



### **3. UTILIDAD DEL HORNO PIROLÍTICO ESTÁTICO KALFRISA K.T-8.000-S**

La Fábrica Nacional de Moneda y Timbre, en su Fábrica de Papel de Burgos, dedica su producción a la elaboración de papel de seguridad.

La función principal del horno pirolítico es sustituir el horno actual para la eliminación de los residuos generados en la citada fábrica y los residuos varios asimilables a municipales procedentes de Organismos Oficiales.

Entre el residuo a eliminar destacamos:

- Bobinas de papel.
- Fardos de papel.
- Recortes.
- Algodón.
- Papel Oficial del Estado.

El proceso de eliminación consiste básicamente en la pirólisis de los residuos de papel, en una atmósfera pobre en Oxígeno, mediante el aporte de calor de los quemadores auxiliares de funcionamiento a gas Natural.

Una postcombustión de los gases generados en la pirólisis eleva la temperatura de los mismos hasta 850 °C durante un tiempo de 2 segundos.

Con el horno pirolítico K.T-8.000-S se logran unas emisiones a la atmósfera totalmente transparentes y exentas de olores, resultando además unas cenizas totalmente asépticas que pueden ser manipuladas sin ningún riesgo.



#### **4. CARACTERÍSTICAS GENERALES**

|                                       |                         |
|---------------------------------------|-------------------------|
| <b>Fabricante:</b>                    | <b>KALFRISA, S.A.</b>   |
| <b>Modelo:</b>                        | <b>K.T-8.000-S</b>      |
| <b>Año de fabricación:</b>            | <b>2.002</b>            |
| <b>Combustible:</b>                   | <b>Gas Natural</b>      |
| <b>Capacidad de pirólisis:</b>        | <b>350 Kg/h.</b>        |
| <b>P.C.I. del residuo:</b>            | <b>3.300 Kcal/kg.</b>   |
| <b>Potencia eléctrica instalada:</b>  | <b>15 KW</b>            |
| <b>Potencia calorífica instalada:</b> | <b>2.225.000 Kcal/h</b> |



## **5. DESCRIPCIÓN DEL HORNO PIROLÍTICO K.T-8.000-S**

### **5.1. Descripción general**

Los Hornos Pirolíticos Estáticos de la serie K.T han sido desarrollados para lograr la destrucción rápida y eficaz de residuos industriales y otros asimilables a urbanos, en condiciones de máxima higiene, respetándose en todo momento lo dispuesto en la normativa medioambiental en vigor.

Los Hornos Pirolíticos de la serie K.T construidos por KALFRISA, S.A. están compuestos por:

- Una cámara de pirólisis.
- Un reactor térmico.
- Una chimenea.

En la cámara tiene lugar la pirólisis del residuo debido al calor aportado por los quemadores y a la inyección de la cantidad de aire para lograr la combustión de los restos.

Los gases formados en la pirólisis son combustibles y tienen un poder calorífico elevado. Estos son conducidos al reactor térmico donde se mezclan con la cantidad de aire necesaria para lograr su oxidación total. La mezcla se realiza en condiciones de alta turbulencia para mejorar el rendimiento de la reacción.

El calor necesario para la oxidación total en el postcombustor es aportado por un quemador que garantiza una temperatura de postcombustión regulable entre 850 y 1.000 °C. Los gases, totalmente oxidados, abandonan el reactor térmico por la chimenea.

Las emisiones a la atmósfera son totalmente transparentes, estando exentas de olores.

La configuración de todos los elementos del horno y la distribución óptima de presiones impiden que las cenizas y el polvo sean arrastrados por los gases.



## **5.2. Cámara de pirólisis**

La cámara de pirólisis del horno modelo KT-8000-S está formada por un prisma de chapa de acero al carbono de gran espesor, con una puerta frontal de apertura manual (opcionalmente puede suministrarse una puerta de accionamiento hidráulico).

Interiormente, está revestida con dos capas de material resistente al calor.

El material en contacto con el residuo es hormigón refractario Sílico-Alumínico en masa. Las especiales características de este material le confieren una alta resistencia al calor y a la fatiga térmica.

Entre el hormigón refractario y la chapa de acero se coloca una capa de aislante térmico de Silicato Cálcico.

KALFRISA, S.A. realiza el refractariado con hormigón en masa, siendo preferible este tipo de ejecución al de ladrillos refractarios, ya que resulta más compacto y más resistente a las dilataciones y contracciones debidas a los cambios de temperatura.

## **5.3. Reactor térmico**

La oxidación de los gases producidos en la cámara de pirólisis se lleva a cabo en el reactor térmico, unido a la cámara por una de las bases y que está rematado por la chimenea de evacuación de los gases.

El reactor tiene forma cilíndrica y un volumen útil garantizado superior a  $8,25 \text{ m}^3$ , para garantizar una permanencia de los gases superior a dos segundos (de acuerdo a la Directiva 89/369/CE y R.D. 1088/92).

Está construido en chapa de acero al carbono y revestido interiormente con hormigón refractario de alta resistencia y una capa de hormigón hidráulico aislante.



El aire necesario para la oxidación total de los gases se introduce en el reactor por medio de dos coronas de inyectores tangenciales, que a su vez provocan el régimen turbulento adecuado para que se produzca la oxidación.

En el modelo KT-8000-S este aire es suministrado a la presión oportuna por un electroventilador. Un conjunto de válvulas manuales permite la regulación conveniente del caudal.

Un quemador de tipo industrial proporciona el calor necesario para que la oxidación se lleve a cabo a la temperatura prevista (850 - 1.000 °C).

Los gases oxidados, son totalmente transparentes y están exentos de olores.

#### **5.4. Chimenea**

Colocada a continuación del reactor térmico. Su función es evacuar los gases depurados térmicamente.

Está realizada en chapa de acero al carbono, revestida interiormente de hormigón refractario en masa, que proporciona una excelente resistencia térmica y mecánica. La altura de la misma es de 15 metros y su diámetro útil de 850 mm., lo que posibilita una velocidad de salida de los gases de 8 m/seg.

Incorpora tubuladuras normalizadas de medición de emisiones, así como una plataforma de acceso dotada de escaleras.



### 5.5. Quemadores de cámara de pirólisis

En la cámara de pirólisis se han instalado dos quemadores marca JOANNES, modelo G 50/2 GAS, para funcionamiento con gas natural:

|                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| Marca:             | JOANNES                  |
| Modelo:            | G 50/2 GAS               |
| Potencia mínima:   | 124.600 Kcal/h. (145 KW) |
| Potencia máxima:   | 500.500 Kcal/h. (582 KW) |
| Regulación:        | 2 llamas                 |
| Consumo eléctrico: | 1,1 KW                   |

Incorpora:

- Un Ventilador de aire de combustión.
- Dos Electroválvulas principales de gas.
- Un Dispositivo de verificación de estanqueidad (mediante vaso de borboteo).
- Un presostato de gas.
- Una válvula de esfera.

La presión de alimentación de gas Natural será regulable entre 25 y 30 mbar.

La potencia térmica instalada en la cámara de pirolisis es de 1.001.000 Kcal/h.

Los quemadores de la cámara de pirólisis van alojados sobre unas guías metálicas que permiten la extracción automática de los mismos evitado el calentamiento excesivo de las bocas. Tras su extracción, unas compuertas aisladas térmicamente bajan para evitar la entrada de aire a la cámara de pirólisis.

La operación de extracción y cierre está automatizada.



### 5.6. Quemador de reactor térmico

El quemador del reactor térmico es para funcionamiento con gas Natural, de las siguientes características:

|                    |                              |
|--------------------|------------------------------|
| Marca:             | JOANNES                      |
| Modelo:            | GAS P-120/2                  |
| Potencia mínima:   | 326.000 Kcal/h. (379 KW)     |
| Potencia máxima:   | 1.161.000 Kcal/h. (1.350 KW) |
| Regulación:        | 2 llamas                     |
| Consumo eléctrico: | 3 KW                         |

Incorpora:

- Un Ventilador de aire de combustión.
- Dos Electroválvulas principales de gas.
- Un Dispositivo de verificación de estanqueidad (mediante vaso de borboteo).
- Un presostato de gas.
- Una válvula de esfera.

La presión de alimentación de gas Natural será regulable entre 25 y 30 mbar.

La potencia total instalada es de 1.161.000 Kcal/h.



### **5.7. Ventilador de la cámara de pirólisis**

El aire necesario, para asegurar una adecuada pirólisis de los cuerpos en la cámara de pirólisis, es proporcionado por un ventilador centrífugo acoplado directamente a un motor eléctrico.

La distribución del aire necesario se realiza mediante unas válvulas de accionamiento manual.

Sus características son:

|                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| Marca:              | SODECA                   |
| Modelo:             | CMP 616 2T               |
| Caudal:             | 1.430 m <sup>3</sup> /h. |
| Potencia absorbida: | 0,37 KW                  |
| Nivel sonoro:       | 69 dB (A)                |

### **5.8. Ventilador de la cámara de postcombustión**

El aire necesario, para asegurar la oportuna oxidación de los gases producidos en la cámara de pirólisis, es proporcionado por un ventilador centrífugo acoplado directamente a un motor eléctrico.

La distribución del aire necesario se realiza mediante conductor y válvulas de ajuste manual.

Sus características son:

|         |            |
|---------|------------|
| Marca:  | SODECA     |
| Modelo: | CMP 820-2T |





|                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| Caudal:             | 1.950 m <sup>3</sup> /h. |
| Potencia absorbida: | 1,1 KW                   |
| Nivel sonoro:       | 73 dB (A)                |

### 5.9. Cuadro eléctrico

Agrupar el aparellaje eléctrico de mando y maniobra.

Está constituido por un armario metálico estanco de chapa. En la parte frontal se colocan los pulsadores y pilotos luminosos para realización y comprobación de maniobras, así como un sinóptico de visualización.

Todas las operaciones de programación del horno quedan protegidas contra manipulaciones externas no deseadas.

El cuadro puede estar colocado sobre el horno o sobre una de las paredes del edificio de ubicación.

El cargador de residuos incorpora una botonera para facilitar las operaciones de carga.

El material eléctrico usado es de las siguientes marcas:

|                   |         |
|-------------------|---------|
| - Pulsadores:     | SIEMENS |
| - Pilotos:        | SIEMENS |
| - Contactores:    | SIEMENS |
| - Temporizadores: | SIEMENS |



### **5.10. Puerta frontal del horno pirolítico**

En la parte frontal del horno se ha colocado una puerta de 1.000 mm. x 1000 mm, que permite la carga de residuos de talla mediana, así como la extracción de cenizas y posibilita el mantenimiento interno del horno.

La apertura de la puerta se realiza de forma manual.

### **5.11. Cargador mecánico de residuos**

El Horno Pirolítico de Residuos K.T-8.000-S está dotado de un cargador mecánico de residuos de gran tamaño, sin necesidad de que los operarios se expongan a las altas temperaturas.

Este cargador es un cajón provisto de una tapa superior que, al abrirse, permite la introducción de residuos por la parte de arriba.

Este cargador está comunicado con el horno pirolítico por medio de una puerta, realizada en chapa de acero y revestida de hormigón refractario en masa, de accionamiento hidráulico.

Las dimensiones de la puerta de carga superior son 2.488 mm. x 1.480 mm.

Los residuos son introducidos en la cámara de pirólisis por medio de un empujador, accionado hidráulicamente.

Todos los movimientos del cargador están automatizados mediante pistones hidráulicos y existe una lógica de control que impide que puedan realizarse las maniobras de carga en una secuencia incorrecta.



### **5.11.1. Contenedor de 1.800 litros**

Ayudándose de un polipasto, se coloca en la parte superior del cargador un contenedor para grandes residuos de 1.800 litros de capacidad.

El proceso de apertura de la puerta del cargador se realiza de forma simultánea con el deslizamiento del fondo del contenedor de residuos, produciendo la descarga de los residuos en el interior del cargador.

El contenedor se sitúa en una cota inferior a cero para facilitar el proceso de carga de grandes bobinas con carretillas y residuos varios de papel con jaulas metálicas.

### **5.11.2. Contenedor de 800 litros**

En la parte lateral del cargador se dispone de un elevador volteador capaz de albergar contenedores comerciales de 800 litros.

El operario lleva el contenedor hasta los brazos de carga del elevador y se realiza el siguiente proceso, totalmente mecanizado:

- Apertura de la puerta del cargador.
- Elevación y vuelco del contenido del contenedor dentro del cargador de residuos.
- El contenedor vuelve a su posición inicial sobre el suelo.
- Posibilidad de carga del contenido de otros contenedores hasta alcanzar el volumen máximo del cargador.
- Cierre de la puerta del cargador.
- Apertura de la puerta de carga del horno.
- Entrada de los residuos en la cámara de combustión.
- Cierre de la puerta de carga del horno.

El elevador-volteador de contenedores de 800 litros es de accionamiento eléctrico.



### **5.12. Sistema de extracción de cenizas**

Para facilitar el proceso de extracción de cenizas, el horno dispone de un empujador de accionamiento hidráulico situado en la parte posterior del horno.

Las cenizas son empujadas hasta la parte delante del horno y caen al foso donde se ubica la cinta transportadora que las conduce al contenedor final de eliminación.

En el contenedor, las cenizas son pulverizadas con agua para su completo enfriamiento.

Las operaciones de funcionamiento del extractor de cenizas están completamente sincronizadas y sistematizadas consiguiendo de esta forma un fácil manejo del horno. Dichas operaciones deben realizarse antes de cada jornada y con el horno lo mas frío posible.

### **5.13. Central oleohidráulica**

El accionamiento del cargador y la puerta de carga se realiza por medio de una central hidráulica

Con ella se suministra la presión necesaria para el movimiento de los siguientes elementos:

- Dos cilindros del empujador de residuos.
- Dos cilindros de la puerta de carga de residuos.
- Un cilindro de la tapa del cargador.
- Cilindros para la retirada de los quemadores de la cámara.

La central posee una bomba de 58 litros/minuto de caudal. La potencia absorbida es de 7,5 KW.

El líquido hidráulico es un fluido no inflamable y la central se suministra con su dispositivo de fluido, regulador de presión, manómetro, regulador de caudal y válvulas de control.

Las conducciones se realizan en tubo de acero y latiguillos flexibles.



## **6. CÁMARAS DE COMBUSTIÓN**

El horno pirolítico estático KALFRISA K.T-8.000-S dispone de 2 cámaras de combustión. En cada una de ellas se instala un quemador a gas Natural.

Las características fundamentales de cada una de estas cámaras son las siguientes:

### **6.1. Cámara de pirólisis**

Realizada en chapa de acero al carbono de 6 mm. de espesor y con una capa de hormigón aislante de 50 mm. y otra de refractario de 100 mm.

Su volumen útil es de 8,05 m<sup>3</sup>.

### **6.2. Cámara de postcombustión**

Es cilíndrica, realizada en chapa de acero al carbono de 6 mm. de espesor y con una capa de hormigón aislante de 50 mm. y otra de refractario de 100 mm.

Su volumen útil es de 8,25 m<sup>3</sup>.



## 7. GAS DE COMBUSTIÓN

El combustible usado en el horno pirolítico es gas Natural.

Las características más destacables son:

⇒ Composición:

|               |        |
|---------------|--------|
| • Metano:     | 82,0 % |
| • Etano:      | 12,4 % |
| • Propano:    | 3,71 % |
| • Nitrógeno:  | 0,26 % |
| • Isobutano:  | 0,60 % |
| • Butano:     | 0,80 % |
| • Isopentano: | 0,11 % |
| • Pentano:    | 0,09 % |

|                                       |                              |
|---------------------------------------|------------------------------|
| ⇒ Densidad relativa respecto al aire: | 0,57-0,64 kg/Nm <sup>3</sup> |
| ⇒ Grado de humedad:                   | Seco                         |
| ⇒ Índice Wobbe:                       | 12.500-12.800                |
| ⇒ Poder calorífico superior:          | 10.600 Kcal/Nm <sup>3</sup>  |
| ⇒ Poder calorífico inferior:          | 9.300 Kcal/Nm <sup>3</sup>   |



## 8. CONSUMO DE COMBUSTIBLE

El consumo previsto de combustible de las características indicadas con anterioridad es:

➤ Quemadores de la cámara de pirólisis (dos unidades):

- Potencia mínima: 124.700 Kcal/h.
- Potencia máxima: 500.520 Kcal/h.
- Consumo mínimo: 15,34 Nm<sup>3</sup>/h
- Consumo máximo: 61,59 Nm<sup>3</sup>/h

➤ Quemador cámara de postcombustión:

- Potencia mínima: 326.000 Kcal/h.
- Potencia máxima: 1.161.000 Kcal/h.
- Consumo mínimo: 29,6 Nm<sup>3</sup>/h
- Consumo máximo: 105,5 Nm<sup>3</sup>/h

La presión de alimentación será regulable entre 20 y 30 mbar .

El consumo máximo del aparato es de 228,68 Kg/h.



## 9. CIRCUITO DE GAS NATURAL

El circuito de alimentación de gas Natural a la presión estabilizada y regulable entre 20 y 30 mbar se compone de los siguientes elementos:

➤ Quemadores de la cámara de pirólisis (Dos unidades Joannes G-50/2 GAS):

- Válvula de esfera
- Electroválvula clase A. Normalmente cerrada
- Vaso de borboteo
- Electroválvula de chequeo de fugas. Normalmente abierta
- Electroválvula clase A. Normalmente cerrada
- Presostato de gas

➤ Quemador de la cámara de postcombustión (Joannes G-120/2 GAS):

- Válvula de esfera
- Electroválvula clase A. Normalmente cerrada
- Vaso de borboteo
- Electroválvula de chequeo de fugas. Normalmente abierta
- Electroválvula clase A. Normalmente cerrada
- Presostato de gas





## **10. CIRCUITO DE SALIDA DE GASES**

Los gases producidos durante la pirólisis de los restos residuos son conducidos hacia el postcombustor.

Allí se unen a los gases del quemador de postcombustión y al aire suministrado por el ventilador y son calentados hasta la temperatura superior a 850 °C.

Los gases abandonan el horno a través de la chimenea de 15 m. de altura. Por disponer de un tiro natural para la capacidad de pirólisis nominal, no es necesario prever dispositivos de control sobre las electroválvulas de gas de acuerdo a lo dispuesto en el apartado 1.8.4 de la I.T.C. M.I.E. A. G. 20.

En el inicio de la chimenea se dispone de una brida ciega para una conexión futura a un sistema de depuración de gases.



## 11. AIRE DE COMBUSTIÓN

Se han instalado dos ventiladores que proporcionan respectivamente el aire de pirólisis y postcombustión.

➤ Ventilador de aire de pirólisis:

- Marca: SODECA
- Modelo: CMP 616 2T
- Caudal: 1.430 m<sup>3</sup>/h
- Potencia absorbida: 0,37KW
- Nivel sonoro: 69 dB (A)

➤ Ventilador de aire de postcombustión:

- Marca: SODECA
- Modelo: CMP 820 2T
- Caudal: 1.950 m<sup>3</sup>/h
- Potencia absorbida: 1,1 KW
- Nivel sonoro: 73 dB (A)

Las curvas de trabajo pueden ser consultadas en esta misma memoria técnica.



Los ventiladores satisfacen las Directivas Comunitarias siguientes:

- ✓ D. 89/392/CE
- ✓ D. 73/23/CE
- ✓ D. 89/336/CE

El aire necesario se toma del exterior de la sala de pirólisis a través de una rejilla de 2 m<sup>2</sup>, puesto que la potencia térmica instalada es de 2.225.000 Kcal/h (2.587 KW) y la superficie de 20.000 cm<sup>2</sup>, resulta una superficie equivalente a 77 cm<sup>2</sup> por cada 10.000 W instalados.



## **12. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD**

### **Dispositivos del horno pirolítico**

- ◆ Maniobra eléctrica de los quemadores controlada por dos termorreguladores electrónicos.
- ◆ Señalización de alarma visual en el cuadro de control.

### **Dispositivos de cada uno de los quemadores**

- ◆ Presostato de control de la presión de aire.
- ◆ Vigilancia continua de la llama mediante sonda de ionización.
- ◆ Electroválvula de seguridad que se añade a la electroválvula del quemador.
- ◆ Programador de secuencia en cada quemador, con control continuo. De acuerdo a la norma UNE-60.740-85.
- ◆ Presostato de seguridad de gas.
- ◆ Vaso de borbotado para verificar la inexistencia de falta de estanqueidad en la electroválvula.



### **13. VALORES DE TARADO DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD**

#### **Dispositivos del horno pirolítico**

- ◆ El termostato de la cámara de pirólisis estará tarado a 950 °C.
- ◆ El termostato de la cámara de postcombustión estará tarado a 1.100 °C.

#### **Dispositivos de los quemadores**

- ◆ El presostato de seguridad de gas de cada uno de los quemadores estará tarado a la presión de 35 mbar.



## **14. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DE LA PLACA DE CARACTERÍSTICAS**

La placa de características es metálica y está fijada mediante remaches sobre el aparato.

Se adjunta en el documento "PLANOS" una descripción de la información presentada en ella.



## 15. ENSAYOS Y PRUEBAS

Tanto los componentes de la instalación como el conjunto de la misma satisfarán las especificaciones y controles por los que se rige KALFRISA, S.A. según su "Manual de Control de Calidad y Fiabilidad".

### Ensayos a realizar en cada uno de los quemadores

#### - Seguridad de detección de llama

Una vez efectuada la puesta en marcha, se desconectará la sonda iónica. En un segundo las válvulas de seguridad deben dejar de recibir tensión, y por tanto cerrar el paso de gas.

#### - Fallo de aire

Se provocará un paro del ventilador y se comprobará que las válvulas de seguridad del gas se cierran al alcanzar un nivel inferior de presión al de seguridad del presostato.

#### - Fallo de presión de gas

\* **Mínima:** Se reducirá la presión de gas hasta alcanzar la mínima establecida en el presostato. En este momento deben desconectarse las válvulas de seguridad.

\* **Máxima:** Mediante un puente se aumentará a la presión de salida del regulador hasta alcanzar la del punto de disparo, al llegar a este punto deberá cerrarse el obturador de seguridad, impidiendo el paso del gas.

Esta operación debe hacerse con el quemador parado.

#### - Temperatura máxima de trabajo

Con el quemador en marcha, se disminuirá la consigna del regulador. Al alcanzar el punto de funcionamiento, esta seguridad debe parar el quemador cerrando las electroválvulas de gas.



## RÉGIMEN DE INSPECCIONES PERIÓDICAS

En las inspecciones periódicas que se realicen se comprobarán las emisiones de contaminantes a la atmósfera, la eficacia, funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones y el correcto uso y estado de los aparatos que pudieran crear incidencias sobre el medio ambiente.

Al menos una vez al año será inspeccionada la instalación por una Entidad Colaboradora de la Administración que, en base a los procedimientos antes descritos y los más avanzados que en cada ocasión pueda aportar, dictaminará sobre las condiciones de funcionamiento de la instalación y sus posibles desviaciones o mejoras.

Si las inspecciones previstas fuesen negativas o se presumiesen grandes desviaciones en alguno de los parámetros, la instalación sería sometida a un régimen de vigilancia intensa en tanto no cesen las causas que motivaron el juicio desfavorable.

En los supuestos de manifiesto peligro los Organismos Competentes podrán adoptar las medidas que juzguen necesarias requiriendo al titular de la instalación que corrija de inmediato los defectos observados.





## 16. INSTRUCCIONES DE PUESTA EN MARCHA Y FUNCIONAMIENTO

### Antes de encender por primera vez

- ◆ Verificar la estanqueidad de tuberías, accesorios y aparatos de gas.
- ◆ Verificar las conexiones eléctricas.
- ◆ Efectuar los reglajes de presostatos a los valores requeridos según el tipo de gas.
- ◆ Conectar brevemente el ventilador de aire de combustión para verificar su sentido de giro.

### Puesta en marcha

Siguiendo el proceso automático del equipo, las operaciones de puesta en marcha serán:

- a) Abrir las válvulas manuales del gas.
- b) Dar tensión al cuadro de maniobra y seleccionar las temperaturas de funcionamiento.
- c) Poner en marcha los quemadores. Si las presiones de gas y aire son las adecuadas, el programador iniciará el ciclo de barrido y encenderá el quemador. Si la llama es correcta y estable el quemador permanecerá encendido, mientras que en caso contrario la sonda iónica provocaría el paro y bloqueo del aparato, debiendo procederse en este caso a un rearme manual.
- d) Si la llama permanece estable, la instalación está lista para iniciar la pirólisis al alcanzarse las temperaturas necesarias.

### Paro

- a) Accionar el pulsador "PARO TEMPORIZADO" de la instalación.
- b) Cerrar las válvulas manuales de gas.



### Operación del horno

Una vez alcanzada la temperatura del postcombustor de 1.000 °C y de 850 °C en la cámara de pirólisis, pueden introducirse los residuos. La capacidad media de pirólisis es de 350 Kg/h..



## 17. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

Para el mantenimiento preventivo del equipo se aconseja, realizar las siguientes operaciones:

### - SEMANTALMENTE

- a) Comprobación del funcionamiento del dispositivo detector de llama.
- b) Comprobación de las seguridades de presión del equipo.
- c) Limpiar los quemadores.

### - MENSUALMENTE

Limpieza de los filtros de gas.

### - SEMESTRALMENTE

- a) Tarado de las presiones mínima y máxima de gas y mínima de aire.
- b) Comprobación de los elementos de regulación.
- c) Análisis de gases y comprobación del rendimiento de la combustión.

### - ANUALMENTE

Estado de limpieza y desgaste del conjunto.



## **18. COLORES DE PINTURA**

-La pintura de la superficie de la máquina será:

Blanco crema RAL-9001

-Las partes móviles (Seguridad):

Amarillo de Cadmio RAL-1.021

-Todos los volantes de maniobra, balastradas de pasarelas, balastradas de escaleras:

Rojo encendido RAL-3000



## 19. NORMATIVA APLICADA

La construcción del Horno Pirolítico y su instalación cumplen lo dispuesto en la siguiente normativa:

### Combustibles

- ◆ Decreto 1651/1974, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos que utilizan combustibles gaseosos.
- ◆ Orden de 29 de Marzo de 1974 sobre normas básicas de instalaciones de gas en edificios habitados.
- ◆ Orden de 18 de Noviembre de 1974 sobre Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos e Instrucciones MIG.
- ◆ Orden de 17 de Diciembre de 1985 por la que se aprueban la Instrucción sobre documentación y puesta en servicio de las instalaciones receptoras de gases combustibles y la Instrucción sobre Instaladoras Autorizados de gas y Empresas instaladoras.
- ◆ Real Decreto 494/1988, de 20 de Mayo, por el que se aprueba el Reglamento de aparatos que utilizan gas como combustible.
- ◆ Ley 10/1987, de 15 de Mayo, de disposiciones básicas para un desarrollo coordinado de actuaciones en materia de combustibles gaseosos.
- ◆ Orden de 7 de Junio de 1988 por la que se aprueban diversas instrucciones técnicas complementarias del Reglamento de Aparatos que utilizan gas como combustible.
- ◆ Corrección de errores del Real Decreto 494/1988 de 20 de Mayo por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos que utilizan Gas como Combustible.
- ◆ Real Decreto 1853/1993 de 22 de Octubre por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales.



- ◆ Ordenanzas Municipales de Medio Ambiente.
- ◆ Norma Tecnológica NTE-ISH Instalaciones de Salubridad-Humos y Gases.
- ◆ Reglamentación sobre Características, Calidades y Condiciones de Empleo de Combustibles y Carburantes.

### Electricidad

- ◆ Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- ◆ Instrucciones Técnica Complementarias MIE-BT.
- ◆ Reglamento de Verificaciones y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- ◆ Normas sobre las condiciones de suministro de Energía Eléctrica y calidad de este servicio.
- ◆ Norma Tecnológica NTE-IEP Instalaciones de Electricidad-Puesta a Tierra.
- ◆ Norma Tecnológica NTE-IER Instalaciones de Electricidad-Red Exterior.

### Contaminación atmosférica:

- ◆ Ley 38/72 de 22 de Diciembre de Protección del ambiente atmosférico.
- ◆ Decreto 833/75 de 6 de Febrero, que desarrolla la Ley 38/72.
- ◆ Orden de 18 de Octubre de 1976 del Ministerio de Industria: Contaminación atmosférica, renovación y corrección de la industrial.
- ◆ Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas aprobado por Decreto 2414 de 1961 e Instrucciones Complementarias aprobadas por Orden Ministerial de 15 de Marzo de 1963.



- ◆ Real Decreto Legislativo 1302/1986 de 28 de Junio, MOPU sobre evaluación del impacto ambiental.
- ◆ Real Decreto 1088/1992 de 11 de Septiembre sobre las condiciones exigibles a los hornos pirolíticos de residuos municipales.
- ◆ Decreto 323/1987 de 23 de Septiembre que desarrolla la ley 22/1983 de 21 de Noviembre.

El Ingeniero Industrial al  
Servicio de KALFRISA, S. A.  
JOSÉ LUIS GABÁS APARICIO  
C.O.I.I.A.R. N.º 700

COLEGIO O. DE INGENIEROS INDUSTRIALES  
DE BURGOS Y PALENCIA

04 FEB 2002 02004 Z

VISADO  
BURGOS



**ANEXO A MEMORIA**

**CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**





## CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### 1. Volumen de gases producidos durante la pirólisis

El caudal máximo de gases se calculará como suma de los gases desprendidos en la combustión de los residuos de matadero y los producidos en la combustión del combustible auxiliar.

- Volumen de gases de pirólisis de residuos:

Considerando un P.C.I. de 3.300 Kcal/Kg y una capacidad de eliminación de 350 Kg/h, mediante sustitución de dichos valores en la expresión:

$$V = \frac{0,89 \times HU}{1.000} + 1,65$$

donde:

V = Volumen de humos por Kg. de residuos de matadero expresado en Nm<sup>3</sup>/h.

HU = P.C.I. de los restos expresado en Kcal/Kg.

El valor de V<sub>hr</sub> será de 4,59 Nm<sup>3</sup>/Kg por lo que el volumen total de gases sería:

$$V_{tr} = V_{hr} \times 350 \text{ Kg/h} = 1.606,50 \text{ Nm}^3/\text{h}.$$

- Volumen de gases debidos a la combustión del combustible.

El consumo de gas Natural correspondiente a la pirólisis de 1 Kg. de residuos es de 0,4 Nm<sup>3</sup>. Así, en la pirólisis de 350 Kg. de residuos, se observa un consumo de 140 Nm<sup>3</sup>.

El caudal de gases producido por la combustión de 1 m<sup>3</sup> de gas Natural con un exceso de aire del 15% es de 13,26 Nm<sup>3</sup>.



Con lo que el volumen total de gases producidos por la combustión de combustible es:

$$V_{tg} = 13,26 \text{ Nm}^3/\text{Nm}^3 \times 140 \text{ Nm}^3/\text{h} = 1.856,40 \text{ Nm}^3/\text{h}.$$

- Volumen total de gases

El caudal máximo de gases en chimenea será:

$$V_T = V_{tr} + V_{tg} = 1.606,50 \text{ Nm}^3/\text{h} + 1.856,40 \text{ Nm}^3/\text{h} = 3.462,90 \text{ Nm}^3/\text{h}.$$

El volumen real de gases máximo medido a 1 atmósfera de presión absoluta y 850 °C de temperatura será:

$$V_T = 3.462,90 \times \frac{850 + 273}{273} = 14.244,82 \text{ m}^3/\text{h}.$$

**Cálculo del tiempo de residencia de los gases en el postcombustor a la temperatura de 1.000 °C.**

Siendo el volumen útil del postcombustor de 8,25 m<sup>3</sup>, el tiempo medio de residencia, en el caso más desfavorable (caudal de gases máximo) será:

$$T = \frac{8,25 \text{ m}^3}{14.244,82 \text{ m}^3/\text{h} \times 1/3.600 \text{ h/seg.}} = 2,08 \text{ segundos}$$

por lo que el tiempo de residencia a 850 °C es superior a 2 segundos que se reconoce como tiempo mínimo para garantizar la oxidación y desodorización de los gases.



## ANEXO MEDIOAMBIENTAL

La normativa medioambiental española, aplicable a los hornos pirolíticos de residuos de residuos, es el Decreto Ley 833/1975 de 6 de Febrero. En su anexo IV epígrafe 27 se expresan los valores máximos de los parámetros contaminantes permisibles.

La directiva comunitaria 89/369/CE establece las características que deben reunir los hornos pirolíticos municipales. Esta directiva ha sido transpuesta a la normativa española mediante R.D. 1088/1992.

La pirólisis de M.E.R. y residuos con riesgo de Encefalopatía Espongiforme viene regulada por la Orden de 22 de febrero de 2001 del M.A.P.A. aparecida en el BOE nº 48 de 24 de febrero de 2001.

A modo de resumen, se ofrece un cuadro comparativo de los valores máximos permitidos por la legislación y los observados durante la operación de los hornos KALFRISA.

| PARÁMETRO<br>CONTAMINANTE |                    | VALOR<br>LÍMITE               | VALOR     | Orden            | VALOR LÍMITE                          |
|---------------------------|--------------------|-------------------------------|-----------|------------------|---------------------------------------|
|                           |                    | R.D. 833/1975<br>R.D. 1088/92 | 89/369/CE | MAPA<br>22/02/01 | MÁXIMO<br>OBSERVADO<br>HORNO KALFRISA |
| Partículas                | mg/Nm <sup>3</sup> | 150                           | 200       | 200              | 22                                    |
| HCl                       | mg/Nm <sup>3</sup> | 460                           | 250       | 250              | 20                                    |
| CO                        | mg/Nm <sup>3</sup> | 500                           | 100       | 100              | 3,4                                   |
| SO <sub>2</sub>           | mg/Nm <sup>3</sup> | 4.300                         | --        | --               | * No detectado                        |
| NO <sub>x</sub>           | mg/Nm <sup>3</sup> | 300                           | --        | --               | 191                                   |
| O <sub>2</sub>            | %                  | > 6                           | > 6       | > 6              | 6 - 8                                 |
| Opacidad (BACHARACH)      |                    | < 2                           | < 2       | < 2              | < 1                                   |

\* Con combustible gas Natural comercial.



Los datos indicados están referidos a las siguientes condiciones:

Temperatura 273 K, P = 101,3 KPa, 11% O<sub>2</sub> ó 9% CO<sub>2</sub> y gas seco.

En cualquier caso, la temperatura de postcombustión de gases es superior a 1.000°C y el tiempo de residencia mayor de 2 segundos.

El capítulo primero, del título VI, del D. 833/71.975 detalla claramente que la instalación, ampliación, modificación o traslado de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera:

- En el caso de proyectos del Grupo B "se requerirá del juicio e informe de los Servicios Provinciales de los Ministerios competentes, por razón de la actividad" (en este caso la Delegación Provincial del Ministerio de Industria). (Artículo 56).
- Los informes expedidos por aquellos Servicios "tendrán carácter vinculante para la concesión de la licencia municipal de apertura de industrias potencialmente contaminadoras de la atmósfera, así como para la adopción de las medidas correctoras pertinentes, y será causa de denegación de aquélla, siempre que de ellos se desprenda que se rebasan los niveles de emisión establecidos" (Artículo 57).
- "Las nuevas industrias deberán cumplir los niveles de emisión establecidos en el anexo IV del presente Decreto" (el citado). (Artículo 58).
- Habrán de adoptarse los procedimientos de dispersión más adecuados para garantizar que no se rebasan los niveles de emisión fijados en el anexo I del Decreto citado, teniendo en cuenta, para la valoración de estos niveles, los niveles de fondo presentes en la zona (Artículo 59).

A la vista de las disposiciones del Decreto 833/1.975 cabe concluir que, para la puesta en marcha de la instalación podrá ser exigible la realización de un control de emisiones a la atmósfera realizado por una Entidad Colaboradora de la Administración, en materia de medio ambiente industrial. En el control se contemplarán, como mínimo, los relacionados como contaminantes principales por el anexo III del Decreto, si son susceptibles de ser emitidos por la instalación.



La metodología a emplear en el control de emisiones atenderá a la metodología prescrita por la normativa española vigente, o en su defecto, a las metodologías de la E.P.A.: AGENCIA DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE OFICIAL DE LOS E.E.U.U., que son consideradas un estándar en el control de emisiones.

El sistema de postcombustión instalado en la cámara secundaria garantizará en todo momento que la temperatura de trabajo no sea inferior a 1.000 °C, en caso de descenso de la temperatura de la cámara por debajo de este nivel, el quemador entrará en funcionamiento automáticamente.

Para comprobación de las temperaturas del proceso, se ha instalado en el cuadro de control un registrador continuo de las temperaturas de la cámara de pirólisis y postcombustor. Las sondas miden la temperatura junto a las paredes de estas cámaras.

El Ingeniero Industrial al  
Servicio de KALFRISA, S. A.  
JOSÉ LUIS GABÁS APARICIO  
C.O.I.I.A.R. N.º 700

COLEGIO O. DE INGENIEROS INDUSTRIALES  
DE BURGOS Y PALENCIA

04 FEB 2002 02004 Z

V I S A D O  
B U R G O S