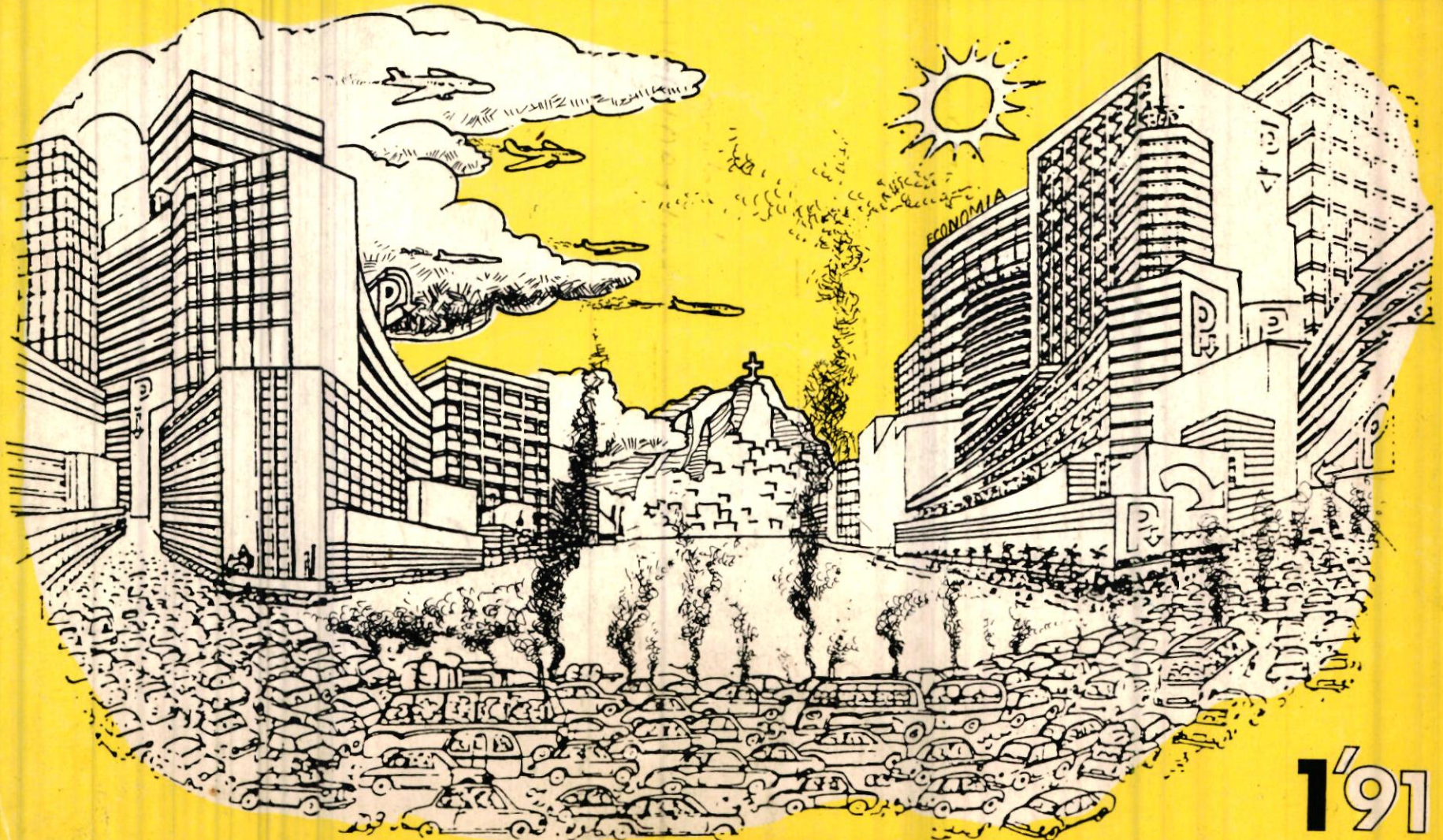




# VICON

€ COMISION DE LAS  
COMUNIDADES  
EUROPEAS

DETERMINACION Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN LIMA METROPOLITANA



1'91

# ¿Qué es el PROYECTO VICON?

Por: Angel Sosa Espinoza

**S**e han efectuado diversos Estudios sobre la Contaminación Ambiental en el País, sea de suelos, de agua o de calidad de aire, también de algunos elementos específicos, etc.; pero, siempre de manera aislada y en algunas oportunidades tratando de interrelacionar con otros factores condicionantes sin la debida consistencia.

Surge así, en el SENAMHI, la inquietud de vigilar la ATMOSFERA no sólo desde el punto de vista del pronóstico del estado del tiempo meteorológico; sino, para estudiar, a mediano plazo, su estado de degradación como consecuencia de los contaminantes vertidos por las diferentes fuentes emisoras. Realizar un Estudio de Contaminación Atmosférica y su interacción con los factores Geográficos y Climáticos proyectando a largo plazo, la posibilidad de efectuar pronósticos de Contaminación Atmosférica en función del estado del tiempo meteorológico.

El incremento de la Contaminación Atmosférica, el desconocimiento de los contaminantes, de las fuentes de emisión, cantidad de contaminantes y sus interacciones con los diversos factores condicionantes; el efecto negativo en la salud de la población humana y del Medio Ambiente; agravado por un deficiente control de las fuentes contaminadoras, la falta de una red de captación más amplia y permanente que proporcione con mayor periodicidad y sea representativa del área de estudio, permitiendo así una visión más acertada del problema; dio origen a lo que hoy se denomina PROYECTO VICON (VI = Vigilancia y CON = Conta-

minación), siendo su denominación completa "DETERMINACION Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN LIMA METROPOLITANA"

"El SENAMHI queda encargado de organizar, normar y promover un sistema de vigilancia atmosférica del País, a fin de preservar los peligros de la Contaminación

Ambiental" (Ley Nº 24031 del 05 de Diciembre de 1984). Al amparo de esta base legal, se logra el financiamiento del 70 por ciento del Proyecto, durante dos años, por la Comisión de las Comunidades Europeas, iniciando su ejecución en Julio de 1990.

Se establecen los siguientes objetivos:

## OBJETIVO GENERAL

Determinación de los elementos contaminantes, cantidad, fuentes de emisión y vigilancia de la atmósfera en Lima Metropolitana, a fin de evaluar el estado de degradación.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinación de las posibles asociaciones entre las concentraciones de los contaminantes atmosféricos y su impacto de acuerdo al clima metropolitano.
2. Propiciar una rectificación de acciones en los sectores que ocasionan este deterioro ambiental.
3. Despertar una verdadera toma de conciencia sobre el deterioro ambiental, en la población en general (centros de trabajo, Universidades, colegios, etc.).
4. Capacitación de cuadros de personal que permita reforzar las estructuras de investigación y conservación del Medio Ambiente en el País.



DETERMINACION Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN LIMA METROPOLITANA

## LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El área de Estudio se encuentra en la Provincia de Lima, Departamento del mismo nombre y se le denomina Lima Metropolitana, incluye a la Provincia Constitucional del Callao. Está ubicada a los 12 grados 04 minutos de Latitud Sur y 77 grados 04 minutos de Longitud Oeste; en la parte centro-occidental del Perú, emplazada en los conos deyeativos de los ríos Chillón, Rímac y Lurín, limita por el Oeste con el Océano Pacífico, por el Este con las últimas estribaciones de la Cordillera de los Andes, al Norte y al Sur con las cuencas de los ríos Chillón y Lurín respectivamente.

Su topografía es relativamente plana, se encuentra a una altitud promedio de 150 m.s.n.m., con una precipitación promedio anual de 11.1 mm. y una temperatura media anual de 19.5 grados centígrados.

### PLAN DE ACCION

Comprende lo siguiente:

#### 1. DETERMINACION DEL MICROCLIMA DEL AREA

- Con la Unidad Móvil Meteorológica (Polycomp) del SENAMHI, se está determinando la distribución espacial y temporal de la temperatura y humedad relativa de los niveles de 0.70 y 1.80 metros respectivamente del área de estudio.
- Se ha instalado anemógrafos en los niveles de 1.80 y 10.0 metros respectivamente, en diferentes puntos del área de estudio para encontrar el gradiente, dirección prevaleciente e intensidad del viento.
- Se efectuará la correlación de estos datos con los registros históricos de 23 estaciones de superficie del banco de datos; así como la información del radio-viento sonda para conocer las condiciones de la alta atmósfera.

El análisis de esta información permitirá establecer la influencia de estos parámetros en la difusión y/o concentración de los contaminantes.

#### 2. ESTRUCTURA URBANA

El conocimiento de la estructura urbana es muy importante por ser uno de los factores geográficos condicionantes en la difusión de contaminantes, por tal razón se está determinando:

## VICON

- La densidad y tipo de edificaciones.
- Altura media y máxima de edificaciones.
- Vías de circulación más importantes en la emisión de contaminantes.
- Area y distribución de zonas verdes de recreación.
- Localización y tipos de industria
- Densidad demográfica de Lima Metropolitana y distrital.

El nivel espacial de la información se está determinando por áreas diferenciadas, tipo de zonificación y sectorización urbana, según uso del suelo.

Los tipos de vías de circulación según flujo y capacidad.

### 3. FOCOS CONTAMINANTES

En esta área se está determinando:

- La concentración y distribución espacial.
- Los patrones de asentamiento industrial.
- El parque automotor.



#### 4. REGISTRO DE CONTAMINANTES

Se está efectuando el registro de contaminantes sólidos sedimentables y sólidos en suspensión.

- Para el registro de contaminantes sólidos sedimentables, en el área de estudio, se ha instalado una red de 50 estaciones que consta de:
  - Una lámina de cristal reticulada de 100 cm. cuadrados que nos da el área de referencia.
  - Un soporte de metal, en el que a 0.90 m. de la superficie horizontal se instala la lámina de exposición.
  - Una sustancia adherente para la captación de contaminantes.

El tiempo de exposición de las láminas es permanente, con un período de intercambio de 15 días.

El sistema de recolección es de lunes a jueves.

Para mejor aplicación del sistema se han establecido cuatro zonas de recolección. Recolectadas las muestras se someten a análisis químicos en el Laboratorio del Programa de Investigación de Aguas y Suelos del Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial -INIAA- para así determinar, mediante el método de absorción atómica, metales pesados, como: calcio, magnesio, sodio, potasio, hierro, zinc, manganeso, cobre, plomo, cadmio, cromo, azufre; además el material inerte, para poder encontrar por diferencia de pesos el Total de Contaminantes Sólidos Sedimentables; y así establecer su influencia en el Medio Ambiente.

En base a los resultados encontrados se puede realizar comparaciones con los Límites Máximos Permisibles de diversos países y organismos internacionales reconocidos.

- b. Para el registro de contaminantes sólidos en suspensión, se está empleando una bomba portátil muestreadora de aire, con la que se está monitoreando en las vías de mayor circulación vial.

Esta bomba succiona una cantidad precisa de aire en litros por minuto, a través de una solución absorbente en un tubo burbujeante especial; la solución absorbente es tratada con reactivos químicos y el color de la reacción resultante se mide con un comparador para determinar la concentración de contaminantes en partes por millón (ppm) o en miligramos por metro cúbico (mg/m<sup>3</sup>). Todos los métodos de prueba, usados con este equipo, siguen los procedimientos aceptados por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos.

Las primeras muestras de monóxido de carbono (CO), se están colectando en las principales avenidas del centro de Lima, posteriormente se extenderá a otros puntos de la ciudad.

Al respecto se están analizando diferentes factores que influyen en los resultados de los muestreos realizados, tales como la intensidad del tráfico según la hora, altura de muestreo y fundamentalmente las condiciones meteorológicas del momento; como son, el viento, la nubosidad, la temperatura y la humedad relativa. Además, se efectuarán muestreos de dióxido

## VICON

de azufre.

Referente a los Límites Máximos Permisibles existen diversos valores, según el país y de acuerdo a las reacciones de su población en los diferentes episodios de contaminación que les haya tocado vivir.

### Contaminación ocasionó grandes tragedias en este siglo.



DETERMINACION Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN LIMA METROPOLITANA

## EDUCACION Y COMUNICACION SOCIAL

En la Conferencia de Tbilisi en 1977, se dijo:

"La educación ambiental debe impartirse a todas las edades, a todos los niveles, y tanto en la educación académica como en la no académica. Incumbe a los medios de comunicación de masas una gran misión. Los ambientalistas, lo mismo aquellos cuyas acciones y decisiones pueden tener un efecto marcado sobre el Medio Ambiente, deberán unirse en el transcurso de su capacitación de los conocimientos y las técnicas necesarias, debiendo infundírseles el sentido pleno de sus responsabilidades a este respecto".

En el área de EDUCACION se está realizando actividades principalmente orientadas hacia la concientización de la población en cuanto a la protección ambiental, mediante:

- a. Ciclos de charlas en los principales colegios de la zona de ejecución del proyecto, explicando su finalidad.
- b. La realización de dos seminarios dirigidos a especialistas con la finalidad de discutir, evaluar y difundir los resultados obtenidos y acciones tomadas; así como, establecer doctrina sobre el control del Medio Ambiente.

En la parte de COMUNICACION SOCIAL se está elaborando una serie de spots de televisión, que se están difundiendo masivamente en la red de televisión nacional, con la finalidad de informar a la colectividad sobre el peligro de la contaminación del Medio Ambiente y la necesidad de participar en su protección.

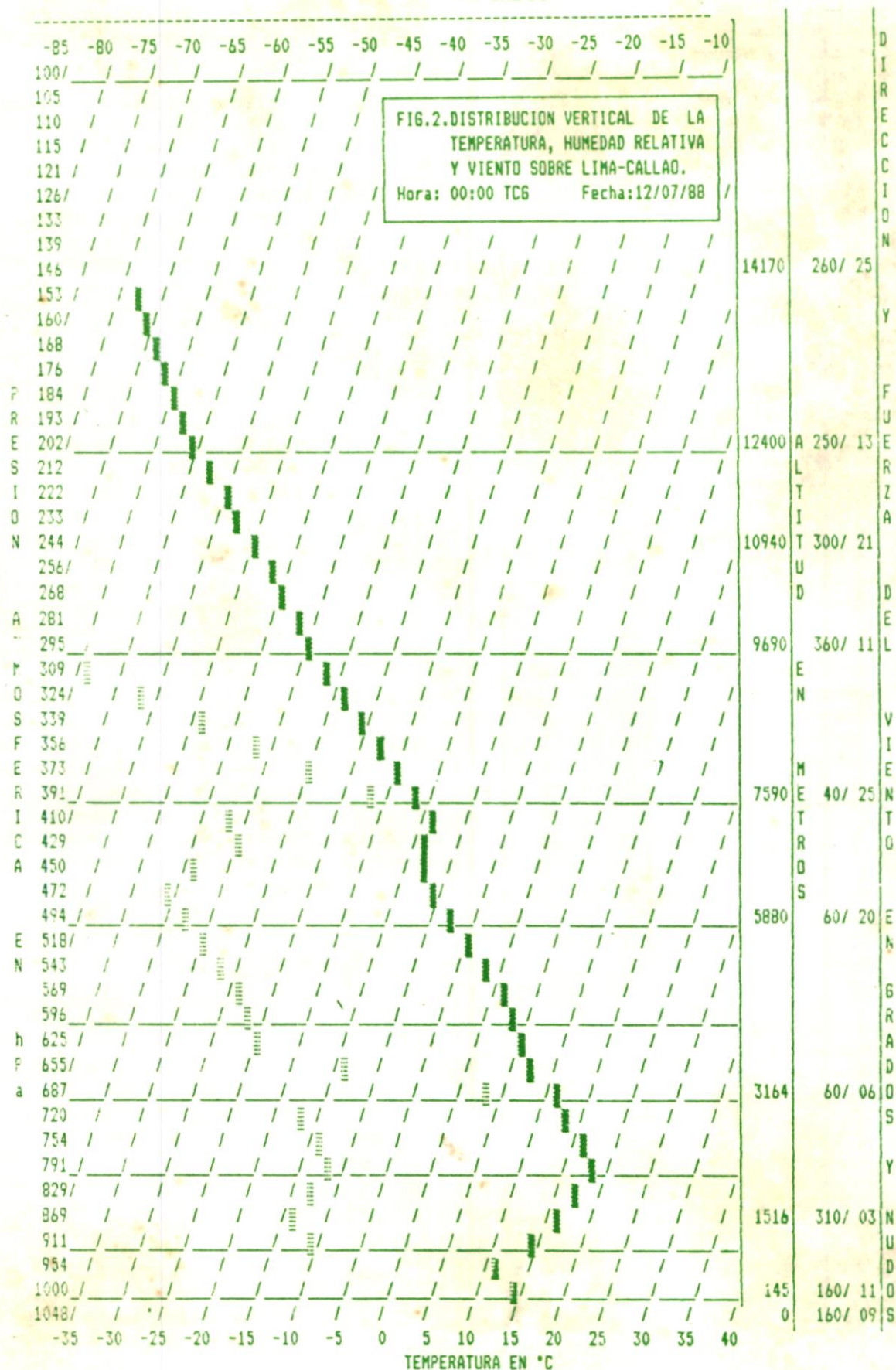
También se está elaborando una serie de boletines con la finalidad de difundir aspectos relacionados con el control del Medio Ambiente.

La Declaración de Estocolmo de Junio de 1972, en su Principio N° 6 dice:

"Debe ponerse fin a la descarga de sustancias tóxicas o de otras materias y a la liberación de calor en cantidades y concentraciones tales que el medio no pueda neutralizarlas, para que no se causen daños graves o reparables a los ecosistemas. Debe apoyarse a la justa lucha de los pueblos de todos los países contra la contaminación".

Han pasado cerca de 20 años de esta Declaración, es necesario que sigamos apoyando esa justa lucha que beneficiará a la presente y a las futuras generaciones.

# VICON



## 1. INTRODUCCION

**E**l crecimiento demográfico, el desarrollo urbanístico y los progresos tecnológicos han contribuido a la contaminación del medio ambiente. Generalmente las concentraciones más altas de contaminantes se encuentran en las ciudades y zonas cercanas a éstas. En los últimos años, es tal su incremento, que los gobiernos y diversos organismos públicos y privados, nacionales e internacionales están trabajando activamente en la búsqueda de alternativas de solución a este problema, contribuyendo así a perfeccionar y ampliar los instrumentos de medida, de prevención y de lucha.

La contaminación atmosférica, es una de las variantes de este problema (Fig. 1). "Ocurre cuando uno o más contaminantes están presentes en el aire ambiental, en determinados períodos y cantidades, de tal manera que son nocivos a los seres humanos, animales, plantas y propiedades contribuyendo a dañar o causar molestias al bienestar y uso de propiedades en grado medible" (Organización Mundial de la Salud).

VICON

# CONTAMINACION Y ATMOSFERA

Por: Felipe Huamán Solís

En el presente siglo, se han producido numerosos episodios lamentables, destacando entre ellos los desastres del Valle del Mosa (Bélgica, 1930), Donora (Estados Unidos de América, 1948) Poza Rica (México, 1950), Londres (Inglaterra, 1948, 1952, 1956, 1959 y 1962), New

York (Estados Unidos de América, 1966), Bhopal (India, 1984), y la guerra del Golfo Pérsico (1991); todos ellos con un elevado número de víctimas. De los desastres señalados, Londres en 1952 y Bhopal, constituyen las peores tragedias en la historia de la industrialización, habiéndose ocasionado en el primer episodio la muerte de 4,000 personas y afectado a varios miles con enfermedades broncopulmonares (Llaugé, 1986).

En el segundo caso ocasionó la muerte de 2,500 personas, lisió a 50,000 y obligó a migrar a 150,000 (Mayur, 1985).

Casos periódicos de contaminación por reacciones fotoquímicas se han dado en Los Angeles, San Francisco y Washington. Hechos similares se han registrado en países como Australia, Italia, Francia, Japón y U.R.S.S.

América Latina no es una región aislada en este contexto, y las ciudades de Santiago (Chile), Sao Paulo (Brasil) y México (México), están consideradas entre las urbes más contaminadas del mundo.



En el Perú ocurren, esporádicamente, episodios peligrosos de contaminación atmosférica en algunas localidades, como es el caso de Ilo, producido por los gases, especialmente de dióxido de azufre, que generan las chimeneas de la fundición de cobre; en La Oroya, debido a los gases, humos y vapores que emana la fundición, entre los que tenemos el cadmio, hierro, zinc, plomo, arsénico, antimonio, dióxido de azufre y, últimamente en Paramonga,

por la emisión de gases tóxicos de las plantas de alcalis y PVC.

La atmósfera es la envoltura gaseosa que rodea a la Tierra, caracterizada por su constante dinamismo e intervención activa en los fenómenos de transporte, concentración, difusión, transformación química y depósito de los contaminantes atmosféricos sobre la superficie terrestre o el mar.

La difusión y concentración de los contaminantes dependen de una serie de variables, como son: la cantidad y calidad de las edificaciones, el número de habitantes, el tipo y número de las fuentes de emisión, la cantidad de las emanaciones tóxicas, las condiciones geográficas del lugar -que en algunos casos puede determinar el grado de contaminación de una localidad- y primordialmente las condiciones meteorológicas.

Las condiciones meteorológicas referidas a un período de tiempo, van a determinar el tiempo atmosférico y el clima de un lugar.

El tiempo está constituido por el conjunto de valores (radiación solar, temperatura, humedad, viento, nubosidad, precipitación, etc.) que en un momento dado y en lugar determinado caracterizan el estado atmosférico; es decir, es una combinación pasajera, casi instantánea.

Del tiempo, depende en último término la capacidad de la atmósfera para dispersar hasta concentraciones adecuadas, los contaminantes lanzados a ella.

Por el contrario, el clima se distingue por su carácter permanente. Es también la misma combinación de valores o elementos, pero es el resultado de toda la serie de estados de la atmósfera -tiempos- que se han dado sobre un lugar determinado durante un período lo suficientemente largo para que se hayan podido presentar todas las posibles situaciones atmosféricas. Del clima de un lugar o región depende el que las condiciones que favorecen la rápida difusión de los contaminantes se den o no, con mayor o menor frecuencia e intensidad. El conocimiento del clima y en particular de las condiciones en la capa atmosférica inmediata al suelo debe ser decisivo al proyectar la localización de industrias contaminantes.

## 2. RADIACION SOLAR

La radiación solar en todas sus formas está asociada a los problemas de la contaminación atmosférica. La forma lumínica provoca reacciones fotoquímicas complejas entre los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno eliminados por los gases que emanan de los escapes de los motores. Igualmente, se debe a procesos fotoquímicos, el cada día más preocupante incremento del ozono troposférico. Por otra parte, la mayor o menor transparencia



del aire va a influir en la intensidad de la fotosíntesis y en la respiración de los vegetales, así como, en su capacidad de resistencia a la contaminación.

## 3. TEMPERATURA DEL AIRE

"La temperatura del aire está relacionada con la contaminación atmosférica, principalmente, en las etapas de emisión y recepción de los contaminantes. Existe una correlación entre la temperatura y el consumo de los combustibles utilizados en la calefacción de los edificios" (Mazzeo, 1972).

### Se vigila la atmósfera para estudiar su estado de degradación.

Además, debido a la naturaleza y a las actividades que se desarrollan en el espacio urbano, se presentan fuentes de calor, frecuentemente, ligadas a las capas contaminadas, que determinan la formación de núcleos calientes, denominados "Islas de calor". Se manifiestan en el centro de la ciudad, con temperaturas, en

varios grados, más elevadas que en su cinturón marginales y con respecto al medio rural circundante. Esta mayor capacidad calorífica asociada al relieve de las edificaciones contribuyen a intensificar la turbulencia, activando de esta manera la circulación del aire e impidiendo que se formen inversiones de superficie.

## 4. DIFUSION ATMOSFERICA

Si la atmósfera está en reposo, los contaminantes se difunden lentamente. Cuanto más activo es el movimiento vertical y más veloz el movimiento horizontal, entonces la difusión de los contaminantes es más rápida.

En la atmósfera, la difusión, depende en primer orden, del tipo de estabilidad atmosférica y en segundo orden, del movimiento horizontal, que está condicionado a la velocidad y rafagocidad del viento.

### 4.1 Estabilidad Atmosférica

El tipo de estabilidad atmosférica está relacionado con la variación vertical de la temperatura y, el movimiento horizontal del aire con la variación horizontal de la presión atmosférica.

En condiciones de cielo despejado y fuerte insolación, las capas bajas de la atmósfera se inestabilizan y las corrientes verticales son extraordinariamente activas en ambos sentidos; de tal manera que los contaminantes se dispersan con gran rapidez. Al dispersarse en la atmósfera, los contaminantes no desaparecen, sino que se diluyen en un volumen de aire cada vez mayor, y si la mayoría de ellos no fueran eliminados por otros fenómenos meteorológicos, la capa inferior de la atmósfera hace tiempo que habría llegado a ser irrespirable.

Una atmósfera con estabilidad tiende a suprimir las corrientes verticales porque las partículas que se separan de su nivel de equilibrio son rechazadas de nuevo hacia él y ello sucede cuanto mayor es la estabilidad.

Se observa, generalmente, que la temperatura del aire disminuye a medida que aumenta la altura; pero cuando la temperatura asciende de acuerdo con la altura, estamos ante una inversión térmica. La inversión es un caso extremo en la estratificación estable de la atmósfera que actúa a modo de barrera infranqueable para las corrientes verticales, limitando la difusión, por lo que su presencia junto al suelo o a baja altura suele ser indeseable; ya que los contaminantes quedan retenidos en la capa de inversión o bajo ella, sin ninguna o casi ninguna dispersión en sentido vertical tendiendo a concentrarse en volúmenes de aire relativamente pequeños.

La ciudad de Lima (Perú), al igual que otras ciudades como Santiago (Chile) y Los Angeles (Estados Unidos de América), tiene una atmósfera que potencialmente favorece la contaminación debido a la presencia persistente de una o más inversiones térmicas en su estructura vertical (Fig. 2). Mas aún, si Lima tuviera el grado de industrialización de estas ciudades, sus problemas de contaminación serían mayores, ya que la estabilidad de su atmósfera es más intensa.

Cuando la estabilidad es indiferente, y se producen corrientes verticales causadas, por ejemplo, por turbulencia mecánica, no existe tendencia por parte de la atmósfera a favorecer tales corrientes, pero tampoco a eliminar-

## VICON

las; por lo que son frecuentes las corrientes verticales de este tipo.

### 4.2 Viento

El segundo factor meteorológico, de importancia fundamental, en la difusión de contaminantes es el viento. El transporte horizontal de las emisiones de baja concentración, a través de la atmósfera, es realizado por los vientos dominantes, de modo que cuando la velocidad del viento es mayor, la dispersión de los contaminantes es más rápida y completa. La mayoría de los episodios graves de contaminación se han registrado en localidades donde la orografía del terreno limitaba la cir-

### Estudios son favorables para hacer previsiones hidrológicas en el río Rimac.

culación del aire, canalizándolo constantemente hacia un espacio relativamente reducido, donde los contaminantes pueden permanecer largo tiempo.

### 5. AGUA ATMOSFERICA

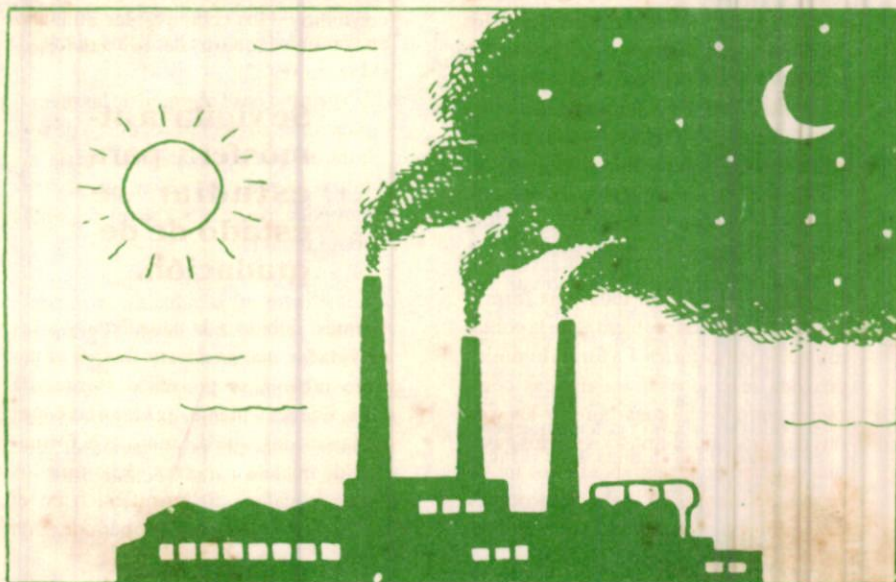
El agua de la atmósfera influye en ciertas reacciones químicas de los contaminantes, además de actuar como catalizador entre los compuestos químicos, aumen-

tando la perturbación de la atmósfera. Cuando se mezcla con el anhídrido sulfuroso y el óxido de nitrógeno, produce uno de los casos más alarmantes de contaminación, conocido con el nombre de "lluvia ácida", que causa daños considerables a las plantas, los animales y a las estructuras (metálicas o de ladrillo, concreto, piedra, etc.).

### 5.1 Nubosidad y Niebla

Las partículas sólidas, en suspensión en la atmósfera, pueden actuar como núcleos de condensación y acelerar la formación de nubes y nieblas, incidiendo en el balance neto de la radiación solar sobre la superficie terrestre, condicionando la difusión vertical de los contaminantes en la atmósfera.

Si la niebla entra en contacto con los contaminantes, se genera la niebla contaminada (smog), formada por una mezcla de humo y niebla, cuyos efectos van desde la reducción de la visibilidad hasta la muerte de los seres vivos. Hay distintos tipos de niebla contaminada, siendo las más conocidas, las ocurridas en Londres y Los Angeles. La de Londres es una mezcla de niebla, humo de carbón y dióxido de azufre; mientras que la de Los Angeles está compuesta por ozono y gases orgánicos, procedentes de las reacciones fotoquímicas entre óxidos de nitrógeno y vapores orgánicos de gasolina y combustibles parcialmente quemados.



DETERMINACION Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN LIMA METROPOLITANA



## 5.2 Precipitaciones

Los mejores agentes de limpieza del aire son las precipitaciones, ya que en su caída eliminan las partículas y los gases extraños presentes en una atmósfera contaminada. El volumen de contaminantes que arrastran las precipitaciones depende de la intensidad, tipo y tamaño de la precipitación; así como del tamaño de las partículas contaminantes y de la intensidad de la evaporación y condensación.

## 6. EFECTOS EN LA ATMOSFERA

En la actualidad se conocen dos efectos sobre la atmósfera, como producto de las emisiones procedentes de las actividades humanas -la mayor parte proviene de los países industrializados- que causan seria preocupación a la comunidad mundial: uno es el "efecto de invernadero" y otro, el cada vez más inquietante problema de la disminución de la capa de ozono.

### 6.1 El "Efecto de Invernadero" y el Cambio Climático

El "efecto de invernadero", es el aumento general de la temperatura de la baja atmósfera y de la superficie de la Tierra, como resultado de una mayor concentración del dióxido de carbono -principal absorbente de la radiación infrarroja- y otros gases de invernadero como el metano, los clorofluorcarbonos (CFC) y el óxido nítrico, que ingresan a la atmósfera procedentes de la combustión del carbón y del petróleo en las centrales térmicas o de la descomposición de alimentos. Estos contaminantes y el vapor de agua permiten el paso de los rayos solares de onda corta, pero impiden la irradiación térmica de la Tierra al espacio, causando un enfriamiento compensatorio en la alta estratosfera. La tendencia es que el vapor de agua aumente, como respuesta al calentamiento global, intensificándolo aún más.

Wallace Broecker (1978), científico de la universidad de Columbia-Nueva York, constató que en 1970 había en la atmósfera aproximadamente 242,000 millones de toneladas de dióxido de carbono y calcula que para el año 2010 habrá unas 930,000 millones de toneladas.

N. Sundaraman (1991), Secretario del panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (PICC), haciendo

## VICON

una selección de fragmentos del análisis general del Primer Informe de Evaluación (PIE) -donde han participado unos 1,000 científicos y expertos de más de 50 países- manifiesta: en base a los resultados de los modelos actuales predecimos que, en las regiones que no se toman medidas, o se toman muy pocas, para limitar las emisiones, el incremento probable de la temperatura es de aproximadamente 1 °C sobre el valor actual para el año 2025, y 3 °C sobre el valor actual, antes de finalizar el próximo siglo.

El recalentamiento que se produciría, a causa de ello, tendría consecuencias catastróficas, que variarían de un país a otro, en razón de su economía y grado de desarrollo. Los impactos más graves se dejarían sentir en los países en desarrollo, especialmente, en aquellos que en la actualidad son muy vulnerables y que presentan menor capacidad de readaptarse. Entre ellos se incluyen a Brasil, Perú, la región del Sahel de África, el Sudeste de Asia y las regiones asiáticas de la URSS y China.

### Niebla más contaminación, intoxica y mata a seres vivos.

Los científicos también han previsto que, en los próximos 50 años, las zonas climáticas se desplazarán unos cuantos kilómetros hacia los polos.

Un cambio en el régimen de las precipitaciones aumentaría el riesgo de sequía, lo que potencialmente sería el impacto más grave en el sector agropecuario, tanto a nivel regional como mundial.

Los efectos en la salud serán importantes, principalmente en las grandes ciudades, debido a los trastornos en el abastecimiento de agua y alimentos; además del aumento de los problemas sanitarios por la propagación de enfermedades virales y contagiosas.

A escala mundial se prevé que el hielo

que contiene los glaciares y las capas de hielo disminuyan. La fusión de parte de ellos originaría la elevación del nivel del mar, de 1 metro para el año 2100, haciendo inhabitable algunos países isleños, con la consiguiente migración de millones de habitantes; se inundarían las tierras bajas, se contaminarían las reservas de agua potable y cambiarán los perfiles de las costas.

A pesar de todo ello, es imposible efectuar predicciones exactas del clima, ya que siguen existiendo demasiadas incógnitas.

### 6.2 La Reducción de la Capa de Ozono

La disminución de la capa de ozono -que protege a la Tierra de la radiación ultravioleta- se debería entera o parcialmente a las reacciones, en la estratosfera, de sustancias químicas fabricadas por el hombre, conocidas como clorofluorcarbonos (CFC) y utilizadas en todo el mundo como propulsores de aerosoles, enfriadores en acondicionadores de aire, disolventes en la limpieza de piezas electrónicas y en algunos productos plásticos. "Todas las pruebas actuales (observaciones desde aviones, el suelo o el espacio y experimentos de laboratorio) señalan al cloro de los CFC como que es la causa primordial de la reducción del ozono, aunque se piensa que el bromo contribuye con un quinto aproximadamente". (Bojkov, 1990).

Las conclusiones del Programa de Investigación del Ozono, llevado a cabo entre 1986-1988, con la participación de más de 100 científicos, patrocinados por diversos organismos del gobierno de los Estados Unidos de América, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), señalan: que el análisis de la información del ozono estratosférico 1969-1986, demuestra que hay descensos medibles en la columna total media del ozono -presente en un punto cualquiera de la superficie terrestre- que oscila de 1.7 a 3 por ciento. Entre las latitudes 30° y 64° Norte, la disminución, en los meses de invierno, es del 2.3 al 6.2 por ciento y en el verano el debilitamiento es menor al 1 por ciento. En la zona

tropical se confirma una reducción de 2 a 3 por ciento.

La mayor pérdida del ozono se sigue presentando sobre la Antártida. Recordemos que hace más de una década, se descubrió que allá la capa de ozono quedaba "horadada" a partir de setiembre u octubre, y que el agujero duraba varios meses. Se han observado reducciones del ozono en más del 50 por ciento en la columna total, y del 95 por ciento, entre los 15 y los 20 kilómetros de altitud.

Se supone, que conforme el aire del agujero, se mezcla con la atmósfera circundante, la concentración de ozono se reduce. A este respecto la insuficiencia de estaciones, recolectoras de datos, no permite estar seguros de lo que sucede en realidad.

Los datos del hemisferio Norte, conducen a creer que también existiría un hueco en la capa de ozono sobre el Ártico, alrededor de enero, parecido pero menos que el de la Antártida. La NASA tiene un proyecto para estudiar intensamente esta situación.

De acuerdo a las conclusiones a que han llegado algunos investigadores, la incidencia del cáncer de la piel, en la raza blanca, sube en un 4 por ciento por cada disminución del 1 por ciento en la capa de ozono; además de causar

## VICON

problemas oculares y debilitar los sistemas de inmunidad de los seres humanos.

### 7. ALGUNAS OPCIONES

Por otro lado, para luchar y prevenir la contaminación es necesario el uso de tecnologías adecuadas que traten y eviten las emisiones que dañan a la atmósfera; además de incentivar la arborización de las áreas urbanas, ya que ésta modifica la circulación local del aire y aumenta la dispersión de los contaminantes. "... Se han observado reducciones significativas de la contaminación a nivel del suelo en las zonas arboladas, creadas en los centros urbanos" (Eddy, 1983).

### 8. PAPEL DE LA ORGANIZACION METEOROLOGICA MUNDIAL

Siendo la contaminación atmosférica un problema mundial y conociendo los peligros que se derivan de ésta, la Organización Meteorológica Mundial (OMM), desde el año 1969, ha establecido una Red de Control de la Contaminación General Atmosférica (BAPMON) y el Sistema Mundial de Observación del Ozono (SMOO), fomentándose la instalación de estas estaciones en todo el mundo. El año de 1989, creó la Vigilancia Atmosférica Global (VAG), sistema por medio del cual la OMM, vigila y

evalúa la composición química y las características físicas conexas de la atmósfera global.

Finalmente, debemos considerar que:

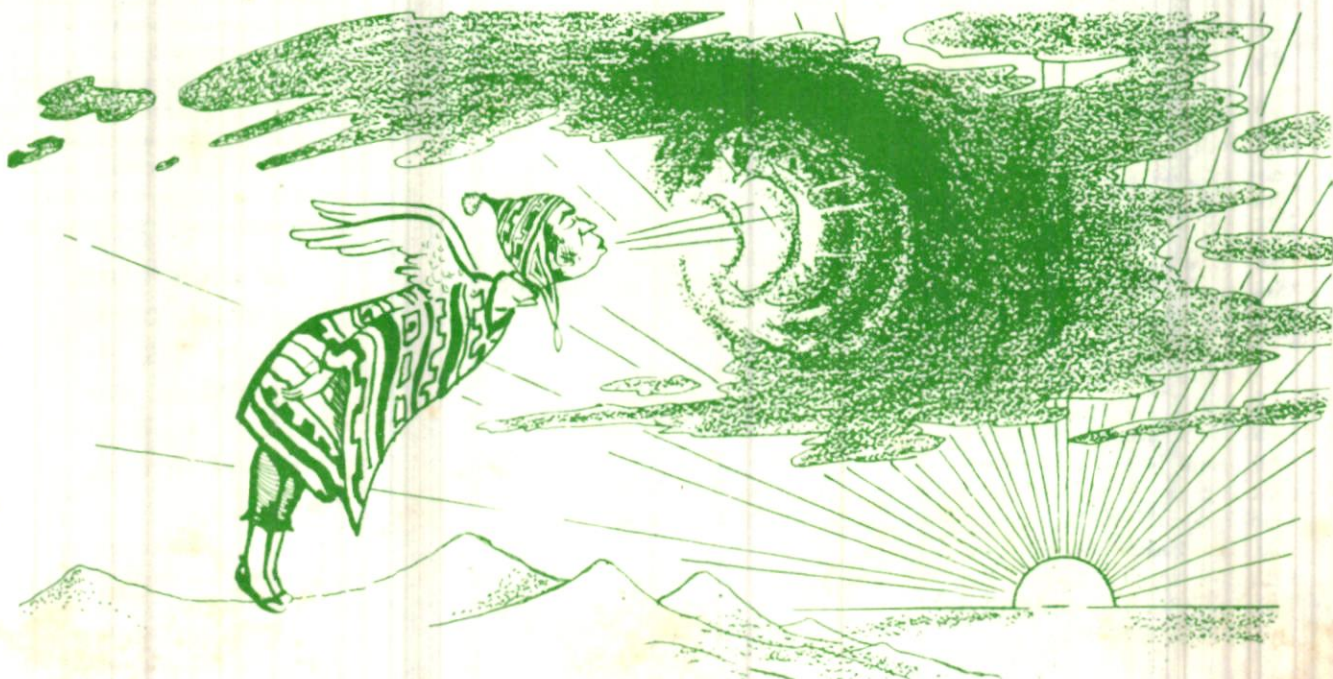
El estudio de las condiciones y difusión de la atmósfera, debe ser una de las variables a considerar en cualquier proyecto de reducción de los riesgos de contaminación.

Al planificarse la ubicación y el trazado de futuras ciudades, deberá tenerse en cuenta, las condiciones climatológicas del lugar.

Para tratar de solucionar el problema de la contaminación atmosférica, no sólo es necesario la participación de las autoridades gubernamentales sino también de la población en su conjunto.

Teniendo en cuenta que el aire transporta los contaminantes, sin reconocer fronteras, es necesario coordinar esfuerzos e intercambiar datos y resultados con los organismos que tienen que ver con los problemas de contaminación como la ONU, OMM, OMS, PNUMA, CEE, OEA, etc.

Para evitar que se siga destruyendo la capa de ozono es conveniente, antes de entrar al siglo XXI, eliminar por completo los CFC, los halones, el metil cloriformo y el tetracloruro de carbono, tal



DETERMINACION Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN LIMA METROPOLITANA

como lo acordaron en la Conferencia de Londres (junio, 1990), los participantes del Protocolo de Montreal (setiembre, 1987).

Es prioritario el establecimiento de programas que contemplen una distribución adecuada de áreas verdes entre las edificaciones, con el fin de reducir los efectos

de la contaminación.

Es necesario la ampliación de las redes de medida de los componentes de la atmósfera y de sus agentes contaminantes, para que los servicios meteorológicos puedan contribuir eficazmente a la predicción de situaciones atmosféricas favorables a la contaminación.



## BIBLIOGRAFIA

- Bojko, Rumen D.** Ozono Atmosférico. Boletín OMM. Vol. 39. N° 4. Ginebra-Suiza, 1990. Pags. 262-270.
- Eddy, Amos.** Utilización y Aprovechamiento de los Datos Climáticos. Programa Mundial sobre el Clima. OMM. Ginebra-Suiza, 1983.
- Huft, André.** Introducción a la Climatología. Editorial Ariel S.A. Barcelona-España, 1984.
- Marsico, Alfredo D.** Estudio de las Condiciones de Higiene del Aire de la Ciudad de Buenos Aires. Universidad de Buenos Aires-Argentina, 1974.
- Mayur, Rashmi.** La Tragedia de Bhopal. Biocenosis. Vol. 1. N° 4. Nueva Serie. Universidad Estatal a Distancia. Programa de Educación Ambiental. San José-Costa Rica, 1985. Pags. 27-28.
- Mazzeo, N; Nicolini, M; Muller, C. y Micheloni, R.** Algunos Aspectos Climatológicos de la Contaminación Atmosférica en el Area de La Plata. (Prov. de Buenos Aires). Meteorológica. Vol. III, 1972. Nros. 1, 2, 3. Centro Argentino de Meteorólogos. Buenos Aires-Argentina, 1972. Pags. 98-134.
- Ledesma, Manuel.** Turbulencia Atmosférica. Segunda Edición Gráfica Cervantes. Madrid-España, 1981.
- Llaugé, Félix.** Iniciación a la Meteorología. marcombo Boixareu Editores. Barcelona-España, 1986.
- OMM. N° 690.** Plan a Largo Plazo de la OMM. Política y Estrategia Generales. 1988-1997. Segundo Plan a Largo Plazo de la OMM. Parte 1. Ginebra-Suiza, 1987. Pags. 76-79.
- Philips.** Redes de Vigilancia y Previsión de la Contaminación Atmosférica.
- Possekel, Reiner.** Período Glacial o Efecto de Invernadero. Tribuna Alemana N° 732. 01/10/1978. Bonn-RFA. Pag. 8.
- Rutllant, José.** Meteorología de Mesoescala en Problemas de Contaminación Atmosférica Urbana. Comparación entre Condiciones Potenciales de Santiago y Concepción. Tralka. Vol 1, N° 1. Santiago-Chile, 1979. Pags. 10-21.
- Seoanez Calvo, Mariano.** La Contaminación Agraria. Instituto de Investigaciones Agrarias. Madrid-España.

# algunas reflexiones CONTAMINACIÓN

Por: César Mu

**L**a contaminación es un cambio perjudicial de las características físicas, químicas o biológicas normales del aire, tierra o agua, debido a la presencia de sustancias colocadas generalmente por la actividad humana, en concentraciones tales que los procesos naturales no pueden controlarlos, afectando nocivamente la salud y/o bienestar del hombre, de los animales y de las plantas. Una sustancia no tiene carácter de contaminante porque sea un veneno; se constituye en contaminante cuando es una cantidad tal, que el ecosistema resulta incapaz de diluirlo o asimilarlo en un período normal.

La contaminación es pues, básicamente un problema de exceso de cantidad y rapidez. El agua, el aire y el suelo reciben siempre ciertas cantidades de sustancias extrañas las cuales se diluyen, transforman y eliminan a través de los procesos naturales. Sin embargo cuando la presencia de éstas es demasiado grande, estos procesos no pueden controlarlos, se dice entonces que hay contaminación.

## De diciembre a abril, en el Perú es la época de mayor aporte pluviométricos.

Dos zonas urbanas exactamente iguales en cuanto a condiciones geomorfológicas, cantidad y calidad de edificaciones, con idéntica población y similar número de fuentes contaminantes y emanaciones tóxicas,

# nes referentes a la ION AMBIENTAL

ñoz Ortega

pueden tener un comportamiento diametralmente diferente ante el problema de la contaminación, no obstante de ser hipotéticamente semejantes. Esto es factible debido a las diferentes características meteorológicas de ambos lugares: en una de ellas, éstas permiten la rápida difusión de los contaminantes mediante los movimientos verticales y horizontales de las masas de aire y en la otra parte, por el contrario, la presencia de calmas e inversión térmica a poca altura tienden a concentrarlos. Cuando tiene lugar el fenómeno de inversión de temperatura, los humos y gases contaminantes no pueden elevarse en el aire y diluirse como hacen habitualmente. Los gases calientes resultan bloqueados en su movimiento ascensional por la capa de inversión, cuya densidad es igual a la suya, y permanecen en suspensión en las proximidades del suelo.

## Perù y Brasil son vulnerables al "Efecto de invernadero"

Por otra parte, la temperatura del aire puede ser suficientemente baja durante la inversión para que la humedad se condense en forma de niebla. Este fenómeno se ve favorecido por la presencia de aerosoles que actúan como centros de condensación del vapor de agua. El "smog" formado de este modo es el tipo más grave de contaminación atmosférica (F. Ramade, 1974).

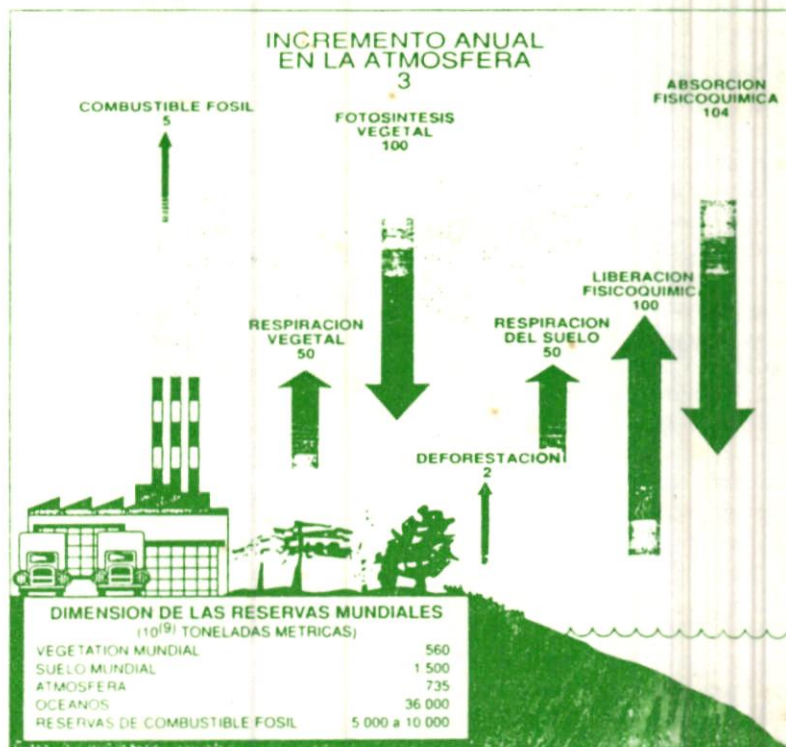
La contaminación tiene un efecto nefasto principalmente sobre todos los seres vivos

directa o indirectamente. A veces produce verdaderos trastornos biocénóticos, acreando daños irreparables a la flora y fauna natural, a la explotación agropecuaria y salud del hombre. Uno de los principales efectos observados es el de la influencia perturbadora que tiene a nivel de poblaciones más sensibles cada una de las sustancias contaminantes. La toxicidad de estas sustancias para las especies tanto animales como vegetales en muchos casos puede manifestarse con la mortalidad de parte de su población, tanto cuanto más elevada sea su concentración. Este efecto es mucho mayor, por su persistencia, cuando se trata de sustancias para las cuales no existe mecanismo biogeoquímico eficaz que permita su extracción, transformación o dilución en el aire, suelo y agua. En el cuadro se resume la naturaleza de la contaminación y sus principales consecuencias.

Las investigaciones actuales muestran que el hombre es la principal víctima de la contaminación; todas las poblaciones urbanas sin excepción se encuentran afectadas en un mayor o menor grado según su desarrollo industrial, tecnológico, el tipo de energía que consume, etc. Entre las afecciones de constante aumento en los centros urbanos podemos citar el cáncer del pulmón, causado por la presencia de hidrocarburos policíclicos

como el benzopireno, el benzantraceno, fluorantreno en la atmósfera de las ciudades, como producto de las combustiones incompletas de los combustibles principalmente automotores. Lesiones pulmonares de evolución lenta pero irreversibles son causadas por el asbesto, en dosis mucho menores que cualquier otro mineral que contenga sílice, esta sustancia muy utilizada en la fabricación de zapatas de freno- al frenar resulta pulverizado en el aire e inhalada por el hombre.

La alimentación humana está sometida a contaminación en diversos grados, y de forma particularmente más sensible en los casos de productos ganaderos por causa del efecto del Sr<sup>90</sup> y I<sup>131</sup> a la leche y del Cs<sup>137</sup> a la carne y productos lácteos. Los dos primeros radioelementos mencionados, pueden incorporarse a las cadenas tróficas y acumularse finalmente en los huesos y en los músculos de los vertebrados homotermos incluido el hombre produciéndole descalcificación de los huesos, especialmente, en los niños, así como modificaciones del esqueleto y aparición de tumores malignos. El último es concentrado por las células endocrinas de la tiroides a través de un eficaz mecanismo de transporte activo causando la disfunción de la glándula.



Fuente: Houghton y Woodwell

## VICON

### Productos Químicos en la atmósfera

Emisión	Smog y calina ártica	Lluvia ácida	Productos químicos tóxicos atmosféricos	Efecto invernadero/disminución del ozono	Radioactividad
Productos Químicos	Hollin Metales	Oxidos de azufre	Dioxina/furon Metales pesados	Anhidrido carbónico Clorofluorocarbonos Metano óxido nitroso	Radio nucleídos
Principales fuentes:	Productos orgánicos y ácidos Sulfatos Oxidantes Oxidos de nitrógeno	Oxidos de nitrógeno	PAH (Hidrocarburos aromáticos policíclicos) PCB (Bifenilos policlorados) Pesticidas VOC (compuestos orgánicos volátiles) Fibras		
Antropogénicas	Combustible fósiles	combustible fósiles Fundiciones	combustib.fósiles Vertidos de residuos Minería Agricultura (Fumi-Silvicultura) gación)	combustible fósiles Pulverizadores de aerosoles Refrigeración Agricultura Deforestación	Energía nuclear Minería Pruebas de armas nucleares
Naturales	Bosques	Volcanes Tierras pantanosas	Volcanes Incendios forestales Algas	Volcanes Incendios forestales	Suelo Lecho rocoso
Principales impactos	Visibilidad Salud Clima Cultivos	Lagos Suelos Bosques Estructuras	Salud Agua Suelo Cadena alimentaria	Clima y cuestiones relacionadas con el clima (aumento del nivel del mar) Salud	Salud Agua Suelo Biota
Duración del efecto	Dias/meses	Años	Decenios	Decenios/siglos	Escalas variables de tiempo

Adaptado de H. L. Ferguson

El abuso de abonos nitrogenados en las hortalizas, como en el caso de las espinacas, provoca la aparición de concentraciones excesivas de nitrógeno nítrico en esta planta, que parece tener una cierta tendencia a acumular nitratos en sus tejidos, presentando riesgo para los consumidores ya que puede producir metahemoglobinemia. Durante el acondicionamiento industrial de esta planta, en el lapso de la conservación en el refrigerador, o incluso por la acción de la flora intestinal, los nitratos pueden ser transformados en nitritos que son muy tóxicos. Las espinacas preparadas de este modo o conservadas en cámaras frigoríficas constituyen un verdadero peligro potencial para los niños. En Europa se han detectado ya casos de metahemoglobinemia producido por el consumo de espinacas contaminadas por un exceso de nitratos en el suelo (Schuphan, 1965).

Las pérdidas irreparables que puede provocar la contaminación ambiental en los recursos naturales y en la salud humana, hace necesario pensar en una revisión de las

tecnologías empleadas, logros industriales, criterios de consumo, etc.

Es pues inútil intentar atribuir la contaminación ambiental a una determinada actividad del hombre, en realidad, es el resultado de múltiples factores que caracterizan a la sociedad moderna tales como: la concentración de industrias y viviendas urbanas, la utilización intensiva de los combustibles fósiles en todos los niveles de la actividad humana, el uso de la energía nuclear y una sociedad de consumo que no se preocupa por la conservación de los recursos naturales. El vertido de diversas sustancias en la atmósfera como producto de los factores enunciados constituyen sin ninguna duda la degradación más evidente del medio ambiente producida por el hombre.

Numerosas investigaciones han mostrado que la contaminación no debe considerarse en ningún caso como un fenómeno puntual, sino que está condicionada por los efectos abióticos que regulan la circulación atmosférica, y en la hidrósfera, así como a

los seres vivos que facilitan la dispersión de las sustancias tóxicas aumentando la extensión de las zonas contaminadas y además, en muchos casos concentrándolos en sus tejidos, incrementando los riesgos toxicológicos.

Desde hace muchos años los científicos de todo el mundo, tomando en consideración que el comportamiento de la atmósfera como del océano no tienen en cuenta los límites territoriales, han planteado que las medidas que se adopten tendientes a controlar la contaminación del aire, la tierra y el mar no sólo necesitan de un enfoque transectorial a nivel de gobierno local, regional o nacional que considere un ordenamiento del territorio o del espacio geográfico aplicando los principios ecológicos básicos en la vocación agrícola de los suelos, las fuentes de agua, la flora y fauna, el desarrollo industrial y urbanístico, etc. a fin de lograr un uso sostenido y racional de nuestros recursos y una atmósfera limpia; sino que con frecuencia requiere además de una cooperación internacional con criterio pragmático.

La circulación de los contaminantes en la biósfera, obliga a los países tanto industrializados como en desarrollo a planificar una política ambiental conjunta, para encarar principalmente ciertos problemas ambientales críticos, como la destrucción de la capa de ozono, el efecto invernadero, la pérdida de la diversidad biótica, la contaminación de los océanos, etc. Esta política ambiental deberá ser previsiva, que intente anticiparse a los acontecimientos económicos, sociales y ecológicos de gran impacto. Además los gobiernos tendrán que definir los requisitos y responsabilidades de conservación de los distintos sectores gubernamentales, estableciendo así mismo en los diversos niveles del gobierno las funciones y responsabilidades que les corresponde, debiendo quedar perfectamente definidas y estrechamente interrelacionadas.

De otro lado, deberá implantarse la evaluación ambiental a los proyectos de inversión o de desarrollo, tanto estatales como privados, el que se efectuará simultáneamente con las evaluaciones de ingeniería, económicas y socio-políticas, debiéndose estudiar alternativas frente a la acción propuesta por el nivel de gobierno que le corresponda.

Es necesario también intensificar a nivel local, nacional e internacional, a través de los medios de mayor difusión la campaña de protección del medio ambiente, a fin de que



las poblaciones tomen conciencia de los daños que están ocasionando los niveles actuales de contaminación y contribuyan a resolver colectivamente e individualmente los pro-

blemas de impacto ambiental, mediante la reducción del consumo de energía en su vida personal y profesional, evitando el uso de productos no biodegradables o de aquellos

que puedan producir elevada contaminación y coadyuvando a la implementación de programas de conservación de los recursos naturales y de nuestra atmósfera.

## BIBLIOGRAFIA

Ramade, F. 1977 Elementos de Ecología Aplicada. Ediciones Mundi-Prensa. Castello, 37. Madrid-1. Pág. 579.

Dajoz, R. 1974 Tratado de Ecología. Ediciones Mundi-Prensa. Castello, 37. Madrid-1. Pág. 475.

Bruce, J.P. 1990 La Atmósfera de la Tierra, Planeta Viviente. Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial. Ginebra-Suiza. Pág. 46.

Meseldzic de Pereyra, Z. 1977 Contaminación Ambiental y América Latina. Segunda Edición. Imprenta Editores Tipo Offset. Lima-Perú. Pág.

Estrategia Mundial para la Conservación. Elaborada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN) con la asesoría, cooperación y apoyo financiero del programa de las Naciones Unidas para el Medio ambiente (PNUMA) y el World Wildlife Fund. (WWN).

## INTRODUCCION

**E**l comportamiento hídrico de los ríos del Perú está ligado directamente al aporte y distribución espacial y temporal de las lluvias, dando origen a que las descargas en los meses de Diciembre a Abril representen del 75% al 85% de su escurrimiento total debido a que es la época de lluvias en la que se presenta los mayores aportes pluviométricos. El régimen de los caudales de los ríos de la Vertiente del Pacífico en general es irregular, con tres eventos importantes en el ciclo hidrológico anual, como son los períodos de avenidas, de aguas medias o de transición y de estiaje, aún en años con características hidrológicas anómalas dejan secuelas en las diferentes regiones del Perú como es el caso del fenómeno "El Niño" de los años 1982 y 1983, con precipitaciones abundantes en la Costa Norte y escasas en los Andes del Sur que originaron crecidas catastróficas de los ríos que devastaron el Norte desértico y la sequía del Antiplano.

### Leche y carne son más sensibles a la contaminación.

El análisis de las condiciones climáticas nos puede manifestar la evolución del tiempo y permitir de esta manera pronosticar la presencia o no de las lluvias, así el monitoreo ó seguimiento de los datos medidos en campo y su relación de éstos con el escurrimiento, permite prevenir el comportamiento del hidrograma de descargas con cierta aproximación para los meses de avenida y estiaje, esto siempre y cuando se tenga el contraste de las mediciones atmosféricas de la red hidrometeorológica con la información transmitida de campo a tiempo real. En el caso específico de la Cuenca del río Rímac, los trabajos de previsión a la fecha han tenido respuestas favorables a pesar de las serias limitaciones logísticas y económicas, previniendo con anticipación el comportamiento hídrico del río en los años hidrológicos 1987/88, 1988/89 y 1989/90, resultados que permitieron tomar medidas de emergencia adecuadas para la Gran Lima que dada su importante población de más de 7 millones de habitantes el recurso agua disponible es deficitario aún en épocas o años normales.

## VICON

# previsión hidrológica CASO RIMAC

Por: Walter Gómez Lora

### OBJETIVOS

Previsión y monitoreo de los caudales en los meses de avenida y estiaje y prevención de las demandas futuras.

### DESARROLLO

El presente trabajo, es el resultado del análisis comparativo de la información ob-

tenida en campo y gabinete a tiempo real que permite conocer la tendencia del hidrograma de descargas con cierta aproximación, si bien es cierto que el grado de aproximación de la tendencia no es al 100%, si permite pronosticar el comportamiento y valores de los caudales futuros de acuerdo a la manifestación de las precipitaciones y escurrimientos en los diferentes puntos de control de la cuenca del río Rímac.

Para realizar este trabajo, previamente debe tenerse inventariado los hidrogramas de cada uno de los años hidrológicos de la serie, así como de los valores e histogramas de las precipitaciones en las estaciones pluviométricas seleccionadas en la cuenca alta. De esta manera, conociendo las condiciones climáticas y la posible ocurrencia de lluvias se debe considerar en los cálculos de previsión, la información pluviométrica caída en la última semana comparándola a su vez con datos de otros años hidrológicos correspondientes al mismo período de tiempo en el año, y la información de caudales medidos del río y su posterior comparación con los hidrogramas seleccionados con características hidrológicas similares; orientamos la tendencia hidrológica, si está por encima ó por debajo de un año normal, permitiendo además conocer con cierta aproximación la tendencia de los caudales promedios mensuales.

### RESULTADOS ANALISIS DE CAMPO

#### Red hidrometeorológica

Corresponde a la red existente de evaluaciones periódicas y las implementadas con fines específicos del Proyecto. Tal como se muestra en la Fig. N° 1 y Cuadro N° 1, donde se presenta la red hidrometeorológica de la cuenca media y alta para los fines de previsión.

Debe anotarse que los costos aproximados sobre instrumentales son de 106,000 dólares y los costos de operación y mantenimiento de 11,000 dólares sin incluir los costos de transmisión por radio y teléfono.

Debemos anotar que es factible reducir al mínimo el costo de instrumental considerando al respecto solo pluviómetros y miras, pero definitivamente el aspecto más importante, vendría a ser la transmisión a tiempo real de la información y la correcta medición de la misma. Que en las cabeceras de valles lo podrían ejecutar las administraciones del SENAMHI o Agricultura con grandes be-



DETERMINACION Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN LIMA METROPOLITANA

## VICON

ASIGNACION	COSTOS (Dólares)
Instrumental hidrométrico	70,000
Instrumental pluviométrico	16,000
Instrumental meteorológico	20,000
Gastos de operación	5,000
Gastos de mantenimiento	6,000
<b>TOTAL \$</b>	<b>117,000</b>

\* No se consideran gastos profesionales ni administrativos.

neficios para el agro, debido a que permite conocer con anticipación el comportamiento del estiaje.

### Determinación de los tiempos de concentración

Se determinaron los tiempos de concentración, que es el tiempo que transcurre, desde que la gota de agua alcanza el cauce del río, hasta el instante en que la precipitación cae sobre la cuenca contribuye íntegramente, a la máxima avenida ó demora de un punto a otro. Para ello se consideró evaluar las zonas críticas de inundación en la cuenca media y baja, obteniendo los tiempos entre tramos seleccionados a través del empleo de flotadores en pruebas repetidas y la comparación de las velocidades obtenidas en el cauce del río, los mismos que se muestran en el Cuadro N° 3a. los que permiten determinar con anticipación la llegada de un caudal punta aguas abajo, así de Matucana a Chosica demora aproximadamente unas 3 horas, y de Chosica al puente Faucett en la cuenca baja tarde 4 horas y 45 minutos aproximadamente, es decir un rango de 6 horas para dar una alerta conociendo los caudales de San Mateo y la presencia de precipitaciones. En la cuenca media alta teniendo en cuenta que la Estación Carampoma y San José de Parac representa los puntos calibradores de la pluviometría de la cuenca.

### ANÁLISIS DE GABINETE

#### Análisis de precipitación

En base a los valores promedios correspondientes a los años hidrológicos característicos como son el seco, húmedo y medio de todas las estaciones de la red pluviométrica se ha determinado la precipitación promedio para cada uno de estos años a partir de la isoyeta de 100 mm., encontrando que el 78% de la precipitación total anual se produce en los meses de Diciembre a Marzo. Resultando que la precipitación del año húmedo es de 570.8 mm., del año medio es de 497 mm. y

del año seco es de 382 mm. En la cuenca, a partir de la cota de los 3,000 m.s.n.m. ocurren las mayores precipitaciones que representan el 80% de la cuenca húmeda.

Este análisis nos ha permitido seleccionar a las estaciones pluviométricas de San José de Parac y Carampoma como las representativas de los ríos Santa Eulalia y Rímac respectivamente, a partir del monitoreo de éstas podemos evaluar el régimen hídrico del año en que se está haciendo el análisis. Se ha determinado que las precipitaciones de éstas estaciones tienen cierta correlación con la precipitación promedio de la cuenca. Ver Cuadros Nos. 2a, 2b.

Las precipitaciones que suceden en Parac y Carampoma monitoreadas semanalmente permiten identificar a su debido tiempo el año hidrológico característico en relación a su estadística aluviométrica las que a su vez

se comparan con la tendencia del hidrograma que se mide en la estación hidrométrica de Chosica, a fin de determinar si la tendencia del año hidrológico es seco, medio ó húmedo, apoyándose además por los mapas sinópticos.

Tal es el caso del análisis que se planteó en el año 1987-88 y 1988-89, 1989-90 que fueron años secos consecutivos siendo el último el más extremo de la serie histórica, cuyo análisis efectuado se explica:

1º La Estación Parac y Carampoma que son los termómetros pluviométricos de la Cuenca del Rímac se caracterizaban por la ausencia de precipitaciones similar a la del año 1967/68 y los informes del campo mostraban una sequedad de la cuenca desde Diciembre, a ciertas plantas que se presentan en épocas secas asumían que eran un año similar al año 1958.

2º Analizando el hidrograma 1989-90 con los otros hidrogramas de todas las series históricas, seguía la tendencia muy similar al año 1967-68 que guardaba correspondencia con el análisis pluviométricos. (Fig. 2)

3º Los Análisis Sinópticos de la Dirección General de Meteorología (D.G.M.) explicaban los primeros días de Enero que iba haber un retraso pluviométrico.

Cuadro N° 2a

Rango de Altitud (1)	Area Km2	Precipitación Año medio (mm)	Precipitación Año húmedo (mm)
2000 - 3000	392.2	227	257
3000 - 4000	527.2	385	405
4000 - 4500	492.8	563	694
4500 - 5000	926.5	683	784
5000 - más	71.5	688	883

(1) Precipitaciones que se presentan en rango de altitudes para un año medio y húmedo encontrando que el 71 % de esta área se produce el 90% de las precipitaciones.

Cuadro N° 2b

Tiempo de retorno (Gumbel) (2)	SUBCUENCA			CUENCA Integral
	Sta. Eulalia	Rímac	(I=mm/n)	
1 año	8.5	7.5	0.54	8
2 años	17	15.5	0.97	16
5 años	26	22	1.10	24

(2) Representan las precipitaciones promedios máximos de la cuenca en 24 horas, que representan intensidades para los caudales punta en condiciones extremas.



4º El Análisis de Sequedad de la cuenca por haberse presentado características hidrológicas secas en los años anteriores, permitían inferir que el acondicionamiento de humedad de la cuenca era difícil de recuperarse a nivel de año promedio aún que se presentaran precipitaciones posteriormente.

Esto explicaba en las primeras semanas de Enero era de características secas y con tendencia similares al año 1967-68 y en la práctica los resultados así lo confirmaron.

5º Esto permitió prevenir la utilización de las aguas de las lagunas de la cuenca alta de Santa Eulalia y Marcapomacocha reservándola para los meses de estiaje de abril a diciembre.

Los resultados encontrados en nuestro escritorio fueron favorables por lo siguiente:

I. Las zonas críticas en la cuenca media baja no iban a tener problemas de desbordes por que no se esperaban caudales críticos.

II. Las escasas presencia de huaycos en la zona de Matucana y San Mateo por la falta de precipitaciones y por presencia de intensidades bajas.

III. Problema de abastecimiento de agua en la gran Lima teniendo en consideración que Sedapal capta 15 m<sup>3</sup>/s en La Atarjea y que lo que se esperaba en estiaje estaba por debajo de 10 m<sup>3</sup>/s, a partir del mes de abril utilizando inclusive aguas de las lagunas.

IIIa. La identificación del año seco permitió a Sedapal y a Electrolima tomar las medidas de previsión para la utilización de las aguas de la laguna de la cuenca alta del Santa Eulalia y Marcapomacocha para disponerla en uso poblacional con racionamiento de lo contrario las repercusiones económicas y sociales ubieran sido catastrófica.

IV. También se podía inferir que los niveles de contaminación iban hacer muy altos, porque la escasa agua iba llevar agua contaminada en mayor concentración, de tipo biológico y químico, siendo la última la más peligrosa por la presencia de plomo y cadmio de solución que arroja los centros mineros a lo largo del Río Rímac.

## VICON

V. El racionamiento de agua permitiría mayor control de enfermedades gastrointestinales en las zonas marginales, por lo que los sectores de salud deberían de tomar mayor precaución.

En nuestro criterio el problema del cólera se ha visto favorecido porque encontró un

acondicionamiento de la población marginal a la falta de higiene por la escasez de agua en los últimos años con las referencias conocidas.

Análisis hidrométrico

Se encontró que la relación de los caudales entre dos puntos de control es poco significativo, en cambio al plantearse el análisis

Cuadro N° 3a

Pruebas de tiempo de concentración ó recorrido en la cuenca del río Rímac

	LONGITUD (Km.)	TIEMPO APROX. (Minutos)
<b>RIO RIMAC-CUENCA ALTA</b>		
01 Chicla-Río Blanco (puente ancho)	2.5	12
02 Río Blanco (pt. ancho) - San Mateo	5	25
03 San Mateo-Tamboraque	3	15
04 Tamboraque-Matucana	12	45
05 Matucana-Surco	8	30
06 Surco-Río Seco	10	35
07 Río Seco-Ricardo Palma	17	55
<b>RIO SANTA EULALIA</b>		
08 Sheque-Huachupampa	13	40
09 Huachupampa-Autisha ó Huinco	7.5	20
10 Autishe ó Huinco-Callahuanca	8	25
11 Callahuanca-Santa Eulalia	9	30
12 Santa Eulalia-Ricardo Palma	2.5	10
13 Ricardo Palma-Chosica	3	12
<b>RIO RIMAC - CUENCA BAJA</b>		
14 Chosica-Los Condores	8	40
15 Los Cóndores-Pte. Huampaní	3.5	20
16 Pte. Huampaní-Pte. Huascate	5.6	30
17 Pte. Huascate-Pte. Sta. María	9	50
18 Pte. Sta. María-Represa Atarjea	7.5	35
19 Atarjea-Pte. Pza. de Armas	8	35
20 Pte. Pza. de Armas-Desembocadura	5	25

Cuadro N° 3b

RELACION DE NIVELES DE MIRA (ORDEN CRONOLOGICO)

Año	Ecuación Matemática
1969	Nch = 0.05 + 1.38 Ns r = 0.76
1970	Nch = -0.20 + 1.76 Ns r = 0.90
1971	Nch = 0.21 + 1.28 Ns r = 0.82
1972	Nch = -0.33 + 1.90 Ns r = 0.93
1974	Nch = -0.43 + 1.85 Ns r = 0.92
1977	Nch = -0.2 + 1.65 Ns r = 0.97
1978	Nch = 0.1 + 1.34 Ns r = 0.93
1979	Nch = -0.49 + 2.01 Ns r = 0.92
1980	Nch = 0.35 + 1.85 Ns r = 0.86
1987	Nch = -0.2 + 1.40 Ns r = 0.88

DETERMINACION Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN LIMA METROPOLITANA

## VICON

entre los niveles de lectura de mira entre éstos puntos se encontró una buena relación, en su mayor parte para los meses de avenida, como es el caso de la estación San Mateo con la estación Chosica, en donde su relación nos permite conocer, a partir de las lecturas de mira de la estación San Mateo el nivel que alcanzaría el río en la estación de Chosica y su correspondiente caudal con una adecuada corrección del valor a través del trabajo de campo con un tiempo de 3 horas de anticipación, situación similar se encontró con las miras de Chosica y el Puente Faucett en la cuenca baja en donde se podrá determinar el caudal a pasar por dicho punto en un tiempo de 4 horas y 45 minutos aproximadamente tal como se muestra en los Cuadros N° 3a. y N° 3b. (PAG. 18)

### Determinación de los caudales máximos

Se determinó que en la cuenca media-baja y baja son zonas críticas en la cuenca del río Rímac, estimándose que caudales de 120 a 80 m<sup>3</sup>/s causan problemas de inundaciones en estas zonas, sus efectos van a depender del grado de colmatación del cauce. Estas inundaciones generalmente ocurren en los meses de Enero, Febrero y Marzo. En el presente trabajo se ha podido estimar caudales máximos para diferentes tiempos de retorno que podrían causar inundaciones tal como se muestra en el Cuadro N° 4a y N° 4b.

### Análisis de Descargas

Con la determinación de los hidrogramas medio diario para cada uno de los años de la serie histórica y la correspondiente a la media histórica se puede conocer la tendencia del año de estudio, relacionándolo la media histórica y cualquier otro año con caracterís-

ticas similares, del mismo modo se procede con la precipitación con la finalidad de determinar datos en el año de previsión.

miento de los caudales para los meses de estiaje con cierto grado de aproximación, método que permitió en los últimos 3 años y sobre todo en el actual: accionar medidas de previsión por los organismos responsables.

Cuadro N° 4a

Método	Caudales máximos (m <sup>3</sup> /s) Chosica			
	Tiempo de retorno			
	1	5	10	20
Gumbel	120 (180)	182 (366)	207	231
Galton	130	177	201	220
Pearson	140	170	186	205

( ) Caudales máximos para condiciones extremas obtenidas a partir de la Precipitación máximas del Cuadro 2c, donde se observa que estos valores son el doble de los medidos en Chosica.

Cuadro N° 4b

Tramos	Caudales Críticos	
	* Q ( m <sup>3</sup> /3 )	Altitud (m)
Chosica-Chaclacayo	180	851-550
Chaclacayo-Vitarte	120	550
Vitarte-Pte. del Ejército	80 - 100	
Pte. del Ejército- Av. Faucett	60	
Av. Faucett-Desembocadura	40	
Cuenca Alta-Desembocadura	200 - 60	4,800 - 0

\* Estos valores corresponden a caudales estimados de acuerdo a la capacidad de conducción de cada uno de las estaciones de los niveles de colmatación.

## CONCLUSIONES

En el presente trabajo de previsión hidrológica en la cuenca del río Rímac se ha podido encontrar resultados favorables, identificando la característica del año hidrológico, y la definición del comporta-

- Tomar medida adecuadas del uso y aprovechamiento del recurso hídrico con fines poblacionales. (SEDAPAL, ELECTROLIMA).
- Determinar con horas de anticipación los caudales críticos para las zonas inundables de la cuenca media y baja y prevenir desastres.
- Permite accionar medidas de previsión por contaminación de las aguas debido a las limitaciones de los caudales en relación a los vertidos contaminantes por los centros mineros.
- El análisis en forma simultánea de campo y gabinete, debe contar con la implementación de instrumental con la finalidad de tener a tiempo real la información de campo y lograr el éxito adecuado, experiencia que puede ser ampliada a los diferentes ríos de la costa peruana.

Cuadro N° 1

### RELACION DE ESTACIONES METEOROLOGICAS DE LA CUENCA DEL RIMAC

ESTACION	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	PP ANUAL
Ñaña	11° 59'	76° 50'	566	6.5
Chosica	11° 55'	76° 42'	851	21.8
S. Eulalia	11° 54'	76° 40'	1080	83.0
Matucana	11° 50'	76° 24'	2300	275.2
Tamboraque	11° 47'	76° 47'	3100	412.8
Carampoma	11° 39'	76° 31'	3272	386.8
S. J. Parac	11° 48'	76° 15'	3800	425.0
Bellavista	11° 41'	76° 16'	3950	638.7
Casapalca	11° 39'	76° 14'	4143	745.6
Milloc	11° 34'	76° 21'	4400	864.4
Collique	11° 35'	76° 29'	4600	824.4
L. Quisha	11° 31'	76° 23'	4650	958.1
L. Pirhua	11° 41'	76° 19'	4750	895.6
Ticlio	11° 36'	76° 12'	4800	680.2

DETERMINACION Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN LIMA METROPOLITANA

## RECOMENDACIONES

Implementar esta metodología de análisis para los otros ríos de la cuenca del Pacífico, debiendo contar con instrumentales como pluviómetros y miras así como de medios de transmisión del dato.

# VICON

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

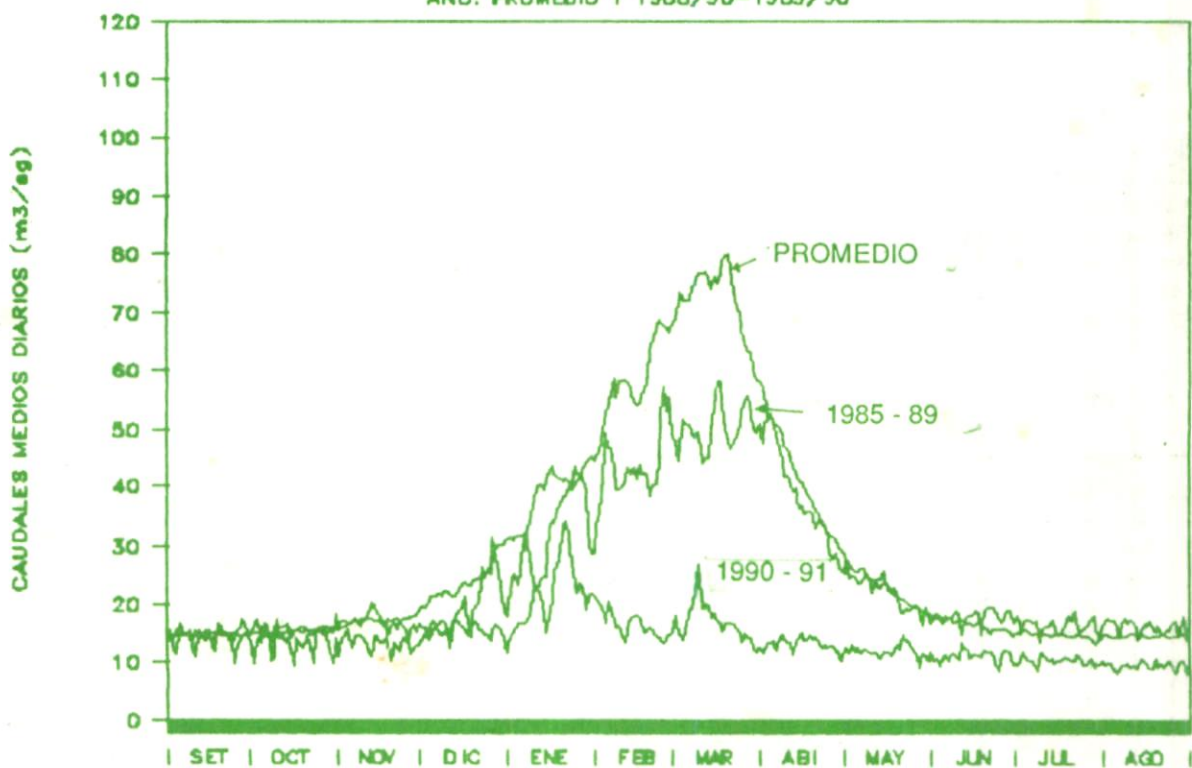
1. Barriga Ruiz, César A.  
Informe sobre la Problemática y Posibilidad de Manejo de Cuencas del Río Rímac. INADE, LIMA.
2. Centro Peruano-Japonés de Investigación Sísmica y Mitigación de Desastres SISMID.  
Memorias del Simposio Nacional de Prevención y Mitigación de Desastres Naturales.
3. Gómez Lora, Walter  
Diseño de Operación Hidrometeorológica, Alternativas de Diseño SENAMHI, LIMA
4. Gómez Lora, Walter  
Desastres Torrenciales en la Cuenca del Río Rímac. SENAMHI, UNMSM, 1990.

TIEMPO

FIGURA N° 2

HISTOGRAMA DE CAUDALES DEL RIO RIMAC

ARD: PROMEDIO Y 1988/90-1989/90





VICON

B.3. COPUSE/152  
ej.2

## INDICE

- PRESENTACION
- ¿QUE ES EL PROYECTO VICON?
- CONTAMINACION Y ATMOSFERA
- ALGUNAS REFLEXIONES REFERENTES  
A LA CONTAMINACION AMBIENTAL
- PREVISION HIDROLOGICA: CASO RIMAC

## EL ARBOL: PROTECTOR DEL MEDIO AMBIENTE

