

# El Ozono troposférico

## PRÓLOGO:

Actualmente, en diversas ciudades cuya contaminación es relevante, se están registrando niveles elevados de ozono troposférico ( $O_3$ ) son ciudades como México D.F., Los Angeles, Santiago de Chile, etc... y como Avilés.

Estas ciudades tienen en común varios factores, elevada producción de óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ) debido a procesos de combustión, radiación solar, características peculiares de la atmósfera local, etc...

La creación de ozono a ras de suelo puede producirse de múltiples formas, la más común es en la que la reacción inicial es la absorción de la radiación solar ultravioleta de longitud de onda inferior o igual a 420 nm., por el dióxido de nitrógeno, descomponiéndose en NO y oxígeno molecular según la reacción:



El oxígeno atómico formado reacciona muy rápidamente con el oxígeno molecular del aire para formar ozono según la reacción  $O + O_2 \rightleftharpoons O_3$ .

Las conclusiones de este trabajo han sido múltiples, son las siguientes:

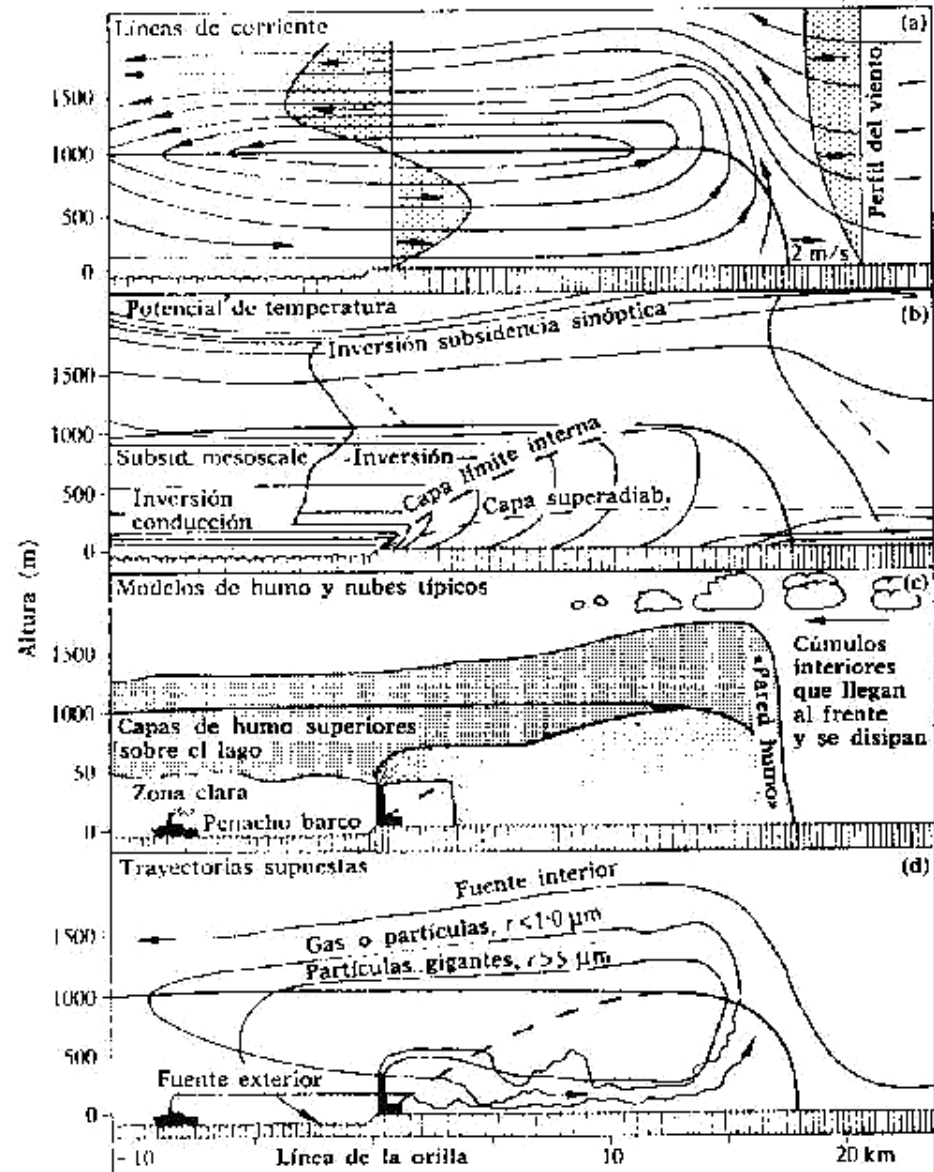
- Los niveles de  $O_3$  elevados registrados en Avilés se deben fundamentalmente a una disminución de la concentración del ozono en la capa estratosférica (capa de ozono) sobre la zona de Avilés, y a una producción en exceso de  $NO_x$  por parte de las instalaciones de combustión de materias fósiles en Avilés, tanto móviles como estáticas (Baterías de Coque).
- Los episodios nocturnos de concentraciones elevadas de  $O_3$  en Avilés durante el pasado mes de Agosto de 1.996, se debieron a fenómenos atmosféricos de advección o mesoescala, esto es, el movimiento horizontal de masas de aire (en este caso masas contaminadas de aire), que en realidad son los predominantes en la circulación general atmosférica, obedecen a factores térmicos (yuxtaposición de aire frío y caliente) o dinámicos (diferencias de presión).

- En Avilés particularmente, la situación geográfica y meteorológica juega en la dispersión un papel fundamental, pues las situaciones en que se producen inversiones térmicas son muy comunes, en los partes meteorológicos pedidos al Ayuntamiento de Avilés, se comprueba que al haber vertidos normales de las empresas minero-metalúrgicas de la zona (salvo A.Z.S.A. que tuvo una gran emisión debido a una avería, tal y como explica la nota de la concejala que se hizo pública) y producirse una situación meteorológica anticiclónica con vientos muy suave ( episodio de Agosto de 1.996, el máximo de velocidad fue de 3,5 m/s) la concentración de contaminantes aumento, acumulándose preocupantemente.

Según G. Spurr ("*Factores meteorológicos y dispersión*", 1985) parece ser que en lugares costeros como puede ser Avilés, la desigualdad entre la temperatura que presenta el suelo y la de la superficie del mar crea vientos localizados que se extienden unos pocos kilómetros en el mar y sobre la tierra se extienden unos 20 kilómetros. Después, durante el día se levanta una brisa en dirección hacia tierra que sobre el mar

es estable pero sobre la tierra se vuelve turbulenta e inestable. La figura que a continuación se adjunta está referida a unas medidas realizadas en las orillas del lago Michigan en Chicago, se sugiere que existe una célula de circulación cerrada sobre la línea de la orilla.

Las emisiones de una chimenea efectuadas dentro de la capa de flujo inferior se mueven hacia el interior (hacia tierra), se elevan en la corriente ascendente convectiva en *"el frente de la brisa marítima"* y regresan a la capa superior. Debido a este regreso a la línea de la orilla, las concentraciones en el interior son apreciablemente superiores a las que de otro modo cabría esperar, teoría que según parece puede llevar a explicar en parte al menos el fenómeno producido a mediados del mes de Agosto de 1996 (del 16 al 20) en que la contaminación medida en compuestos como el ozono troposférico se incremento exageradamente por la noche (momentos en los cuales no hay luz solar imprescindible para la formación de  $O_3$ ).



## 1. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA DEL OZONO TROPOSFÉRICO.

### 1.1. HISTORIA.

La contaminación no es un invento reciente, ya antiguamente existía en los centros urbanos problemas de polución atmosférica.

Un escritor inglés del siglo XVII, llamado John Evelyn, por el año 1661 publicó un libro sobre los humos de Londres, *especialmente perniciosos en tiempo de invierno por las densas nieblas.*

En Alemania en el país de Nordrhein-Westfalen entre los años 1964-1968 se invirtió 1200 millones de marcos de aquella época (postguerra) para combatir la contaminación de las aguas naturales.

El smog fotoquímico (Ozono principalmente, explicado más adelante) se observó por primera vez en determinadas zonas de Los Ángeles en el año 1944.

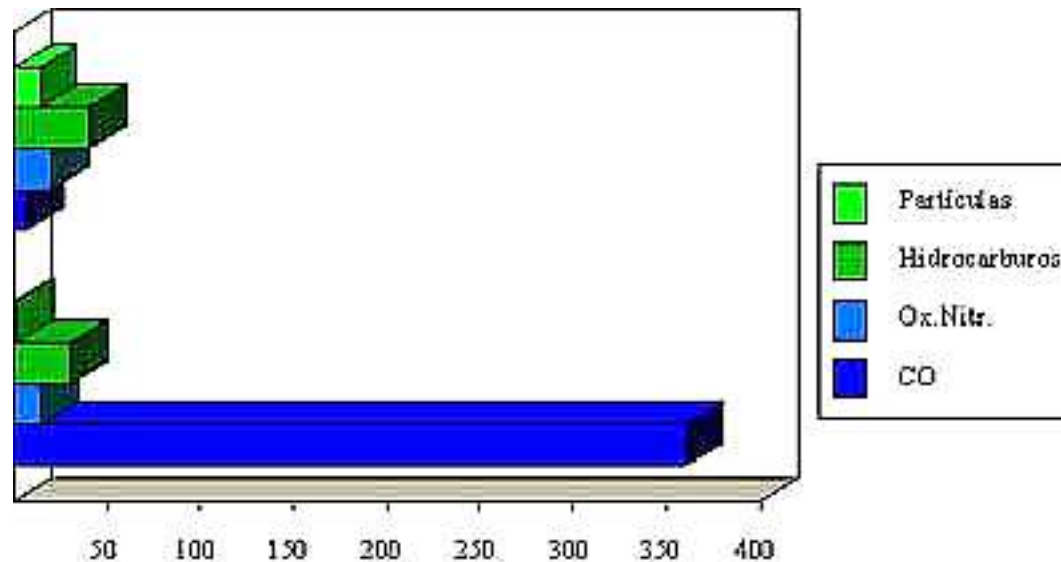
### 1.2. INTRODUCCIÓN.

La contaminación atmosférica se debe a productos de combustión tóxicos, sus fuentes de emisión más importantes son:

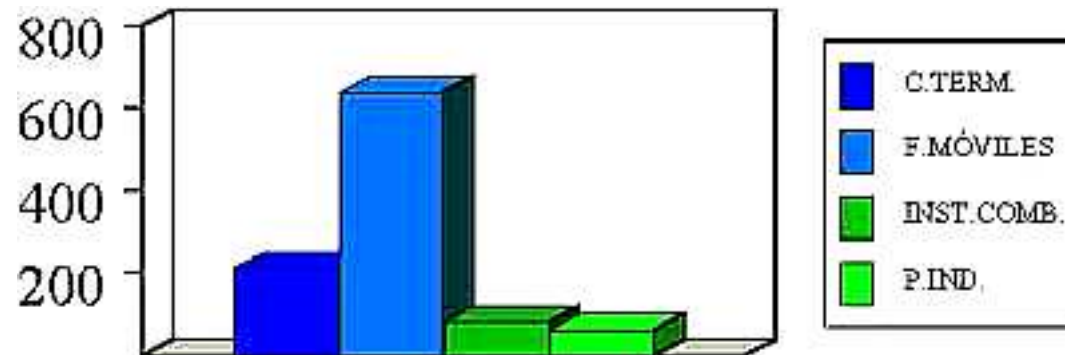
- **Industria** (*produciendo principalmente  $CO_2$ ,  $SO_2$ , y otros gases más*).

- **Vehículos a motor** (*combustión de gasoil, gasolina, etc...*).

De entre los vehículos a motor, se tienen los automóviles, los aviones, etc... grandes focos de contaminación en las áreas urbanas, donde no deja de ser ocasional en determinadas urbes el tener que advertir de riesgos para su salud a determinados sectores de población (ancianos, niños, personas con problemas relacionados con el sistema respiratorio). De los más usuales vehículos a motor caben destacar los de combustible diesel y combustible de gasolina. Ambos vierten contaminantes a la atmósfera, pero uno en proporción mayor en un contaminante que otro. La relación será: (*Claramente menor emisor el diesel*).



- **Calefacciones domesticas** (combustión de carbón, Fuel oil, gas ciudad, etc...). Emisión de NO<sub>x</sub> (óxidos de nitrógeno) en Españaa correspondiente al año 1985:



### 1.3. EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.

Además de fomentar notablemente la corrosión de los metales (SO<sub>2</sub>, SH<sub>2</sub> y partículas en sólidas en suspensión que actúan como núcleos de condensación), el efecto más pernicioso se presenta en la biosfera (plantas y animales) y naturalmente en el hombre. Es por ello, que exista una legislación en prácticamente

todos los países industrializados del mundo (y que analizaremos en otro apartado, pero simplemente merece la pena reseñar) que se basa en dos objetivos/principios que son por orden:

1º.- La protección de la salud del hombre.

2º.- La protección del medio ambiente.

Entre las enfermedades que en mayor o menor grado son producidas o son afectadas por la contaminación atmosférica se cuentan las siguientes: tumores malignos de la laringe, de la tráquea, de los bronquios y de los pulmones, infecciones agudas en las vías respiratorias, asma, insuficiencia cardíaca congestiva, bronquitis crónicas, etc...

Aunque hoy en día se debate sobre ello, el efecto invernadero que provoca subidas de temperaturas en el planeta globalmente, se piensa que puede provocar la inmigración, cuando no la expansión de determinados virus que varían su localización por la variación de un clima en el que viven y que es fundamental para su existencia.

Los efectos globales de la contaminación atmosférica son:

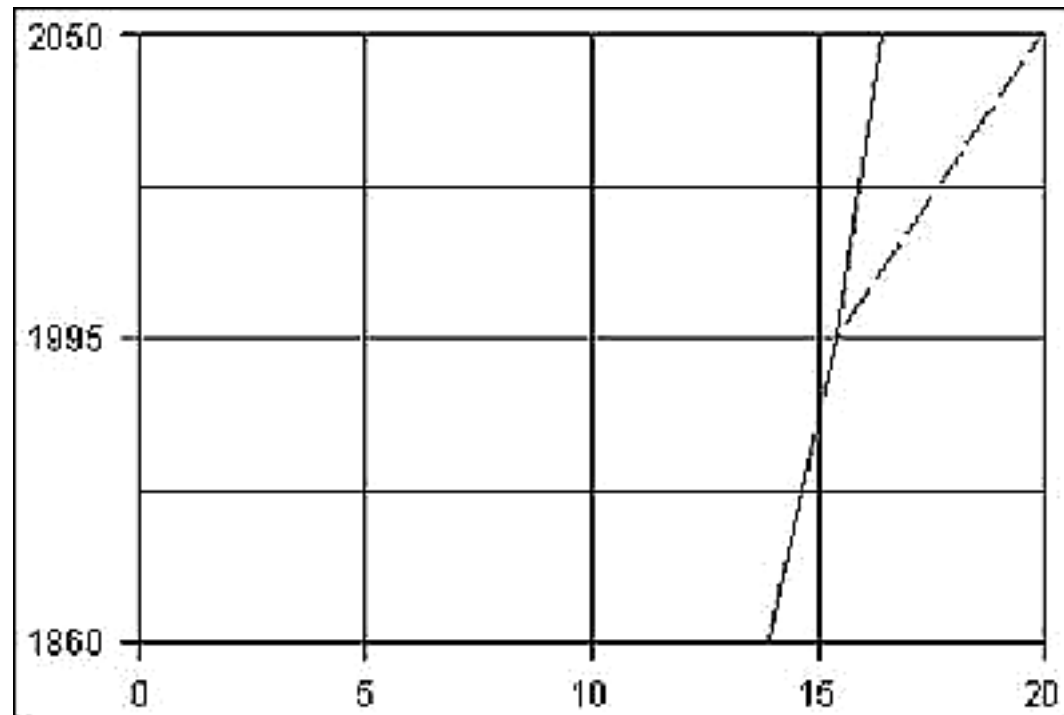
- Efectos sobre los ecosistemas (lluvias ácidas).
- Efectos sobre el clima (efecto invernadero).
- Efectos sobre la estratosfera.



En la siguiente tabla se muestra "algunos datos" de como afectan los contaminantes atmosféricos a nuestra salud:

Causa de la Muerte	Muerte en semana normal		Muerte en semana smog		Muertes excedentes	
	Número	%	Número	%	Número	%
<i>Bronquitis</i>	75	8,5	704	28,3	629	39,4
<i>Otras enfermedades pulmonares</i>	98	11,1	366	14,7	268	16,8
<i>Enfermedades coronarias, infarto</i>	206	23,1	525	25,1	319	20
<i>Otras enfermedades</i>	508	57,3	889	35,8	381	23,8
<b>TOTAL</b>	<b>887</b>	<b>100</b>	<b>2484</b>	<b>100</b>	<b>1597</b>	<b>100</b>

Cambio de la temperatura media en el hemisferio norte desde 1860.



Desde que comenzaron a realizarse registros meteorológicos sistemáticos, en 1860, la temperatura terrestre ha subido 1,5 °C. Y en los próximos 50 años los científicos prevén un aumento adicional de entre 1,5°C y 3,5°C.

#### 1.4. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES.

Los contaminantes se clasifican en contaminantes primarios y secundarios:

- los **primarios** son aquellos emitidos directamente por fuentes o focos identificables, estos, son emitidos en cantidades apreciables soliendo tender a poseer una estructura química relativamente simple como son, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, SH<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, ClH y partículas sólidas entre otros.

- **Los contaminantes secundarios** son los generados en la misma atmósfera, bien por reacción química entre dos o más contaminantes primarios, pasándose a denominarse estos últimos **precursores**, o simplemente ocurre el proceso con los constituyentes normales del aire, con o sin la intervención de procesos de fotoactivación. Se incluyen en este grupo las partículas finas procedentes de diversos procesos.

Es un hecho constatado que, quienes hacen más daño al medio ambiente en general son los secundarios (Ozono troposférico, lluvia y neblinas ácidas, etc...), se les adjudica unos efectos de mayor gravedad y agresividad sobre el medio que a los contaminantes primarios, pues estos están limitados a una extensión (*pasando luego a secundarios*).

Los factores que influyen en la concentración de contaminantes son:

- la existencia de vientos y su velocidad.
- La estabilidad o inestabilidad de una atmósfera.
- La topografía del terreno, pues puede beneficiar o perjudicar la existencia del viento.
- La intensidad de la luz solar.
- La humedad del aire (aumenta la contaminación), sabiendo que las lluvias eliminan las partículas sólidas en suspensión de los aerosoles.
- Las inversiones de temperaturas sobre todo a partir de una capa de aire a más o menos altura.

Esta última razón condiciona el que una chimenea sea de mayor o menor altitud, hay que construirlas de manera que los humos salgan y no se queden detenidos por las capas de aire donde se produce una inversión de temperaturas. Si la altura de una chimenea no es la adecuada, se tiende a dar el fenómeno indicado de quedar los gases y humos *atrapados* entre las capas, todo ello conocido como **smogs**.

Claros ejemplos de smogs, han sido lo ocurrido en Londres entre los días 5 y 9 de Diciembre de 1952, donde en tiempo de fríos y debido al aerosol compuesto por un porcentaje elevado de gases tóxicos disueltos en gotitas de agua o absorbidos en las partículas de hollín, murieron 4000 personas por congestión pulmonar. Si bien por día se tenía una media elevada de muertes, entre aquellos días se llegó a multiplicar esta por cuatro. Este es conocido como el smog londinense.

Bien distinto es el smog de Los Ángeles que contiene productos tóxicos por reacciones fotoquímicas (ozono, el formaldehído HCHO, la acroleína, nitrato de peroxiacilo, y otros compuestos muy reactivos), principalmente contaminantes secundarios. Es interesante reseñar que el ozono empieza a ser venenoso a partir de una concentración de 0.1 ppm (partes por millón), en Los Ángeles se llegó a registrar una concentración de 0.5 ppm.

En Asturias en estos últimos meses, los aparatos medidores de contaminación que han empezado a controlar las mediciones de ozono troposférico, han comprobado que existen niveles muy por encima de lo adecuado para la vida vegetal, y en concreto para la humana.

El ozono ( $O_3$ ) nos protege como todos sabemos de las radiaciones ultravioletas, que son todas aquellas radiaciones con longitudes de onda entre los 10 y 400 nm (situadas más allá del extremo violeta del visible), encargándose de no dejar pasar estas radiaciones provenientes del sol, gracias a la concentración de el que existe en lo que denominamos estratosfera, a unas alturas de 12 y 40 Km. sobre la superficie terrestre.

Sin este ozono la vida no es posible, pues de manera breve se puede decir que sin el se acaba con el plactón que da de comer a gran parte de la vida marina, con lo que ya rompe el equilibrio totalmente, también se tiene estimado que debido al agujero de la capa de ozono en nuestra atmósfera existe mayor número de cataratas, teniendo la O.M.S. estimado que de seguir así el número de personas afectadas por cataratas se vera considerablemente afectado por un aumento.

Existe ozono a nivel del suelo, ese ozono es conocido como troposférico, tiene un origen natural y en gran parte origen en procesos industriales, como es la combustión de carbón al producir los nocivos óxidos de nitrógeno de los que deriva.

**Este artículo forma parte de un trabajo realizado sobre el ozono troposférico en la comarca de Avilés realizado por miembros del Coleutivu Ecoloxista d'Avilés.**

**Para una referencia completa de este trabajo os podéis poner en contacto con nosotr@s en el Apto. 385, 33480, de Avilés, Asturias**