

3

SERIE:

informes científicos



**CENTRO
NACIONAL
PATAGÓNICO**

COMISION NACIONAL DE ESTUDIOS GEO-HELIOFISICOS
CENTRO NACIONAL PATAGONICO

Programa : Preservación del Ambiente en la zona de Puerto Madryn
Investigador Responsable; Lic. Nicolás Mazzeo

ASPECTOS DE LA CLIMATOLOGIA DE LA
DIFUSION ATMOSFERICA DE LA ZONA DE
PUERTO MADRYN (PCIA. DEL CHUBUT).

Nº 3

1974

NICOLAS MAZZEO
JOSE L. AIELLO
DANIEL F. BARRERA

Este trabajo fue efectuado de acuerdo al convenio de colaboración firmado entre la
Asesoría de Desarrollo de la Provincia del Chubut y el Centro Nacional Patagónico

PUERTO MADRYN
CHUBUT
1974

RESUMEN

La instalación en la zona de Puerto Madryn de un importante complejo industrial podría contribuir a alterar el ambiente de la región.

Una de las causas de esta alteración sería la contaminación del aire.

En la contaminación atmosférica es posible diferenciar las siguientes etapas: emisión, transporte, difusión y recepción de contaminantes por objetos.

En este trabajo se analizan algunos aspectos relacionados con una climatología de la difusión atmosférica de la zona. Se estudian los siguientes parámetros meteorológicos: temperatura, humedad relativa, nubosidad, viento, visibilidad horizontal y precipitación.

Este trabajo incluye datos de la estación meteorológica Base Aeronaval Puerto Madryn ($42^{\circ} 49' S$, $64^{\circ} 28' O$) durante el Período 1959-1966.

Finalmente se analizan las siguientes características atmosféricas:

- Altura de la capa de mezcla vertical en la zona, como componente de la dilución atmosférica (Período 1967-1971).
- Condiciones de estabilidad atmosférica en el área.

1 - Introducción

La instalación en la zona de Puerto Madryn de un importante complejo industrial que estaría integrado, entre otras, por las plantas de aluminio, fluorita, siderurgia y producción de harina de pescado, podría contribuir a alterar al ambiente de la región.

La experiencia (1) (2) indica que estos tipos de industrias inciden sobre la calidad ambiental de la región en donde se instalan.

En la contaminación atmosférica es posible diferenciar las siguientes grandes etapas: emisión, transporte, difusión y recepción de contaminantes por seres y objetos. El transporte y la difusión de contaminantes en el aire dependen de las condiciones atmosféricas de la zona. Algunos parámetros meteorológicos están directamente relacionados con estos procesos (3). En este trabajo se describe y analiza climatológicamente el área utilizando los datos de la estación meteorológica Base Aeronaval Puerto Madryn ($42^{\circ} 49' S$, $64^{\circ} 28' O$, 14 metros snm) correspondientes al período 1959-1966. Aun cuando estos datos resultan insuficientes para realizar un estudio climatológico detallado de la dispersión atmosférica de la zona pueden utilizarse en:

- a) Selección de la densidad y ubicación de las estaciones meteorológicas y de muestreo de contaminantes destinadas a estudiar la circulación atmosférica local y a cuantificar los niveles de contaminación, luego de la instalación del parque industrial.
- b) Conocimiento de las variaciones temporales de los parámetros meteorológicos que intervienen en los procesos de emisión, transporte y dispersión atmosférica y depósito en el suelo de contaminantes.
- c) Contribuir como trabajo de consulta para otros estudios de la zona.

2 - Descripción de la zona

Geográficamente, la zona de Puerto Madryn se encuentra ubicada al Ne de la Pcia. del Chubut, en la depresión que forma la meseta patagónica en las proximidades del Golfo Nuevo.

La Figura 1 muestra un esquema de la ubicación de las áreas industrial, semi-industrial y urbana en la zona.

En la Figura 2 están trazadas las líneas de igual nivel topográfico en la región. Se observa que el área urbana se encuentra en la parte más baja de la depresión sobre la costa del Golfo Nuevo y hacia el S SE de la zona industrial.

3 - Temperatura

La temperatura del aire está vinculada a la estabilidad de la atmósfera y puede ser utilizada en la estimación de la ventilación de una zona (4). Por otra parte, la altura efectiva de emisión de contaminantes está definida como la suma de la altura real de la fuente emisora y la elevación de la pluma. Esta elevación depende de factores topográficos, aerodinámicos de la fuente y meteorológicos. Entre estos últimos figura la temperatura del aire a esa altura (5). La altura efectiva de emisión se utiliza en la estimación de la concentración de contaminantes emitidos desde una fuente. La ecuación de Pasquill-Gifford (6) es la más utilizada para cuantificar los procesos de transporte y difusión de contaminantes en la atmósfera:

$$\bar{X}(x,y,z,H) = \frac{Q}{2 \pi \phi_y \phi_z \bar{u}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{y}{\phi_y} \right)^2 \right] \left\{ \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{z-H}{\phi_z} \right)^2 \right] + \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{z+H}{\sqrt{z}} \right)^2 \right] \right\} \quad [1]$$

donde:

\bar{X} es la concentración media de contaminantes en el aire.

x es la distancia en la dirección del viento.

y es el eje en la dirección transversal al viento.

z es la altura.

H es la altura efectiva.

\sqrt{y} \sqrt{z} son las desviaciones normales de la pluma en las direcciones y, z.

Q es el caudal de la emisión.

\bar{u} es la velocidad media del viento a la altura de emisión.

En la Figura 3 se graficaron los valores medios mensuales de la temperatura para las cuatro horas de observación (02, 08, 14, 20 hs.) en el período 1959-1966. Además, en la misma Figura está representada la variación con los meses de la temperatura media mensual:

$$\bar{T}_j = \frac{(\bar{T}_{02} + \bar{T}_{08} + \bar{T}_{14} + \bar{T}_{20})}{4} \cdot j \quad j = 1, \dots, 12 \quad [2]$$

La temperatura media para el período 1959-1966 es 13,8° C.

El valor mínimo se registró en el mes de julio (6,2°C) y el máximo en enero (21,6°C). Comparando las curvas de \bar{T}_{02} y \bar{T}_{08} se observa que desde principios de abril y hasta fines de agosto, \bar{T}_{08} es menor que \bar{T}_{02} y en el período restante ocurre lo contrario. Esto es consecuencia de la variación de la hora de salida del sol. En el primer caso se produce después de las 08 horas y antes de las 08 horas en el segundo, comprobándose la dependencia de \bar{T}_{08} con la hora de salida del sol.

4 – Humedad atmosférica

La presencia del vapor de agua en el aire puede, a partir de ciertos valores críticos y conjuntamente con otras variables meteorológicas, variar los efectos de determinados contaminantes en seres y objetos (1).

En la Figura 4 se graficaron las variaciones mensuales de los valores medios de la humedad relativa en las cuatro horas de observación.

Para los promedios mensuales se observa un máximo en julio (74 0/o) y un mínimo en febrero (500/o).

5 – Nubosidad

La nubosidad modifica sustancialmente el balance de radiación en la interfase suelo-atmósfera. De esta manera condiciona el calentamiento de las capas inferiores del aire por radiación de onda larga desde el suelo, incidiendo así en la estructura térmica vertical de la atmósfera y en su capacidad de dispersión vertical.

En la Figura 5 se graficaron las variaciones mensuales de la nubosidad media. Se observa mayor nubosidad durante los meses de invierno en todas las horas de observación excepto a las 20 hs. y menor en los meses de enero y febrero.

6 – Viento

El transporte y la dispersión de contaminantes en el aire están directamente gobernados por el viento y por la estructura de la turbulencia atmosférica.

La ecuación [1] expresa esta dependencia para el caso de emisión desde una fuente puntual, si se tiene en cuenta que los coeficientes $\varphi_y \varphi_z$ dependen de la estructura de la turbulencia atmosférica. También, la dependencia del transporte y dispersión de contaminantes está matemáticamente expresada en la ecuación de difusión (6).

$$\frac{\partial \bar{X}}{\partial t} + u \frac{\partial \bar{X}}{\partial x} + v \frac{\partial \bar{X}}{\partial y} + w \frac{\partial \bar{X}}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left[K_x \frac{\partial \bar{X}}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[K_y \frac{\partial \bar{X}}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[K_z \frac{\partial \bar{X}}{\partial z} \right] \quad [3]$$

donde:

\bar{X} . Es la concentración media de contaminantes en el aire.

K_x, K_y, K_z son los coeficientes de difusión turbulenta en las direcciones x, y, z.

u, v, w son los componentes de la velocidad del viento en las direcciones x, y, z.

En la Figura 6 se graficaron las variaciones mensuales de la velocidad media del flujo horizontal del aire. Se observa que para las 14 hs. se obtienen los máximos valores, debido a la mayor cantidad de energía que es transferida a la atmósfera.

También se observa en la marcha anual de la velocidad media del viento un valor mínimo de 2.6 m/seg. en julio y un valor máximo de 4.3 m/seg. en enero.

El valor medio anual de la velocidad del viento es de 3.4 m/seg.

7 – Rosas de viento

Con el objeto de conocer la distribución horizontal del flujo de aire en las distintas direcciones se confeccionaron las rosas de viento. En las mismas aparecen las frecuencias de ocurrencia en ocho direcciones (Figuras 7 a 10) para los siguientes intervalos de velocidades de viento: 0-3,9 m/seg; 4,0-5,9 m/seg.; $\geq 6,0$ m/seg.

En la Figura 7 se representaron las rosas de viento estacionales a las 08 hs. Se observa que:

a) En primavera y verano hay una mayor ocurrencia de vientos de los sectores O y SO con respecto a las frecuencias de la misma dirección observadas en otoño e invierno. Se nota la influencia de la circulación local de una zona costera, o sea el sistema de brisas de mar y tierra provocado por el desigual calentamiento y enfriamiento de continente y mar (Figura 9).

Es posible esperar a esta hora la persistencia de la brisa de tierra generada durante la noche en las direcciones mencionadas.

b) Las frecuencias de calmas en primavera y verano (16 0/o y 17 0/o respect.) se reducen prácticamente a la mitad con respecto a la de otoño (32 0/o) e invierno (31 0/o).

c) Aumenta considerablemente en primavera y verano la intensidad y frecuencia de vientos del sector SO. También se registra un sensible aumento en estas estaciones en la frecuencia e intensidad de vientos del sector S.

En la Figura 8 se representan las rosas de viento estacionales correspondientes a las 14 hs. Se observa que:

a) Persiste la relación de frecuencias de calmas en primavera (5 0/o) y verano (3 0/o) con respecto a las frecuencias en otoño (8 0/o) e invierno (11 0/o).

b) La frecuencia de vientos de los sectores O y SO es alta, señalando la influencia de la circulación en gran escala.

c) La frecuencia de vientos del E y NE es alta en primavera y verano. La brisa del mar en horas de la tarde llega en muchos casos a prevalecer sobre el viento debido a la circulación en gran escala, lo cual pueda expresada por esta fisonomía particular de la rosa de vientos.

En la Figura 9 se representan las rosas de viento estacionales correspondientes a las 20 hs. Se observa que:

a) En otoño e invierno se verifican calmas en casi la mitad de las observaciones (49 0/o y 47 0/o). La mitad restante se distribuye en frecuencias de vientos débiles en general. La inexistencia de calentamiento por radiación solar se nota en esta configuración.

b) En verano, la permanencia de las brisas de mar generadas después del mediodía provoca una alta frecuencia de vientos del Este (25 0/o), débiles en general, en detrimento de la frecuencia de calmas (22 0/o). La rosa de viento correspondiente a primavera muestra una disminución en la frecuencia de vientos de los sectores E y NE, al mismo tiempo que un incremento en la ocurrencia de calmas (38 0/o).

En la Figura 10 se representaron las rosas de viento anuales para las 08, 14 y 20 hs. Se observa que:

- a) Existe predominancia en todo el año de vientos del sector SO y, en menor grado, del sector O. La presencia del "cinturón de bajas subpolares" en los 50°-60°S y la circulación ciclónica en los frentes fríos asociados explican esta característica.
- b) Se observa muy baja frecuencia de calmas a las 14 hs. Esta característica se complementa con lo expresado en a) para el viento medio a esa hora en el sentido de que es ésta la de mayor velocidad de viento.

8 - Visibilidad horizontal

La visibilidad horizontal puede ser utilizada como un índice de la concentración de partículas en suspensión en la atmósfera.

El propósito perseguido al estimar las frecuencias de ocurrencia de este índice es el compararlo con los valores existentes una vez que las industrias estén en actividad. De esta forma se podría evaluar cualitativamente el aumento de la contaminación del aire de la zona.

En las Figuras 11 a 14 se graficaron las variaciones mensuales de la frecuencia media de ocurrencia de casos con visibilidad menor que 4, 10 y 20 km, para las horas de observación.

Se observa en todos los casos la existencia de una onda anual, con un mínimo de visibilidad en junio o julio. Esto muestra la disminución de la capacidad de dilución vertical de la atmósfera en el invierno, debido a que el débil calentamiento de la superficie conduce a estratificaciones más estables en las masas de aire.

9 - Estabilidad atmosférica:

La ecuación [1] permite estimar la concentración media de contaminantes emitidos desde una fuente continua. Existe una dependencia entre (x, y, z, H) y los valores de $\varphi_y \varphi_z$. Uno de los métodos que permite cuantificar estos parámetros es el de Pasquill-Gifford (6). En este método se considera que \sqrt{y} \sqrt{z} son funciones empíricas de x , de la forma

$$\varphi = b x^p \quad [4]$$

donde b y p son coeficientes que dependen de las condiciones atmosféricas.

Los valores de estas desviaciones pueden obtenerse mediante gráficos que dan φ y φ^2 en función de x para distintas categorías de estabilidad atmosféricas. Estas equivalen a rangos del Número de Richardson (7). Para determinarlas se estableció una correlación con la velocidad del viento, la insolación y el estado del cielo. Pasquill sugirió una clasificación que se incluye en la Figura 18.

Turner (8) introdujo una alternativa en el método de Pasquill para estimar la insolación en base al conocimiento de la altura del sol, modificándola por las condiciones existentes de nubosidad y altura de la base de las nubes. La estimación de la radiación saliente durante la noche, se ha realizado considerando la nubosidad.

Se determinaron las siguientes clases de estabilidad atmosférica:

- A. Extremadamente inestable.
- B. Inestable.
- C. Ligeramente inestable.
- D. Neutra
- E. Ligeramente estable.
- F. Estable
- G. Extremadamente estable.

Las Figuras 15 a 17 muestran las frecuencias medias mensuales de ocurrencia de las distintas clases de estabilidad (A, B, C, D, E, F, G) para las horas de observación (08, 14 y 20).

De acuerdo con este método de clasificación, la clase A debería ser más frecuente en las horas diurnas de los días de verano, con poca nubosidad y vientos débiles.

Si comparamos las frecuencias de la clase A para las 08, 14 y 20 se nota que a las 14 aparecen valores bajos en los meses de verano a las 08 y 14 hs.,

- Calentamiento muy débil a las 08 hs.
- Aparición de valores más altos de nubosidad a las 14 hs.
- Valores mayores de la velocidad del viento a las 14 hs.

O sea, a las 14 hs., aún cuando el calentamiento es más intenso que a las 08 hs., existe menor frecuencia de casos de categoría A. Además, a las 14 hs., es más alta la frecuencia de ocurrencia de clase D (neutralidad) respecto de las otras horas, debido a los mayores valores de la velocidad del viento, lo cual provoca una mayor turbulencia y por lo tanto una mezcla vertical que conduce a la formación del gradiente térmico vertical adiabático (neutralidad).

Las clases E, F y G aparecen con frecuencias bajas solamente en los meses de invierno a las 08 hs., no ocurriendo en ningún mes a las 14 hs. A las 20 hs. estas clases ocurren más frecuentemente durante los meses de invierno. Esto es de esperar, ya que según el método de clasificación las categorías estables deberían ser más frecuentes durante la noche con ocurrencia simultánea de vientos débiles y cielos despejados o con base de nubes elevadas.

10 - Componente vertical de la dilución atmosférica

Uno de los parámetros que se utiliza en la estimación de la dilución vertical de la atmósfera es la altura de mezcla vertical. Se define como el espesor de aire cercano a la superficie terrestre dentro del cual ocurren los movimientos convectivos originados por el calentamiento radiactivo (9).

Para calcular la altura diaria de máxima mezcla vertical (H_M) en una localidad, se representa en un diagrama altura-temperatura el último sondeo aerológico y la curva de un proceso adiabático seco correspondiente a la temperatura máxima.

En la Figura 19 está representada la variación mensual de la altura de mezcla vertical estimada para la localidad de Puerto Madryn. Se observa que los valores menores de H_m ocurren en los meses de invierno, con un mínimo en julio ($H_M = 800$ m) y los valores más altos en los meses de verano, con un máximo en diciembre ($H_M = 2950$). Esto se explica por la variación mensual del calentamiento radiactivo terrestre.

11 – Precipitación

Esta variable tiene su importancia en el mecanismo de remoción de contaminantes de la atmósfera, mediante los procesos que ocurren dentro o debajo de las nubes (rain-out y wash-out) (10).

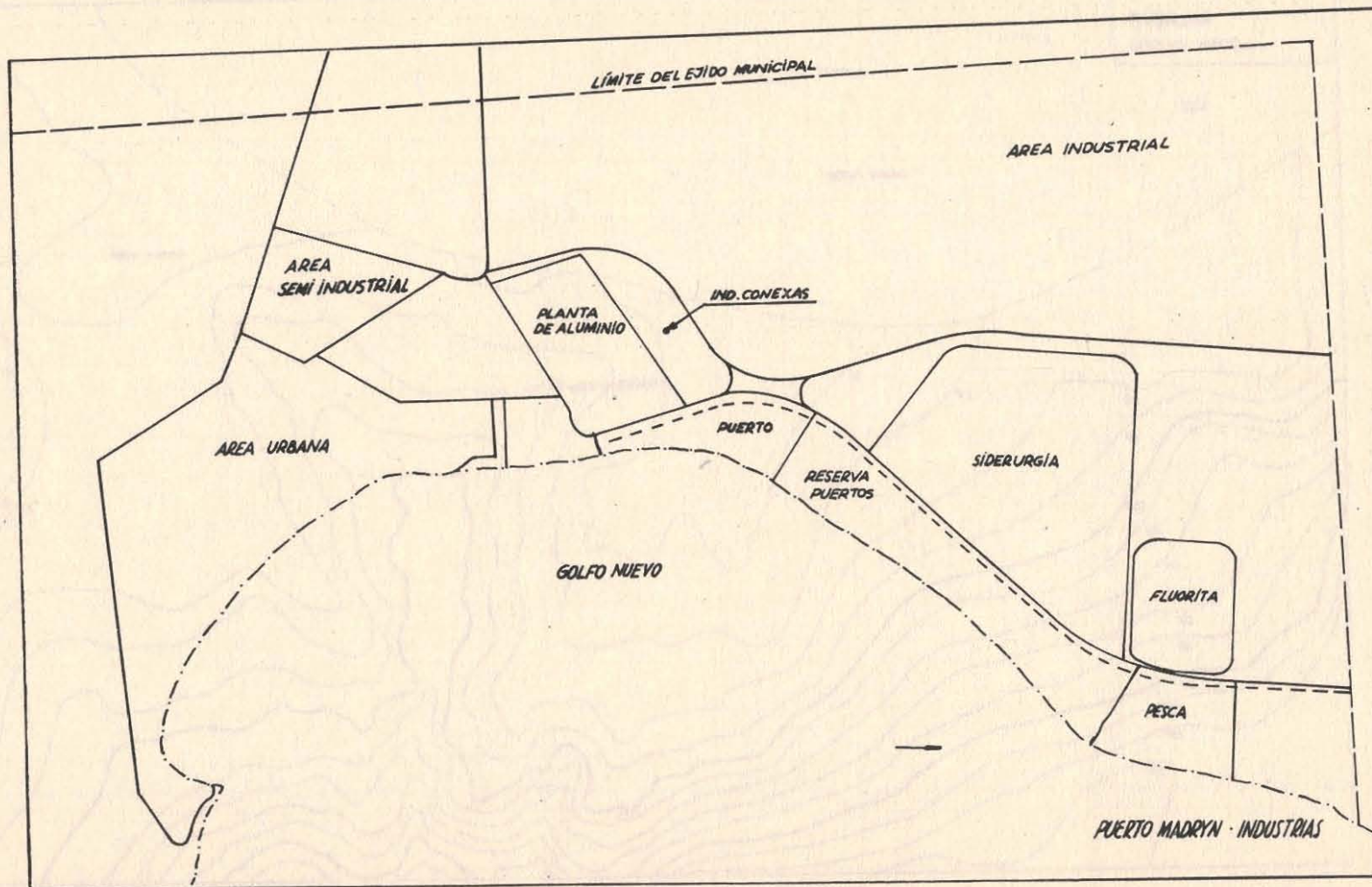
En la tabla siguiente se muestra la precipitación media máxima y mínima mensual, durante el período 1921-1950 (11).

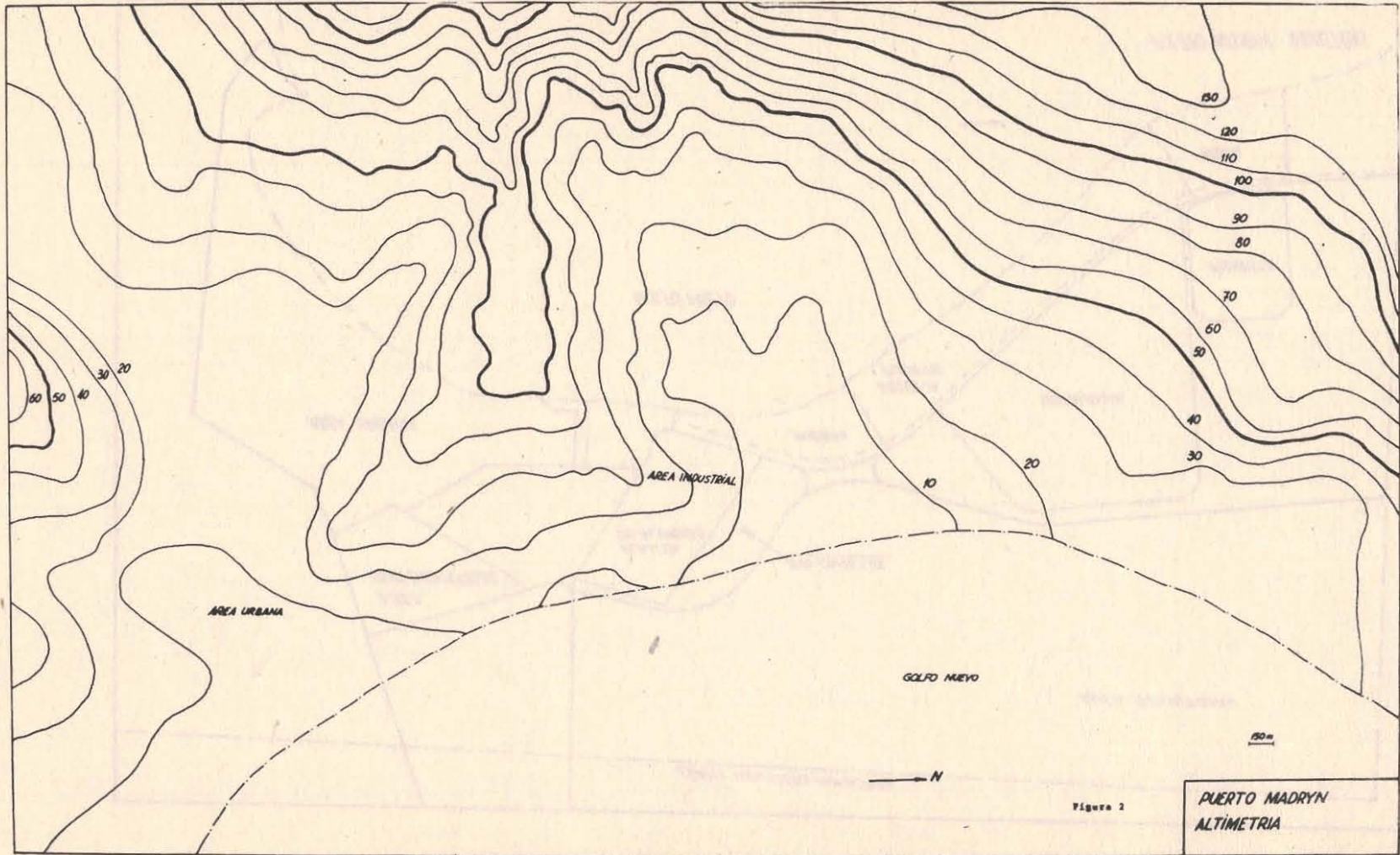
Precip. Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	B	O	N	D	anual
Media	7	14	19	9	23	11	17	12	17	19	10	12	169
Máxima	36	91	109	46	101	31	66	37	78	94	30	73	294
Mínima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78

Se puede inferir que la zona de Madryn se caracteriza por tener baja cantidad de lluvia. Por lo tanto es probable que este fenómeno no actúe como mecanismo de decontaminación del aire de la zona.

REFERENCIAS:

- (1) Stern, A. C.: Air Pollution, Academic Press, 1968.
- (2) U. S. Environmental Protection Agency. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP-42, 1973.
- (3) Mazzeo, N. y Nicolini, M.: Curso de actualización sobre contaminación del Aire – Factores meteorológicos, Asociación Argentina contra la Contaminación del Aire, 1972.
- (4) Mazzeo, N. y Nicolini, M.: Eficiencia de la dispersión atmosférica en la zona de La Plata (Pcia. de Bs. As.), presentado al Congreso Nacional de Contaminación del Aire, Rosario (Santa Fe), 1973.
- (5) Briggs, G. A.: Plume Rise, A.E.C. Critical Review Series, 1969.
- (6) U.S.A. Ec. Meteorology and Atomic Energy, 1968.
- (7) Mazzeo, N.; Nicolini, M.; Moledo, L. y Micheloni, R.: Condiciones de estabilidad atmosférica y capacidad de dilución vertical de contaminantes en la Ciudad de La Plata, presentado en el XIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria, Asunción, Paraguay, 1972.
- (8) Turner, D. B.: A Diffusion Model for an Urban Area, J. Applied Meteorology, Vol. 3, N° 1, 1964.
- (9) Mazzeo, N.; Nicolini, M.; Moledo, L. y Müller, C.: Large-scale Estimation of Vertical dispersion Efficiency of the Atmosphere in the Argentine Republic. Presentado al 3er. Congreso Mundial del Aire Limpio, Dusseldorf, Alemania, octubre 1973.
- (10) U.S. Atomic Energy Commission, Precipitation Scavenging, AEC Symposium Series, 1970.
- (11) Servicio Meteorológico Nacional: Datos pluviométricos 1921-1950, Publicación B, N° 2.





Variación mensual de la Temperatura media (1959 - 1966)

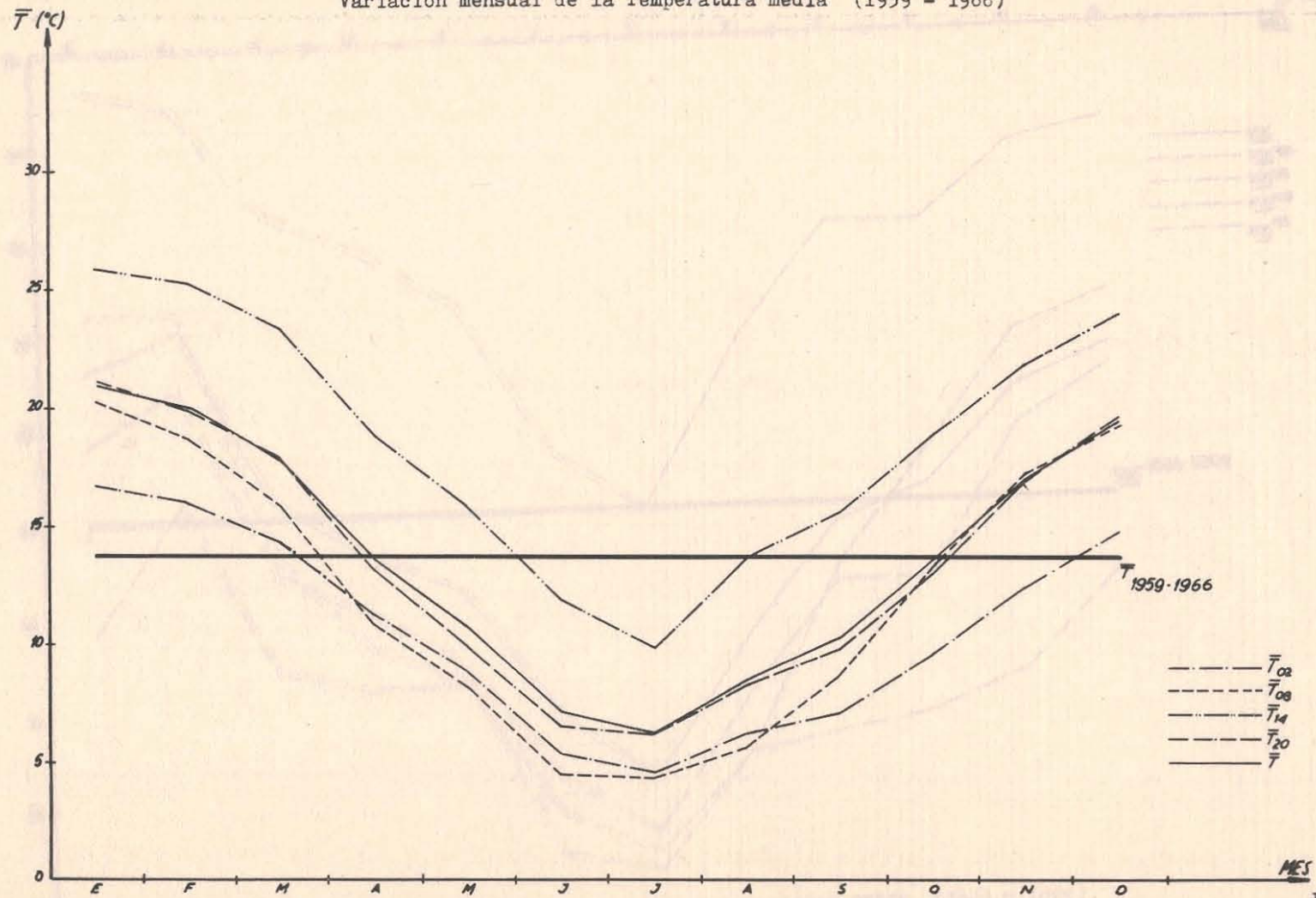


Figura 3

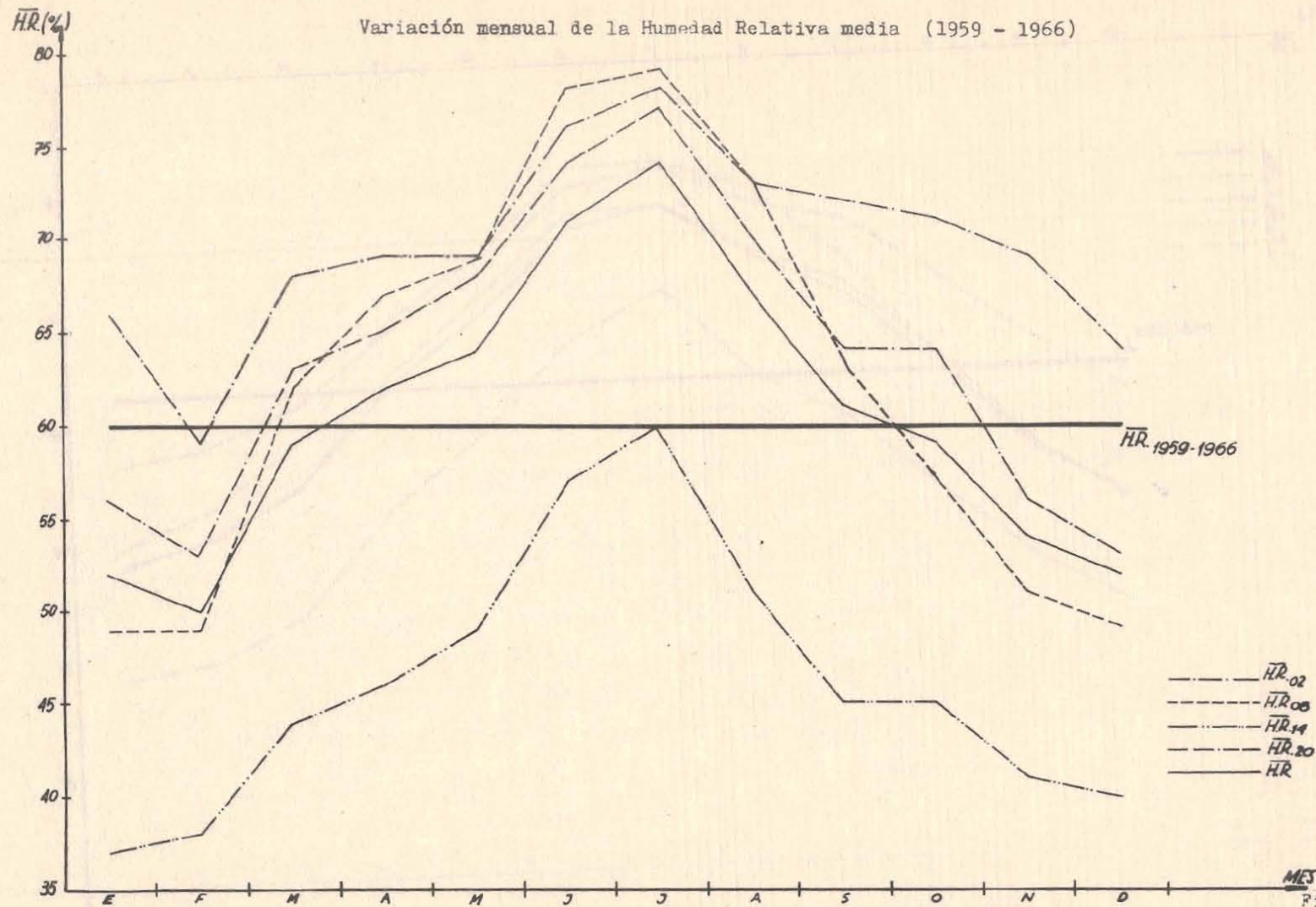


Figura 4

Variación mensual de la Nubosidad Total media (1959 - 1966)

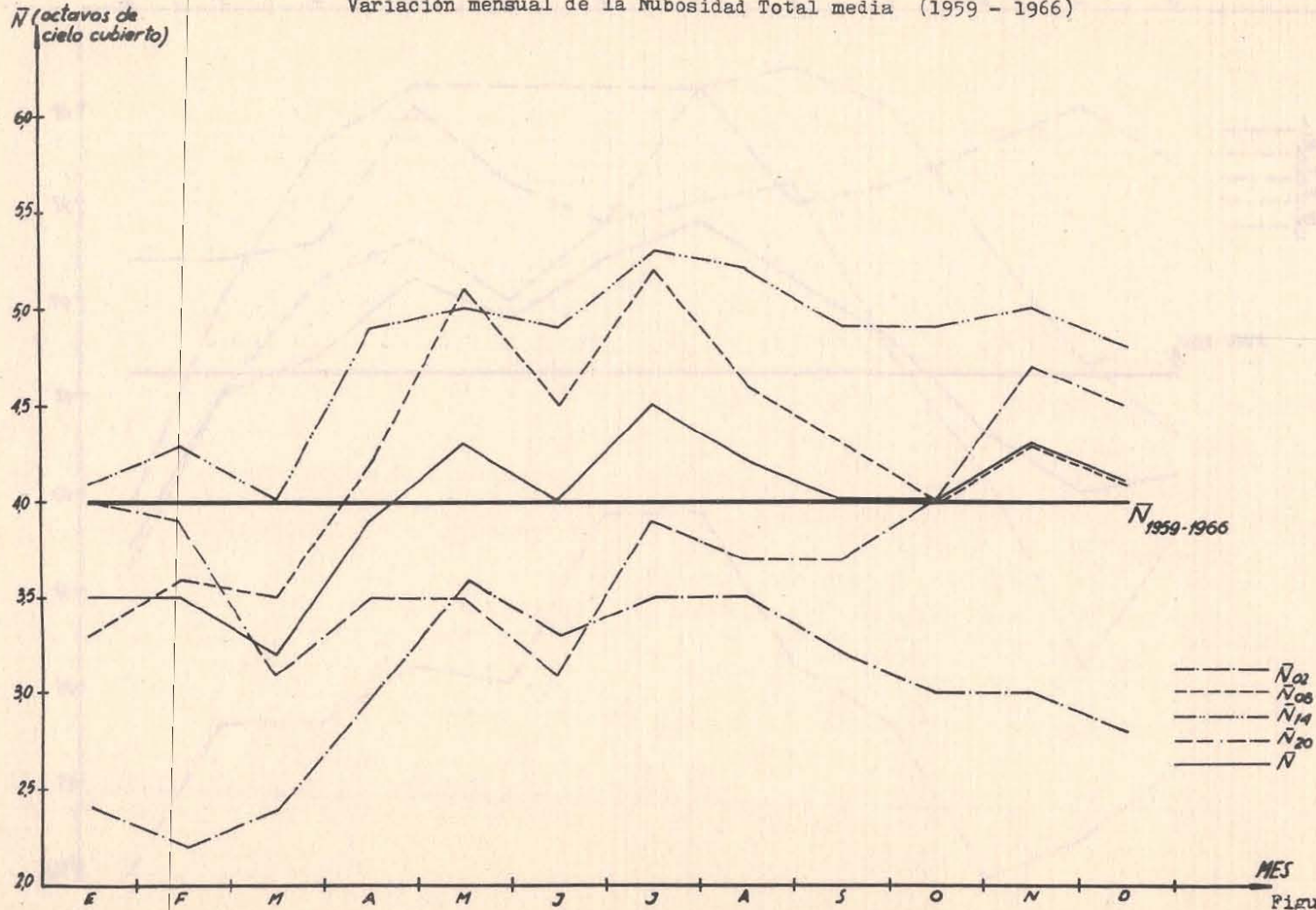


Figura 5

Variación mensual de la velocidad media del viento (1959 - 1966)

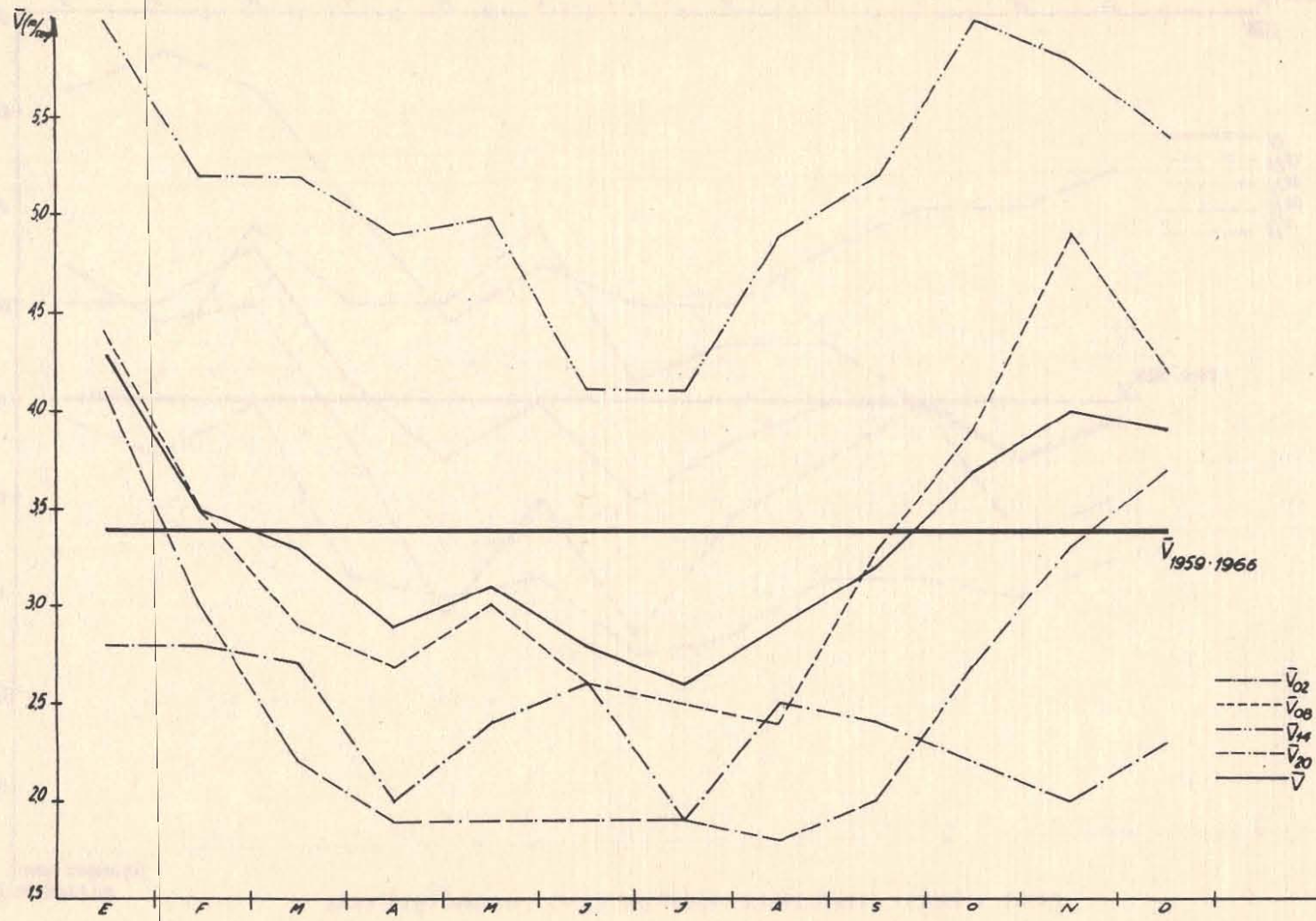
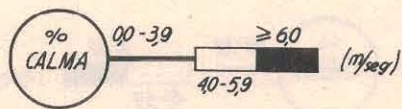
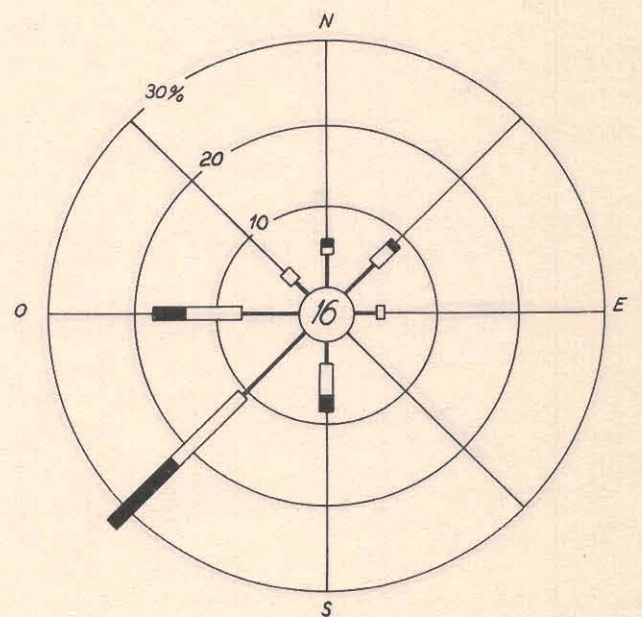
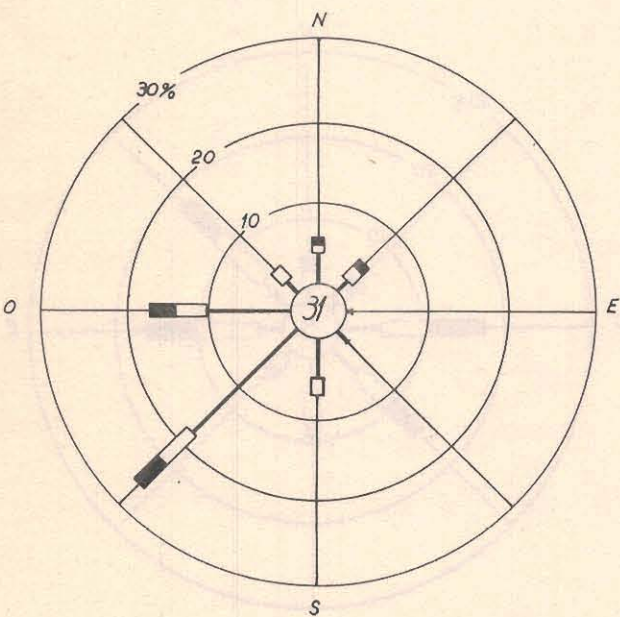
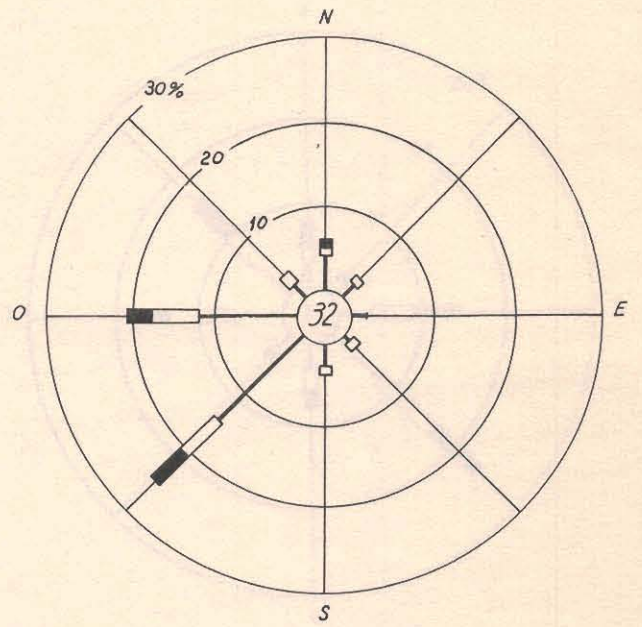
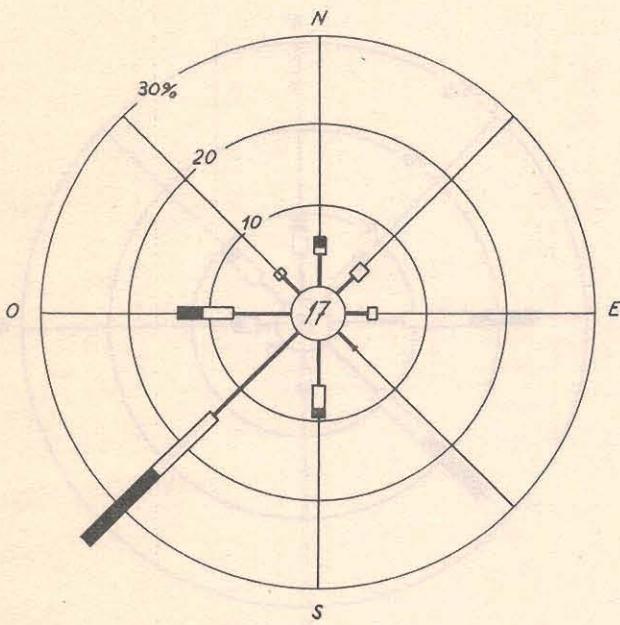


Figura 6



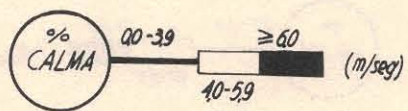
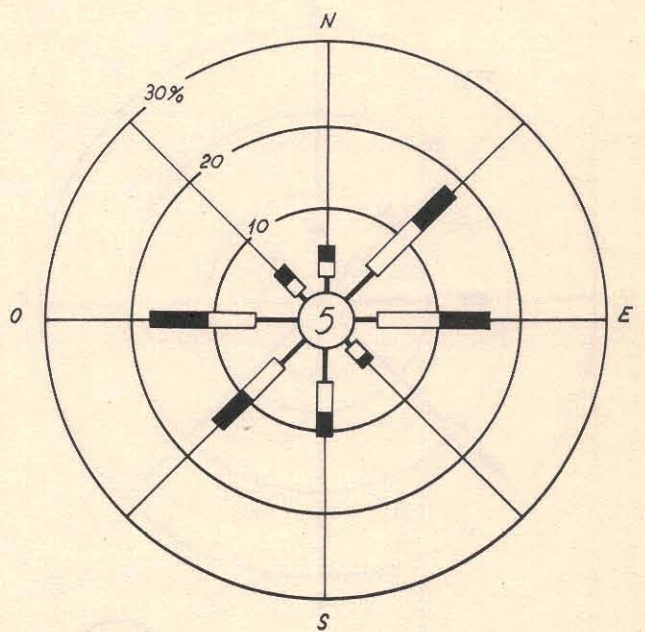
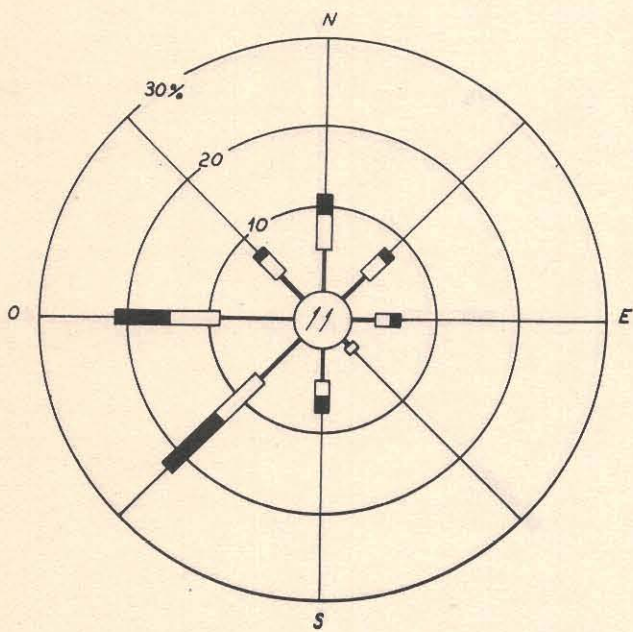
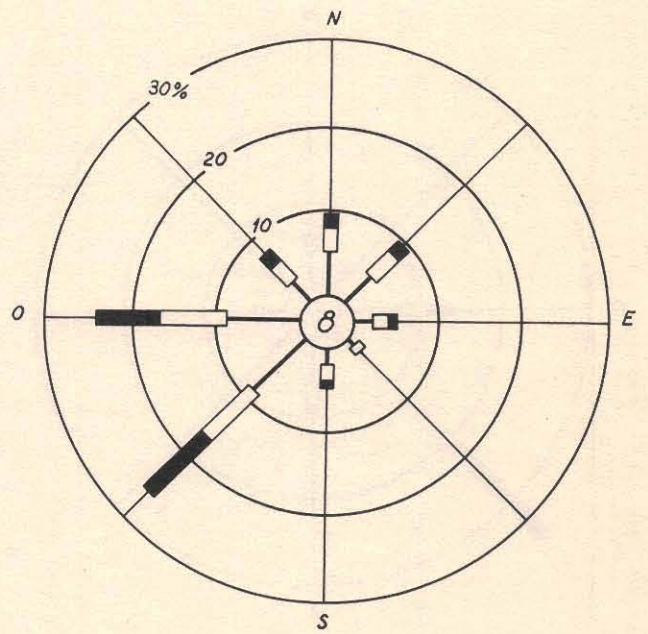
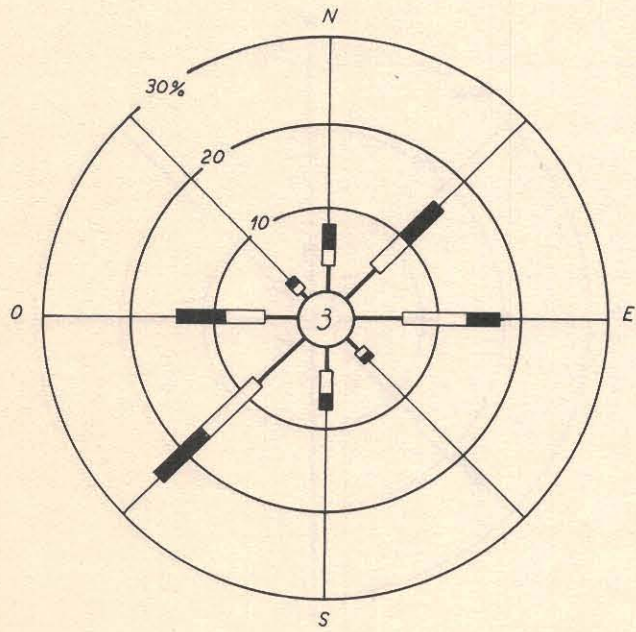


Figura 8

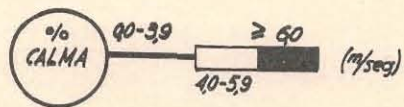
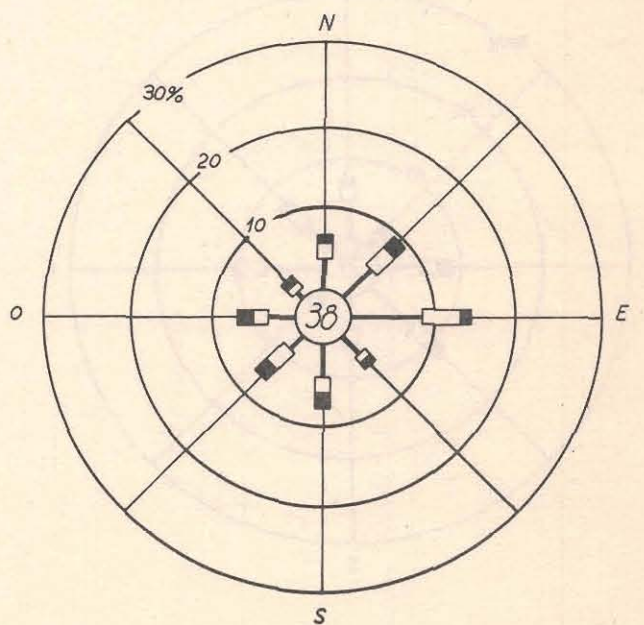
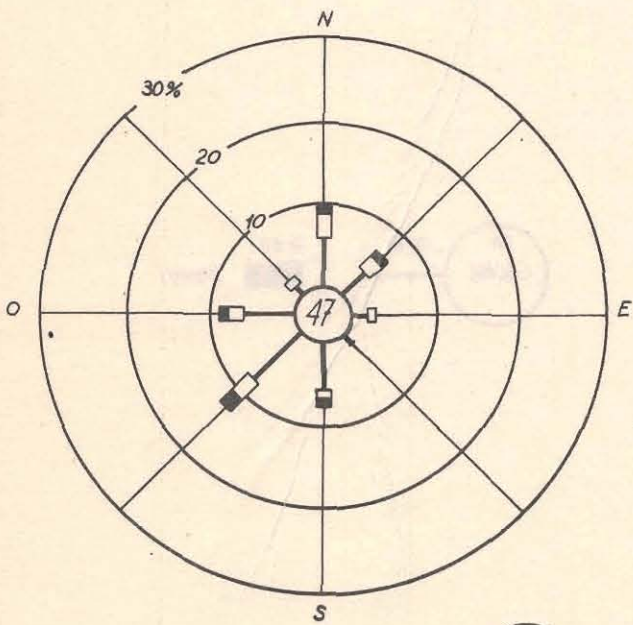
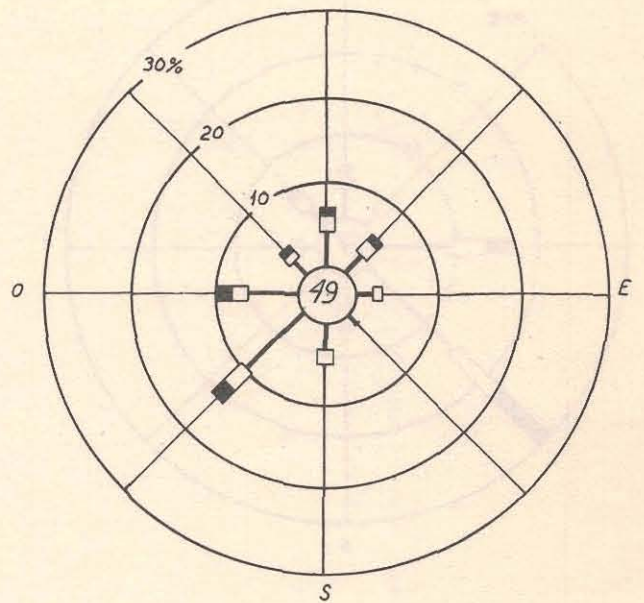
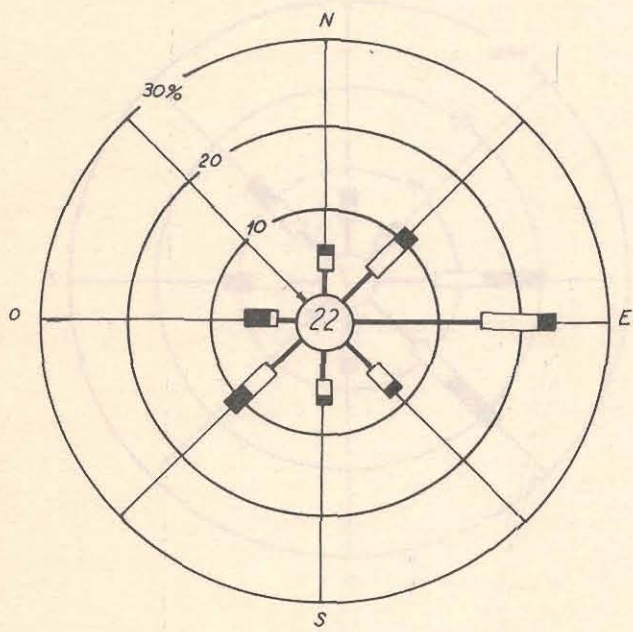
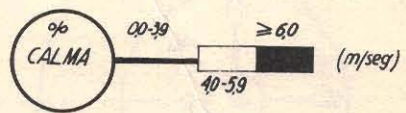
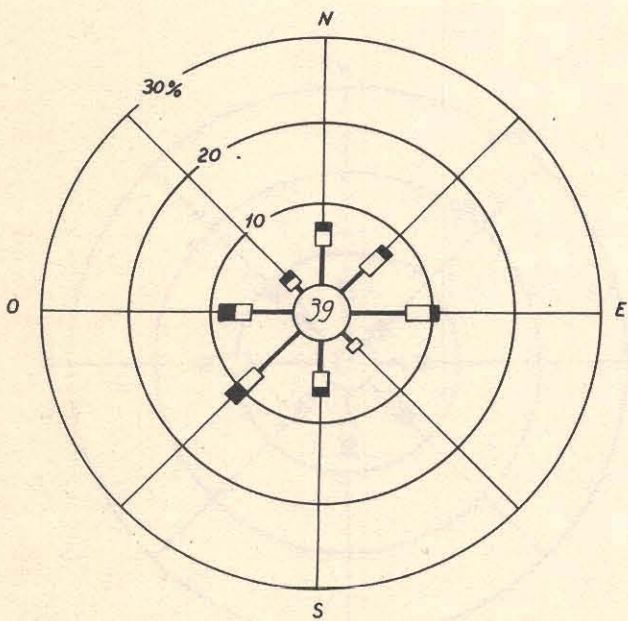
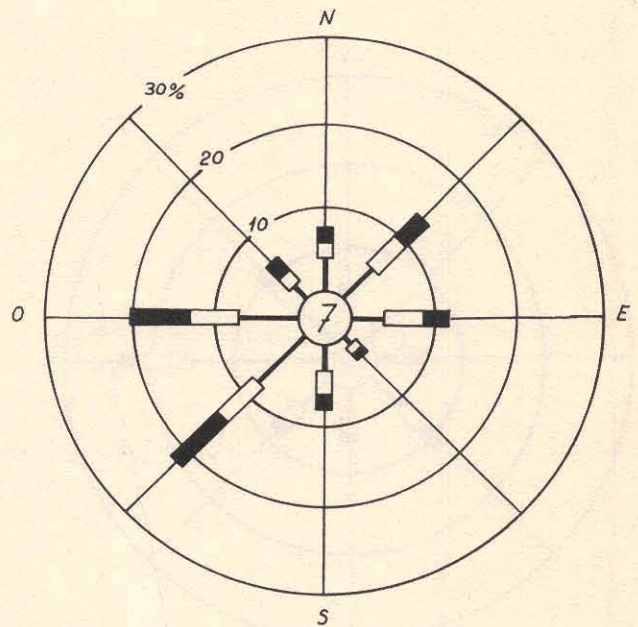
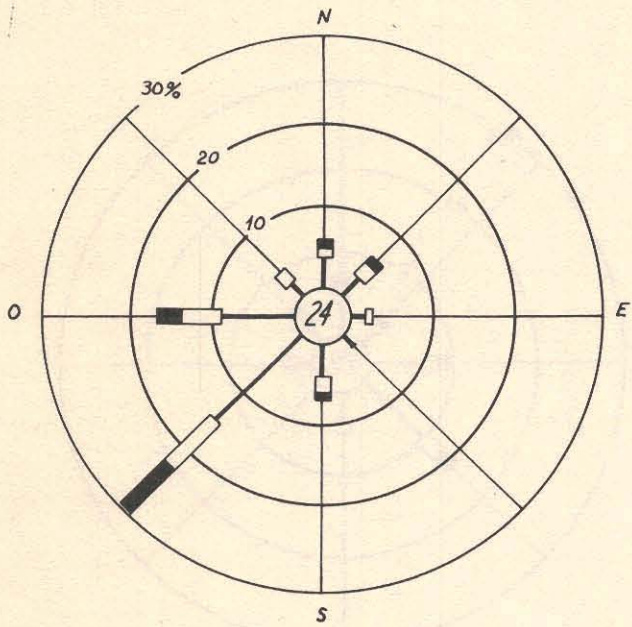


Figura 9



Variación mensual del número de ocurrencia medio de casos con visibilidad menor que 4, 10 y 20 Km. 02 horas, período 1959 - 1966

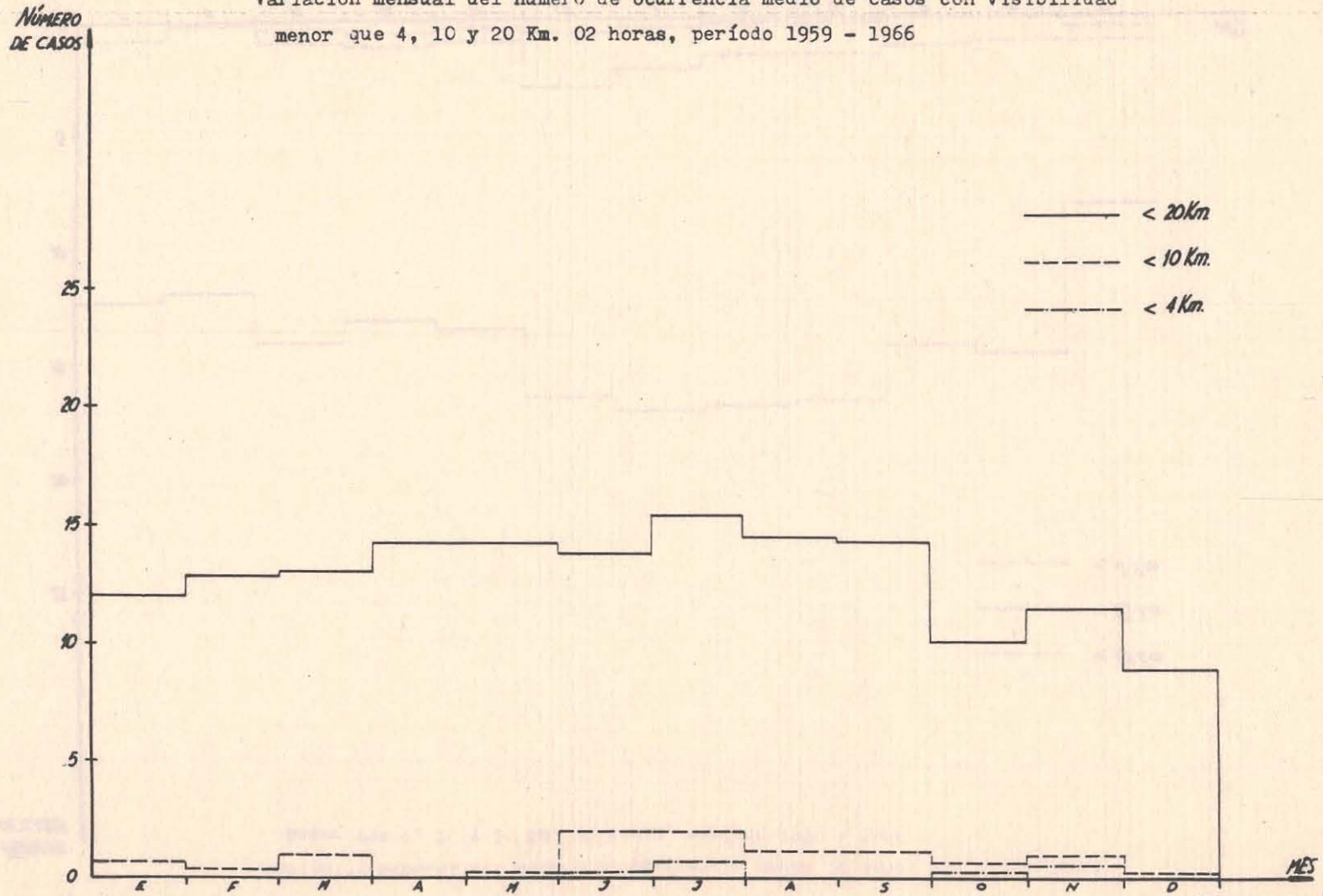
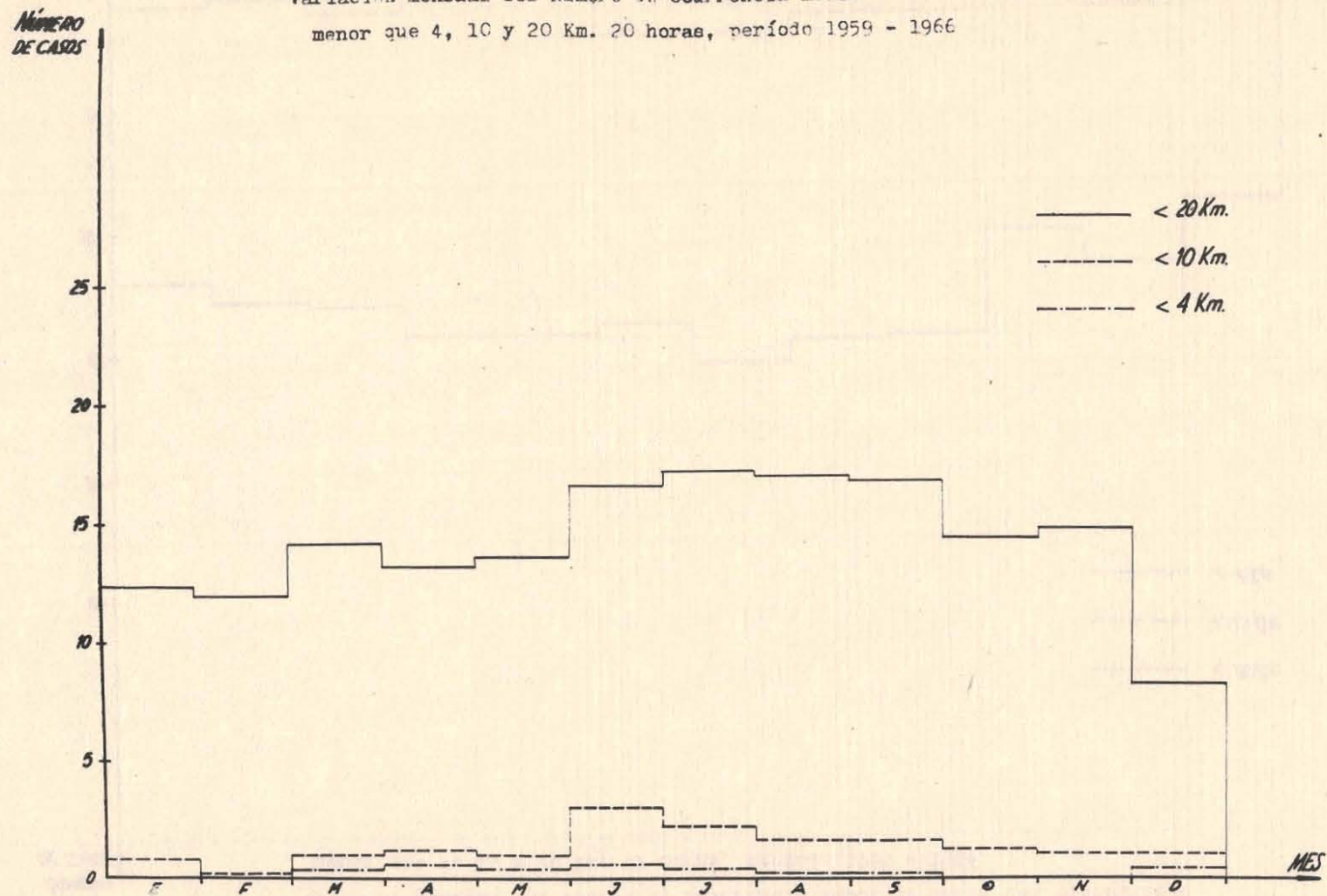


Figura 11

Variación mensual del número de ocurrencia medio de casos con visibilidad menor que 4, 10 y 20 Km. 20 horas, período 1959 - 1966



NÚMERO
DE CASOS

Variación mensual del número de ocurrencia medio de casos con visibilidad
menor que 4, 10 y 20 Km. 14 horas, período 1959 - 1966

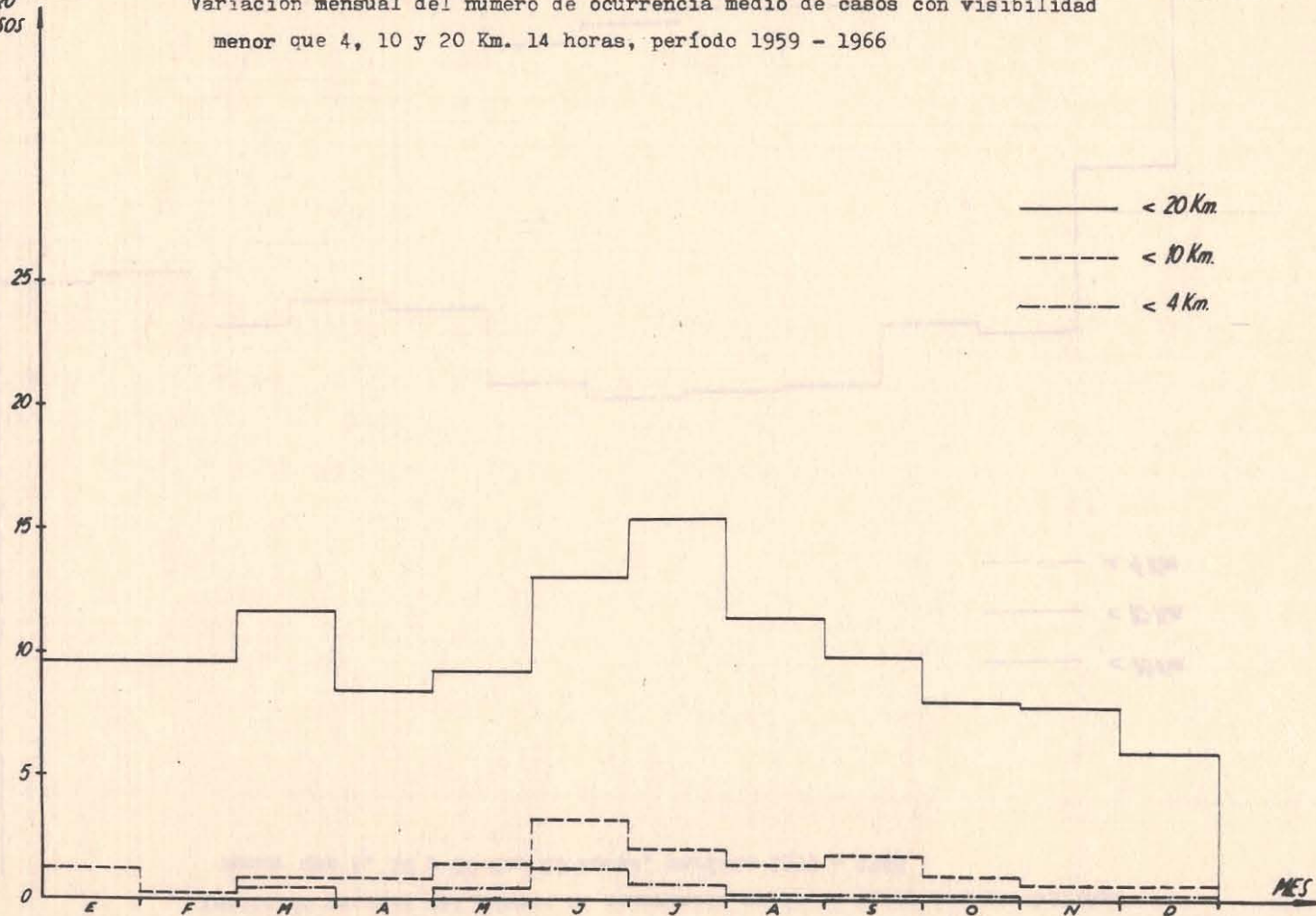


Figura 13

Variación mensual del número de ocurrencia medio de casos con visibilidad
menor que 4, 10 y 20 Km. 20 horas, período 1959 - 1966

NÚMERO
DE CASOS

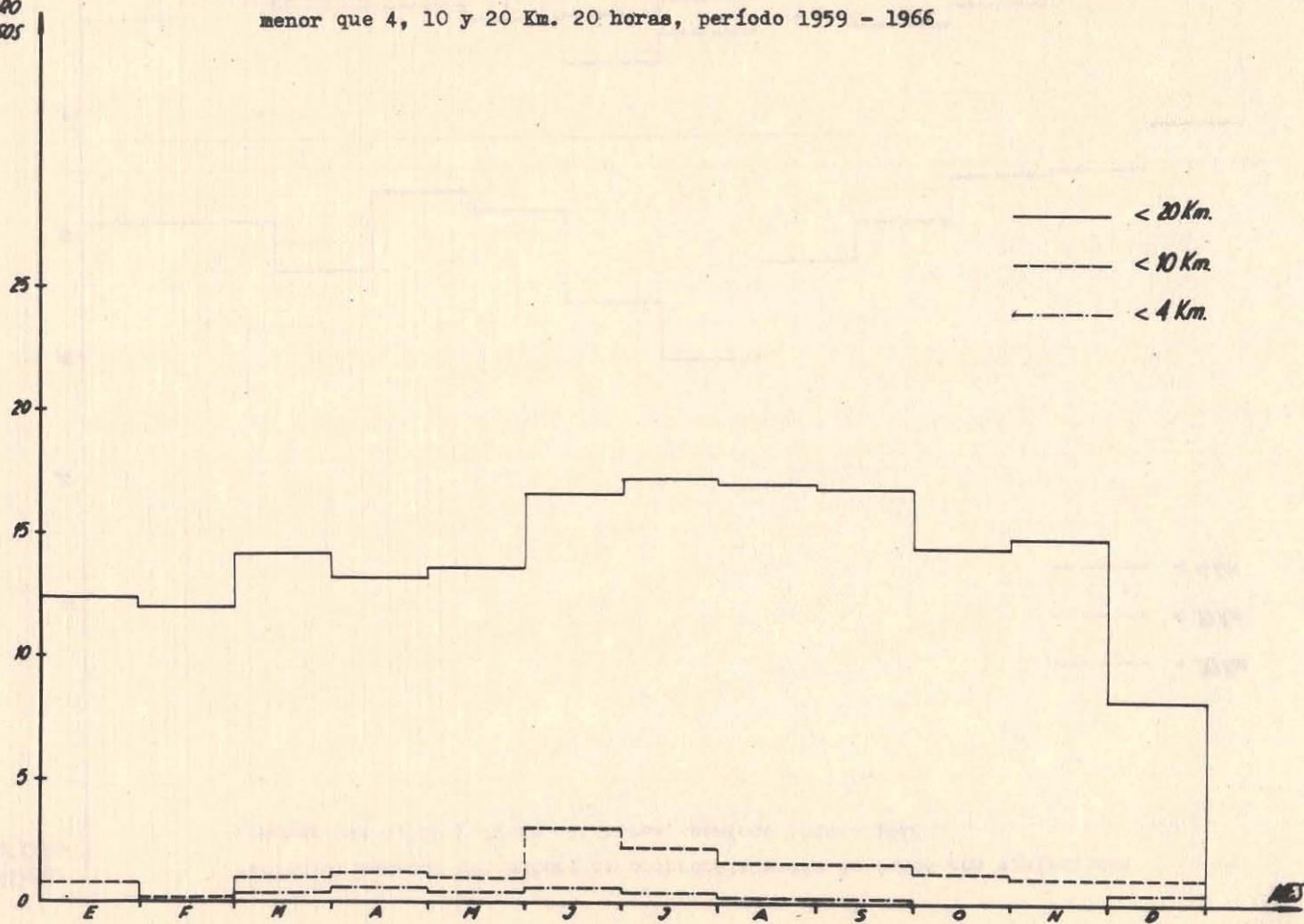


Figura 14

VARIACION MENSUAL DE LA FRECUENCIA MEDIA DE LAS CLASES DE ESTABILIDAD
 (Hora 08 Período 1959 - 1966)

Mes \ Clase	ENERO	FEBR.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
A	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03
B	0,20	0,24	0,21	0,11	0,00	0,00	0,00	0,02	0,12	0,12	0,08	0,23
C	0,30	0,31	0,35	0,29	0,26	0,34	0,29	0,31	0,31	0,24	0,29	0,36
D	0,45	0,45	0,44	0,51	0,50	0,41	0,52	0,49	0,57	0,64	0,62	0,38
E	0,00	0,00	0,00	0,01	0,08	0,09	0,05	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
F	0,00	0,00	0,00	0,05	0,11	0,12	0,08	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
G	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,04	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 15

VARIACION MENSUAL DE LA FRECUENCIA MEDIA DE LAS CLASES DE ESTABILIDAD
 (Hora 14 Período 1959 - 1966)

Mes Clase	ENERO	FEBR.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
A	0,02	0,02	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,02	0,05
B	0,10	0,25	0,28	0,13	0,09	0,12	0,08	0,06	0,19	0,12	0,12	0,11
C	0,22	0,25	0,23	0,22	0,22	0,25	0,27	0,21	0,17	0,15	0,24	0,21
D	0,66	0,48	0,46	0,64	0,69	0,63	0,65	0,73	0,61	0,72	0,62	0,63
E	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 16

VARIACION MENSUAL DE LA FRECUENCIA MEDIA DE LAS CLASES DE ESTABILIDAD
 (Hora 20 Período 1959 - 1966)

Mes Clase	ENERO	FEBR.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
D	0,44	0,29	0,25	0,30	0,31	0,28	0,35	0,25	0,33	0,39	0,40	0,41
E	0,24	0,19	0,16	0,10	0,07	0,09	0,10	0,13	0,06	0,15	0,13	0,20
F	0,23	0,34	0,30	0,23	0,20	0,27	0,16	0,28	0,27	0,21	0,29	0,26
G	0,09	0,18	0,29	0,37	0,42	0,36	0,39	0,34	0,34	0,25	0,18	0,12

Figura 17

VELOCIDAD DEL VIENTO EN SUPERFICIE (m / seg.)	INSOLACION			NOCHE	
	FUERTE	MODERADA	DEBIL	NUBOSIDAD ($\geq 4/8$ cielo cubierto)	NUBOSIDAD ($\leq 3/8$ cielo cubierto)
< 2	A	A - B	B	—	—
2 - 3	A - B	B	C	E	F
3 - 5	B	B - C	C	D	E
5 - 6	C	C - D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

Figura 18: CATEGORIAS DE ESTABILIDAD ATMOSFERICA

Variación mensual del valor medio de la Altura de la
Capa de máxima mezcla vertical (1967 - 1971)

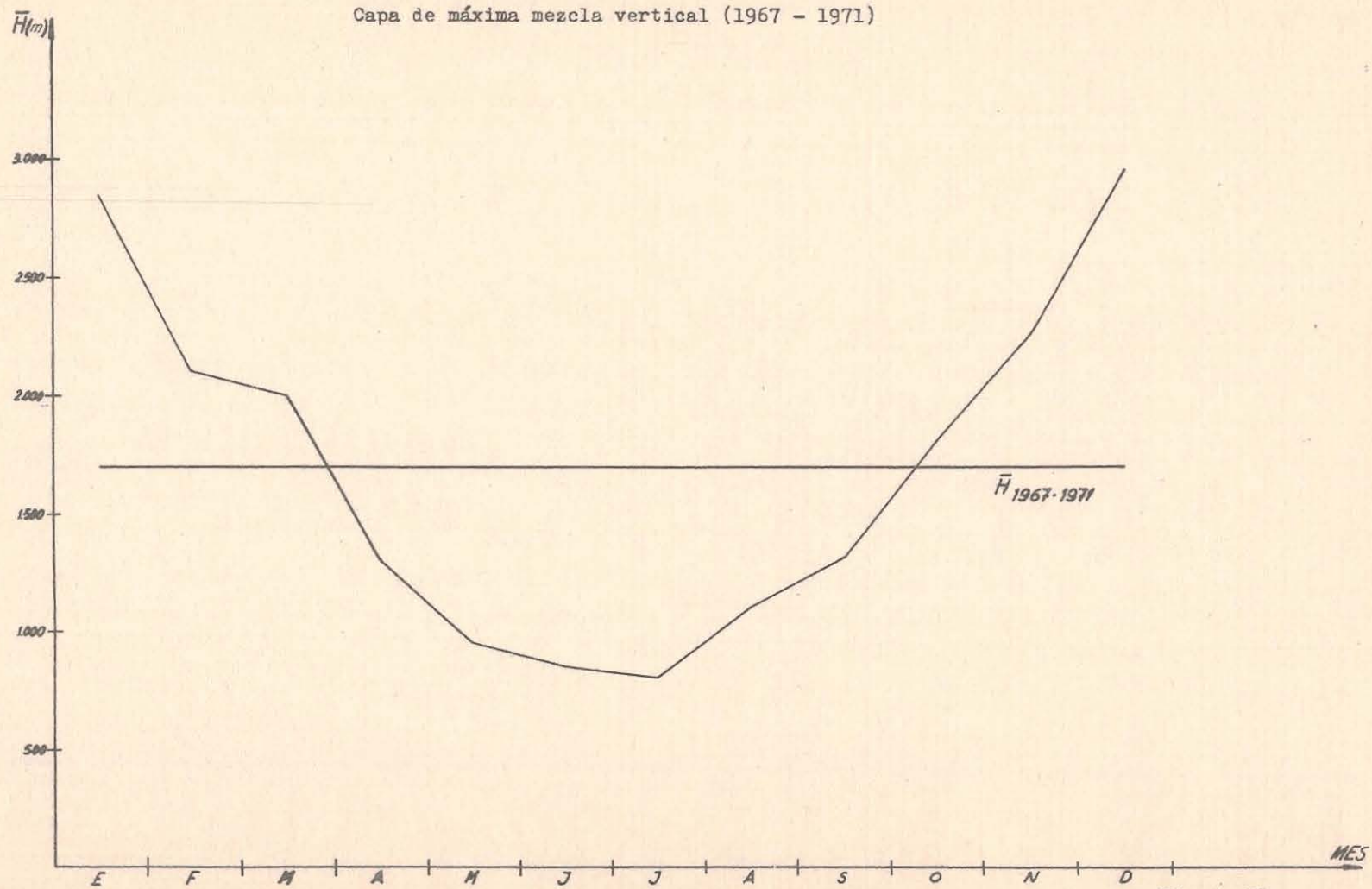


Figura 19