

Cálculo de altura de focos estacionarios canalizados

Nº Instrucción Técnica:	Revisión:	Fecha:
ATM-E-EC-01	REV. 1	18-06-2018

Seguimiento de revisiones		
Número	Fecha	Motivo
0	12-07-2013	Publicación inicial.
1	18-06-2018	Incorporación de aclaraciones. Actualización normativa.

INDICE

1	OBJETO	4
2	ÁMBITO DE APLICACIÓN	4
3	DEFINICIONES	4
4	CÁLCULO DE ALTURA DE FOCOS TIPO 1	6
4.1	Consideración de focos Tipo 1	6
4.2	Metodología de cálculo	8
5	CÁLCULO DE LA ALTURA DE FOCOS TIPO 2	8
5.1	Consideración de focos Tipo 2	8
5.2	Metodología de cálculo	8
6	ALTURA DE FOCOS TIPO 3	13
7	CRITERIOS MÍNIMOS	14
8	EXCLUSIÓN DE LA DETERMINACIÓN DE LA ALTURA	14
9	RESPONSABILIDADES	15
10	REFERENCIAS DE CARÁCTER NORMATIVO	15
	ANEXO Principales aspectos a tener en cuenta para el uso de modelos matemáticos	16



Comunidad
de Madrid

Cálculo de altura de focos estacionarios canalizados

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de C_{MA} para las distintas sustancias.	11
Tabla 2. Valores de C_F para las distintas sustancias.	12

1 OBJETO

Esta instrucción técnica establece la metodología para calcular la altura mínima de las chimeneas o focos de emisión estacionarios canalizados.

Con esta altura mínima se pretende asegurar una correcta dispersión de los contaminantes en la atmósfera.

Se establecen dos procedimientos diferentes para el cálculo de la altura de la chimenea, ya se trate de grandes focos emisores, definidos en esta instrucción técnica, o se trate de focos emisores pertenecientes a actividades catalogadas como pertenecientes a los grupos A y B.

Para los focos de actividades pertenecientes al Grupo C, se establecen unos criterios sencillos para determinar su altura.

En todo caso se dan unas características mínimas que deben cumplir los distintos focos de emisión.

Adicionalmente, se establecen unos criterios, a considerar por el Órgano competente de la Comunidad de Madrid, para excluir a determinados focos de la metodología de cálculo establecida en esta instrucción técnica.

2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación son los focos estacionarios de actividades pertenecientes al Catálogo de Actividades Potencialmente Contaminadoras de la Atmósfera (CAPCA) ubicados en la Comunidad de Madrid.

Esta instrucción técnica se aplicará a los nuevos focos y modificaciones estructurales de los existentes. También será de aplicación a aquellos focos existentes a los que el Órgano competente de la Comunidad de Madrid estime oportuno evaluar su altura y en su caso proceder a la modificación de la misma.

3 DEFINICIONES

- **Altura efectiva de una chimenea o de un foco estacionario:** máxima altura sobre el suelo del centro del penacho que sale por la chimenea.

Este valor excede del de la altura geométrica de la chimenea en el valor de la elevación del penacho, causado por la velocidad de salida de los gases de la chimenea y la complementaria elevación debida a la flotación del penacho. Por consiguiente, la altura efectiva de la chimenea es la suma de la altura geométrica más la elevación del penacho.

- **Altura geométrica de una chimenea o de un foco estacionario:** diferencia entre la altura de la salida al aire libre y la elevación media del terreno en la ubicación del foco emisor.
- **Elevación del penacho:** altura que alcanza un penacho sobre el borde de su chimenea, debido a la fuerza ascensional de convección y a la velocidad de salida de los gases.
- **CAPCA:** Catálogo de Actividades Potencialmente Contaminadoras de la Atmósfera, según se recoge en el Anexo del *Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación*, así como en las revisiones y actualizaciones que de dicho anexo se realicen.
- **Foco estacionario canalizado:** elemento o dispositivo fijo a través del cual tiene lugar una descarga a la atmósfera de contaminantes atmosféricos, ya se produzca ésta de forma continua, discontinua o puntual y con origen en un único equipo o en diversos equipos, procesos y/o actividades y que puedan ser colectados para su emisión conjunta a la atmósfera.
- **Foco existente:** cualquier foco estacionario canalizado en funcionamiento y perteneciente a una instalación autorizada con anterioridad a la fecha de publicación de esta instrucción técnica, o que haya solicitado las correspondientes autorizaciones exigibles por la normativa aplicable antes de esa fecha, siempre que se haya puesto en funcionamiento a más tardar 12 meses después de la publicación de esta instrucción técnica (12/07/2013).
- **Foco nuevo:** cualquier foco estacionario canalizado que se ponga en funcionamiento con posterioridad a la fecha de publicación de esta instrucción técnica o pasados más de 12 meses desde dicha fecha, siempre y cuando formara parte de una instalación que hubiera solicitado las correspondientes autorizaciones exigibles por la normativa aplicable con anterioridad a la fecha de publicación de esta instrucción técnica (12/07/2013).

4 CÁLCULO DE ALTURA DE FOCOS TIPO 1

4.1 Consideración de focos Tipo 1

Se consideran focos Tipo 1 a los siguientes focos estacionarios:

- Focos de actividades incluidas en el ámbito de aplicación del Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Focos de actividades incluidas en el ámbito de aplicación del Real Decreto 430/2004, de 12 de marzo, por el que se establecen nuevas normas sobre limitación a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión, y se fijan ciertas condiciones para el control de las emisiones a la atmósfera de las refinerías de petróleo.
- Focos a los que por normativa específica, autorización, etc., sea necesario realizar una modelización de sus emisiones.
- Focos de otras actividades, para los cuales, el Órgano competente determine la necesidad de realizar un estudio específico de dispersión y el consecuente cálculo de altura de chimenea. Esta necesidad puede venir determinada tanto por el tipo de actividad que se desarrolla como por el entorno inmediato donde se encuentra ubicada.

Atendiendo al tipo de actividad, se consideran como pertenecientes a este grupo, los focos de los hornos de cemento, de los hornos de segunda fusión para la recuperación de metales, y de otros procesos, independientemente del número de focos por los que emita, que tengan un flujo másico de emisión para alguno de los contaminantes igual o superior a los que se indica a continuación:

- Partículas: 10 kg/h
- Dióxido de azufre: 50 kg/h
- Óxidos de nitrógeno: 30 kg/h
- Compuestos inorgánicos de cloro: 5 kg/h

- Compuestos inorgánicos de flúor: 2 kg/h
- Compuestos orgánicos volátiles:
 - 6 kg/h de compuestos orgánicos volátiles no clasificados como carcinógenos, mutágenos o tóxicos para la reproducción.
 - 2 kg/h de compuestos orgánicos volátiles halogenados con indicaciones de peligro H341 o H351 según la denominación introducida por el Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas.
 - 0,2 kg/h de compuestos con indicaciones de peligro H340, H350, H350i, H360D o H360F, según la denominación introducida por el Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación y etiquetado.
- Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP): 2 g/h
- PCDD + PCDF (dioxinas + furanos) (como I-TEQ): 5 µg/h
- Metales:
 - Suma de cadmio, mercurio y talio y sus compuestos: 10 g/h
 - Suma de arsénico, selenio y telurio y sus compuestos: 20 g/h
 - Suma de plomo y sus compuestos: 30 g/h
 - Suma de antimonio, cromo, cobalto, cobre, manganeso, estaño, níquel, vanadio, cinc y sus compuestos: 100 g/h

Atendiendo al entorno, para determinar la necesidad de realizar un estudio de dispersión específico, se podrá considerar que la actividad se desarrolle a menos de 500 m de alguno de los siguientes espacios:

- Núcleos de población,
- Espacios naturales protegidos de acuerdo al artículo 27 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, incluidas sus zonas periféricas de protección,

- Espacios pertenecientes a la Red Natura 2000,
- Áreas protegidas por instrumentos internacionales.

4.2 Metodología de cálculo

Se determinará la altura adecuada de un foco estacionario canalizado mediante la aplicación de un modelo matemático validado.

Se entiende por altura adecuada aquella para la cual se cumplen los criterios de calidad del aire legalmente establecidos y adicionalmente, el incremento de contaminación atmosférica que produce el foco estudiado no compromete la implantación o desarrollo de nuevas actividades en la zona.

Se consideran validados a los modelos oficiales de uso recomendable para las distintas aplicaciones recogidos en el Sistema de Documentación de Modelos (MDS –Modelo Documentation System-) desarrollado a través del *European Topic Centre on Air and Climate Change* para la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA- *European Environment Agency*-) y a los publicados en la *Guideline on Air Quality Models* (revisados por el *Appendix W (FDF) of 40 CFR Part. 51*) de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (EPA –*U.S. Environmental Protection Agency*-).

En el Anexo de esta instrucción técnica se recogen los principales aspectos a tener en cuenta para el uso de los modelos.

5 CÁLCULO DE LA ALTURA DE FOCOS TIPO 2

5.1 Consideración de focos Tipo 2

Se consideran focos pertenecientes a este grupo, otros focos emisores correspondientes a los Grupos A y B del CAPCA, que no han sido considerados del Tipo 1 de esta instrucción técnica.

5.2 Metodología de cálculo

La altura de la chimenea se determina considerando los siguientes parámetros:

1. La temperatura de los gases emitidos en el punto de salida a la atmósfera.
2. Las emisiones producidas, así como las emisiones de otros focos próximos de la propia instalación.

3. Las condiciones meteorológicas de la zona donde se ubica el foco.
4. Los valores de referencia en calidad del aire.
5. Los valores de contaminación de fondo en la zona de estudio.
6. El entorno, incluyendo la altura de los edificios vecinos, la topografía del terreno, etc.

Inicialmente se realizará un cálculo de altura de chimenea considerando los cinco primeros aspectos y, finalmente, se considerará la existencia de obstáculos que pudieran interferir en la dispersión de los contaminantes. De esta forma, la altura calculada de la chimenea podría verse incrementada en función de la presencia de estos obstáculos.

PASO 1. Cálculo inicial de la altura de la chimenea

El valor H de la altura de la chimenea se hallará mediante la fórmula siguiente:

$$H = \sqrt{\frac{AQ_M F^3 \sqrt{\frac{n}{Q_G \Delta T}}}{C_M}}$$

expresándose H en metros, desde el suelo sobre el que se asienta la nave (en caso de que se trate de un suelo en pendiente, se tomará la altitud media como cota 0); y siendo:

- A: parámetro que refleja las condiciones climatológicas del lugar. Es función de la estabilidad térmica vertical media o distribución media de la temperatura y de la humedad en las capas de la atmósfera. Su valor es:

$$A = 70 \times I_0$$

donde:

$$I_0 = \frac{\Delta T + 2\delta t}{T_m} + \frac{80}{h}$$

siendo:

ΔT : máxima oscilación de temperatura del lugar, es decir, es la diferencia entre las temperaturas máxima y mínima (máxima más cálida y mínima más fría), medida en °C.

δt : diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y la temperatura media del mes más frío, medida en °C.

T_m : temperatura media anual, medida en °C.

h : humedad relativa media de los meses de junio, julio, agosto y septiembre tomada de las observaciones fundamentales climatológicas (a siete, trece y dieciocho horas).

La expresión anterior es válida cuando T_m es igual o mayor que 10 °C. Si T_m resulta menor de 10 °C, se toma 10 °C.

Los valores de ΔT , δt , T_m y h (valores climatológicos) han de darse sobre períodos de treinta años o como mínimo de diez años. Estos valores se han de obtener de la Agencia Estatal de Meteorología, para el observatorio meteorológico más próximo a la ubicación del foco.

- Q_M : Caudal máximo de sustancias contaminantes, expresado en kg/h.
- F : coeficiente sin dimensiones relacionado con la velocidad de sedimentación de las impurezas en la atmósfera. Para contaminantes gaseosos, cuya velocidad de sedimentación es prácticamente nula, se tomará $F= 1$. En el caso de partículas sólidas u otros contaminantes particulados, se tomará $F= 2$.
- C_M : incremento máximo de concentración de contaminantes, a nivel del suelo, expresada en mg/Nm³ como media de veinticuatro horas. Se determina como diferencia entre el valor de referencia del contaminante fijado en la tabla 1, C_{MA} , y el valor de la contaminación de la zona, C_F (medida en calidad del aire por ejemplo mediante la red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid, o la red de Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid). El valor de C_F , se entenderá tomado como media anual del último año natural con el fin de que sea representativo. En caso de que falte algún contaminante tanto en los valores de C_F como de C_{MA} , se podrá consultar con el Área de Calidad Atmosférica el valor a utilizar.
- n : número de chimeneas, incluida la que es objeto de cálculo, pertenecientes a la misma instalación, situadas a una distancia horizontal inferior a 2 H del emplazamiento de la

chimenea de referencia. No se considerarán las chimeneas pequeñas al tener una influencia despreciable, entendiéndose por tales las que tengan una altura inferior a la mitad de la chimenea mayor.

- Q_G : caudal de gases emitidos en las condiciones reales de emisión, expresado en $m^3/hora$.
- ΔT : diferencia entre la temperatura de los gases a la salida de la chimenea y la temperatura media anual del aire ambiente en el lugar considerado, expresado en $^{\circ}C$. Si ΔT es inferior a $50^{\circ}C$, para el cálculo se adopta el valor de $50^{\circ}C$.

Si el foco emite varios contaminantes, la altura de la chimenea se calculará para cada uno de ellos, adoptándose el valor que resulte mayor.

SUSTANCIAS	C_{MA} (mg/Nm ³)
Partículas	0,15
Óxidos de azufre	0,15
Óxidos de nitrógeno	0,14
Monóxido de carbono	8
HCl	0,05
Cloro	0,05
HF	0,005
Flúor	0,005
Sulfuro de hidrógeno	0,005
Compuestos orgánicos volátiles distintos a los que se indican a continuación	0,1
Compuestos orgánicos volátiles halogenados ¹	0,05
Compuestos orgánicos volátiles ²	0,0005
Cr, Cu, Mn, Sn, Sb, Zn	0,002
Pb, Ni, As, Co, Se, Te, V	0,0005
Cd, Tl, Hg	0,0002

Tabla 1. Valores de C_{MA} para las distintas sustancias.

En ausencia de medidas de calidad del aire en la zona, C_F puede ser obtenido de la tabla 2 siguiente:

¹ Compuestos orgánicos volátiles halogenados con indicaciones de peligro H341 o H351 según la denominación introducida por el Reglamento (CE) n° 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas.

² Compuestos con indicaciones de peligro H340, H350, H350I, H360D o H360F, según la denominación introducida por el Reglamento (CE) n° 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación y etiquetado.

	Óxidos de azufre (mg/Nm ³)	Óxidos de nitrógeno (mg/Nm ³)	Partículas (mg/Nm ³)
Zona poco contaminada	0,01	0,01	0,01
Zona moderadamente urbanizada o moderadamente industrializada	0,04	0,05	0,04
Zona muy urbanizada o muy industrializada	0,07	0,10	0,08

Tabla 2. Valores de C_F para las distintas sustancias.

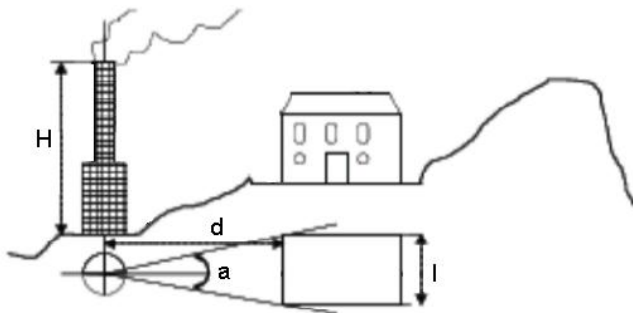
En el caso de contaminantes diferentes a los anteriores y en ausencia de datos de contaminación de la zona, C_F podrá no tenerse en consideración ($C_F=0$).

PASO 2. Corrección de la altura por la presencia de obstáculos.

Si en la proximidad de la chimenea existen obstáculos naturales o artificiales (estructuras o edificios, incluyendo el que soporta la chimenea en cuestión) capaces de perturbar la dispersión de las emisiones, es necesario corregir la altura de la chimenea calculada según el paso 1 anterior.

Para que se pueda considerar que un obstáculo puede interferir en la dispersión de las emisiones, el obstáculo en cuestión debe cumplir las dos condiciones siguientes:

- Encontrarse a una distancia horizontal inferior a $(10 H + 50)$ metros del eje considerado de la chimenea,
- Tener una anchura superior a 2 metros y poder ser visualizado desde el eje de la chimenea en un ángulo mayor a 15° en el plano horizontal.



Deberá cumplirse simultáneamente:

- $d < 10 H + 50$ (en m)
- $l > 2$ m y $a > 15^\circ$

Si h_i es la altura en metros de un obstáculo³ y d_i (en metros) la distancia horizontal de dicho obstáculo al eje de la chimenea, se calcula H_i como:

A) Si $d_i \leq 2 H + 10$, entonces:

$$H_i = h_i + 5;$$

B) Si $2 H + 10 < d_i \leq 10 H + 50$, entonces:

$$H_i = \frac{5}{4} (h_i + 5) \left[1 - \frac{d_i}{(10 H + 50)} \right]$$

PASO 3. Altura resultante.

El valor de la altura final de la chimenea será igual o mayor al valor más alto de los valores H_i y H obtenidos. Si la altura finalmente resultante es inferior a 10 m, se tomará como altura geométrica mínima 10 m.

En todo caso, habrá al menos tres metros de distancia entre la salida de la chimenea y la parte más alta del tejado del edificio donde se encuentre ubicado.

6 ALTURA DE FOCOS TIPO 3

Se consideran focos pertenecientes a este grupo, los focos emisores correspondientes a las actividades del Grupo C del CAPCA.

Sin perjuicio de lo establecido en otra normativa aplicable (Ordenanzas municipales, Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios), estos focos deberán tener una altura mínima de 6 m.

En todo caso habrá, al menos, dos metros verticales de distancia entre la salida de la chimenea y la parte más alta del tejado del edificio donde se encuentre ubicado. Si hubiera otros obstáculos en una distancia horizontal de 10 m desde el eje de la chimenea, deberá contarse esos obstáculos como "la parte más alta del tejado", e incrementarse la altura de la chimenea convenientemente. Se entiende por obstáculos aquellos que pudieran interferir en la dispersión de las emisiones, por ejemplo aquellos con una anchura superior a 2 m.

³ Considerada desde el nivel medio del suelo de la ubicación de la chimenea en cuestión.

7 CRITERIOS MÍNIMOS

En cualquier caso, los focos de emisión de actividades pertenecientes al CAPCA deberán cumplir los siguientes aspectos:

La velocidad mínima de emisión será:

- Igual o superior a 8 m/s para un caudal de emisión superior a 5.000 m³/h.
- Igual o superior a 5 m/s para un caudal de emisión menor o igual a 5.000 m³/h.

Se evitará el bloqueo total o parcial de la expulsión de gases al exterior, este bloqueo produce una limitación en la sobreelevación del penacho. Con criterio general, en el caso de que exista este bloqueo, se deberá valorar su influencia y corregir la altura de la chimenea.

Igualmente, se evitará introducir curvaturas en el tramo final de la chimenea que cambien la verticalidad del penacho de gases. En el caso de que se consideren necesaria dichas curvaturas, la altura final de la chimenea será la altura determinada con la metodología descrita en esta instrucción técnica incrementada en 2 m.

8 EXCLUSIÓN DE LA DETERMINACIÓN DE LA ALTURA

No obstante, a criterio del Órgano competente de la Comunidad de Madrid, se podrán excluir a ciertos focos de emisión del cumplimiento de la metodología de cálculo establecida en esta instrucción técnica. La altura del foco será la que determine el Órgano competente.

El criterio a considerar para realizar esta exclusión será el flujo másico de emisión de contaminantes. Para ello se considerará el diámetro del foco (por ejemplo ≤ 15 cm); la velocidad de emisión (por ejemplo ≤ 3 m/s), la duración de la emisión (por ejemplo emisiones no sistemáticas) y concentración de contaminantes.

A modo de referencia, podrían encontrarse en estos casos los focos que emitan menos de:

- Partículas: 0,1 kg/h
- Dióxido de azufre: 0,5 kg/h
- Óxidos de nitrógeno: 0,5 kg/h
- Compuestos orgánicos volátiles:

- 0,1 kg/h de compuestos orgánicos volátiles no clasificados como carcinógenos, mutágenos o tóxicos para la reproducción.
- 0,02 kg/h de compuestos orgánicos volátiles halogenados con indicaciones de peligro H341 o H351 según la denominación introducida por el Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas.
- 0,002 kg/h de compuestos con indicaciones de peligro H340, H350, H350i, H360D o H360F, según la denominación introducida por el Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación y etiquetado
- Compuestos inorgánicos de cloro: 0,02 kg/h
- Compuestos inorgánicos de flúor: 0,01 kg/h
- Metales:
 - Suma de cadmio, mercurio y talio y sus compuestos: 0,1 g/h
 - Suma de arsénico, selenio y telurio y sus compuestos: 0,5 g/h
 - Suma de plomo y sus compuestos: 1 g/h
 - Suma de antimonio, cromo, cobalto, cobre, manganeso, estaño, níquel, vanadio, cinc y sus compuestos: 2 g/h

9 RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del titular de la instalación asegurar que la altura de los focos de emisión es conforme a lo establecido en esta instrucción técnica.

10 REFERENCIAS DE CARÁCTER NORMATIVO

- Orden Ministerial de 18 de octubre de 1976 sobre prevención y corrección de la contaminación industrial de la atmósfera.
- Arrêté du 15 février 2000 modifiant l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation (France).

ANEXO Principales aspectos a tener en cuenta para el uso de modelos matemáticos

1.- ESTUDIO PREVIO A LA ELECCIÓN DEL MODELO

Con carácter previo a la elección del modelo, se debe realizar un estudio que deberá contemplar explícitamente los siguientes aspectos:

- Propósito perseguido
 - Utilidad de la modelización
 - Ámbito espacial
 - Resolución
 - Ámbito temporal
- Características relativas a la emisión
 - Tipo de emisión
 - Naturaleza de los contaminantes
- Características relativas al entorno
 - Variables meteorológicas
 - Aspectos geográficos y topográficos

2.- SELECCIÓN DEL MODELO DE DISPERSIÓN PREVISTO

Se deberán utilizar modelos matemáticos validados. Se consideran validados, a los modelos oficiales de uso recomendable para las distintas aplicaciones recogidos en el Sistema de Documentación de Modelos (MDS –Modelo Documentation System-) desarrollado a través del *European Topic Centre on Air and Climate Change* para la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA- *European Environment Agency*-) y a los publicados en la *Guideline on Air Quality Models* (revisados por el *Appendix W (FDF) of 40 CFR Part. 51*) de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (EPA –*U.S. Environmental Protection Agency*-).

Adicionalmente, cuando por la naturaleza de los principales contaminantes emitidos, éstos puedan sufrir reacciones químicas en la atmósfera, como es el caso de los óxidos de nitrógeno, el modelo deberá integrar rutinas para evaluar dichas reacciones.

Atendiendo a lo expuesto, se debe justificar el modelo que se prevé utilizar en la modelización, describiendo las razones de su elección, el nombre, tipo y versión del modelo, así como la identificación de quienes lo desarrollaron.

3.- ELEMENTOS A CONSIDERAR EN LA MODELIZACIÓN

Para aplicar el modelo elegido, se deberán tener en cuenta los siguientes criterios:

3.1.- Definición del área de estudio

El área de estudio o dominio debe quedar ampliamente definido.

En este sentido, se deberá trabajar con mapas geográficos que abarquen todo el área de estudio. Sobre este mapa, se deberán representar además del foco o focos a evaluar, los receptores discretos existentes en el dominio considerado. En todo caso, se incluirán los siguientes receptores:

- Poblaciones agrupadas, centros comerciales, residenciales, viviendas aisladas etc., en el ámbito de modelización.
- El punto más próximo de cualquier área que tenga reconocida una figura de protección ambiental o albergue valores sensibles a la contaminación (LIC, ZEPA's, etc. según cartografía de la Comunidad de Madrid).
- Estaciones de la Red de Vigilancia de la Contaminación Atmosférica de la Comunidad de Madrid.
- Estaciones de la Red Climatológica o Meteorológica.
- Cualquier elemento singular que, a criterio del Órgano competente, deba considerarse para su estudio.

Se deberán indicar los criterios utilizados para la selección del dominio del modelo y para la elección de los receptores.

Para modelizaciones que pretendan evaluar con un mayor grado de detalle el impacto ambiental sobre la calidad del aire, será necesario disponer de un inventario de fuentes emisoras en el área a considerar. La información a tener en cuenta, además de su ubicación, son las condiciones en las que se produce la emisión, la carga másica de contaminantes, el régimen temporal con el que se producen las emisiones, etc.

3.2.- Definición de la resolución del modelo

La resolución del modelo es otro aspecto fundamental a considerar. Para ello, se elegirá el tamaño de malla más adecuado en función del dominio elegido, de los receptores presentes en ese dominio, de la distribución esperada de las concentraciones de contaminantes, del tipo de modelo, etc.

En este sentido y con carácter orientativo, podrían resultar adecuadas las siguientes condiciones:

- Una representación gráfica del penacho y comportamiento físico del mismo en un radio de 1000 m., teniendo como centro el foco emisor y en una escala adecuada que permita su estudio.
- Unas dimensiones del dominio de referencia de 10 Km x 10 Km, ubicando en su centro el foco o focos emisores a evaluar.
- Una dimensión de las celdas de la malla para modelos *estacionarios* de 500m x 500m. Para modelos *eulerianos*, las celdas de la malla a utilizar será de igual o menor dimensión que la resolución considerada. Se obtendrán datos de las concentraciones en los cuatro vértices de cada celda.

3.3.- Datos de entrada (Inputs)

La fiabilidad de los inputs utilizados en la modelización determina en gran parte, la calidad de los resultados obtenidos (estimación de los niveles de calidad del aire de la zona).

Entre los inputs más importantes, se encuentran los inherentes a la instalación industrial, los meteorológicos de la zona de ubicación y los relativos a la topografía más próxima, además del nivel de contaminación existente o concentración de fondo.

A continuación se indican las directrices a considerar en relación con las principales entradas de datos.

A) Datos de la instalación

Se han de contemplar explícitamente los siguientes datos de emisiones, tanto en régimen normal de funcionamiento como en condiciones anormales del mismo (es decir, en aquellas situaciones que impliquen las mayores emisiones tales como el cambio de combustible, cambio de carga, incidencias en los sistemas de control de emisiones, etc.).

A.1.- Materias primas y productos.

Se considerarán las materias primas utilizadas, los productos y los subproductos obtenidos, con expresión de su composición, consumos y producciones.

Entendiendo por consumos y producciones medios aquellos valores de los mismos cuyos márgenes de variación con respecto al valor medio no superan el 10%, durante un 80% del tiempo de funcionamiento. En el caso de que no se cumpla tal requisito se ha de especificar el consumo o producción promedio anual, acompañado de una distribución anual previsible o media.

En caso de procesos discontinuos se ha de indicar los valores correspondientes por ciclos de operación, así como la sucesión normal de éstos a lo largo del año.

A.2.- Características de la emisión.

Inicialmente, se considerará la altura a evaluar de los focos objeto de estudio, así como su diámetro hidráulico. Como principales características de la emisión se tendrán en cuenta el caudal, la velocidad, la temperatura, la composición y la densidad de los gases emitidos. Estos datos se podrán obtener bien a partir de su cálculo teórico o deducción respecto a valores de las instalaciones similares en el caso de plantas nuevas; o bien, medidas reales de funcionamiento, en caso de plantas existentes.

El caudal de gases emitido será el medio o normal de funcionamiento entendiendo por tal aquel valor del mismo cuyos márgenes de variación con respecto al valor medio no superan el 10%, durante un 80% del tiempo de funcionamiento. En el caso que no se cumpla tal requisito, se ha de indicar la distribución anual previsible del caudal para cada foco.

Los caudales se expresarán en m³N/h de gas seco (temperatura de 0° C y presión de 760 mm de Hg) y para cada chimenea en caso de existir varias.

Por otro lado, se ha de indicar las temperaturas a la entrada y salida de la chimenea, adjuntando la estimación del valor de pérdidas de temperatura de chimenea e indicando el método de estimación utilizado, que corresponda (para grandes instalaciones de combustión se podrá tomar como pérdida aproximada unos 0,07 °C por metro de altura de chimenea).

A.3.- Carga másica

Se deberá considerar la carga másica emitida de cada contaminante. En el caso de nuevas instalaciones, para determinar los contaminantes a estudiar, se pueden utilizar los indicados por el fabricante o los asociados al proceso conforme a la guía de Mejores Técnicas Disponibles del sector.

B) Datos Meteorológicos

Los datos meteorológicos, son de especial interés en la evaluación de la contaminación atmosférica ambiental, por lo que resulta de vital importancia su óptima determinación.

Los datos meteorológicos, serán obtenidos preferentemente, de medidas locales en el emplazamiento previsto para la instalación. Estos datos, serán contrastados con los correspondientes de los observatorios oficiales próximos. La obtención de medidas en el emplazamiento, es especialmente relevante, cuando la distancia entre el emplazamiento previsto para la instalación y la estación meteorológica oficial es excesiva.

Los datos meteorológicos mínimos a considerar serán, la velocidad y dirección del viento, la humedad del aire, la radiación solar, la presión, la temperatura, la precipitación y la observación de la cobertura de nubes.

Junto a esta información, se debe aportar la ubicación de las estaciones meteorológicas dentro del dominio considerado, el número de años de información utilizados para la evaluación y el origen de la información. Se debe informar y justificar el formato de la información meteorológica utilizada.

Además se deberán destacar y señalar las condiciones meteorológicas en las que se originan las máximas concentraciones horarias de contaminante. Para ello, se observarán todas las posibles combinaciones de clase de estabilidad-rapidez del viento-altura de la capa de mezcla.

Con el fin de que los datos meteorológicos resulten mínimamente representativos de la zona de estudio, se deberán considerar al menos, los de los últimos 24 meses.

Actualmente, se dispone de estaciones automáticas o en su caso, termopluviométricas de la Agencia Estatal de Meteorología y de la Red de la Calidad de Aire de la Comunidad de Madrid, que podrían proporcionar parámetros meteorológicos tales como temperatura, velocidad y dirección del viento, precipitación, radiación, humedad, etc. de la zona más cercana a la de ubicación de la instalación.

C) Datos Topográficos

Tanto la topografía del terreno, como los edificios y los obstáculos presentes en el entorno de una chimenea, tienen una gran influencia sobre las condiciones de dispersión.

En terreno llano, con rugosidad aproximadamente constante, los perfiles de viento y temperatura obtenidos de una estación meteorológica son válidos para la zona en la que mantengan estas condiciones. Sin embargo, cuando sobre el terreno existen obstáculos tales como edificios, árboles aislados, barreras vegetales, etc., aparecen perturbaciones en el flujo de viento que alteran la turbulencia, la velocidad y la dirección del viento.

Cuando los obstáculos están constituidos por colinas, montañas, etc. y dependiendo de la dirección del viento, pueden aparecer despegues con flujo inverso y estelas turbulentas en las proximidades de los mismos.

En consecuencia, las alteraciones del régimen de viento en una zona montañosa o con obstáculos muy acentuados no se pueden determinar por medio de fórmulas o modelos matemáticos sencillos. Por tanto, en estos casos, se deberán realizar ensayos con modelos físicos o experimentación en un túnel de viento.

Teniendo esto en cuenta, se deberá:

C.1.- Presentar las características del terreno de la zona que será evaluada, señalando si las fuentes o los receptores se encuentran en una zona de terreno simple o complejo.

Especificar la ubicación y altura de las elevaciones cercanas, así como otras consideraciones geográficas que sean relevantes en la aplicación del modelo.

C.2.- Describir la topografía de la zona y los criterios utilizados en el modelo. Se deberá indicar el formato de la información utilizada y la forma en que ha sido procesada. Se deberá indicar el criterio utilizado para la selección de las condiciones urbanas o rurales. Se deberán justificar debidamente, aquellos casos en los que se considere innecesario el tratamiento de la información topográfica.

Para obtener la información topográfica necesaria se recomienda utilizar la proporcionada por el Instituto Geográfico Nacional a través del Proyecto SIOSE.

C.3.- Identificar y considerar el efecto de edificaciones cercanas en la dispersión, informando de la ubicación y dimensiones de todas las edificaciones que se han tenido en cuenta en el modelo.

Se deberán justificar debidamente, aquellos casos en los que se considere innecesario el tratamiento de la información sobre las edificaciones cercanas.

D) Datos de Fondo

Como dato de concentración de fondo, se ha de considerar la concentración media a nivel del suelo, en un periodo determinado y representativo. Para ello se deberá tratar un conjunto de datos suficiente y significativo.

El dato de contaminación de fondo se sumará al obtenido en la modelización. Con ello se obtiene la previsión de la concentración total en el aire de cada contaminante estudiado, una vez considerada la contribución del foco objeto de estudio.

Con carácter general, para el establecimiento de los valores de contaminación de fondo se considera válida la media anual de las concentraciones registradas por una Estación de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid o del Ayuntamiento de Madrid, próxima al emplazamiento de la instalación considerada. Al menos se deberán utilizar los datos correspondientes al último año completo disponible.

A falta de estos datos, se realizarán campañas previas de medición que tengan la suficiente representatividad. No obstante, se podrán utilizar los datos proporcionados por una estación

próxima de la Red de Vigilancia de otra Comunidad Autónoma, siempre que éstos resulten técnicamente aplicables y se justifique adecuadamente. También se pueden considerar válidos aquellos que proponga el titular siempre que el Órgano competente considere que tienen una base técnica apropiada y ampliamente contrastada.

4.- RESULTADOS OBTENIDOS

El estudio de dispersión deberá proporcionar la siguiente información:

- Medias horarias, diarias, mensuales y anuales de los contaminantes considerados. Para la representación de cada una de las medias anteriores, se utilizarán formatos de isolíneas y formato de celdas con la dimensión indicada.
- Los resultados permitirán evaluar el cumplimiento de la normativa de calidad del aire. Para ello se obtendrán los índices de concentración esperable para los periodos establecidos en dicha normativa (horarios, diarios, media anual, percentiles, etc.).
- Los datos obtenidos han de presentarse en tablas y como resumen, irán acompañados de una exhaustiva, pormenorizada y justificada conclusión técnica.

Adicionalmente, al modelo de dispersión se han de adjuntar todos los datos utilizados en el mismo que permitan la reproducción de la modelización.