

**NMX-AA-107-1988****NORMA MEXICANA, CALIDAD DEL AIRE-ESTIMACION  
DE LA ALTURA EFECTIVA DE CHIMENEA Y DE LA DISPERSION  
DE CONTAMINANTES-METODO DE PRUEBA****AIR QUALITY-EFFECTIVE STACK HEIGHT AND POLLUTANTS DISPERSION ESTIMATES-  
TEST METHOD****PREFACIO**

En la elaboración de esta norma participaron las siguientes Instituciones y empresas

- SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA.
- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
Dirección General de Reordenamiento y Ecología.
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE TRANSFORMACION.
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DEL HIERRO Y EL ACERO.
- MEXALIT, S.A.
- CELANESE MEXICANA, S.A.

**1.- OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION**

Esta Norma Mexicana establece un procedimiento para estimar la altura efectiva y la dispersión de los contaminantes de una chimenea que desaloja los gases de un proceso u operación industrial, independientemente de que con ella se cumplan o no las Normas de Calidad del Aire. La utilización de chimeneas se considera sólo un complemento para el control de los niveles de contaminación ambiental.

**2.- REFERENCIAS**

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Mexicanas vigentes:

NMX-AA-9	Determinación del flujo de gases en un conducto por medio del tubo de Pitot.
NMX-AA-10	Determinación de la emisión de partículas sólidas contenidas en los gases que se descargan por un conducto.
NMX-AA-23	Protección al ambiente-Contaminación atmosférica Terminología.
NOM-Z-1	Sistema Internacional de Unidades (SI).

**3.- RESUMEN**

Se determinan los parámetros necesarios para una ecuación semiempírica, se substituyen en ella y por último se agrega a la altura física de la chimenea el ascenso de la pluma calculado. Posteriormente se estima la ispersión de los contaminantes a nivel del suelo, para determinadas ondiciones de estabilidad.

**4.- DEFINICIONES Y TERMINOS****4.1 Definiciones.****4.1.1 Altura física de la chimenea.**

Es la altura de la chimenea medida desde el nivel del suelo hasta el extremo superior.

#### 4.2 Términos.

$C_{(x)}$  = Concentración de contaminante (s) a nivel del suelo, a cualquier distancia viento abajo de la chimenea, gramos por metro cúbico o curies/m<sup>3</sup>.

$d$  = Diámetro interno promedio de la chimenea, metros.

$h_s$  = Altura física de la chimenea, metros.

$\Delta h_c$  = Ascenso de la pluma, metros.

$h_e$  = Altura efectiva de la chimenea, metros.

$P$  = Presión atmosférica, milibars.

$Q_h$  = Gasto de contaminantes emitidos, gramos sobre segundo o curies/s.

$T_a$  = Temperatura absoluta del aire que circunda la chimenea, Kelvin.

$T_s$  = Temperatura absoluta de los gases de la chimenea, Kelvin.

$u_s$  = Velocidad del viento estimada a la altura física de la chimenea, metros sobre segundo.

$u_1$  = Velocidad del viento a 10 metros de altura sobre el nivel del suelo en el sitio donde se encuentra chimenea metros sobre segundo.

$V_s$  = Velocidad con la que se descargan los gases por la chimenea, metros sobre segundo.

$\sigma_y$  = Coeficiente de dispersión horizontal, metros.

$\sigma_z$  = Coeficiente de dispersión vertical, metros.

$x$  = Distancia de la chimenea viento abajo, metros.

$y$  = Distancia lateral del plano vertical del eje de la pluma, metros.

$z$  = Altura sobre el nivel del suelo (piso), metros.

$h_1$  = Altura a la que se midió la velocidad del viento, (10 m).

$a$  = Exponente que varía con el grado de estabilidad existente en el sitio en que se localiza la chimenea.

## 5.- APARATOS Y EQUIPO

5.1 Tubo de Pitot y manómetro diferencial.

5.2 Anemómetro y veleta capaces de medir la velocidad y dirección del viento.

5.3 Tren para muestreo, provisto de portafiltras, condensador de humedad, impactores, ciclón, gasómetro seco, etc. (véase NOM-AA-10).

5.4 Barómetro.

5.5 Termómetro bimetalico, pirómetro o equivalente.

5.6 Termómetro de mercurio o equivalente.

## 6.- PROCEDIMIENTO

6.1 Obtención de parámetros.

6.1.1 Diámetro de la chimenea.

Determinar el diámetro interior promedio de la chimenea (d).

6.1.2 Altura física.

Obtener la altura física de la chimenea ( $h_s$ ).

6.1.3 Velocidad de los gases.

Determinar la velocidad de los gases que circulan por la chimenea, ya sea mediante el tubo de Pitot (véase NOM-AA9) o a partir del gasto resultante en un balance de materiales ( $V_s$ ).

6.1.4 Presión atmosférica.

Obtener la presión atmosférica del sitio en que se localiza la chimenea mediante un barómetro, o bien, obtenerla de la estación meteorológica más próxima (p).

6.1.5 Temperatura de los gases.

Determinar la temperatura media de los gases que circulan por la chimenea, utilizando termómetro bimetalico, pirómetro o equivalente ( $T_s$ ).

6.1.6 Temperatura del aire ambiente.

Medir la temperatura del aire ambiente mediante termómetro de mercurio o equivalente ( $T_a$ ) a 10 m sobre el nivel del suelo.

6.1.7 Velocidad del viento.

Determinar la velocidad del viento predominante en el sitio donde se localiza la chimenea a 10 m sobre el nivel del suelo ( $u_1$ ) y referirla a la altura de ésta, mediante la fórmula siguiente (fórmula 1):

$$u_s = u_1 \left( \frac{h_s}{h_1} \right)^a$$

"a", tiene los valores indicados en la tabla 1.

**TABLA 1**

Valores del exponente "a" en función de los grados de estabilidad

Grado de Estabilidad	Valor de "a"
A	0.141
B	0.176
C	0.193
D	0.209
E	0.277
F	0.414

NOTA: Para fines de pronóstico se considera un grado de estabilidad "D" (véase apéndice A).

### 6.2 Ascenso de la pluma.

6.2.1 Calcular el ascenso de la pluma ocasionado por el efecto combinado de la velocidad de descarga de los gases y por el efecto de flotación debido a su temperatura, utilizando la ecuación semiempírica siguiente fórmula 2):

$$\Delta h_c = \frac{v_s d}{u_s} \left[ 1.5 + 2.68 (10^{-3}) P \left( \frac{T_s - T_a}{T_s} \right) d \right]$$

\* Ecuación de Holland, basada en diámetros de chimenea de 1.7 a 4.3 m y en temperatura de emisión de 355 a 477 K (82 a 204° C).

### 6.3 Altura efectiva.

Agregar la altura física de la chimenea al ascenso calculado en 6.2.1. Fórmula 3):

$$h_e = h_s + h_c$$

## 7.- CALCULOS DE DISPERSION

### 7.1 Concentraciones a nivel del suelo.

Para calcular las concentraciones a nivel del suelo para cualquier istancia viento abajo de la chimenea, utilizar la ecuación siguiente: Fórmula 4).

$$C_{(x)} = \frac{Q_h}{\sigma_y \sigma_z \sigma_{u_s}} \text{Exp} \left[ - \frac{1}{2} \left( \frac{h_e}{\sigma_z} \right)^2 \right]$$

### 7.2 Solución de exponenciales.

Determinarlos utilizando la tabla 3 del apéndice. (véase nota).

$$\text{NOTA: } \text{Exp} \left[ - \frac{1}{2} \left( \frac{h_e}{\sigma_z} \right)^2 \right] = e \left[ - 0.5 \left( \frac{h_e}{\sigma_z} \right)^2 \right]$$

### 7.3 Coeficiente de dispersión.

Determinar los coeficientes de dispersión horizontal y vertical  $\sigma_y$  y  $\sigma_z$ , utilizando las gráficas 1 y 2 respectivamente (ver apéndice) y considerando n grado de estabilidad "D".

## 8.- NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE N.C.A. VERSUS $C_{(x)}$

si  $C_{(x)}$  mayor que N.C.A., se recomienda, ya sea:

- Instalar equipo de control que reduzca  $C_{(x)}$  a un valor menor que N.C.
- Aumentar la altura física de la chimenea de tal manera que sea  $C_{(x)}$  sea menor que N.C.A.
- Aumentar la velocidad de descarga de los gases.

d) Efectuar las combinaciones necesarias de las ecuaciones 1( 2 ).

## 9.- RECOMENDACIONES

### 9.1 Altura física.

Si se trata de una chimenea en proyecto o de instalarla como complemento de método (s) y/o equipo (s) de control, la altura física de la chimenea conviene que sobrepase la altura de la zona de turbulencias que se genera en los alrededores de la chimenea al incidir el viento sobre las estructuras, edificios y accidentes topográficos (incluyendo la vegetación) que la circundan.

La altura de la zona de turbulencias es de aproximadamente 2.5 veces la altura de las estructuras, edificios y/o accidentes topográficos citados.

### 9.2 Velocidad de descarga.

Si la velocidad de descarga de los gases es menor que la velocidad del viento en el sitio en que se localiza la chimenea, ocurrirá un abatimiento de la pluma (fumigación) viento abajo de la chimenea; por el contrario si la velocidad de descarga es mucho mayor que la velocidad del viento, se perderá el efecto de convección y disminuirá el ascenso de la pluma.

Por otra parte como las fricciones aumentan con el cuadrado de la velocidad, y así como la potencia necesaria para vencerlas, resultará antieconómico aumentar demasiado la velocidad.

En vista de lo anterior a continuación se proporciona una tabla con las velocidades recomendables.

**TABLA 2**

VELOCIDADES DE SALIDA RECOMENDADAS

Velocidad del viento, kilómetros sobre hora	Velocidad de salida mínima metros sobre minuto
16	396
24	610
32	792
40	1,006
48	1,189

La tabla anterior constituye únicamente una guía. En cualquier caso es conveniente efectuar un estudio económico.

## APENDICE A

La estabilidad de la atmósfera se clasifica en 6 grados (véase tabla No. 1); el grado A corresponde a la mayor inestabilidad, el grado F a la mayor estabilidad. Estos grados varían con la turbulencia de la atmósfera, la que a su vez depende de la velocidad del viento, de la rugosidad o accidentado de la superficie del suelo (o con la presencia de estructuras); con la altura sobre el suelo con la distancia a la fuente (chimenea), etc. (Radiación solar, capa de nubes).

Para realizar predicciones, es conveniente suponer el grado de estabilidad "D" (neutral), sin importar la velocidad del viento.

Los coeficientes de dispersión  $\sigma$  y  $\sigma_z$ , se determinan con las gráficas 1 y 2 en función de la distancia viento abajo de la chimenea.

Estas gráficas corresponden a campo abierto y plano. Probablemente subestiman el potencial de dispersión para chimeneas de poca altura situadas en zonas en que existen estructuras y/o accidentes topográficos.

Los valores  $\sigma$  y  $\sigma_z$ , son representativos para tiempos de muestreo de 10 minutos.

Para comparar los resultados obtenidos con la fórmula número 4 el tiempo de muestreo es de 10 minutos. Para tiempos de muestreo diferentes, aplicar la ecuación siguiente (Fórmula 5).

$$C_{(x)2} = C_{(x)1} (t_1 / t_2 )^{0.165}$$

Donde:

$C_{(x)1}$  - Concentración de contaminante para un tiempo de muestreo  $t_1$  (10 minutos).

$C_{(x)2}$  - Concentración de contaminantes para un tiempo de muestreo  $t_2$ , máximo de 180 minutos.

## 10.- BIBLIOGRAFIA

a) U.S. Environmental Protection Work Book of Atmospheric Dispersion Estimate United States of America 1974

b) Design Stack by Curbing A.P. Day Simmermann, Inc. U.S.A.

c) Donald L. Robins and Manlio M. Mattia Computer Program Helps

d) G. A Briggs Plume Rise U.S. Atomic Energy Commission

e) Henry C. Perkins Air Pollution MC Grow Hill

f) Howard E. Keskeith Air Pollution Control Ann Arbor Science

g) R.S. Steinbock Stacks for Pollution

TABLA 3.- SOLUCION DE EXPONENCIALES

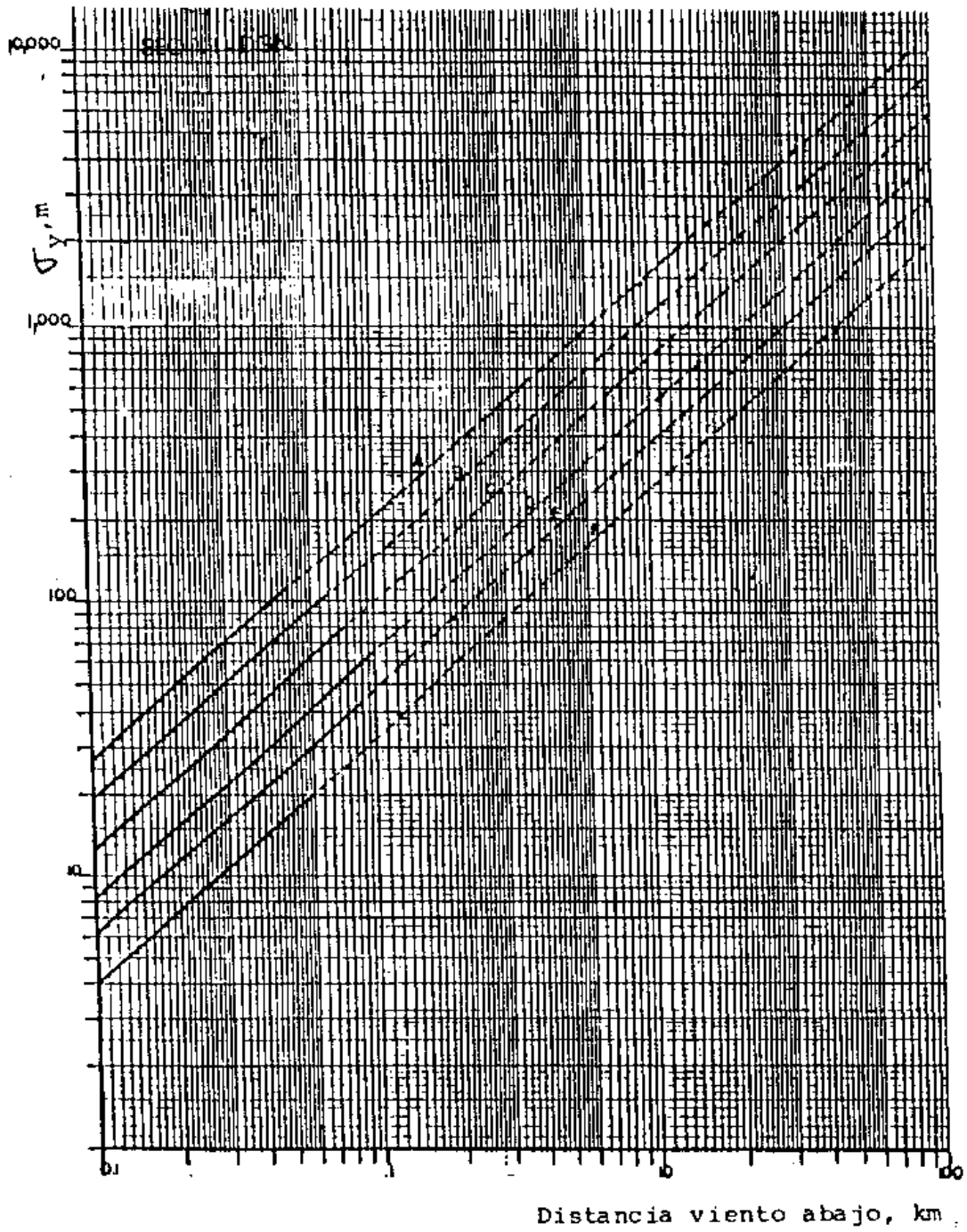
A	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.00	1.00E 0	1.00E 0	10.00E -1	10.00E -1	9.99E -1	9.99E -1	9.98E -1	9.98E -1	9.97E -1	9.98E -1
0.10	9.95E -1	9.94E -1	9.93E -1	9.92E -1	9.90E -1	9.89E -1	9.87E -1	9.86E -1	9.84E -1	9.12E -1
0.20	9.80E -1	9.78E -1	9.76E -1	9.74E -1	9.72E -1	9.69E -1	9.67E -1	9.64E -1	9.62E -1	9.59E -1
0.30	9.56E -1	9.53E -1	9.50E -1	9.47E -1	9.44E -1	9.47E -1	9.37E -1	9.34E -1	9.30E -1	9.27E -1
0.40	9.23E -1	9.19E -1	9.16E -1	9.12E -1	9.08E -1	9.04E -1	9.00E -1	8.95E -1	8.91E -1	8.87E -1
0.50	8.83E -1	8.78E -1	8.74E -1	8.69E -1	8.64E -1	8.60E -1	8.55E -1	8.50E -1	8.45E -1	8.40E -1
0.60	8.35E -1	8.30E -1	8.25E -1	8.20E -1	8.15E -1	8.10E -1	8.05E -1	7.99E -1	7.94E -1	7.88E -1
0.70	7.83E -1	7.77E -1	7.78E -1	7.66E -1	7.61E -1	7.55E -1	7.49E -1	7.44E -1	7.38E -1	7.32E -1
0.80	7.26E -1	7.20E -1	7.15E -1	7.09E -1	7.03E -1	6.97E -1	6.91E -1	6.85E -1	6.79E -1	6.73E -1
0.90	6.67E -1	6.61E -1	6.55E -1	6.49E -1	6.43E -1	6.37E -1	6.31E -1	6.25E -1	6.19E -1	6.13E -1
1.00	6.07E -1	6.01E -1	5.94E -1	5.88E -1	5.82E -1	5.76E -1	5.70E -1	5.64E -1	5.58E -1	5.52E -1
1.10	5.46E -1	5.40E -1	5.34E -1	5.82E -1	5.22E -1	5.16E -1	5.10E -1	5.04E -1	4.99E -1	4.93E -1
1.20	4.87E -1	4.81E -1	4.75E -1	4.69E -1	4.64E -1	4.58E -1	4.52E -1	4.46E -1	4.41E -1	4.35E -1
1.30	4.30E -1	4.24E -1	4.18E -1	4.13E -1	4.08E -1	4.02E -1	3.97E -1	3.91E -1	3.86E -1	3.81E -1
1.40	3.75E -1	3.70E -1	3.65E -1	3.60E -1	3.55E -1	3.50E -1	3.45E -1	3.39E -1	3.35E -1	3.30E -1
1.50	3.25E -1	3.20E -1	3.15E -1	3.10E -1	3.06E -1	3.01E -1	2.96E -1	2.92E -1	2.87E -1	2.83E -1
1.60	2.78E -1	2.74E -1	2.69E -1	2.65E -1	2.61E -1	2.56E -1	2.52E -1	2.48E -1	2.44E -1	2.40E -1
1.70	2.36E -1	2.32E -1	2.28E -1	2.24E -1	2.20E -1	2.16E -1	2.13E -1	2.09E -1	2.05E -1	2.02E -1
1.80	1.98E -1	1.94E -1	1.91E -1	1.87E -1	1.84E -1	1.81E -1	1.77E -1	1.74E -1	1.71E -1	1.68E -1
1.90	1.65E -1	1.61E -1	1.58E -1	1.55E -1	1.52E -1	1.49E -1	1.47E -1	1.44E -1	1.41E -1	1.38E -1
2.00	1.35E -1	1.33E -1	1.30E -1	1.27E -1	1.25E -1	1.22E -1	1.20E -1	1.17E -1	1.15E -1	1.13E -1
2.10	1.10E -1	1.04E -1	1.06E -1	1.04E -1	1.01E -1	9.91E -2	9.70E -2	9.50E -2	9.29E -2	9.09E -2
2.20	8.49E -1	7.70E -2	6.31E -2	8.37E -2	8.14E -2	7.96E -2	7.78E -2	7.60E -2	7.43E -2	7.27E -2
2.30	1.17E -2	6.74E -2	8.28E -2	6.62E -2	6.47E -2	6.32E -2	6.17E -2	6.03E -2	5.89E -2	5.75E -2
2.40	5.61E -2	5.48E -1	5.35E -2	5.22E -2	5.10E -2	4.97E -2	4.85E -2	4.73E -2	4.62E -2	4.51E -2
2.50	4.30E -2	4.29E -1	4.18E -2	4.07E -2	3.97E -2	3.87E -2	3.78E -2	3.68E -2	3.59E -2	3.49E -2
2.60	3.41E -2	3.32E -2	3.23E -2	3.15E -2	3.07E -2	2.99E -2	2.91E -2	2.83E -2	2.76E -2	2.68E -2
2.70	2.61E -2	2.54E -2	2.47E -2	2.41E -2	2.34E -2	2.28E -2	2.22E -2	2.16E -2	2.10E -2	2.04E -2
2.80	1.98E -2	1.93E -2	1.88E -2	1.82E -2	1.77E -2	1.72E -2	1.67E -2	1.63E -2	1.58E -2	1.54E -2
2.90	1.49E -2	1.45E -2	1.41E -2	1.37E -2	1.33E -2	1.29E -2	1.25E -2	1.22E -2	1.18E -2	1.15E -2
3.00	1.11E -2	1.08E -2	1.05E -2	1.02E -2	7.85E -3	9.55E -3	9.26E -3	8.98E -3	8.71E -3	8.45E -3
3.10	8.19E -3	7.94E -3	7.70E -3	7.46E -3	7.23E -3	7.00E -3	6.79E -3	6.58E -3	6.37E -3	6.17E -3
3.20	5.98E -3	3.79E -3	5.60E -3	5.43E -3	5.25E -3	5.09E -3	4.92E -3	4.77E -3	4.61E -3	4.46E -3
3.30	4.32E -3	6.18E -3	4.04E -3	3.91E -3	3.78E -3	3.66E -3	3.54E -3	3.42E -3	3.31E -3	3.20E -3
3.40	3.09E -3	2.99E -3	2.89E -3	2.79E -3	2.69E -3	2.60E -3	2.51E -3	2.43E -3	2.35E -3	2.27E -3
3.50	2.19E -3	2.11E -3	2.04E -3	1.97E -3	1.90E -3	1.83E -3	1.77E -3	1.71E -3	1.65E -3	1.59E -3
3.60	1.53E -3	1.48E -3	1.43E -3	1.38E -3	1.33E -3	1.28E -3	1.23E -3	1.19E -3	1.15E -3	1.11E -3
3.70	1.07E -3	1.03E -3	9.89E -4	9.53E -4	9.18E -4	8.84E -4	8.51E -4	8.20E -4	7.89E -4	7.60E -4
3.80	7.32E -4	7.05E -4	6.78E -4	6.53E -4	6.28E -4	6.04E -4	5.82E -4	5.60E -4	5.38E -4	5.18E -4
3.90	4.98E -4	4.73E -4	4.61E -4	4.43E -4	4.26E -4	4.09E -4	3.93E -4	3.78E -4	3.63E -4	3.49E -4
4.00	3.34E -4	3.22E -4	3.10E -4	2.97E -4	2.86E -4	2.74E -4	2.63E -4	2.53E -4	2.43E -4	2.33E -4
4.10	2.24E -4	2.15E -4	2.06E -4	1.98E -4	1.90E -4	1.82E -4	1.75E -4	1.68E -4	1.61E -4	1.54E -4
4.20	1.48E -4	1.42E -4	1.36E -4	1.30E -4	1.25E -4	1.20E -4	1.15E -4	1.10E -4	1.05E -4	1.01E -4
4.30	9.66E -5	9.25E -5	8.86E -5	8.49E -5	8.13E -5	7.78E -5	7.45E -5	7.13E -5	6.83E -5	6.53E -5
4.40	6.25E -5	5.98E -5	5.72E -5	5.48E -5	5.24E -5	5.01E -5	4.79E -5	4.58E -5	4.38E -5	4.19E -5
4.50	4.01E -5	3.83E -5	3.66E -5	3.57E -5	3.34E -5	3.20E -5	3.05E -5	2. E -5	2.79E -5	2.66E -5
4.60	2.54E -5	2.43E -5	2.32E -5	2.21E -5	2.11E -5	2.02E -5	1.93E -5	1.84E -5	1.75E -5	1.67E -5
4.70	1.60E -5	1.52E -5	1.45E -5	1.39E -5	1.32E -5	1.26E -5	1.20E -5	1.15E -5	1.09E -5	1.04E -5
4.80	9.93E -6	9.46E -6	9.02E -6	8.59E -6	8.19E -6	7.80E -6	7.43E -6	7.08E -6	6.74E -6	6.42E -6
4.90	6.11E -6	5.82E -6	5.54E -6	5.28E -6	5.02E -6	4.78E -6	4.55E -6	4.33E -6	4.12E -6	3.92E -6

TABLA 3.- SOLUCION DE EXPONENCIALES (Continuación)

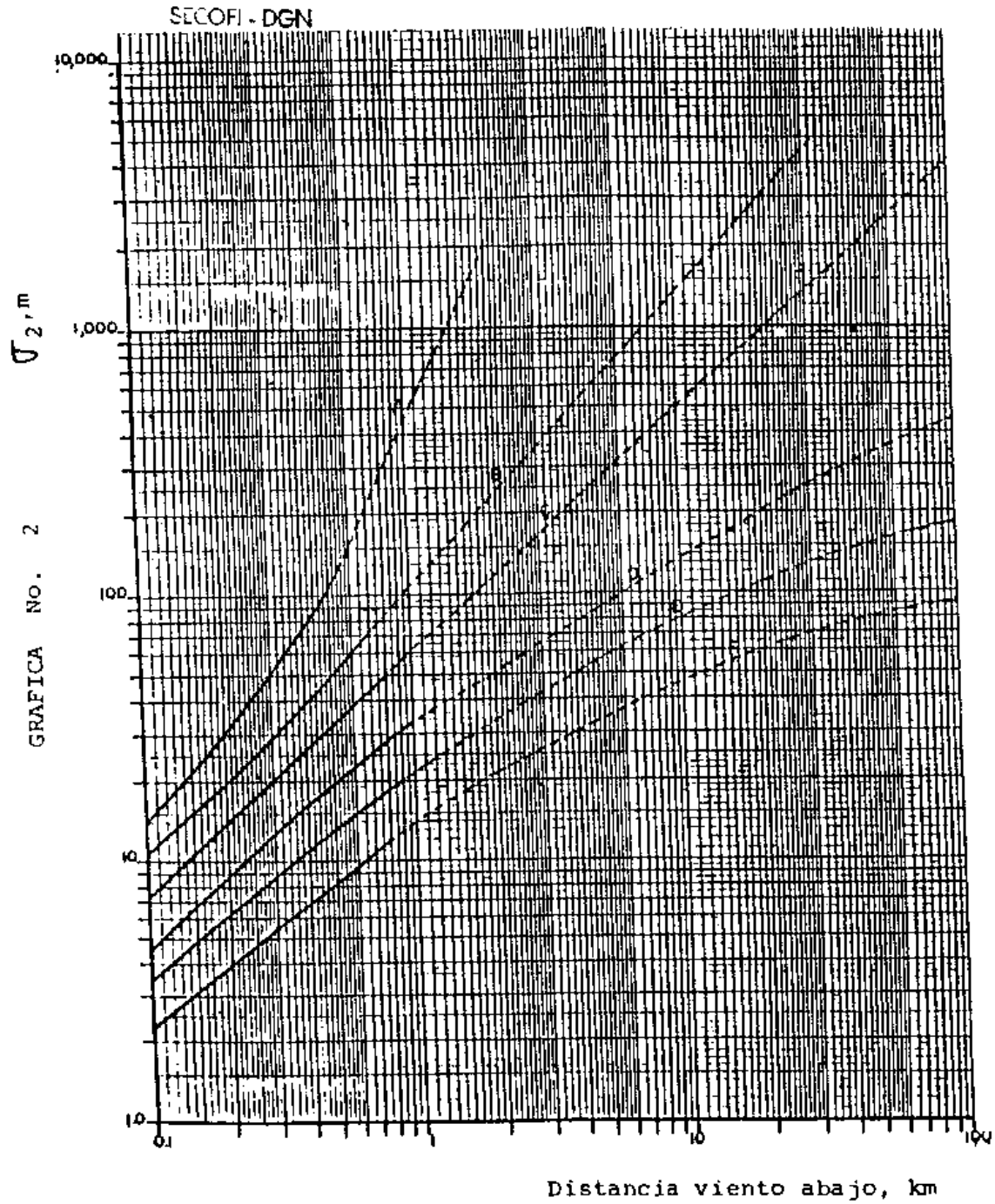
A	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
5.00	3.73E -6	3.55E -6	3.37E -6	3.21E -6	3.05E -6	2.90E -6	2.76E -6	2.62E -6	2.49E -6	2.37E -6
5.10	2.25E -6	2.14E -6	2.03E -6	1.93E -6	1.83E -6	1.74E -6	1.65E -6	1.57E -6	1.49E -6	1.42E -6
5.20	1.34E -6	1.28E -6	1.21E -6	1.15E -6	1.09E -6	1.04E -6	9.82E -7	9.32E -7	8.84E -7	8.38E -7
5.30	7.95E -7	7.54E -7	7.15E -7	6.78E -7	6.43E -7	6.09E -7	5.77E -7	5.47E -7	5.19E -7	4.91E -7
5.40	4.66E -7	4.41E -7	4.18E -7	3.96E -7	3.75E -7	3.55E -7	3.36E -7	3.18E -7	3.01E -7	2.85E -7
5.50	2.70E -7	2.56E -7	2.47E -7	2.29E -7	2.17E -7	2.05E -7	1.94E -7	1.83E -7	1.73E -7	1.64E -7
5.60	1.55E -7	1.47E -7	1.39E -7	1.31E -7	1.24E -7	1.17E -7	1.11E -7	1.05E -7	9.87E -8	9.32E -8
5.70	8.81E -8	8.32E -8	7.86E -8	7.42E -8	7.01E -8	6.62E -8	6.25E -8	5.90E -8	5.57E -8	5.25E -8
5.80	4.96E -8	4.68E -8	4.41E -8	4.16E -8	3.93E -8	3.70E -8	3.49E -8	3.29E -8	3.11E -8	2.93E -8
5.90	2.76E -9	2.60E -9	2.45E -9	2.31E -9	2.15E -9	2.05E -9	1.94E -9	1.82E -9	1.72E -9	1.62E -9
6.00	1.52E -8	1.43E -8	1.35E -8	1.27E -8	1.20E -8	1.13E -8	1.06E -8	9.98E -9	9.39E -9	8.84E -9
6.10	8.37E -9	7.82E -9	7.36E -9	6.92E -9	6.51E -9	6.12E -9	5.76E -9	5.41E -9	5.09E -9	4.78E -9
6.20	4.50E -9	4.23E -9	3.97E -9	3.73E -9	3.51E -9	3.29E -9	3.09E -9	2.91E -9	2.73E -9	2.56E -9
6.30	4.41E -9	2.26E -9	2.12E -9	1.99E -9	1.87E -9	1.75E -9	1.65E -9	1.55E -9	1.45E -9	1.36E -9
6.40	1.28E -9	1.20E -9	1.12E -9	1.05E -9	9.87E -9	9.25E -10	8.67E -10	8.13E -10	7.62E -10	7.14E -10
6.50	6.69E -10	6.27E -10	5.88E -10	5.50E -10	5.16E -10	4.83E -10	4.52E -10	4.24E -10	3.97E -10	3.71E -10
6.60	3.48E -10	3.25E -10	3.05E -10	2.85E -10	2.67E -10	2.50E -10	2.34E -10	2.19E -10	2.04E -10	1.91E -10
6.70	1.79E -10	1.67E -10	1.56E -10	1.46E -10	1.37E -10	1.28E -10	1.19E -10	1.12E -10	1.04E -10	9.74E -11
6.80	9.10E -11	8.50E -11	7.94E -11	7.42E -11	6.93E -11	6.47E -11	6.04E -11	5.64E -11	5.27E -11	6.92E -11
6.90	4.59E -11	4.28E -11	4.00E -11	3.73E -11	3.48E -11	3.25E -11	3.03E -11	2.82E -11	2.63E -11	2.46E -11
7.00	2.29E -11	2.14E -11	1.99E -11	1.86E -11	1.73E -11	1.61E -11	1.50E -11	1.40E -11	1.30E -11	1.22E -11
7.10	1.13E -11	1.05E -11	9.81E -12	9.14E -12	8.51E -12	7.92E -12	7.38E -12	6.87E -12	6.39E -12	5.95E -12
7.20	5.54E -12	3.15E -12	4.79E -12	4.46E -12	4.15E -12	3.86E -12	3.59E -12	3.34E -12	3.10E -12	2.88E -12
7.30	2.68E -12	2.49E -12	2.32E -12	2.15E -12	2.00E -12	1.86E -12	1.73E -12	1.60E -12	1.49E -12	1.38E -12
7.40	1.29E -12	1.19E -12	1.11E -12	1.03E -12	9.55E -13	8.87E -13	8.23E -13	7.64E -13	7.09E -13	6.58E -13
7.50	6.10E -13	5.66E -13	5.25E -13	4.87E -13	4.52E -13	4.19E -13	3.88E -13	3.60E -13	3.34E -13	3.09E -13
7.60	2.87E -13	2.66E -13	2.46E -13	2.28E -13	2.11E -13	1.96E -13	1.81E -13	1.68E -13	1.56E -13	1.44E -13
7.70	1.34E -13	1.24E -13	1.14E -13	1.06E -13	9.80E -14	9.07E -14	8.39E -14	7.77E -14	7.19E -14	6.65E -14
7.80	6.15E -14	5.69E -14	5.26E -14	4.86E -14	4.50E -14	4.16E -14	3.84E -14	3.55E -14	3.28E -14	3.04E -14
7.90	2.80E -14	2.59E -14	2.39E -14	2.21E -14	2.04E -14	1.89E -14	1.74E -14	1.61E -14	1.49E -14	1.37E -14
8.00	1.27E -14	1.17E -14	1.08E -14	9.96E -15	9.19E -15	8.48E -15	7.82E -15	7.22E -15	6.66E -15	6.14E -15
8.10	5.66E -15	5.22E -15	4.81E -15	4.44E -15	4.09E -15	3.77E -15	3.48E -15	3.20E -15	2.95E -15	2.72E -15
8.20	2.51E -15	2.31E -15	2.13E -15	1.96E -15	1.80E -15	1.66E -15	1.53E -15	1.41E -15	1.30E -15	1.19E -15
8.30	1.10E -15	1.01E -15	9.30E -16	8.56E -16	7.87E -16	7.24E -16	6.66E -16	6.13E -16	5.64E -16	5.18E -16
8.40	4.77E -16	4.38E -16	4.03E -16	3.70E -16	3.40E -16	3.13E -16	2.87E -16	2.64E -16	2.43E -16	2.23E -16
8.50	2.05E -16	1.88E -16	1.73E -16	1.59E -16	1.46E -16	1.34E -16	1.23E -16	1.13E -16	1.03E -16	9.49E -17
8.60	8.71E -17	7.99E -17	7.33E -17	6.72E -17	6.17E -17	5.66E -17	5.19E -17	4.76E -17	4.36E -17	4.00E -17
8.70	3.67E -17	3.36E -17	3.08E -17	2.82E -17	2.59E -17	2.37E -17	2.17E -17	1.99E -17	1.82E -17	1.67E -17
8.80	1.53E -17	1.40E -17	1.28E -17	1.17E -17	1.07E -17	9.83E -18	9.00E -18	8.23E -18	7.53E -18	6.89E -18
8.90	6.31E -18	5.77E -18	5.28E -18	4.83E -18	4.41E -18	4.04E -18	3.69E -18	3.37E -18	3.08E -18	2.82E -18
9.00	4.58E -18	2.36E -18	2.15E -18	1.97E -18	1.80E -18	1.64E -18	1.50E -18	1.37E -18	1.25E -18	1.14E -18
9.10	1.04E -18	9.52E -19	8.69E -19	1.93E -19	7.24E -19	6.61E -19	6.03E -19	5.50E -19	5.02E -19	4.58E -19
9.20	4.18E -19	3.81E -19	3.47E -19	3.17E -19	2.89E -19	2.63E -19	2.40E -19	2.19E -19	1.99E -19	1.82E -19
9.30	1.66E -19	1.51E -19	1.37E -19	1.25E -19	1.14E -19	1.04E -19	9.46E -20	8.61E -20	7.84E -20	7.14E -20
9.40	6.50E -20	5.92E -20	5.35E -20	4.90E -20	4.46E -20	4.06E -20	3.69E -20	3.36E -20	3.05E -20	2.78E -20
9.50	4.53E -20	2.30E -20	2.09E -20	1.90E -20	1.73E -20	1.57E -20	1.43E -20	1.30E -20	1.18E -20	1.07E -20
9.60	9.72E -21	8.83E -21	8.02E -21	7.29E -21	6.62E -21	6.01E -21	5.46E -21	4.95E -21	4.50E -21	4.08E -21
9.70	3.70E -21	3.36E -21	3.05E -21	2.70E -21	2.51E -21	2.28E -21	2.07E -21	1.83E -21	1.70E -21	1.54E -21
9.80	1.40E -21	1.27E -21	1.15E -21	1.04E -21	9.43E -22	8.55E -22	7.75E -22	7.02E -22	6.36E -22	5.76E -22
9.90	5.22E -22	4.73E -22	4.28E -22	3.88E -22	3.51E -22	3.18E -22	2.88E -22	2.60E -22	2.36E -22	2.13E -22



GRAFICA NO. 1



COEFICIENTE DE DISPERSION  
HORIZONTAL



COEFICIENTE DE DISPERSION  
VERTICAL