

# CONTAMINACION ATMOSFERICA METROPOLITANA

La Contaminación Atmosférica de Santiago ha sido analizada para los años 1977, 1978 y 1979 con los índices de partículas en suspensión, anhídrido sulfuroso y óxidos de nitrógeno cuyas concentraciones han llegado en invierno a los niveles de molestia.

El polvo en suspensión sobrepasa la norma y tiene factores adicionales como la construcción y escasez de lluvias.

Se estima que en los días meteorológicamente críticos debe restringirse el tránsito. Igualmente si no se toman medidas puede haber una progresiva disminución de la visibilidad por el polvo que combinado con el SO<sub>2</sub> puede afectar la salud.

## CONTAMINACION ATMOSFERICA Y SITUACION EN SANTIAGO

Ing. CATALINA SILO A.

Jefe Laboratorio Contaminación Atmosférica

Contaminación atmosférica es la presencia en el aire de impurezas que pueden provocar un perjuicio notable para la salud, la incomodidad o deterioro a los bienes humanos. Esta contaminación puede deberse a gases, vapores, partículas sólidas o líquidas e incluso radiaciones.

La OMS la define de modo similar, pero considerando efectos en plantas y animales.

Las definiciones implican que la sola presencia de sustancias extrañas en el aire no significa que existe contaminación sino en cuanto sea susceptible de afectar de alguna manera al hombre y sus bienes.

### CAUSAS

La contaminación atmosférica puede deberse a:

- Causas industriales con fuente única.
- Causas industriales con fuentes múltiples y heterogéneas.
- Causas urbanas con fuentes múltiples y heterogéneas.

### UNIDAD DE EXPRESION

La contaminación atmosférica puede ser invisible en ocasiones, aunque sus efectos sean detectables.

En Europa se expresa por medio de unidades de masa y volumen, es decir = mg/m<sup>3</sup>; ug/m<sup>3</sup> para gases y partículas.

En U.S.A. se usan las p.p.m., para gases y ug/m<sup>3</sup> para partículas.

### CONTAMINANTES MAS IMPORTANTES

Se pueden clasificar según su estado físico en:

- Partículas sólidas y líquidas.
- Gases y vapores.

Sin embargo, para su descripción es más conveniente agruparlas en función del elemento químico más característico.

Sólo a las partículas sólidas se les tratará aparte.

### MATERIAL PARTICULADO SOLIDO

Se llama polvo en suspensión a aquel que tiene un diámetro menos 10 micras y que forma suspensiones mecánicamente estables.

El polvo sedimentable, por el contrario, es aquel que se deposita por acción de la gravedad.

El principal origen del material particulado sólido lo constituyen las combustiones

tanto domésticas como industriales, razón por la cual las zonas con más elevado consumo de combustibles son las que presentan mayores concentraciones.

Las actividades de la construcción tienen un aporte importante en la cantidad de polvo de la atmósfera, así como por ejemplo, las fábricas de cemento, inciden con sus emisiones en la localidad en que se encuentran ubicados.

### COMPUESTOS DE AZUFRE

SO<sub>2</sub> y SO<sub>3</sub>.

El SO<sub>2</sub> puede actuar químicamente como oxidante y como reductor más pesado que el aire y posee un elevado poder de corrosión, olor picante e irritante.

El SO<sub>3</sub> es de elevada afinidad con el agua, formando H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y de propiedades oxidantes. Este compuesto aparece en la atmósfera debido a la oxidación catalítica del SO<sub>2</sub>.

La concentración del SO<sub>2</sub> en la atmósfera presenta variaciones típicamente estacionales, debido al mayor empleo de combustibles en épocas del año.

Otro compuesto de S, importante es el H<sub>2</sub>S, gas a T° ambiente, incoloro y de olor desagradable, que proviene de agua sulfídrica, erupciones volcánicas, putrefacciones, refinera de petróleo, plantas de gas y determinadas industrias metalúrgicas. (T° = Temperatura).

### COMPUESTOS DE C.

CO, incoloro e inodoro, más liviano que el aire, no reacciona con agua.

Se origina en aquellos procesos de combustión en los que el O<sub>2</sub> falta, por ejemplo: en automóviles o calefacción doméstica. El compuesto tiene alta toxicidad, ya que tiene gran afinidad por la hemoglobina de la sangre, pero su difusión en la atmósfera es muy rápida, por lo que las concentraciones elevadas son de corta duración.

El CO<sub>2</sub> no se considera como contaminante por hallarse en forma natural en la atmósfera.

Otro compuesto de C es el cloruro de carbonilo (fosgeno). Es un contaminante de origen industrial, muy tóxico, pero fácilmente detectable por los sentidos humanos.

### COMPUESTOS DE NITROGENO

NO

NO<sub>2</sub>

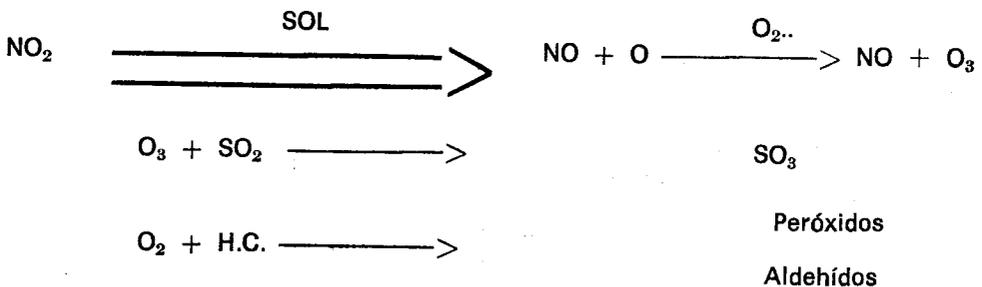
NH<sub>3</sub>

PAN (compuestos complejos de carácter parcialmente orgánico, conocidos como peroxiacetil nitratos, importantes en el smog y fotoquímico).

El NO y NO<sub>2</sub> se forman en las combustiones a altas T°, tanto industriales como en vehículos. (T° = Temperatura).

El NH<sub>3</sub> se produce principalmente por las plantas de abono, ácido nítrico y otros.

Los P.A.N. son compuestos en los que figura un grupo NO<sub>2</sub>, se forman por complicados procesos de tipo fotoquímico, en los que intervienen H.C. activados por medio de NO y NO<sub>2</sub>. Producen una gran irritación a los ojos.



## COMPUESTOS ORGANICOS

Se expresa como % de sustancias disueltas en acetona o benceno, tomando 1 muestra de polvo.

Los H.C. aromáticos son los más tóxicos y las principales fuentes de emisión son las industrias de petróleo y gas natural y en vehículos más bien por evaporación.

Los H.C. polinucleares como el benzopireno, benzoperiteno y benzoantraceno, se les atribuye poder cancerígeno; su origen más probable son las combustiones de carbón o petróleo, en cuyos residuos sólidos son lanzados a la atmósfera.

Los aldehidos se encuentran principalmente en zonas industriales y de tráfico denso, donde pueden formarse por oxidación incompleta de combustibles y lubricantes. Su acción más importante es una fuerte irritación a los ojos.

## METALES

Se detectan metales en concentraciones pequeñas en la atmósfera. Los más abundantes son Ca, Al, Pb, Fe. También se encuentran Na, K, Mg, Cu, Cr y Mn.

El Pb proviene de gases de escape de vehículos o gasolina debido al antidetonante.

El Va aparece como residuo del fuel-oil y los tres tienen su origen en actividades muy específicas. (Ver Tablas 11-6 y 11-5).

## CONCEPTOS DE EMISION Y DE INMISION

El proceso de contaminación de la atmósfera comienza al depositarse en ella los contaminantes y continúa con la presencia de los mismos en el medio gaseoso, que es muy variable en el tiempo, según sean las propiedades de los compuestos y las condiciones ambientales.

La evaluación de la contaminación debe comenzar entonces en la iniciación del proceso, es decir, desde la emisión de los productos. Por emisión se entiende la totalidad de sustancias que pasan a la atmósfera después de dejar las fuentes de las que proceden. Según esta idea, emisiones son los gases de escape de los automóviles, humos de las chimeneas, vapores de los diversos

procesos industriales, etc., en el momento que abandonan su fuente de procedencia y pasan a formar parte del aire. Una vez producida la emisión los compuestos se distribuyen en la atmósfera, según un proceso de difusión que depende, en términos generales, de 2 tipos de factores:

—Específicos del contaminante, como son velocidades de salida,  $T^\circ$ , forma, tamaño, peso, etc. ( $T^\circ =$  Temperatura).

—Meteorológicos, por ejemplo: velocidad del viento, gradiente de  $T^\circ$ , humedad, etc.

La difusión de contaminantes es un proceso cuyo término es difícil de especificar, ya que representa una continua dilución de ellos en la atmósfera.

La evaluación de contaminantes está relacionada con la idea de inmisión. Como tal se entiende la permanencia de los compuestos en forma continua o temporal en la atmósfera presentes a nivel del suelo. Hablar de valores de inmisión es equivalente a referirse a concentraciones ambientales de los contaminantes en estudio.

Los niveles de emisión e inmisión se hallan regulados en algunos países mediante la especificación de límites máximos.

La concentración máxima de emisión no siempre se expresa en unidades m/v sino, por ejemplo: para vehículos se expresa como gramos por km., recorrido, a su vez, para vehículos se expresa como gramos por km., recorrido, a su vez, para emisiones industriales, se emplean las unidades de masa emitida/masa producida o masa emitida por unidad de tiempo, es decir gramos/tm y gramos/hra. (gramos/tm<sub>3</sub> = gramos emitidos/tm métrica producida).

En el caso de inmisión concentración máxima de inmisión representa la limitación de tipo sanitario que regula la calidad de aire indicada en normas legales y máximo período de tiempo para el que rige.

## SITUACIONES EN SANTIAGO

Desde 1977 a la fecha funciona en Santiago la red de calidad del aire, compuesta de 9 estaciones que detectan SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y polvo en suspensión.

## UBICACION DE LAS ESTACIONES

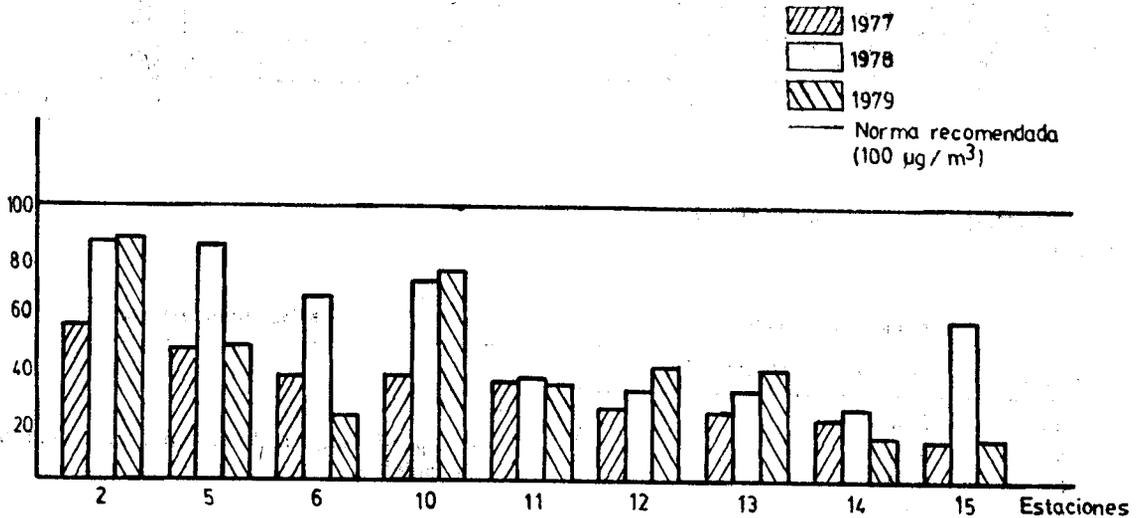
Nº Est.	Ubicación	Calle
2	Centro de Santiago	Sto. Domingo/Puente
5	Centro Sur	Avda. Matta Nº 576
6	Oriente	Pedro de Valdivia/Eliodoro Yáñez
10	Sur Oriente	Avda. Grecia Nº 2483
11	Norte	Independencia Nº 3450
12	Sur Poniente	Consultorio Carlos Avendaño Teniente Cruz Nº 1087
13	Sur Poniente	Cerrillos Nº 674
14	Sur	Cooperativa José Maza La Pintana
15	Sur	Vicuña Mackenna Nº 7196

## OXIDOS DE NITROGENO

(Ver Gráfico 1).

### GRAFICO Nº 1

Valores promedio anuales de óxidos de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)  
por estación muestreadora años 1977-78-79.



Se observa en los sectores más contaminados una tendencia al alza en las concentraciones, de NO<sub>2</sub>.

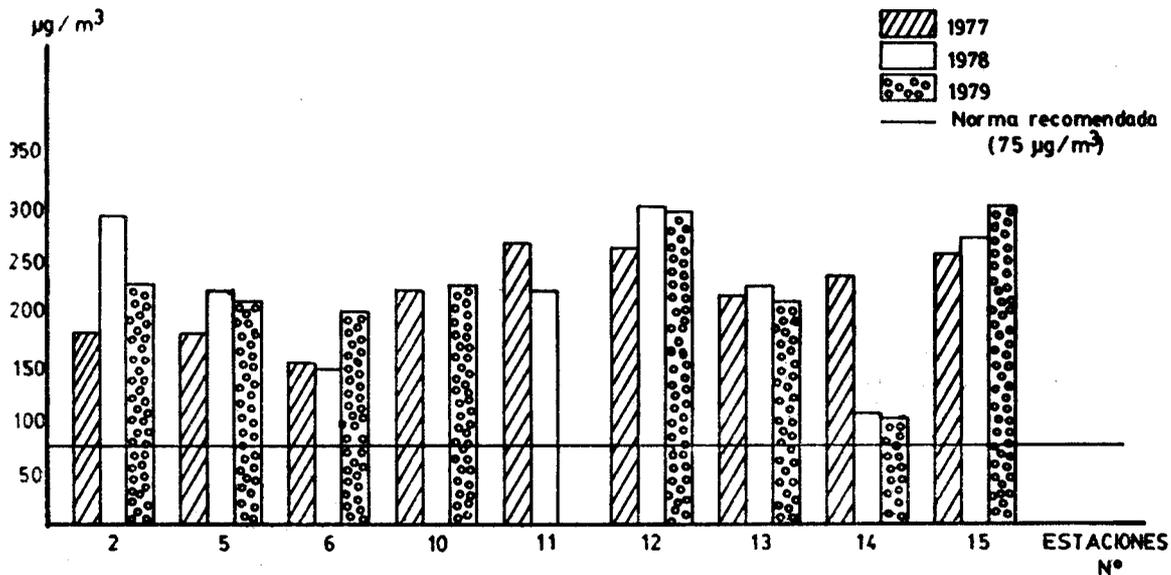
Esto puede deberse, por una parte, en cuanto a los óxidos de nitrógeno, al incremento del número de vehículos en la capital.

POLVO EN SUSPENSIÓN

(Ver Gráfico 2).

**GRAFICO Nº2**

Valores promedio anuales de polvo en suspensión por estación muestreadora años 1977-78-79



En Santiago se ha determinado lo siguiente:

Polvo en suspensión		Polvo sedimentable
Stgo.	ug/m³ x = 240 ug/m³	Mat. particulado sedimentable 95% insoluble - 5% soluble.
Br.	0,25	
Mn	0,34	
Cu	0,14	
Na	2,0	
Cl	0,41	
Al	6,8	
Ca	8	
Pb	1	
SO <sub>4</sub>	15	
NO	1	
Orgánicos	48	

La composición del polvo en suspensión en algunas ciudades norteamericanas entre 500.000 - 2.000.000 hbtes.:

ug/m <sup>3</sup> Total	Cincinnati 176	S. Francisco 104	Minneapolis 120
Mn	0,24	0,11	0,08
Pb	1,6	2,4	0,5
Sn	0,03	0,02	0,01
Fe	4,5	2,4	4,4
F	0,21	0,37	0,06
SO <sub>4</sub>	5,6	1,8	0,8
NO <sub>3</sub>	1,0	3,4	1,3

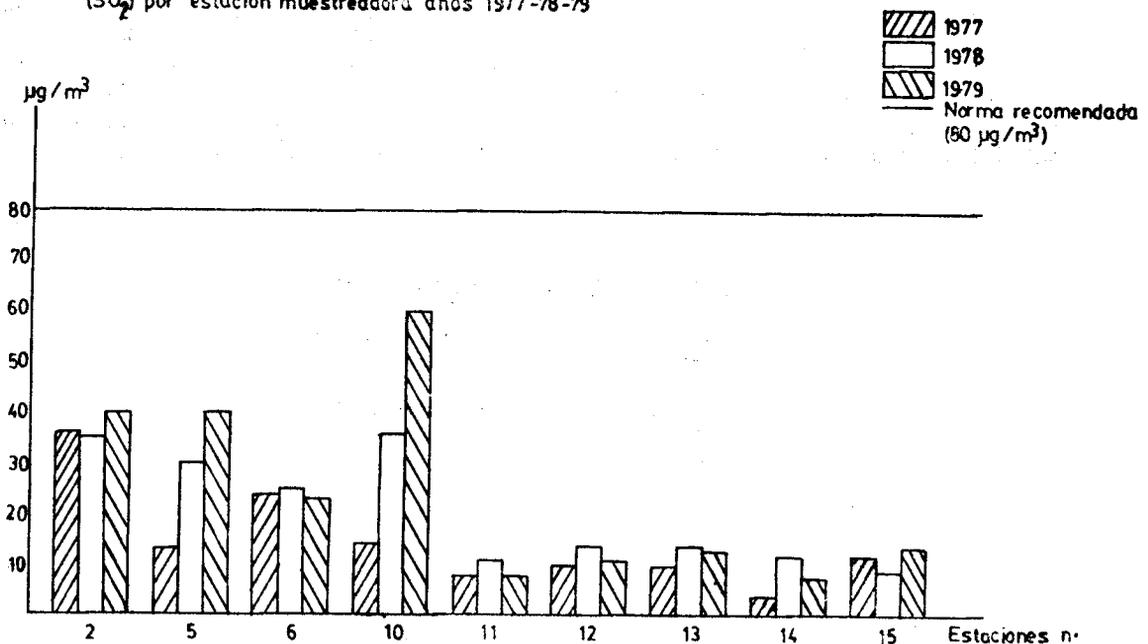
Se observa que tenemos en Santiago valores más elevados en cuanto a promedios de polvo en suspensión y en cuanto a sulfatos, que lo que se encuentra comúnmente en ciudades de EE. UU.

Del polvo en suspensión se registra aumento en las estaciones alejadas del centro de Santiago; probablemente se deba a condiciones meteorológicas, ya que los últimos 2 años no se registran lluvias en forma consistente. Se observa aumento en el sector Oriente debido a labores del Metro y construcción de edificios.

### ANHIDRIDO SULFUROSO (Ver Gráfico 3).

## GRAFICO Nº3

Valores promedios anuales de Anhídrido Sulfuroso (SO<sub>2</sub>) por estación muestreadora años 1977-78-79



Del anhídrido sulfuroso existen valores similares en los tres últimos años, excepto la estación del sector Sur Oriente, probablemente debido a aumento de emisiones industriales del sector. Cabe hacer notar la importancia de las condiciones meteorológicas y topográficas de Santiago. En invierno se registran inversiones de temperatura que da lugar a los "techos de inversión", que

no permiten la ascensión de contaminantes a capas superiores de la atmósfera; es así como el día 29 de mayo de 1979 se registró una altura de la capa de inversión a sólo 40 mts. del suelo, lo que se tradujo en el día con mayores quejas de los santiaguinos por poca visibilidad e irritación a los ojos.

## CONCLUSIONES

Se puede concluir que en Santiago es de suma importancia implementar, en conjunto con especialistas en meteorología, un programa destinado a prevenir emisiones elevadas de contaminantes en días críticos (días con bajas alturas de la capa de inversión que se determinan en meteorología); por ejemplo: para aquellos días que se determine que serán críticos, avisar a las autoridades que controlen el tránsito en la capital a fin de que se disponga la reducción del número de vehículos en circulación con la colaboración de la comunidad. (En otros países en días críticos circulan vehículos con patentes pares o viceversa).

Esto no es más que una medida de prevención de episodios y existen procedimientos para ejecutar en otras ocasiones.

En los países en desarrollo, el control de la contaminación atmosférica cuenta con presupuestos de alrededor de 80 centavos de dólar por habitante al año.

La contaminación del aire es un problema que no se resuelve en pocos años, sino que su control tiene efectos en plazos mediatos

y que afecta a las grandes ciudades. La sola existencia de una ciudad altera todas las condiciones naturales del lugar en que esté ubicada, con la consecuente existencia de microclimas y otras características climatológicas que, sumadas a la vida misma de la ciudad, crean el problema.

No se puede aspirar a tener una calidad de aire óptima si consideramos que nuestro país está en vías de desarrollo, así como tampoco es deseable el extremo opuesto.

Es necesario conciliar el crecimiento industrial, vehicular, con una calidad de aire que proteja a los ciudadanos de efectos a la salud a largo plazo.

En la actualidad existe problema de contaminación atmosférica en el nivel de molestias a la comunidad.

El problema no reviste características graves en Santiago, pero si no se toman medidas en las fuentes emisivas, tendremos una progresiva disminución de visibilidad por partículas que en conjunto con el anhídrido sulfuroso producirá efectos en la salud, ya que la acción de ambos contaminantes posee efectos sinérgicos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Informe Anual Laboratorio de Contaminación Atmosférica 1977-1978-1979.
- Técnicas de Defensa del Medio Ambiente: Federico de Lora. Juan Miro.