

Nueva metodología para el cálculo de la contaminación por polvo, producida por un centro industrial

ROSENDO ÁLVAREZ, MARITZA VERDAGUER, ANA BOUQUET, FRANCISCO SERRANO, JESÚS BOSCH, y MARÍA TERESA YERA

RESUMEN

A partir de una nueva metodología para procesar los vientos y su aplicación a la fórmula de Stokes, integrada por Álvarez, se aplica un nuevo método para el cálculo de la distribución del polvo emitido por una fuente industrial. Se dan explicaciones de la aplicación de este método al pronóstico de centros industriales.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más difíciles que se han presentado a los trabajadores de la planificación física, en los últimos años, en lo que respecta a la ubicación de centros industriales, es el que está relacionado con la contaminación que éstos producen y los lugares que se verán afectados por sus emisiones, así como la transformación que se operará en el medio al añadir residuales al fondo existente, y los cambios en la distribución geográfica de la concentración máxima permisible (CMP) sobre diferentes zonas, pobladas o no.

Por lo anteriormente expuesto, se creó un grupo mixto de trabajo formado por especialistas del Instituto de Meteorología y del Instituto de Planificación Física (IPF) encargados de desarrollar y aplicar las fórmulas propuestas por R. Álvarez¹ para el pronóstico de la concentración de contaminantes provenientes de una fuente puntual continua.

Manuscrito aprobado el 22 de marzo de 1981.

R. Álvarez y J. Bosch pertenecen al Instituto de Meteorología, de la Academia de Ciencias de Cuba. M. Verdaguer, A. Bouquet, F. Serrano, y M. T. Yera pertenecen al Instituto de Planificación Física, de la Junta Central de Planificación de Cuba.

¹ "Estudio de la dispersión de contaminantes en la atmósfera de Cuba". Tesis de grado de Candidato a Doctor en Ciencias Físico Matemáticas, Inst. Física de la Atmósfera, Academia de Ciencias de la URSS, Moscú, 1978.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

- a) Para realizar el pronóstico de contaminantes sólidos (partículas mayores de 0.5 micrones) se utilizó la ecuación de Stokes, integrada por Álvarez¹, que es:

$$x_M = v_v \cdot [9 \mu_v Z / r^2 (\rho - \rho_a) g] \quad (1)$$

donde:

x_M = alcance máximo de una partícula de radio r que cae en un medio viscoso, bajo la acción de la gravedad, con una velocidad del viento v_v .

v_v = velocidad del viento.

Z = altura de la fuente.

r = radio de la partícula.

ρ = densidad de la partícula.

ρ_a = densidad del aire.

g = fuerza de gravedad.

Resolviendo esta ecuación para una partícula dada y una sola fuente, obtenemos:

$$x_M = v_v K \quad (K = \text{constante}) \quad (2)$$

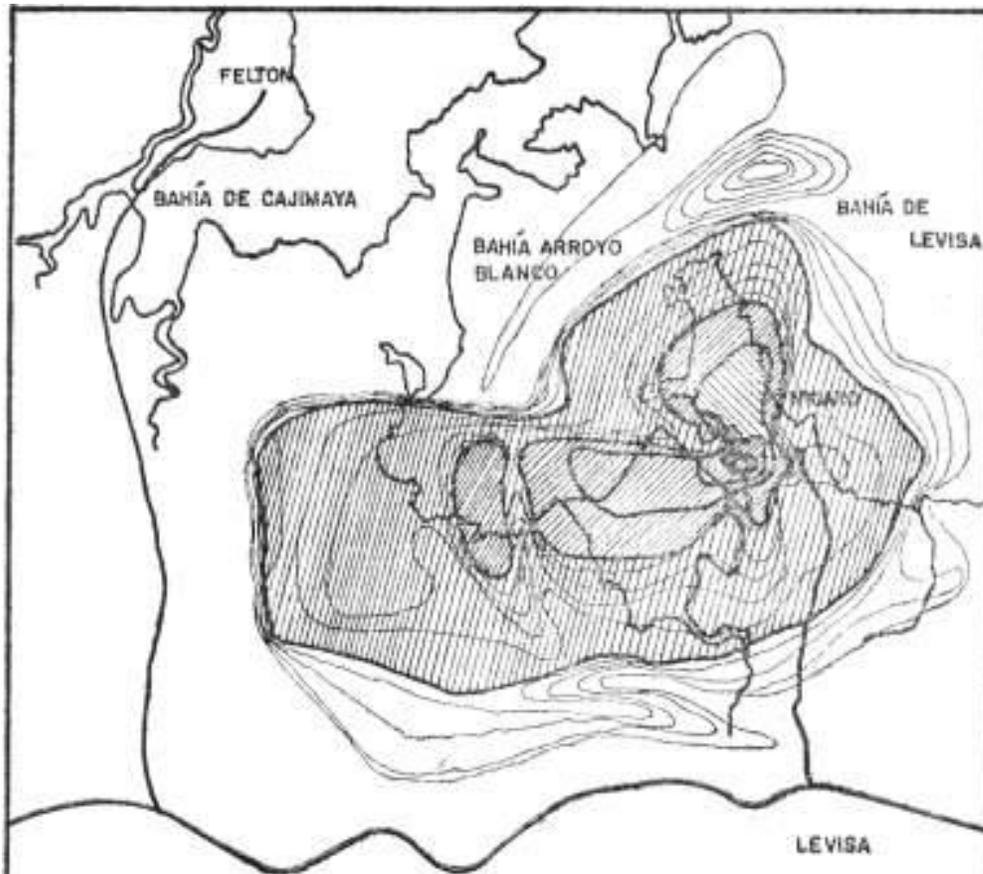
o sea, que la distancia máxima a que caerá la partícula dada dependerá de la velocidad del viento.

- b) la fórmula (1) o la (2) sólo dan la distancia máxima de caída de una partícula de un radio determinado, y la emisión de una fuente está formada por cientos de miles de partículas de diversos radios, por lo que para su aplicación es necesario conocer la composición de la emisión en lo que respecta al porcentaje de la misma de un radio determinado, en unidades de volumen por unidad de tiempo (ton/24 horas; g/s, etc.).
- c) Si, para un período de tiempo largo, conocemos la distribución de los vientos en el lugar de instalación de la industria, podemos establecer las rosas de los vientos de frecuencias propuestas por ALVAREZ (1982).
- d) Como estas rosas de los vientos nos dan el comportamiento real de los vientos en la zona, la multiplicación del porcentaje de vientos correspondiente a una rapidez y dirección dadas, por el total de emisión de un tipo de partícula, dará la cantidad de éstas que se desplazarán en una dirección y con una cierta rapidez.
- e) Si la rapidez del viento utilizada en el cálculo anterior es sustituida en la fórmula (1), nos dará el alcance máximo de las partículas dadas, y así vamos a tener un punto al cual le podemos asignar el total de ellas sabiendo que no excederán ese límite.
- f) Este proceso se repite para cada dirección y rapidez del viento que tenga significado en la zona, de acuerdo con las rosas halladas, y se obtiene una distribución de puntos centrada en la fuente, en la cual se puede aplicar el análisis escalar determinándose isolíneas, que, al ser calculadas por primera vez, nombramos ISOPOLVAS.

- g) Cuando nos encontramos con el caso de varias fuentes distribuidas en una zona, se analiza cada fuente por separado y se supone la concentración para un punto dado igual a la suma de las concentraciones de cada una de las fuentes sobre ese punto. Esta suma se realiza mediante la adición de mapas escalares.

3. ELABORACIÓN DE LOS DATOS

Todo el proceso reiterativo señalado en el inciso anterior se realiza mediante el programa numérico PERICO, elaborado en lenguaje FORTRAN IV. Este programa ofrece como resultado los datos finales para elaborar los



PROTECCIÓN DEL MEDIO PLANO DE ISOLÍNEAS DE POLVO SEDIMENTABLE. mg/cm^2 en 30 días

(Concentración permisible 0.5 mg/cm^2 en 30 días)
CONTIENE: Planta de níquel Actual R. R. LATOUR Instituto de Meteorología Escala 1:25 000

FIG. 1. Distribución del polvo sedimentable provocado por la procesadora de níquel de Nicaro. El área sombreada señala la zona afectada por valores de la concentración superiores o iguales al permisible.

mapas suma de una región dada, y puede ser adaptado mediante un sub-programa (en elaboración) a un equipo ploteador que traza las isolíneas.

En la Fig. 1 puede verse el cálculo realizado para la procesadora de níquel Comandante René Ramos Latour en Nicaro. Los valores calculados se comportaron en relación con los medidos (promedio mensual) en la siguiente razón: 1 es a 1; 1,5 es a 1; y 2 es a 1; siendo el valor mayor el calculado.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El método expuesto es válido para calcular las concentraciones de polvo provocadas por un centro industrial.
2. Los valores hallados mediante el cálculo concuerdan en buena medida con los experimentales, y por primera vez se puede calcular la distribución de contaminantes en un área mediante el empleo de isolíneas.
3. Por ser el método de cálculo analítico-estadístico puede aplicarse al cálculo de las concentraciones que se producen en un día, un mes, un año, o un tiempo cualquiera, haciéndolo un método de pronóstico a largo plazo.
4. Toda vez que los datos necesarios para el cálculo de las concentraciones de polvo que utiliza este método dependen sólo de los vientos de la zona donde se pretende instalar el centro industrial y de las emisiones de los mismos, que pueden ser conocidas de antemano, es relativamente fácil conocer la distribución de polvo industrial que habrá en un lugar cuando se instale en él un centro industrial.
5. Se recomienda la utilización de esta metodología por los organismos de planificación física del País.
6. Se recomienda trabajar en una metodología similar para su aplicación a la dispersión de gases en la atmósfera, provenientes de un centro industrial.

REFERENCIAS

ALVAREZ MORALES, R. (1982): Estudio de un nuevo método de empleo de los datos de viento para su aplicación a los problemas de la contaminación del aire. *Cien. Tierra Espacio*, 5:

ABSTRACT

Based upon a new methodology for wind data processing and applications of these results to Stokes formula, integrated by Alvarez, a new calculation method is applied to obtain the industrial source powder distribution. An explanation of how to apply this method to the forecast of industrial centers is given.