

# Correlación entre las Emisiones y las Inmisiones de Contaminantes

Desde los focos de contaminación se produce la mezcla y dilución de los contaminantes en el aire, dando lugar a una distribución de la concentración de los mismos, variable tanto en el espacio como en el tiempo.

La cantidad de contaminantes presentes en la atmósfera vendrá determinada por la diferencia entre los lanzados y producidos en la misma y los que se eliminan a través de los procesos de autodepuración por deposición, precipitación y absorción por el suelo, el agua y la vegetación. Estos procesos de autodepuración atmosférica pueden causar acumulaciones excesivas de contaminantes en otros medios (vegetación, suelos, lagos, etc.), incluso lejos del punto de emisión del contaminante, como consecuencia del arrastre atmosférico producido por el viento.

En las áreas en que se dé una fuerte concentración de focos emisores de contaminantes pueden producirse episodios de fuerte contaminación local como consecuencia de la persistencia de situaciones meteorológicas adversas para la difusión de los contaminantes.

Estos episodios se manifiestan con grandes aumentos de la concentración de contaminantes en un área más o menos extensa alrededor de focos contaminantes y pueden verse forzados por las especiales condiciones topográficas de la zona, o por la localización de barreras artificiales (edificios) que pueden favorecer la acumulación de contaminantes.

En otros casos los contaminantes pueden alcanzar bastante altura e introducirse en las masas de aire que forman las corrientes generales de vientos sobre la tierra, siendo arrastrados a muchos kilómetros de las fuentes de emisión.

## Influencia de los procesos meteorológicos en la contaminación atmosférica

La concentración de contaminantes a nivel del suelo varía como consecuencia del desequilibrio entre los índices de producción de contaminantes y los de dilución y desaparición de los mismos. Es decir, la concentración de contaminantes dependerá de la relación de fuerzas entre las fuentes contaminantes y las condiciones de autodepuración atmosférica.

La importancia de las condiciones meteorológicas en el grado de contaminación atmosférica se reconoce observando las variaciones de la calidad del aire en una zona determinada de unos días a otros, aún cuando las emisiones permanecen prácticamente constantes.

Las principales variables meteorológicas a considerar por su influencia sobre la calidad del aire son:

- a. el transporte convectivo horizontal, que depende de las velocidades y direcciones del viento; y
- b. el transporte convectivo vertical, que depende de la estabilidad atmosférica y del fenómeno de la inversión térmica de las capas de la atmósfera.

**Transporte convectivo horizontal.** El viento, al transportar los contaminantes, produce su dispersión horizontal y determina la zona que va a estar expuesta a los mismos. Por lo general, una mayor velocidad del viento reducirá las concentraciones de contaminantes al nivel del suelo, ya que se producirá una mayor dilución y mezcla.

No obstante, pueden producirse circulaciones cerradas de viento, como en el caso de las brisas del mar y las de valle y montaña, en las que los contaminantes lanzados a la atmósfera se incorporan a la circulación del viento con lo que se produce una acumulación progresiva de contaminantes, que da lugar a un aumento de la concentración de los mismos en las zonas barridas por este tipo de vientos. Efectos similares se producen cuando los vientos fuertes inciden perpendicularmente a las crestas montañosas, a un valle o sobre los edificios altos; en estas condiciones, los efectos aerodinámicos de estos obstáculos pueden tener consecuencias negativas para la dispersión de contaminantes, acumulándolos en determinadas zonas.

**Transporte convectivo vertical.** El principal factor que determina el grado de difusión vertical de contaminantes es la variación vertical de temperaturas en la atmósfera.

Podemos determinar la capacidad de difusión vertical de contaminantes comparando la variación vertical de temperaturas de un estrato de aire atmosférico con el gradiente vertical adiabático del aire, que corresponde a una variación de  $-1^{\circ}$  C por cada 100 metros de altura. De esta forma se obtienen tres clases diferentes de estabilidad atmosférica en el estrato, según que la variación de la temperatura con la altura sea mayor, igual o inferior que la correspondiente al gradiente vertical adiabático.

- Si en la capa de aire la temperatura desciende con la altura bastante menos de un grado cada 100 metros, los movimientos verticales del aire están muy limitados por lo que hay poca o nula dispersión vertical de contaminantes. En estas condiciones se dice que la clase de estabilidad atmosférica es del tipo **estable**.
- Cuando la temperatura del estrato desciende con la altura más de un grado cada 100 metros de altura, la estabilidad atmosférica será del tipo **inestable** y los movimientos verticales del aire están muy favorecidos difundiéndose los contaminantes verticalmente hasta donde alcance la inestabilidad.
- Por último, tenemos el caso de la estratificación **indiferente o nula**, que se da cuando coinciden la variación de temperatura del estrato con la gradiente vertical adiabático. En estas condiciones la dispersión vertical de contaminantes no está limitada.

Cuando la temperatura del aire aumenta con la altura, aparece el fenómeno de la **inversión térmica**. Este fenómeno produce una fuerte acción limitadora en la dispersión de contaminantes. La inversión de la temperatura del aire se puede producir como consecuencia del enfriamiento del suelo, por la gran irradiación de calor que se produce en las noches despejadas. El aire se va enfriando progresivamente desde el suelo hacia arriba, produciendo una fuerte estabilidad atmosférica que impide la difusión vertical de los contaminantes. La inversión térmica se forma durante la noche y suele desaparecer progresivamente durante la mañana, cuando la radiación solar calienta de nuevo el suelo y éste a las capas de aire que están en contacto con él.

Existen otros tipos de inversiones que, generalmente, se producen a más altura y que actúan como una capa que limita la dispersión de contaminantes en sentido vertical, incrementando notablemente las concentraciones de contaminantes en los estratos de aire que quedan bajo ellos.

Estos tipos de inversiones son las llamadas de **subsistencia**, que tienden a formarse en las áreas anticiclónicas, y las inversiones **frontales**, producidas por la superposición de una masa de aire cálido sobre una de aire más frío. Este último tipo de inversión suele tener por lo general una permanencia escasa.

Un aspecto interesante de la contaminación atmosférica es el de la micrometeorología urbana. Las grandes ciudades crean al su alrededor un microclima propio, el efecto «**isla urbana de calor**», produciendo un penacho térmico que tiene gran incidencia en la capacidad de difusión de los contaminantes urbanos. A menudo, da lugar a la circulación de vientos locales que elevan el aire caliente del centro de la ciudad, creando una corriente compensada de aire frío de la zona rural circundante que penetra en la zona urbana a niveles bajos.

Las grandes ciudades alteran el clima urbano de muchas formas; por lo general la temperatura es superior, hay menos viento, menos precipitaciones en forma de nieve, si bien las precipitaciones totales son ligeramente superiores en la ciudad que en las zonas rurales circundantes. La radiación solar, y especialmente los rayos ultravioletas, es más reducida en la ciudad como consecuencia del efecto pantalla producido por la contaminación urbana.