

Requerimientos Técnicos y Normativos para Hornos Incineradores



CORANTIOQUIA

TABLA DE CONTENIDO

GENERALIDADES.....	1
INCINERACIÓN.....	1
TIPO DE INCINERADORES	2
Horno de parrilla.....	3
Lecho Fluidizado.....	4
Hornos rotatorios.....	5
Inyección líquida.....	6
ESQUEMA GENERAL DE UN HORNO INCINERADOR	7
PARTES DE UN HORNO INCINERADOR.....	8
1. LOCALIZACION DE UNA PLANTA DE INCINERACION RESPEL.....	11
2. DISEÑO	12
PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO DE UN HORNO INCINERADOR.....	12
DISEÑO DE CADA UNA DE LAS PARTES DEL HORNO	13
3. CONDICIONES DE OPERACIÓN	15
MANTENIMIENTO	17
4. EMISIONES ATMOSFERICAS	18
ESTANDARES ADMISIBLES.....	18
Estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire	18
Estándares de emisión admisibles de Dioxinas y Furano.....	19
EVALUACION DE EMISIONES ADMISIBLES	20
FRECUENCIA DEL MONITOREO	21
Contaminantes para hornos incineradores.....	21
Contaminantes municipios categoría 5 y 6.	21
Monitoreo de dioxinas y furanos	21
5. SISTEMAS DE CONTROL.....	22
CÁMARA DE COMBUSTIÓN Y LA ALIMENTACIÓN.....	22
SISTEMA DE CONTROL PARA MATERIAL PARTICULADO DEL TIPO SECO Y/O HÚMEDO.....	22
GASES DE CHIMENEA (SO _x , NO _x , CO, HCl, HF otras).....	23
MUNICIPIOS CATEGORÍA 5°Y 6°	23
6. CUMPLIMIENTO ANTE LA AUTORIDAD AMBIENTAL.....	24

PRUEBA DE QUEMADO	24
SISTEMAS DE CONTROL.....	25
MONITOREO DE CONTAMINANTES	26
GLOSARIO	28
BIBLIOGRAFÍA.....	32
ANEXOS	33
ANEXO I. SISTEMAS DE CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS.....	33
ANEXO II. PRUEBA DE QUEMADO	35
ANEXO III. ACTAS DE INCINERACIÓN QUE SE PRESENTA A LOS GENERADORES QUE CONTRATAN EL SERVICIO DE INCINERACIÓN.....	38
ANEXO IV FRECUENCIA DE LOS ESTUDIOS DE EVALUACIÓN DE EMISIONES	39
ANEXO V. DETERMINACION DE LA ALTURA DE DESCARGA	40

GENERALIDADES

INCINERACIÓN

El objetivo fundamental de los hornos es la eliminación total del residuo (mortalidad) utilizando las altas temperaturas controladas hasta transformarlo en cenizas. El éxito de este manejo es el diseño de los hornos que debe garantizar la adecuada capacidad de carga y temperatura relacionada con el ingreso de aire y el combustible (ACPM, gas natural y/o gas propano).

En el proceso de incineración el residuo es oxidado con el oxígeno del aire, generando emisiones gaseosas que contienen mayoritariamente dióxido de carbono, vapor de agua, nitrógeno y oxígeno. Dependiendo de la composición de los residuos y de las condiciones de operación, las emisiones gaseosas pueden contener además cantidades menores de monóxido de carbono, ácidos clorhídrico, yodhídrico y bromhídrico, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles, PCBs, dioxinas y furanos, y metales, entre otros. En el proceso se generan residuos sólidos (cenizas y escorias constituidas por el material no combustible).

La incineración es un proceso complejo que debe ser cuidadosamente diseñado y operado, requiere de altos costos de inversión, operación y mantenimiento, así como mano de obra calificada. Sin embargo, se trata de una tecnología demostrada y disponible comercialmente para el tratamiento de residuos peligrosos. De hecho es claramente aceptada como la mejor alternativa disponible para la destrucción de la mayoría de los residuos orgánicos peligrosos; pero todos deben cumplir con la Resolución 0886 de 2004 y 909 de 2008 del Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial o los actos administrativos que los derogue.

De otra parte debe tenerse en cuenta el eco-toxicidad de los residuos resultantes como gases ácidos, metales pesados, polvos y cenizas volantes, hidrocarburos, residuos de la combustión incompleta, así mismo dependiendo de las cantidades de cenizas generadas en el proceso se debe contemplar el manejo de estas y su inertización.

La operación de estos equipos está determinada por las emisiones atmosféricas generadas en la combustión cuyos parámetros ambientales deben ser monitoreados periódicamente, la frecuencia de las mediciones y los parámetros a medir varían de acuerdo a lo exigido por la Autoridad Ambiental correspondiente. Actualmente las Autoridades Ambientales están revisando la integración de nuevos parámetros de medición como dioxinas y furanos. Los análisis isocinéticos (medición de concentración de partículas y presencia de sustancias en las emisiones) son realizados por entidades acreditadas por el IDEAM y por su complejidad son costosos.

TIPO DE INCINERADORES

A efectos de lograr una combustión eficiente la disponibilidad de oxígeno es esencial, utilizándose cantidades superiores a los requerimientos teóricos. Los requerimientos de aire (oxígeno) dependerán del tipo de combustible y del horno.

Adicionalmente las variables operativas más importantes para un incinerador son: la **temperatura**, el **tiempo de residencia de los gases** y la **turbulencia**, frecuentemente referidas como las 3T. Estas variables repercutirán directamente en la eficiencia de la destrucción del sistema y por ende en la generación de productos de combustión incompleta que formarán parte de las emisiones gaseosas del incinerador.

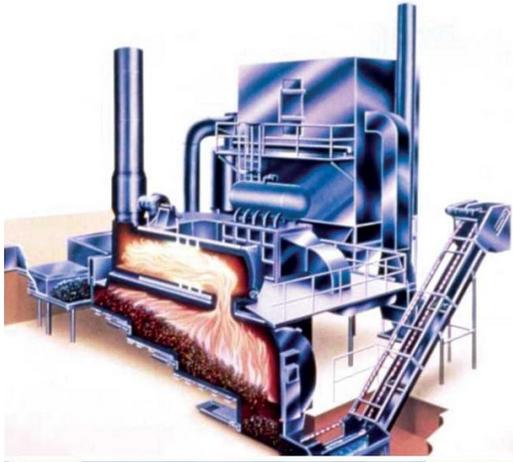
Dentro de la amplia gama de compuestos que pueden estar presentes en los residuos peligrosos, algunos son compuestos orgánicos que se destruyen eficientemente a bajas temperaturas (por ejemplo madera, papel, aceites), sin embargo otros constituyentes requieren de altas temperaturas para una combustión completa. Es así que los incineradores para residuos peligrosos son diseñados para que los gases de combustión alcancen temperaturas en el rango de 850 a 1600 °C, con un tiempo de estadía de al menos 2 segundos.

Existen varios tipos y diseños de incineradores desarrollados para el tratamiento de los diferentes residuos, contemplando en particular el estado físico de los mismos. Actualmente existe una considerable experiencia a nivel de los fabricantes y muchos de estos diseños han sido ampliamente utilizados desde hace varios años.

Dentro de los tipos más comunes tenemos:

- Horno de parrilla.
- Inyección líquida
- Hornos rotatorios
- Hornos de lecho fluidizado.

Horno de parrilla.



La función de la parrilla es transportar el residuo a través del horno. Dicho movimiento favorece la combustión de Residuos, aunque también incrementa el contenido de partículas en el flujo gaseoso de salida.

Residuos

- Residuos municipales mezclados, residuos de origen comercial e industrial, lodos de alcantarillado (previamente secados), sin separación previa.
- Adecuado para residuos grandes e irregulares.
- Algunos tipos de residuos peligrosos y hospitalarios.
- Posibilidad de incineración de gases.

Características

Las parrillas son metálicas, refrigeradas por aire o agua, con una inclinación aprox. de 25°.

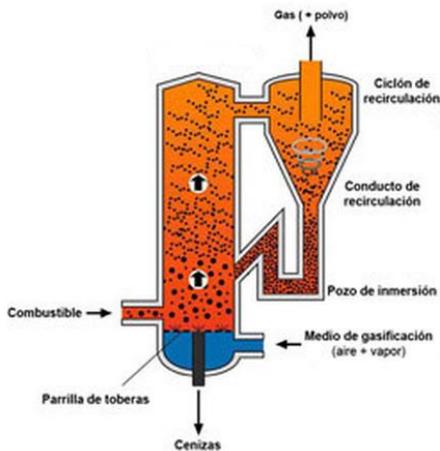
Se inyecta el aire primario por la parte inferior, en un exceso aproximado del 100%.

La velocidad del aire es alta, se produce arrastre de partículas.

El tiempo de residencia del sólido combustible es constante.

El costo de mantenimiento es elevado.

Lecho Fluidizado



En este sistema, el horno está dispuesto verticalmente, siendo cilíndricos recubiertos de refractarios y con una altura de alrededor de 15 metros. Estos incineradores tienen un lecho de arena, alúmina o carbonato de calcio. Estos son mezclados con las sustancias a incinerar, las que son forzadas a través de los lechos mediante inyección con aire.

Esto permite un buen mezclado con el exceso de aire alcanzándose temperaturas de alrededor de 900 °C, con una eficiencia térmica superior a la de los hornos rotatorios. Los gases de combustión pasan luego a una segunda cámara para completar el proceso de incineración.

Residuos

- Lodos de alcantarillado, fangos, carbón, Lodos de alcantarillado, fangos, carbón, lignito, biomasa y otros.
- Permite la incineración de combustibles de bajo Poder Calorífico Inferior.

Características

- Empleo de un ciclón para la recirculación del material inerte (arena o alúmina).
- Temperatura en la zona libre sobre el lecho: 850 – 950°C. Alto grado de uniformidad de temperaturas. Alta tasa transferencia de calor.
- Temperatura en la zona de post-combustión: 980 – 1400 °C.
- Tiempo de residencia: hasta 2,5 s. (de 1 a 5s)
- Inyección de aire primario por la parte inferior del lecho.
- Introducción de aire secundario precalentado.
- El residuo sólido (y la alúmina o arena recirculadas), se introducen por la parte superior del lecho.

Ventajas

- Temperaturas sensiblemente inferiores, se evita fusión de cenizas, se reduce erosión y corrosión.
- Mejor transmisión de calor.
- Instalaciones más compactas.
- Empleo de mezclas heterogéneas de combustible.

Inconvenientes

- Necesidad de una trituración previa de los residuos.
- La recirculación del material provoca una abrasión sobre los refractarios. Corrosión.

Hornos rotatorios



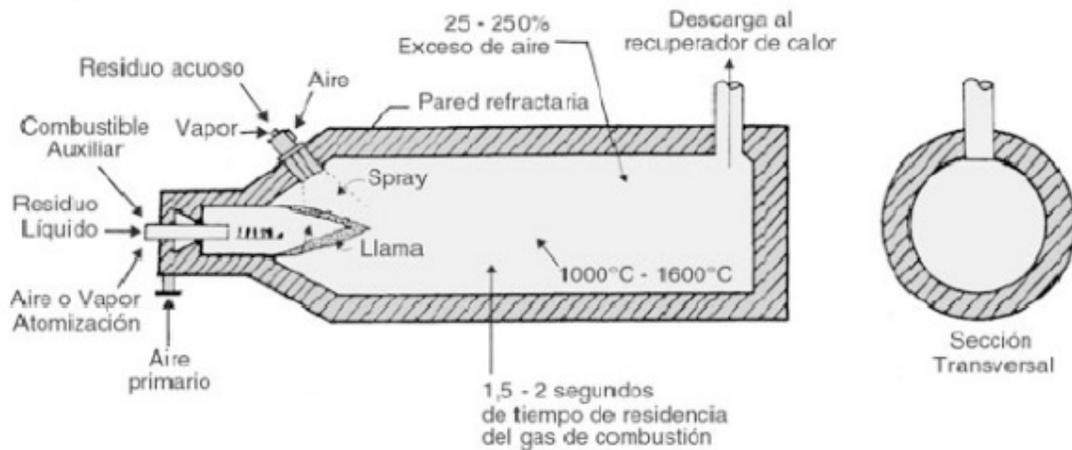
Los incineradores de horno rotatorio cuentan con cámaras cilíndricas recubiertas de refractarios, que cuentan con una leve inclinación horizontal y rotan a una velocidad. Este diseño permite que los residuos que ingresan por un extremo se desplacen mezclándose a través del horno, hasta ser descargados en el otro extremo. Cuentan con un quemador, ubicado del lado de la alimentación, que utiliza combustibles o residuos líquidos de alto poder calorífico.

El tiempo de retención de los sólidos es de alrededor de una hora y el mismo está determinado por la inclinación, la velocidad de rotación y el largo de la cámara.

En esta cámara se produce la gasificación de los residuos por medio de la volatilización y la combustión parcial de los componentes, por lo que es necesaria una segunda cámara de post-combustión. Esta segunda cámara es similar a la de los incineradores de inyección líquida y cuenta con quemadores que utilizan combustibles auxiliares o residuos líquidos de alto poder calorífico, de forma de elevar y mantener la temperatura durante el tiempo necesario. Las temperaturas de operación típicas están en los rangos de 650 a 1250 °C y 850 a 1600.°C en la primera y segunda cámara respectivamente. El tiempo de estadía de los gases es de 1 a 3 segundos en la cámara secundaria. La capacidad de procesamiento de estas unidades está en el rango de las 10 a 350 ton/día

Generalmente las cámaras cuentan con controladores automáticos de temperatura, los cuales comandan quemadores auxiliares que se encienden automáticamente cuando la temperatura desciende por debajo de los valores establecidos. Estos quemadores se utilizan fundamentalmente en el arranque y parada del equipo.

Inyección líquida



Los incineradores de inyección líquida se utilizan exclusivamente para líquidos bombeables. Se trata de cámaras de combustión que consisten en cilindros revestidos con ladrillos refractarios, que pueden ser verticales u horizontales y contar con uno o más quemadores. El diseño de los quemadores resulta ser uno de los factores más críticos para lograr elevadas eficiencias de destrucción.

Las temperaturas de operación están en el rango de 1000 a 1600 °C y los tiempos de residencia entre 1,5 y 2 segundos. En la figura se presenta un esquema de este tipo de cámara.

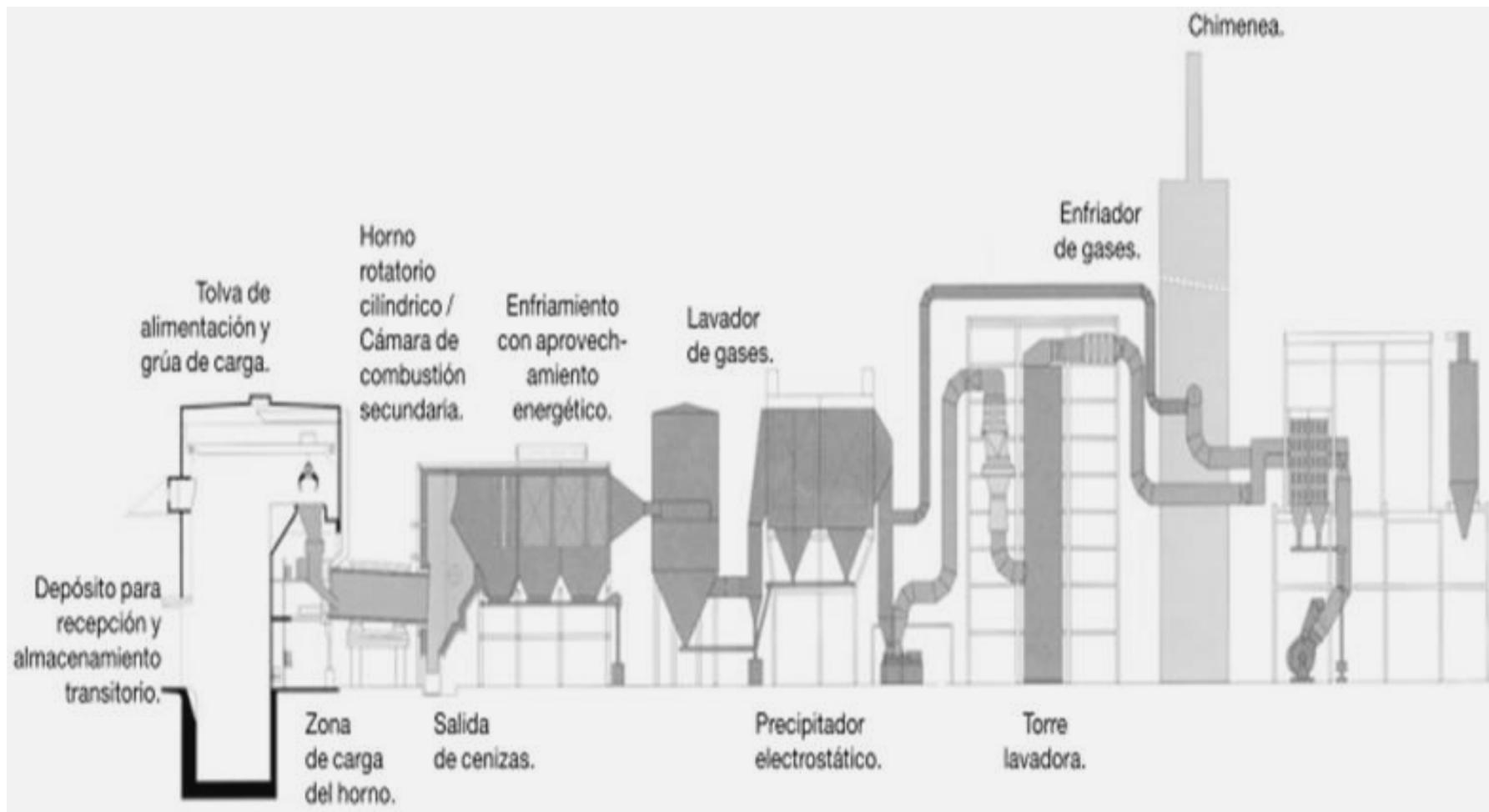
Residuos

- Residuos líquidos que se pueden bombear.
- Con poca viscosidad.
- Bajo potencial de polimerización.
- Escasa corrosividad.
- Exentos de material en suspensión que obstruya las boquillas.

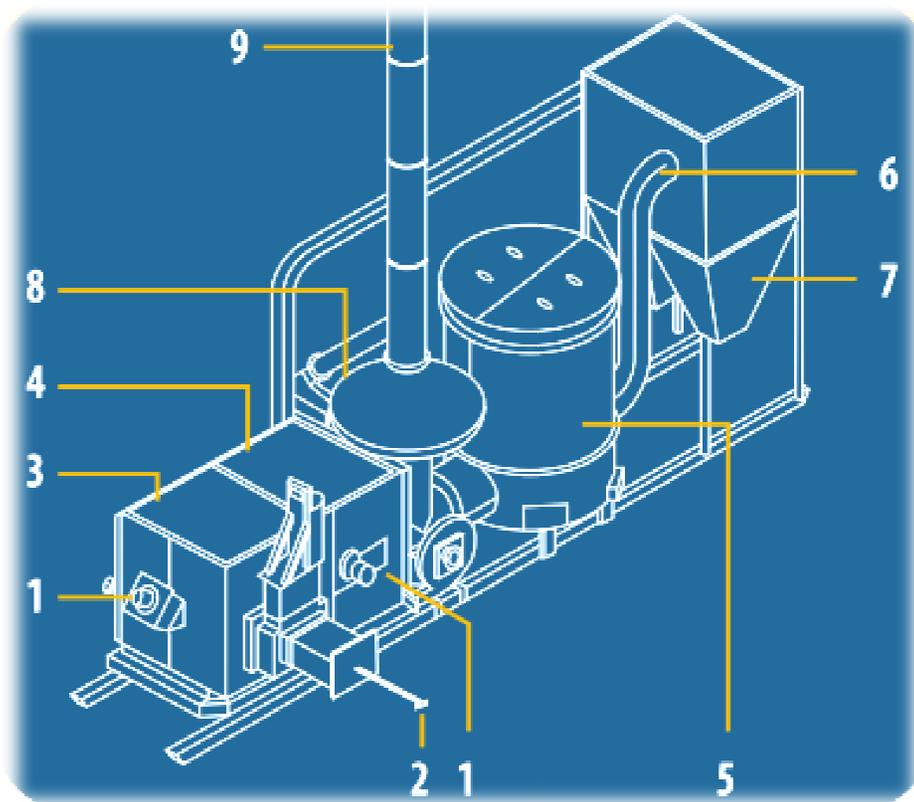
Características

- Cilindros horizontales o verticales.
- Paredes recubiertas de refractarios.
- Equipados con uno o más quemadores.
- Necesidad de combustible auxiliar.
- Equipados con atomizadores (diam. <math><2\mu\text{m}</math>).
- Presión mecánica.
- Atomización con vapor/aire comprimido.
- Atomización externa.
- Temperatura: 1000-1700 °C.
- Tiempo de residencia: hasta 2,5 s.

ESQUEMA GENERAL DE UN HORNO INCINERADOR



PARTES DE UN HORNO INCINERADOR



1. Quemadores.
2. Sistema de alimentación mecánica de accionamiento manual o automático
3. Cámara de combustión diseñada para la carga térmica apropiada
4. Cámara de postcombustión
5. Intercambiador de Calor
6. Agente neutralizante de gases ácidos
7. Filtro de mangas (talegas)
8. Adsorbente de dioxinas, furanos y metales pesados
9. Chimenea

Más allá de las diferencias entre los distintos tipos de incineradores, existen una serie de subsistemas comunes a todos.

- **Preparación y alimentación de los residuos**
- **Cámara(s) de combustión**
- **Tratamiento de emisiones gaseosas**
- **Manejo de residuos sólidos y efluentes.**

- **Preparación y almacenamiento de los residuos**

Cajón alimentador. Es la forma física del residuo la que determina el método de alimentación. Los líquidos son mezclados y bombeados a la cámara de combustión previa atomización mediante toberas. En caso de contener sólidos en suspensión se deben filtrar previamente o ajustar los atomizadores.

Los diferentes residuos líquidos se suelen mezclar previamente (blending) de forma de obtener un poder calorífico del orden de los 8000 Btu/lb, viscosidad adecuada, así como para no superar niveles de concentración de contaminantes como cloro y sulfuro entre otros.

- **Cámara(s) de combustión**

La forma física del residuo y su contenido de cenizas determina el tipo de cámara de combustión a ser utilizado.

Cámara de Oxidación: Es el espacio físico en donde se inyecta el aire necesario para completar la combustión, además su forma y distribución del aire, crea la turbulencia requeridas en los sistemas para una eficiente combustión.

- **Tratamiento de las emisiones gaseosas**

A efectos de cumplir con los estándares de emisión que se manejan a nivel internacional, los incineradores deben contar con sofisticados sistemas de tratamiento de emisiones gaseosas y el correspondiente sistema de control. El sistema de tratamiento y control de emisiones constituye uno de los elementos clave en las plantas de incineración, siendo uno de los componentes mayoritarios del costo total (aproximadamente entre la mitad y un tercio del costo, dependiendo de la escala).

Los constituyentes de los residuos, las condiciones de operación y el sistema de tratamiento de emisiones utilizado son los que determinan el tipo de sustancias y la concentración en los gases que se emiten a la atmósfera. Por ejemplo, los niveles de ácido clorhídrico y dióxido de azufre emitidos están directamente relacionados con el contenido de cloruros y sulfuros de los residuos. Adicionalmente el contenido de cloro en los residuos contribuye a la formación de dioxinas y furanos.

Los sistemas de tratamiento deben garantizar la remoción de contaminantes tales como el ácido clorhídrico originado por la presencia de cloro en los residuos, cenizas volantes de muy pequeño diámetro (menores de 1 micra) y óxidos de azufre entre otros.

Los sistemas de tratamiento de emisiones más comunes cuentan con:

- Un enfriador para el acondicionamiento térmico de los gases
- Un lavador Venturi para la remoción de partículas
- Una torre de absorción para la remoción de ácidos
- Un eliminador de nieblas

El rápido enfriamiento, a temperaturas por debajo de los 100 °C, reduce el tiempo de residencia de los gases de combustión en zonas de temperatura que pueden dar lugar a la síntesis de dioxinas y furanos.

Los lavadores Venturi inyectan en forma atomizada agua o una solución de soda la que arrastra las partículas y parte de los gases absorbibles. Simultáneamente en estas unidades se produce otra caída de la temperatura de los gases. Las torres de adsorción funcionan con la recirculación de una solución en contracorriente con el flujo de gas.

Las unidades cuentan generalmente con otros elementos de control como son los precipitadores electrostáticos húmedos, lavadores húmedos ionizantes, filtros de manga y ciclones. La remoción de dioxinas y furanos, así como posibles restos de mercurio residual, se realiza mediante filtros conteniendo mezclas adsorbentes.

Las emisiones gaseosas son emitidas a la atmósfera por medio de chimeneas, las cuales se diseñan de modo que no exista contaminación atmosférica significativa a nivel de suelo, protegiendo así la salud humana y el medio ambiente.

Las instalaciones deben contar con medidores que permitan el monitoreo continuo de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, ácido clorhídrico, compuestos orgánicos volátiles y material particulado. Adicionalmente se deben realizar monitoreos periódicos de metales pesados, dioxinas y furanos.

- ***Manejo de residuos sólidos y efluentes***

En el proceso de incineración se generan residuos, básicamente compuestos inorgánicos, que salen del sistema como cenizas de fondo de la cámara de combustión, sólidos separados en el sistema de tratamiento de gases y pequeñas cantidades que pueden permanecer en la corriente gaseosa dependiendo de la eficiencia del tratamiento utilizado.

Las cenizas de fondo son enfriadas y almacenadas para disposición en rellenos de seguridad, siendo en algunas ocasiones sometidas a algún tipo de tratamiento previo como la estabilización - solidificación.

Los líquidos generados en el sistema de tratamiento de emisiones gaseosas son sometidos a un tratamiento fisicoquímico, eventualmente recirculados, y evacuados. Los lodos separados son pre- tratados y dispuestos en rellenos de seguridad.

1. LOCALIZACION DE UNA PLANTA DE INCINERACION RESPEL

Para la ubicación de los hornos incineradores se tendrá en cuenta lo dispuesto en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) o esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT) de los municipios - Se debe obtener las licencias y permisos ambientales a que haya lugar.

Se recomienda hacer un estudio meteorológico para determinar velocidad y dirección del viento.
(Resolución 1164 de 2002)

2. DISEÑO

PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO DE UN HORNO INCINERADOR

Los parámetros de la cámara de combustión son considerados fundamentales, ya que las descargas de contaminantes sólidos (partículas) pueden ser funciones de procesos mecánicos y químicos que tienen lugar en la etapa primaria.

Otros factores importantes comprenden las relaciones de distribución del aire de combustión y el criterio de temperaturas y velocidad en la etapa de combustión secundaria, algunos de estos factores son funciones de la rata de combustión horario requerida, y son expresados por medio de formulas empíricas, mientras otros son valores asignados.

Parámetros a tener en cuenta antes de un diseño mecánico y/o térmico del horno incinerador:

- Cantidad de residuo a tratar por hora.
- Contenido de humedad de los desechos.
- Área de la parrilla y altura del arco.
- Consumo combustible.
- Calor bruto.
- Pérdidas (radiación, evaporación del contenido de humedad, evaporación del agua obtenida de la combustión)
- Calor neto.
- Peso de los productos de combustión.
- Productos de la combustión por residuo (contenido de humedad, combustible utilizado)
- Perdidas de calor por combustible (radiación, evaporación del contenido de humedad en el combustible y en el aire de combustión)
- Calor neto total. (Temperatura final de los gases de combustión)
- Volumen de los productos de la combustión.
- Área y altura de la chimenea.

Lo anterior es el soporte técnico para decidir sobre la cantidad de ladrillo refractario y aislante, su colocación, tipos de quemadores, accesorios complementarios de hierro, ducto de descarga de gases, puertas de carga, inspección y cenizas, etc.

DISEÑO DE CADA UNA DE LAS PARTES DEL HORNO

CÁMARA DE COMBUSTIÓN: Es donde se carga el desecho a incinerar.

Sistema de descargue: Esta cámara se instala un sistema de cargue mecánico que permite alimentar el desecho en varios baches y está compuesto por un recipiente en donde el operador del horno deposita el desecho (previa apertura mecánica de la tapa superior), luego se abre la compuerta tipo guillotina y con el empujador mecánico ingresa los desechos a la cámara de combustión. Así facilitando: Mayor estabilidad térmica del horno, mayor estabilidad de los refractarios, mejor funcionamiento en el horno en cuanto a destrucción térmica de contaminantes, no solo por el mejor equilibrio de temperaturas de cámaras sino que también permite la dosificación del desecho.

Sistema de bloqueo: Dispositivo que bloquea la apertura de la puerta de cargue de residuos cuando la temperatura de la cámara disminuye, debe ser suspendida la alimentación hasta alcanzar nuevamente las temperaturas indicadas.

Suministro de aire para la combustión del desecho: Inferior con válvula para graduar el suministro de aire.

Quemador: Para el precalentamiento del horno, quemador de bloque refractario y apropiado para estas exigentes aplicaciones.

Construcción: Cámara inferior en refractario cuidadosamente seleccionado para procesos de incineración donde no solo influye la alta temperatura sino que también se considera los gases emitidos por el desecho al combustionar, seguidamente va instalada una capa de material aislante, para garantizar bajas temperaturas exteriores del horno.

Sensor de temperatura: En esta cámara se debe tener instalado un sensor de temperatura, la cual envía señales para operación del control de temperatura y para el sistema de registro de temperatura.

CAMARA DE OXIDACION: Es el espacio físico donde se reciben los gases de alto calor calorífico de la cámara de combustión y los mezclas con flujo turbulento con aire. Se debe contar con quemadores y un sistema de control automático de temperatura.

CAMARA DE POSTCOMBUSTIÓN:

Quemador: Suministra la energía necesaria para incrementar la temperatura de gases.

La construcción y el sensor de temperatura es similar a lo descrito en la cámara de combustión.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO: Los gases calientes que salen de postcombustión son enfriados, mediante un intercambiador de calor el cual se fabrica acorde a ASME, sección de recipientes a presión y su fluido de servicio es agua.

EQUIPO DE DEPURACION DE GASES: Está compuesto por los siguientes equipos:

Filtro de talegas (mangas): Compuesto por un sistema de dosificación de neutralizante granular (cal, neutralizar los gases ácidos) y un filtro para la adsorción de dioxinas y furano, y de metales pesados, que finalmente son retenidos (Material Particulado) en filtros de talega, el cual cuenta con un sistema de limpieza con aire comprimido.

Reactor foto catalítico: Si se encuentran las concentraciones de dioxinas y furanos y NOx por fuera del límite permitido, se instalara un equipo de foto catálisis para estar por dentro de las concentraciones exigidas, de lo contrario no se instalara dicho equipo. El equipo realiza una destrucción de forma catalítica de las dioxinas y furanos y convierte el NOx en N₂ y agua.

Ventilador extractor: Hace todo el trabajo de extracción y succión de gases a través de todos los equipos comenzando desde la cámara de combustión hasta llegar a la chimenea.

Chimenea: Generalmente la chimenea es fabricada en acero inoxidable, conectada al ventilador extractor.

PLATAFORMA PARA MUESTREOS ISOCINETICOS: Estructura solida fabricada generalmente en acero y protegida con pintura de alta calidad, con pasadizo para la toma de muestras de gases (SO₂, NO_x, CO/CO₂/O₂, Metales pesados, Dioxinas y furano, HCl – HF, VOC, Material particulado) además se incluye escaleras con protección.

Adicional se puede encontrar:

TANQUE DE AGUA: Un tanque de emergencia de volumen considerable para atender las fallas de acueducto o las fallas de energía en caso de una emergencia

TORRE DE ENFRIAMIENTO: en los casos en que no se desee o no se necesite recuperar la energía del intercambiador de calor, para recuperar el agua caliente del intercambiador y recircular nuevamente al proceso.

El incinerador debe tener un diseño que no permita la generación de malos olores.

3. CONDICIONES DE OPERACIÓN

Residuos permitidos mediante tratamiento térmico de residuos y/o desechos peligrosos que realicen coprocesamiento.

Hasta tanto el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial reglamente las condiciones para el tratamiento térmico de residuos y/o desechos peligrosos.

- Residuos líquidos y sólidos con contenidos de hidrocarburos aromáticos policlorinados como bifenilos policlorinados (PCB), pesticidas organoclorados
- Residuos líquidos y sólidos combustibles no explosivos.
- Residuos de aditivos de aceites lubricantes.
- Madera o retal de esta, tratada con compuestos órgano halogenados y órgano fosforados.
- Residuos domiciliarios.
- Residuos de destilación y conversión de las refinerías de petróleo y residuos del craqueo de la nafta.
- Residuos hospitalarios provenientes de la prestación de los servicios de salud.
- Residuos provenientes de mataderos y/o plantas de sacrificio.
- Residuos provenientes del procesamiento de residuos y/o partes de animales, que usen el proceso térmico para la obtención de productos como harinas o concentrados.

Para dar cumplimiento a la normatividad, todos los incineradores deben cumplir:

- **Temperatura de Operación** (Art. 43 Resolución 909)

	Temperatura (°C)	
	Cámara Combustión	Cámara de Post Combustión
Capacidad igual o superior a 500 kg/hr	Mayor y/o igual 850	Mayor y/o igual 1200
Capacidad inferior a 500 kg/hr	Mayor y/o igual 800	Mayor y/o igual 1100
Hospitales y municipios categoría 5y 6 con capacidad igual o superior a 600 kg/mes.	Mayor y/o igual 750	Mayor y/o igual 1000

Tabla 1: Temperatura de operación

- **Tiempo de retención en instalaciones de incineración.** El tiempo de retención en la cámara de post-combustión para las instalaciones de incineración de residuos y/o desechos peligrosos debe ser igual o superior a dos (2) segundos. (Art. 44 Resolución 909)
- **Temperatura de salida de los gases:** Deben contar con un sistema que registre de forma automática la temperatura de salida de los gases, esta temperatura debe ser inferior a 250 °C. Si el registro de dicha temperatura está por encima de este valor se debe instalar un sistema de enfriamiento que reduzca la temperatura como máximo hasta 250 °C. (Art. 53 Art 58 Resolución 909)
- La cámara de enfriamiento (almacenamiento de Residuos peligrosos) deberá mantenerse a temperaturas inferiores de 4°C.
- Las paredes metálicas exteriores no deben llegar a 100°C aún en trabajo continuo. (Anexo 1 Numeral 3.3 Protocolo)

Altura de la chimenea: Se determinará con base en la altura o el ancho proyectado de las estructuras cercanas, la dirección predominante del viento en la zona y la influencia que puede tener las estructuras cercanas en la dispersión de los contaminantes emitidos por la fuente, En todo caso la altura mínima debe garantizar la dispersión de los contaminantes.

Ver anexo V. Determinación de la altura de la descarga (Art. 70 Resolución 909)

MANTENIMIENTO

Para el mantenimiento del incinerador debe tomarse precauciones especiales, a fin de proteger la salud de los trabajadores que realizarán el mantenimiento, tales como:

- Ropa gruesa que no permita por ningún motivo el contacto de la piel con el polvo seco
- Vestidos de protección total del cuerpo reforzado en papel fleece o plástico
- Capucha plástica para proteger la cabeza
- Mascara de recubrimiento medio de la cara con filtro tipo del grupo P2. Con protector para la cara.
- Guantes de cuero con braceras en tela gruesa.
- Botas altas de caucho
- Los guantes y el vestido de protección deben ser depositados en contenedores ubicados en sitios de acceso restringido, si se quieren reutilizar. De no ser reutilizados, deben ser incinerados.
- La protección facial textil debe ser utilizada por una sola vez.
- La protección facial de caucho de la máscara debe ser limpiada con detergente y suficiente agua para su re-uso,
- Las personas deben pasar por un área de descontaminación sometiéndose a una limpieza por intermedio de una boquilla conectada a la aspiradora tipo G en las partes del cuerpo que no cubre el vestido de protección y posteriormente pasando a través de luz UV fotólisis de longitud de onda menor de 290 nm.

En caso de emergencia por fuego en el área contaminada y de descontaminación, apagar el fuego con CO₂, para lo cual las áreas deben estar provistas con extintores de este tipo. (Anexo 1, Item A33 Protocolo)

4. EMISIONES ATMOSFERICAS

ESTANDARES ADMISIBLES

Estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire (Art. 45, Art. 91 Res. 909)

Condiciones de Referencia: 25 °C y 760 mmHg, con oxígeno de referencia de 11%

	Promedio	Estándares de emisión admisibles (mg/m ³)							
		MP	SO ₂	NO _x	CO	HCl	HF	Hg	HC _T
Capacidad igual o superior a 500 kg/hora	Promedio diario	10	50	200	50	10	1	0,03	10
	Promedio horario	20	200	400	100	40	4	0,05	20
Capacidad inferior a 500 kg/hora	Promedio diario	15	50	200	50	15	1	0,05	10
	Promedio horario	30	200	400	100	60	4	0,1	20
Hornos en hospitales y municipios categoría 5 y 6 Capacidad igual o menor a 600 kg/mes	Promedio diario	NP	75	250	100	30	3	0,1	30
	Promedio horario	80	250	500	200	80	8	0,2	50
Sumatoria de Cadmio (Cd), Talio (Tl) y sus compuestos	0.05 mg/m³								
Sumatoria de metales	0,5 mg/m³								

Tabla 2. Estándares de emisión admisible para contaminantes al aire

NP: No Aplica

NO_x: Óxidos de Nitrógeno

HF: Acido Sulfúrico

MP: Material Particulado

CO: Monóxido de Carbono

Hg: Mercurio

SO₂: Dióxido de Azufre

HCl: Ácido Clorhídrico

HC_T: Hidrocarburos

Metales: Se debe contemplar la sumatoria de los siguientes metales y sus compuestos: Arsénico (As), Plomo (Pb), Cromo (Cr), Cobalto (Co), Níquel (Ni), Vanadio (V), Cobre (Cu), Manganeso (Mn), Antimonio (Sb), Estaño (Sn).

Estándares de emisión admisibles de Dioxinas y Furano (Art. 51 y Art. 91 Resolución 909)

Condiciones de Referencia: 25 °C y 760 mmHg, con oxígeno de referencia de 11%

	Fecha de Transición	Instalaciones existentes	Instalaciones Nuevas
		(ng-TEQ/m ³)	
Capacidad igual o mayor a 500 kg/hora	Desde el 1 de agosto del 2009 hasta el 31 de julio del 2012	0,3	0,1
	Del 1 de agosto del 2012 en adelante	0,1	
Capacidad menor a 500 kg/hora	Desde el 1 de agosto del 2009 hasta el 31 de julio del 2012	0,5	0,1
	Del 1 de agosto del 2012 en adelante	0,1	
Hospitales y municipios categoría 5 y 6 capacidad igual o menor a 600 kg/mes	Desde el 1 de agosto del 2009 hasta el 31 de julio del 2012	10	1,0
	Del 1 de agosto del 2012 en adelante	2	

Tabla 3: Estándares de emisión admisibles de Dioxinas y Furano

EVALUACION DE EMISIONES ADMISIBLES

La evaluación de emisiones atmosféricas mediante medición directa debe comenzar mínimo 30 minutos después de iniciada la operación del proceso o instalación y debe finalizar antes de que se detenga la operación del mismo.

La prueba de quemado debe ser realizada bajo condiciones establecidas en el Anexo II, basado en un desempeño representativo del incinerador. Se considera un desempeño representativo el que se realice bajo condiciones de operación iguales o superiores al 90% de su operación normal. (Capítulo 1 Numeral 1.1.2. Protocolo)

Instalaciones Existentes

Deben estar operando como mínimo al 90% de la capacidad de operación promedio de los últimos doce (12) meses. El porcentaje de operación (90%) deberá estar basado como mínimo en los datos de consumo de combustible y de producción. En caso que la actividad no soporte esta información, la medición se deberá realizar a plena carga, para lo cual en el informe previo deberá anexar información que explique el funcionamiento de las fuentes fijas, dicha medición deberá también estar disponible el día en que se realice la medición directa.

Instalaciones Nuevas

Estas tendrán seis (6) meses contados a partir de su entrada en operación para realizar la medición de sus emisiones y deberán cumplir con la consideración del 90% del promedio de operación de esos seis (6) meses. (Cap. 1 Numeral 1.1.2. Protocolo)

Mezcla de dos o más combustibles

Deben realizar tres pruebas o corridas para cada combustible a no ser que se utilice uno de los combustibles más del 95% de las horas de operación, de acuerdo con lo establecido en la resolución 909 del 5 de junio del 2008. (Cap 1 Numeral 1.1.2. Protocolo)

Cada evaluación de emisiones debe constar de tres corridas separadas usando el método de medición aplicable. Cada corrida debe ser realizada para el tiempo y bajo las condiciones especificadas en el capítulo 1 del Protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas. Con el fin de determinar el cumplimiento de los límites máximos de emisión, se debe utilizar el promedio aritmético de los resultados de las tres corridas. En el evento que una muestra se pierda accidentalmente o que ocurran condiciones en las que una de las tres corridas deba ser eliminada debido a un apagado forzoso, falla de una parte irremplazable del tren de muestreo, condiciones meteorológicas extremas u otras circunstancias, más allá del control del operador, el cumplimiento puede, bajo la aprobación de la autoridad ambiental competente, ser determinada usando el promedio aritmético de los resultados de las otras dos corridas.

FRECUENCIA DEL MONITOREO

Contaminantes para hornos incineradores (Art. 91 Resolución 909)

CONTAMINANTES	FRECUENCIA DE MONITOREO
Material particulado total (PST), SO₂, NO_x y CO	Monitoreos continuos con tomas permanentes.
Hidrocarburos Totales expresados como (CH₄), HCl, HF, (Cd + TI), Metales.	Realizar mediciones en forma continua las 24 horas o periodo de operación diario, con toma cada 15 minutos. Realizar análisis cada cuatro (4) meses.
Mercurio (Hg)	Discontinuo. Un análisis cada cuatro (4) meses.

Tabla 4. Frecuencias de monitoreo de contaminantes hornos incineradores

Contaminantes municipios categoría 5 y 6. (Art. 91 Resolución 909)

CONTAMINANTES	FRECUENCIA DE MONITOREO
Material particulado total (PST)	Realizar mediciones directas, cada seis meses y dos análisis por cada vez (uno en la mañana y otro en la tarde).
SO₂, NO_x - CO	Mediciones continuas durante el periodo de operación diario, con toma cada 15 minutos. Realizar un análisis cada cuatro (4) meses.
Hidrocarburos Totales expresados como (CH₄), HCl, HF.	Realizar un muestreo por año. Se debe realizar la medición en forma continua las 24 horas o el periodo de operación diario con toma cada 15 minutos.
Mercurio (Hg)	Discontinua. Un análisis cada cuatro (4) meses.
Cd + TI y Metales	La toma de muestra para metales pesados deberá hacerse cada 4 meses.

Tabla 5. Frecuencias de monitoreo de contaminantes hornos de incineradores municipios categoría 5 y 6 con capacidad igual o inferior a 600kg/mes

Monitoreo de dioxinas y furanos (Art. 91 Resolución 909)

	FRECUENCIA DE MONITOREO
INSTALACIONES NUEVAS	
Primer a Segundo año de operación	Realizar el análisis de dioxinas y furanos cada ocho (8) meses.
Tercer al sexto año de operación	Realizar el análisis una vez al año
A partir del séptimo año de operación	Realizar el análisis cada ocho (8) meses
Municipios de categorías 5 y 6 capacidad inferior o igual a 600 Kg/mes	Realizar un monitoreo de Dioxinas y Furanos en el primer año. En los años siguientes, deberán realizar monitoreos cada dos (2) años.
INSTALACIONES EXISTENTES	
Desde 1 agosto del 2009 en adelante	Realizar el análisis una vez al año

Tabla 6: Frecuencias de monitoreo de dioxinas y furanos

Nota. Importantes ver Anexo IV: Frecuencia de los estudios de evaluación de emisiones.

5. SISTEMAS DE CONTROL

Los sistemas de control deben operarse con base en las especificaciones del fabricante y lo establecido en el Anexo I

CÁMARA DE COMBUSTIÓN Y LA ALIMENTACIÓN

Control de cenizas en la cámara de combustión (Inquemados) y de las cenizas volantes (Polvo seco, material particulado o tratamiento de emisiones): Se realizará sobre las cenizas resultantes la prueba de ignición (pérdida de material volátil de las cenizas), cuyo valor deberá ser menor de 8%, con una frecuencia de máximo 15 días. Si el valor es mayor del 8% implica que presenta combustión incompleta y son señal de una inadecuada operación del incinerador relacionada con la alimentación o sobrecarga del equipo.

Cada una de las cámaras debe operar con su propio e independiente quemador y control automático de temperatura.

El suministro del aire para la combustión de los residuos debe ser graduable e independiente de la entrada del aire para la combustión del combustible.

El incinerador debe estar equipado con quemadores suplementarios de emergencia a fin de mantener la temperatura necesaria para operar. (Combustible gas natural, gas propano, Fuel Oil, carbón o cualquier otro aceptado por la normatividad ambiental –Res. 898 de 1995 con bajo contenido de azufre).

El incinerador debe tener una puerta para el cargue de los residuos a incinerar y una o varias puertas para la extracción de las cenizas.

La alimentación y el paso de una cámara a otra deben poseer equipos automáticos que no permitan la alimentación en caso que las temperaturas desciendan por debajo de las requeridas.

SISTEMA DE CONTROL PARA MATERIAL PARTICULADO DEL TIPO SECO Y/O HÚMEDO

El polvo seco debe ser neutralizado y encapsulado, al cual debe hacerse un análisis TCLP para verificar su adecuado encapsulamiento.

El polvo seco encontrado en el sitio donde se hará el mantenimiento debe ser removido con aspiradoras tipo G.

GASES DE CHIMENEA (SO_x, NO_x, CO, HCl, HF otras)

Se debe poseer una cámara de enfriamiento de uso exclusivo para el almacenamiento de residuos peligrosos, para evitar la formación de dioxinas y furanos, sistema que debe garantizar una disminución de la temperatura de los gases de salida de la cámara de postcombustión.

No deben presentar salidas de gases o llamas por las puertas de cargue, ni por la puerta de extracción de cenizas ni por la chimenea.

MUNICIPIOS CATEGORÍA 5°Y 6°

Los municipios con categoría 5° y 6°, según clasificación establecida en la ley 617 de 2000, y que pueden disponer sus residuos en incineradores sin equipo de control, de acuerdo a lo previsto en el decreto 2676 de 2000 para la gestión integral de residuos hospitalarios similares, debe tener en cuenta las siguientes condiciones:

- El material de construcción del horno y chimenea debe ser diferente a Cobre, Níquel o sus aleaciones
- Los hornos deben ubicarse en sitios donde exista o se coloquen barreras vivas perimetrales.
- Los residuos a ser incinerados deben mezclarse con cal en proporción 1 a 1 en peso, a fin de controlar la formación de SO₂ y potencial lluvia ácida.
- En estos hornos solo se podrá incinerar residuos peligrosos infecciosos.

De llevarse un residuo a un municipio de 5°y 6°, categoría procedente de otros municipios, el incinerador ubicado allí deberá poseer los equipos de control que exija la Autoridad Ambiental (Resolución 1164 de 2002, MPGIRH Numeral 7.2.7)

6. CUMPLIMIENTO ANTE LA AUTORIDAD AMBIENTAL

Solicitar el cumplimiento de todos los contaminantes a monitorear, incluidos en la presente resolución 909 de 2008, a menos que demuestre con información relativa al proceso que adelanta y por medio de medición directa, uso de factores de emisión o balance de masas que no genera alguno de los contaminantes allí señalados.

Exigir el diligenciamiento del Registro Único Ambiental – RUA que cuenten con estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire establecido en la presente Resolución 909 de 2008, a pesar de no requerir licencia ambiental, plan de manejo ambiental y/o permiso de emisiones de conformidad con la normativa ambiental vigente.

En caso de violación a las disposiciones contempladas en la presente Resolución, impondrán las medidas preventivas y sancionatorias a que haya lugar, de conformidad con el Artículo 85 de la Ley 99 de 1993 o las que la modifiquen o sustituyan.

Deben cumplir con licencia ambiental o solicitar la modificación de la licencia ambiental o del plan de manejo ambiental con su respectivo permiso de emisiones atmosféricas de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1220 de 2005 o las normas que lo modifiquen, adicionen o sustituyan

Toda planta de incineración deberá enviar una copia del manual de operación y mantenimiento y deberá incluir:

- Procedimiento a seguir en caso de fallas de la planta o algún equipo
- Esquemas y planos específicos relacionados con las áreas.

PRUEBA DE QUEMADO (ver anexo II)

Deberá informar acerca de la realización de dicha prueba máximo treinta (30) días previos a la fecha definida para la misma con el fin de coordinar la disponibilidad de tiempo y garantizar que esta asista al desarrollo de la prueba, y además enviar la siguiente información en el informe previo a la prueba de quemado:

- El listado de los residuos que tiene autorizada la instalación de tratamiento térmico de residuos, en la licencia ambiental
- Caracterización del(los) residuo(s) que se desea(n) incluir al tratamiento térmico, teniendo en cuenta lo siguiente:
 - Estado físico
 - Contenido de humedad
 - Contenido de metales pesados, materiales volátiles cloro total y de halógenos
 - Viscosidad (para el caso de residuos líquidos)
 - Poder calorífico
 - Descripción del sistema de almacenamiento

- El registro de las condiciones de operación de la instalación de los últimos doce (12) meses. (Temperatura de las cámaras de combustión y postcombustión (para instalaciones de incineración), Temperatura del horno, tiempos de residencia y porcentaje de oxígeno.
- Condiciones de operación bajo las cuales se realizará la prueba de quemado
- La fecha propuesta para realizar la prueba de quemado
- El nombre de la empresa consultora que estará encargada de realizar la prueba
- Los métodos y procedimientos que se aplicarán para la evaluación de las emisiones (se debe tener en cuenta que únicamente se aceptarán los métodos adoptados por el presente protocolo
- Dimensiones de las cámaras de combustión y postcombustión, (forma y tamaño) para el caso de las instalaciones de incineración.
- Eficiencia de los sistemas de control de emisiones atmosféricas que se encuentran operando en la instalación de tratamiento térmico.
- Listado de los contaminantes que serán medidos durante el desarrollo de la prueba de quemado.

Se deberá comparar los valores obtenidos durante la prueba de quemado y analizar la información referente a los parámetros de control bajo los cuales se realizó la misma. Dicho análisis debe permitir verificar el cumplimiento de los estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire. De no cumplirse estos estándares, se deberán realizar los ajustes necesarios en el sistema de tratamiento térmico hasta que se cumpla con los mismos.

SISTEMAS DE CONTROL

- El operador o deberá suministrar información, donde describa la operación del mismo, como también las variables de operación que indiquen que el sistema funciona u opera adecuadamente, y que se encuentra en condiciones adecuadas después de realizar mantenimiento. (Anexo 6 Protocolo)
- El propietario deberá registrar y reportar las temperaturas obtenidas del dispositivo de control en el quemador de gases durante la operación, y realización del estudio de emisiones, y conservar los registros por un periodo de dos (2) años y contar con ellas en el momento que la Autoridad lo requiera.
- Toda fuente de emisión que cuente con un sistema de control, debe elaborar y enviar el Plan de Contingencia del Sistema de control, y formará parte del permiso de emisión atmosférica, plan de manejo ambiental o licencia ambiental, según el caso. (Anexo 7(Anexo 6 Protocolo) Protocolo)

- La autoridad ambiental competente podrá exigir mediciones continuas de emisiones de contaminantes (Tabla 3 y 4).
- Se debe informar la duración de los periodos de arranque y parada de: equipos de combustión externa, actividades de incineración de residuos y hornos crematorios
- Se debe informar por escrito el motivo por el cual se suspenderán los sistemas de control, con una anticipación de por lo menos tres (3) días hábiles, suministrando la siguiente información:
 - Nombre y localización de la fuente de emisión.
 - Lapso durante el cual se suspenderá el funcionamiento del sistema de control.
 - Cronograma detallado de las actividades a implementar.
- Las actividades de mantenimiento deben quedar registradas en la minuta u hoja de vida del sistema de control, documento que será objeto de seguimiento cuando la autoridad ambiental competente lo establezca, o durante una visita de seguimiento y control por parte de la misma.
- Se debe presentar la siguiente información por escrito dentro del siguiente día hábil a la falla:
 - Nombre y localización de la fuente de emisión.
 - Las causas de la falla y su naturaleza
 - Lapso aproximado durante el cual se suspenderá la operación del sistema de control por culpa de la falla.

MONITOREO DE CONTAMINANTES

Eliminación de la obligatoriedad de monitorear contaminantes

Se podrá definir que no se siga monitoreando uno o más contaminante en un proceso o instalación, siempre y cuando las últimas tres mediciones se hayan realizado con una frecuencia tres años. La frecuencia para la evaluación de las emisiones atmosféricas se deberá determinar antes de seis meses contados a partir de la entrada en vigencia del presente protocolo y será la información obtenida a partir de ese momento la que se pueda utilizar para que la autoridad ambiental pueda aplicar esta consideración.

Para el caso de procesos o instalaciones que durante los últimos siete (7) años hayan reducido la concentración de sus emisiones de manera tal que al final de dicho periodo de tiempo les corresponde realizar la medición de algún contaminante con una frecuencia de tres (3) años, la autoridad ambiental competente podrá disponer que no se siga monitoreando el contaminante que cumpla con dicha condición. Lo anterior independiente de cambios que se hayan realizado con respecto a la capacidad de producción, proceso productivo, volumen de consumo de

combustibles y los mismos puntos de emisión. En todo caso, la autoridad ambiental competente podrá disponer en eventos futuros que dicho contaminante sea monitoreado nuevamente.

GLOSARIO

Calentamiento Directo: La transferencia de calor por flama, gases de combustión o por ambos, al entrar en contacto directo con los materiales del proceso.

Calentamiento Indirecto: La transferencia de calor por gases de combustión que no entran en contacto directo con los materiales del proceso.

Cogeneración: Proceso de producción combinada de energía eléctrica y energía térmica, que hace parte integrante de una actividad productiva, destinadas ambas al consumo propio o de terceros y destinadas a procesos industriales o comerciales.

Combustión Interna: Es aquella en la que el calor se libera en el interior del equipo debido a la combustión de los carburantes que se emplean en los motores de explosión.

Combustión Externa: Es el proceso en el cual, el combustible es utilizado para formar vapor fuera del equipo y parte de la energía interna del vapor se emplea para realizar trabajo en el interior del equipo.

Combustibles Gaseosos: Se denominan combustibles gaseosos a los hidrocarburos naturales y a los fabricados exclusivamente para su empleo como combustibles, y a aquellos que se obtienen como subproducto en ciertos procesos industriales y que se pueden aprovechar como combustibles. Por ejemplo: gas natural, metano, etano, propano, butano, gas de refinería, gas de alto horno, biogas o mezclas de éstos.

Combustibles Líquidos: Se consideran combustibles líquidos Diesel, Fuel Oil No. 2 o ACPM, Fuel Oil N° 6, crudo o bunker.

Combustibles Sólidos: Se consideran combustibles sólidos los siguientes: carbón mineral, coque, carbón vegetal, antracita, hullas, lignitos, leña, turbas, madera, biomasa, fibras vegetales, asfalto y brea.

Compuestos Orgánicos Volátiles: Cualquier compuesto de carbono que participa en reacciones fotoquímicas atmosféricas y que tenga a 293,15 °K una presión de vapor de 0,01 kPa o más, o que tenga una volatilidad equivalente en las condiciones particulares de uso. Se excluyen los compuestos orgánicos que tienen una reacción fotoquímica imperceptible como: Metano, Etano, Cloroformo de metilo y aquellos que se encuentran en listados en la sección "Exempt VOC" de la norma 40 CFR 51.100(s)(1) de la EPA de Estados Unidos.

Concentración de una Sustancia en el Aire: Es la relación que existe entre el peso o el volumen de una sustancia y la unidad de volumen de aire en la cual está contenida.

Concentración Tóxica Equivalente (TEQ): Cada tipo de dioxina presenta diferentes niveles de toxicidad. De esta manera los resultados analíticos de todos estos tipos de compuestos

toxicológicamente relevantes (17 dioxinas y 12 PCB) son convertidos en un solo resultado que se expresa como TCDD concentración tóxica equivalente o "TEQ".

$$TEQ = \sum \text{Concentración PCDD} * TEF$$

Condiciones de Referencia: Son los valores de temperatura y presión con base en los cuales se fijan las normas de calidad del aire y de las emisiones, que respectivamente equivalen a 25 °C y 760 mm de mercurio.

Contaminantes: Son fenómenos físicos o sustancias o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana que solos, o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de estas.

Coprocesamiento: Es el ingreso de sustancias, productos, desechos o residuos a hornos de producción de clínker en plantas de cemento, las cuales manejan temperaturas de combustión entre 1100 °C y 2000 °C, con tiempo de retención de gases mayores a cuatro segundos para que dichos materiales sean dispuestos de forma final y segura y sin riesgos para la salud o el medio ambiente.

Dioxinas y Furanos: Son compuestos de origen antropogénico y/o producto de la combustión o subproductos no deseados en diferentes reacciones químicas de procesos industriales. Veintiuno (21) de sus congéneres son clasificados como altamente tóxicos en cantidades pequeñas. Los policlorodibenzo-p-dioxinas (PCDDs) y los policlorodibenzofuranos (PCDFs) son dos familias de hidrocarburos aromáticos halogenados tricíclicos que engloban un total de 210 compuestos: 75 PCDDs y 135 PCDFs, constituidos por dos anillos bencénicos unidos entre sí que poseen entre uno y hasta ocho átomos de cloro como sustitutos de sus enlaces. Estos compuestos son comúnmente conocidos como dioxinas y furanos. Las PCDDs se encuentran unidas por dos átomos de oxígeno y en el caso de los PCDFs por un átomo de oxígeno y un enlace carbono - carbono y cuyos átomos de hidrógeno pueden ser sustituidos hasta por ocho átomos de Cloro.

Emisión: Es la descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de éstos, proveniente de una fuente fija o móvil.

Equipo de Combustión Externa: Equipo en el cual el proceso de combustión ocurre fuera del mismo. En estos equipos la sustancia que sirve de vehículo para la transformación de la energía es distinta de los productos de la combustión y recibe el calor después de que este atraviesa paredes de retención, como en el caso de la superficie de calentamiento de una caldera o un horno.

Factor de Equivalencia Tóxica (TEF): Es el factor que indica el grado de toxicidad de cada uno de los compuestos incluidos en los grupos de Dioxinas y Furanos, comparado con el de la 2,3,7,8 TCDD al que se le otorga un valor de referencia de 1 por ser la dioxina más tóxica.

Fuente de Emisión: Es toda actividad, proceso u operación, realizado por los seres humanos, o con su intervención, susceptible de emitir contaminantes al aire.

Fuente Fija: Es la fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aún cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa.

Fuente Fija Dispersa o Difusa: Es aquella en que los focos de emisión de una fuente fija se dispersan en un área, por razón del desplazamiento de la acción causante de la emisión, como por ejemplo, en el caso de las quemadas abiertas controladas en zonas rurales.

Fuente Fija Puntual: Es la fuente fija que emite contaminantes al aire por ductos o chimeneas.

Hidrocarburos Totales: Todos los compuestos carbonados generados en las emisiones de hidrocarburos excepto los carbonatos, carburos metálicos, monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), ácido carbónico y aldehídos.

Incinerador: Equipo destinado a la incineración de residuos, mediante procesos térmicos, constituido principalmente por dos cámaras instaladas de tal manera que los gases generados por la combustión parcial de los residuos en la primera cámara pasan a una segunda cámara o de post-combustión dentro de regímenes de tiempo y temperatura controlados permitiendo una combustión total, para lo cual cada cámara debe contar con sus respectivos dispositivos de control de temperatura y quemadores.

Instalación de Incineración o Planta de Incineración: Instalación en donde se opere uno o más incineradores, cuya capacidad está determinada por la suma de las capacidades de operación nominal individual de cada incinerador y cuya principal actividad sea la incineración de residuos. Deben contar con instalaciones para recepción y almacenamiento de residuos, sistemas de alimentación de residuos, combustible y aire, horno Incinerador, dispositivos y sistemas de control de las operaciones de incineración, de registro y de seguimiento de las condiciones de incineración (temperaturas en las cámaras y chimenea, emisiones), chimenea, instalaciones de tratamiento de los gases de combustión si la instalación de incineración lo requiere para el cumplimiento de la normatividad, instalaciones de tratamiento y almacenamiento in situ de los residuos de la incineración.

Instalación Existente: Aquella instalación que se encuentre construida y operando a la entrada en vigencia de la presente resolución.

Instalación Nueva: Aquella instalación que inicie operación con posterioridad a la entrada en vigencia de la presente resolución.

Medición Directa: La medición directa se realiza a través de procedimientos donde se recolecta una muestra para su posterior análisis o mediante el uso de analizadores instrumentales. El primer procedimiento corresponde a la captura de la muestra en la chimenea o ducto de la fuente, para su posterior análisis en laboratorio. El analizador instrumental es un equipo que mide directamente la concentración de los contaminantes en la chimenea o ducto de emisión. Este equipo se puede emplear de manera eventual o permanente. Cuando se emplea de manera permanente el analizador forma parte de un sistema que recibe el nombre de sistema de monitoreo continuo de emisiones. Sin embargo, únicamente serán válidos aquellos resultados obtenidos mediante la aplicación de analizadores instrumentales, cuando el método aplicado permita el uso de los mismos, caso en el que se deberán cumplir todas las especificaciones del método.

Municipio Quinta Categoría: Todos aquellos distritos o municipios con población comprendida entre diez mil uno (10.001) y veinte mil (20.000) habitantes y cuyos ingresos corrientes de libre destinación anuales sean superiores a quince mil (15.000) y hasta veinticinco mil (25.000) salarios mínimos legales mensuales.

Municipio Sexta Categoría: Todos aquellos distritos o municipios con población igual o inferior a diez mil (10.000) habitantes y con ingresos corrientes de libre destinación anuales no superiores a quince mil (15.000) salarios mínimos legales mensuales.

Residuo Peligroso: Es aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.

Sistema de Control de Emisiones: Conjunto ordenado de equipos, elementos o maquinaria que se utilizan para el desarrollo de acciones destinadas al logro de resultados medibles y verificables de reducción o mejoramiento de las emisiones atmosféricas generadas en un proceso productivo.

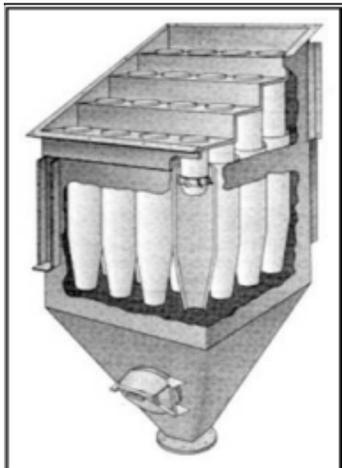
BIBLIOGRAFÍA

- Resolución 909 de 2008, Ministerio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. - MAVDT
- Protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica por fuentes fijas, MAVDT, versión 1, Republica de Colombia, Enero de 2009.
- Resolución 886 de 2004.

ANEXOS

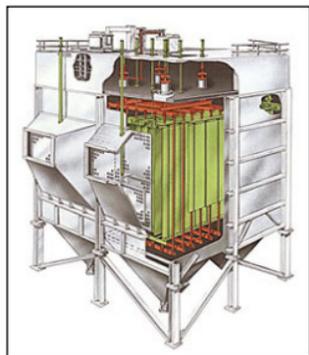
ANEXO I. SISTEMAS DE CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Ciclones



La eficiencia de estos equipos de control de emisiones de material particulado está asociada a la caída de presión del flujo de gases, a través del sistema, Por ello es requisito indispensable que los sistemas de medición de presión que se instalen sean calibrados periódicamente, a intervalos de tiempo inferiores de un (1) año. La caída de presión del sistema se debe registrar continuamente y almacenar de manera permanente en un medio magnético o físico. El dispositivo de monitoreo que se instale debe tener una precisión del 5% de su rango de operación.

Precipitadores Electrostáticos



Los precipitadores electrostáticos (PES) se debe utilizar para los casos en los que se requiere alta eficiencia en la remoción de material particulado, especialmente cuando el volumen de los gases de emisión es alto y es necesario recuperar materiales valiosos sin modificaciones físicas.

Un precipitador es un equipo de control de partículas que utiliza un campo eléctrico, para mover las partículas fuera de la corriente del gas y sobre las placas del colector. El gas de combustión que transporta e material particulado o ceniza volante, pasa a través de un campo eléctrico donde las partículas son cargadas negativamente y atraídas por un electrodo colector con carga opuesta; por medio de un sistema de golpeteo se limpia el electrodo y se recogen las partículas en una tolva localizada en la parte inferior del precipitador.

Quemadores de Gases

Cuando se pretenda realizar el control de la emisión de sustancias volátiles, se debe instalar un quemador, y se deberá monitorear y registrar continuamente la temperatura en la zona de combustión del quemador de la unidad de control.

Sistemas de captura y destrucción de sustancias contaminantes

Hace referencia a la instalación de un sistema que realice la captura y destrucción de sustancias contaminantes, siendo necesario aplicar las mismas medidas mencionadas en el numeral correspondiente a sistemas de control de emisiones del presente anexo. Ejemplo de este sistema pueden ser filtros biológicos para la destrucción de compuestos orgánicos volátiles por tratamiento biológico, entre otros.

Lavador húmedo

La actividad que emplee un lavador húmedo como sistema de control, deberá instalar, calibrar, operar y mantener un sistema de monitoreo que mida y registre continuamente la caída de presión de los gases a través del lavador, y además registrar la tasa de flujo del líquido que emplea el lavador. La caída de presión monitoreada debe ser certificada por el fabricante con una precisión dentro del 5% de la columna de agua del medidor de presión, al nivel de operación. La precisión del sistema de medición de la tasa de flujo del líquido también debe ser del 5% de la tasa de flujo de diseño.

Se consideran excedencias a los parámetros de los dispositivos de control, los siguientes:

- La caída de presión en el lavador húmedo es inferior al 80% de la lectura realizada durante el último estudio de emisiones presentado a la autoridad ambiental.
- La tasa de flujo del líquido del lavador húmedo es inferior al 80% o superior al 120% de la lectura realizada durante el último estudio de emisiones presentado a la autoridad ambiental.

Cuando se evalúe la emisión del lavador húmedo, el operador o propietario de la fuente fija deberá determinar el cambio promedio de presión del gas a través del lavador y el cambio promedio del caudal del líquido del lavador, durante la realización de una corrida o prueba de evaluación de emisiones. Los valores que se obtengan serán las variables de control que se controlarán en las visitas que se realicen a la actividad en las funciones de seguimiento y control.

Lavador Venturi

La actividad que instale un lavador venturi, o lavador de otro tipo como sistema de control, deberá instalar un sistema de monitoreo continuo de la caída de presión a través de la garganta o del equipo que se instale. El instrumento de medición que se instale debe estar certificado por el fabricante con una precisión dentro de ± 1 pulgada de agua.

Cuando el lavador sea de tipo venturi, se debe instalar un sistema de monitoreo continuo que registre el agua suministrada al equipo de control. El instrumento de presión se debe instalar cerca al punto de descarga de agua, este debe tener una precisión de $\pm 5\%$ de la presión de diseño de suministro de agua.

ANEXO II. PRUEBA DE QUEMADO

De acuerdo con lo establecido en el artículo 42 de la resolución 909 del 2008 el operador o propietario de cualquier instalación de incineración que realice tratamiento térmico de residuos y/o desechos peligrosos deberá realizar una prueba de quemado cada vez que desee incluir un residuo y/o desecho al sistema de tratamiento.

La prueba de quemado se debe realizar cada vez que el operador o propietario de la instalación en la cual se realiza el tratamiento térmico de residuos y/o desechos peligrosos desee incluir un residuo adicional, diferente a los previamente autorizados por la licencia ambiental. En cada uno de estos casos deberá enviar la información anteriormente mencionada.

La prueba de quemado consiste en la verificación en campo de las condiciones de operación bajo las cuales la instalación de tratamiento térmico realizará lo propio con los diferentes residuos con los cuales alimentará el sistema. Esta prueba se realiza con el objetivo de evaluar las cargas máximas de alimentación, las características físicas y químicas de los residuos y/o desechos peligrosos a alimentar al sistema de tratamiento térmico, la eficiencia de destrucción de los desechos y/o residuos alimentados de tal manera que se garantice el cumplimiento de los estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire. Esto permitirá entonces realizar una evaluación de la capacidad y eficiencia del sistema instalado.

Dentro de los criterios que se verifican durante el desarrollo de una prueba de quemado se encuentran los siguientes:

- 99.99% de eficiencia de destrucción y remoción de los residuos
- 99% de eficiencia de remoción de HCl

Cuando se realiza pruebas de quemado uno de los principales criterios que se debe analizar es que el horno incinerador esté funcionando bajo las condiciones normales de operación.

Adicionalmente, se deben verificar aquellos parámetros que pueden afectar el desempeño de los sistemas de control de emisiones instalados, de acuerdo con lo establecido en el presente protocolo. Por otra parte se debe controlar el ingreso de cenizas y materiales clorados, ya que del contenido de estos en el incinerador dependerán las emisiones de material particulado y de HCl.

Esta evaluación deberá determinar las condiciones puntuales de alimentación de residuos y/o desechos peligrosos y las propiedades tanto físicas como químicas que se deben mantener durante la operación y funcionamiento de la instalación de tratamiento térmico de residuos de manera que se cumplan los valores límites de emisión establecidos para esta actividad.

Para la verificación de la eficiencia de destrucción y remisión se tienen en cuenta consideraciones como la masa de los residuos peligrosos con los cuales se alimenta el sistema,

la masa de los compuestos contenidos en la emisión atmosférica y la masa de residuos alimentados al horno. El anterior análisis se realiza aplicando la siguiente ecuación.

$$\%Ef = \frac{Mr - Ce}{Mr}$$

Donde:

- %Ef = Eficiencia de destrucción de residuos del sistema
- Mr = Masa de residuos alimentados al sistema
- Ce = Masa de los compuestos contenida en la emisión atmosférica

Metodología para el desarrollo de Pruebas de quemado en instalaciones de tratamiento térmico de residuos y/o desechos peligrosos.

A continuación se muestran las consideraciones que se deben tener en cuenta para el desarrollo de pruebas de quemado en instalaciones que realicen tratamiento térmico de residuos y/o desechos peligrosos:

Durante el desarrollo de la prueba de quemado, la autoridad ambiental debe verificar lo siguiente:

- Que los parámetros de diseño del sistema de tratamiento térmico correspondan la información contenido en el informe previo.
- Que los parámetros de operación de la instalación de tratamiento térmico, tales como. temperatura de los quemadores, presión y temperatura en las cámaras, tipo y consumo de combustible y alimentación de residuos correspondan con la información enviada en el informe previo.
- Condiciones y parámetros de operación de los sistemas de control de emisiones instalados.
- Que las características físicas de las cámaras de combustión y postcombustión, (forma y tamaño) para el caso de las instalaciones de incineración y del horno para el caso de hornos cementeros que realicen coprocesamiento coincidan con la información entregada previamente por el operador o propietario de la instalación.
- Que la composición de los residuos con los cuales se alimente el sistema corresponda a lo que estaba previamente autorizado mediante la licencia ambiental y el residuo que se desea incluir.
- Que los métodos aplicados durante el muestreo sean los adoptados por el presente protocolo y correspondan a los enunciados en el informe inicial.

Informe final de la prueba de quemado

Una vez se ha realizado la prueba de quemado se deberá enviar dentro de los noventa (90) días siguientes al desarrollo de la prueba el informe final de la prueba, el cuál debe contener como mínimo la siguiente información:

- Caracterización física y química de los residuos y/o desechos con los cuales se alimentó el sistema para el desarrollo de la prueba de quemado (es decir, aquellos que fueron sometidos a la prueba de quemado)
- Plan para el aseguramiento y control de la calidad del proceso (actividades, variables y criterios que son tenidos en cuenta en el control operacional de la instalación)
- Descripción ingenieril de las instalaciones utilizadas para realizar el tratamiento térmico de residuos y/o desechos peligrosos
- Métodos y procedimientos de muestreo y monitoreo utilizados en el momento de la prueba (incluir el título de los métodos y especificar el uso de métodos alternativos si a ello hubo lugar)
- Composición y velocidad de los gases resultantes de la combustión
- Actividades ejecutadas durante el desarrollo de la prueba de quemado
- Condiciones de operación de los equipos que hacen parte del proceso, durante la prueba.
- Condiciones de operación de los sistemas de control (eficiencia, alimentación de energía, condiciones de presión, de temperatura, entre otros)
- Parámetros críticos de operación de la instalación en donde se realiza tratamiento térmico (Presión, temperatura, razón de alimentación de residuos y/o desechos peligrosos)
- Los estándares de emisión admisibles que debe cumplir la instalación que realiza el tratamiento térmico de residuos y/o desechos
- La comparación y análisis de los resultados referentes a las emisiones de contaminantes generadas durante la prueba de quemado con respecto al cumplimiento de los estándares de emisión admisibles y demás parámetros establecidos (temperatura de las cámaras o del horno cementero, tiempo de retención)
- La demás información que se considere necesaria.

ANEXO III. ACTAS DE INCINERACIÓN QUE SE PRESENTA A LOS GENERADORES QUE CONTRATAN EL SERVICIO DE INCINERACIÓN

ACTA DE INCINERACION			
1. LUGAR _____	CIUDAD _____		
2. FECHA	DIA _____	MES _____	AÑO _____
3. HORA	INICIO _____	FINAL _____	
4. TIPO DE RESIDUO _____	PESO _____		
5. CAPACIDAD DEL HORNO _____			
6. ANALISIS A LAS CENIZAS _____			
7. DISPOSICION FINAL DE LAS CENIZAS _____			
8. FECHA ULTIMO ESTUDIO ISOCINETICO: _____			
9. SE LIMPIARON LAS CENIZAS DE LA INCINERACIÓN ANTERIOR SI _____ NO _____			
10. CUMPLIERON CON LAS DEBIDAS NORMAS DE SEGURIDAD SI _____ NO _____			
11. SE INCINERO TODOS LOS RESIDUOS PELIGROSOS SI _____ NO _____			
12. TIPO DE COMBUSTIBLE UTILIZADO _____			
13. OBSERVACIONES _____ _____ _____			
Damos fe, que lo testimoniado en la presente Acta de Incineración es totalmente cierto.			
TESTIGOS			
Firma _____	CC. _____	TEL _____	
Firma _____	CC. _____	TEL _____	
RESPONSABLE			
Firma _____			
CC. _____			
TEL _____			

ANEXO IV FRECUENCIA DE LOS ESTUDIOS DE EVALUACIÓN DE EMISIONES

A continuación se presenta la metodología para la determinación de la frecuencia de los estudios de evaluación de emisiones atmosféricas mediante el uso de unidades de contaminación atmosférica (UCA), aplicable para todas las actividades, cuyo objetivo es establecer a nivel nacional la frecuencia con la cual se debe realizar la evaluación de las emisiones.

La metodología consiste en la determinación de las Unidades de Contaminación Atmosférica (UCA) para cada uno de los contaminantes a los cuales está obligado monitorear.

Esta metodología deberá aplicarse para cada uno de los ductos o chimeneas de la fuente y para cada uno de los contaminantes a los que está obligado a monitorear la fuente fija según la resolución 909 de 2008, es decir, la frecuencia encontrada será independiente para cada ducto o chimenea y para cada uno de los contaminantes y no se regirá por el máximo o por el mínimo de los periodos encontrados.

La determinación de la frecuencia del estudio de emisiones atmosféricas para cada contaminante, se deberá cuantificar mediante el número de unidades de contaminación atmosférica (UCA) definido como:

$$UCA = \frac{Ex}{Nx}$$

Donde:

UCA: Unidad de Contaminación Atmosférica calculada para cada uno de los contaminantes

Ex: Concentración de la emisión del contaminante en mg/m³ a condiciones de referencia y con la corrección de oxígeno de referencia que le aplique

Nx: Estándar de emisión admisible para el contaminante en mg/m³

Con cada valor obtenido de la ecuación se obtiene la frecuencia de monitoreo, de acuerdo a lo establecido en la siguiente tabla:

UCA	Grado de significancia del aporte contaminante	Frecuencia de monitoreo (Años)
< 0.25	Muy bajo	3
0.25 – 0.49	Bajo	2
0.5 – 1.0	Medio	1
1.01 – 1.99	Alto	½ (6 meses)
≥ 2.0	Muy Alto	¼ (3 meses)

Tabla 7: Frecuencia monitoreo dado la unidad de contaminación atmosférica.

ANEXO V. DETERMINACION DE LA ALTURA DE DESCARGA

Para la determinación de la altura de la chimenea, se deben analizar las condiciones del entorno cercano a la fuente de emisión, donde se incluyen:

Las dimensiones de la estructura

Fuente de emisión,

Dimensiones de las estructuras cercanas,

Dirección predominante del viento en la zona

Influencia que puede tener las estructuras cercanas en la dispersión de los contaminantes emitidos por la fuente.

Generalidades

No se contempla la determinación de frecuencias para re-calcular la altura de la chimenea de las fuentes de emisión. En todo caso la autoridad ambiental competente podrá establecer en cualquier momento que se debe re-calcular la altura de la chimenea, basada en la problemática de calidad del aire de su jurisdicción.

Altura de la chimenea	
Instalaciones existentes	Instalaciones nuevas
$HT = 2,5He$	$HT = Hec + 1,5L$

Tabla 8: Altura de la chimenea

- HT: Altura de la chimenea medida desde el nivel del terreno en la base de la chimenea hasta el borde superior de la misma
- He: Altura de la estructura en el punto en el cual se encuentra ubicado el ducto o chimenea.
- Hec: Altura de la estructura cercana a la fuente de la emisión, medida desde el nivel del suelo en la base de la chimenea.
- L: Corresponde a la menor de las dimensiones entre el ancho proyectado y la altura de la estructura cercana.

El valor de HT, se mide desde el nivel del terreno, independientemente de cuál es la ubicación o elevación interna del equipo o instalación que genera la emisión dentro de la estructura. Adicionalmente, en los casos en los que existan diferentes elevaciones del terreno dentro de la estructura, el valor de H se debe medir desde el nivel terreno exactamente debajo donde se encuentra ubicado en ducto.

Para aquellos casos en los que el equipo que genera la emisión de los contaminantes no se encuentra ubicado dentro de una estructura, es decir que se encuentra al aire libre y no existe ninguna instalación el valor H corresponderá a la altura del equipo que genera dicha emisión.

Análisis de las condiciones adicionales del entorno

Determinación de la región cercana

Inicialmente se debe definir la región cercana a la fuente de emisión, la cual corresponde a una distancia de 800 metros medidos en todas las direcciones desde el borde de la estructura en la cual se encuentra la fuente de emisión

Para la determinación de las estructuras cercanas se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Se deben considerar únicamente aquellas estructuras que se interponen entre la dirección predominante del viento y la fuente de emisión
- En los casos en los que exista más de una estructura que se interponga entre la dirección del viento y la fuente de emisión se debe realizar el cálculo con cada una de ellas y definir como estructura cercana la que dé como resultado la mayor de las alturas de la chimenea.
- Cuando la zona en la cual se encuentra ubicada la fuente de emisión no cuente con una dirección predominante del viento, se debe realizar el cálculo de la altura de la chimenea para cada una de las estructuras cercanas y tomar la que dé como resultado una mayor altura para la chimenea.

No se deben considerar como estructuras cercanas las siguientes:

- Los ductos o chimeneas
- Las antenas de transmisión
- Las torres eléctricas
- Los postes del sistema eléctrico
- Las vallas de publicidad
- Las torres de generación de energía eólica
- Los tanques de almacenamiento de agua con capacidad inferior a 15 m³

Una vez identificadas las estructuras cercanas, es decir, aquellas que se encuentran dentro de la región cercana de la fuente de emisión, se debe definir cuál es el área de influencia de cada una de ellas con el objetivo de establecer si afectan o no la dispersión de los contaminantes emitidos por la fuente fija.

Para determinar el área de influencia de las estructuras cercanas se debe medir una distancia correspondiente a 5 veces la menor de las dimensiones entre el alto y el ancho proyectado de cada una de las estructuras, en todas las direcciones, medida desde el borde de cada estructura.

Dirección en el viento

Cuando no existan direcciones predominantes del viento en la zona en la cual se encuentra ubicada la fuente de emisión, se deberán evaluar todas las direcciones del viento que tienen influencia sobre la dispersión de los contaminantes y se deberá utilizar el valor del mayor ancho proyectado que se obtenga.

En aquellos casos en los que en la región cercana no se encuentren edificaciones sino características del terreno como elevaciones y/ó depresiones no se deberán tomar estas como estructuras cercanas.

En aquellos casos en los que una estructura nueva que desee calcular la altura de la chimenea mediante la aplicación de buenas prácticas de ingeniería sea la única dentro de la región cercana, es decir que no tiene ningún tipo de obstáculo del terreno o estructura a 800 m a la redonda, deberá utilizar la ecuación establecida para estructuras existentes.

Consideraciones adicionales

La aplicación de buenas prácticas de ingeniería para la determinación de la altura de la chimenea, considera adicionalmente el análisis del impacto que generan las fuentes de emisión de contaminantes individualmente a la calidad del aire de la zona en la cual se encuentran ubicadas. En este sentido define que es considerada una buena práctica la altura del ducto o punto de descarga que demuestre mediante la aplicación de modelos de dispersión que permite la dispersión de los contaminantes y que además las emisiones provenientes de la fuente no incrementan en más de un 40% la concentración de algún contaminante en el aire, es decir, el estudio se deberá realizar simulando las condiciones de calidad del aire con y sin el aporte de la fuente para determinar el cumplimiento de dicha condición. Dicho análisis debe realizarse para cada uno de los contaminantes que le corresponde monitorear a la actividad. En el caso que uno de los contaminantes no cumpla con esta condición, no se podrá aplicar esta alternativa.

Sin embargo, para definir la aplicación de esta alternativa se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Será aplicable cuando la concentración en el aire de todos los contaminantes que debe monitorear la actividad, excluyendo el aporte realizado por la misma (concentración de fondo) no sobrepasa los límites establecidos y el incremento en la concentración de los contaminantes en el aire por causa de la emisión generada por el proceso o instalación no sobrepasen los límites establecidos en la misma tabla 9, el aporte realizado por el ducto o chimenea puede ser superior al 40%.

Niveles máximos permisibles de contaminantes en el aire.

CONTAMINANTE	PROMEDIO	MÁXIMA CONCENTRACIÓN
PM10	Anual	20 µg/m ³
Dióxido de Nitrógeno NO ₂	Anual	40 µg/m ³
Dióxido de Azufre	24 horas	20 µg/m ³

Tabla 9: Niveles máximos permisibles de contaminación en el aire

Para la determinación de la distancia a la cual se debe aplicar el modelo de dispersión de los contaminantes, se debe medir la altura de la característica del terreno a una distancia de 800m (0.5 millas) y considerar las siguientes condiciones:

- Si a una distancia de 800m (0.5 millas), la altura de la característica del terreno es superior a la altura total de la chimenea (medida desde el nivel del suelo), el modelo de dispersión se deberá aplicar hasta una distancia horizontal correspondiente a 10 veces el valor de HT, medida desde el borde de la estructura.
- Si a una distancia de 800m (0.5 millas), la altura de la característica del terreno es superior al 40% de la altura de la chimenea (medida desde el nivel del suelo) pero inferior a la altura total de la misma, el modelo se deberá aplicar hasta una distancia horizontal correspondiente a la menor de las distancias entre 3.2 Km (2 millas) y 10 veces el valor de HT, medidos desde el borde de la estructura.
- Si a una distancia de 800m (0.5 millas), la altura de la característica del terreno es inferior al 40% de la altura de la chimenea (medida desde el nivel del suelo), el modelo se deberá aplicar hasta una distancia horizontal de 800m, medidos desde el borde de la estructura.