

PRECIPITACION ÁCIDA EN LA CIUDAD DE CAMPANA

L.N.Leanza - J.R.Parente - M. Soto - C.T.Varanese

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL DELTA
CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO EN ENERGIA Y AMBIENTE
San Martín 1171 - (2804) Campana - Buenos Aires - Argentina
T.E./Fax : 54-03489-420249/420400/422018/437617
E-mail: utnleanza@utenet.com.ar / jpar35@hotmail.com

RESUMEN

El trabajo presentado se basa en la medición de la acidez del agua de lluvia y la posibilidad de relacionarla con el monitoreo de los contaminantes gaseosos Dióxido de Azufre y Óxidos de Nitrógeno en la ciudad de Campana. Para la medición de acidez, luego de logradas las muestras, éstas fueron congeladas para posteriormente realizar las correspondientes mediciones de pH con peachímetro digital; en lo que respecta a los contaminantes gaseosos se han utilizado equipos de diseño propio basados en normas ASTM (1) destacando que para el contaminante Dióxido de Azufre se utilizó el método de referencia de la U.S.E.P.A. (2), siendo ambos métodos activos en fase húmeda. Todas las muestras fueron tomadas durante el año 1997 en dos zonas, una ubicada frente a una importante zona industrial densamente poblada y la restante cercana a otra zona industrial, distante pocos metros de la ruta nacional N° 12. Los valores obtenidos de agua de lluvia son marcadamente ácidos, y si bien consideramos que sería necesario realizar un estudio más profundo para relacionar picos de contaminantes gaseosos con picos de lluvia ácida, nuestro estudio de una extensión de seis meses permitió verificar que tales valores ácidos tienen relación con los obtenidos de ambos contaminantes gaseosos que contribuyen a la precipitación ácida.

OBJETIVO

Considerando que nuestra Facultad se haya inserta en una importante región industrial y que ello incrementa la probabilidad de contaminación atmosférica, en los últimos años nos hemos abocado a la implementación de un sistema integral que permita el control de calidad del aire de los contaminantes básicos regulados por el Decreto 3395/96 de la ley 5965 de la Provincia de Buenos Aires. Nuestro principal objetivo ha sido el de conocer datos de la presencia de esos contaminantes; para el caso específico de los contaminantes gaseosos Dióxido de Azufre y Oxidos de Nitrógeno nos propusimos relacionarlos con la precipitación ácida en nuestra zona de influencia. Nuestro trabajo consistió en determinar en primer lugar si los valores de acidez del agua de lluvia estaban por debajo del standard de pH; habiendo determinado que nuestra zona se encuentra afectada por precipitación ácida y a la luz de los resultados obtenidos de SO₂ y NO_x la siguiente etapa consistió en obtener una relación entre ambos valores, de manera tal de poder afirmar que la precipitación ácida se debe a las propias emisiones de nuestra zona.

INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTOS

La atmósfera es la capa gaseosa de aproximadamente 1000 Km. de espesor que rodea a la tierra. Está formada por capas bien diferenciadas en cuanto al gradiente de temperatura, densidad gaseosa y los movimientos que se producen dentro de ella, tanto de energía como de masa.

La mayor densidad se da hasta aproximadamente 30 km. de altura donde se concentra prácticamente el 90% del total de los gases; el contenido de agua en la atmósfera varía según la presión y la temperatura y se suele dar en porcentaje de humedad relativa que es la relación entre el contenido de vapor de agua en el aire respecto a la cantidad máxima que puede contener el aire a esa temperatura; cuando el aire no puede contener más cantidad de agua en forma de vapor se forman las nubes que son gotitas de agua condensada muy pequeñas, llamadas aerosoles. En la formación de nubes tiene mucha influencia la presencia de material particulado y gases delicuescentes como el SO₂ y HCl; esta agua gaseosa se condensa cuando el aire tiene una temperatura por debajo del punto crítico y en presencia de núcleos de condensación. Estos núcleos pueden ser sustancias higroscópicas, tales como sales, ácido sulfúrico y otras sustancias orgánicas e inorgánicas como así también bacterias o granos de polen. El aire contaminado es fuente de núcleos de condensación, o sea, la actividad humana tiene mucha influencia en la formación de nubes.

Los efectos dañinos pueden ser localizados o pueden afectar globalmente al medio ambiente y a las formas vivientes; son localizadas cuando se produce una acumulación de gases contaminantes a causa de la atmósfera estanca en un radio relativamente chico alrededor de la fuente de emisión. En otros casos los vientos y los movimientos gaseosos en general hacen que los contaminantes se dispersen, aumentando el contenido global de contaminantes, fundamentalmente aquellos cuya vida media en la atmósfera es relativamente larga. La luz solar, por la energía, tiene un rol fundamental en la persistencia de un contaminante y de ella depende el tipo de reacción química (fotoquímica) (3).

Uno de los graves problemas que ha originado la contaminación atmosférica es la lluvia ácida, responsable de efectos adversos tales como la acidificación de lagos, ríos y aguas subterráneas, la acidificación y desmineralización de los suelos, daños a los bosques y el deterioro de edificios y monumentos históricos.

La lluvia ácida es una consecuencia directa de la autopurificación de la atmósfera por procesos de coalescencia; el agua de la nube arrastra impurezas atmosféricas dentro de las cuales se encuentran sustancias que causan acidez. No todos los gases son removidos por la precipitación pluvial, pero el dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno pueden convertirse en formas químicas de fácil incorporación a las gotas de lluvia, como el ácido sulfúrico y el ácido nítrico.

La radiación solar proporciona la energía a los procesos que convierten los óxidos de nitrógeno y el dióxido de azufre en los correspondientes ácidos; procesos en los que también desempeñan un papel principal la cantidad de oxígeno y el agua disponible. La acidez en la precipitación pluvial se define por el valor de la concentración en equivalentes por litro de iones hidrógeno en la misma y se expresa por su logaritmo negativo o pH. La cantidad de ácido que aporta una lluvia ácida puede estimarse a partir del pH de la muestra comparado con el pH del agua destilada a 20 C y en equilibrio con 300 ppm de CO₂ atmosférico, que es 5,6 y equivale a una lluvia neutra (3). La acidificación es un fenómeno dinámico, y su extensión puede expresarse como el cambio de acidez de un estado a otro.

Los óxidos habitualmente responsables de acidez en la lluvia son entonces los siguientes:

Dióxido de Azufre: Se libera principalmente por combustión de combustibles fósiles y también se forma en la atmósfera por oxidación del ácido sulfhídrico liberado por degradación de materia orgánica. En presencia de la luz y oxidantes, se transforma en ácido sulfúrico que puede asociarse al agua para dar lluvia ácida o a diversos metales para dar sulfatos que también son eliminados con la lluvia.

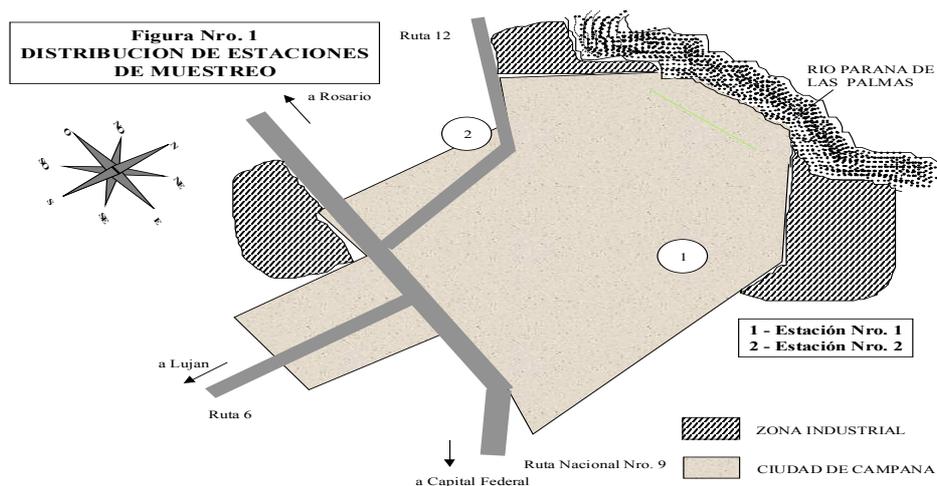
Oxidos de Nitrógeno: Los tres óxidos más comunes que se encuentran en la atmósfera son N₂O (óxido nitroso), NO (óxido nítrico) y NO₂ (dióxido de nitrógeno). El óxido nitroso no tiene efecto tóxico pero contribuye activamente al efecto invernadero. El óxido nítrico y el dióxido de nitrógeno son sumamente tóxicos y son designados conjuntamente como NO_x; ambos (previa oxidación del óxido nítrico) reaccionan con el agua para dar ácido nítrico que se elimina con la lluvia.

METODOLOGÍA

Para realizar el estudio se dispusieron dos zonas de muestreo para contaminantes de aire y para la toma de muestra de agua de lluvia. Los polos industriales más importantes se encuentran al noreste y noroeste de la ciudad de Campana sobre la costa del río Paraná de las Palmas, por lo que las zonas de muestreo están rodeadas de emisiones industriales.

Las muestras de lluvia fueron tomadas en recipientes de plástico inerte, colocados de 1,80 metros de altura del suelo; fueron congeladas a -18°C y cuando fue posible se tomó nota de la hora de inicio y fin de la precipitación así como de la extracción y congelamiento de las muestras. Se realizó una prueba de exposición al aire del recipiente de muestreo para evaluar su incidencia sobre el pH de las muestras del agua de lluvia.

Las mediciones de contaminantes y de pH se realizaron en el laboratorio de química de nuestra facultad. Las muestras de contaminantes gaseosos NO_x y SO₂ fueron realizadas entre lunes y viernes de cada semana durante seis meses. El muestreo de NO_x se hizo durante una hora y para el SO₂ veinticuatro horas, conforme a normas ASTM (1). La estación N° 1 fue ubicada frente a una zona industrial densamente poblada mientras que la estación N° 2 se ubicó cerca de otra zona industrial, distante pocos metros de la ruta nacional N° 12 sobre la periferia del conglomerado poblacional. En la figura N° 1 se puede apreciar un mapa con la distribución de los lugares de muestreo y zonas industriales. Los resultados de las concentraciones de SO₂ y NO_x que se informan fueron medidos a una altura de 1,80 metros. El monitoreo de las condiciones meteorológicas se realizó en superficie.

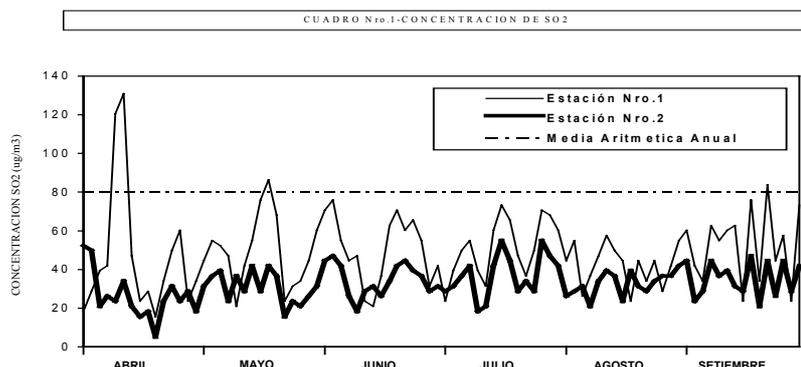


RESULTADOS

Todos los resultados pueden ser relacionados teniendo en cuenta el efecto denominado de isla calórica que se produce con la urbanización. Todos los contaminantes del aire emitidos por fuentes puntuales y distribuidas son transportados, dispersos o concentrados por condiciones meteorológicas y topográficas. El ciclo de estancia aérea se inicia con la emisión de contaminantes seguidos por su transporte y difusión en la atmósfera, el que se completa cuando los contaminantes son arrastrados de la atmósfera por la lluvia, o cuando se escapan a la atmósfera. En algunas regiones las condiciones topográficas conducen a la acumulación y concentración de contaminantes como es nuestro caso, ya que las casas, grandes edificios y las fabricas forman una superficie irregular que retrasa el flujo libre de las grandes masas de aire y por lo tanto retrasa el flujo del viento, el área urbana absorbe mayor cantidad de energía solar durante el día y la conserva durante un periodo mas largo durante la noche, la ciudad libera también grandes cantidades de partículas. Se forma un sistema circulatorio autocontenido que solo se podrá romper por efecto de vientos fuertes.

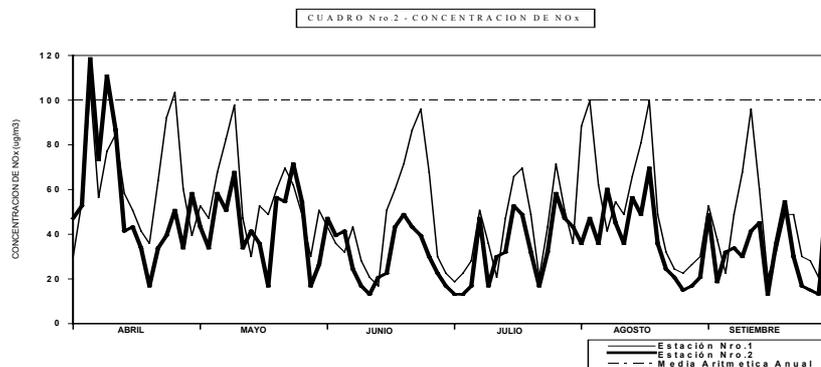
En las concentraciones de SO_2 se puede apreciar en el cuadro N° 1 la existencia de picos de los promedios diarios de concentraciones en la Estación N° 1, con vientos predominantes del cuadrante Noreste.

En la Estación N° 2 los valores promedios por día se mantuvieron siempre por debajo del límite aceptable conforme a la media aritmética anual fijada por la legislación vigente ($80 \mu g/m^3$).



Los niveles de concentración de NO_x se pueden observar en el cuadro N° 2. En la Estación N° 2 hubo valores máximos de promedios horarios con vientos predominantes del sector Noreste. En la Estación N° 1 podemos apreciar tres valores máximos, con vientos que soplaban del sector Noreste y del sector Norte.

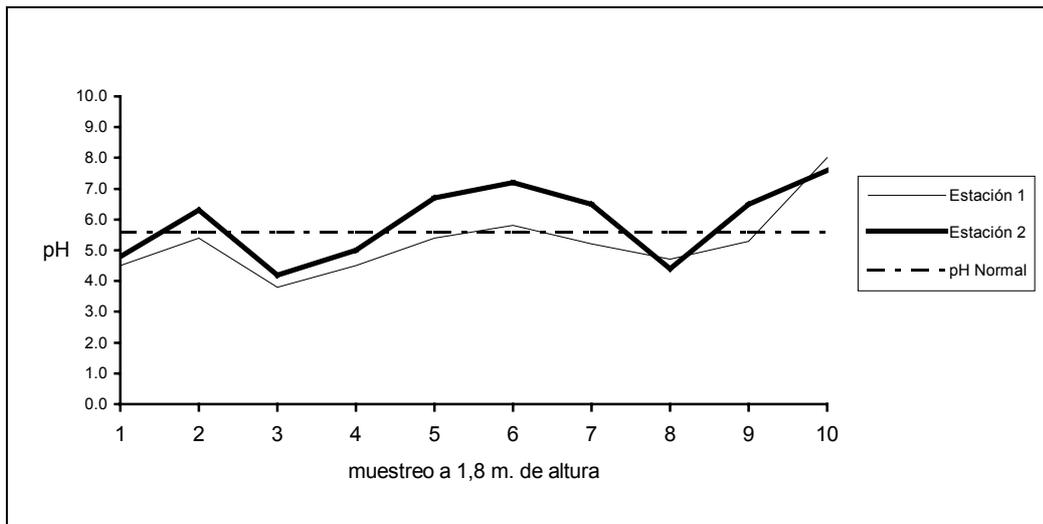
El valor media aritmética anual correspondiente al cuadro de NO_x ($100 \mu g/m^3$) es el valor límite aceptable según la legislación vigente.



Entre los datos de acidez graficados en el cuadro N° 3 se pueden apreciar varios valores por debajo del dato establecido como lluvia neutra ($pH = 5,6$), los picos mas bajos tienen que ver con una preponderancia de vientos del sector Nor - Noreste. En la estación N° 1 los datos obtenidos son siempre menores a los obtenidos en la Estación N° 2, con excepción de un dato, donde el valor de acidez obtenido en la estación N° 2 fue menor que en la estación N° 1 (Se debe tener en cuenta que en dichas ocasiones los vientos predominantes eran del cuadrante Sudeste y Sur).

Observando todos los resultados globalmente surge que en la Estación N° 1 la concentración de contaminantes es mayor que los correspondientes en la Estación N° 2, los niveles de acidez son menores en la Estación N° 1 que en la Estación N° 2, lo cual es lógico considerando su ubicación geográfica y el predominio de los vientos de la zona.

Cuadro Nro.3 - pH de Precipitación



CONCLUSIONES

Si bien, dado los recursos disponibles, el tiempo en el cual fueron colectados los datos no es el óptimo deseado como tampoco la cantidad de estaciones de muestreo, podemos efectuar el siguiente análisis:

Los valores obtenidos dan un promedio de $\text{pH} = 4,8$; valores por debajo del pH neutro para la lluvia que es de 5,6. Si observamos que los valores más ácidos están asociados a días con vientos del sector Este-Noreste, Este y Sudeste como así un valor más cercano al neutro medido con vientos de Sudoeste, estos elementos nos permiten sostener la hipótesis de asociación de emisión de contaminantes del polo petroquímico situado al noreste de la ciudad.

De los resultados obtenidos del control de NO_x y SO_2 se puede apreciar que si bien los valores obtenidos de los contaminantes se mantuvieron por debajo de los límites fijados por la legislación (media aritmética anual) que regula los parámetros de calidad de aire existen valores de concentración por encima de dicha media anual con vientos que prevalecen del cuadrante Este-Noreste.

A la luz de ambos resultados existen elementos para relacionar ambos valores, es decir que la deposición ácida es debida a las propias emisiones de las industrias de la zona.

Se ha podido verificar en conversaciones mantenidas con los habitantes de la zona, los efectos de la lluvia ácida en construcciones. Somos conscientes que para afirmar efectivamente la existencia de lluvia ácida debemos realizar una serie más prolongada, densa y sistemática de mediciones; es decir una mayor cantidad de lugares de muestreo, armar una base de datos que permita elaborar estudios estadísticos relacionando volumen, intensidad y dimensiones del viento en el momento de la precipitación.

REFERENCIAS:

- (1) Libro de Normas ASTM - Global Engineering Documents - Global Info Centres - U.S.A.
- (2) Ingeniería de Control de la Contaminación del Aire - Noel de Nevers - Mc Graw Hill - México - 1997.
- (3) Ecología y Medio Ambiente G. Tyler Miller. Jr. Grupo Editorial Iberoamerica - Mexico - 1992.