Tipo L1

Tamaño de la rosca R	Diámetro nominal DN	Diámetro exterior especificado D (mm)	Diámetro exterior		Espesor de pared especificado T(mm)	Masa por unidad de longitud de tubo negro	
			max. (mm)	min. (mm)		Extremo liso (kg/m)	Con manguito (kg/m)
1/4	8	13,5	13,9	13,2	2,0	0,570	0,574
3/8	10	17,2	17,4	16,7	2,0	0,742	0,748
1/2	15	21,3	21,7	21,0	2,3	1,08	1,09
3/4	20	26,9	27,1	26,4	2,3	1,39	1,40
1	25	33,7	34,0	33,2	2,9	2,20	2,22
1 1/4	32	42,4	42,7	41,9	2,9	2,82	2,85
1 1/2	40	48,3	48,6	47,8	2,9	3,24	3,28
2	50	60,3	60,7	59,6	3,2	4,49	4,56
2 1/2	65	76,1	76,3	75,2	3,2	5,73	5,85
3	80	88,9	89,4	87,9	3,6	7,55	7,72
4	100	114,3	114,9	113,0	4,0	10,8	11,1

Tipo L2

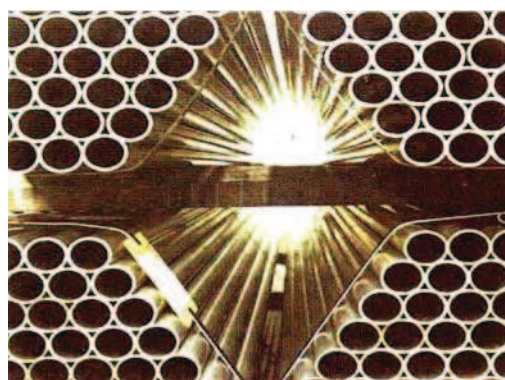
Tamaño de la rosca R	Diámetro nominal DN	Diámetro exterior especificado D (mm)	Diámetro exterior		Espesor de pared especificado T(mm)	Masa por unidad de longitud de tubo negro	
			max. (mm)	min. (mm)		Extremo liso (kg/m)	Con manguito (kg/m)
1/4	8	13,5	13,6	13,2	1,8	0,515	0,519
3/8	10	17,2	17,1	16,7	1,8	0,670	0,676
1/2	15	21,3	21,4	21,0	2,0	0,947	0,956
3/4	20	26,9	26,9	26,4	2,3	1,38	1,39
1	25	33,7	33,8	33,2	2,6	1,98	2,00
1 1/4	32	42,4	42,5	41,9	2,6	2,54	2,57
1 1/2	40	48,3	48,4	47,8	2,9	3,23	3,27
2	50	60,3	60,2	59,6	2,9	4,08	4,15
2 1/2	65	76,1	76,0	75,2	3,2	5,71	5,83
3	80	88,9	88,7	87,9	3,2	6,72	6,89
4	100	114,3	113,9	113,0	3,6	9,75	10,0

Tabla comparativa de dimensiones y masas

Diámetro nominal DN	Tamaño de la rosca R	Diámetro exterior especif. D (mm)	Serie M		Serie H		Tipo L1		Tipo L2		Tipo L	
			Espesor mm	Masa kg/m	Espesor mm	Masa kg/m	Espesor mm	Masa kg/m	Espesor mm	Masa kg/m	Espesor mm	Masa kg/m
6	1/8	10,2	2,0	0,404	2,6	0,487						
8	1/4	13,5	2,3	0,641	2,9	0,765	2,0	0,570	1,8	0,515	2,0	0,567
10	3/8	17,2	2,3	0,839	2,9	1,02	2,0	0,742	1,8	0,670	2,0	0,750
15	1/2	21,3	2,6	1,21	3,2	1,44	2,3	1,08	2,0	0,947	2,3	1,08
20	3/4	26,9	2,6	1,56	3,2	1,87	2,3	1,39	2,3	1,38	2,3	1,40
25	1	33,7	3,2	2,41	4,0	2,93	2,9	2,20	2,6	1,98	2,9	2,20
32	1 ¼	42,4	3,2	3,10	4,0	3,79	2,9	2,82	2,6	2,54	2,9	2,82
40	1 ½	48,3	3,2	3,56	4,0	4,37	2,9	3,24	2,9	3,23	2,9	3,25
50	2	60,3	3,6	5,03	4,5	6,19	3,2	4,49	2,9	4,08	3,2	4,51
65	2 ½	76,1	3,6	6,42	4,5	7,93	3,2	5,73	3,2	5,71	3,2	5,75
80	3	88,9	4,0	8,36	5,0	10,3	3,6	7,55	3,2	6,72	3,2	6,76
	3 ½	101,6									3,6	8,70
100	4	114,3	4,5	12,2	5,4	14,5	4,0	10,8	3,6	9,75	3,6	9,83
125	5	139,7	5,0	16,6	5,4	17,9					4,5	15,0
150	6	165,1	5,0	19,8	5,4	21,3					4,5	17,8

*Masa por unidad de longitud de tubo negro con extremo liso

Los tubos de tipo L deben estar tratados térmicamente. Se recomienda que los tubos de Tipo L1 y L2 estén tratados térmicamente. De esta forma se facilitan las posteriores manipulaciones mecánicas de los tubos, eliminando las posibles tensiones interiores.



1.5 NORMAS ESPECIFICAS DE CONDUCCIÓN DE GAS

G A S	NORMA	TÍTULO	CAMPO DE APLICACIÓN
	UNE 36864	Tubos de acero soldados longitudinalmente, para redes de distribución e instalaciones receptoras de combustibles gaseosos, utilizados a presiones no superiores a 4 bar (media presión)	Para redes de distribución e instalaciones receptoras de gases combustibles de la 1ª, 2ª y 3ª familia a temperatura ambiente y presión no superior a 4 bar
	UNE 19500	Unión roscada para instalaciones de gas. Materiales y características	Especifica los materiales y características de la unión roscada para su uso en instalaciones receptoras de gas
	UNE EN 1775	Suministro de gas. Red de conducciones de gas para edificios. Presión máxima de servicio inferior o igual a 5 bar. Recomendaciones funcionales	Especifica las características generales para el diseño, la construcción, los ensayos, la puesta en servicio, la utilización y el mantenimiento de las instalaciones individuales

1.6 NORMAS DE GALVANIZADO

NORMA EUROPEA UNE EN 10240

Recubrimiento de protección internos y/o externos para tubos de acero. Especificaciones para recubrimientos galvanizados en caliente aplicados en plantas automáticas.

OBJETO	CAMPO DE APLICACIÓN
Establece las características técnicas de los recubrimientos galvanizados en caliente que se aplican sobre los tubos de acero con fines de protección frente a la corrosión, y describe los métodos de ensayo que deben utilizarse para evaluar la calidad de estos recubrimientos.	Recubrimientos galvanizados en caliente en plantas automáticas, ya sea para: a) Instalaciones de gas y agua, incluyendo agua destinada a consumo humano. b) Otras aplicaciones (andamios, secciones huecas para la construcción...)

Masa de recubrimiento:

La masa media del recubrimiento de los tubos, referida a la suma de las superficies interna y externa de los mismos, no será inferior a 400 g/m^2 o a su equivalente en espesor de capa de zinc $55\mu\text{m}$.



*NOTA: Las características del recubrimiento galvanizado de los accesorios vienen recogidas en su propia norma UNE EN 10242.

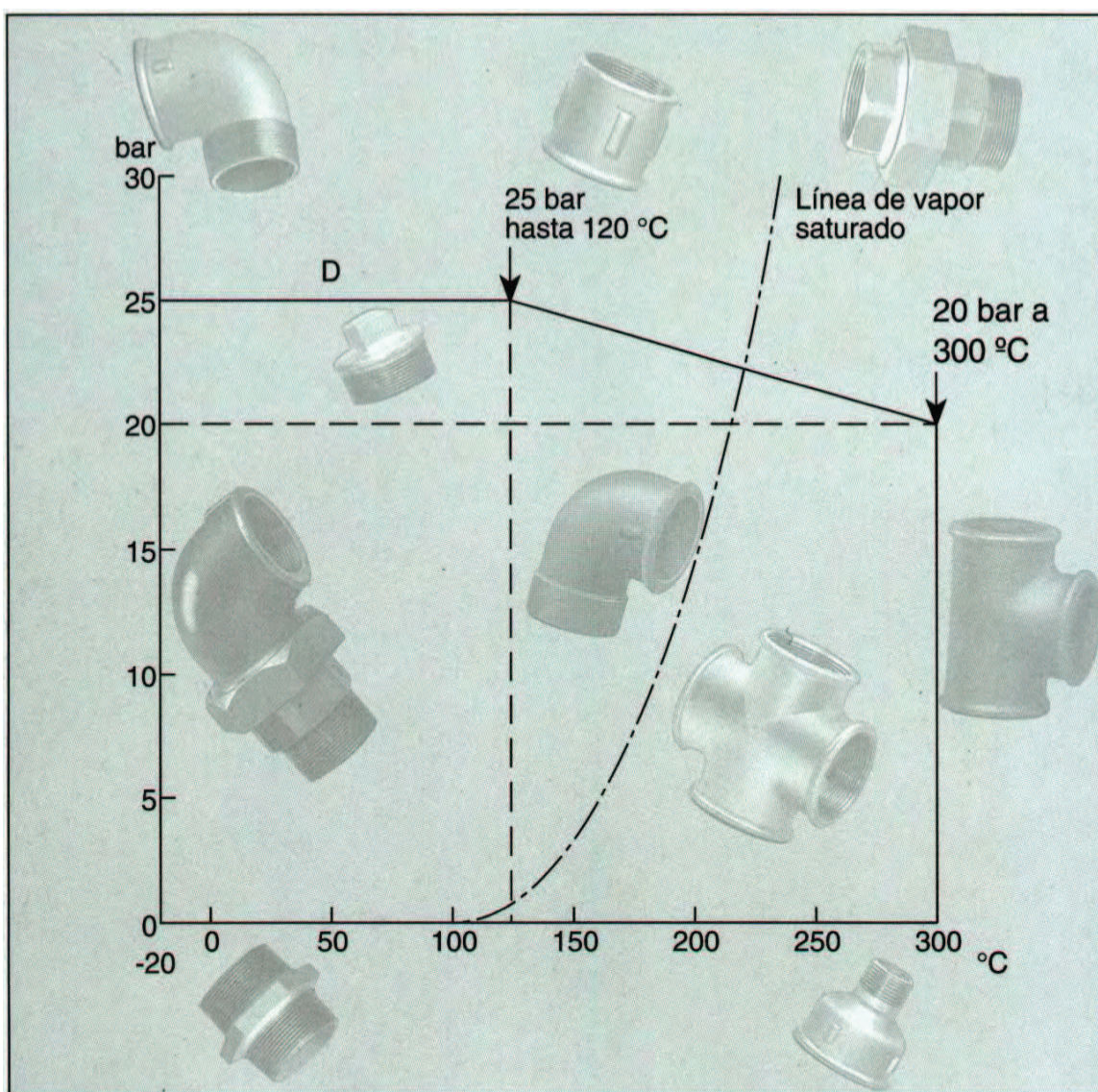
2. NORMAS DE ACCESORIOS

2.1 NORMA EUROPEA UNE EN 10242




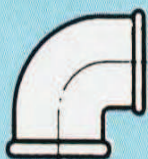

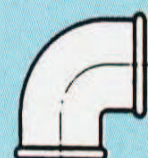

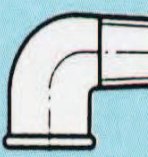
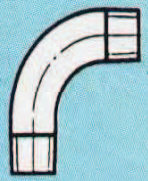





Accesorios roscados de fundición maleable para tuberías

OBJETO	CAMPO DE APLICACIÓN
Especifica los requisitos para el diseño y utilización de los accesorios roscados de fundición maleable para tuberías	Accesorios idóneos para el transporte de fluidos y gases dentro de los límites de presión y temperatura especificados

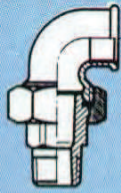







Diagrama Presión / Temperatura

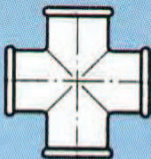
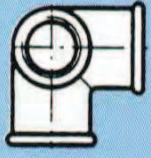

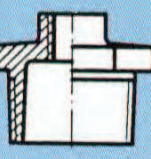
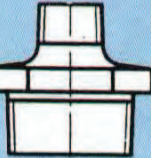

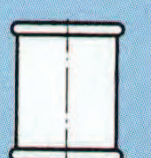
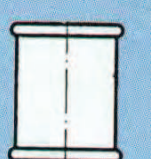


2.2 TIPO DE ACCESORIO, NOMBRE, SÍMBOLO Y DESIGNACIÓN COMERCIAL

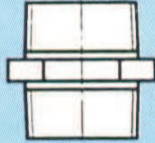
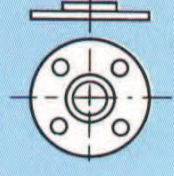
Modelo	Nombre	Símbolo	Designación Comer.	Modelo	Nombre	Símbolo	Designación Comer.
	CURVA Macho Hembra	G4	1		CURVA PUENTE		85
	CURVA CORTA Macho Hembra	D4	1A		CODO	A1	90
	CURVA	G1	2		CODO reducido	A1	90
	CURVA CORTA	D1	2A		CODO Macho Hembra	A4	92
	CURVA Macho	G8	3		CODO UNION Hembra Ajuste plano	UA1	95
	CURVA DE 45° Macho Hembra	G4/45°	40		CODO UNION Hembra Ajuste cónico	UA11	96
	CURVA DE 45°	G1/45°	41		CODO UNION Macho Hembra Ajuste plano	UA2	97

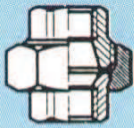
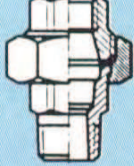
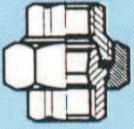
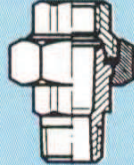


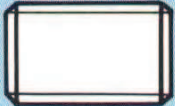
NORMAS TÉCNICAS

Modelo	Nombre	Símbolo	Designación Comer.
	CODO UNION Macho Hembra Ajuste cónico	UA 12	98
	CODO A 45°	A1/45°	120
	CODO A 45° Macho Hembra	A4/45°	121
	TE	B1	130
	TE reducida en bifurcación	B1	130
	TE aumentada en bifurcación	B1	130
	TE reducida en el paso y en la bifurcación	B1	130
	TE reducida en el paso e igual en la bifurcación	B1	130

Modelo	Nombre	Símbolo	Designación Comer.
	CRUZ	C1	180
	DISTRIBUIDOR en codo	Za 1	221
	MANGUITO REDUCIDO	M2	240
	TUERCA DE REDUCCION	N4 III	241
	MANGUITO Macho reducido	N8	245
	MANGUITO Reducido macho hembra	M4	246
	MANGUITO	M2	270
	MANGUITO Derecha e izquierda	M2 R-L	271

NORMAS TÉCNICAS

Modelo	Nombre	Símbolo	Designación Comer.
	MANGUITO Macho	N8	280
	MANGUITO Macho derecha e izquierda	N8 R-L	281
	TAPON Macho con reborde	T9	290
	TAPA	T1	300
	CONTRA-TUERCA	P4	310
	CONTRA-TUERCA con rebaje		312
	BRIDA Ovalada		320
	BRIDA Redonda		321

Modelo	Nombre	Símbolo	Designación Comer.
	UNION Hembra Ajuste plano	U1	330
	UNION Macho hembra Ajuste plano	U2	331
	UNION Hembra Ajuste cónico	U11	340
	UNION Macho hembra Ajuste cónico	U12	341
	TUERCA UNION		374
	MANGUITO Macho Hembra	M4	526 y 529
	MANGUITO Interior		531

2.3 CARACTERÍSTICAS

Propiedades mecánicas:

Para la fabricación de accesorios de acuerdo con esta norma se utiliza fundición maleable de corazón blanco, de calidad W 400-05 y propiedades mecánicas:

Fundición maleable	PROPIEDADES MECÁNICAS			
	Límite elástico 0,2% mínimo (N/mm ²)	Resistencia a la tracción mínima (N/mm ²)	Alargamiento mínimo %	Dureza BRINELL máxima (HB)
W 400-05	220	400	5	220

Presión de diseño:

Los accesorios serán diseñados para soportar 100 bar a la temperatura ambiente de 20 °C.

Dimensiones:

Las tolerancias sobre las longitudes de construcción se recogen en la siguiente tabla:

DIMENSION		TOLERANCIA mm
Desde (excluido) mm	Hasta (incluido) mm	
-	30	± 1,5
30	50	± 2,0
50	75	± 2,5
75	100	± 3,0
100	150	± 3,5
150	200	± 4,0
200	-	± 5,0

Galvanizado:

Si se precisara una protección del accesorio por galvanizado, el recubrimiento de zinc se aplicará “por inmersión en caliente”.

La masa del recubrimiento de zinc depositado corresponderá a una tasa de 500 g/m², lo que equivale a un espesor medio de capa de zinc de 70 µm.

2.4 EQUIVALENCIAS DE NORMATIVA

NORMA ESPAÑOLA	NORMA EUROPEA	NORMA ALEMANA	NORMA INTERNACIONAL
UNE EN 10242	EN 10242	DIN EN 10242	ISO 49

2.5 TABLAS DE DIMENSIONES Y MASAS

Exponemos solamente las tablas de aquellos accesorios más comúnmente empleados.

TABLA 17 Curva G1 (2) Curva macho-hembra G4 (1) Curva macho G8 (3)					
G1		G4		G8	
Tamaño de accesorio			Dimensiones (mm)		Longitud de montaje (mm) z
G1 (2)	G4 (1)	G8 (3)	a	b	
-	(1/8)	-	35	32	28
1/4	1/4	-	40	36	30
3/8	3/8	(3/8)	48	42	38
1/2	1/2	1/2	55	48	42
3/4	3/4	3/4	69	60	54
1	1	1	85	75	68
1 ^{1/4}	1 ^{1/4}	(1 ^{1/4})	105	95	86
1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	(1 ^{1/2})	116	105	97
2	2	(2)	140	130	116
2 ^{1/2}	(2 ^{1/2})	-	176	165	149
3	(3)	-	205	190	175
4	(4)	-	260	245	224

NOTAS:

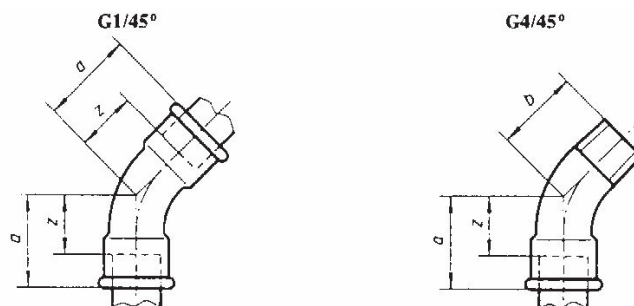
A) A la derecha de cada símbolo, entre paréntesis, se da la designación comercial.

B) Las dimensiones no especificadas se dejan a la discreción del fabricante.

C) Respecto a las tolerancias, véase la tabla del punto 2.3.

D) Roscado según ISO 7/1

TABLA 18
Curva de 45° G1/45° (41)
Curva 45° macho-hembra G4/45° (40)

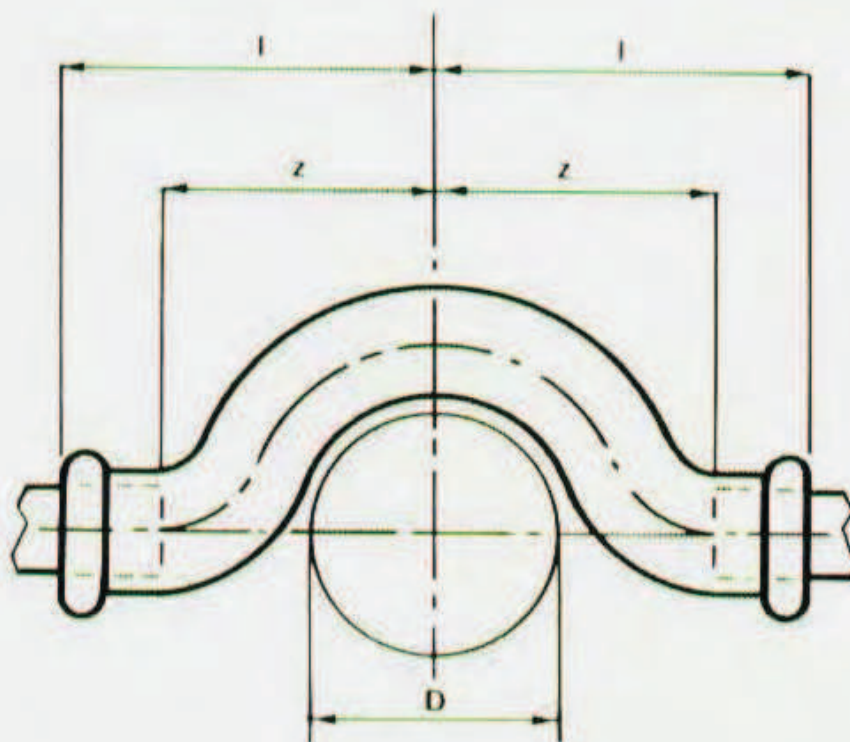


Tamaño de accesorio		Dimensiones (mm)		Longitud de montaje (mm) z
G1/45° (41)	G4/45° (40)	a	b	
-	(1/4)	26	21	16
(3/8)	3/8	30	24	20
1/2	1/2	36	30	23
3/4	3/4	43	36	28
1	1	51	42	34
1 ^{1/4}	1 ^{1/4}	64	54	45
1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	68	58	49
2	2	81	70	57
(2 ^{1/2})	(2 ^{1/2})	99	86	72
(3)	(3)	113	100	83

NOTAS:

- A) A la derecha de cada símbolo, entre paréntesis, se da la designación comercial.
- B) Las dimensiones no especificadas se dejan a la discreción del fabricante.
- C) Respecto a las tolerancias, véase la tabla del punto 2.3.
- D) Roscado según ISO 7/1

CURVA PUENTE (85)



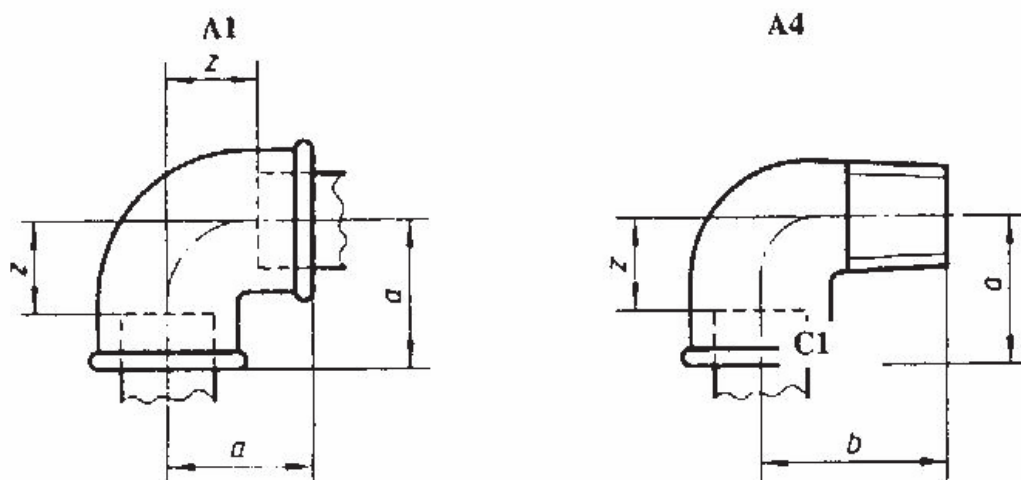
(85)

Tamaño de accesorio (85)-D	Dimensiones (mm) I	Longitud de montaje (mm) z
3/8 - 3/8	38	28
1/2 - 1/2	46	33
3/4 - 3/4	56	41
1 - 1	70	53

NOTAS:

- A) Entre paréntesis se da la designación comercial.
- B) Las dimensiones no especificadas se dejan a la discreción del fabricante.
- C) Respecto a las tolerancias, véase la tabla del punto 2.3.
- D) Roscado según ISO 7/1

TABLA 8
Codo A1 (90)
Codo macho-hembra A4 (92)

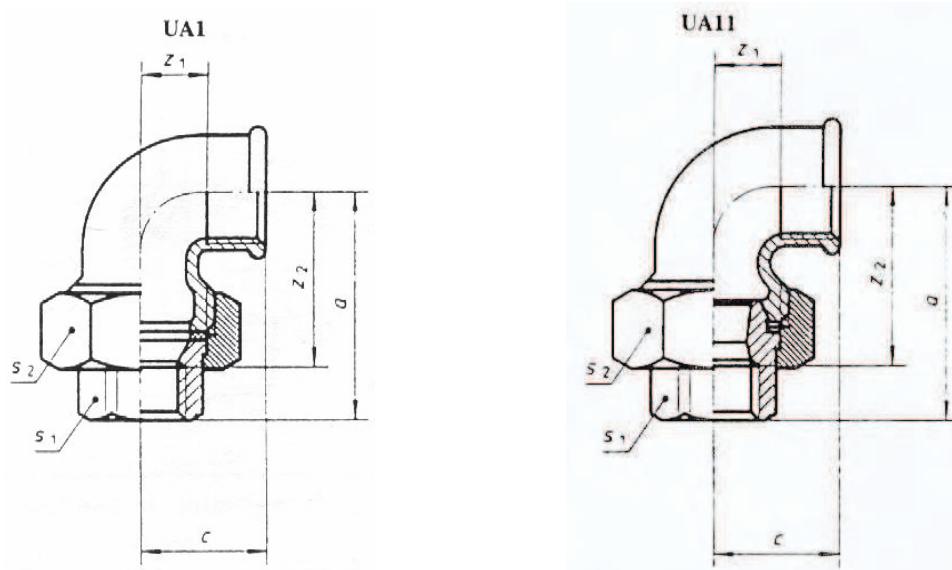


Tamaño de accesorio		Dimensiones (mm)		Longitud de montaje (mm) z
A1 (90)	A4 (92)	a	b	
1/8	1/8	19	25	12
1/4	1/4	21	28	11
3/8	3/8	25	32	15
1/2	1/2	28	37	15
3/4	3/4	33	43	18
1	1	38	52	21
1 ^{1/4}	1 ^{1/4}	45	60	26
1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	50	65	31
2	2	58	74	34
2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	69	88	42
3	3	78	98	48
4	4	96	118	60
(5)	-	115	-	75
(6)	-	131	-	91

NOTAS:

- A) Entre paréntesis se da la designación comercial.
- B) Las dimensiones no acotadas se dejan a iniciativa del fabricante.
- C) Respecto a las tolerancias, véase la tabla del punto 2.3.
- D) Roscado según ISO 7/1

TABLA 26
Codo unión hembra ajuste plano UA 1 (95)
Codo unión hembra ajuste cónico UA11 (96)

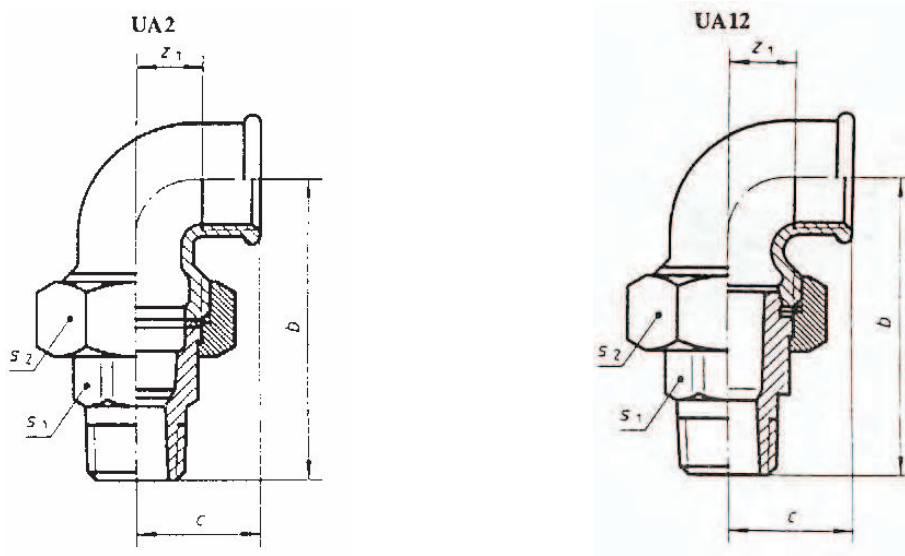


Tamaño de accesorio		Dimensiones (mm)		Longitudes de montaje (mm)	
UA 1 (95)	UA 11 (96)	a	c	Z ₁	Z ₂
-	1/4	48	21	11	38
3/8	3/8	52	25	15	42
1/2	1/2	58	28	15	45
3/4	3/4	62	33	18	47
1	1	72	38	21	55
1 ^{1/4}	1 ^{1/4}	82	45	26	63
1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	90	50	31	71
2	2	100	58	34	76

NOTAS:

- A) A la derecha de cada símbolo, entre paréntesis, se da la designación comercial.
- B) Las dimensiones no especificadas se dejan a la discreción del fabricante
- C) Respecto a las tolerancias, véase la tabla del punto 2.3.
- D) Roscado según ISO 7/1
- E) Deben aceptarse otros tipos de diseño y de material de ajuste, siempre que se respeten las dimensiones “a” y “c” correspondientes.

TABLA 26
Codo unión macho-hembra ajuste plano UA2 (97)
Codo unión macho-hembra ajuste cónico UA 12(98)



Tamaño de accesorio		Dimensiones (mm)		Longitud de montaje (mm)
UA 2 (97)	UA 12 (98)	b	c	z ₁
-	¼	61	21	11
3/8	3/8	65	25	15
½	½	76	28	15
¾	¾	82	33	18
1	1	94	38	21
1 ^{1/4}	1 ^{1/4}	107	45	26
1 ^{1/2}	1 ^{1/2}	115	50	31
2	2	128	58	34

NOTAS:

- A) A la derecha de cada símbolo, entre paréntesis, se da la designación comercial.
- B) Las dimensiones no especificadas se dejan a la discreción del fabricante
- C) Respecto a las tolerancias, véase la tabla del punto 2.3.
- D) Roscado según ISO 7/1
- E) Deben de aceptarse otro tipo de diseño y de material de ajuste, siempre que se respeten las dimensiones “b” y “c” correspondientes.

2.5. Anexo V. FICHAS DE SEGURIDAD.

FICHA DE INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD ⁽¹⁾

1. Identificación del producto y de la empresa

1.1. Identificación del producto LANA DE ROCA – Lana rica en aluminio, con bajo contenido de sílice⁽²⁾.

1.2. Usos identificados pertinentes de la sustancia o el preparado y usos que deben evitarse

Uso recomendado: aislamiento térmico y/o acústico, aislamiento técnico y contra las vibraciones, y protección contra el fuego para aplicaciones de construcción, industriales o navales.

No se conoce ningún uso no recomendado basado en consideraciones físicas, sanitarias ni medioambientales, según lo dispuesto en REACH. Para su aplicación in situ, el producto se utilizará conforme a las directrices técnicas publicadas por Rockwool.

1.3. Datos del proveedor de la ficha de instrucciones de seguridad

ROCKWOOL PENINSULAR SAU
Carretera N.120 Km. 53.5
31380 Caparrosos – Navarra
España

1.4. Número de teléfono para emergencias

Tel.: +34.93.318.90.28
Fax: +34.93.317.89.66
Email: info@rockwool.es

Para mayor información contacte con nuestro responsable de sanidad y seguridad por teléfono o correo electrónico a la dirección y números indicados más arriba.

2. Identificación de los riesgos

2.1. Clasificación de la sustancia o el preparado

Este producto no tiene asociada ninguna declaración de riesgos. La lana mineral ROCKWOOL no está clasificada como peligrosa según las directivas europeas 67/548/CEE y 1999/45/CE y sus posteriores enmiendas (Reglamento CE n.º 1272/2008) sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y preparados.

2.2. Elementos de la etiqueta

La conclusión general, conforme al reglamento REACH, es que las fibras de Rockwool no se asocian a ninguna clasificación de riesgos por consideraciones físicas, sanitarias y medioambientales.

2.3. Otros riesgos

El uso de herramientas de corte a alta velocidad puede generar polvo.

Al calentarse por primera vez hasta unos 200°C el aglomerante del producto puede liberar componentes y productos de descomposición, lo que, en concentraciones muy altas, podría causar irritación ocular y del sistema respiratorio. Para más información, consúltese el apartado 8.

(1) El reglamento europeo (RE) sobre productos químicos n.º 1907/2006 (REACH) aprobado el 1 de junio de 2007 únicamente exige publicar fichas de datos de seguridad de materiales (MSDS) para las sustancias o los preparados peligrosos. Los productos de lana mineral (en paneles o en rollos) tienen la consideración de artículos según REACH y, en consecuencia, no requieren legalmente una MSDS. Sin embargo, Rockwool ha decidido entregar a sus clientes esta Ficha de instrucciones de seguridad para proporcionarles información adecuada sobre manipulación y uso seguros de la lana mineral.

(2) Este producto pertenece a las lanas HT (con alto contenido de aluminio y bajo contenido de sílice) (IARC Monograph, 2002).
<http://monographs.iarc.fr/>

3. Composición / Información sobre componentes

Sustancia	Número EC ⁽³⁾	Porcentaje peso / volumen	Clasificación y etiquetado (Reglamento (CE) n° 1272/2008)	Clasificación y etiquetado (Directiva europea 67/548/CEE)	- Número de índice conforme al Apéndice I 67/548/CEE - Número REACH de registro de sustancias
Lana de roca ⁽¹⁾	926-099-9	95 – 100%	No clasificada ⁽²⁾	No clasificada	650-016-00-2 01-211-947-2313-44
Aglutinante		0 – 5%	No clasificado	No clasificado	
Aceite mineral		0 – 0,5%	No clasificado	No clasificado	

(3) Fibras vítreas (de silicato) producidas sintéticamente, de orientación aleatoria y con contenido de óxido alcalino y óxido de tierra alcalina (Na₂O+K₂O+CaO+MgO+BaO) superior al 18% de su peso y que cumplen una de las condiciones de la nota Q.

(4) Sustancias no clasificadas H351-“Con sospecha de provocar cáncer”. Las fibras de lana de roca no están clasificadas como carcinógenas conforme a la nota Q de la Directiva 97/69/EEC y el Reglamento n.º 1272/2008 (pág. 335 de JOCE L353, de 31 de diciembre de 2008).

(5) EC: el número EC, determinado por la Comisión Europea para la identificación de materiales.

Posibles materiales de revestimiento: Velo mineral, papel de aluminio laminado, aluminio laminado, betún oxiasfáltico, malla metálica, film de polipropileno, velo mineral pintado.

4. Primeros auxilios

4.1. Información para las distintas vías de exposición:

4.1.1. En caso de inhalación

Aleje al afectado del lugar de exposición. Deberá enjuagarse la garganta y soplar por la nariz para eliminar el polvo.

4.1.2. En caso de contacto con la piel

En caso de irritación, sacarse la ropa contaminada y lavar la piel suavemente con agua fresca y un jabón neutro.

4.1.3. En caso de contacto con los ojos

Enjuagar con abundante agua durante al menos 15 minutos.

4.1.4. En caso de ingestión

Beber abundante agua en caso de ingestión accidental.

4.2. Síntomas y efectos más importantes, agudos o prolongados

El efecto mecánico de las fibras ásperas en contacto con la garganta, la piel y los ojos puede provocar irritación o molestias pasajeras.

4.3. Indicación sobre necesidad de atención médica inmediata y tratamiento específico

No son necesarios.

En caso de prolongarse la irritación o las molestias descritas en los puntos anteriores, consulte a un médico o a un profesional sanitario.

5. Medidas de lucha contra incendios

5.1. Medios de extinción

5.1.1. Medios de extinción adecuados

Agua, espuma, dióxido de carbono (CO₂) y polvo seco.

5.1.2. Medios de extinción inadecuados ninguno

5.2. Consejo para los bomberos Los productos sin revestimiento son no combustibles, pero algunos materiales de embalaje o de revestimiento podrían serlo. En incendios de grandes dimensiones en zonas poco ventiladas o con acumulación de materiales de embalaje podría ser necesario utilizar equipos de protección / respiración.

6. Medidas en caso de vertido accidental

6.1. Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

En caso de presencia de elevadas concentraciones de polvo, utilice el mismo equipo de protección personal mencionado en el apartado 8.

6.2. Precauciones medioambientales

No son necesarias.

6.3. Métodos y materiales de contención y limpieza

Limpiar la zona con un aspirador o rociarla con agua antes de barrer el producto.

6.4. Referencia a otros apartados

Para más detalles, consulte el apartado 8.

7. Manipulación y almacenamiento

7.1. Precauciones para manipulación segura

No se requieren medidas específicas. Para cortar el material, es preferible utilizar un cuchillo. Si se utiliza una herramienta eléctrica, debe estar equipada con aspiración de aire eficiente.

Asegúrese de la adecuada ventilación del lugar de trabajo. Consulte el apartado 8.

Evite la manipulación innecesaria del producto unan vez abierto o desplegado. Consulte el apartado 8.

7.2. Condiciones de almacenamiento seguro e incompatibilidad con otros materiales

- Medidas técnicas: No se requieren medidas especiales.
- Condiciones de almacenamiento adecuadas: Los productos deben almacenarse siempre que sea posible a cubierto. Utilizar siempre embalajes originales
- Los materiales sin embalaje se almacenarán siempre a cubierto.
- Materiales incompatibles: Ninguno
- Material de embalaje: Los productos están envasados en film de polietileno o en palés de cartón, o madera

8. Controles de la exposición / Protección personal

8.1. Parámetros de control

No se debe exceder el límite de exposición en el lugar de trabajo (VLA-ED) (total respirable, unas 8 horas de promedio). La concentración de polvo de fibras que se puede inhalar en condiciones de trabajo normales es inferior a 0,1 por cm^3 , según el INSHT⁽⁶⁾.

(6) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo <http://www.insht.es/portal/site/Insht/>

8.2. Controles de la exposición

8.2.1. Medidas de protección individual

a) Protección de los ojos

Deben usarse gafas de seguridad en los trabajos realizados por encima a una altura por encima de la cabeza. Se recomienda protección ocular conforme a UNE-EN 166.

b) Protección de la piel

I. Protección de las manos

Utilice guantes para evitar irritaciones, conforme a UNE-EN 388.

II. Otros

Cubra las zonas de piel que queden expuestas.

c) Protección respiratoria

Para trabajar en áreas no ventiladas o durante las operaciones que puedan generar cualquier tipo de polvo, lleve una mascarilla respiratoria adecuada. Se recomienda un tipo de mascarilla conforme a UNE EN 149 FFP1. Cuando la lana de roca se calienta hasta unos 200°C por primera vez, se liberan componentes del aglutinante y productos de descomposición del aglutinante. El olor puede detectarse por su aroma acre y las altas concentraciones de pueden causar irritación ocular y del sistema respiratorio. Por lo general, los productos de la descomposición causados por pirolisis o combustión del material orgánico pueden causar sensibilización respiratoria. No se tiene constancia de accidentes de sensibilización respiratoria derivados de los gases liberados por los productos Rockwool. Sin embargo, debería facilitarse ventilación por dilución o ventilación por extracción local, según convenga, para controlar la exposición a los gases la primera vez que se pongan en marcha aparatos que funcionan a altas temperaturas. En caso de trabajar en estas condiciones iniciales, será necesario utilizar una mascarilla con suministro de aire fresco.

Frases y/o pictogramas impresos en el envase

“El efecto mecánico de las fibras en contacto con la piel puede causar irritación pasajera”



Mantenga la zona de trabajo ventilada, de ser posible.



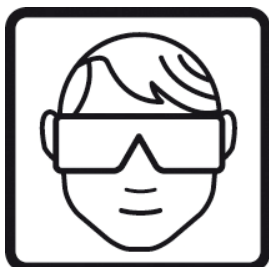
Deseche los residuos conforme a la normativa local.



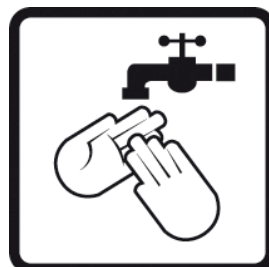
Cubra las zonas expuestas de la piel. Cuando trabaje en espacios no ventilados, lleve mascarillas desechables.



Limpie la zona con un aspirador.



Lleve gafas de seguridad para los trabajos realizados por encima de la altura de la cabeza.



Enjuague las manos con agua fría antes de lavarlas.

9. Propiedades físicas y químicas

9.1. Información sobre propiedades físicas y químicas

9.1.1. Aspecto	Sólido, artículo en: rollos, panel, placa o conformado. (Lana de roca) de color gris- verde-amarillo.
9.1.2. Olor	Inodoro.
9.1.3. Umbral de olor	Según el punto anterior el producto es inodoro, por lo que no es aplicable.
9.1.4. pH	No aplicable. El material es sólido.
9.1.5. Temperatura de fusión	>1000oC
9.1.6. Punto de ebullición	No es pertinente
9.1.7. Punto de inflamación	No es pertinente
9.1.8. Velocidad de evaporación	No es pertinente
9.1.9. Inflamabilidad	No es pertinente; material no combustible
9.1.10. Propiedades explosivas	No es pertinente
9.1.11. Temperatura de autoignición	No combustible
9.1.12. Temperatura de descomposición	Cuando la lana de roca se calienta hasta unos 200°C por primera vez, libera productos de descomposición del aglutinante.
9.1.13. Densidad	Dependiendo del producto (aprox. de 20 a 250 kg/m ³).
9.1.14. Solubilidad en agua	Por lo general, químicamente inerte e insoluble en agua.
9.1.15. Solubilidad en grasa	No aplicable
9.1.16. Propiedades de oxidación	Material no oxidante, por lo que no es pertinente.

10. Estabilidad y reactividad

10.1. Reactividad

No reactivo

10.2. Estabilidad química

Estable

10.3. Posibilidad de reacciones peligrosas

No reactivo

10.4. Condiciones que deberían evitarse

Ninguna especificada

10.5. Materiales incompatibles

Ninguno especificado

10.6. Productos de descomposición peligrosos Cuando la lana de roca se calienta por primera vez a temperaturas superiores a los 200 °C, se pone en marcha una reacción de descomposición del aglutinante, cuyos productos pueden detectarse por su olor. Las emisiones suelen producirse durante el primer calentamiento de un aparato aislado con lana de roca. Es recomendable mantener una ventilación adecuada cuando se utilicen por primera vez estos aparatos. Los productos de descomposición son los que cabría esperar en cualquier material orgánico, y son resultado principalmente de la pirolisis o la combustión de la resina. Estos productos de descomposición, que solo se generan durante un breve tiempo, son principalmente CO₂, CO, partículas de carbono y agua.

11. Información toxicológica

11.1. Información sobre efectos toxicológicos

11.1.1. Toxicidad aguda

No produce toxicidad aguda

11.1.2 Irritación

Las fibras más ásperas podrían causar reacciones físicas sobre la piel, el tracto respiratorio superior (membranas mucosas) y los ojos, con efectos pasajeros (picores...) que desaparecen por sí solos. No se derivan efectos químicos.

11.1.3 Corrosión

No es corrosivo

11.1.4 Sensibilización

No causa sensibilización

11.1.5 Toxicidad en dosis elevadas

No causa toxicidad en dosis elevadas

11.1.6 Carcinogénesis

No es un producto carcinógeno. Debido a su gran capacidad biosoluble, la fibra utilizada en los materiales de aislamiento de lana de roca Rockwool está valorada como libre de toda sospecha de posibles efectos carcinógenos, conforme a la Directiva de la UE 97/69/CE (nota Q). En octubre de 2001, la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) clasificó el aislamiento de lana de roca en el Grupo 3 (no clasificable en relación con su efecto carcinógeno en humanos). Por lo tanto, no está clasificado como potencial carcinógeno en humanos.

Por otro lado, en la UE la clasificación como agente carcinógeno no es aplicable a las lanas minerales de este producto; conforme a la directiva 97/69/CE y el Reglamento europeo 1272/2008, nota Q. (Consulte también el apartado 15). Según la Directiva REACH, las fibras de Rockwool no tienen clasificación de riesgos.

En Alemania, las fibras también cumplen con TRGS 905, apartado 2.3.

11.1.7 Mutagénesis

No causa mutagénesis

11.1.8 Efectos tóxicos para la reproducción

No tiene efectos tóxicos para la reproducción.

12. Información ecológica

12.1. Toxicidad

No es un producto tóxico. En condiciones de uso normales, este producto no debería ser dañino para los animales ni las plantas. La lana de roca se elabora principalmente con un material que abunda en la naturaleza, procedente de la roca y de lana de roca reciclada.

12.2. Persistencia y degradabilidad

No clasificado

12.3. Potencial de bioacumulación

No clasificado

12.4. Movilidad en el suelo

No clasificado

12.5. Resultado de la valoración PBT y vPvB

No requiere esta valoración

12.6. Otros efectos adversos

Al determinar las propiedades térmicas a partir de burbuja de aire, no se han utilizado agentes esponjantes susceptibles de destruir la capa de ozono o causar calentamiento global.

13. Consideraciones relativas a la eliminación

13.1. Métodos de tratamiento de residuos

13.1.1. Material de los residuos

Debe desecharse conforme a los reglamentos y procedimientos vigentes en el país donde se utilice o vaya a desecharse.

13.1.2. Materiales de embalaje

Deben eliminarse conforme a los reglamentos locales.

13.1.3. Código del Catálogo Europeo de Residuos

17 06 04 Para residuos generados en obra, para otros casos consultar a la Administración competente.

13.1.4. Información sobre eliminación

Los residuos de material y los palés de madera de Rockwool limpios pueden devolverse a nuestra fábrica de Caparroso (Navarra) para ser reutilizados, previo contacto para concertar el transporte y las condiciones. El material de embalaje de polietileno puede enviarse a los fabricantes de PE para que sea reciclado.

14. Información sobre transporte

14.1. Número UN	No aplicable
14.2. Nombre correcto de envío UN	No aplicable
14.3. Clase(s) de transporte peligroso	No aplicable
14.4. Grupo de embalaje	No aplicable
14.5 Riesgos medioambientales	No aplicable
14.6 Precauciones especiales para el usuario	No especificadas

15. Información reglamentaria

15.1. Reglamentación en materia de seguridad, salud y medio ambiente para este producto

La conclusión general conforme al reglamento REACH es que las fibras Rockwool no tienen asociada ninguna clasificación de riesgo en relación con consideraciones físicas, sanitarias y medioambientales.

15.2. Evaluación de seguridad química No requiere evaluación.

16. Otra información

Aunque el reglamento REACH no exige una ficha de datos de seguridad del material para el aislamiento Rockwool, la empresa Rockwool utiliza este formato para aportar información estándar sobre salud y seguridad.

Esta ficha de datos de seguridad responde a la Directiva de la UE 91/155/CEE, enmendada por 93/112/CE y 2001/58/CE. Incluye los cambios de formato detallados en el Anexo II de REACH (mayo de 2010).

Las fibras de lana de roca de este producto quedan exoneradas de la clasificación sobre carcinogénesis conforme a la Directiva europea 97/69/CE y el Reglamento (CE) 1272/2008 si cumplen uno de los criterios de la nota Q de tales textos.

Todos los productos comercializados por Rockwool están elaborados con fibras no clasificadas y certificados por EUCEB

Esta es una certificación voluntaria y certifica que la no clasificación del producto cumple plenamente con los parámetros establecidos en la nota Q, tal y como se define en la Directiva 97/69/CE y el Reglamento (CE) nº 1272/2008.

El certificado EUCEB (Junta Europea de Certificación de Productos de Lana Mineral - www.euceb.org) se emite por un organismo de certificación independiente.

Para asegurar que las fibras cumplen con los criterios de exoneración, todos los procedimientos de ensayo y supervisión los llevan a cabo instituciones profesionales independientes, debidamente autorizadas. EUCEB garantiza que los productores de lana mineral tienen implantadas medidas de autocontrol.

Los productores de lana mineral adoptan frente a EUCEB los compromisos siguientes:

- Suministrar muestras e informes de análisis establecidos por los laboratorios reconocidos por EUCEB, acreditando que las fibras cumplen con uno de los cuatro criterios de exoneración descritos en la nota Q de la Directiva 97/99/EC,
- Someter cada unidad de producción, dos veces al año, al control de terceros independientes reconocidos por EUCEB (muestreo y conformidad de la composición química inicial).
- Implantar procedimientos de autocontrol interno en cada unidad de producción.

Los productos que responden a la certificación EUCEB pueden ser reconocidos mediante el logotipo EUCEB en sus embalajes.



EUCEB es una asociación certificada con la norma ISO 9001:2000.

Si desea obtener información más detallada deberá ponerse en contacto con el productor (dirección en la primera página de esta ficha).

La información aportada en este documento se corresponde con los conocimientos actualizados sobre este material, en el momento de su publicación, y se aporta de buena fe.

Los usuarios deben estar advertidos de los posibles riesgos de utilizar el producto para aplicaciones distintas de aquellas para las que ha sido diseñado.

Esta información refleja valores tipo y no es una especificación del producto. No se ofrecen garantías expresas ni implícitas.

La información aportada en este documento se corresponde con nuestros conocimientos actuales respecto a los materiales en el momento de su publicación. Los usuarios deben estar advertidos de los posibles riesgos de utilizar el producto para aplicaciones distintas de aquellas para las que ha sido diseñado.

DIHIDROXIDO DE CALCIO

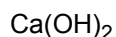
ICSC: 0408



DIHIDROXIDO DE CALCIO

Hidróxido de calcio

Cal apagada



Masa molecular: 74.1

Nº CAS 1305-62-0

Nº RTECS EW2800000

Nº ICSC 0408

TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSION			
EXPOSICION		¡EVITAR LA PRODUCCION DE NIEBLAS!	
• INHALACION	Sensación de quemazón en la nariz, garganta y vías respiratorias superiores, tos.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo y someter a atención médica.
• PIEL	Enrojecimiento, aspereza, sensación de quemazón.	Guantes protectores, traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse y solicitar atención médica.
• OJOS	Enrojecimiento, dolor, visión borrosa.	Gafas ajustadas de seguridad o pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después consultar a un médico.
• INGESTION	Calambres abdominales, sensación de quemazón en la boca, garganta y esófago, vómitos, debilidad.	No comer, beber ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. NO provocar el vómito. NO dar nada de beber y someter a atención médica.

DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente, trasladarlo a continuación a un lugar seguro. (Protección personal adicional: respirador de filtro P2 para partículas nocivas).	Mantener en lugar seco.	

VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE

ICSC: 0408

Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994

Fichas Internacionales de Seguridad Química

DIHIDROXIDO DE CALCIO

ICSC: 0408

D A T O S I M P O R T A N T E S	<p>ESTADO FISICO; ASPECTO Polvo suave, blanco o blanco grisáceo.</p> <p>PELIGROS FISICOS</p> <p>PELIGROS QUIMICOS La sustancia se descompone al calentarla intensamente produciendo óxido de calcio. La sustancia es moderadamente básica.</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV: 5 mg/m³ (ACGIH 1990-1991).</p>	<p>VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación y por ingestión.</p> <p>RIESGO DE INHALACION La evaporación a 20°C es despreciable, sin embargo se puede alcanzar rápidamente una concentración molesta de partículas en el aire por dispersión.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosivo por ingestión. Se recomienda vigilancia médica.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis.</p>
---	--	---

PROPIEDADES FISICAS	Punto de ebullición (se descompone): 580°C Punto de fusión (se descompone): 580°C	Densidad relativa (agua = 1): 2.2 Solubilidad en agua: Ninguna
----------------------------	--	---

DATOS AMBIENTALES	
--------------------------	--

NOTAS

INFORMACION ADICIONAL

FISQ: 2-071 DIHIDROXIDO DE CALCIO	
--------------------------------------	--

ICSC: 0408	DIHIDROXIDO DE CALCIO
© CCE, IPCS, 1994	

NOTA LEGAL IMPORTANTE:	Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95).
-------------------------------	--

2.6. Anexo VI. CATÁLOGOS.



CATÁLOGO TÉCNICO



TUBOS REUNIDOS, S.A.

 GRUPO
ALMESA

Grupo Almesa desarrolla su actividad comercial en España y Portugal desde el año 1951, con más de veinte almacenes distribuidos por todo el territorio nacional, asegurándole el mejor servicio en cualquier punto del mismo. Además forma parte del Grupo Tubos Reunidos, primer fabricante nacional de tubería de acero sin soldadura.

Almacenes metalúrgicos está en posesión del certificado ISO 9001, tanto en nuestro almacén central como en sus oficinas centrales, lo que le garantiza que todos nuestros productos vienen avalados por los certificados expedidos por los fabricantes, asegurándoles de este modo la máxima fiabilidad.



Índice general

División EN (DIN)

TUBO ACERO AL CARBONO EN (DIN)

Tubos de acero sin soldadura EN 10255 Series M y H S 195T (DIN 2440/DIN 2441)	8
Tubos de acero sin soldadura EN 10216-1/EN 10216-2 (DIN 1629/DIN 17175). Tolerancias	9
Tubos de acero sin soldadura EN 10216-1/EN 10216-2 (DIN 1629/DIN 17175). Dimensiones	10
Tubos de acero sin soldadura EN 10216-1 (DIN 2448/DIN 1629). Características	12
Tubos de acero sin soldadura EN 10216-2 (DIN 2448/DIN 17175). Tolerancias	14
Tubos de acero sin soldadura EN 10216-2 (DIN 2448/DIN 17175). Composición química	15
Tubos de acero sin soldadura EN 10216-2 (DIN 2448/DIN 17175). Características mecánicas	16
Tubos de acero sin soldadura EN 10216-2 (DIN 2448/DIN 17175). Variación del límite elástico con la temperatura	18
Tubo de acero sin soldadura para usos mecánicos EN 10297-1 (DIN 2448/DIN 1629). Dimensiones	20
Barra hueca para mecanizado EN 10294-1 (ISO 2938). Dimensiones	22
Tubo de acero sin soldadura para usos mecánicos EN 10297-1 (DIN 2448/DIN 1629). Tolerancias	28
Tubo de acero sin soldadura para usos mecánicos EN 10294-1/EN 10297-1 (ISO 2938/DIN 2448). Características	29
Tubo de acero sin soldadura estirado en frío EN 10305-1 (DIN 2391). Dimensiones	30
Tubo de acero sin soldadura estirado en frío EN 10305-1 (DIN 2391). Tolerancias	32
Tubo de acero sin soldadura estirado en frío EN 10305-1 (DIN 2391). Características	33
Tubo de acero soldado EN 10255 Serie M y tipo L2 (DIN 2440/ISO R65 LII)	34
Tubo de acero soldado EN 10217-1 (DIN 2458/DIN 1626). Dimensiones	35
Tubo de acero soldado EN 10217-1 (DIN 2458/DIN 1626). Tolerancias	36
Tubo de acero soldado EN 10217-1 (DIN 2458/DIN 1626). Composición química	37

ACCESORIO ACERO AL CARBONO EN (DIN)

Accesorio maleable EN 10242. Características	40
Accesorio maleable EN 10242. Figuras	41
Accesorio para soldar a tope EN 10253-1. Codos Tipo 3D y 5D (DIN 2605/DIN 2606)	42
Accesorio para soldar a tope EN 10253-1. Reducciones (DIN 2616)	43
Accesorio para soldar a tope EN 10253-1. Tés (DIN 2615)	44
Accesorio para soldar a tope EN 10253-1. Caps (DIN 28011)	45
Accesorio para soldar a tope EN 10253-1. Características	46
Bridas de acero EN 1092-1. Características	47
Bridas de acero EN 1092-1. Tipos de bridas y refrentados	48
Bridas de acero EN 1092-1. Dimensiones refrentados	49
Bridas de acero EN 1092-1. Dimensiones de caras de unión de las bridas	50
Bridas EN 1092-1 Tipo 01 PN 6 (DIN 2573). Dimensiones y masas	52
Bridas EN 1092-1 Tipo 01 PN 10 (DIN 2576). Dimensiones y masas	53
Bridas EN 1092-1 Tipo 01 PN 16 (DIN 2502). Dimensiones y masas	54
Bridas EN 1092-1 Tipo 01 PN 25 (DIN 2503). Dimensiones y masas	55
Bridas EN 1092-1 Tipo 01 PN 40 (DIN 2503). Dimensiones y masas	56
Bridas EN 1092-1 Tipo 02 PN 6 (DIN 2641). Dimensiones y masas	57
Bridas EN 1092-1 Tipo 02 PN 10 (DIN 2642). Dimensiones y masas	58
Bridas EN 1092-1 Tipo 05 PN 6 (DIN 2527). Dimensiones y masas	59
Bridas EN 1092-1 Tipo 05 PN 10 (DIN 2527). Dimensiones y masas	60
Bridas EN 1092-1 Tipo 05 PN 16 (DIN 2527). Dimensiones y masas	61
Bridas EN 1092-1 Tipo 05 PN 25 (DIN 2527). Dimensiones y masas	62
Bridas EN 1092-1 Tipo 05 PN 40 (DIN 2527). Dimensiones y masas	63
Bridas EN 1092-1 Tipo 13 PN 10 (DIN 2566). Dimensiones y masas	64
Bridas EN 1092-1 Tipo 13 PN 16 (DIN 2566). Dimensiones y masas	65
Bridas EN 1092-1 Tipo 11 PN 6 (DIN 2631). Dimensiones y masas	66
Bridas EN 1092-1 Tipo 11 PN 10 (DIN 2632). Dimensiones y masas	67
Bridas EN 1092-1 Tipo 11 PN 16 (DIN 2633). Dimensiones y masas	68
Bridas EN 1092-1 Tipo 11 PN 25 (DIN 2634). Dimensiones y masas	69
Bridas EN 1092-1 Tipo 11 PN 40 (DIN 2635). Dimensiones y masas	70
Bridas EN 1092-1 Tipo 11 PN 63 (DIN 2636). Dimensiones y masas	71
Bridas EN 1092-1 Tipo 11 PN 100 (DIN 2637). Dimensiones y masas	72
Bridas EN 1092-1. Tolerancias	73
Tornillería	76

División ASTM

TUBO ACERO AL CARBONO ASTM

Tubos de acero al carbono según ASTM (A53, A106) y API 5L ISO 3183	80
Tubo soldado y sin soldadura ASME B36.10. Dimensiones	81
Tubo soldado y sin soldadura ASME B36.10. Tolerancias	82
Tubos para usos específicos. Materiales según ASTM A179, A333, A335	83

ACCESORIO ACERO AL CARBONO ASTM

Accesorio Butt-Welding. Tabla de Materiales	86
Codos 90° Radio Corto según ASME/ANSI B16.28	87
Codos 90° Radio Largo según ASME/ANSI B16.9	88
Te ASTM según ASME/ANSI B16.9	89
Reducciones Concentricas y Excentricas según ASME/ANSI B16.9	90
Caps ASTM según ASME/ANSI B16.9	92
Accesorios. Tolerancias dimensionales según ASME/ANSI B16.9	93
Accesorio acero forjado. Tabla de Materiales A-105	94
Accesorios Roscados. Codos,tes según ASME/ANSI B16.11	95
Accesorios Socket-Welding. Codos,tes, caps, manguitos, med.manguitos según ASME/ANSI B16.11	96
Accesorios Manguitos. Manguitos, medios manguitos y caps según ASME/ANSI B16.11	98
Accesorios roscados. Tapones y Bushing según ASME/ANSI B16.11	99
Tuercas unión 3000 lbs MSS SP-83	100
Accesorios: Weldolets, Sockolets, Thredolets, Latrolets y Elbolets - Correspondencias de medidas	101
Accesorios: Swage Nipples MSS SP-95	103
Accesorios: Weldolets y Sockolets	104
Accesorios: Thredolets y Latrolets	105
Accesorios: Elbolets	106
Bridas ASTM. Tabla de Materiales A105 / Presión de trabajo	108
Caras de junta según ASME B16.5	109
Bridas ASTM. Tolerancias dimensionales según B16.5	110
Welding Neck 150 lbs. ASME B16.5	111
Welding Neck 300 lbs. ASME B16.5	112
Welding Neck 600 lbs. ASME B16.5	113
Welding Neck 900 lbs. ASME B16.5	114
Welding Neck 1500 lbs. ASME B16.5	115
Welding Neck 2500 lbs. ASME B16.5	116
Slip-on 150 lbs. ASME B16.5	117
Slip-on 300 lbs. ASME B16.5	118
Slip-on 600 lbs. ASME B16.5	119
Blind 150 lbs. ASME B16.5	120
Blind 300 lbs. ASME B16.5	121
Blind 600 lbs. ASME B16.5	122
Blind 900 lbs. ASME B16.5	123
Blind 1500 lbs. ASME B16.5	124
Blind 2500 lbs. ASME B16.5	125
Lap Joint 150 lbs. ASME B16.5	126
Lap Joint 300 lbs. ASME B16.5	127
Threaded 150 lbs. ASME B16.5	128
Threaded 300 lbs. ASME B16.5	129
Socket Welding 150 lbs. 300 lbs. ASME B16.5	130
Tornillería ASTM	131
Bridas en ocho, discos ciegos y espaciadores	132
Juntas	134

División inoxidable

TUBO Y ACCESORIO ACERO INOXIDABLE

Tubo soldado y sin soldadura en acero inoxidable. Calidades	138
Tubo soldado y sin soldadura. Dimensiones ASME B36.19	139
Accesorio Inoxidable - Butt-Welding B16.9	140
Accesorio Inoxidable - Fitting B16.11	140
Bridas Inoxidables ASME B16.5	141
Bridas y accesorio inoxidable. Calidades	142

Anexos

Tubo de acero soldado y sin soldadura DIN/EN. Tabla de dimensiones	146
Equivalencias aproximadas entre normas DIN/EN/ASTM	147
Tabla de materiales. Tuberías/Bridas/Accesorios	148
Certificados de calidad según EN 10204. Espesor de pared según presión	150



GRUPO
ALMESA

DIVISIÓN EN [DIN]

TUBO ACERO AL CARBONO EN (DIN)

TUBO ACERO AL
CARBONO EN (DIN)

Tubo acero al carbono EN (DIN)

Tubos de acero sin soldadura EN 10216-1/EN 10216-2 (DIN 1629/DIN 17175). Tolerancias

EN 10216-1 (DIN 2448/DIN 1629)
EN 10216-2 (DIN 2448/DIN 17175)

Tolerancias sobre el diámetro exterior y sobre el espesor

Diámetro exterior D	Tolerancias sobre D	Tolerancias sobre T para una relación T/D			
		≤ 0,025	> 0,025 ≤ 0,050	> 0,050 ≤ 0,10	> 0,10
D ≤ 219,1	El mayor de estos valores: ± 1 % o + 0,5 mm	El mayor de estos valores: ± 12,5 % o ± 0,4 mm			
D > 219,1		± 20 %	± 15 %	± 12,5 %	± 10 % ^a

^a Para diámetros exteriores $D \geq 355,6$ mm está permitido sobrepasar localmente el espesor máximo en un valor que no exceda 5% del espesor T.

Tolerancias sobre longitudes exactas

Longitud L	Tolerancias sobre D
L ≤ 6000	+10 0
6000 < L ≤ 12000	+15 0
< L ≤ 12000	+ por acuerdo 0

Estanqueidad. Los tubos deben superar un ensayo hidrostático o un ensayo electromagnético. El ensayo hidrostático debe realizarse a la más baja de las presiones siguientes: 70 bar o la presión P según la expresión:

$$P = 20 \times \frac{S \times T}{D}$$

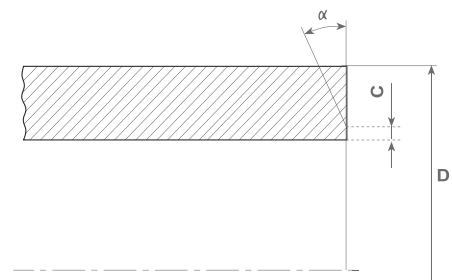
Donde **P**: es la presión de ensayo, en bar
D: es el diámetro exterior especificado, en mm
T: es el espesor especificado, en mm
S: es la tensión en MPa, correspondiente al 70% del límite elástico mínimo

La presión de ensayo debe mantenerse durante al menos 5 s para tubos de $D \leq 457$ mm, y durante al menos 10 s para $D > 457$ mm. El tubo debe superar el ensayo sin presentar fugas o deformación visible. El ensayo electromagnético debe realizarse según EN 10246-1.

Rectitud. La desviación total sobre la rectitud de una longitud de tubo L, no debe exceder 0,0015 L. Las desviaciones locales de rectitud sobre cualquier longitud de un metro, no deben exceder 3 mm.

Preparación de los extremos. Los tubos deben suministrarse con sus extremos cortados en cuadrado. Los extremos deben estar libres de rebabas.

Opción: Los tubos deben suministrarse con sus extremos biselados. El bisel debe tener un ángulo de $30^\circ +5^\circ -0$ con una superficie sin biselar definida por un semiplano C de $1,6 \text{ mm} \pm 0,8 \text{ mm}$, excepto en el caso de espesores superiores a 20 mm, en los que puede especificarse un bisel alternativo previamente acordado.



Bisel del extremo del tubo

Tubo acero al carbono EN (DIN)

Tubos de acero sin soldadura EN 10216-1/EN 10216-2 (DIN 1629/DIN 17175). Dimensiones

Tubos sin soldadura para usos a presión

Une EN 10216-1 (DIN 2448/DIN 1629) Temperatura ambiente

Une EN 10216-2 (DIN 2448/DIN 17175) Temperatura elevada

Dimensiones preferentes

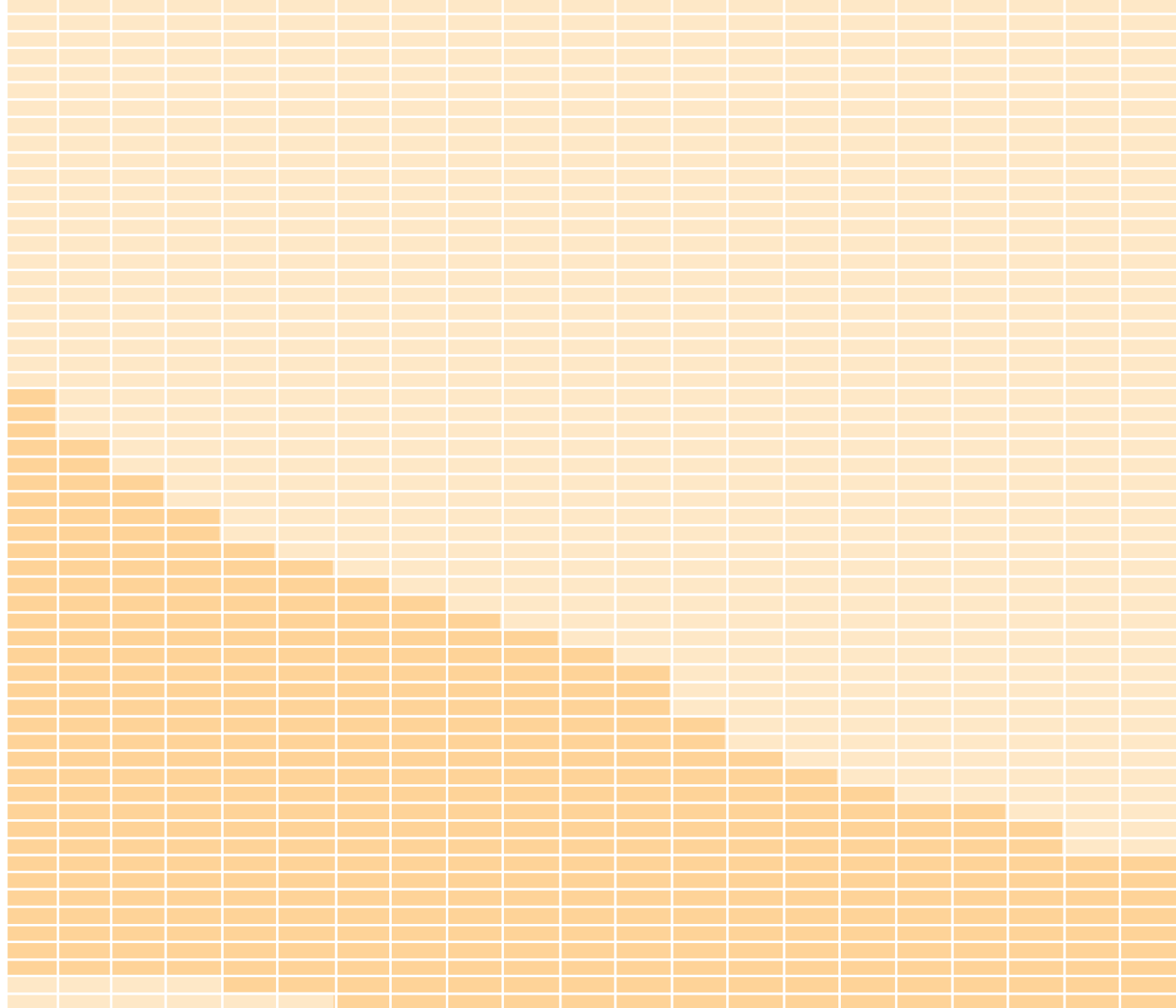
Diámetro exterior D Series ^a			Espesor T																		
1	2	3	1,6	1,8	2	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	4	4,5	5	5,6	6,3	7,1	8	8,8	10	11	
10,2																					
	12																				
	12,7																				
13,5																					
		14																			
	16																				
17,2																					
		18																			
	19																				
	20																				
21,3																					
		22																			
	25																				
26,9		25,4																			
		30																			
	31,8																				
	32																				
33,7																					
		35																			
	38																				
	40																				
42,4																					
		44,5																			
48,3																					
	51																				
		54																			
60,3																					
	57																				
		54																			
	63,5																				
	70																				
76,1																					
		73																			
		82,5																			
88,9																					
	101,6																				
		108																			
114,3																					
	127																				
	133																				
139,7																					
		141,3																			
		152,4																			
		159																			
168,3																					
		177,8																			
		193,7																			
219,1																					
		244,5																			
273																					
323,9																					
355,6																					
406,4																					
457,0																					
508,0																					
		559																			
610,0																					
		660																			
711,0																					

^a serie 1 = diámetros por los cuales todos los accesorios necesarios para la construcción de una tubería están normalizados.
serie 2 = diámetros por los cuales no están normalizados todos los accesorios.
serie 3 = diámetros para aplicaciones especiales para los cuales existen muy pocos accesorios normalizados.

Dimensiones en milímetros

Esesor T

12,5	14,2	16	17,5	20	22,2	25	28	30	32	36	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100
------	------	----	------	----	------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----



Tubo acero al carbono EN (DIN)

Características mecánicas

Designación del acero		Ensayo de tracción						Ensayo de flexión por choque		
Simbólica	Numérica	Límite elástico superior ReH mín. para un espesor de pared T mm			Resistencia a la tracción R _m	Alargamiento A mín% ^b		Energía de rotura media mínima KV J a una temperatura de °C ^b		
		T ≤ 16	16 < T ≤ 40	40 < T ≤ 60				I		T
		MPa*	MPa*	MPa*	MPa*	l	t	0	-10	0
P195TR1	1.0107	195	185	175	320 a 440	27	25	-	-	-
P195TR2	1.0108	195	185	175	320 a 440	27	25	40	28 C	27
P235TR1	1.0254	235	225	215	360 a 500	25	23	-	-	-
P235TR2	1.0255	235	225	215	360 a 500	25	23	40	28 C	27
P265TR1	1.0258	265	255	245	410 a 570	21	19	-	-	-
P265TR2	1.0259	265	255	245	410 a 570	21	19	40	28 C	27

^a Para espesores mayores de 60 mm las características mecánicas deben ser objeto de acuerdo.

^b l=longitudinal t=transversal.

^c **Opción:** Adicionalmente, la resistencia de rotura en el ensayo de flexión por choque debe verificarse a -10°C.

* 1 MPa=1N/mm.

Tipos de inspección

TR1: Inspección no específica. Informe de ensayos 2.2

TR2: Inspección específica. Informe de ensayos 3.1

Tubo acero al carbono EN (DIN)

Tubos de acero sin soldadura EN 10216-2 (DIN 2448/DIN 17175). Tolerancias

EN 10216-2 (DIN 2448/DIN 17175)

Tolerancias sobre el diámetro interior y el espesor

Tolerancias sobre el diámetro interior			Tolerancias sobre T para un ratio T/D			
d	d _{min}		≤ 0,03	> 0,03 ≤ 0,06	> 0,06 ≤ 0,012	> 0,12
± 1% o ± 2 mm	± 2%	+ 4 mm	± 20%	± 15%	± 12,5%	± 10%
El mayor de estos valores	o	El mayor de estos valores				
	0					

^a Para diámetros exteriores $D \geq 355,6$ mm, se permite superar localmente el espesor máximo en un 5% del espesor T.

Tolerancias sobre el diámetro exterior y el espesor mínimo

Diámetro exterior D mm	Tolerancias sobre D	Tolerancias sobre T _{min.} para un ratio T _{min.} /D			
		≤ 0,02	> 0,02 ≤ 0,04	> 0,04 ≤ 0,09	> 0,09
D ≤ 219,1	± 1% o ± 0,5 mm el mayor de estos valores	± 28%	+ 0,8 mm	el mayor de estos valores	
D > 219,1		0	0		
		+ 50%	+ 35%	+ 28%	+ 22% ^a
		0	0	0	0

^a Para diámetros exteriores $D \geq 355,6$ mm, se permite superar localmente el espesor máximo en un 5% del espesor T.

Tolerancias sobre el diámetro interior y el espesor mínimo

Tolerancias sobre el diámetro interior			Tolerancias sobre T _{min.} para un ratio T _{min.} /D		
d	d _{min}		≤ 0,05	> 0,05 ≤ 0,1	> 0,1
± 1% o ± 2 mm	+ 2%	+ 4 mm	+ 35%	+ 28 mm	+ 22,5% ^a
El mayor de estos valores	o	El mayor de estos valores			
	0				

^a Para diámetros exteriores $D \geq 355,6$ mm, se permite superar localmente el espesor máximo en un 5% del espesor T.

Tolerancias sobre el diámetro exterior y el espesor para tubos acabados en frío bajo pedido

Diámetro exterior D	Tolerancias sobre T
± 0,5% o ± 0,3 mm	± 10% o ± 0,2 mm
El mayor de estos valores	El mayor de estos valores

Documento de inspección. Salvo que se especifique, debe facilitarse un certificado de inspección 3.1 según EN 10204.

Tubo acero al carbono EN (DIN)

Tubos de acero sin soldadura EN 10216-2 (DIN 2448/DIN 17175). Composición química

EN 10216-2 (DIN 2448/DIN 17175)

Composición química en % en masa

Designación del acero		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al _{tot}	Cu	Nb	Ti	V	Cr+Cu +Mo+Ni	Otros
Simbólica	Numérica				máx.	máx.										
P195GH	1.0348	≤ 0,13	≤ 0,35	≤ 0,70	0,025	0,020	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,30	≥ 0,020	≤ 0,30	≤ 0,010	0,040	≤ 0,02	≤ 0,70	-
P235GH	1.0345	≤ 0,16	≤ 0,35	≤ 1,20	0,025	0,020	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,30	≥ 0,020	≤ 0,30	≤ 0,010	0,040	≤ 0,02	≤ 0,70	-
P265GH	1.0425	≤ 0,20	≤ 0,40	≤ 1,40	0,025	0,020	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,30	≥ 0,020	≤ 0,30	≤ 0,010	0,040	≤ 0,02	≤ 0,70	-
20MnNb6	1.0471	≤ 0,22	0,15 a 0,35	1,00 a 1,50	0,025	0,020	-	-	-	≤ 0,060	≤ 0,30	0,015 a 0,10	-	-	-	-
16Mo3	1.5415	0,12 a 0,20 ^a	≤ 0,35	0,40 a 0,90	0,025	0,020	≤ 0,30	0,25 a 0,35	≤ 0,30	≤ 0,040	≤ 0,30	-	-	-	-	-
8MoB5-4	1.5450	0,06 a 0,10	0,10 a 0,35	0,60 a 0,80	0,025	0,020	≤ 0,20	0,40 a 0,50	-	≤ 0,060	≤ 0,30	-	0,060	-	-	B=0,002 a 0,006
14MoV63	1.7715	0,10 a 0,15	0,15 a 0,35	0,40 a 0,70	0,025	0,020	0,30 a 0,60	0,50 a 0,70	≤ 0,30	≤ 0,040	≤ 0,30	-	-	0,22 a 0,28	-	-
10CrMo5-5	1.7338	≤ 0,15	0,50 a 1,00	0,30 a 0,60	0,025	0,020	1,00 a 1,50	0,45 a 0,65	≤ 0,30	≤ 0,040	≤ 0,30	-	-	-	-	-
13CrMo4-5	1.7335	0,10 a 0,17 ^a	≤ 0,35	0,40 a 0,70	0,025	0,020	0,70 a 1,15	0,40 a 0,60	≤ 0,30	≤ 0,040	≤ 0,30	-	-	-	-	-
10CrMo9-10	1.7380	0,08 a 0,14	≤ 0,50	0,30 a 0,70	0,025	0,020	2,00 a 2,50	0,90 a 1,10	≤ 0,30	≤ 0,040	≤ 0,30	-	-	-	-	-
11CrMo9-10	1.7383	0,08 a 0,15	≤ 0,50	0,40 a 0,80	0,025	0,020	2,00 a 2,50	0,90 a 1,10	≤ 0,30	≤ 0,040	≤ 0,30	-	-	-	-	-
25CrMo4	1.7218	0,22 a 0,29	≤ 0,40	0,60 a 0,90	0,025	0,020	0,90 a 1,20	0,15 a 0,30	≤ 0,30	≤ 0,040	≤ 0,30	-	-	-	-	-
20CrMoV13-5-5	1.7779	0,17 a 0,23	0,15 a 0,35	0,30 a 0,50	0,025	0,020	3,00 a 3,30	0,50 a 0,60	≤ 0,30	≤ 0,040	≤ 0,30	-	-	0,45 a 0,55	-	-
15NiCuMoNb5-6-4	1.6368	≤ 0,17	0,25 a 0,50	0,80 a 1,20	0,025	0,020	≤ 0,30	0,25 a 0,50	1,00 a 1,30	≤ 0,050	0,50 a 0,80	0,015 a 0,045	-	-	-	-
X11CrMo5+I	1.7362+I	0,08	0,15	0,30	0,025	0,020	4,00	0,45		≤ 0,040	≤ 0,30	-	-	-	-	-
X11CrMo5+NT1	1.7362+NT1	a	a	a			a	a								
X11CrMo5+NT2	1.7362+NT2	0,15	0,50	0,60			6,00	0,65								
X11CrMo9-1+I	1.7386+I	0,08	0,25	0,30	0,025	0,020	8,00	0,90		≤ 0,040	≤ 0,30	-	-	-	-	-
X11CrMo9-1+NT	1.7386+NT	a	a	a			a	a								
		0,15	1,00	0,60			10,00	1,10								
X10CrMoVnB9-1	1.4903	0,08 a 0,12	0,20 a 0,50	0,30 a 0,60	0,020	0,010	8,00 a 9,50	0,85 a 1,05	≤ 0,40	≤ 0,040	≤ 0,30	0,06 a 0,10	-	0,18 a 0,25	-	N=0,030 a 0,070
X20CrMoV11-1	1.4922	0,17 a 0,23	0,15 a 0,50	≤ 1,00	0,025	0,020	10,00 a 12,50	0,80 a 1,20	0,30 a 0,80	≤ 0,040	≤ 0,30	-	-	0,25 a 0,35	-	-

Tubo acero al carbono EN (DIN)

Tubos de acero sin soldadura EN 10216-2 (DIN 2448/DIN 17175). Características mecánicas

EN 10216-2 (DIN 2448/DIN 17175)

Características mecánicas

Designación del acero		Ensayo de tracción			
Simbólica	Numérica	Límite elástico superior R_{eH} o $R_{p0,2}$ mín. para un espesor de pared T mín.			
		$T \leq 16$	$16 \leq T < 40$	$40 \leq T < 60$	$60 \leq T \leq 100$
		MPa*	MPa*	MPa*	MPa*
P195GH	1.0348	195	-	-	-
P235GH	1.0345	235	225	215	-
P265GH	1.0425	265	255	245	-
20MnNb6	1.0471	355	345	335	-
16Mo3	1.5415	280	270	260	-
8MoB5-4	1.5450	400	-	-	-
14MoV6-3	1.7715	320	320	310	-
10CrMo5-5	1.7338	275	275	265	-
13CrMo4-5	1.7335	290	290	280	-
10CrMo9-10	1.7380	280	280	270	-
11CrMo9-10	1.7383	355	355	355	-
25CrMo4	1.7218	345	345	345	-
20CrMoV13-5-5	1.7779	590	590	590	-
15NiCuMoNb5-6-4	1.6368	440	440	440	440 ^e
X11CrMo5+I	1.7362+I	175	175	175	175
X11CrMo5+NT1	1.7362+NT1	280	280	280	280
X11CrMo5+NT2	1.7362+NT2	390	390	390	390
X11CrMo9-1+I	1.7386+I	210	210	210	-
X11CrMo9-1+NT	1.7386+NT	390	390	390	-
X10CrMoVNb9-1	1.4903	450	450	450	450
X20CrMoV11-1	1.4922	490	490	490	490

^a l= longitudinal t=transversal
^b A verificar cuando se ha(n) especificado la(s) opción(es) 4 y/o 5, salvo cuando aplica la nota f.
^c **Opción:** Debe verificarse la energía de rotura
^d **Opción:** Debe verificarse la energía de rotura longitudinal
^e Para espesores de pared $60 \text{ mm} < T \leq 80 \text{ mm}$
^f El ensayo de flexión por choque es obligatorio para espesores de pared $T \geq 16 \text{ mm}$
 * 1MPa= 1N/mm²

Ensayo de tracción			Ensayo de flexión por choque ^{a b}				
Resistencia a la tracción R_m	Alargamiento A min% _m		Energía de rotura media mínima KV J a una temperatura de °C				
			l			t	
MPa*	l	t	20	0	-10	20	0
320 a 440	27	25	-	40 ^C	28 ^d	-	27 ^C
360 a 500	25	23	-	40 ^C	28 ^d	-	27 ^C
410 a 570	23	21	-	40 ^C	28 ^d	-	27 ^C
500 a 650	22	20	-	40 ^C	-	-	27 ^C
450 a 600	22	20	40 ^C	-	-	27 ^C	-
540 a 690	19	17	40 ^C	-	-	27 ^C	-
460 a 610	20	18	40 ^{Cf}	-	-	27 ^C	-
410 a 560	22	20	40 ^C	-	-	27 ^C	-
440 a 590	22	20	40 ^C	-	-	27 ^C	-
480 a 630	22	20	40 ^C	-	-	27 ^C	-
540 a 680	20	18	40 ^C	-	-	27 ^C	-
540 a 690	18	15	40 ^{Cf}	-	-	27 ^C	-
740 a 880	16	14	40 ^{Cf}	-	-	27 ^C	-
610 a 780	19	17	40 ^{Cf}	-	-	27 ^C	-
430 a 580	22	20	40 ^C	-	-	27 ^C	-
480 a 640	20	18	40 ^C	-	-	27 ^C	-
570 a 740	18	16	40 ^C	-	-	27 ^C	-
460 a 640	20	18	40 ^C	-	-	27 ^C	-
590 a 740	18	16	40 ^C	-	-	27 ^C	-
630 a 830	19	17	40 ^{Cf}	-	-	27 ^C	-
690 a 840	17	14	40 ^{Cf}	-	-	27 ^C	-

Tubo acero al carbono EN (DIN)

Tubo de acero soldado EN 10255 Serie M y tipo L2 (DIN 2440/ISO R65 LII)

UNE EN 10255 SERIE M (DIN 2440/UNE 19040)

Dimensiones, tolerancia del diámetro y masa por unidad de longitud
Igual a las del tubo sin soldadura EN 10255 serie M

UNE EN 10255 TIPO L2 (ISO R65 Serie Ligera II/UNE 19043)

Dimensiones, tolerancia del diámetro y masa por unidad de longitud

Diámetro exterior especificado	Designación de la rosca	Diámetro exterior			Masa por unidad de longitud de tubo negro	
		máx. (mm)	mín. (mm)	Espesor de pared (mm)	Extremo liso (kg/m)	Roscado y con manguito (kg/m)
D (mm)	R					
13,5	¼	13,6	13,2	1,8	0,515	0,519
17,2	⅜	17,1	16,7	1,8	0,670	0,676
21,3	½	21,4	21,0	2,0	0,947	0,956
26,9	¾	26,9	26,4	2,3	1,38	1,39
33,7	1	33,8	33,2	2,6	1,98	2,00
42,4	1 ¼	42,5	41,9	2,6	2,54	2,57
48,3	1 ½	48,4	47,8	2,9	3,23	3,27
60,3	2	60,2	59,6	2,9	4,08	4,15
76,1	2 ½	76,0	75,2	3,2	5,71	5,83
88,9	3	88,7	87,9	3,2	6,72	6,89
114,3	4	113,9	113,0	3,6	9,75	10,0

La **tolerancia del espesor** de pared es de $\pm 10\%$ para la serie M y -8% con la tolerancia positiva limitada por la tolerancia de masa para el tipo L2.

La **tolerancia de masa** para la serie M es $\pm 7,5\%$ en paquetes de 10 toneladas o más para la serie M y $+10\%$ -8% en tubos individuales para el tipo L2.

Ensayo de curvado. Se debe efectuar sobre tubos negros con diámetros exteriores comprendidos entre 17,2 y 60,3 mm, conforme a la norma EN 10232, con un ángulo de doblado de 90° .

Ensayo de aplastamiento. Se debe efectuar sobre tubos negros con diámetros exteriores superiores a 60,3 mm, conforme a la norma EN 10233.

Ensayo de estanqueidad: Se debe realizar un ensayo de estanqueidad en todos los tubos. A discreción del fabricante el ensayo puede realizarse, bien mediante un ensayo hidrostático a una presión mínima de 50 bar durante como mínimo 5 s, o bien mediante un ensayo electromagnético conforme a la EN 10246-1.

Composición química y propiedades mecánicas

Designación del tipo de acero		Composición química %				Propiedades mecánicas		
Simbólica	Numérica	C máx.	Mn máx.	P máx.	S máx.	Resistencia dúctil superior R_{eH} (MPa)	Resistencia a la tracción R_m (MPa)	Elongación A_{min} %
S 195T	1.0026	0,20	1,40	0,035	0,030	195	320 a 520	20

Tubo acero al carbono EN (DIN)

Tubo de acero soldado EN 10217-1 (DIN 2458/DIN 1626). Dimensiones

UNE EN 10217-1 (DIN 2458/DIN 1626)

Tubos de acero soldados para usos a presión (temperatura ambiente).

Dimensiones preferentes

D Diámetro exterior			T Espesor de pared																		
1	2	3	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	4	4,5	5	5,6	
10.2																					
	12																				
	12.7																				
13.5		14																			
	16																				
17.2		18																			
	19																				
	20																				
21.3		22																			
	25																				
	25.4																				
26.9		30																			
	31.8																				
	32																				
33.7		35																			
	38																				
	40																				
42.4		44.5																			
48.3	51																				
	54																				
	57																				
60.3		63.5																			
	70																				
	73																				
76.1		82.5																			
88.9	101.6																				
	108																				
114.3		127																			
	133																				
139.7		141.3																			
		152.4																			
		159																			
168.3		177.8																			
		193.7																			
219.1		244.5																			
273																					
323.9																					
355.6																					
406.4																					
457																					
508																					
		559																			
610		660																			
711																					
	762																				
813																					
		864																			
914																					
1016																					
1067																					
1118																					
	1168																				
1219																					
	1321																				
1422																					

^a serie 1 = diámetros para los cuales todos los accesorios necesarios para la construcción de una tubería están normalizados.
 serie 2 = diámetros para los cuales no están normalizados todos los accesorios.
 serie 3 = diámetros para aplicaciones especiales para los cuales existen muy pocos accesorios normalizados.

Tubo acero al carbono EN (DIN)

Tubo de acero soldado EN 10217-1 (DIN 2458/DIN 1626). Tolerancias

UNE EN 10217-1 (DIN 2458/DIN 1626)

Tolerancias sobre el diámetro exterior y sobre el espesor

Diámetro exterior D	Tolerancias sobre T		
	Diámetro exterior D	Espesor de pared T ^a	
		T ≤ 5	5 < T ≤ 40
D ≤ 219,1	± 1 % o ± 0,5 mm El mayor de estos valores	± 10 % o ± 0,3 mm El mayor de estos valores	± 8 % o ± 2 mm El menor de estos valores
D > 219,1	± 0,75 % o ± 6 mm El menor de estos valores		

^a La tolerancia en más no se aplica a la zona de soldadura.

Tolerancias sobre longitudes exactas

Dimensiones en milímetros

Longitud L	Tolerancia sobre longitud exacta para un diámetro exterior (D)	
	< 406,4	≥ 406,4
L ≤ 6000	+10 0	+25 0
6000 < L ≤ 12000	+15 0	+50 0
L > 12000	+ por acuerdo 0	

Tipos de inspección.

TR1: Inspección no específica. Informe de ensayos 2.2

TR2: Inspección específica. Informe de ensayos 3.1

Estanqueidad. Los tubos deben superar un ensayo hidrostático o un ensayo electromagnético.

El ensayo hidrostático debe realizarse a la más baja de las presiones siguientes: 70 bar o la presión P según la expresión

$$P = 20 \times \frac{S \times T}{D}$$

Donde **P**: es la presión de ensayo, en bar
D: es el diámetro exterior especificado, en mm
T: es el espesor especificado, en mm
S: es la tensión en MPa, correspondiente al 70% del límite elástico mínimo

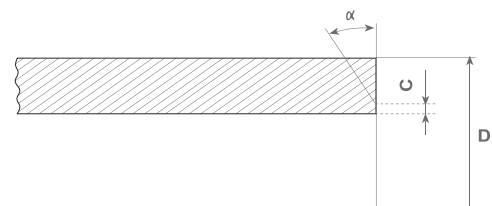
La presión de ensayo debe mantenerse durante al menos 5 s para tubos de D ≤ 457 mm, y durante al menos 10 s para D > 457 mm. El tubo debe superar el ensayo sin presentar fugas o deformación visible.

El ensayo electromagnético debe realizarse según EN 10246-1.

Rectitud. La desviación total sobre la rectitud de una longitud de tubo L, no debe exceder 0,0015 L. Las desviaciones locales de rectitud sobre cualquier longitud de un metro, no deben exceder 3 mm.

Preparación de los extremos. Los tubos deben suministrarse con sus extremos cortados en cuadrado. Los extremos deben estar libres de rebabas.

Opción: Los tubos deben suministrarse con sus extremos biselados. El bisel debe tener un ángulo de 30° +5° -0 con una superficie sin biselar definida por un semiplano C de 1,6 mm ± 0,8 mm, excepto en el caso de espesores superiores a 20 mm, en los que puede especificarse un bisel alternativo previamente acordado.



Bisel del extremo del tubo

Tubo acero al carbono EN (DIN)

Tubo de acero soldado EN 10217-1 (DIN 2458/DIN 1626). Composición química

UNE EN 10217-1 (DIN 2458/DIN 1626)

Composición química (análisis de colada) en % en masa

Designación del acero		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al _{tot}	Cu	Nb	Ti	V	Cr+Cu+ Mo+Ni máx.
Simbólica	Numérica	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.
P195TR1	1.0107	0,13	0,35	0,70	0,025	0,020	0,30	0,08	0,30	-	0,30	0,010	0,04	0,02	0,70
P195TR2	1.0108	0,13	0,35	0,70	0,025	0,020	0,30	0,08	0,30	0,02	0,30	0,010	0,04	0,02	0,70
P235TR1	1.0254	0,16	0,35	1,20	0,025	0,020	0,30	0,08	0,30	-	0,30	0,010	0,04	0,02	0,70
P235TR2	1.0255	0,16	0,35	1,20	0,025	0,020	0,30	0,08	0,30	0,02	0,30	0,010	0,04	0,02	0,70
P265TR1	1.0258	0,20	0,40	1,40	0,025	0,020	0,30	0,08	0,30	-	0,30	0,010	0,04	0,02	0,70
P265TR2	1.0259	0,20	0,40	1,40	0,025	0,020	0,30	0,08	0,30	0,02	0,30	0,010	0,04	0,02	0,70

Características mecánicas^a

Designación del acero		Ensayo de tracción					Ensayo de flexión por choque		
Simbólica	Numérica	Limite elástico superior R _{el} ^b min. para un espesor de pared T mm		Resistencia a la tracción R _m	Alargamiento A min. % ^b		Energía de rotura media mínima KV J a una temperatura de °C ^b		
		T ≤ 16	16 < T ≤ 40				l	t	
		MPa*		MPa*		l	t	0	-10
P195TR1	1.0107	195	185	320 a 440	27	25	-	-	-
P195TR2	1.0108	195	185	320 a 440	27	25	40	28 ^C	27
P235TR1	1.0254	235	225	360 a 500	25	23	-	-	-
P235TR2	1.0255	235	225	360 a 500	25	23	40	28 ^C	27
P265TR1	1.0258	265	255	410 a 570	21	19	-	-	-
P265TR2	1.0259	265	255	410 a 570	21	19	40	28 ^C	27

^a Para espesores mayores de 40 mm las características mecánicas deben ser objeto de acuerdo.

^b l=longitudinal t=transversal.

^c Opción: Adicionalmente, la resistencia de rotura en el ensayo de flexión por choque debe verificarse a -10°C.

* 1 MPa=1N/mm².

Plate Heat Exchanger - Product Leaflet



PHE Product Range

DESCRIPTION

The high-performance plates from HRS provide the optimum heat exchanger for every thermal problem. High heat transfer coefficients and thus best possible utilisation of the surface guarantee a compact, low price solution to the problem. Plate heat exchangers offer additional flexibility, by changing the number of plates, the heat exchanger can also be adapted to other thermal operating conditions.

DESIGN CONDITIONS






With the variety of heat transfer plates and flow gaskets we are able to supply heat exchangers with a maximum design temperature of 180°C and design pressure of 16 bar.

APPLICATIONS

Applications range from heating and cooling of liquids to gas cooling and condensation. Heat recovery is currently another important economic factor and is becoming increasingly significant.

HEAT TRANSFER PLATES

The heat transfer plates are characterised by optimum embossing, resulting in high heat transfer coefficients. Variable flow gaps can be generated by a result of the different types and angles of embossing. Heat transfer plates are supplied as standard in material grades AISI 304 or AISI 316 and depending on the operating conditions high grade materials may be offered such as 245 SMO and titanium.

	 Threaded connection	 Moulded rubber part	 Metal lining	 Connection with loose flange	 Flange connection
HRS 04/08	•	—	—	•	•
HRS 10/14/16/20/22	•	—	—	•	•
HRS 19/205/31/40/50	—	•	•	•	•
HRS 41/60/80	—	•	•	•	•
HRS 405/70/100/130	—	•	•	—	—
HRS 81/120/160/190	—	•	•	—	—
HRS 200/250/300	—	—	•	—	—

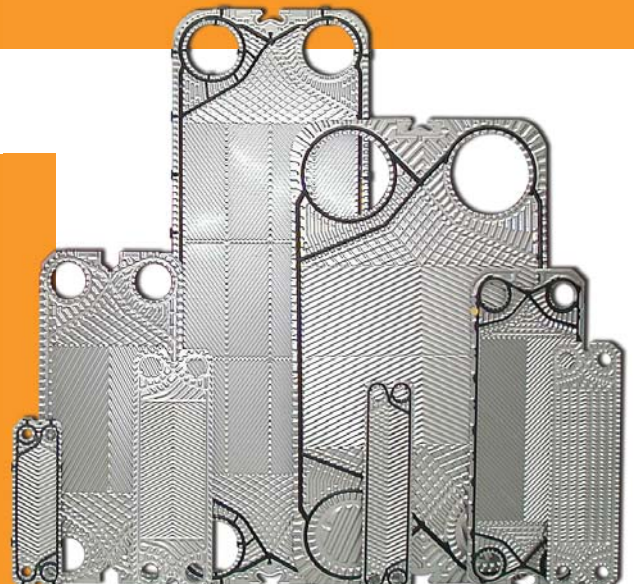
• = available, — = not available

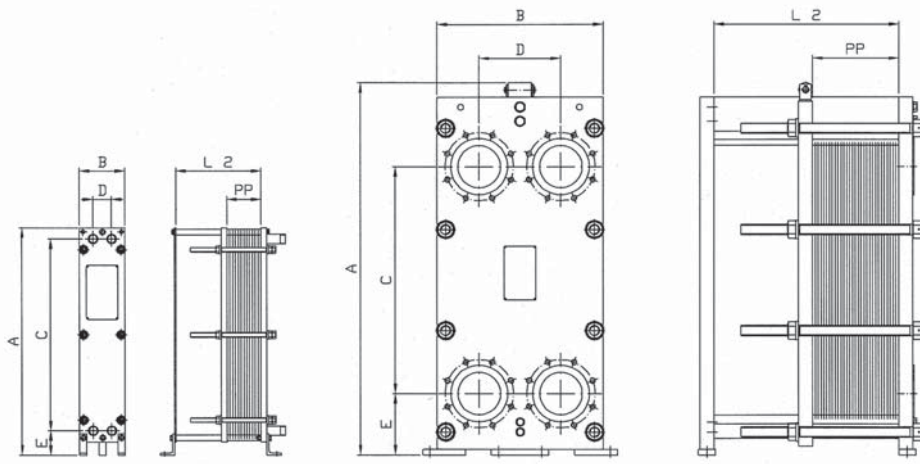
Other connections or bolts on request

HEAT TRANSFER PLATES

All plates are provided with a double gasket at the ports which prevents mixing of the two media. For safety reasons, the gasket is also provided with a outer leakage groove at the ports. If one of the two gaskets fails and starts to leak, the medium passes to atmosphere.

All plate heat exchangers can be supplied with following gasket materials; NBR, EPDM or Viton.





Dimensions

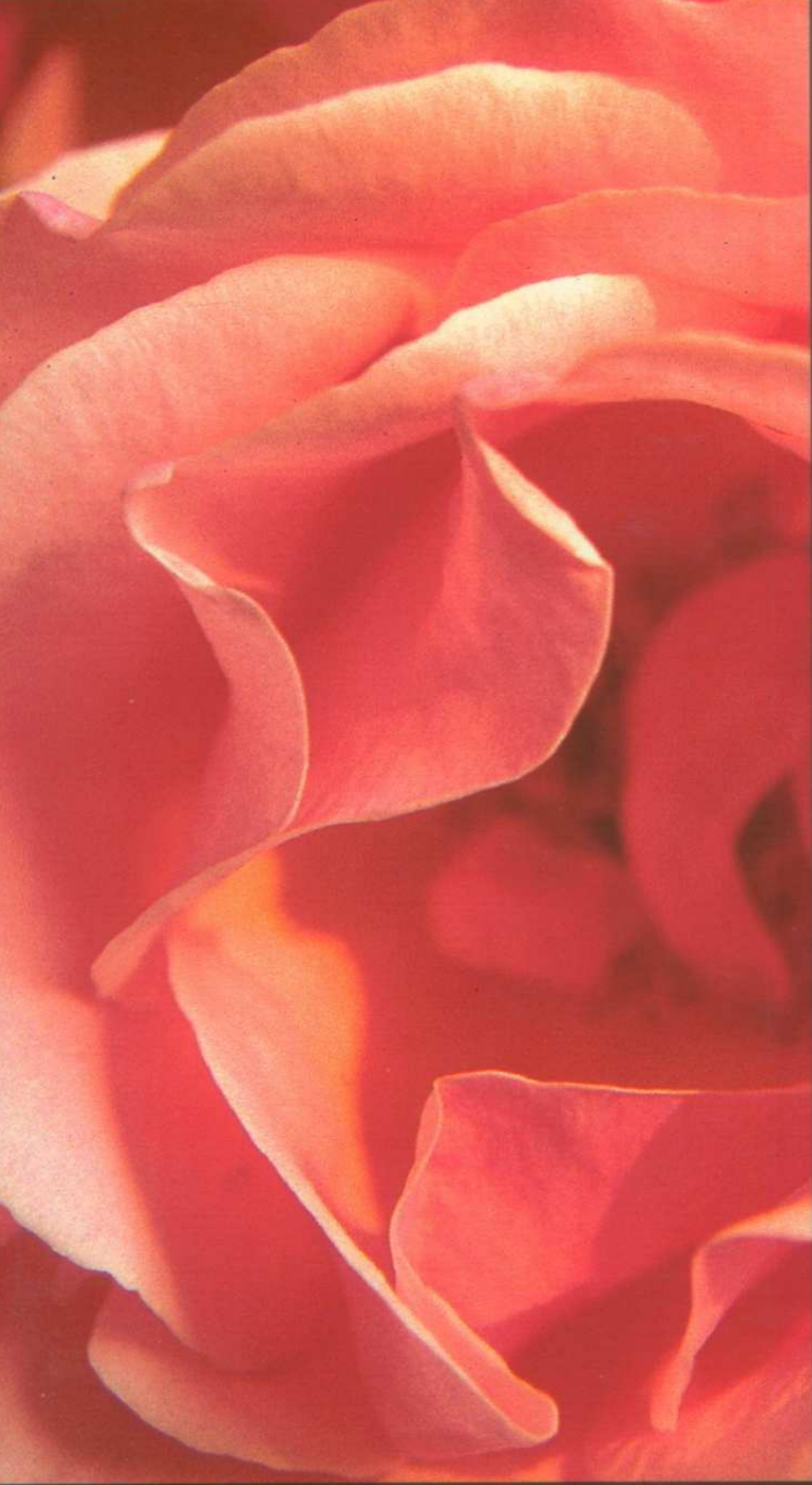
frame/ pressure rating	max. number of plates	surface/ plate m ²	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	L 2 mm	PP mm	connec- tions	max. surface m ²
FP 04-16	125	0.04	460	160	336	65	85	150-600	pcs.x 2.4	1"	5
FP 08-16	150	0.08	799	160	675	65	85	150-600	pcs.x 2.4	1"	12
FP 14-10/16	200	0.14	837	310	590	135	132	250-1000	pcs.x 2.4	2"	28
FP 20-10/16	200	0.20	1066	310	819	135	132	250-1000	pcs.x 2.4	2"	40
FP 10-10/16	200	0.10	735	310	494	126	131	250-1000	pcs.x 2.9	DN 50	20
FP 16-10/16	200	0.15	940	310	694	126	131	250-1000	pcs.x 2.9	DN 50	30
FP 22-10/16	200	0.22	1135	310	894	126	131	250-1000	pcs.x 2.9	DN 50	45
FP 19-6/10/16/25	500	0.20	1080	440	650	202	200	500-3000	pcs.x 3.1	DN 80	100
FP 205-10/16/25	500	0.21	1160	480	719	225	204	500-2500	pcs.x 3.1	DN 100	105
FP 31-6/10/16/25	500	0.30	1332	480	894	225	204	500-3000	pcs.x 3.1	DN 100	150
FP 40-6/10/16/25	500	0.40	1579	480	1141	225	204	500-3000	pcs.x 3.1	DN 100	200
FP 50-6/10/16/25	500	0.50	1826	480	1388	225	204	500-3000	pcs.x 3.1	DN 100	250
FP 41-6/10/16/25	700	0.40	1470	610	941,4	290	225	500-4000	pcs.x 3.5	DN 150	280
FP 60-6/10/16/25	700	0.60	1835	610	1306,2	290	225	500-4000	pcs.x 3.5	DN 150	420
FP 80-6/10/16/25	700	0.80	2200	610	1671	290	225	500-4000	pcs.x 3.5	DN 150	560
FP 405-6/10/16/25	700	0.41	1380	760	770	395	285	500-4000	pcs.x 3.1	DN 200	300
FP 70-6/10/16/25	700	0.68	1740	760	1130	395	285	500-4000	pcs.x 3.1	DN 200	455
FP 100-6/10/16/25	700	1.00	2100	760	1490	395	285	500-4000	pcs.x 3.1	DN 200	700
FP 130-6/10/16/25	700	1.30	2460	760	1850	395	285	500-4000	pcs.x 3.1	DN 200	910
FP 81-6/10/16/25	700	0.80	1930	980	1100	480	365	1280-3780	pcs.x 3.8	DN 300	585
FP 120-6/10/16/25	700	1.20	2320	980	1490	480	365	1280-3780	pcs.x 3.8	DN 300	875
FP 160-6/10/16/25	700	1.60	2710	980	1879	480	365	1280-3780	pcs.x 3.8	DN 300	1120
FP 190-6/10/16/25	700	1.90	3100	980	2267	480	365	1280-3780	pcs.x 3.8	DN 300	1330
FP 200-6/10/16	700	2.00	2855	1370	1822	672	480	1280-3780	pcs.x 4.1	DN 500	1400
FP 250-6/10/16	700	2.50	3211	1370	2178	672	480	1280-3780	pcs.x 4.1	DN 500	1750
FP 300-6/10/16	700	3.00	3567	1370	2534	672	480	1280-3780	pcs.x 4.1	DN 500	2100

more types and sizes on request

Subject to change without notice

pcs. = number of plates





Medio Ambiente
TECNOLOGÍA

Filtros

Depuradoras

Refrigeradores



LICERSA
engineering

FILTROS DE MANGAS

Los filtros a mangas FC y FR son usados para la filtración de aires y humos, ajustándose al tipo de industria y de polvo de que se trate.

El filtrado se realiza en seco gracias a una serie de mangas de tejido apropiado, para la captación en su superficie de las partículas de polvo. Para la eliminación de dicho polvo de las mangas se utiliza aire comprimido, que es enviado al interior de las mangas en forma de una onda venturimétrica a intervalos programables. El polvo es recogido en la parte inferior del filtro y descargado.

El aire ya filtrado, es devuelto a la atmósfera a través del ventilador.

Ejecución monoblock para los filtros FC/Ejecución modular por paneles para los FR:

Este tipo de filtros en ejecución especial, puede ser utilizado para instalaciones de limpieza y transporte neumático y para el filtrado del aire de salida de secaderos usados en la industria cerámica, química, siderurgia, alimentaria, piensos, etc.

Datos Técnicos:

- Dimensiones de las mangas: 120 x 2.500 mm
- Número de mangas, indicado en el tipo de filtro.
Ejemplo: FR-180 = 180 mangas
- Consumo de aire comprimido por mangas:
Ejemplo: 75 150 NL/min. (variable en función del tipo y la concentración de polvo en el aire de entrada).
- Depresión máxima por filtros:
Tipo FC= 2.000 mm H₂O
Tipo FR = 500 mm H₂O



FC and FR bag filters are used to filter air and flue gases, and are adjusted to the type of industry and particles involved.

Filtering is performed dry, thanks to a series of bags made of an appropriate weave fabric to capture the dust particles at the bag surface. These particulates are removed from the bags by compressed air, which is introduced into the bags in the form of a venturi meter wave at programmable intervals. The dust is collected at the bottom of the filter and discharged.

The filtered air is returned to the atmosphere by the fan.

Monoblock design for the FC filters /Modular panel design for the FR filters:

This type of filters in a special design can be used for pneumatic transport and cleaning facilities and for filtering air exiting dryers used in the ceramic, chemical, iron and steel, food and fodder industry, etc.

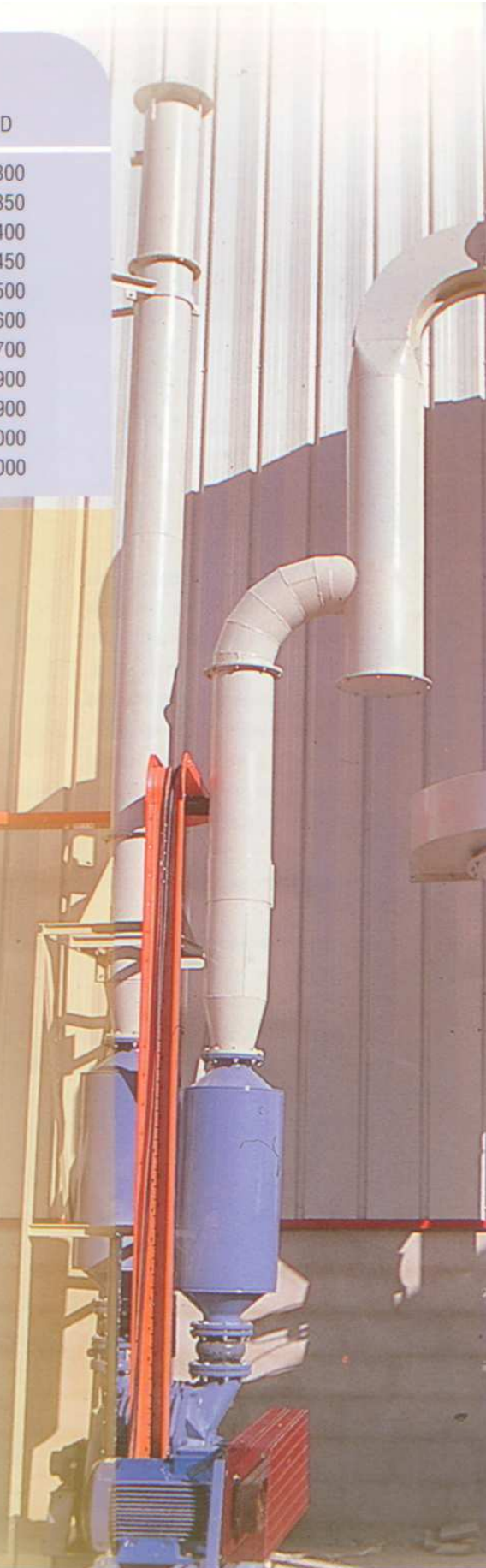
Technical details:

- Bag dimensions Ø 120 x 2500 mm
- Number of bags, indicated in the filter type.
Example: FR-180 = 180 bags
- Bag compressed air consumption:
Example: 75 150 NL/min. (variable depending on particulate type and concentration in incoming air).
- Maximum depression per filter:
Type FC = 2000 mm H₂O
Type FR = 500 mm H₂O

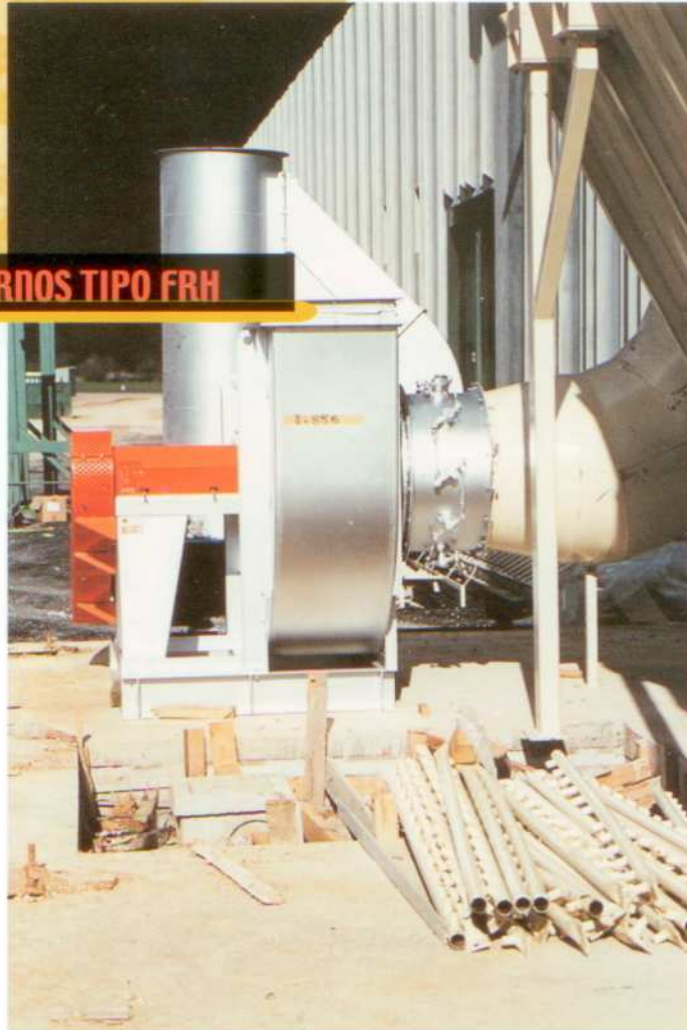
Tipo Filtro	Peso Kg.	Principales Dimensiones			
		A	B	C	D
FC 19	850	950	4950	3000	1300
FC 24	950	1200	5230	3500	1350
FC 30	1100	1200	5230	3700	1400
FC 37	1200	1300	5370	4000	1450
FC 48	1300	1500	5560	4300	1500
FC 55	1400	1500	5560	4500	1600
FC 64	1600	1700	5750	4700	1700
FC 76	1850	1850	5900	4700	1900
FC 85	1950	1850	5900	4800	1900
FC 96	2100	2000	6045	5000	2000
FC 121	2300	2200	6200	5000	2000

FR 132	2900	2120	5000	3000
FR 144	3100	2290	5500	3000
FR 168	3400	2715	5500	3000
FR 180	3500	2880	6000	3000
FR 192	3600	3055	6500	3500
FR 204	3700	3225	6700	3500
FR 216	3850	3395	7000	3500
FR 228	4200	3650	7200	4000
FR 240	4250	3820	7300	4000
FR 252	4350	3990	7500	4000
FR 264	4450	4160	7700	4000
FR 276	4650	4330	7900	4000
FR 288	4700	4500	8200	4500
FR 300	5000	4755	8400	4500
FR 312	5300	4925	8600	4500
FR 324	5400	5095	8700	4500
FR 336	5500	5265	9000	4500
FR 348	6050	5435	9300	4500
FR 360	6200	5500	9700	4500
FR 372	6450	5860	10000	4500
FR 384	6700	6030	10500	4500
FR 396	6800	6200	11500	4500
FR 408	7100	6370	11800	5000
FR 420	7200	6540	11800	5000
FR 432	7400	6710	12000	5000
FR 444	7570	6965	12200	5000
FR 456	7700	7135	12400	5000
FR 468	7850	7305	12600	5000
FR 480	7950	7475	12800	5000

* Estas medidas son orientativas



FILTRO RECTANGULAR HORNOS TIPO FRH



Los filtros FRH, contruidos en chapa de 3mm completamente soldados, han sido proyectados para su utilizacion en la filtracion de humo a temperaturas proximas a los 200°C. El tejido filtrante esta formado por nomex teflonado, apto para la temperatura prevista.

La instalacion de aspiracion de humos, ademas del filtro, esta formada por una tuberia que esta conectada a la chimenea del horno con una valvula de mariposa ON/OFF y de una valvula de cierre de la chimenea cuando el humo es aspirado desde el filtro.

Para mejorar la eficacia de filtracion del polvo, se introduce en el flujo de humo a depurar un reagente que neutraliza los componentes del fluor (F) y dióxido de azufre (SO₂).

Si por motivos accidentales la temperatura del humo a la entrada del filtro alcanzara valores demasiado elevados, se produciria la apertura de una valvula de entrada de aire ambiente. Si esta operacion no fuera suficiente, la instalacion indicaria una alarma

FRH filters, built of 3 mm fully welded metal, have been designed for flue gas filtering at temperatures around 200°C. The filtering fabric is made of tefloned nomex, suitable for this temperature.

Besides the filter, the flue gas extraction facility consists of a pipe connected to the kiln stack with an ON/OFF butterfly valve and stack closure valve, when flue gas is extracted from the filter.

To improve particles filtration efficiency, a reagent is introduced into the flow to be treated, which neutralises the fluorine (F) and sulphur dioxide (SO₂) components.

If flue gas temperature at the filter entrance accidentally reaches values that are too high, a valve opens to let in ambient air. If this operation is not enough, the facility will give an alarm and stop. At this moment, the kiln stack valve will open, allowing the flue gas to exit with the filter off.

y se pararía. En este momento se produciría la apertura de la válvula de la chimenea del horno, permitiendo la salida del humo con el filtro parado.

La depresión producida por el ventilador esta controlada en continuo y mantenida dentro de unos valores predeterminados en un presostato que gobierna una válvula de regulación de tipo DAPO situada en la entrada del ventilador.

Durante la fase de arranque, la pérdida de carga del filtro va aumentando progresivamente a medida que las mangas se llenan de este polvo de reagente. Una vez alcanzado el valor de diferencia de presión previsto ($A_p = 80 - 100 \text{ m.m.c.a.}$) se pueden iniciar los ciclos de lavado. La limpieza de las mangas se realiza mediante la entrada de aire comprimido en contracorriente generado por la apertura de electroválvulas de 1".

Este tipo de instalación es reconocido universalmente como la más fiable aplicación para reducir los contaminantes generados en la cocción de productos cerámicos. La eficacia del sistema garantiza que las emisiones en la atmósfera estén dentro de los límites admisibles e incluso cumplan la legislación italiana, para la región de Emilia Romagna que son los más restrictivos de la Unión Europea.

Prueba de esto es que el 100% de las empresas cerámicas de Sassuolo e Imola han instalado este tipo de instalaciones.

The depression caused by the fan is continuously controlled and kept within preset values in a presostat that controls a DAPO-type regulation valve located at the fan entrance.

During the start-up phase, filter load loss increases progressively as the bags fill with the reagent powder. After reaching the set pressure difference value ($D_p = 80 - 100 \text{ m.m.w.c.}$) the washing cycles can begin. Bag cleaning is carried out by countercurrent compressed air input generated by tightening of the 1" electrovalves.

This type of facility is recognised universally as the most reliable system for reducing the pollutants arising on firing ceramic products. The system's efficiency ensures that air emissions are kept within the permitted limits and even comply with Italian legislation for the Emilia Romagna region, one of the most stringent in the European Union.

This is demonstrated by the fact that 100% of the ceramic companies in Sassuolo and Imola have installed this type of facilities.



FRH
FRH

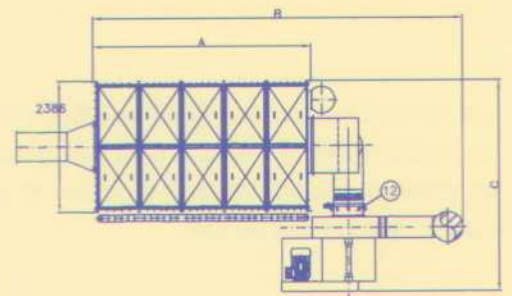
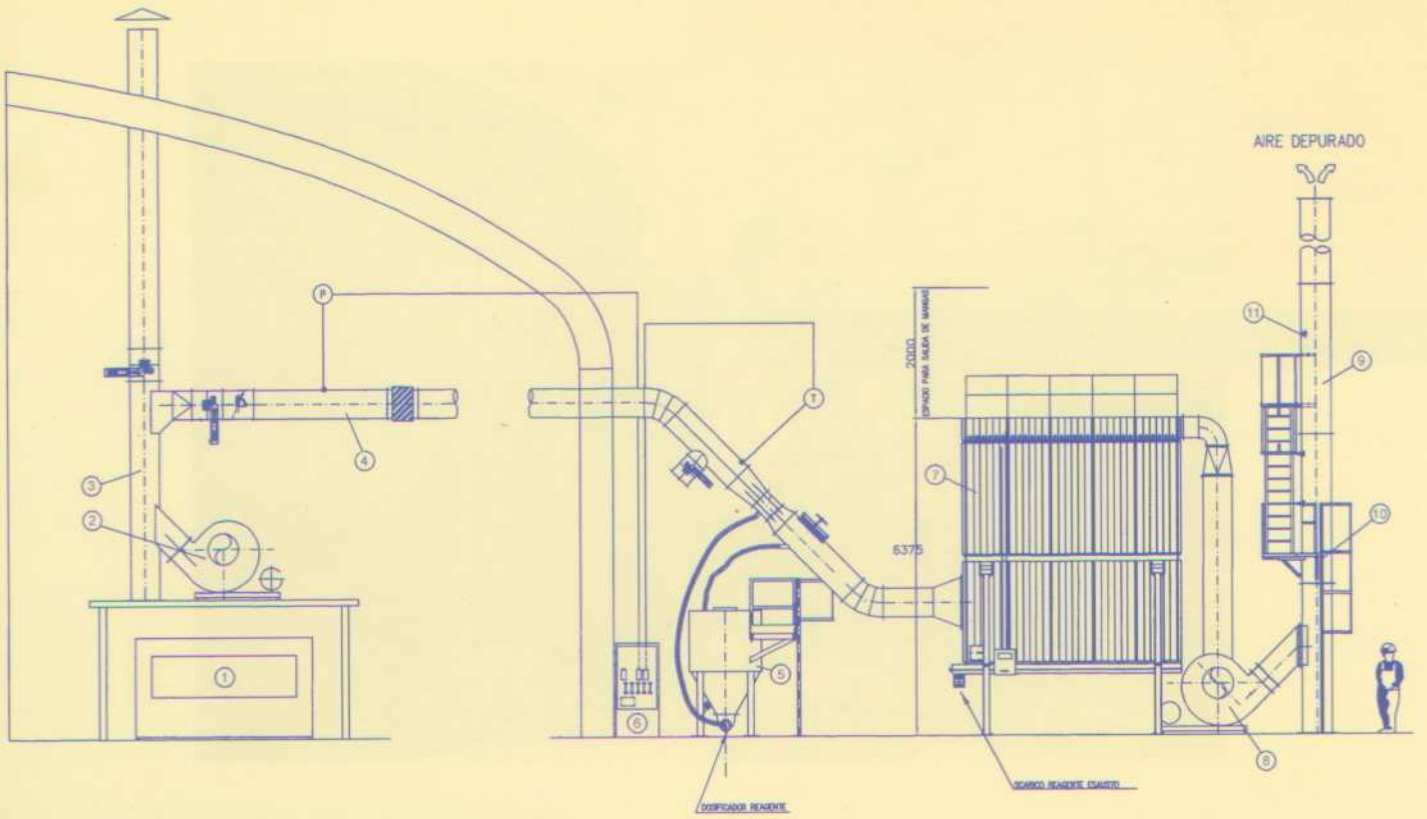


- 1- Horno
- 2- Ventilador horno
- 3- Chimenea de combustión de horno
- 4- Colector de aspiración de humos
- 5- Silo reagente
- 6- Cuadro eléctrico
- 7- Filtro de mangas tipo FRF
- 8- Ventilador de aspiración
- 9- Chimenea de salida
- 10- Escalera y plataforma de acceso para toma de muestras
- 11- Toma de muestras
- 12- Válvula reguladora motorizada tipo Dapo
- P- Lectura de presión
- T- Sonda de temperatura

FRH Principales Dimensiones

FRH	A	B	C
132	2216	4850	4300
144	2386	5000	4400
168	2811	5400	4450
180	2981	5600	4600
192	3151	6200	4600
204	3321	6600	4700
216	3491	6800	4850
228	3746	7000	4850
240	3916	7200	5000
252	4086	7400	5000
264	4256	7600	5000
276	4426	7900	5150
288	4596	8050	5150
300	4851	8300	5250
312	5021	8500	5250
324	5191	8700	5250
336	5361	8850	5400
348	5531	9100	5400
360	5701	9300	5500
372	5956	9550	5500
384	6126	9750	5650
396	6296	9900	5650
408	6466	10100	5800
420	6636	10300	5800
432	6806	10500	5800
444	7061	10700	6000
456	7231	10900	6000
468	7401	11100	6150
480	7571	11250	6150

FRH
FRH





airtècnics

Air Curtains · Fans · Ventilation · Actuators

Tarifa | 2011

Desde el año 1993, Airtècnics está plenamente integrada en el Grupo Rosenberg, una organización especializada en el diseño, fabricación y distribución de equipos y componentes de ventilación y aire acondicionado, con unidades de producción, filiales y delegaciones en más de 50 países.

En Enero de 1997, coincidiendo con nuestro décimo aniversario, inauguramos las nuevas instalaciones de Castellar del Vallès, Barcelona, en las que fabricamos una completa gama de ventiladores axiales y centrífugos, cortinas de aire, unidades de ventilación y filtración, actuadores de compuertas y otros equipos especiales. Además de la producción propia, Airtècnics distribuye

en exclusiva para el mercado español una gran variedad de productos complementarios fabricados en su mayoría por Rosenberg Ventilatoren GmbH y otras empresas del Grupo Rosenberg, o por otras compañías de reconocido prestigio internacional.

Fieles a nuestro compromiso con nuestros clientes, los productos que presentamos en esta nueva Tarifa 2011, han estado seleccionados siguiendo exclusivamente criterios de alta calidad.

Una amplia gama de equipos extremadamente silenciosos, fiables y duraderos, aptos para satisfacer las necesidades de los mercados más exigentes, fabricados aplicando sistemas de aseguramiento de calidad UNE - EN - ISO 9001:2000.



Equilibrado y montaje en la planta de Castellar del Vallès, Barcelona.



Planta de fabricación de motores y ventiladores de Rosenberg en Künzelsau, Alemania.



Montaje de cortinas de aire en la planta de Castellar del Vallès, Barcelona.



Cámara anecoica para medición de los niveles sonoros, según normas DIN 45635 parte 18.























Producción de motores y ventiladores ECOFIT en Vendôme, Francia.



Certificaciones.

	Cortinas de aire	Páginas 12-43
	Unidades de ventilación	Páginas 44-51
	Tratamiento de aire y recuperadores de calor	Páginas 52-53
	Ventiladores en línea	Páginas 54-59
	Unidades de extracción	Páginas 60-67
	Ventiladores centrífugos	Páginas 68-89
	Ventiladores tangenciales	Página 90
	Ventiladores axiales	Páginas 91-97
	Aerothermos	Página 98
	Ventiladores de techo y pie	Página 99
	Filtros y unidades de filtración	Páginas 100-104
	Compuertas y persianas de sobrepresión	Página 105
	Reguladores	Páginas 106-107
	Actuadores	Páginas 108-109
	Presostatos	Páginas 110-111
	Accesorios	Páginas 112-118

CORTINAS DE AIRE


	MINIBEL <i>Económica para aperturas de hasta 1,8 m de altura</i>	13		ZEN <i>Decorativa de estilo arquitectónico contemporáneo para puertas comerciales</i>	26-27
	ECO <i>Económica para puertas de hasta 2,2 m de altura</i>	13		DECO <i>Decorativa con formas redondeadas para puertas comerciales</i>	28-29
	OPTIMA <i>Para puertas comerciales de hasta 2,2 m de altura</i>	14		RUND <i>Decorativa cilíndrica para instalación vertical u horizontal</i>	30-31
	OPTIMA EMPOTRABLE <i>Para puertas comerciales de hasta 2,2 m, instalación en falso techo</i>	15		DUOJET <i>De alta eficiencia y bajo consumo, para puertas comerciales e industriales</i>	32
	WINDBOX S,M,G <i>De alta presión para puertas comerciales e industriales de hasta 3,2 m de altura</i>	16-17		COMPACT <i>De alta presión y reducidas dimensiones</i>	33
	WINDBOX DAM <i>De alta presión para puertas comerciales e industriales con panel frontal personalizable</i>	18-19		ROTOWIND <i>Para puertas rotativas, hechas a medida</i>	34-35
	WINDBOX EMPOTRABLE <i>De alta presión para puertas comerciales e industriales, instalación en falso techo</i>	20-21		VARIWIND <i>Modulares de longitud variable, hechas a medida</i>	36-37
	WINDBOX EC <i>Cortinas de aire con ventiladores EC de bajo consumo con un ahorro hasta el 60%</i>	22		KOOL <i>De alta velocidad para puertas de cámaras frigoríficas</i>	38
	WINDBOX EMPOTRABLE EC <i>Cortinas de aire con ventiladores EC de bajo consumo, instalación en falso techo</i>	23		MAX <i>Para puertas industriales, normalmente instaladas en posición vertical</i>	39
	WINDBOX B,L, XL <i>Para puertas comerciales e industriales de hasta 7 m de altura</i>	24-25		ACCESORIOS <i>Accesorios, control, regulación y soportación</i>	40-43

UNIDADES DE VENTILACIÓN


Cajas acústicas de ventilación

	ZEROBOX  <i>Cajas insonorizadas de ventilación</i>	44		VARIAIRBOX <i>Con regulador y control de velocidad integrado</i>	48
	ZEROBOX ULTIMATE  <i>Ventiladores a reacción, alto rendimiento</i>	44		KANALBOX <i>Con motor estándar</i>	48
	ZEROBOX EVOLUTION  <i>Ventiladores centrífugos de doble aspiración</i>	45		AIRBOX IDA <i>Para cumplir con las exigencias del nuevo RITE</i>	49
	TWINBOX <i>Cajas insonorizadas de ventilación, doble ventilador</i>	45		UNOBOX ME <i>Unidades con bajo nivel sonoro y caudal variable para alta temperatura</i>	50

Cajas de ventilación

	AIRBOX <i>Unidades con bajo nivel sonoro y caudal variable</i>	46		UNOBOX / EC-UNOBOX  <i>Con turbinas a reacción de alto rendimiento</i>	50
	AIRBOX DUO <i>Con doble ventilador</i>	47		AIRBOX A TRANSMISION <i>Unidades de ventilación a transmisión</i>	51

UNIDADES DE TRATAMIENTO DE AIRE

	PERFIL BAJO <i>Ejecuciones y medidas especiales bajo demanda</i>	52		LINEA BÁSICA <i>Ejecuciones y medidas especiales bajo demanda</i>	52
---	--	----	--	---	----

RECUPERADORES DE CALOR

	SUPRABOX  <i>Unidades de tratamiento de aire con recuperador de calor</i>	53
---	--	----

VENTILADORES EN LÍNEA

Ventiladores en línea para conducto circular



	RS Turbina centrífuga con carcasa de plástico no inflamable, alta resistencia	54
	R Turbina centrífuga con carcasa metálica	54
	AWL Extractores de final de conducto con turbina centrífuga	55

Ventiladores en línea para conducto rectangular

	RKE Ventiladores super estrechos, en línea	56
	2RKE Ventiladores super estrechos, doble ventilador	56
	EKAE / EKAD Ventiladores de canal con turbinas a acción	57
	KHAE / KHAD / KHAG  Ventiladores de canal con turbinas a reacción y modelo KHAG con motor EC	58- 59

UNIDADES DE EXTRACCIÓN

Extractores de cocina

	EXTRACT BOX Con turbina a reacción y puerta de servicio	60
	EXTRACT BOX Con turbina a acción y puerta de servicio	60

Extractores de cubierta

	DH / DHW Extractores centrífugos de alta eficiencia	65
	DV / DVW  Extractores centrífugos de alta eficiencia	65


Cajas extractoras para 400°C/2h

	FIREBOX HBF Unidades extracción de humos, ventilador axial con motor inmerso	61
	FIREBOX RLF Unidades extracción de humos, turbina a reacción con motor inmerso	62
	FIREBOX BVFC Unidades extracción de humos, a transmisión con motor no inmerso	63
	DIABLO Unidades extracción de humos, simple aspiración con motor no inmerso	64

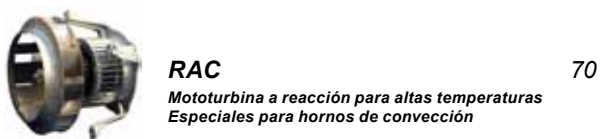
Extractores de cubierta de alta temperatura

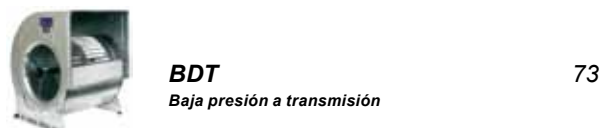
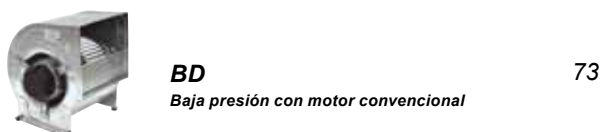
	THF Homologados para 400°C/2h	66
	TVFC Homologados para 400°C/2h	66
	OFT Aceleradores de tiro para chimeneas	67

Extractores de cubierta anticorrosivos

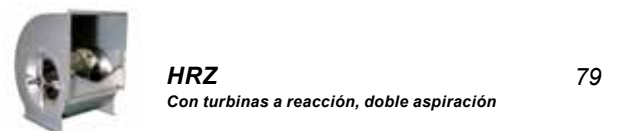
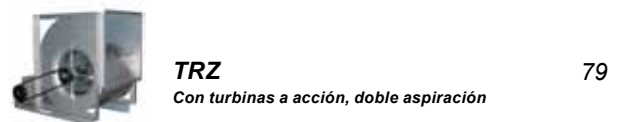
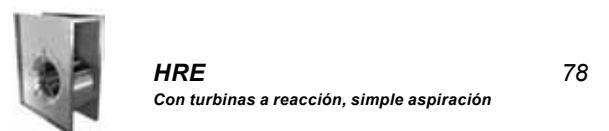
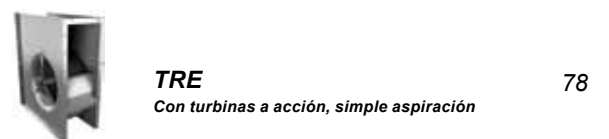
	FC-AC Carcasa PE o PP y fibra de vidrio, anticorrosivos	67
--	---	----

VENTILADORES CENTRÍFUGOS
Ventiladores radiales

Ventiladores centrífugos alta temperatura

Ventiladores centrífugos de pequeño caudal

Ventiladores centrífugos de baja presión

Ventiladores centrífugos autoregulables

Ventiladores centrífugos de alto rendimiento

Ventiladores de media presión, a transmisión



VENTILADORES CENTRIFUGOS

Ventiladores centrífugos de media presión

	CMP <i>Serie básica, motor directamente acoplado</i>	80
	MAP <i>Con turbinas a acción</i>	81
	MM <i>Con turbinas a acción, alto rendimiento</i>	81
	ERND <i>Con turbinas a acción, alto rendimiento</i>	82
	EHND <i>Con turbinas a reacción, alto rendimiento</i>	82

Ventiladores industriales



	MB <i>Para caudales elevados, baja presión</i>	83
	MAR <i>De media-alta presión con turbina a reacción</i>	83
	MHR <i>De alta presión con turbina a reacción</i>	84
	ZM <i>De media-alta presión con palas rectas para transporte de materiales</i>	84
	GR <i>Caudales elevados, media-alta presión</i>	86
	GR/T <i>Caudales elevados, media-alta presión a transmisión</i>	87

	RL <i>Caudales elevados a media presión</i>	88
--	---	----

Ventiladores de muy alta presión

	SD <i>Compresores de canal lateral</i>	85
	BSTS / MSTS <i>Turbo soplantes multiestadio</i>	85

Ventiladores centrífugos anticorrosivos

	EPND <i>En plástico PE, anticorrosivos</i>	89
	FC-AC <i>Carcasa PE o PP y fibra de vidrio, anticorrosivos</i>	67

MB | Para caudales elevados, baja-media presión

Características



- Carcasa de acero soldada o grapada
- Turbina de palas hacia adelante
- Motor normalizado IEC directamente acoplado
- Según punto de trabajo es posible instalar motores más pequeños (consultar)
- Motor a transmisión en opción (consultar)
- Versiones especiales para altas temperaturas en opción
- 16 orientaciones posibles

Modelo	Tensión V (50 Hz)	Potencia kW	Velocidad rpm	Caudal m ³ /h	Presión máxima ΔPa	Precio Euros/Ud.
MB 201	3x400V	0,25	1400	1500	280	365
MB 202	3x400V	1,10	2800	2000	1300	439
MB 253	3x400V	0,55	1400	2500	530	465
MB 254	3x400V	0,18	900	1800	235	454
MB 302	3x400V	1,10	1400	4000	750	580
MB 303	3x400V	0,37	900	2700	350	559
MB 353	3x400V	3,00	1400	8500	1010	906
MB 354	3x400V	0,75	900	3800	440	749
MB 403	3x400V	5,50	1400	10000	1400	1.110
MB 404	3x400V	1,50	900	5500	620	920
MB 453	3x400V	11,00	1400	14500	1800	1.930
MB 455	3x400V	3,00	900	9000	780	1.171
MB 503	3x400V	7,50	900	15000	1200	1.997
MB 505	3x400V	3,00	700	10000	640	1.493
MB 553	3x400V	11,00	900	17500	1400	2.731
MB 555	3x400V	5,50	700	15300	780	2.438
MB 603	3x400V	15,00	900	22500	1800	3.557

MAR | De media-alta presión con turbina a reacción

Características



- Envoltante en chapa de acero soldada o remachada
- Turbina en chapa de acero soldada de aspas hacia atrás equilibradas estática y dinámicamente
- Carácter particularmente silencioso
- Ejecuciones especiales para alta temperatura
- Versiones especiales para altas temperaturas en opción
- 16 orientaciones posibles

Modelo	Tensión V (50 Hz)	Potencia kW	Velocidad rpm	Caudal m ³ /h	Presión máxima ΔPa	Precio Euros/Ud.
MAR 310	3x400V	0,55	2800	1400	1580	484
MAR 350	3x400V	1,10	2800	2000	2200	594
MAR 400	3x400V	1,50	2800	2800	2750	902
MAR 450	3x400V	3,00	2800	4000	3400	1.042
MAR 501	3x400V	4,00	2800	2750	4500	1.181
MAR 502	3x400V	5,50	2800	6000	4500	1.422
MAR 571	3x400V	7,50	2800	4500	6000	1.569
MAR 572	3x400V	11,00	2800	9000	6000	2.184
MAR 631	3x400V	11,00	2800	5000	7250	2.429
MAR 632	3x400V	15,00	2800	9000	7250	2.627
MAR 711	3x400V	18,50	2800	5000	9400	2.832
MAR 712	3x400V	22,00	2800	8000	9400	3.264
MAR 713	3x400V	30,00	2800	18000	9400	4.990

MHR | De alta presión con turbina a reacción

Características



- Envoltorio en chapa de acero soldada o remachada
- Turbinas de alto rendimiento en laminado de acero soldado y palas hacia atrás
- Versiones especiales para altas temperaturas en opción
- 16 orientaciones posibles

Modelo	Tensión V (50 Hz)	Potencia kW	Velocidad rpm	Caudal m ³ /h	Presión máxima ΔPa	Precio Euros/Ud.
MHR 350	3x400V	0,37	2800	400	2450	443
MHR 400	3x400V	0,75	2800	600	3300	749
MHR 451	3x400V	0,75	2800	500	3600	792
MHR 452	3x400V	1,50	2800	800	3600	878
MHR 501	3x400V	1,50	2800	700	4550	963
MHR 502	3x400V	2,20	2800	1000	4550	978
MHR 561	3x400V	2,20	2800	800	6000	1.056
MHR 562	3x400V	3,00	2800	1100	6000	1.153
MHR 632	3x400V	5,50	2800	1800	7400	1.404
MHR 672	3x400V	7,50	2800	1900	8400	1.694
MHR 712	3x400V	11,00	2800	2200	9800	2.126
MHR 762	3x400V	15,00	2800	2800	12000	2.613
MHR 812	3x400V	22,00	2800	4400	14500	3.501

ZM | De media-alta presión con palas rectas

Características



- Construcción particularmente robusta
- Especiales para transporte de aire con materiales sólidos, virutas, etc, incluso materiales filamentosos
- Disponible versiones a transmisión (consultar)
- Algunos modelos disponibles con motor monofásico
- Versiones especiales para altas temperaturas en opción
- 16 orientaciones posibles

Modelo	Tensión V (50 Hz)	Potencia kW	Velocidad rpm	Caudal m ³ /h	Presión máxima ΔPa	Precio Euros/Ud.
ZM 220	3x400V	0,37	2800	1110	750	426
ZM 251	3x400V	0,55	2800	1110	840	469
ZM 252	3x400V	0,75	2800	1540	950	498
ZM 281	3x400V	1,10	2800	1540	1040	576
ZM 282	3x400V	1,50	2800	2190	1180	620
ZM 312	3x400V	2,00	2800	3100	1530	738
ZM 352	3x400V	4,00	2800	4320	1920	1.021
ZM 402	3x400V	7,50	2800	6120	2400	1.572
ZM 452	3x400V	11,00	2800	8280	2950	2.190
ZM 454	3x400V	2,00	1400	4320	730	1.049
ZM 502	3x400V	22,00	2800	11880	3700	3.565
ZM 504	3x400V	3,00	1400	6120	930	1.336
ZM 562	3x400V	5,50	1400	8280	1160	2.083
ZM 632	3x400V	11,00	1400	11880	1510	3.028

BSTS / MSTS | Turbo soplantes multiestadio

Características



- Carcasa y turbinas en aluminio fundido a presión
- Muy bajo nivel sonoro
- Algunos modelos disponibles con motor monofásico

Modelo	Tensión V (50 Hz)	Potencia kW	Velocidad rpm	Caudal m ³ /h	Presión máxima ΔPa	Precio Euros/Ud.
BSTS 27	3x400V	0,37	2850	430	3400	453
MSTS 2	3x400V	1,10	2850	600	3500	1.146
MSTS 3	3x400V	1,10	2850	650	5100	1.343
MSTS 4	3x400V	1,50	2850	700	7100	1.529
MSTS 5	3x400V	2,20	2850	700	9700	1.743
MSTS 6	3x400V	3,00	2850	730	12500	2.087
MSTS 7	3x400V	4,00	2850	800	15000	2.420
MSTS 8	3x400V	5,50	2850	800	17500	2.774

SD | Compresores de canal lateral

Características



- Turbinas de muy alta presión o vacío
- Construidos íntegramente en fundición de aluminio
- Algunos modelos disponibles con motor monofásico

Modelo	Tensión V (50 Hz)	Potencia kW	Velocidad rpm	Caudal m ³ /h	Presión máxima ΔPa	Precio Euros/Ud.
SD 24	3x400V	0,36	2800	132	6700	1.114
SD 42	3x400V	1,30	2800	168	22000	1.458
SD 54	3x400V	2,00	2800	210	32000	2.272
SD 64	3x400V	4,00	2900	318	35000	2.916
SD 82	3x400V	6,50	2920	540	38000	5.494
SD 92	3x400V	10,50	2930	870	35000	6.741
SD 740	3x400V	5,50	2910	390	40000	4.368
SD 820	3x400V	7,50	2950	540	42000	6.663
SD 5400	3x400V	3,70	2925	222	50000	4.429
SD 6400	3x400V	6,50	2920	330	55000	4.830

GR | Caudales elevados, media-alta presión

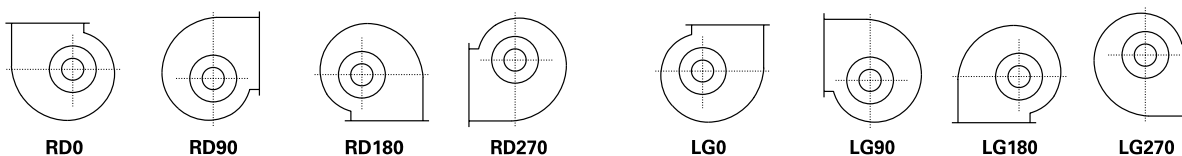
Características



- Turbina de palas hacia atrás
- Construcción particularmente robusta en chapa esmaltada
- Motor directamente acoplado en bancada lateral
- Versiones especiales para altas temperaturas en opción
- 16 orientaciones posibles

Modelo	Tensión V (50 Hz)	Potencia kW	Velocidad rpm	Caudal m³/h	Presión máxima ΔPa	Precio Euros/Ud.
GR 401	3x400V	2,20	2850	3000	2240	1.071
GR 402	3x400V	3,00	2900	4750	2680	1.174
GR 451	3x400V	4,00	2910	4250	2970	1.404
GR 452	3x400V	5,50	2890	6850	3410	1.593
GR 501	3x400V	7,50	2890	6150	3750	1.944
GR 502	3x400V	11,00	2930	9500	4340	2.423
GR 562	3x400V	15,00	2935	13500	5360	3.175
GR 564	3x400V	2,20	1420	6850	1350	1.729
GR 632	3x400V	30,00	2950	19000	7070	5.279
GR 634	3x400V	4,00	1425	9500	1770	2.462
GR 712	3x400V	45,00	2950	27000	9120	7.592
GR 714	3x400V	5,50	1440	13500	2260	3.064
GR 801	3x400V	75,00	2950	24000	10140	15.805
GR 804	3x400V	11,00	1450	19000	2880	4.184
GR 901	3x400V	132,00	2960	34000	12870	25.606
GR 904	3x400V	22,00	1470	27000	3660	5.981
GR 906	3x400V	5,50	960	17000	1480	5.140
GR 1002	3x400V	37,00	1475	38000	4530	7.966
GR 1004	3x400V	11,00	965	24000	1870	5.834
GR 1122	3x400V	55,00	1475	54000	5750	13.993
GR 1124	3x400V	18,50	970	34000	2440	8.390
GR 1252	3x400V	110,00	1480	76500	7120	24.770
GR 1254	3x400V	30,00	970	47500	3120	12.401
GR 1402	3x400V	160,00	1480	108000	9160	34.851
GR 1404	3x400V	55,00	980	68500	3900	22.357

Orientaciones posibles:



GR/T | Caudales elevados, media-alta presión a transmisión

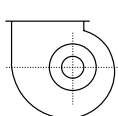
Características



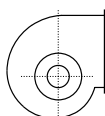
- Turbina de palas hacia atrás
- Construcción particularmente robusta en chapa esmaltada
- El motor no está incluido (a calcular según punto de trabajo)
- La transmisión no está incluida (a calcular según motor)
- El precio incluye el protector de la transmisión y la bancada
- Versiones especiales para altas temperaturas en opción
- 16 orientaciones posibles

Modelo	Potencia máxima kW	Velocidad rpm	Caudal m ³ /h	Presión máxima ΔPa	Precio Euros/Ud.
GR 400/T	15	5000	8000	8000	1.246
GR 450/T	22	4500	6800	3300	2.116
GR 500/T	7,5	4500	8700	3300	2.575
GR 560/T	11	4200	12000	3750	3.282
GR 630/T	15	3800	16500	4000	3.867
GR 710/T	18,5	3500	21000	4000	4.851
GR 800/T	22	3100	27000	4000	5.387
GR 900/T	30	2700	31500	3900	6.715
GR 1000/T	37	2400	40000	3900	7.723
GR 1120/T	45	2150	50000	3900	10.081
GR 1250/T	55	1900	62000	3950	12.906
GR 1400/T	75	1700	80000	4000	15.629
GR 1600/T	90	1500	102000	3750	21.980

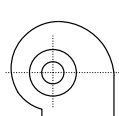
Orientaciones posibles:



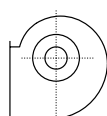
RD0



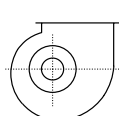
RD90



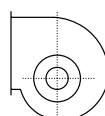
RD180



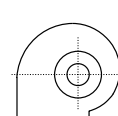
RD270



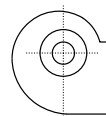
LG0



LG90



LG180



LG270

RL | Caudales elevados a baja-media presión

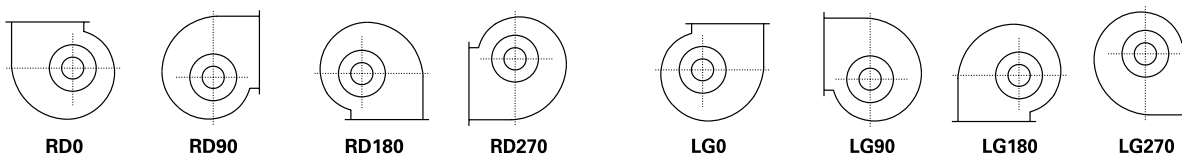
Características



- Turbina de palas hacia atrás
- Aptos para aire limpio o ligeramente polvoriento
- Motor directamente acoplado, en bancada lateral
- Dependiendo del punto de trabajo requerido es posible instalar motores de menos potencia
- Disponibles en versión con motor a transmisión. Consultar
- Versiones especiales para altas temperaturas en opción
- 16 orientaciones posibles

Modelo	Tensión V (50 Hz)	Potencia kW	Velocidad rpm	Caudal m³/h	Presión máxima ΔPa	Precio Euros/Ud.
RL 250	3x400V	0,55	2820	2700	870	659
RL 280	3x400V	1,10	2840	3850	1100	795
RL 311	3x400V	2,20	2850	5400	1390	1.042
RL 312	3x400V	0,18	1310	2700	290	805
RL 351	3x400V	3,00	2900	7650	1850	1.246
RL 352	3x400V	0,37	1360	3850	400	927
RL 402	3x400V	5,50	2900	12000	2310	1.658
RL 403	3x400V	0,55	1370	5400	520	1.071
RL 452	3x400V	11,00	2930	17000	2920	2.502
RL 454	3x400V	1,10	1390	7600	660	1.264
RL 502	3x400V	18,50	2940	24000	3700	3.479
RL 504	3x400V	2,20	1420	10800	870	1.586
RL 562	3x400V	4,00	1430	17000	1100	2.037
RL 564	3x400V	1,10	930	9500	470	1.779
RL 632	3x400V	7,50	1450	24000	1530	2.734
RL 634	3x400V	2,20	950	15000	610	2.273
RL 712	3x400V	15,00	1450	34000	1930	4.034
RL 713	3x400V	3,00	950	17000	710	2.795
RL 804	3x400V	7,50	970	30500	1020	4.123
RL 902	3x400V	45,00	1480	68500	3170	8.911
RL 904	3x400V	15,00	970	42500	1310	6.378
RL 1002	3x400V	75,00	1480	95000	3770	16.913
RL 1004	3x400V	22,00	970	61000	1640	8.253
RL 1122	3x400V	37,00	980	85000	2110	15.060
RL 1252	3x400V	75,00	985	120000	2630	26.229
RL 1402	3x400V	110,00	985	171000	3450	36.629

Orientaciones posibles:



EPND | En plástico PE, anticorrosivos

Características



- Carcasa en plástico PE, bajo demanda en PP
- Turbina a reacción en plástico PP equilibrada estática y dinámicamente
- Motores trifásicos norma IEC
- En los modelos a transmisión, motor a calcular según el punto de trabajo
- Ejecución EEx "e" o "d", bajo demanda
- 16 orientaciones posibles

Modelo	Tensión V (50 Hz)	Intensidad A	Potencia kW	Velocidad rpm	Caudal m ³ /h	Presión máxima ΔPa	Precio Euros/Ud.
EPND 160-2	3x400V	0,52	0,18	2850	1100	470	517
EPND 160-4	3x400V	0,29	0,12	1450	400	130	517
EPND 200-2	3x400V	1,00	0,37	2850	2150	750	665
EPND 200-4	3x400V	0,29	0,12	1450	1000	165	630
EPND 225-2	3x400V	1,76	0,75	2850	3200	1000	835
EPND 225-4	3x400V	0,29	0,18	1450	1500	240	747
EPND 250-2	3x400V	3,30	1,50	2860	4500	1300	1.002
EPND 250-4	3x400V	0,58	0,25	1450	2100	300	847
EPND 280-2	3x400V	4,70	2,20	2870	6800	1700	1.166
EPND 280-4	3x400V	0,81	0,37	1360	3000	380	977
EPND 315-4	3x400V	1,42	0,55	1400	4500	520	1.232
EPND 355-4	3x400V	2,65	1,10	1400	6000	650	1.556
EPND 400-4R	3x400V	5,20	2,20	1450	9000	885	4.292
EPND 400-6R	3x400V	1,42	0,55	950	6000	380	3.390
EPND 450-4R	3x400V	8,60	4,00	1450	13000	1150	5.030
EPND 450-6R	3x400V	3,00	1,10	950	8500	490	4.788
EPND 500-4R	3x400V	11,40	5,50	1400	17800	1430	5.758
EPND 500-6R	3x400V	5,60	2,20	950	11600	620	5.160
P714R	3x400V	28,50	15,00	1450	23000	1700	16.840
P804R	3x400V	40,00	22,00	1450	42000	2650	20.276
P904R	3x400V	79,00	45,00	1470	57000	3200	25.139

Modelos a transmisión, motor no incluido

Modelo	Potencia máxima kW	Velocidad máxima rpm	Caudal máximo m ³ /h	Presión máxima ΔPa	Precio Euros/Ud.
EPND 160-T	0,55	5100	1900	1500	1.392
EPND 200-T	1,10	4000	3200	1500	1.485
EPND 225-T	2,20	3800	4150	1800	1.723
EPND 250-T	2,20	3400	5300	1800	1.769
EPND 280-T	2,20	2800	6500	1700	1.878
EPND 315-T	3,00	2400	7600	1470	2.361
EPND 355-T	4,00	2400	10000	1800	2.461
EPND 400R-T	15,00	2700	17000	3100	8.096
EPND 450R-T	30,00	2700	24000	3950	8.425
EPND 500R-T	37,00	2500	31000	4250	8.940
P71 RT	37,00	2150	34000	3760	Consultar
P80 RT	55,00	1750	51000	4000	Consultar
P90 RT	75,00	1650	64000	4150	Consultar

ROCKWOOL®

A nighttime photograph of a city street. In the foreground, several tall, modern streetlights with vertical cylindrical fixtures are illuminated, casting a bright glow. The street is filled with light trails from moving vehicles, primarily in shades of red and white. In the background, a large, curved building is illuminated with vibrant blue and purple lights. The overall scene is dark, with the artificial lights providing the primary illumination.

2010/11

SOLUCIONES DE AISLAMIENTO

TÉRMICO, ACÚSTICO Y CONTRA EL FUEGO

Respuesta a los requisitos del CTE

FIELTROS



Para más información consulte nuestra web

ROULROCK ALU 122

DESCRIPCIÓN ▼

Filtro aislante de lana de roca volcánica impregnada de resina fenólica. Revestido por una de sus caras de un complejo de aluminio reforzado que hace de barrera de vapor entre tabiquillos.



APLICACIONES ▼

Aislamiento térmico y acústico de cubiertas y buhardillas no habitables. Instalación horizontal.

Dimensiones (mm)

ANCHO	1.200
LARGO	ESPESOR
8.000	60
6.000	80
5.000	100

Buen rendimiento térmico y resistencia a la humedad.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ▼

Densidad nominal

23 Kg/m³.

Conductividad térmica

0.042 W(m.K.)

Resistencia térmica

Espesor mm.	60	80	100
R(m ² K/W)	1.40	1.90	2.35

Calor específico

0.84 kJ/kg K a 20 °C.

Comportamiento al agua

Los productos de lana de roca no retienen el agua y poseen una estructura no capilar. Por ser estructura abierta, la lana de roca ofrece una fuerte permeabilidad al vapor de agua. La lana de roca no se altera por eventuales condensaciones en la estructura del edificio.

Resistencia al paso de vapor de agua

$\mu \pm 1.3$.

Reacción al fuego

Euroclase: A1

Aislamiento acústico

A menudo es necesario dotar a los cerramientos de un alto nivel de aislamiento acústico. La lana de roca ROCKWOOL gracias a su disposición multi-direccional aporta a los elementos constructivos una notable capacidad de aumentar el nivel de aislamiento acústico.

VENTAJAS ▼

- ① → Facilidad y rapidez de instalación.
- ② → Perfecta adaptación a los elementos estructurales.
- ③ → Mejora notoria del aislamiento acústico y térmico.
- ④ → No hidrófilo ni higroscópico.
- ⑤ → Químicamente inerte.
- ⑥ → Libre de CFC y HCFC, respetuoso con el medio ambiente.
- ⑦ → Gran resistencia a la humedad.



ESTE PRODUCTO SE UTILIZA EN LOS SIGUIENTES SISTEMAS CONSTRUCTIVOS:



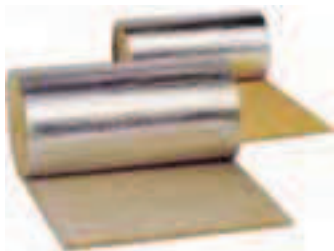
Fieltro 133

DESCRIPCIÓN ▼

Fieltro de lana de roca volcánica, con las fibras perpendiculares, revestido por una lámina de aluminio reforzado.

APLICACIONES ▼

Aislamiento termoacústico de conductos de ventilación, equipos de climatización, tuberías, calderas, etc.



Dimensiones (mm)

ANCHO	1.000
LARGO	ESPESOR
12.000	20
10.000	25
8.000	30
6.000	40
5.000	50
4.000	60

Aislamiento acústico superior.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ▼

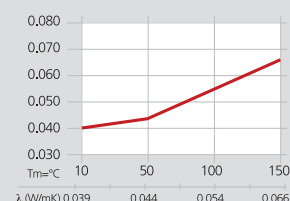
Densidad nominal

40 Kg/m³.

tes al agua, no higroscópicos ni capilares.

Conductividad térmica

Ensayo realizado según Norma DIN 52613.



Temperatura de trabajo

250 °C en régimen continuo, la temperatura del lado revestido no debe exceder los 80 °C.

Calor específico

0.84 kJ/kg K a 20 °C.

Reacción al fuego

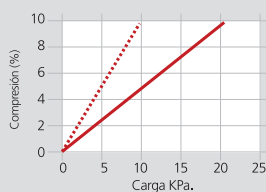
Clasificación: A1, (incombustible).

Aislamiento acústico

La aplicación de fieltros contribuye a la reducción del ruido generado por el transporte de fluidos en tuberías y conductos metálicos.

Resistencia a la compresión

Calculado según DIN-52272



Compresión	5%	10%
Carga en KPa	10	21

Comportamiento al agua

Absorción de agua < 1 kg/m²
Absorción al vapor de agua es de ± 0,02% de su volumen.

VENTAJAS ▼

- ① → Excelentes prestaciones de aislamiento térmico, acústico y prevención contra el fuego.
- ② → Reacción al fuego, M0 - No combustible -
- ③ → Resistencia a altas temperaturas.
- ④ → No hidrófilo.
- ⑤ → Facilidad de montaje.
- ⑥ → Químicamente inerte.
- ⑦ → Libre de CFC y HCFC, respetuoso con el medio ambiente.
- ⑧ → Bajo contenido de cloro soluble.



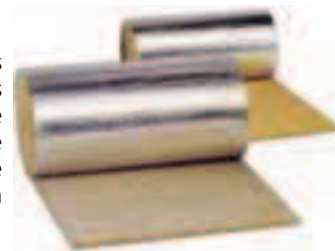
ESTE PRODUCTO SE UTILIZA EN LOS SIGUIENTES SISTEMAS CONSTRUCTIVOS:



Fieltro 133 EF

DESCRIPCIÓN ▼

Fieltro de lana de roca con los filamentos dispuestos perpendicularmente al soporte de aluminio. El material se presenta autoadhesivo mediante la simple eliminación de un film plástico.



APLICACIONES ▼

Aislamiento termoacústico de conductos de ventilación, equipos de climatización, tuberías, calderas, etc.

Dimensiones (mm)

ANCHO	1.000
LARGO	ESPESOR
12.000	20
10.000	25
8.000	30
6.000	50
5.000	40

Aislamiento acústico superior. Instalación sencilla gracias a su sistema autoadhesivo.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ▼

Densidad nominal

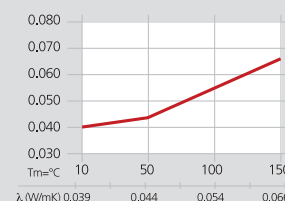
40 Kg/m³.

Reacción al fuego

Clasificación: F

Conductividad térmica

Ensayo realizado según Norma DIN 52613.



Temperatura de trabajo

250 °C en régimen continuo.

Calor específico

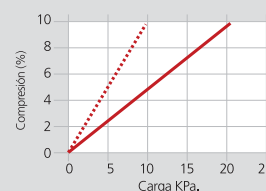
0.84 kJ/kg K a 20 °C.

Aislamiento acústico

La aplicación de fieltros contribuye a la reducción del ruido generado por el transporte de fluidos en tuberías y conductos metálicos.

Resistencia a la compresión

Calculado según DIN-52272.



Compresión	5%	10%
Carga en KPa	10	21

Comportamiento al agua

Absorción de agua < 1 kg/m²
Absorción al vapor de agua es de ± 0,02% de su volumen.

VENTAJAS ▼

- ① → No precisa fijación mecánica.
- ② → Excelentes prestaciones de aislamiento térmico, acústico y prevención contra el fuego.
- ③ → Resistencia a altas temperaturas.
- ④ → No hidrófilo.
- ⑤ → Facilidad de montaje.
- ⑥ → Químicamente inerte.
- ⑦ → Libre de CFC y HCFC, respetuoso con el medio ambiente.
- ⑧ → Bajo contenido de cloro soluble.



ESTE PRODUCTO SE UTILIZA EN LOS SIGUIENTES SISTEMAS CONSTRUCTIVOS:



2.7. Anexo VII. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

I. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	3
1.- ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES.	3
1.1. Objeto del estudio básico de seguridad y salud.	3
1.2. Proyecto al que se refiere.....	4
1.3. Justificación del estudio básico de seguridad y salud.....	5
1.4. Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria.....	6
1.5. Maquinaria de obra.....	7
1.6 Medios auxiliares.	8
2. RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE.	9
3. RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE.	10
4. RIESGOS LABORALES ESPECIALES.	15
5. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA.	16
5.1. Obligaciones del promotor.	16
5.2. Coordinadores en materia de seguridad y salud.....	16
5.3. Plan de seguridad y salud en el trabajo.	17
5.4. Obligaciones de contratistas y subcontratistas.....	18
5.5. Obligaciones de los trabajadores.....	19
5.6. Libro de incidencias.	21
6. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.	21
7. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES.	22
8. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS.	22
II- PLIEGO DE CONDICIONES.....	23
1. CONDICIONES GENERALES.....	23
1.1. Objeto de este pliego.	23
1.2. Compatibilidad y relación entre el estudio de seguridad y salud y el proyecto de ejecución.	23
2. LEGALIDAD Y MEDIOS DE PROTECCIÓN PARA LA SEGURIDAD Y LA SALUD.....	24
2.1. Disposiciones legales de aplicación.	24

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

2.2. Condiciones de los medios de protección.....	28
2.2.1. Equipos de protección individual (EPI).....	29
2.2.2. Protecciones colectivas.....	32
2.3. Condiciones técnicas de la maquinaria.....	33
2.4. Condiciones técnicas de la instalación eléctrica.	34
2.5. Servicios de prevención.....	36
2.5.1. Servicio Técnico de Seguridad e Salud.	36
2.5.2. Servicio médico.....	37
2.5.3. Seguros de responsabilidad civil y todo riesgo en obra.....	37
2.6. Comité de seguridad y salud.....	38
2.8. Instalaciones de salud y bienestar.	38
2.9. Obligaciones del contratista.....	39
2.9.1. Condiciones Técnicas.....	39
2.9.2. Responsabilidad del Contratista.	39
2.10. Facultades de la dirección de seguridad de la obra:	39
2.10.1. Interpretación de los documentos del estudio de Seguridad y Salud.....	39
2.10.2. Aceptación de los elementos de seguridad.....	40
2.10.3. Instalación deficiente de los elementos de seguridad.	40
2.11. Parte de accidente, deficiencias y libro de incidencias sobre seguridad y salud.....	40
2.12. Plan de seguridad y salud.	42

I. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

1.- ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES.

1.1. Objeto del estudio básico de seguridad y salud.

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud está redactado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales; y el Real Decreto de REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. De acuerdo con el artículo 7 del citado R.D., el objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el presente Estudio.

De acuerdo con el artículo 3 del R.D. 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

1.2. Proyecto al que se refiere.

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se refiere al Proyecto cuyos datos generales son:

PROYECTO DE REFERENCIA	
Proyecto de Ejecución	Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.
Autor del proyecto	Alejandra Muñoz Galindo
Titularidad del encargo	EMAZCAS. S.L
Emplazamiento	Nules. Castellón
Presupuesto de Ejecución Material	656.678 €
Plazo de ejecución previsto	2 MESES
Número máximo de operarios	8
Total aproximado de jornadas	45

Tabla 1.1. Proyecto de referencia.

En la tabla 1.2 se indican las principales características y condicionantes del emplazamiento donde se realizará la obra:

DATOS DEL EMPLAZAMIENTO	
Accesos a la obra	Vial público en casco urbano
Topografía del terreno	En planta baja
Edificaciones colindantes	No se interfieren
Suministro de energía eléctrica	Existente
Suministro de agua	Existente
Sistema de saneamiento	Existente
Servidumbres y condicionantes	No existen

Tabla 1.2. Características emplazamiento.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

En la tabla siguiente se indican las características generales de la obra a que se refiere el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, y se describen brevemente las fases de que consta:

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SUS FASES	
Demoliciones	No existen
Movimiento de tierras	No existen
Cimentación y estructuras	No existen
Cubiertas	No existen
Albañilería y Cerramientos	No existen
Acabados	Recubrimientos, pintura.
Instalaciones Fontanería y Saneamiento	Acometida existente
Instalaciones Electricidad	Acometida existente.

Tabla 1.3. Características de la obra.

1.3. Justificación del estudio básico de seguridad y salud.

Se redacta solamente Estudio Básico al tratarse de una obra incluida dentro de las premisas que siguen:

- No superan un presupuesto de Ejecución por contrata superior a 450.759,07 €.
- En ningún momento trabajarán más de 20 personas simultáneamente.
- Volumen total de mano de obra inferior a 500 días/hombre.
- Obras distintas de las de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

El Presupuesto de Ejecución Material de la obra asciende a la cantidad de:

P.E.M. = **656.678 €**

El plazo de ejecución de las obras previsto es de dos meses.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Se estima unos recursos humanos de ocho operarios durante la duración de la obra.

Como se observa no se da ninguna de las circunstancias o supuestos previstos en el apartado 1 del artículo 4 del R.D. 1627/1997, por lo que se redacta el presente ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

1.4. Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria.

De acuerdo con el apartado 15 de- Anexo 4 del R.D.1627197, la obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en la tabla siguiente:

SERVICIOS HIGIÉNICOS

- ✓ Vestuarios con asientos y taquillas individuales, provistas de llave.
- ✓ Lavabos con agua fría, agua caliente, y espejo.
- ✓ Duchas con agua fría y caliente.
- ✓ Retretes.

OBSERVACIONES:

1.- La utilización de los servicios higiénicos será no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos.

2.- Se utilizarán durante la ejecución de los trabajos los servicios existentes en la actualidad.

Tabla 1.4. Características de la obra.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486197, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos:

PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA		
NIVEL DE ASISTENCIA	NOMBRE Y UBICACION	DISTANCIA APROX. (Km.)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia Primaria (Urgencias)	CENTRE DE SALUT	4 km.
Asistencia Especializada (Hospital)	HOSPITAL LA PLANA	10 km
OBSERVACIONES:		

Tabla 1.5. Asistencia sanitaria.

1.5. Maquinaria de obra.

La maquinaria que se prevé, emplear en la ejecución de la obra se indica en la relación (no exhaustiva) de tabla adjunta:

MAQUINARIA
Grúas-torre
Montacargas
Sierra circular

Tabla 1.6. Maquinaria.

1.6 Medios auxiliares.

En la tabla siguiente se relacionan los medios auxiliares que van a ser empleados en la obra y sus características más importantes:

MEDIOS AUXILIARES	
MEDIOS	CARACTERÍSTICAS
Andamios colgados móviles.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Deben someterse a una prueba de carga previa. ✓ Correcta colocación de los pestillos de seguridad de los ganchos. ✓ Los pescantes serán preferiblemente metálicos. ✓ Los cabrestantes se revisarán trimestralmente. ✓ Correcta disposición de barandilla de seguridad, barra intermedia y rodapié. ✓ Obligatoriedad permanente del uso de cinturón de seguridad.
Andamios tubulares apoyados.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Deberán montarse bajo la supervisión de persona competente. ✓ Se apoyarán sobre una base sólida y preparada adecuadamente. ✓ Se dispondrán anclajes adecuados a las fachadas. ✓ Las cruces de San Andrés se colocaran por ambos lados. ✓ Correcta disposición de las plataformas de trabajo. ✓ Correcta disposición de barandilla de seguridad, barra intermedia y rodapié,. ✓ Correcta disposición de los accesos a los distintos niveles de trabajo. ✓ Uso de cinturón de seguridad de sujeción Clase A, Tipo 1 durante el montaje y el desmontaje.
Andamios sobre borriquetas.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La distancia entre apoyos no debe sobrepasar los 3,5 m.
Escaleras de mano.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Zapatas antideslizantes. Deben sobrepasar en 1 m la altura a salvar. ✓ Separación de la pared en la base = '1/4 de la altura total.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

	Instalación eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cuadro general en caja estanca de doble aislamiento, situado a $h > 1$ m: ▪ 1 diferencial de 0,3A en líneas de máquinas y fuerza. ▪ 1 diferenciales de 0,03A en líneas de alumbrado a tensión > 24V. ▪ 1 magnetotérmico general omnipolar accesible desde el exterior. ▪ 1 magnetotérmicos en líneas de máquinas, tomas de corriente. y alumbrado. ✓ La instalación de cables será aérea desde la salida del cuadro. ✓ La puesta a tierra (caso de no utilizar la del edificio) será 80Ω.
--	-----------------------	--

Tabla 1.7. Medios Auxiliares.

2. RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE.

La tabla siguiente contiene la relación de los riesgos laborales que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se incluyen:

RIESGOS	MEDIDAS TÉCNICAS ADOPTADAS
Derivados de la rotura de instalaciones existentes.	Neutralización de las instalaciones existentes.
Presencia de líneas eléctricas de alta tensión .	Corte de fluido, puesta a tierra y cortocircuito de los cables.

Tabla 1.8. Riesgos laborales evitables.

3. RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE.

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deben adaptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera tabla se refiere a aspectos generales afectan a la totalidad de la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que esta puede dividirse. Los riesgos asumidos y las respectivas medidas durante la obra se marcan en la relación que sigue:

TODA LA OBRA
RIESGOS
<ul style="list-style-type: none">× Caídas de operarios mismo nivel.× Caídas de operarios a distinto nivel.× Caídas de objetos sobre operarios.× Caídas de objetos sobre terceros.× Choques o golpes contra objetos.Fuertes vientos.Trabajos en condiciones de humedad.× Contactos eléctricos directos e indirectos.× Cuerpos extraños en los ojos.× Sobreesfuerzos.

Tabla 1.9. Riesgos asumibles en la obra.

A continuación se muestran las medidas preventivas y las protecciones colectivas que deberán asumirse durante la realización de la totalidad de la obra:

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCIÓN
× Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra.	Permanente
× Orden y limpieza de los lugares de trabajo.	Permanente
Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.	Permanente
× Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra).	Permanente

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCIÓN
X Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento.	Permanente
X Señalización de la obra (señales y carteles).	Permanente
Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia.	Alternativa al vallado.
Vallado de perímetro completo de la obra, resistente y de altura 2m.	Permanente
Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra.	Permanente
Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o edificios colindantes.	Permanente.
X Extintor de polvo seco, de eficacia 21A - 113B.	Permanente.
X Evacuación de escombros.	Frecuente.
X Escaleras auxiliares.	Ocasional.
X Información específica.	Para riesgos concretos.
X Cursos y charlas de formación.	Frecuente.
Grúa parada y en posición veleta	Con viento fuerte
Grúa parada y en posición veleta	Final de cada jornada

Tabla 1.10. Medidas preventivas y Protecciones Colectivas.

A continuación se muestran los equipos de protección individual del que deberán hacer uso los empleados en la obra:

EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	EMPLEO
X Calzado protector.	Permanente
X Ropa de trabajo.	Permanente
Ropa impermeable o de protección.	con mal tiempo
X Cascos de Seguridad.	Permanente
X Gafas de seguridad.	Frecuente
X Cinturones de protección de tronco.	Ocasional

Tabla 1.11. Equipos de protección individuales.

A continuación se recogen las medidas de protección en las distintas fases que constituyen la obra.

FASE: MONTAJE DE CONDUCCIONES Y DISPOSITIVOS	
RIESGOS	
	Caídas de operarios al vacío.
X	Caídas de materiales transportados, a nivel y a niveles inferiores.
X	Atrapamientos y aplastamientos en manos durante el montaje de andamios.
	Atrapamientos por los medios de elevación y transporte.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

FASE: MONTAJE DE CONDUCCIONES Y DISPOSITIVOS		
RIESGOS		
X	Lesiones y cortes en brazos y manos.	
X	Lesiones, pinchazos y cortes en pies.	
X	Dermatosis por contacto con materiales.	
	Incendios por almacenamiento de productos combustibles.	
X	Golpes o cortes con herramientas.	
	Electrocuciones.	
X	Proyecciones de partículas.	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCIÓN	
X	Apuntalamientos y apeos.	Permanente
X	Pasos o pasarelas.	Permanente
	Redes verticales	Permanente
X	Redes horizontales.	Frecuente
X	Andamios (constitución, arriostramiento y accesos correctos).	Permanente
X	Plataformas de carga y descarga de material.	Permanente
	Barandillas rígidas (0,9 m de altura, con listón intermedio y rodapié).	Permanente
	Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales.	Permanente
X	Escaleras peldañeadas y protegidas.	Permanente
	Evitar trabajos superpuestos.	Permanente
	Bajante de escombros adecuadamente sujetas.	Permanente
	Accesos adecuados a las cubiertas.	Permanente
	Protección de huecos de entrada de material en plantas.	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	EMPLEO	
X	Gafas de seguridad	Frecuente
X	Guantes de cuero o goma	Frecuente
X	Botas de seguridad	Permanente
X	Cinturones y arneses de seguridad	Frecuente
	Mástiles y cables fiadores	Frecuente

Tabla 1.12. Medidas de protección para montajes.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

FASE: ACABADOS		
RIESGOS		
	Caídas de operarios al vacío.	
X	Caídas de materiales transportados.	
X	Ambiente pulvígeno.	
X	Lesiones y cortes en brazos y manos.	
X	Lesiones, pinchazos y cortes en pies.	
X	Dermatitis por contacto con materiales.	
X	Incendios por almacenamiento de productos combustibles.	
X	Inhalación de sustancias tóxicas.	
	Quemaduras.	
	Electrocuciones.	
	Atrapamientos con o entre objetos o herramientas	
X	Deflagraciones, explosiones e incendios	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		GRADO DE ADOPCIÓN
X	Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada).	Permanente
X	Andamios.	Permanente
X	Plataformas de carga y descarga de material.	Permanente
X	Barandillas.	Permanente
X	Escaleras peldañeadas y protegidas.	Permanente
	Evitar focos de inflamación.	Permanente
	Equipos autónomos de ventilación.	Permanente
X	Almacenamiento correcto de los productos.	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL		EMPLEO
X	Gafas de seguridad.	Ocasional
X	Guantes de cuero o goma.	Frecuente
X	Botas de seguridad.	Frecuente
X	Cinturones y arneses de seguridad.	Ocasional
	Mástiles y cables fiadores.	Ocasional

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.		EMPLEO
X	Mascarilla filtrante	Ocasional
	Equipos autónomos de respiración	Ocasional

Tabla 1.13. Medidas de protección para acabados.

FASE: INSTALACIONES		
RIESGOS		
	Caídas a distinto nivel por el hueco de ascensor.	
X	Lesiones y cortes en brazos y manos.	
X	Dermatitis por contacto con materiales.	
X	Inhalación de sustancias tóxicas.	
X	Quemaduras.	
X	Golpes y aplastamiento de pies.	
X	Incendio por almacenamiento de productos combustibles.	
X	Electrocuciones.	
X	Contactos eléctricos directos e indirectos.	
X	Ambiente pulvígeno.	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		GRADO DE ADOPCIÓN
X	Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada).	Permanente
X	Escalera portátil de tijera con calzos de goma y tirantes.	Frecuente
	Protección de hueco de ascensor.	Permanente
	Plataforma provisional para ascensoristas.	Permanente
X	Realizar las conexiones eléctricas sin tensión.	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL		EMPLEO
X	Gafas de seguridad	Ocasional
X	Guantes de cuero o goma	Frecuente
X	Botas de seguridad	Frecuente
	Cinturones y arneses de seguridad	Ocasional
	Mástiles y cables fiadores	Ocasional
X	Mascarilla filtrante	Ocasional

Tabla 1.14. Medidas de protección para instalaciones.

4. RIESGOS LABORALES ESPECIALES.

En la siguiente tabla se relacionan aquellos trabajos que siendo necesarios para el desarrollo de la obra definida en el Proyecto de referencia, implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, y están por ello incluidos en el Anexo 11 de R.D. 1627197.

También se indican las medidas específicas que deben adaptarse para controlar y reducir los riesgos derivados de este tipo de trabajos.

RIESGOS ESPECIALES	
Especialmente graves de caídas de altura, sepultamientos y hundimientos.	NO
En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión.	NO
Con exposición a riesgo de ahogamiento por inmersión.	NO
Que implican el uso de explosivos.	NO
Que requieren el montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados.	NO
<i>OBSERVACIONES:</i> <u>En la presente obra no se desarrollan actividades que den lugar a los riesgos aquí indicados.</u>	

5. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA.

5.1.Obligaciones del promotor.

Antes del inicio de los trabajos, designará un coordinador en materia de seguridad y salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o diversos trabajadores autónomos.

La designación de coordinadores en materia de seguridad y salud no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

5.2.Coordinadores en materia de seguridad y salud.

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

1. Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
2. Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el artículo 10 del R.D. 1627/1997.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

3. Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
4. Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
6. Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

5.3. Plan de seguridad y salud en el trabajo.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, el Contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este estudio básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este estudio básico.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y salud. Durante la ejecución de la obra, este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del coordinador en materia de seguridad y salud. Cuando no fuera necesaria la designación del coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como la personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas; por lo que el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los antedichos, así como de la Dirección Facultativa.

5.4. Obligaciones de contratistas y subcontratistas.

El contratista y subcontratista están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:

- ✓ Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- ✓ Elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de accesos, y la determinación de vías, zonas de desplazamientos y circulación.
- ✓ Manipulación de distintos materiales y utilización de medios auxiliares.
- ✓ Mantenimiento, control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- ✓ Delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
- ✓ Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- ✓ Recogida de materiales peligrosos utilizados.
- ✓ Adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- ✓ Cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- ✓ Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.

3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.

4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud.

5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud, y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente, o en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan.

Las responsabilidades del coordinador, Dirección Facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas.

5.5.Obligaciones de los trabajadores.

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

- ✓ Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- ✓ Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- ✓ Recogida de materiales peligrosos utilizados.
- ✓ Adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- ✓ Cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- ✓ Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.

3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.

4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 1215/1997.

6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997.

7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

5.6.Libro de incidencias.

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, un libro de incidencias que constará de hojas duplicado y que será facilitado por el colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del coordinador. Tendrán acceso al libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones Públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador estará obligado a remitir en el plazo de 24 h. una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

6. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.

Cuando el coordinador durante la ejecución de las obras, observase el incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos, o en su caso, de la totalidad de la obra.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados por la paralización a los representantes de los trabajadores.

7. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES.

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.

Una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

8. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS.

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del R.D. 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

II- PLIEGO DE CONDICIONES.

1. CONDICIONES GENERALES.

1.1. Objeto de este pliego.

El presente Pliego de Condiciones regirá en unión con las disposiciones de carácter general y particular que se indican en la Memoria y Pliego de Condiciones del Proyecto, redactado por la Ingeniera Alejandra Muñoz Galindo.

1.2. Compatibilidad y relación entre el estudio de seguridad y salud y el proyecto de ejecución.

En caso de incompatibilidad o contradicción entre los documentos del presente Estudio de Seguridad y los documentos del Proyecto redactado por el Arquitecto Técnico anteriormente citado, decidirá la Dirección facultativa de la Obra, bajo su responsabilidad.

2. LEGALIDAD Y MEDIOS DE PROTECCIÓN PARA LA SEGURIDAD Y LA SALUD.

2.1. Disposiciones legales de aplicación.

La obra, objeto del presente estudio de Seguridad, estará regulado a lo largo de su ejecución por los textos que a continuación se citan, siendo de obligado cumplimiento para las partes implicadas.

RD 1627/1977 de 24 de octubre (BOE: 25/10/97). *Disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción.*

Ley 31/1995 de 8 de noviembre (BOE: 10/11/95). *Prevención de riesgos laborales.*

RD 39/1997 de 17 de enero (BOE: 31/01/97). *Reglamento de los Servicios de Prevención.*

RD 485/1997 de 14 de abril (BOE: 23/04/97). *Disposiciones mínimas en materia de señalización, de seguridad y salud en el trabajo.*

RD 486/1997 de 14 de abril (BOE: 23/04/97). *Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Modifica y deroga algunos capítulos de la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo (Orden 09/03/1971).*

RD 487/1997 de 14 de abril (BOE: 23/04/97). *Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.*

RD 773/1997 de 30 de mayo (BOE: 12/06/97). *Disposiciones mínimas de seguridad y salud, relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.*

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

RD 1215/1997 de 18 de julio (BOE: 07/08/97). *Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo*. Modifica y deroga algunos capítulos de la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo (Orden 09/03/1971).

Orden de 31 de enero de 1940. Andamios: Capítulo VII, artículos 66 a 74 (BOE: 03/02/40). *Reglamento general sobre Seguridad e Higiene*.

Orden de 28 de agosto de 1970. Artículos 1 a 4, 183 a 291 y Anexos I y II (BOE: 05/09/70). *Ordenanza del trabajo para las industrias de la Construcción, vidrio y cerámica*. Corrección de errores: BOE 17/10/70.

Orden de 20 de septiembre de 1986. (BOE: 13/10/86). *Modelo de libro de incidencias correspondiente a las obras en que sea obligatorio el estudio de Seguridad e Higiene*. Corrección de errores: BOE: 31/10/86.

Orden de 16 de diciembre de 1987. (BOE: 29/12/87). *Nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo e instrucciones para su cumplimiento y tramitación*.

Orden de 23 de mayo de 1977. (BOE 14/06/77). *Reglamento de aparatos elevadores para obras*. Modificación: Orden de 7 de marzo de 1981 (BOE: 14/03/81).

Orden de 28 de junio de 1988. (BOE: 07/07/88). *Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM 2 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Mantenimiento referente a grúas-torre desmontables para obras*. Modificación: Orden de 16 de abril de 1990 (BOE: 24/04/90).

RD 1316/1989 de 27 de octubre. (BOE: 02/11/89). *Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo*.

RD 1495/1986 de 26 de mayo (BOE: 21/07/86). *Reglamento de seguridad en las máquinas*.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

RD 1435/1992 de 27 de noviembre (BOE: 11/12/92), reformado por RD 56/1995 de 20 de enero (BOE: 08/02/95). *Disposiciones de aplicación de la Directiva 89/392/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas.*

Orden de 9 de marzo de 1971. (BOE: 16 y 17/03/71). *Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.* Corrección de errores: BOE: 06/04/71. Modificación: BOE: 02/11/89. Derogados algunos capítulos por la Ley 31/1995, RD 485/1997, RD 486/1997, RD 664/1997, RD 665/1997, RD 773/1997 y RD 1215/1997.

PARTE II

Art. 19. Escaleras de mano.

Art. 21. Aberturas de pisos.

Art. 22.- Aberturas en las paredes.

Art. 23. Barandillas y plintos.

Art. 25 a 28.- Iluminación.

Art. 31.- Ruidos, vibraciones y trepidaciones.

Art. 36. Comedores.

Art. 38 a 43. Instalaciones Sanitarias y de Higiene.

Art. 51. Protecciones contra contactos en las instalaciones y equipos eléctricos.

Art. 58. Motores Eléctricos.

Art. 59.- Conductores eléctricos.

Art. 60.- Interruptores y cortocircuitos de baja tensión.

Art. 70. Protección personal contra la electricidad.

Art. 82.- Medio de Prevención y extinción de incendios.

Art. 83 a 93.- Motores, transmisiones y máquinas.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Art. 94 a 96.- Herramientas portátiles.

Art. 100 a 107.- Elevación y transporte.

Art. 124. Tractores y otros medios de transportes automotores.

Art. 145 a 151. Protecciones personales.

Resoluciones aprobatorias de Normas Técnicas Reglamentarias para distintos medios de protección personal de trabajadores.

MT1.- Cascos de seguridad no metálicos BOE 30.12.74.

MT2.- Protecciones auditivas. BOE 1.9.75

MT4.- Guantes aislantes de la electricidad. BOE 3.9.75.

MT5.- Calzado de seguridad contra riesgos mecánicos.

MT7.- Adaptadores faciales. BOE 2.9.77.

MT13.- Cinturones de sujeción. BOE 2.9.77.

MT16.- Gafas de montura universal para protección contra impactos. BOE 17.8.78.

MT17.- Oculares de protección contra impactos. BOE 7.2.79.

MT21.- Cinturones de suspensión. BOE 16.3.81.

MT22.- Cinturones de caída. BOE 17.3.81.

MT25.- Plantillas de protección frente a riesgos de perforación. BOE 13.10.81.

MT26.- Aislamiento de seguridad de las herramientas manuales en trabajos eléctricos de baja tensión. BOE 10.10.81.

MT27.- Bota impermeable al agua y a la humedad. BOE 22.12.81.

Reglamento de Régimen Interno de la Empresa si correspondiera.

2.2 condiciones de los medios de protección:

Todos los equipos de protección individual o elementos de protección colectiva tendrán fijado un período de vida útil desechándose a su término.

Como dice su nombre, son equipos individuales, y por tanto no deben ser compartidos entre trabajadores, salvo equipos que no impliquen consideraciones higiénicas, como cinturones, etc.

Así mismo el trabajador tiene la obligación de mantener los equipos que le son entregados en perfectas condiciones y los debe utilizar de manera correcta a como se le debe indicar antes de su utilización.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección individual que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (p.e., por un accidente) será desechado y repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas de inmediato.

El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

2.2.1. Equipos de protección individual (EPI).

Todo equipo de protección individual llevará marcado europeo CE, que lo da como correcto para su uso previsto, y no otro.

En los casos en que no lleve marcado CE será desechado para su uso.

La Dirección Técnica de obra con el auxilio del Delegado de Prevención dispondrá en cada uno de los trabajos en obra la utilización de las prendas de protección adecuadas.

El personal de obra debería ser instruido sobre la utilización de cada una de las prendas de protección individual que se le proporcionen. En el caso concreto del cinturón de seguridad, será preceptivo que la Dirección Técnica de la obra proporcione al operario el punto de anclaje o en su defecto las instrucciones concretas para la instalación previa del mismo.

2.2.1.1. Cinturón de Seguridad.

Sus componentes serán:

- ✓ Cuerda de amarre con o sin amortiguador y mosquetón.
- ✓ Faja con hebilla/s.
- ✓ Argolla y arnés torácico.

- ✓ Reunirán las siguientes características: Serán de cincha tejida en lino, algodón, lana de primera calidad o fibra sintética apropiada, o en su defecto de cuero curtido al cromo o al tanino. Irán provistos de anillas, donde pasarán la cuerda salvavidas, aquellas no podrán ir sujetas por medio de remaches. La cuerda salvavidas podrá ser:
 - De nylon, con un diámetro de doce milímetros.
 - De cáñamo de Manila, con un diámetro de diecisiete milímetros.

Se vigilará de modo especial la seguridad del anclaje y su resistencia. La longitud de la cuerda salvavidas debe cubrir distancias más cortas posibles.

Queda prohibido el cable metálico, en la cuerda salvavidas, tanto por el riesgo de contacto con las líneas eléctricas cuanto por su menor elasticidad para tensión en caso de caída.

Se revisarán siempre antes de su uso, y se desecharán cuando tengan cortes, grietas o deshilachados, que comprometan su resistencia calculada para el cuerpo humano en caída libre, en recorrido de cinco metros.

2.2.1.2. Ropa.

Se considera la unidad de cada uno de los elementos siguientes: Casco, Traje aislante, cubrecabezas, guantes, botas, polainas, máscara, equipo de respiración autónoma y ropa de protección contra el riesgo:

- Casco: Será de material incombustible o de combustión lenta.
- Traje: Los materiales utilizados para la protección integral serán:
 1. Amianto.
 2. Tejidos aluminizados. Los tejidos aluminizados constarán de tres capas y forro; Capa exterior: Tejido aluminizado para reflejar el calor de radiación. Capa intermedia: Resistente al fuego (amianto, fibra de vidrio, etc.). Capa interior: Aislante térmico (amianto, espuma de polivinilo, etc.). Forro: Resistente y

confortable (algodón ignífugo). Cubrecabezas: Provisto de una visera de amianto o tejido aluminizado. La protección de las extremidades deberán de ser: Cuero, Fibra nomex, Amianto, Amianto forrado interiormente de algodón, Lana ignífuga, Tejido aluminizado.

- Máscara: Los filtros mecánicos deberán retener partículas de diámetro inferior 1 micra, constituidas principalmente por carbón u hollín. Los químicos y mixtos contra monóxido de carbono, cumplirán las características y requisitos superando los ensayos especificados en la Norma Técnica Reglamentaria N.T.-12.
- Equipo de respiración autónoma: De oxígeno regenerable. De salida libre.
- Mono de trabajo: Serán de tejido ligero y flexible, serán adecuados a las condiciones ambientales de temperatura y humedad. Ajustarán bien al cuerpo. Cuando las mangas sean largas, ajustarán por medio de terminaciones de tejido elástico. Se eliminarán en lo posible los elementos adicionales, como bolsillos, bocamangas, botones, partes vueltas hacia arriba, cordones, etc.

Para trabajar bajo la lluvia el tejido será impermeable. Cuando se use en las proximidades de vehículos en movimiento, será, a ser posible, de color amarillo o anaranjado, complementándose con elementos reflectantes.

Permitirán una fácil limpieza y desinfección. Se dispondrá de dos monos de trabajo.

Las prendas de hule se almacenarán en lugares bien ventilados, lejos de cualquier fuente de calor. No se guardarán enrolladas en cajones o espacios cerrados.

Periódicamente se comprobará el estado de costuras, ojales, cremalleras etc.

2.2.2. Protecciones colectivas.

2.2.2.1. Vallas de cierre.

La protección de todo el recinto de la obra se realizará mediante vallas autónomas de limitación y protección y reunirán las siguientes condiciones:

- ✓ Tendrán altura suficiente.
- ✓ Dispondrán de puerta de acceso para vehículos y puerta independiente de acceso de personal.
- ✓ Esta deberá mantenerse hasta la conclusión de la obra.

Cumplirán lo dispuesto en el apartado 11 de la parte C del anexo IV del Real Decreto.

2.2.2.2. Vallas de protección.

Tendrán como mínimo 90 cm. de altura estando construidas a base de tubos metálicos o de madera. Dispondrán de patas para mantener su estabilidad.

2.2.2.3. Escalera de mano.

Deberán ir provistas de zapatas antideslizantes y cumplirán lo especificado en la normativa vigente. Sobresaldrán 1 metro por encima de la cota superior de trabajo.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

2.2.2.4. Extintores.

Serán de polvo polivalente, revisándose periódicamente y se localizarán en cada maquinaria pesada y en oficina general en obra.

2.2.2.5. Mallas y barandillas en altura.

Cumplirán la misma altura que las de delimitación, de 90 cm. y estarán diseñadas para sufrir un empuje de una persona (150 kp) y no desprenderse. Las mallas se colocarán en todo el perímetro de forjados en su caso y se revisarán periódicamente para mantenerlas en perfecto estado de conservación. Serán sustituidas en caso de apreciarse roturas, y se aconseja la realización de pruebas periódicas con pesos reales (100 kg.) para comprobar su utilidad.

2.3. Condiciones técnicas de la maquinaria.

Las máquinas con ubicación fija en obra, serán las instaladas por personal competente y debidamente autorizado.

El mantenimiento y reparación de estas máquinas quedará, asimismo, a cargo de tal personal, el cual seguirá siempre las instrucciones señaladas por el fabricante de las máquinas.

Las operaciones de instalación y mantenimiento deberán registrarse documentalmente en los libros de registro pertinentes de cada máquina. De no existir estos libros para aquellas máquinas utilizadas con anterioridad en otras obras, antes de su utilización, deberán ser revisadas con profundidad por personal competente, asignándoles el mencionado libro de registro de incidencias.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Las máquinas con ubicación variable, tales como circular, soldadura, etc. deberán ser revisadas por personal experto antes de su uso en obra, quedando a cargo de la Dirección Técnica de la obra con la ayuda del Vigilante de Seguridad la realización del mantenimiento de las máquinas según las instrucciones proporcionadas por el fabricante.

El personal encargado del uso de las máquinas empleadas en obra deberá estar debidamente autorizado para ello, por parte de la Dirección Técnica de la obra proporcionándole las instrucciones concretas de uso.

2.4. Condiciones técnicas de la instalación eléctrica.

La instalación eléctrica provisional de obra se realizará siguiendo las pautas señaladas en los apartados correspondientes de la documentación de proyecto, debiendo ser realizada por empresa autorizada y siendo de aplicación lo señalado en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Todas las líneas estarán formadas por cables unipolares con conductores de cobre y aislados con goma o policloruro de vinilo, para una tensión nominal de 1.000 voltios.

Todos los cables que presenten defectos superficiales u otros no particularmente visibles, serán rechazados.

Los conductores de protección serán de cobre electrostático y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por las mismas canalizaciones que estos. Sus secciones mínimas se establecerán de acuerdo con la tabla

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

V de la Instrucción MI.BT 017, en función de las secciones de los conductores de fase de la instalación.

Los tubos constituidos de P.V.C. o polietileno, deberán soportar sin deformación alguna, una temperatura de 60°C.

Los conductores de la instalación se identificaron por los colores de su aislamiento, a saber:

- Azul claro: Para el conductor neutro.
- Amarillo/Verde: Para el conductor de tierra y protección.
- Marrón/Negro/Gris: Para los conductores activos o de fase.

En los cuadros, se dispondrán todos aquellos aparatos de mando, protección y maniobra para la protección contra sobrecargas (sobrecarga y corte circuitos) y contra contactos directos e indirectos, tanto en los circuitos de alumbrado como de fuerza.

Dichos dispositivos se instalaron en los orígenes de los circuitos así como en los puntos en los que la intensidad admisible disminuya, por cambiar la sección, condiciones de instalación, sistemas de ejecución o tipo de conductores utilizados.

Los aparatos a instalar son los siguientes:

- Un interruptor general automático magnetotérmico de corte omnipolar que permita su accionamiento manual, para cada servicio.

Dispositivos de protección contra sobrecargas y corto circuitos. Estos dispositivos son interruptores automáticos magnetotérmicos, de corte omnipolar, con curva térmica de corte.

La capacidad de corte de estos interruptores será inferior a la intensidad de corto circuitos que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y corto circuitos de los circuitos interiores tendrán los polos que correspondan al número de fases del circuito que protegen y sus características de interrupción estarán de acuerdo con las intensidades máximas admisibles en los conductores del circuito que protegen.

Dispositivos de protección contra contactos indirectos que al haberse optado por sistema de la clase B, son los interruptores diferenciales sensibles a la intensidad de defecto. Estos dispositivos se complementaron con la unión a una misma toma de tierra de todas las masas metálicas accesibles. Los interruptores diferenciales se instalan entre el interruptor general de cada servicio y los dispositivos de protección contra sobrecargas y corto circuitos, a fin de que estén protegidos por estos dispositivos.

En los interruptores de los distintos cuadros, se colocaron placas indicadoras de los circuitos a que pertenecen, así como dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución y la alimentación directa a los receptores.

2.5. Servicios de prevención.

2.5.1. Servicio Técnico de Seguridad e Salud.

La empresa dispondrá de asesoramiento técnico en Seguridad y Salud.

Todo el personal que realice su cometido en las fases del montaje en general, deberá realizar un curso de Seguridad y Salud, en el que se les indicarán las normas generales sobre Seguridad y Salud que en la ejecución de esta obra se van a adoptar.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Esta formación debería ser impartida por los jefes de Servicios Técnicos o mandos intermediarios, recomendándose su complementación por instituciones tales como los Gabinetes de seguridad e higiene en el trabajo, mutua de accidentes, etc.

Por parte de la dirección de la empresa en colaboración con la dirección técnica de la obra, se velará para que el personal sea instruido sobre las normas particulares que para la ejecución de cada tarea o para la utilización de cada máquina, sean requeridas.

2.5.2. Servicio médico.

La empresa dispondrá de un Servicio Médico de Empresa propio o mancomunado.

2.5.3. Seguros de responsabilidad civil y todo riesgo en obra.

Será preceptivo en la obra, que los técnicos responsables dispongan de cobertura en materia de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia; imputables al mismo o a las personas de las que debe responder.

Estas mismas condiciones serán exigibles a las subcontratas.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

2.6. Comité de seguridad y salud.

Ya que no se prevé que la obra tenga más de 30 trabajadores, no es obligatorio la constitución de un Comité de Seguridad e Salud del Trabajo.

2.7. Instalaciones médicas.

Los botiquines se revisarán mensualmente y reponidos inmediatamente lo consumido.

2.8. Instalaciones de salud y bienestar.

Las instalaciones provisionales de obra se adaptarán en lo relativo a elementos, dimensiones y características a lo especificado en los artículos 39, 40, 41, y 42 de la Ordenanza General de Seguridad e Salud y 335, 336, y 337 de la Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica.

Se precisa un recipiente con tapa para facilitar el acopio y retirada de los desperdicios y basuras que se genere durante las comidas del personal de la obra. Para el servicio de limpieza de estas instalaciones higiénicas, se responsabilizará a una persona, la cual podrá alternar este trabajo con otros propios de la obra.

2.9. Obligaciones del contratista.

2.9.1. Condiciones Técnicas.

Las condiciones técnicas de los elementos de seguridad indicados en el apartado de condiciones particulares del presente Pliego de Condiciones, serán de obligada observación por el contratista a quien se adjudique la obra, el cual deberá hacer constar que las conoce y que se compromete a ejecutar los trabajos con estricta sujeción a las mismas en la propuesta que formule y que sirva de base a la adjudicación.

2.9.2. Responsabilidad del Contratista.

El Contratista será responsable ante los Tribunales de los accidentes que, por inexperiencia, descuido y mala o nula de aplicación de la seguridad, sobrevinieran en la obra, ateniéndose en todo a las disposiciones de la Policía Urbana y leyes comunes sobre la materia.

2.10. Facultades de la dirección de seguridad de la obra:

2.10.1.- Interpretación de los documentos del estudio de Seguridad y Salud.

Las incidencias que surjan en la interpretación de los documentos del Estudio de Seguridad o posteriormente durante la ejecución de los trabajos serán resueltos por la Dirección de Seguridad, obligando dicha resolución al contratista.

Las especificaciones no descritas en este Pliego y que se encuentren en el resto de documentación que completa este Estudio se considerarán, por parte de la Contrata, como si figurasen en este Pliego de Condiciones. Caso de que en los documentos

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

escritos se reflejen conceptos que no estén incluidos en planos o viceversa, el criterio a seguir lo decidirá la Dirección de Seguridad de la Obras.

El contratista deberá consultar previamente cuantas aclaraciones estime oportunas para una correcta interpretación del estudio de Seguridad.

2.10.2. Aceptación de los elementos de seguridad.

Los elementos de seguridad que se vayan a emplear en la obra deberán ser aprobados por la Dirección de Seguridad, reservándose ésta el derecho de desechar aquéllos que no reúnan las condiciones necesarias.

2.10.3. Instalación deficiente de los elementos de seguridad.

Si a juicio de la Dirección de Seguridad hubiera partes de la obra donde las medidas de seguridad resultasen insuficientes, estuvieran en mal estado o deficientemente instaladas, el contratista tendrá la obligación de disponerlas de la forma que ordene la Dirección de Seguridad, no otorgando estas modificaciones derecho a percibir indemnización de algún género, ni eximiendo al Contratista de las responsabilidades legales con que hubiera podido incurrir por deficiente o insuficiente instalación de elementos de seguridad.

2.11. Parte de accidente, deficiencias y libro de incidencias sobre seguridad y salud.

Deberán existir en obra partes de accidente y deficiencias que recogerán como mínimo los siguientes datos:

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

- Partes de accidente: Identificación de la obra; Día, mes y año en que se ha producido el accidente; hora de producción del accidente; nombre del accidentado; oficio y categoría profesional del accidentado; domicilio del accidentado; lugar en que se produjo el accidente; causas del accidente; consecuencias aparentes del accidente; especificación sobre los posibles fallos humanos; lugar, persona y forma de producirse la primera cura; lugar del traslado para hospitalización y testigos del accidente.
- Parte de deficiencias: Identificación de la obra; fecha en que se ha producido la observación; lugar de la obra en el que se ha hecho la observación; Informe sobre la deficiencia observada; estudio sobre la mejora de la deficiencia en cuestión.
- Libro de Incidencias sobre Seguridad e Salud: Este libro que consta de hojas cuadruplicadas, se facilitará por el Colegio del responsable de Seguridad y Salud. Estará permanentemente en la obra.

Las anotaciones en este Libro se escribirán cuando tenga lugar una incidencia por:

El Ingeniero Técnico, director de Seguridad.

El Ingeniero Director de la obra.

El Ingeniero Técnico Director Técnico de la obra.

Un técnico provincial de Seguridad e Salud en el Trabajo.

2.12. Plan de seguridad y salud.

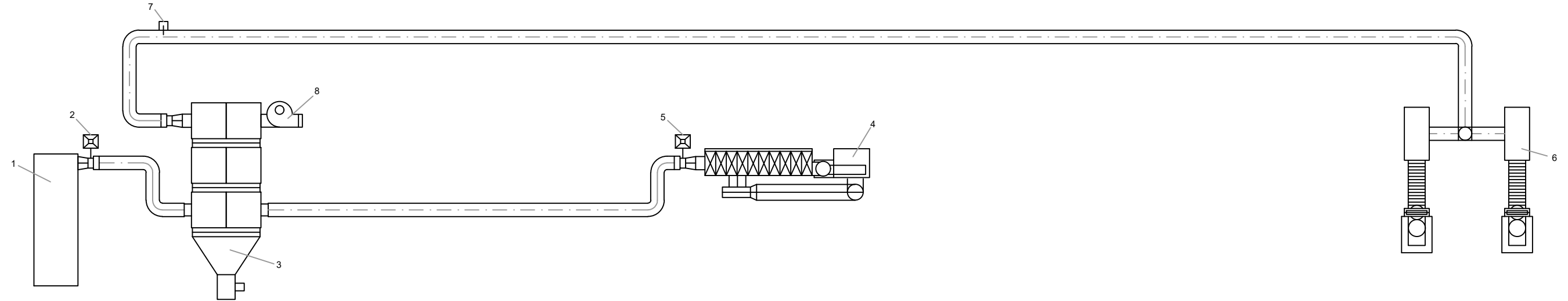
En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, el Contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este estudio básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este estudio básico.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y salud. Durante la ejecución de la obra, este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del coordinador en materia de seguridad y salud. Cuando no fuera necesaria la designación del coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas; por lo que el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los antedichos, así como de la Dirección Facultativa.

En Castellón, Noviembre de 2015

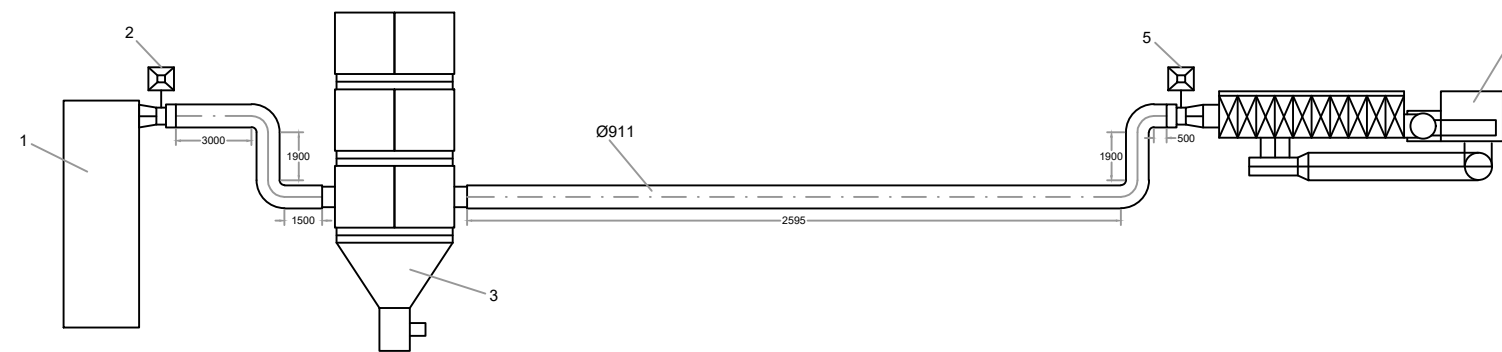
Capítulo 3: PLANOS.



- 1 - Chimenea
- 2 - Válvula electromagnética
- 3 - Intercambiador de calor
- 4 - Filtro de mangas
- 5 - Tolva dosificadora
- 6 - Secaderos
- 7 - Válvula de alivio
- 8 - Ventilador centrifugo

ALEJANDRA
MUÑOZ
GALINDO

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN DEL CALOR RESIDUAL Y DEPURACIÓN DE LOS GASES DE COMBUSTIÓN DE UN HORNO CERÁMICO.	
TRABAJO FINAL DE GRADO	ESCALA : 1/300
LOCALIDAD: CASTELLÓN	NOVIEMBRE 2015
PLANO GENERAL	1



- 1 - Chimenea
- 2 - Válvula electromagnética
- 3 - Intercambiador de calor
- 4 - Filtro de mangas
- 5 - Tolva dosificadora

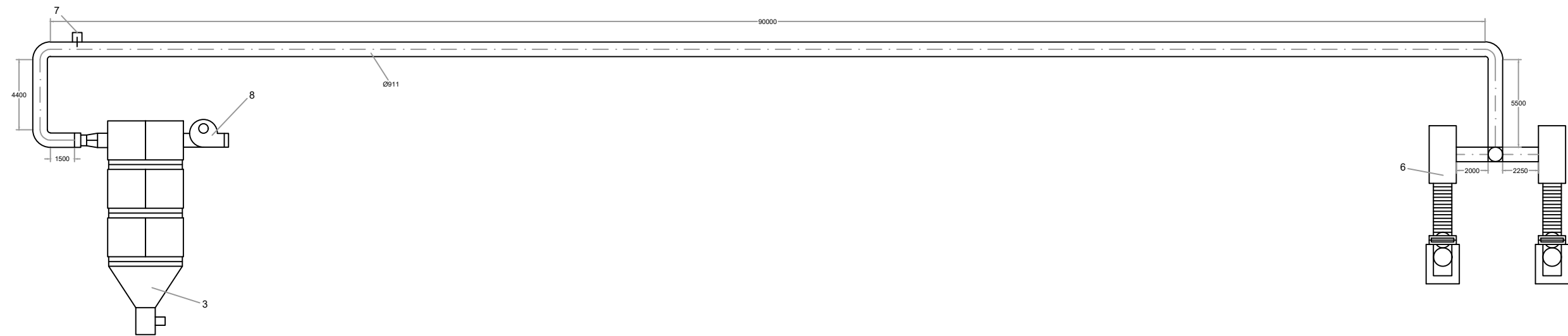
ALEJANDRA
MUÑOZ
GALINDO

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN DEL CALOR RESIDUAL Y DEPURACIÓN DE LOS GASES DE COMBUSTIÓN DE UN HORNO CERÁMICO.

TRABAJO FINAL DE GRADO ESCALA : 1/300

LOCALIDAD: CASTELLÓN NOVIEMBRE 2015

PLANO LÍNEA 1 2



- 3 - Intercambiador de calor
- 6 - Secaderos
- 7 - Válvula de alivio
- 8 - Ventilador centrífugo

ALEJANDRA
MUÑOZ
GALINDO

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN DEL CALOR RESIDUAL Y DEPURACIÓN DE LOS GASES DE COMBUSTIÓN DE UN HORNO CERÁMICO.

TRABAJO FINAL DE GRADO ESCALA : 1/300

LOCALIDAD: CASTELLÓN NOVIEMBRE 2015

PLANO LÍNEA 2 3

Capítulo 4: PLIEGO DE CONDICIONES.

I. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES, FACULTATIVAS Y ECONÓMICAS.

1. DISPOSICIONES GENERALES.....	7
1.1. DISPOSICIONES DE CARÁCTER GENERAL.....	7
1.1.1. Objeto del Pliego de Condiciones.....	7
1.1.2. Contrato de obra.....	7
1.1.3. Documentación del contrato de obra.....	7
1.1.4. Proyecto Arquitectónico.....	8
1.1.5. Reglamentación urbanística.....	9
1.1.6. Formalización del Contrato de Obra.....	9
1.1.7. Jurisdicción competente.....	10
1.1.8. Responsabilidad del Contratista.....	10
1.1.9. Accidentes de trabajo.....	10
1.1.10. Daños y perjuicios a terceros.....	11
1.1.11. Anuncios y carteles.....	12
1.1.12. Copia de documentos.....	12
1.1.13. Suministro de materiales.....	12
1.1.14. Hallazgos.....	12
1.1.15. Causas de rescisión del contrato de obra.....	13
1.1.16. Omisiones: Buena fe.....	14
1.2. DISPOSICIONES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES.....	14
1.2.1. Accesos y vallados.....	14
1.2.2. Replanteo.....	14
1.2.3. Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos.....	15
1.2.4. Orden de los trabajos.....	16
1.2.5. Facilidades para otros contratistas.....	16
1.2.6. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.....	16
1.2.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto.....	17
1.2.8. Prorroga por causa de fuerza mayor.....	17
1.2.9. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.....	18
1.2.10. Trabajos defectuosos.....	18

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

1.2.11. Vicios ocultos.....	19
1.2.12. Procedencia de materiales, aparatos y equipos.	20
1.2.13. Presentación de muestras.	20
1.2.14. Materiales, aparatos y equipos defectuosos.	20
1.2.15. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.	21
1.2.16. Limpieza de las obras.	21
1.2.17. Obras sin prescripciones explícitas.....	22
1.3. DISPOSICIONES DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS.	22
1.3.1.Consideraciones de carácter general.....	22
1.3.2. Recepción provisional.....	24
1.3.3. Documentación final de la obra.....	25
1.3.4. Medición definitiva y liquidación provisional de la obra.	25
1.3.5. Plazo de garantía.....	25
1.3.6. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.	25
1.3.7. Recepción definitiva.	26
1.3.8. Prórroga del plazo de garantía.....	26
1.3.9. Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.	26
2. DISPOSICIONES FACULTATIVAS.	27
2.1. DEFINICIÓN Y ATRIBUCIONES DE LOS AGENTES DE LA EDIFICACIÓN.	27
2.1.1. El Promotor.	27
2.1.2. El Proyectista.....	28
2.1.3. El Contratista.....	28
2.1.4. El Director de Obra.....	29
2.1.5. El Director de la Ejecución de la Obra.	29
2.1.6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la instalación.	29
2.1.7. Los suministradores de productos.	30
2.2. AGENTES QUE INTERVIENEN EN LA OBRA SEGÚN LEY 38/99	30
2.3. AGENTES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD SEGÚN R.D. 1627/97.....	30
2.4. AGENTES EN MATERIA DE GESTIÓN DE RESIDUOS SEGÚN R.D. 105/08.....	31

2.5.	LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.....	31
2.6.	VISITAS FACULTATIVAS.....	31
2.7.	OBLIGACIONES DE LOS AGENTES INTERVINIENTES.....	32
2.7.1.	El Promotor.....	32
2.7.2.	El Proyectista.....	33
2.7.3.	El Contratista.....	35
2.7.4.	El Director de Obra.....	38
2.7.5.	El Director de la Ejecución de la Obra.....	41
2.7.6.	Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la instalación. .	44
2.7.7.	Los suministradores de productos.....	45
2.7.8.	Los propietarios y los usuarios.....	45
2.8.	DOCUMENTACIÓN FINAL DE OBRA.....	45
3.	DISPOSICIONES ECONÓMICAS.....	46
3.1.	DEFINICIÓN.....	46
3.2.	CONTRATO DE OBRA.....	46
3.2.	CRITERIO GENERAL.....	48
3.3.	FIANZAS.....	48
3.3.1.	Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.....	48
3.3.2.	Devolución de las fianzas.....	49
3.3.3.	Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales...	49
3.4.	DE LOS PRECIOS.....	49
3.4.1.	Precio básico.....	49
3.4.2.	Precio unitario.....	50
3.4.3.	Presupuesto de Ejecución Material (PEM).....	52
3.4.4.	Precios contradictorios.....	53
3.4.5.	Reclamación de aumento de precios.....	53
3.4.6.	Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios.....	54
3.4.7.	De la revisión de los precios contratados.....	54
3.4.8.	Acopio de materiales.....	54
3.5.	OBRAS POR ADMINISTRACIÓN.....	54
3.6.	VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.....	55
3.6.1.	Forma y plazos de abono de las obras.....	55

3.6.2.	Relaciones valoradas y certificaciones.	56
3.6.3.	Mejora de obras libremente ejecutadas.	57
3.6.4.	Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.	57
3.6.5.	Abono de trabajos especiales no contratados.	57
3.6.6.	Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.	58
3.7.	INDEMNIZACIONES MUTUAS.	58
3.7.1.	Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras.	58
3.7.2.	Demora de los pagos por parte del Promotor.	58
3.8.	VARIOS.	59
3.8.1.	Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra.	59
3.8.2.	Unidades de obra defectuosas.	59
3.8.3.	Seguro de las obras.	60
3.8.4.	Conservación de la obra.	60
3.8.5.	Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor.	60
3.8.6.	Pago de arbitrios.	60
3.9.	RETENCIONES EN CONCEPTO DE GARANTÍA.	61
3.10.	PLAZOS DE EJECUCIÓN: PLANNING DE OBRA.	62
3.11.	LIQUIDACIÓN ECONÓMICA DE LAS OBRAS.	62
3.12.	LIQUIDACIÓN FINAL DE LA OBRA.	63

II. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.

1.	OBJETO.	64
2.	PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES.	64
2.1.	GARANTÍAS DE CALIDAD (MARCADO CE).	64
2.2.	ACEROS DE PERFILES LAMINADOS.	66
2.2.1.	Condiciones de suministro.	66
2.2.2.	Recepción y control.	67
2.2.3.	Conservación, almacenamiento y manipulación.	67
2.2.4.	Recomendaciones para su uso en obra.	68
2.3.	AISLANTE DE LANA MINERAL.	68
2.3.1.	Condiciones de suministro.	68
2.3.2.	Recepción y control.	68

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

2.3.3. Conservación, almacenamiento y manipulación.	69
2.3.4. Recomendaciones para su uso en obra.....	69
2.4. TUBOS DE ACERO.....	69
2.4.1. Condiciones de suministro.	69
2.4.2. Recepción y Control.	70
2.4.3. Conservación, almacenamiento y manipulación.	70
3. ACCESORIOS DE LA INSTALACION RECEPTORA.	70
4. NORMAS DE FUNCIONAMIENTO.	71
4.1. PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACION.	71
4.2. INSTRUCCIONES DE USO Y MEDIDAS DE SEGURIDAD DE LA INSTALACION DE GASES.	72
4.3. MANTENIMIENTO DE LAS ACOMETIDAS INTERIORES Y LINEAS DE DISTRIBUCIÓN INTERNA.....	73
4.4. MANTENIMIENTO DE LOS ARMARIOS DE REGULACION (A.R.).....	73
4.5. MANTENIMIENTO DE LA LINEAS DE GASES.	74
5. PRESCRIPCIONES EN CUANTO A LA EJEC. POR UNIDAD DE OBRA.	75
6. PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.	79

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

I. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES, FACULTATIVAS Y ECONÓMICAS.

1. DISPOSICIONES GENERALES.

1.1. DISPOSICIONES DE CARÁCTER GENERAL.

1.1.1. Objeto del Pliego de Condiciones.

La finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

1.1.2. Contrato de obra.

El presente contrato tiene por objetivo la realización del diseño de un sistema de depuración de humos y recuperación energética para los humos de una empresa azulejera ubicada en Castellón. Se recomienda la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. A tal fin, el Director de Obra ofrece la documentación necesaria para la realización del contrato de obra.

1.1.3. Documentación del contrato de obra.

Integran el contrato de obra los siguientes documentos, relacionados por orden de prelación atendiendo al valor de sus especificaciones, en el caso de posibles interpretaciones, omisiones o contradicciones:

Las condiciones fijadas en el contrato de obra

- El presente Pliego de Condiciones.
- La documentación gráfica y escrita del Proyecto: planos generales y de detalle, memorias, anejos, mediciones y presupuestos.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

En el caso de interpretación, prevalecen las especificaciones literales sobre las gráficas y las cotas sobre las medidas a escala tomadas de los planos.

1.1.4. Proyecto Arquitectónico.

El Proyecto Arquitectónico es el conjunto de documentos que definen y determinan las exigencias técnicas, funcionales y estéticas de las obras contempladas en el artículo 2 de la Ley de Ordenación de la Edificación. En él se justificará técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos sobre tecnologías específicas o instalaciones del edificio, se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación, sin que se produzca un duplicidad en la documentación ni en los honorarios a percibir por los autores de los distintos trabajos indicados.

Los documentos complementarios al Proyecto serán:

- Todos los planos o documentos de obra que, a lo largo de la misma, vaya suministrando la Dirección de Obra como interpretación, complemento o precisión.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Programa de Control de Calidad de Edificación y su Libro de Control.
- El Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras.
- El Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, elaborado por cada Contratista.
- Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.
- Licencias y otras autorizaciones administrativas.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

1.1.5. Reglamentación urbanística.

La obra a construir se ajustará a todas las limitaciones del proyecto aprobado por los organismos competentes, especialmente las que se refieren al volumen, alturas, emplazamiento y ocupación del solar, así como a todas las condiciones de reforma del proyecto que pueda exigir la Administración para ajustarlo a las Ordenanzas, a las Normas y al Planeamiento Vigente.

1.1.6. Formalización del Contrato de Obra.

Los Contratos se formalizarán, en general, mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes.

El cuerpo de estos documentos contendrá:

- La comunicación de la adjudicación.
- La copia del recibo de depósito de la fianza (en caso de que se haya exigido).
- La cláusula en la que se exprese, de forma categórica, que el Contratista se obliga al cumplimiento estricto del contrato de obra, conforme a lo previsto en este Pliego de Condiciones, junto con la Memoria y sus Anejos, el Estado de Mediciones, Presupuestos, Planos y todos los documentos que han de servir de base para la realización de las obras definidas en el presente Proyecto.

El Contratista, antes de la formalización del contrato de obra, dará también su conformidad con la firma al pie del Pliego de Condiciones, los Planos, Cuadro de Precios y Presupuesto General.

Serán a cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne el Contratista.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

1.1.7. Jurisdicción competente.

En el caso de no llegar a un acuerdo cuando surjan diferencias entre las partes, ambas quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones derivadas de su contrato a las Autoridades y Tribunales Administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese ubicada la obra.

1.1.8. Responsabilidad del Contratista.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto.

En consecuencia, quedará obligado a la demolición y reconstrucción de todas las unidades de obra con deficiencias o mal ejecutadas, sin que pueda servir de excusa el hecho de que la Dirección Facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante sus visitas de obra, ni que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

1.1.9. Accidentes de trabajo.

Es de obligado cumplimiento el Real Decreto 1627/1 997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente, inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de la construcción, conservación y mantenimiento de edificios.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Es responsabilidad del Coordinador de Seguridad y Salud, en virtud del Real Decreto 1627/97, el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista.

1.1.10. Daños y perjuicios a terceros.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las colindantes o contiguas.

Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, y de todos los daños y perjuicios que puedan ocasionarse o causarse en las operaciones de la ejecución de las obras.

Asimismo, será responsable de los daños y perjuicios directos o indirectos que se puedan ocasionar frente a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus alrededores, incluso los que se produzcan por omisión o negligencia del personal a su cargo, así como los que se deriven de los subcontratistas e industriales que intervengan en la obra.

Es de su responsabilidad mantener vigente durante la ejecución de los trabajos una póliza de seguros frente a terceros, en la modalidad de "Todo riesgo al derribo y la construcción", suscrita por una compañía aseguradora con la suficiente solvencia para la cobertura de los trabajos contratados. Dicha póliza será aportada y ratificada por el Promotor o Propiedad, no pudiendo ser cancelada mientras no se firme el Acta de Recepción Provisional de la obra.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

1.1.11. Anuncios y carteles.

Sin previa autorización del Promotor, no se podrán colocar en las obras ni en sus vallas más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y los exigidos por la policía local.

1.1.12. Copia de documentos.

El Contratista, a su costa, tiene derecho a sacar copias de los documentos integrantes del Proyecto.

1.1.13. Suministro de materiales.

Se especificará en el Contrato la responsabilidad que pueda caber al Contratista por retraso en el plazo de terminación o en plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.

1.1.14. Hallazgos.

El Promotor se reserva la posesión de las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales utilizables que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en sus terrenos o edificaciones. El Contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por parte del Director de Obra.

El Promotor abonará al Contratista el exceso de obras o gastos especiales que estos trabajos ocasionen, siempre que estén debidamente justificados y aceptados por la Dirección Facultativa.

1.1.15. Causas de rescisión del contrato de obra.

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato:

- La muerte o incapacitación del Contratista.
- La quiebra del Contratista.
- Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:
 - a. La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del Director de Obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor del 20%.
 - b. Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto origin I, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al Contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
- Que el Contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.
- El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.
- El abandono de la obra sin causas justificadas.
- La mala fe en la ejecución de la obra.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

1.1.16. Omisiones: Buena fe.

Las relaciones entre el Promotor y el Contratista, reguladas por el presente Pliego de Condiciones y la documentación complementaria, presentan la prestación de un servicio al Promotor por parte del Contratista mediante la ejecución de una obra, basándose en la BUENA FE mutua de ambas partes, que pretenden beneficiarse de esta colaboración sin ningún tipo de perjuicio. Por este motivo, las relaciones entre ambas partes y las omisiones que puedan existir en este Pliego y la documentación complementaria del proyecto y de la obra, se entenderán siempre suplidas por la BUENA FE de las partes, que las subsanarán debidamente con el fin de conseguir una adecuada CALIDAD FINAL de la obra.

1.2. DISPOSICIONES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES.

Se describen las disposiciones básicas a considerar en la ejecución de las obras relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares, así como a las recepciones de los edificios objeto del presente proyecto y sus obras anejas.

1.2.1. Accesos y vallados.

El Contratista dispondrá, por su cuenta, los accesos a la obra, el cerramiento o el vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra, pudiendo exigir el Director de Ejecución de la Obra su modificación o mejora.

1.2.2. Replanteo.

El Contratista iniciará "in situ" el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta económica.

Asimismo, someterá el replanteo a la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y, una vez éste haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la Obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el Director de Obra. Será responsabilidad del Contratista la deficiencia o la omisión de este trámite.

1.2.3. Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos.

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo especificado en el respectivo contrato, desarrollándose de manera adecuada para que dentro de los períodos parciales señalados se realicen los trabajos, de modo que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo establecido en el contrato.

Será obligación del Contratista comunicar a la Dirección Facultativa el inicio de las obras, de forma fehaciente y preferiblemente por escrito, al menos con tres días de antelación.

El Director de Obra redactará el acta de comienzo de la obra y la suscribirán en la misma obra junto con él, el día de comienzo de los trabajos, el Director de la Ejecución de la Obra, el Promotor y el Contratista.

Para la formalización del acta de comienzo de la obra, el Director de la Obra comprobará que en la obra existe copia de los siguientes documentos:

- Proyecto de Ejecución, Anejos y modificaciones.
- Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo y su acta de aprobación por parte del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de los trabajos.
- Licencia de Obra otorgada por el Ayuntamiento.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

- Aviso previo a la Autoridad laboral competente efectuado por el Promotor.
- Comunicación de apertura de centro de trabajo efectuada por el Contratista.
- Otras autorizaciones, permisos y licencias que sean preceptivas por otras administraciones.
- Libro de Órdenes y Asistencias.
- Libro de Incidencias.

La fecha del acta de comienzo de la obra marca el inicio de los plazos parciales y total de la ejecución de la obra.

1.2.4. Orden de los trabajos.

La determinación del orden de los trabajos es, generalmente, facultad del Contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de naturaleza técnica, se estime conveniente su variación por parte de la Dirección Facultativa.

1.2.5. Facilidades para otros contratistas.

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista dará todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los Subcontratistas u otros Contratistas que intervengan en la ejecución de la obra. Todo ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar por la utilización de los medios auxiliares o los suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio todos ellos se ajustarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

1.2.6. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.

Cuando se precise ampliar el Proyecto, por motivo imprevisto o por cualquier incidencia, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones de la Dirección Facultativa en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

El Contratista está obligado a realizar, con su personal y sus medios materiales, cuanto la Dirección de Ejecución de la Obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga .

1.2.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto.

El Contratista podrá requerir del Director de Obra o del Director de Ejecución de la Obra, según sus respectivos cometidos y atribuciones, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de la obra proyectada.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, croquis, órdenes e instrucciones correspondientes, se comunicarán necesariamente por escrito al Contratista, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba tanto del Director de Ejecución de la Obra, como del Director de Obra.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el Contratista en contra de las disposiciones tomadas por la Dirección Facultativa, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual le dará el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

1.2.8. Prorroga por causa de fuerza mayor.

Si, por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del Contratista, éste no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

para su cumplimiento, previo informe favorable del Director de Obra. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Director de Obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

1.2.9. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito, no se le hubiese proporcionado.

1.2.10. Trabajos defectuosos.

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo estipulado.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la instalación, el Contratista es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que puedan existir por su mala ejecución, no siendo un eximente el que la Dirección Facultativa lo haya examinado o reconocido con anterioridad, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las Certificaciones Parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Ejecución de la Obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

materiales empleados o los aparatos y equipos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o una vez finalizados con anterioridad a la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sea sustituidas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado a expensas del Contratista. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la sustitución, demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Director de Obra, quien mediará para resolverla.

1.2.11. Vicios ocultos.

El Contratista es el único responsable de los vicios ocultos y de los defectos de la construcción, durante la ejecución de las obras y el periodo de garantía, hasta los plazos prescritos después de la terminación de las obras en la vi gente L.O.E., aparte de otras responsabilidades legales o de cualquier índole que puedan derivarse.

Si el Director de Ejecución de la Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, cuando estime oportuno, realizar antes de la recepción definitiva los ensayos, destructivos o no, que considere necesarios para reconocer o diagnosticar los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Director de Obra.

El Contratista demolerá y reconstruirá posteriormente a su cargo, todas las unidades de obra mal ejecutadas, sus consecuencias, daños y perjuicios, no pudiendo eludir su responsabilidad por el hecho de que el Director de Obra y/o el Director del Ejecución de Obra lo hayan examinado o reconocido con anterioridad, o que haya sido conformada o abonada una parte o la totalidad de las obras mal ejecutadas.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

1.2.12. Procedencia de materiales, aparatos y equipos.

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales, aparatos y equipos de todas clases donde considere oportuno y conveniente para sus intereses, excepto en aquellos casos en los se preceptúe una procedencia y características específicas en el proyecto.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo , acopio y puesta en obra, el Contratista deberá presentar al Director de Ejecución de la Obra una lista completa de los materiales, aparatos y equipos que vaya a utilizar, en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

1.2.13. Presentación de muestras.

A petición del Director de Obra, el Contratista presentará las muestras de los materiales, aparatos y equipos, siempre con la antelación prevista en el calendario de obra.

1.2.14. Materiales, aparatos y equipos defectuosos.

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones no fuesen de la calidad y características técnicas prescritas en el proyecto, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales, se reconociera o demostrara que no son los adecuados para su fin, el Director de Obra, a instancias del Director de Ejecución de la Obra, dará la orden al Contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados al fin al que se destinen.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Si, a los 15 días de recibir el Contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor o Propiedad a cuenta de Contratista.

En el caso de que los materiales, aparatos, equipos o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se recibirán con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

1.2.15. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras correrán a cargo y cuenta del Contratista.

Todo ensayo que no resulte satisfactorio, no se realice por omisión del Contratista, o que no ofrezca las suficientes garantías, podrá comenzarse nuevamente o realizarse nuevos ensayos o pruebas especificadas en el proyecto, a cargo y cuenta del Contratista y con la penalización correspondiente, así como todas las obras complementarias a que pudieran dar lugar cualquiera de los supuestos anteriormente citados y que el Director de Obra considere necesarios.

1.2.16. Limpieza de las obras.

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

1.2.17. Obras sin prescripciones explícitas.

En la ejecución de trabajos que pertenecen a la construcción de las obras, y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del proyecto, el Contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las normas y prácticas de la buena construcción.

1.3.DISPOSICIONES DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS.

1.3.1. Consideraciones de carácter general.

La recepción de la obra es el acto por el cual el Contratista, una vez concluida la obra, hace entrega de la misma al Promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deber a abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el Promotor y el Contratista, haciendo constar:

- Las partes que intervienen.
- La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- El coste final de la ejecución material de la obra.
- La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.

- Las garantías que, en su caso, se exijan al Contratista para asegurar sus responsabilidades.

Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el Director de Obra y el Director de la Ejecución de la Obra.

El Promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecúa a las condiciones contractuales.

En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía será el establecidos en la L.O.E., y se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

1.3.2. Recepción provisional.

Treinta días antes de dar por finalizadas las obras, comunicará el Director de Ejecución de la Obra al Promotor o Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir el acto de la Recepción Provisional.

Ésta se realizará con la intervención de la Propiedad, del Contratista, del Director de Obra y del Director de Ejecución de la Obra. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas.

Seguidamente, los Técnicos de la Dirección extenderán el correspondiente Certificado de Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar expresamente en el Acta y se darán al Contratista las oportunas instrucciones para subsanar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con la pérdida de la fianza.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

1.3.3. Documentación final de la obra.

El Director de Ejecución de la Obra, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactará la documentación final de las obras, que se facilitará al Promotor, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente, en el caso de viviendas, con lo que se establece en los párrafos 2, 3, 4 y 5, del apartado 2 del artículo 4º del Real Decreto 515/ 1989, de 21 de Abril.

1.3.4. Medición definitiva y liquidación provisional de la obra.

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Director de Ejecución de la Obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del Contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Director de Obra con su firma, servirá para el abono por el Promotor del saldo resultante menos la cantidad retenida en concepto de fianza.

1.3.5. Plazo de garantía.

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a seis meses.

1.3.6. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo y cuenta del Contratista.

Si la instalación fuese utilizada antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones ocasionadas por el uso correrán a cargo de la Propiedad y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del Contratista.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

1.3.7. Recepción definitiva.

La recepción definitiva se realizará después de transcurrido el plazo de garantía, en igual modo y con las mismas formalidades que la provisional. A partir de esa fecha cesará la obligación del Contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de las instalaciones, y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran derivar de los vicios de construcción.

1.3.8. Prórroga del plazo de garantía.

Si, al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Director de Obra indicará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias. De no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con la pérdida de la fianza.

1.3.9. Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.

En caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo fijado, la maquinaria, instalaciones y medios auxiliares, a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa sin problema alguno.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos anteriormente. Transcurrido el plazo de garantía, se recibirán definitivamente según lo dispuesto anteriormente.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se efectuará una sola y definitiva recepción.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

2. DISPOSICIONES FACULTATIVAS.

2.1. DEFINICIÓN Y ATRIBUCIONES DE LOS AGENTES DE LA EDIFICACIÓN.

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la Ley 38/99 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.).

Se definen agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la L.O.E. y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención.

Las definiciones y funciones de los agentes que intervienen en la ejecución de la obra, considerándose:

2.1.1. El Promotor.

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la obra, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios. Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparan también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la obra.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Cuando las Administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como promotores, se regirán por la legislación de contratos de las Administraciones públicas y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la L.O.E.

2.1.2. El Projectista.

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en el apartado 2 del artículo 4 de la L.O.E., cada projectista asumirá la titularidad de su proyecto.

2.1.3. El Contratista.

Es el agente que asume, contractualmente ante el Promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra.

CABE EFECTUAR ESPECIAL MENCIÓN DE QUE LA LEY SEÑALA COMO RESPONSABLE EXPLÍCITO DE LOS VICIOS O DEFECTOS CONSTRUCTIVOS AL CONTRATISTA GENERAL DE LA OBRA, SIN PERJUICIO DEL DERECHO DE REPETICIÓN DE ÉSTE HACIA LOS SUBCONTRATISTAS.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

2.1.4. El Director de Obra.

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del Director de Obra.

2.1.5. El Director de la Ejecución de la Obra.

Es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo instalado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el Ingeniero, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estimara necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de las mismas.

2.1.6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la instalación.

Son entidades de control de calidad de la instalación aquellas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la instalación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de la obra.

2.1.7. Los suministradores de productos.

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción para la instalación.

Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

2.2. AGENTES QUE INTERVIENEN EN LA OBRA SEGÚN LEY 38/99 (L.O. E.).

La relación de agentes intervinientes se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

2.3. AGENTES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD SEGÚN R.D. 1627/97.

La relación de agentes intervinientes en materia de seguridad y salud se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

2.4. AGENTES EN MATERIA DE GESTIÓN DE RESIDUOS SEGÚN R.D. 105/08.

La relación de agentes intervinientes en materia de gestión de residuos, se encuentra en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

2.5. LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.

En correspondencia con la L.O.E., la Dirección Facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra. A la Dirección Facultativa se integrará el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores.

Representa técnicamente los intereses del promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

2.6. VISITAS FACULTATIVAS.

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la Dirección Facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerible al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra. Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

2.7.OBLIGACIONES DE LOS AGENTES INTERVINIENTES.

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la ejecución de la obra son las contenidas en los artículos 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16, del capítulo 111 de la L.O.E. y demás legislación aplicable.

2.7.1. El Promotor.

Ostentar sobre la propiedad la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al Director de Obra, al Director de la Ejecución de la Obra y al Contratista posteriores modificaciones del mismo que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado.

Elegir y contratar a los distintos agentes, con la titulación y capacitación profesional necesaria, que garanticen el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para realizar en su globalidad y llevar a buen fin el objeto de lo promovido, en los plazos estipulados y en las condiciones de calidad exigibles mediante el cumplimiento de los requisitos básicos estipulados para los edificios.

Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes que, de conformidad con la normativa aplicable.

Garantizar los daños materiales que la instalación pueda sufrir, para la adecuada protección de los intereses de los usuarios finales, en las condiciones legalmente establecidas, asumiendo la responsabilidad civil de forma personal e individualizada, tanto por actos propios como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a la legislación vigente, se deba responder.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el R.D. 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción.

El Promotor no podrá dar orden de inicio de las obras hasta que el Contratista haya redactado su Plan de Seguridad y, además, éste haya sido aprobado por el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud en fase de Ejecución de la obra, dejando constancia expresa en el Acta de Aprobación realizada al efecto.

Efectuar el denominado Aviso Previo a la autoridad laboral competente, haciendo constar los datos de la obra, redactándolo de acuerdo a lo especificado en el Anexo III del R.D.1627/97. Copia del mismo deberá exponerse en la obra de forma visible, actualizándolo si fuese necesario.

Suscribir el acta de recepción final de las obras, una vez concluidas éstas, haciendo constar la aceptación de las obras, que podrá efectuarse con o sin reservas y que deberá abarcar la totalidad de las obras o fases completas. En el caso de hacer mención expresa a reservas para la recepción, deberán mencionarse de manera detallada las deficiencias y se deberá hacer constar el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.

Entregar al adquirente y usuario inicial, en su caso, el manual de uso y mantenimiento del mismo y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

2.7.2. El Proyectista.

Redactar el proyecto por encargo del Promotor, con sujeción a la normativa técnica en vigor y conteniendo la documentación necesaria para tramitar tanto la

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

licencia de obras y demás permisos administrativos -proyecto básico- como para ser interpretada y poder ejecutar totalmente la obra, entregando al Promotor las copias autorizadas correspondientes, debidamente visadas por su colegio profesional.

Definir el concepto global del proyecto de ejecución con el nivel de detalle gráfico y escrito suficiente y calcular los elementos fundamentales de la instalación, en especial las posibles cimentaciones y estructuras. Concretar en el Proyecto el emplazamiento de cuartos de máquinas, de contadores, hornacinas, espacios asignados para subida de conductos, reservas de huecos de ventilación, alojamiento de sistemas de telecomunicación y, en general, de aquellos elementos necesarios en la instalación para facilitar las determinaciones concretas y especificaciones detalladas que son cometido de los proyectos parciales, debiendo éstos adaptarse al Proyecto de Ejecución, no pudiendo contravenirlo en modo alguno. Deberá entregarse necesariamente un ejemplar del proyecto complementario al Arquitecto antes del inicio de las obras o instalaciones correspondientes.

Acordar con el Promotor la contratación de colaboraciones parciales de otros técnicos profesionales.

Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso, que deberán ser redactados por técnicos competentes, bajo su responsabilidad y suscritos por persona física. Los proyectos parciales serán aquellos redactados por otros técnicos cuya competencia puede ser distinta e incompatible con las competencias del Ingeniero y por tanto, de exclusiva responsabilidad de éstos. Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción, excepto declinación expresa del Ingeniero y previo acuerdo con el Promotor, pudiendo exigir la compensación económica en concepto de cesión de derechos de autor y de la propiedad intelectual si se tuviera que entregar a

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

otros técnicos, igualmente competentes para realizar el trabajo, documentos o planos del proyecto por él redactado, en soporte papel o informático.

Ostentar la propiedad intelectual de su trabajo, tanto de la documentación escrita como de los cálculos de cualquier tipo, así como de los planos contenidos en la totalidad del proyecto y cualquiera de sus documentos complementarios.

2.7.3. El Contratista.

Tener la capacitación profesional o titulación que habilita para el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para actuar como constructor.

Organizar los trabajos de construcción para cumplir con los plazos previstos, de acuerdo al correspondiente Plan de Obra, efectuando las instalaciones provisionales y disponiendo de los medios auxiliares necesarios.

Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 del R.D. 1627/97 de 24 de octubre.

Adoptar todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, así como cumplir las órdenes efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en la fase de Ejecución de la obra.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Supervisar de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Examinar la documentación aportada por los técnicos redactores correspondientes, tanto del Proyecto de Ejecución como de los proyectos complementarios, así como del Estudio de Seguridad y Salud, verificando que le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitando las aclaraciones pertinentes.

Facilitar la labor de la Dirección Facultativa, suscribiendo el Acta de Replanteo, ejecutando las obras con sujeción al Proyecto de Ejecución que deberá haber examinado previamente, a la legislación aplicable, a las Instrucciones del Ingeniero Director de Obra y del Director de la Ejecución Material de la Obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

Efectuar las obras siguiendo los criterios al uso que son propios de la correcta construcción, que tiene la obligación de conocer y poner en práctica, así como de las leyes generales de los materiales o *lex artis*, aun cuando estos criterios no estuvieran específicamente reseñados en su totalidad en la documentación de proyecto. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las tareas de los subcontratistas.

Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto, procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el Ingeniero o Ingeniero técnico, Director de Ejecución Material de la Obra.

Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras, que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos constructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción facultativa del Director de la Ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la Dirección Facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido.

Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen la instalación una vez finalizada.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Poner a disposición del Arquitecto Técnico o Aparejador los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, recabando de dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias.

Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la Dirección Facultativa.

Auxiliar al Director de la Ejecución de la Obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.

Facilitar a los Arquitectos Directores de Obra, en el caso de que los hubiese, los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.

Suscribir las garantías de obra que se señalan en el Artículo 19 de la Ley de Ordenación de la Edificación y que, en función de su naturaleza, alcanzan períodos de 1 año (daños por defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 10 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad de la instalación).

2.7.4. El Director de Obra.

Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética a los agentes intervinientes en el proceso constructivo.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Detener la obra por causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Órdenes y Asistencias, dando cuenta inmediata al Promotor. Redactar las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se precisen para el adecuado desarrollo de las obras. Es facultad expresa y única la redacción de aquellas modificaciones o aclaraciones directamente relacionadas con la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno; el cálculo o recalcado del dimensionado y armado de todos y cada uno de los elementos principales y complementarios de la cimentación y de la estructura vertical y horizontal; los que afecten sustancialmente a la distribución de espacios, así como la modificación de los materiales previstos.

Asesorar al Director de la Ejecución de la Obra en aquellas aclaraciones y dudas que pudieran acontecer para el correcto desarrollo de la misma, en lo que respecta a las interpretaciones de las especificaciones de proyecto.

Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan para asegurar la correcta interpretación y ejecución del proyecto, así como impartir las soluciones aclaratorias que fueran necesarias, consignando en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas que se estimara oportunas reseñar para la correcta interpretación de lo proyectado, sin perjuicio de efectuar todas las aclaraciones y órdenes verbales que estimare oportuno.

Firmar el Acta de replanteo o de comienzo de obra y el Certificado Final de Obra, así como firmar el visto bueno de las certificaciones parciales referidas al porcentaje de obra efectuada y, en su caso y a instancias del Promotor, la supervisión de la documentación que se le presente relativa a las unidades de obra realmente ejecutadas previa a su liquidación final, todo ello con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Informar puntualmente al Promotor de aquellas modificaciones sustanciales que por razones técnicas o normativas, conllevan una variación de lo construido con respecto al proyecto básico y de ejecución y que afecten o puedan afectar al contrato suscrito entre el promotor y los destinatarios finales de la instalación.

Redactar la documentación final de obra, en lo que respecta a la documentación gráfica y escrita del proyecto ejecutado, incorporando las modificaciones efectuadas. Para ello los técnicos redactores de proyectos y/o estudios complementarios deberán obligatoriamente entregarle la documentación final en la que se haga constar el estado final de las obras y/o instalaciones por ellos redactadas, supervisadas y realmente ejecutadas, siendo responsabilidad de los firmantes la veracidad y exactitud de los documentos presentados. Al Proyecto Final de Obra se anexará el Acta de Recepción Final; la relación identificativa de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de Uso y Mantenimiento de la instalación, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Además de todas las facultades que corresponden al Arquitecto Director de Obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste. Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los Arquitectos Directores de Obra en su labor de alta dirección se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá recusar al Contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

2.7.5. El Director de la Ejecución de la Obra.

Acontece al Ingeniero. Según se establece en el Artículo 13 de la LOE y demás legislación vigente al efecto, las atribuciones competenciales y obligaciones que se señalan a continuación:

- La Dirección inmediata de la Obra.
- Verificar personalmente la recepción a pie de obra, previo a su acopio o colocación definitiva, de todos los productos y materiales suministrados necesarios para la ejecución de la obra, comprobando que se ajustan con precisión a las determinaciones del proyecto y a las normas exigibles de calidad, con la plena potestad de aceptación o rechazo de los mismos en caso de que lo considerase oportuno y por causa justificada, ordenando la realización de pruebas y ensayos que fueran necesarios.
- Dirigir la ejecución material de la obra de acuerdo con las especificaciones de la memoria y de los planos del Proyecto, así como, en su caso, con las instrucciones complementarias necesarias que recabara del Director de Obra.
- Anticiparse con la antelación suficiente a las distintas fases de la puesta en obra, requiriendo las aclaraciones al Arquitecto o Arquitectos Directores de Obra, si aplica que fueran necesarias y planificando de manera anticipada y continuada con el Contratista principal y los subcontratistas los trabajos a efectuar.
- Comprobar los replanteos, los materiales, hormigones y demás productos suministrados, exigiendo la presentación de los oportunos certificados de idoneidad de los mismos.

- Verificar la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, extendiéndose dicho cometido a todos los elementos de cimentación y estructura horizontal y vertical, con comprobación de sus especificaciones concretas de dimensionado de elementos, tipos de viguetas y adecuación a ficha técnica homologada, diámetros nominales, longitudes de anclaje y adecuados solape y doblado de barras.
- Cumplimiento de todas las normativas que son de aplicación; a dimensiones parciales y totales de elementos, a su forma y geometría específica, así como a las distancias que deben guardarse entre ellos, tanto en horizontal como en vertical.
- Verificación de la adecuada puesta en obra de fábricas y cerramientos, a su correcta y completa trabazón y, en general, a lo que atañe a la ejecución material de la totalidad de la obra y sin excepción alguna, de acuerdo a los criterios y leyes de los materiales y de la correcta construcción (*lex artis*) y a las normativas de aplicación.
- Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de la misma en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización del edificio, dando las órdenes precisas de ejecución al Contratista y, en su caso, a los subcontratistas. Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas que considerara oportuno reseñar para la correcta ejecución material de las obras.
- Supervisar posteriormente el correcto cumplimiento de las órdenes previamente efectuadas y la adecuación de lo realmente ejecutado a lo ordenado previamente.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

- Verificar el adecuado trazado de instalaciones, conductos, acometidas, redes de evacuación y su dimensionado, comprobando su idoneidad y ajuste tanto a las especificaciones del proyecto de ejecución como de los proyectos parciales, coordinando dichas actuaciones con los técnicos redactores correspondientes.
- Detener la Obra si, a su juicio, existiera causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Órdenes y Asistencias, dando cuenta inmediata a los Directores de Obra que deberán necesariamente corroborarla para su plena efectividad, y al Promotor.
- Supervisar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, respecto a lo especificado por la normativa vigente, en cuyo cometido y obligaciones tiene legalmente competencia exclusiva, programando bajo su responsabilidad y debidamente coordinado y auxiliado por el Contratista, las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias de elementos estructurales, y la eficacia de las soluciones.
- Informar con prontitud a los Directores de Obra de los resultados de los Ensayos de Control conforme se vaya teniendo conocimiento de los mismos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos.
- Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

- Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de nexo de unión entre éstos, el Contratista, los Subcontratistas y el personal de la obra.
- Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del Control de Calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones de ejecución de obra realizados bajo su supervisión.
- Suscribir conjuntamente el Certificado Final de Obra, acreditando con ello su conformidad a la correcta ejecución de las obras y a la comprobación y verificación positiva de los ensayos y pruebas realizadas.

Si se hiciera caso omiso de las órdenes efectuadas por el Ingeniero, Director de la Ejecución de las Obras, se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

2.7.6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la instalación.

Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, el director de la ejecución de las obras.

Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

2.7.7. Los suministradores de productos.

Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

2.7.8. Los propietarios y los usuarios.

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la instalación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente. Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de la instalación o de parte de la misma de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

2.8.DOCUMENTACIÓN FINAL DE OBRA.

Una vez finalizada la obra, el proyecto con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el Director de Obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento de la instalación, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, será entregada a los usuarios finales.

Los propietarios y los usuarios.

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la instalación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

3. DISPOSICIONES ECONÓMICAS.

3.1. DEFINICIÓN.

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, Promotor y Contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

3.2. CONTRATO DE OBRA.

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el Promotor y el Contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la Dirección Facultativa (Director de Obra y Director de Ejecución de

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

la Obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar en los términos pactados.

Sólo se aconseja contratar por administración aquellas partidas de obra irrelevantes y de difícil cuantificación, o cuando se desee un acabado muy esmerado.

El contrato de obra deberá prever las posibles interpretaciones y discrepancias que pudieran surgir entre las partes, así como garantizar que la Dirección Facultativa pueda, de hecho, COORDINAR, DIRIGIR y CONTROLAR la obra, por lo que es conveniente que se especifiquen y determinen con claridad, como mínimo, los siguientes puntos:

- Documentos a aportar por el Contratista.
- Condiciones de ocupación del edificio e inicio de las obras.
- Determinación de los gastos de enganches y consumos.
- Responsabilidades y obligaciones del Contratista: Legislación laboral.
- Responsabilidades y obligaciones del Promotor.
- Presupuesto del Contratista.
- Revisión de precios (en su caso).
- Forma de pago: Certificaciones.
- Retenciones en concepto de garantía (nunca menos del 5%).
- Plazos de ejecución: Planning.
- Retraso de la obra: Penalizaciones.
- Recepción de la obra: Provisional y definitiva.
- Litigio entre las partes.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Dado que este Pliego de Condiciones Económicas es complemento del contrato de obra, en caso de que no exista contrato de obra alguno entre las partes se le comunicará a la Dirección Facultativa, que pondrá a disposición de las partes el presente Pliego de Condiciones Económicas que podrá ser usado como base para la redacción del correspondiente contrato de obra.

3.2. CRITERIO GENERAL.

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.), tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

3.3.FIANZAS.

El Contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra:

3.3.1. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en nombre y representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

3.3.2. Devolución de las fianzas.

La fianza recibida será devuelta al Contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros y subcontratos.

3.3.3. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales.

Si el Promotor, con la conformidad del Director de Obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

3.4.DE LOS PRECIOS.

El objetivo principal de la elaboración del presupuesto es anticipar el coste del proceso de construir la obra. Descompondremos el presupuesto en unidades de obra, componente menor que se contrata y certifica por separado, y basándonos en esos precios, calcularemos el presupuesto.

3.4.1. Precio básico.

Es el precio por unidad (ud, m, kg , etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

3.4.2. Precio unitario.

Es el precio de una unidad de obra que obtendremos como suma de los siguientes costes:

- Costes directos: calculados como suma de los productos "precio básico x cantidad" de la mano de obra, maquinaria y materiales que intervienen en la ejecución de la unidad de obra.
- Medios auxiliares: Costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.
- Costes indirectos: aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto.

En relación a la composición de los precios, el vigente Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre) establece que la composición y el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se base en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Considera costes directos:

- La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Deben incluirse como costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos.

Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.

Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.', junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra.

Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:

- El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones.
- Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra.
- Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.
- Montaje, comprobación y puesta a punto.
- Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones.
- Maquinaria, andamiajes y medios auxiliares necesarios.

Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.

3.4.3. Presupuesto de Ejecución Material (PEM).

Es el resultado de la suma de los precios unitarios de las diferentes unidades de obra que la componen.

Se denomina Presupuesto de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas. Es decir, el coste de la obra sin incluir los gastos generales, el beneficio industrial y el impuesto sobre el valor añadido.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

3.4.4. Precios contradictorios.

Sólo se producirán precios contradictorios cuando el Promotor, por medio del Director de Obra, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista siempre estará obligado a efectuar los cambios indicados.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Director de Obra y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el contrato de obra o, en su defecto, antes de quince días hábiles desde que se le comunique fehacientemente al Director de Obra. Si subsiste la diferencia, se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato de obra. Nunca se tomará para la valoración de los correspondientes precios contradictorios la fecha de la ejecución de la unidad de obra en cuestión.

3.4.5. Reclamación de aumento de precios.

Si el Contratista, antes de la firma del contrato de obra, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

3.4.6. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios.

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres locales respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a lo previsto en el Presupuesto y en el criterio de medición en obra recogido en el Pliego.

3.4.7. De la revisión de los precios contratados.

El presupuesto presentado por el Contratista se entiende que es cerrado, por lo que no se aplicará revisión de precios.

Sólo se procederá a efectuar revisión de precios cuando haya quedado explícitamente determinado en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

3.4.8. Acopio de materiales.

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el Promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario, son de la exclusiva propiedad de éste, siendo el Contratista responsable de su guarda y conservación.

3.5.OBRAS POR ADMINISTRACIÓN.

Se denominan "Obras por administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el Promotor, bien por sí mismo, por un representante suyo o por mediación de un Contratista.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Las obras por administración se clasifican en dos modalidades:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

Según la modalidad de contratación, en el contrato de obra se regulará:

- Su liquidación.
- El abono al Contratista de las cuentas de administración delegada.
- Las normas para la adquisición de los materiales y aparatos.
- Responsabilidades del Contratista en la contratación por administración en general y, en particular, la debida al bajo rendimiento de los obreros.

3.6. VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.

3.6.1. Forma y plazos de abono de las obras.

Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre las partes que intervienen (Promotor y Contratista) que, en definitiva, es el que tiene validez.

Los pagos se efectuarán por la propiedad en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el Director de Ejecución de la Obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos.

El Director de Ejecución de la Obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las Prescripciones en cuanto a la Ejecución por unidad de obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

el período de tiempo anterior, pudiendo el Contratista presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al Director de Ejecución de la Obra con la suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el Contratista.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al Contratista, queda éste obligado a aceptar las decisiones del Promotor sobre el particular.

3.6.2. Relaciones valoradas y certificaciones.

En los plazos fijados en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista, éste último formulará una relación valorada de las obras ejecutadas durante las fechas previstas, según la medición practicada por el Director de Ejecución de la Obra.

Las certificaciones de obra serán el resultado de aplicar, a la cantidad de obra realmente ejecutada, los precios contratados de las unidades de obra. Sin embargo, los excesos de obra realizada en unidades, que sean imputables al Contratista, no serán objeto de certificación alguna.

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra, conformadas por la Dirección Facultativa. Tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la Liquidación Final, no

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

suponiendo tampoco dichas certificaciones parciales la aceptación, la aprobación, ni la recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. Si la Dirección Facultativa lo exigiera, las certificaciones se extenderán a origen.

3.6.3. Mejora de obras libremente ejecutadas.

Cuando el Contratista, incluso con la autorización del Director de Obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin solicitársela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la Dirección Facultativa, no tendrá derecho más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

3.6.4. Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada.

El abono de los trabajos presupuestados en partidaalzada se efectuará previa justificación por parte del Contratista. Para ello, el Director de Obra indicará al Contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta.

3.6.5. Abono de trabajos especiales no contratados.

Cuando fuese preciso efectuar cualquier tipo de trabajo de índole especial u ordinaria que, por no estar contratado, no sea de cuenta del Contratista, y si no se contratase con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por la Propiedad por separado y en las condiciones que se estipulen en el contrato de obra.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

3.6.6. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.

Efectuada la recepción provisional, y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, y el Director de obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el presente Pliego de Condiciones, sin estar sujetos a revisión de precios.
- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Promotor, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

3.7. INDEMNIZACIONES MUTUAS.

3.7.1. Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras.

Si, por causas imputables al Contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el Promotor podrá imponer al Contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

3.7.2. Demora de los pagos por parte del Promotor.

Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

3.8.VARIOS.

3.8.1. Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra.

Sólo se admitirán mejoras de obra, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como de los materiales y maquinaria previstos en el contrato.

Sólo se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ampliación de las contratadas como consecuencia de observar errores en las mediciones de proyecto.

En ambos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o maquinaria ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Director de Obra introduzca innovaciones que supongan una reducción en los importes de las unidades de obra contratadas.

3.8.2. Unidades de obra defectuosas.

Las obras defectuosas no se valorarán.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

3.8.3. Seguro de las obras.

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

3.8.4. Conservación de la obra.

El Contratista está obligado a conservar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

3.8.5. Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor.

No podrá el Contratista hacer uso de edificio o bienes del Promotor durante la ejecución de las obras sin el consentimiento del mismo.

Al abandonar el Contratista la instalación, tanto por buena terminación de las obras, como por resolución del contrato, está obligado a dejarlo en buen estado en el plazo que se estipule en el contrato de obra.

3.8.6. Pago de arbitrios.

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista, siempre que en el contrato de obra no se estipule lo contrario.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

3.9.RETENCIONES EN CONCEPTO DE GARANTÍA.

Del importe total de las certificaciones se descontará un porcentaje, que se retendrá en concepto de garantía. Este valor no deberá ser nunca menor del cinco por cien (5%) y responderá de los trabajos mal ejecutados y de los perjuicios que puedan ocasionarle al Promotor.

Esta retención en concepto de garantía quedará en poder del Promotor durante el tiempo designado como PERIODO DE GARANTÍA, pudiendo ser dicha retención, "en metálico" o mediante un aval bancario que garantice el importe total de la retención.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

La fianza retenida en concepto de garantía será devuelta al Contratista en el plazo estipulado en el contrato, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas atribuibles a la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros o subcontratos.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

3.10. PLAZOS DE EJECUCIÓN: PLANNING DE OBRA.

En el contrato de obra deberán figurar los plazos de ejecución y entregas, tanto totales como parciales. Además, será conveniente adjuntar al respectivo contrato un Planning de la ejecución de la obra donde figuren de forma gráfica y detallada la duración de las distintas partidas de obra que deberán conformar las partes contratantes.

3.11. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA DE LAS OBRAS.

Simultáneamente al libramiento de la última certificación, se procederá al otorgamiento del Acta de Liquidación Económica de las obras, que deberán firmar el Promotor y el Contratista. En este acto se dará por terminada la obra y se entregarán, en su caso, los manuales, los correspondientes boletines debidamente cumplimentados de acuerdo a la Normativa Vigente, así como los proyectos Técnicos y permisos de las instalaciones contratadas.

Dicha Acta de Liquidación Económica servirá de Acta de Recepción Provisional de las obras, para lo cual será conformada por el Promotor, el Contratista, el Director de Obra y el Director de Ejecución de la Obra, quedando desde dicho momento la conservación y custodia de las mismas a cargo del Promotor.

La citada recepción de las obras, provisional y definitiva, queda regulada según se describe en las Disposiciones Generales del presente Pliego.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

3.12. LIQUIDACIÓN FINAL DE LA OBRA.

Entre el Promotor y Contratista, la liquidación de la obra deberá hacerse de acuerdo con las certificaciones conformadas por la Dirección de Obra. Si la liquidación se realizara sin el visto bueno de la Dirección de Obra, ésta sólo mediará en caso de desavenencia o desacuerdo, en el recurso ante los Tribunales.

II. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.

1. OBJETO.

El objeto del presente documento es reflejar los requisitos técnicos básicos para realizar la instalación y puesta en marcha del sistema de depuración de humos y recuperación energética de los humos de los hornos de monoestrato de una empresa azulejera.

2. PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES.

2.1. GARANTÍAS DE CALIDAD (MARCADO CE).

El término producto de construcción queda definido como cualquier producto fabricado para su incorporación, con carácter permanente, a las obras de edificación e ingeniería civil que tengan incidencia sobre los siguientes requisitos esenciales:

- Resistencia mecánica y estabilidad.
- Seguridad en caso de incendio.
- Higiene, salud y medio ambiente.
- Seguridad de utilización.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico.

El marcado CE de un producto de construcción indica:

- Que éste cumple con unas determinadas especificaciones técnicas relacionadas con los requisitos esenciales contenidos en las Normas Armonizadas (EN) y en las Guías DITE (Guías para el Documento de Idoneidad Técnica Europeo).

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

- Que se ha cumplido el sistema de evaluación de la conformidad establecido por la correspondiente Decisión de la Comisión Europea.

Siendo el fabricante el responsable de su fijación y la Administración competente en materia de industria la que vele por la correcta utilización del marcado CE.

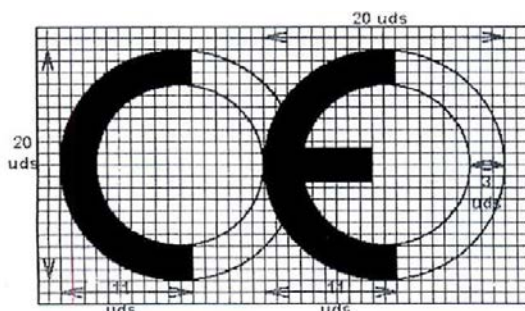
Es obligación del Director de la Ejecución de la Obra verificar si los productos que entran en la obra están afectados por el cumplimiento del sistema del mercado CE y, en caso de ser así, si se cumplen las condiciones establecidas en el Real Decreto 1 630/ 1992 por el que se transpone a nuestro ordenamiento legal la Directiva de Productos de Construcción 89/1 06/CEE.

El marcado CE se materializa mediante el símbolo "CE" acompañado de una información complementaria.

El fabricante debe cuidar de que el marcado CE figure, por orden de preferencia:

- En el producto propiamente dicho.
- En una etiqueta adherida al mismo.
- En su envase o embalaje.
- En la documentación comercial que le acompaña.

Las letras del símbolo CE se realizan según el dibujo adjunto y deben tener una dimensión vertical no inferior a 5 mm.



Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Además del símbolo CE deben estar situadas en una de las cuatro posibles localizaciones una serie de inscripciones complementarias, cuyo contenido específico se determina en las normas armonizadas y Guías DITE para cada familia de productos, entre las que se incluyen:

- El número de identificación del organismo notificado (cuando proceda).
- El nombre comercial o la marca distintiva del fabricante.
- La dirección del fabricante.
- El nombre comercial o la marca distintiva de la fábrica.
- Las dos últimas cifras del año en el que se ha estampado el marcado en el producto.
- El número del certificado CE de conformidad (cuando proceda).

2.2. ACEROS DE PERFILES LAMINADOS.

2.2.1. Condiciones de suministro.

- Los aceros se deben transportar de una manera segura, de forma que no se produzcan deformaciones permanentes y los daños superficiales sean mínimos. Los componentes deben estar protegidos contra posibles daños en los puntos de eslingado (por donde se sujetan para izarlos).
- Los componentes prefabricados que se almacenan antes del transporte o del montaje deben estar apilados por encima del terreno y sin contacto directo con éste. Debe evitarse cualquier acumulación de agua. Los componentes deben mantenerse limpios y colocados de forma que se eviten las deformaciones permanentes.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

2.2.2. Recepción y control.

- Inspecciones:

- **Para los productos planos:** salvo acuerdo en contrario, el estado de suministro de los productos planos de los tipos S235, S275 y S355 de grado J R queda a elección del fabricante. Si en el pedido se solicita inspección y ensayo, se deberá indicar:

- Tipo de inspección y ensayos (específicos o no específicos).

- El tipo de documento de la inspección.

- **Para los productos largos:** Salvo acuerdo en contrario, el estado de suministro de los productos largos de los tipos S235, S275 y S355 de grado J R queda a elección del fabricante.

- Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

2.2.3. Conservación, almacenamiento y manipulación.

Si los materiales han estado almacenados durante un largo periodo de tiempo, o de una manera tal que pudieran haber sufrido un deterioro importante, deberán ser comprobados antes de ser utilizados, para asegurarse de que siguen cumpliendo con la norma de producto correspondiente. Los productos de acero resistentes a la corrosión atmosférica pueden requerir un chorreo ligero antes de su empleo para proporcionarles una base uniforme para la exposición a la intemperie.

El material deberá almacenarse en condiciones que cumplan las instrucciones de su fabricante, cuando se disponga de éstas.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

2.2.4. Recomendaciones para su uso en obra.

El material no deberá emplearse si se ha superado la vida útil en almacén especificada por su fabricante.

2.3. AISLANTE DE LANA MINERAL.

2.3.1. Condiciones de suministro.

- Los aislantes se deben suministrar en forma de paneles enrollados o mantas, envueltos en films plásticos.
- Los paneles o mantas se agruparán formando palets para su mejor almacenamiento y transporte.
- En caso de desmontar los palets, los paquetes resultantes deben transportarse de forma que no se desplacen por la caja del transporte.
- Se procurará no aplicar pesos elevados sobre los mismos, para evitar su deterioro.

2.3.2. Recepción y control.

- Inspecciones:

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

- Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

2.3.3. Conservación, almacenamiento y manipulación.

- Conservar y almacenar preferentemente en el palet original, protegidos del sol y de la intemperie, salvo cuando esté prevista su aplicación.
- Los palets completos pueden almacenarse a la intemperie por un periodo limitado de tiempo.
- Los paneles deben almacenarse bajo cubierto, sobre superficies planas y limpias.
- Siempre que se manipule el panel de lana de roca se hará con guantes.
- Bajo ningún concepto debe emplearse para cortar el producto maquinaria que pueda diseminar polvo, ya que éste produce irritación de garganta y de ojos.

2.3.4. Recomendaciones para su uso en obra.

- En aislantes utilizados en cubiertas, se recomienda evitar su aplicación cuando las condiciones climatológicas sean adversas, en particular cuando esté nevando o haya nieve o hielo sobre la cubierta, cuando llueva o la cubierta esté mojada, o cuando sople viento fuerte.
- Los productos deben colocarse siempre secos.

2.4. TUBOS DE ACERO.

2.4.1. Condiciones de suministro.

- Los tubos se deben suministrar protegidos, de manera que no se alteren sus características.

2.4.2. Recepción y Control.

- Inspecciones:

Este material debe estar marcado periódicamente a lo largo de una generatriz, de forma indeleble, con:

- La marca del fabricante.
- Los caracteres correspondientes a la designación normalizada.

- Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

2.4.3. Conservación, almacenamiento y manipulación.

- El almacenamiento se realizará en lugares protegidos de impactos y de la humedad. Se colocarán paralelos y en posición horizontal sobre superficies planas.
- El tubo se debe cortar perpendicularmente al eje del tubo y quedar limpio de rebabas.

3. ACCESORIOS DE LA INSTALACION RECEPTORA.

- **LLAVES:** Deberán estar en concordancia con la norma UNE 19679. Si son de obturador cónico con las normas UNE 19680 y U N E 19681 , y si son de obturador esférico con las normas U N E 60780-87. Deberán ser bloqueables y precintables, para lo cual dispondrán de perforaciones en sus mandos. Serán accesibles en todo momento y quedarán fijas a la pared o a un soporte adecuado.
- **ABRAZADERAS:** Serán metálicas con apriete por tornillo de acero galvanizado o acero negro. En el segundo caso deberán estar protegidas

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

contra la corrosión con un recubrimiento especial o imprimación adecuada.

- **DILATACIONES:** No existirán problemas con la dilatación de tuberías al no haber tramos expuestos al sol, y existir cambios de dirección que permitan las deformaciones.

4. NORMAS DE FUNCIONAMIENTO.

4.1.PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACION.

- Antes de la puesta en servicio de la instalación se procederá al secado y limpieza interior de la tubería y elementos. El regulador de M.P.A. se dejará ajustado para que suministre gas a 500 mm.c.a la seguridad máxima incorporada e n el regulador se tarará a 550 mm.c.a.
- Se comprobará que el regulador es estanco a caudal nulo y la seguridad de máxima (VIS) una vez disparada, también lo es.
- La seguridad por falta de presión en la instalación estará asegurada en el conjunto de la instalación de línea del quemador.
- La apertura de la llave general de acometida de gas natural de la Compañía Distribuidora sólo podrá efectuarla la persona delegada por la misma.
- Cuando se llenen de gas las canalizaciones se hará de manera que se evite la formación de mezcla aire-gas comprendida entre los límites de inflamabilidad del gas. Para ello, la introducción del gas se hará a velocidad moderada y continuada para reducir el riesgo de mezcla inflamable en la zona de contacto o bien se separarán ambos fluidos con un tapón de gas inerte o un pistón de purga.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

- Al realizar el purgado se cuidará de no dañar ningún elemento.

4.2. INSTRUCCIONES DE USO Y MEDIDAS DE SEGURIDAD DE LA INSTALACION DE GASES.

Una vez la instalación está en marcha y con objeto de conseguir una correcta utilización y una seguridad adecuada, se deben tener en cuenta una serie de recomendaciones, así como de hacer un buen mantenimiento de la instalación. Entre estas recomendaciones se puede citar:

- En todas las actividades con instalaciones de gas debe haber personal responsable directamente encargado de éstas.
- Deberá ponerse especial atención en seguir las instrucciones indicadas en los manuales de utilización y mantenimiento de los diferentes equipos. Se colocarán en las proximidades de los diferentes equipos unas placas con instrucciones concretas.
- Las diferentes válvulas de seccionamiento serán fácilmente accesibles con objeto de poder cortar el suministro ante cualquier emergencia.
- Se debe comprobar periódicamente la operabilidad de las válvulas, girándolas 1/8 de vuelta cuando estén abiertas y volviéndolas rápidamente a su posición original. Igualmente se debe realizar la inyección de engrase lubricante y sellado según las especificaciones de las válvulas instaladas.
- Al manipular la instalación deben utilizarse herramientas antichispas.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

4.3. MANTENIMIENTO DE LAS ACOMETIDAS INTERIORES Y LINEAS DE DISTRIBUCIÓN INTERNA.

Se debe realizar una inspección visual para controlar que no existan corrosiones, en caso de existir se debe de sanear la tubería y proceder a repintarla. Para el control de estanqueidad se debe de utilizar agua jabonosa en las juntas de válvulas, accesorios, etc.

Con periodicidad de 4 años debe realizarse una prueba de estanqueidad comprobando los resultados de la misma mediante manotermógrafo.

No deben utilizarse las tuberías como puntos de apoyo de ningún elemento.

4.4. MANTENIMIENTO DE LOS ARMARIOS DE REGULACION (A.R.).

A fin de asegurar el perfecto funcionamiento del A.R. será necesario efectuar las siguientes operaciones de mantenimiento y control una vez al año:

- Efectuar una inspección visual del A.R. para constatar el perfecto estado de conservación y limpieza de la arqueta (si existe), armario y elementos del conjunto, efectuando la debida limpieza en caso necesario.
- Comprobar que la presión de salida del regulador sólo oscile +/- 15 mm.c.a alrededor de la presión de salida, sea cual fuere la variación del caudal y de la presión del gas a la entrada del regulador. Cuando el caudal de alimentación esté entre los límites de no consumo (caudal = 0 m³/h) y 0'5% del caudal nominal, la presión del flujo de gas a la salida del regulador no podrá aumentar más de 30 mm.c.a. de la presión nominal de salida.
- Comprobar la presión de entrada.
- Cerrar las posibles llaves del ramal, comprobando su maniobrabilidad.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

- Desmontar el conjunto de regulación, realizando las operaciones siguientes:

A) Limpieza del filtro.

B) Comprobación de que el seguro de cierre por máxima presión a la salida del regulador dispara al doble de la presión nominal indicada.

Montar de nuevo el conjunto de regulación, poniendo de nuevo en servicio la instalación y comprobando que las presiones de entrada y salida sean las correctas y que el conjunto de todos los elementos y juntas son estancos.

4.5. MANTENIMIENTO DE LA LINEAS DE GASES.

- Inspeccionar ocularmente el estado de todas las tuberías y aparatos, caso de existir corrosiones se deben sanear y proceder al repintado.
- Debe realizarse con una periodicidad de cuatro años una prueba de estanqueidad y con una frecuencia mayor comprobar las juntas y conexiones de aparatos con agua jabonosa.
- Limpiar periódicamente los filtros, aprovechando los momentos en que los aparatos no estén funcionando.
- Vigilar las presiones delante de los reguladores para comprobar que los mismos funcionan correctamente.
- En caso de avería de los reguladores, electroválvulas de seguridad se debe avisar al encargado del mantenimiento de la instalación.

5. PRESCRIPCIONES EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDAD DE OBRA.

Las prescripciones para la ejecución de cada una de las diferentes unidades de obra se organizan en los siguientes apartados:

- Medidas para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos que componen la unidad de obra: se especifican, en caso de que existan, las posibles incompatibilidades, tanto físicas como químicas, entre los diversos componentes que componen la unidad de obra, o entre el soporte y los componentes.
- Características técnicas: se describe la unidad de obra, detallando de manera pormenorizada los elementos que la componen, con la nomenclatura específica correcta de cada uno de ellos, de acuerdo a los criterios que marca la propia normativa.
- Normativa de aplicación: se especifican las normas que afectan a la realización de la unidad de obra.
- Criterio de medición en proyecto: indica cómo se ha medido la unidad de obra en la fase de redacción del proyecto, medición que luego será comprobada en obra.
- Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra: Antes de iniciarse los trabajos de ejecución de cada una de las unidades de obra, el Director de la Ejecución de la Obra habrá recepcionado los materiales y los certificados acreditativos exigibles, en base a lo establecido en la documentación pertinente por el técnico redactor del proyecto. Será preceptiva la aceptación previa por parte del Director de la Ejecución de la Obra de todos los

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

materiales que constituyen la unidad de obra. Así mismo, se realizarán una serie de comprobaciones previas sobre las condiciones del soporte, las condiciones ambientales del entorno, y la cualificación de la mano de obra, en su caso.

- Del soporte: se establecen una serie de requisitos previos sobre el estado de las unidades de obra realizadas previamente, que pueden servir de soporte a la nueva unidad de obra.
- Ambientales: En determinadas condiciones climáticas (viento, lluvia, humedad, etc.) no podrán iniciarse los trabajos de ejecución de la unidad de obra, o será necesario adoptar una serie de medidas protectoras.
- Del contratista: En algunos casos, será necesaria la presentación al Director de la Ejecución de la Obra de una serie de documentos por parte del Contratista, que acrediten su cualificación para realizar cierto tipo de trabajos.
- Proceso de ejecución: En este apartado se desarrolla el proceso de ejecución de cada unidad de obra, asegurando en cada momento las condiciones que permitan conseguir el nivel de calidad previsto para cada elemento constructivo en particular.
- Fases de ejecución: Se enumeran, por orden de ejecución, las fases de las que consta el proceso de ejecución de la unidad de obra.
- Condiciones de terminación: se hace referencia a las condiciones en las que debe finalizarse cada unidad de obra, una vez aceptada, para que no interfiera negativamente en el proceso de ejecución del resto de unidades y quede garantizado su buen funcionamiento.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Una vez terminados los trabajos correspondientes a la ejecución de cada unidad de obra, el Contratista retirará los medios auxiliares y procederá a la limpieza del elemento realizado y de las zonas de trabajo, recogiendo los restos de materiales y demás residuos originados por las operaciones realizadas para ejecutar la unidad de obra, siendo todos ellos clasificados, cargados y transportados a centro de reciclaje, vertedero específico o centro de acogida o transferencia.

- Conservación y mantenimiento: En algunas unidades de obra se establecen las condiciones en que deben protegerse para la correcta conservación y mantenimiento en obra, hasta su recepción final.
- Comprobación en obra de las mediciones efectuadas en proyecto y abono de las mismas: Indica cómo se comprobarán en obra las mediciones de Proyecto, una vez superados todos los controles de calidad y obtenida la aceptación final por parte del Director de Ejecución de la Obra.

La medición del número de unidades de obra que ha de abonarse se realizará, en su caso, de acuerdo con las normas que establece este capítulo, tendrá lugar en presencia y con intervención del Contratista, entendiéndose que éste renuncia a tal derecho si, avisado oportunamente, no compareciese a tiempo. En tal caso, será válido el resultado que el Director de Ejecución de la Obra consigne.

Todas las unidades de obra se abonarán a los precios establecidos en el Presupuesto.

Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo al presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

Estas unidades comprenden el suministro, cánones, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria, medios auxiliares, mano de obra necesaria para su ejecución y costes indirectos derivados de estos conceptos, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para la ejecución de la obra, tales como indemnizaciones por daños a terceros u ocupaciones temporales y costos de obtención de los permisos necesarios, así como de las operaciones necesarias para la reposición de servidumbres y servicios públicos o privados afectados tanto por el proceso de ejecución de las obras como por las instalaciones auxiliares.

Igualmente, aquellos conceptos que se especifican en la definición de cada unidad de obra, las operaciones descritas en el proceso de ejecución, los ensayos y pruebas de servicio y puesta en funcionamiento, inspecciones, permisos, boletines, licencias, tasas o similares.

No será de abono al Contratista mayor volumen de cualquier tipo de obra que el definido en los planos o en las modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa. Tampoco le será abonado, en su caso, el coste de la restitución de la obra a sus dimensiones correctas, ni la obra que hubiese tenido que realizar por orden de la Dirección Facultativa para subsanar cualquier defecto de ejecución.

- Terminología aplicada en el criterio de medición: A continuación, se detalla el significado de algunos de los términos utilizados en los diferentes capítulos de obra.
- Estructuras: Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de los elementos estructurales hubieran quedado con mayores dimensiones.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

- Estructuras metálicas: Peso nominal medido. Serán los kg que resulten de aplicar a los elementos estructurales metálicos los pesos nominales que, según dimensiones y tipo de acero, figuren en tablas.
- Instalaciones: Longitud realmente ejecutada. Medición según desarrollo longitudinal resultante, considerando, en su caso, los tramos ocupados por piezas especiales.

6. PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

El almacenamiento, el manejo, la separación y el resto de las operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición, cumplirán las prescripciones particulares que a continuación se exponen.

El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos valorizables como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión.

Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de al menos 15

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social.
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información deberá quedar también reflejada, a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de residuo.

Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales y los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico.

El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Los restos derivados del lavado de las canaletas de las cubas de suministro de hormigón prefabricado serán considerados como residuos y gestionados como les corresponde, atendiendo a la Lista Europea de Residuos LER 170101 "Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados)".

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación.

Los residuos que contengan amianto cumplirán los preceptos dictados por el Real Decreto 108/1991, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, Art. 7., así como la legislación laboral de aplicación. Para determinar la condición de residuos peligrosos o no peligrosos, se seguirá el proceso indicado en la Orden MAM/304/2002, Anexo 11. Lista de Residuos. Punto 17 06 05* (6).

Capítulo 5: PRESUPUESTO.

ÍNDICE.

1. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR MATERIAL: P.E.M.	3
1.1. Partidas presupuestarias.....	3
1.2. Cálculo del P.E.M.	6
2. CÁLCULO DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA PARCIAL: PEC_{parcial}	7
2.1. Cálculo de los Gastos Generales sujetos a imprevistos.	7
2.2. Cálculo del Beneficio Industrial.	8
2.3. Cálculo del PEC parcial.....	9
3. CÁLCULO DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA: PEC.	10
4. CÁLCULO DE LA INVERSIÓN INICIAL.....	11

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico

I. PRESUPUESTO.

1. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR MATERIAL: P.E.M.

1.1. Partidas presupuestarias.

A continuación se detallan las partidas presupuestarias para el presente proyecto. Éste se divide en cinco partidas: Conducciones, sistema de depuración, sistema de recuperación, mantenimiento y formación y Dirección de Obra. Los precios unitarios y los presupuestos por ejecución de material se recogen a continuación:

Partida 1. Conducciones				
Elemento	Unidad	Cantidad	p.v. ud. (€)	Totales (€)
Tubo de acero C 35_8. Espesor 25 mm. D = 711 mm. Incluye todas abrazaderas de conexión y mano de obra.	m	147,75	32,9	4.861
Rollo de Filtro de lana de roca. Dimensiones: 6000x1000x50	Ud.	55	37,4	2.059
Chapa aluminio espesor 0,8mm	m ²	170	13,5	2.300
Codos de 90° STD DN 711mm	Ud	8	93,1	745
Mano de obra instalación aislante	h	220	9,4	2.059
TOTALES:				<u>12.024</u>

Tabla 1.1. Presupuesto de ejecución por material para la partida 1.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico

Partida 2. Sistema de depuración de los gases.				
Elemento	Unidad	Cantidad	p.v. ud. (€)	Totales (€)
Filtro de mangas Mod. FRH. 80 mangas NOMEX con sistema de limpieza aire a presión.	Ud.	1	44.471	44.471
Junta antivibratoria.	Ud.	1	95,21	95
Sinfín rotativo externo.	Ud.	1	1.434,73	1.435
Ventilador centrífugo. Potencia instalada 75 KW.	Ud.	1	11.134,54	11.134
Motor eléctrico asíncronotrifásico 75 KW.	Ud.	1	632,83	633
Inverter a motor del ventilador con filtros de inductancia magnética.	Ud.	1	32,08	32
Válvula automática cilindro de cierre de mariposa.	Ud.	4	108,27	433
Válvula de toma de aire falso y BY PASS.	Ud.	1	809,36	809
Instrumento de registro de la diferencia de presión.	Ud.	1	341,52	342
Chimenea autosostenida de descarga de humo. Chapa FE 360	Ud.	1	511,28	511
Silenciador cilíndrico en chapa negra	Ud.	1	2.008,36	2.008
Inyección reactiva con tolva y microdosificador	Ud.	1	250,63	251
Cabina de insonorización del ventilador de aspiración de humos.	Ud.	1	423,73	424
Cuadro eléctrico con inverter.	Ud.	1	8.287,42	8.287
Conexiones neumáticas y electrónicas.	Ud.	1	6.724,84	6.724
Conexión eléctrica y puesta en marcha por personal cualificado.	Ud.	1	28.729,93	28.729
TOTALES				<u>106.321</u>

Tabla 1.2. Presupuesto de ejecución por material para la partida 2.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico

Partida 3. Sistema de recuperación de los gases.				
Elemento	Unidad	Cantidad	p.v.p ud. (€)	Totales (€)
Intercambiador de calor Mod. FP-60-6/10/16/25. De placas con sistema de autolimpieza y bocas de entrada y salida de los gases .	Ud.	1	21.843,35	21.843
Ventilador centrífugo Potencia instalada 22 KW.	Ud.	1	3.838,00	3.838
Inverter a motor del ventilador con filtros de inductancia magnética 20 KW.	Ud.	1	30,08	30
Válvula automática cilindro de cierre de mariposa.	Ud.	1	183,79	184
Válvulas de cierre rápido dotadas de cojinete con sector de regulación.	Ud.	4	164,24	657
Aislamiento lana de roca para el intercambiador en placas de espesor 8 cm. En paquetes 2,88 m2/paquete.	m ²	26	13,09	340
Aislamiento de las conexiones de entrada y salida.	Ud.	1	989,9	990
Cuadro eléctrico de gestión del sistema de recuperación.	Ud.	1	2.693,41	2.693
Programa de contabilidad energética con instrumentos de medida y transmisión al PLC.	Ud.	1	13.623	13.623
Conexiones neumáticas y electrónicas. Material necesario y mano de obra.	Ud.	1	457.502,79	457.503
Puesta en marcha por personal cualificado.	Ud.	1	18.482,27	18.482
TOTALES:				<u>520.183</u>

Tabla 1.3. Presupuesto de ejecución por material para la partida 3.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico

Partida 4. Mantenimiento y formación.				
Elemento	Unidad	Cantidad	p.v.p ud. (€)	Totales (€)
Mantenimiento y seguimiento del ingeniero durante el primer mes y dos visitas anuales.	Ud.	1	3.500	3.500
Formación del personal en el manejo del sistema de intercambio.	h.	25	20	500
Formación del personal en actuaciones en caso de alarmas.	h.	10	15	150
TOTALES:				<u>4.150</u>

Tabla 1.4. Presupuesto de ejecución por material para la partida 4.

Partida 5. Ingeniería y dirección de obra				
Elemento	Unidad	Cantidad	p.v.p ud. (€)	Totales (€)
Ingeniería.	Ud.	1	4.000	4.000
Dirección de obra.	Ud.	1	10.000	10.000
TOTALES				14.000

Tabla 1.5. Presupuesto de ejecución por material para la partida 5.

1.2.Cálculo del P.E.M.

En la tabla 1.6 se recogen los totales de cada una de las partidas. La suma de los importes proporciona el presupuesto por ejecución de material del proyecto.

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (€)
1	Conducciones	12.024
2	Sistema de depuración de los gases.	106.321
3	Sistema de recuperación de los gases.	520.183
4	Mantenimiento y formación	4.150
5	Ingeniería y dirección de obra	14.000
P.E.M.		656.678

Tabla 1.6. Presupuesto de Ejecución por Material.

2. CÁLCULO DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA PARCIAL: $PEC_{parcial}$.

Se estimará el Presupuesto de Ejecución por Contrata Parcial considerando los Gastos Generales sujetos a imprevistos, que se estiman en un 10% del PEM; y los beneficios industriales estimados en un 6% del PEM.

$$PEC_{parcial} = 1,1 \cdot PEM + 0,06 \cdot PEM \quad Ec. 2.1.$$

2.1.Cálculo de los Gastos Generales sujetos a imprevistos.

En la tabla 2.1 se recogen los Gastos Generales sujetos a imprevistos, que incrementan las partidas en un 10% en su total.

$$G. G = 1,1 \cdot PEM \quad Ec. 2.2.$$

Instalación para la recuperación del calor residual y depuración de los gases de combustión de un horno cerámico

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (€)	Totales con GG (€)
1	Conducciones	12.024	13.227
2	Sistema de depuración de los gases.	106.321	116.953
3	Sistema de recuperación de los gases.	520.183	572.201
4	Mantenimiento y formación	4.150	No aplica
5	Ingeniería y dirección de obra	14.000	No aplica
TOTALES			702.381

Tabla 2.1. Gastos generales sujetos a imprevistos.

2.2.Cálculo del Beneficio Industrial.

En la tabla 2.2 se recogen los Beneficios Industriales para cada partida. Dicho beneficio se estima en un 6% sobre el importe del material necesario para la instalación.

$$B.I. = 0,06 \cdot PEM \quad Ec. 2.3.$$

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (€)	B.I.
1	Conducciones	12.024	598
2	Sistema de depuración de los gases.	106.321	6.379
3	Sistema de recuperación de los gases.	520.183	30.102
4	Mantenimiento y formación	4.150	No aplica
5	Ingeniería y dirección de obra	14.000	No aplica
TOTALES			37.079

Tabla 2.2. Beneficio industrial para cada una de las partidas.

2.3.Cálculo del PEC parcial.

Recuperando la ecuación 2.1:

$$PEC_{parcial} = 1,1 \cdot PEM + 0,06 \cdot PEM \quad Ec. 2.1.$$

Los datos obtenidos se recogen en la tabla 2.3.

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	Totales con G.G. (€)	B.I. (€)	PEC parcial(€)
1	Conducciones	13.227	598	13.824
2	Sistema de depuración de los gases.	116.953	6.379	123.332
3	Sistema de recuperación de los gases.	572.201	30.102	602.303
4	Mantenimiento y formación	No aplica	No aplica	3.430
5	Ingeniería y dirección de obra	No aplica	No aplica	11.570
TOTALES				754.460

Tabla 2.3. Presupuesto de Ejecución por Contrata Parcial para cada una de las partidas.

$PEC_{parcial} = 754.560 \text{ (€)}$

3. CÁLCULO DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA: PEC.

El Presupuesto de Ejecución de Contrata incluye el Impuesto de Valor Añadido, que se establece en un 21% para éste tipo de instalaciones.

Se calcula mediante la ecuación 3.1.

$$PEC = (1 + 0,21) \cdot PEC \text{ parcial} \quad \text{Ec. 3.1}$$

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 3.1.

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	PEC_{parcial} (€)	PEC (€)
1	Conducciones	13.825	16.728
2	Sistema de depuración de los gases.	123.528	149.469
3	Sistema de recuperación de los gases.	602.304	728.787
4	Mantenimiento y formación	3.430	4.150
5	Ingeniería y dirección de obra	11.570	14.000
TOTALES			913.134

Tabla 3.1. Presupuesto de Ejecución por Contrata para cada una de las partidas.

PEC = 913.134 €

4. CÁLCULO DE LA INVERSIÓN INICIAL.

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a un total de **913.134 €**.

Dicha cantidad coincide con la Inversión inicial a realizar en la instalación, sin considerar subvenciones ni ahorros. (Ver 6.3. Análisis de viabilidad económica).

$$I_0 = PEC = 913.134 \text{ €}.$$