

ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINAS
U A B C

BRISAS EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B. C.
DURANTE LOS MESES DE MARZO A AGOSTO 1978.

TESIS QUE PARA
OBTENER EL TITULO
DE OCEANOLOGO
PRESENTA

EDGAR GERARDO PAVIA LOPEZ

RESUMEN

Se investiga el viento en una región de la Bahía de Todos Santos durante los meses de primavera y verano (de marzo a agosto) de 1978, se obtiene para cada mes: 1) la variación diurna promedio del viento, 2) la magnitud vectorial media, 3) la rapidez media, 4) el índice de persistencia de la dirección y 5) la desviación estandar de la rapidez; Encontrando en cada caso una brisa marina bien marcada, que tiende a aumentar hacia el verano, y que se caracteriza por un viento de mar a tierra durante el día, de dirección persistente, y de rapidez alta y variable. Los resultados obtenidos en este estudio, se comparan con las observaciones realizadas en otra región de la Bahía de Todos Santos, sugiriendo un efecto determinante de la orientación de la línea de costa, sobre la dirección del viento en cualquier región de la bahía. La brisa ~~terrestre~~ no se encontró bien definida.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se desarrolló en la sección de Meteorología del departamento de Oceanografía del Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, como parte del proyecto 'Red Meteorológica en la Bahía de Todos Santos'.

Quiero agradecer al personal de la sección especialmente al M. en C. Sergio Reyes Coca por haber dirigido esta tesis y haberme proporcionado toda la ayuda necesaria durante el desarrollo de mi trabajo en el CICESE; al Met. Gerard Vogel por su colaboración en la selección y aplicación del método de análisis; a los Ings. Martín Barrón y Héctor Santos por su participación en la instrumentación y mantenimiento de la red; al Téc. Met. Javier García por su participación en la realización de las observaciones meteorológicas; al Téc. Met. Enrique García por su ayuda en la digitalización de los registros de viento; y al P.D. Héctor Manzo por sus opiniones y sugerencias.

Agradezco al M. en C. Luis Gustavo Alvarez, jefe del departamento de Física de la UCM, su colaboración en la obtención de los registros de viento utilizados en este estudio, sus correcciones al escrito original, y su ayuda y orientación durante el transcurso de mis estudios en la UCM; Al M. en C.

Salvador Farreras, Investigador del CICESE, por sus correcciones y sugerencias al escrito inicial; al M. en C. Manuel Alvarez, Investigador del Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México, por haber proporcionado las diferentes versiones de su programa DIGVI y sus paquetes de subrutinas; así mismo a todos los compañeros del CICESE y UCM que de alguna forma ayudaron en la realización de este trabajo.

Este estudio fué posible gracias a una beca-tesis del CICESE.

Finalmente quiero agradecer a mis padres Profr. Efrén Pavía y Lucía de Pavía por todo su apoyo y ayuda durante el transcurso de mis estudios.

INDICE

CAPITULO	pag
I. - INTRODUCCION	1
A. - Antecedentes.	1
B. - Objetivo.	3
C. - Descripción de la Red Meteorológica en la Bahía de Todos Santos.	4
D. - Teoría Meteorológica.	6
II. - BRISAS EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS	13
A. - El régimen de brisas en la estación ESCM.	14
B. - Procesamiento y análisis de datos.	15
C. - Resultados.	19
D. - Discusión.	23
III. - CONCLUSIONES, APLICACIONES Y RECOMENDACIONES	25
A. - Conclusiones.	25
B. - Aplicaciones.	28
C. - Recomendaciones.	29
BIBLIOGRAFIA	31
APENDICE	50
I. - Instrumentación meteorológica de la red.	
II. - Programas de computación utilizados en este estudio.	

LISTA DE TABLAS

	pag
Tabla 1. - Periodo de medición de viento en la estación ESCM.	14
Tabla 2. - Duración del viento medio proveniente del SW en la estación ESCM.	21
Tabla 3. - Resumen de observaciones meteorológicas en la Bahía de Todos Santos.	22
Tabla 4. - Resumen de observaciones de viento en El Ciprés B.C., de 1954 a 1969 .	27

LISTA DE FIGURAS

	pag
Figura 1. - Bahía de Todos Santos B.C., Area de estudio.	34
Figura 1bis. - Detalle orográfico de la región de la estación ESCM.	35
Figura 2. - Circuito de circulación de la brisa marina.	36
Figura 3. - Diagrama de vectores de viento en la estación ESCM. Marzo 1978.	37
Figura 4. - Diagrama de vectores de viento en la estación ESCM. Abril 1978.	38
Figura 5. - Diagrama de vectores de viento en la estación ESCM. Mayo 1978.	39
Figura 6. - Diagrama de vectores de viento en la estación ESCM. Junio 1978.	40
Figura 7. - Diagrama de vectores de viento en la estación ESCM. Julio 1978.	41
Figura 8. - Diagrama de vectores de viento en la estación ESCM. Agosto 1978.	42
Figura 9. - Parámetros de viento en la estación ESCM. Marzo 1978.	43
Figura 10. - Parámetros de viento en la estación ESCM. Abril 1978.	44
Figura 11. - Parámetros de viento en la estación ESCM. Mayo 1978.	45
Figura 12. - Parámetros de viento en la estación ESCM. Junio 1978.	46
Figura 13. - Parámetros de viento en la estación ESCM. Julio 1978.	47
Figura 14. - Parámetros de viento en la estación ESCM. Agosto 1978.	48
Figura 15. - Flujo de la brisa marina a través de diferentes líneas de costa.	49

I. -INTRODUCCION

I. A. - ANTECEDENTES

En la actualidad los trabajos meteorológicos de la Bahía de Todos Santos son muy escasos y realmente no existen estudios completos de interacción del sistema tierra-mar-atmósfera de la zona; sin embargo el viento en la bahía ha sido estudiado anteriormente por Alvarez (1977) y mencionado en otros trabajos como Alvarez (1971); Contreras (1973); Domínguez (1976) y Morales (1977).

Diferentes instituciones realizan o han realizado mediciones meteorológicas de la zona, entre ellas el Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE); la Unidad de Ciencias Marinas (UCM); la Base Aérea Militar en El Ciprés B.C. y la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH); sin embargo, los datos se han publicado parcialmente y casi no han sido sujetos a análisis cuantitativos.

Recientemente, debido a la intensificación de los estudios científicos en el área se ha señalado la importancia de contar con un registro continuo de los parámetros meteorológicos de la bahía, por lo que a principios del año 1978 el CICESE instaló la Red Meteorológica en la Bahía de Todos Santos para

realizar esta tarea; tanto para su estudio propio, como para su aplicación a la Oceanografía, Geofísica, actividades agrícolas, y navegación en la zona.

I. B. - OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es estudiar el régimen de brisas en la región de Punta Morro (estación ESCM, figs. 1, 1bis) de la Bahía de Todos Santos.

Uno de los proyectos del programa de la 'Red Meteorológica en la Bahía de Todos Santos' es el estudio de la dinámica atmosférica de la región; por lo que para este trabajo se ha escogido el estudio del viento, por su importancia tanto desde el punto de vista oceanográfico, como atmosférico; ya que produce un efecto determinante en la evaporación y dinámica de las masas de agua superficiales del océano, transporte de contaminantes, y nubosidad.

Los datos de viento obtenidos en esta región de la Bahía de Todos Santos se analizan para:

- 1) Determinar la existencia de un régimen de brisas marina y terrestre.

- 2) Comparar los resultados con observaciones de viento realizadas en otro punto.

- 3) Observar la variación de las características del viento a través de diferentes meses del año.

I. C. - DESCRIPCION DE LA RED METEOROLOGICA EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS.

Actualmente la Red Meteorológica en la Bahía de Todos Santos cuenta con cuatro estaciones (fig. 1) operadas por el CICESE:

1).- ITS, situada en las instalaciones del faro viejo en la menor de las Islas Todos Santos y equipada con un anemógrafo y un meteorógrafo (en el apéndice I se describe la instrumentación existente en todas las estaciones).

2).- ESCM, situada en los edificios de la Escuela Superior de Ciencias Marinas en la parte NE de la bahía, muy cerca de la costa y equipada con un anemógrafo (fig. 1bis).

3).- CICESE, situada en los edificios del Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, en la ciudad (calle Espinoza 843) y equipada con un anemómetro, meteorógrafo, pluviógrafo y un aparato para la recepción de mapas meteorológicos (radiofacsimile); además en esta estación se realizan varias observaciones meteorológicas durante el día por personal de la sección de Meteorología de esta institución.

4).- FARO, situada en los edificios del campo turístico 'Faro Beach' en la parte media de la bahía cerca de la

boca del estero de Punta Banda y equipada con un anemógrafo y un higrómetro.

Además existen otras estaciones operadas por la Base Aérea Militar en El Ciprés; y la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH).

I. D. - TEORIA METEOROLOGICA

Se ha observado, que la línea de costa constituye una discontinuidad en las condiciones meteorológicas de un sistema tierra-mar-atmosfera (Munn, 1966). En un estudio de esta naturaleza es especialmente importante la respuesta diferente que presentan mar y tierra, bajo la influencia del Sol como fuente de calor externo (Defant, 1951).

Varios autores como Fairbridge (1967), Reed (1979), Riehl (1954), coinciden al señalar que durante el día la superficie de la tierra aumenta en mayor magnitud su temperatura en comparación con la de la superficie del mar; esto provoca un aumento mayor de la temperatura del aire inmediato sobre la tierra; este aire se expande y, ya que el aire sobre el mar, mas frio y denso fluye hacia la tierra, se eleva (Reed, 1979); A cierta altura, cuando la influencia del calentamiento terrestre disminuye, el aire sobre la tierra regresa hacia el mar, donde reemplaza al aire superficial que inicialmente fluyó hacia la tierra; esto origina la circulación típica de brisa marina.

Por definición, la circulación puede expresarse como la integral de línea de la velocidad tangencial media alrededor de una trayectoria cerrada (Holton, 1973):

$$C = \oint \vec{V} \cdot d\vec{r} \quad (1.1)$$

donde C es la circulación
 \vec{V} es la velocidad tangencial media
 y \vec{r} es el vector que representa la trayectoria

Para ilustrar el caso de la brisa marina, se deriva el teorema de la circulación, en función de propiedades medibles en la atmósfera; de la segunda ley de Newton para un circuito cerrado de partículas en una parcela de aire se tiene que:

$$d\vec{V}/dt = -2\Omega \times \vec{V} - \nabla p/\rho + g + f \quad (1.2)$$

donde t es tiempo
 $2\Omega \times V$ es el término debido a la rotación
 de la tierra
 p es presión
 ρ es densidad
 g es gravedad
 f es fricción

En este caso los términos debidos a la fricción y el movimiento de la tierra son despreciables (Holton, 1973); el resultado de la integral de línea de la segunda ley de Newton en

un sistema absoluto de coordenadas es (Holton, 1973):

$$\oint [d\vec{V}_a/dt] \cdot d\vec{r} = - \oint [\nabla p \cdot d\vec{r}] / \rho \quad (1.3)$$

ya que el término de gravedad se hace cero en una integral de línea; de donde se obtiene:

$$dC_a/dt = - \oint dp / \rho \quad (1.4)$$

donde C_a es circulación absoluta

ya que el aire en condiciones normales se considera un gas ideal, se puede sustituir la densidad de la ley de los gases:

$$\rho = p / RT \quad (1.5)$$

obteniendo:

$$dC_a/dt = - \oint RT d \ln p \quad (1.6)$$

donde R es la constante de los gases

(2 870 000 erg/g K), para aire seco

T es temperatura

de esta forma se obtiene el cambio de la circulación con respecto al tiempo, en función de propiedades medibles en la atmósfera: temperatura y presión.

Para evaluar la integral de (1.6), se considera un plano perpendicular a la línea de costa (fig. 2) de largo (L), y altura (h); con una temperatura (Ta) en la base sobre el mar, (Tb) en la base sobre la tierra, (Tc) en la parte superior sobre la tierra, (Td) en la parte superior sobre el mar, y con temperaturas medias (\bar{T}_1) en la columna de aire sobre el mar, y (\bar{T}_2) en la columna de aire sobre la tierra; una presión (p0) en la base, y (p1) en la parte superior; y se efectúa para cada segmento obteniendo:

en la base:

$$-R(T_b - T_a) (\ln p_0 - \ln p_0) = 0$$

en la parte superior:

$$-R(T_d - T_c) (\ln p_1 - \ln p_1) = 0$$

sobre la tierra:

$$-R \bar{T}_2 (\ln p_1 - \ln p_0)$$

sobre el mar:

$$-R \bar{T}_1 (\ln p_0 - \ln p_1)$$

total:

$$dC_a/dt = [R \bar{T}_2 (\ln p_0 - \ln p_1)] - [R \bar{T}_1 (\ln p_0 - \ln p_1)]$$

de donde:

$$dC_a/dt = R \ln (p_0/p_1) (\bar{T}_2 - \bar{T}_1) \quad (1.7)$$

Si la circulación en el circuito es:

$$C_a = \bar{V} \times 2(h+L) \quad (1.8)$$

obtenemos finalmente la aceleración:

$$d\bar{V}/dt = [R \ln (p_0/p_1) (\bar{T}_2 - \bar{T}_1)] / 2(h+L) \quad (1.9)$$

donde $2(h+L)$ es el perímetro del circuito (fig. 2).

Con esto se observa que no existe contribución a la

circulación en los segmentos horizontales, y que la aceleración depende de: el cociente de presiones, la diferencia de temperaturas y las dimensiones del circuito.

El teorema de la circulación no considera el efecto de la fricción, pero en la realidad eventualmente se alcanza un balance entre la generación de energía cinética por la intersección de las superficies de presión y densidad y la disipación por fricción (Holton, 1973). Tampoco se considera el efecto de Coriolis, sin embargo se observa que la dirección del viento superficial en la mañana es normal a la costa, y hacia la tarde se mueve gradualmente a un ángulo oblicuo (Fairbridge, 1967).

Durante la noche la tierra se enfría por radiación, mientras que la temperatura de la superficie del mar se mantiene menos variable, por lo que las condiciones se invierten ocasionando que el aire fluya en sentido contrario (brisa terrestre); esta brisa terrestre es generalmente de menor dimensión que la brisa marina, debido a que la diferencia de temperaturas es menor (Defant, 1951).

La característica mas notoria de la existencia de las brisas marina y terrestre es la inversión de la dirección del viento superficial a través del día, en este trabajo, se estudia precisamente el flujo en el segmento horizontal inferior del

circuito de circulación del viento local.

II. - BRISAS EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS

II.A. - BRISAS MARINA Y TERRESTRE EN LA ESTACION ESCM

La estación ESCM se encuentra localizada en la Bahía de Todos Santos sobre la línea de costa de orientación NW-SE teniendo la tierra hacia el NE (fig. 1), por lo que en días soleados, y bajo condiciones atmosféricas normales se espera un viento aproximadamente SW (brisa marina) y durante la noche un viento proveniente de la dirección opuesta y de menor intensidad (brisa terrestre). Una excepción importante ocurre durante el fenómeno conocido como condición Santa Ana que se caracteriza por vientos provenientes del E y que se presentan en esta zona principalmente entre octubre y enero (Alvarez, 1977); sin embargo la posibilidad de que los datos utilizados en este estudio estén afectados por este fenómeno es mínima ya que solo se considera el periodo entre marzo y agosto (tabla 1).

Tabla 1. - Registros de viento en la estación ESCM (31° 51' 28'' N, 116° 40' 22'' W, a 15.4 m sobre el nivel medio del mar) durante marzo a agosto 1978.

MES	PERIODO DE MEDICION	TOTAL DIAS
Marzo	3-6, 15-30	20
Abril	19-30	12
Mayo	1-23	23
Junio	13-30	18
Julio	1-8, 12-13, 27-31	15
Agosto	1-13, 17-25	20

II. B. - PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

En la estación ESCM ($31^{\circ} 51' 28''$ N, $116^{\circ} 40' 22''$ W) se tomaron datos de viento con un anemógrafo de registro continuo Kahlsico 02AM300 que se encontraba a 15.4 m sobre el nivel medio del mar, 8.7 m sobre el suelo y 2.4 m sobre un edificio que alberga los laboratorios de Física y Geología de la Escuela Superior de Ciencias Marinas en un lugar cercano a la costa (fig. 1bis).

Los registros del anemógrafo (rollos de papel) fueron leídos por medio de un digitalizador Talos 1614 obteniendo cintas perforadas de papel que fueron introducidas a una computadora PRIME 400 donde por medio de un programa (apendice II) se obtuvieron los valores interpolados de rapidez y dirección de viento cada cada quince minutos.

Se analizó estadísticamente los valores de rapidez y dirección del viento de los días del mes en los que se tenían registros (tabla 1). Los días analizados no necesariamente fueron continuos pero se tomó diez días como mínimo para que los resultados fueran representativos del mes. Los arreglos iniciales de datos se pueden representar como R_{ij} y D_{ij} , donde R es la rapidez, D es la dirección, i es el tiempo cada quince minutos durante el día (i de 1 a 96) y j es el día durante el mes (j de 1 a N, N mínimo 10, máximo 31). Entonces, puede

obtenerse la componente del viento positiva hacia el Este:

$$\vec{U}_{ij} = -R_{ij} \text{ Sen } D_{ij} \quad (2.1)$$

y la componente del viento positiva hacia el Norte:

$$\vec{V}_{ij} = -R_{ij} \text{ Cos } D_{ij} \quad (2.2)$$

de (2.1) y (2.2) se calculan valores medios mensuales para cada intervalo de quince minutos:

$$\vec{U}_i = 1/n \sum_{j=1}^n \vec{U}_{ij} \quad (2.3)$$

$$\vec{V}_i = 1/n \sum_{j=1}^n \vec{V}_{ij} \quad (2.4)$$

de (2.3) y (2.4) se obtiene el viento medio durante el mes a las i horas:

$$\vec{W}_i = \vec{U}_i + \vec{V}_i \quad (2.5)$$

la rapidez media será:

$$\bar{R}_i = 1/n \sum_{j=1}^n R_{ij} \quad (2.6)$$

y la magnitud del viento medio mensual, cada quince minutos:

$$[\bar{W}_i] = (\bar{U}_i^2 + \bar{V}_i^2)^{1/2} \quad (2.7)$$

dividiendo (2.7) entre (2.6) se obtiene un índice de la persistencia de la dirección del viento a esa hora del día. Cuando el viento sopla de una sola dirección, la magnitud del viento medio mensual (2.7), será igual a la rapidez media (2.6), y la persistencia será igual a uno; sin embargo si el viento sopla de todas direcciones (o de una dirección la mitad del tiempo y de la dirección contraria la otra mitad), la magnitud del viento medio mensual y la persistencia serán igual a cero (Panofsky y Brier, 1963).

$$P_i = [\bar{W}_i] / \bar{R}_i \quad (2.8)$$

El índice de persistencia (2.8), se refiere solamente a la dirección del viento (Schwerdtfeger, 1959). Una medida de la variabilidad de la rapidez del viento se obtiene calculando su desviación estandar según Panofsky y Brier (1963):

$$S_i = (1/n-1 \sum_{j=1}^n (R_{ij} - \bar{R}_i)^2)^{1/2} \quad (2.9)$$

Los \vec{W}_i (2.5) son representados en diagramas de vectores (figs. 3-8) y los \bar{R}_i (2.6), $[\vec{W}_i]$ (2.7), P_i (2.8) y S_i (2.9) son graficados para cada mes (figs. 9-14). Las gráficas y diagramas fueron generados en un graficador Versatec 1200A del sistema operativo de la computadora PRIME 400 del CICESE.

II. C. - RESULTADOS

Los vectores en las figuras 3 a 8 muestran el promedio mensual cada 15 minutos de la magnitud y la dirección de la que proviene el viento (los puntos finales de los vectores forman una línea paralela a la escala de tiempo), se observa claramente la existencia de un viento proveniente de la dirección SW durante el día (brisa marina) en todos los meses de estudio, sin embargo la dirección del viento durante la noche (brisa terrestre) no se encuentra bien definida.

En las figuras 9 a 14 se observa que el viento durante el día presenta valores altos de persistencia, solo en junio (fig. 12) la persistencia disminuye de las 10:00 hs. (hora local) hacia la tarde, así mismo se observa que la desviación estandar de la rapidez es menor durante la noche, exceptuando mayo (fig. 11) donde la desviación durante el día es comparable a la de la noche. En julio a las 11:00 hs. (fig. 13) y agosto a las 16:00 hs. (fig. 14) se observa que la desviación estandar de la rapidez alcanza valores muy altos.

La tabla 2 indica el lapso durante el cual el viento medio presenta ambas componentes \hat{U} y \hat{V} positivas (viento proveniente del SW), este lapso tiende a aumentar de marzo a agosto.

La tabla 3 presenta un resumen de las observaciones meteorológicas de la región durante los meses de estudio, este muestra generalmente condiciones favorables para el desarrollo de la brisa marina.

Los valores mas altos de rapidez de viento se encontraron en los meses de abril (fig. 10), julio (fig. 13) y agosto (fig. 14) y los mas bajos en marzo (fig. 9). Se puede observar que la magnitud del viento medio mensual es muy similar a la rapidez media durante el día en todos los meses de estudio, esto es debido a que la dirección del viento es casi siempre la misma a una hora del día durante el mes (la persistencia es alta); solo en junio (fig. 12) y en general durante la noche, la magnitud del viento medio es considerablemente menor que la rapidez media, debido a que la dirección del viento es muy variable (la persistencia es baja).

Tabla 2. - Lapso durante el cual el viento medio tiene ambas componentes \bar{U} y \bar{V} positivas en la estación ESCM (1978).

MES	LAPSO (HORA LOCAL)	TOTAL (HORAS)
Marzo	8:30-19:00	10:30
Abril	6:45-19:30	12:45
Mayo	7:30-20:45	13:15
Junio	7:15-20:15	13:00
Julio *	7:30-22:15	14:45
Agosto	5:45-22:45	17:00

* También durante 0:15-6:15

TABLA #3. Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la estación CICESE, Marzo-Agosto 1978
(Sección de Meteorología, CICESE)

MES	DIAS DESPEJADOS	DIAS NUBLADOS	NUBOSIDAD PROVENIENTE/PREDOMINANTE		DIAS CON BAJA PRESION <1007 mb	DIAS CON ALTA PRESION >1015 mb	DIAS CON PRECIPITACION
MARZO	10	9	SW, WSW	Cu, Sc, Cs	3	6	6
ABRIL	8	3	SW, WSW	Cu, Sc, Cs	-	3	7
MAYO	12	4	W, WSW	Cu, Cs, St	7	1	-
JUNIO	16	1	SW, WSW	Cu, St	-	-	-
JULIO	12	3	SW	Cu, St	5	-	-
AGOSTO	12	5	SW	Cu, St	1	-	-

Cu = Cúmulos

Sc = Estratocúmulos

Cs = Cirrostratos

St = Estratos

II. D. - DISCUSION

Los resultados muestran que la brisa marina se encuentra bien marcada en todos los meses de estudio a diferencia de la brisa terrestre que se encontró muy pobremente definida.

Anteriormente se ha señalado que en zonas de surgencias (como la costa noroccidental de Baja California especialmente durante primavera y verano (Bakun, 1973, Bakun y Nelson, 1978)), la presencia de aguas frías superficiales genera un mayor gradiente de temperatura entre mar y tierra durante el día que incrementa la brisa marina (Amador, 1978). Al parecer no se ha señalado a este fenómeno como agente causal del debilitamiento de la brisa terrestre; sin embargo, si durante el día al calentarse la tierra, se genera un mayor gradiente de temperatura entre mar y tierra por la presencia de aguas frías superficiales, durante la noche al enfriarse la tierra, estas mismas aguas frías causan que el gradiente en sentido contrario sea menor, disminuyendo la brisa terrestre. En el caso de este estudio es probable que la brisa terrestre también haya sido afectada por la presencia de una colina situada tierra adentro (fig. 1bis).

La variación estacional de la duración de la brisa marina se ha explicado por la variación estacional de la

duración del día, o sea que en días mas largos la duración de la brisa marina será mayor (Defant, 1951); sin embargo, los resultados de este estudio muestran que la brisa marina aumenta hacia agosto (tabla 2), no obstante que los días mas largos en estas latitudes ocurren alrededor del 22 de junio (Solsticio de verano) (Hess, 1959). Probablemente la duración de la brisa marina este también relacionada con la temperatura del ambiente, que depende de la insolación, ya que siendo en esta zona el mes de junio en el que se recibe mayor radiación solar (Hess, 1959), el mes mas calido es sin embargo agosto por el retraso del calentamiento que existe en las estaciones (Byers, 1974).

La brisa marina se establece por el movimiento en sentido contrario a las manecillas del reloj del vector de viento (backing), hasta que la dirección es normal a la costa, entonces el viento se mueve a través del día en el sentido de las manecillas del reloj (veering), este ultimo movimiento es debido al efecto de Coriolis (Fairbridge, 1967) y ocurre muy notoriamente durante el día en todos los meses de estudio (figs. 3-8) y al finalizar la brisa marina durante los meses de marzo a mayo (fig. 3-5) pero no durante junio y julio (figs. 6-7).

III. - CONCLUSIONES, APLICACIONES Y RECOMENDACIONES

III. A. - CONCLUSIONES

En la estación ESCM (fig. 1) existe una brisa marina bien definida proveniente de la dirección SW que aumenta en duración de marzo a agosto (tabla 2) y se establece en la mañana por el movimiento en sentido contrario a las manecillas del reloj del viento (backing) y durante el día se mueve en el sentido inverso (veering) (figs. 3 a 8), esta brisa marina es de rapidez alta y variable (entre 10 y 30 km/h) con ráfagas ocasionales señaladas por puntos máximos de rapidez que coinciden con valores altos de desviación estandar (figs. 13 y 14) y de dirección muy persistente (figs. 9 a 14).

Comparando la dirección de la brisa marina en la estación ESCM (principalmente SW), con las observaciones preliminares en la estación FARD (fig. 1) (viento durante el día de mar a tierra y aproximadamente perpendicular a la costa), y los resultados obtenidos por Alvarez (1977) (tabla 4) quien realizó un estudio con datos de viento durante la mañana de 1954 a 1969 en El Ciprés B.C. (fig. 1) que muestran una dominancia de la dirección NW, se puede concluir que el flujo de la brisa marina en la Bahía de Todos Santos es divergente, reforzando la propuesta de Barbato (1978) sobre el efecto de la línea de costa en la dirección de la brisa marina (fig. 15).

El viento durante la noche es de dirección poco persistente y de rapidez baja y menos variable (alrededor de 6 km/h), por lo que la brisa terrestre no esta bien definida en este punto (fig. 1bis).

Tabla 4. - Resumen de las observaciones de viento en El Ciprés
B. C. durante 1954 a 1969 (Alvarez, 1977).

DIRECCION	No. de DIAS	PORCENTAJE	INTENSIDAD
			MAS FRECUENTE
NW	1680	49.2	8 nudos
W	636	18.6	8 nudos
WNW	357	10.5	8 nudos
N, NE, E, SE,			
S, SW	240	7.0	variable
CALMAS	501	14.7	

III. B. - APLICACIONES

El viento en una zona costera se estudia con el objeto de diseñar estructuras marinas y edificaciones costeras (Wiegel, 1964); para estimar corrientes superficiales (Alvarez, 1971); investigar el fenómeno de surgencias (Amador, 1978); calcular evaporación (Pond, Fissel y Pausol, 1974) y arrastre de masas de aguas en esteros; en estudios ecológicos (García y Chee, 1976) y para aplicar su análisis a la navegación aérea y marítima (Alvarez, 1977).

En general los estudios de viento local se utilizan en Climatología (Panofsky y Brier, 1963), distribución de contaminantes (Keen, Lyons y Schuh, 1979) y estudios atmosféricos como nubosidad (Battan, 1962).

Los resultados de este estudio, así como los datos utilizados, pueden aplicarse en las investigaciones tanto oceanográficas como atmosféricas del área de la Bahía de Todos Santos B. C.

III. C. - RECOMENDACIONES

Es muy importante señalar la necesidad de mantener las estaciones que hasta ahora componen la Red Meteorológica en la Bahía de Todos Santos y de ser posible aumentar dos estaciones mas, una en el área de San Miguel y otra cerca de Punta Banda (fig. 1), Preferentemente estas estaciones deberán estar equipadas con instrumentación uniforme para facilitar el procesamiento de datos y comparación de resultados; muy conveniente sería que una estación por lo menos incluyera mediciones a varios niveles y de ser posible radiosondeos.

Es recomendable un estudio simultaneo de todas las estaciones de la red para determinar el campo de viento sobre toda la bahía, y obtener correlaciones del viento con diferentes mediciones oceanográficas.

Si se cuenta con observaciones de altura (radiosondeos) es posible delimitar la trayectoria de la brisa marina y utilizando el teorema de la circulación (1.4), calcular los valores de viento que comparados con las mediciones reales nos darán una estimación del coeficiente de arrastre.

El método de analisis utilizado en este estudio, probablemente puede mejorarse con la aplicación de una media corrida apropiada para reducir el nivel de ruido en las series

truncadas de las componentes de viento (Reed, 1979).

Los resultados de este estudio muestran que es recomendable no ubicar plantas o factorías que despidan aerosoles a lo largo de la costa en la Bahía de Todos Santos para evitar la contaminación del aire en zonas densamente pobladas; ya que durante el día el viento es hacia tierra adentro y de magnitud considerable. Por otro lado, tampoco es recomendable la ubicación de industrias tierra adentro, ya que durante la noche el viento es generalmente hacia el mar, y debido a que su intensidad es baja, el tiempo de permanencia de los contaminantes sobre la ciudad será mayor. No obstante que es necesario un estudio mas detallado para establecer la mejor ubicación de zonas industriales en la ciudad, al parecer estas deberán localizarse hacia el Sur de las zonas pobladas.

Finalmente, para estudios que consideren el viento en la Bahía de Todos Santos es recomendable no utilizar las observaciones en un solo punto como representativas de toda la bahía ya que la circulación local de la brisa marina es diferente dependiendo de la orientación de la línea de costa (fig. 15).

BIBLIOGRAFIA

- Aereomapas, 1968, SARH, Mexico D.F.
- Alvarez L.G., 1971, Medición de corrientes superficiales en la Bahía de Todos Santos, B.C., Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC, Tesis Profesional, 54 pp.
- Alvarez L.G., 1977, Vientos en la Bahía de Todos Santos, B.C., Ciencias Marinas, Vol. 4, No. 1, pp. 81-89.
- Amador A., 1978, Analisis de vientos, corrientes y nivel del mar en una zona de surgencias cerca de Punta Colonet, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Tesis de Maestría, 32. pp.
- Bakun A., 1973, Coastal upwelling indices, west coast of North America, 1946-71, NOAA Technical Report, NMFS, SSRF-671, 103 pp.
- Bakun A. y Nelson C., 1978, Climatology of upwelling related processes off Baja California, CALCOFI prog. rpt. XIX, pp. 107-127.
- Barbato J.P., 1978, Aereal parameters of the sea breeze and its vertical structures in the Boston basin, Bull. Am. Met. Soc., Vol. 59, No. 11, pp. 1420-1431.
- Battan L.J., 1962, Cloud Physics and cloud seeding, Anchor Books, N.Y., 143 pp.
- Byers H.R., 1974, General Meteorology, Mc Graw-Hill, Inc., N.Y., 461 pp.
- Contreras I., 1973, Influencia termohalina de las aguas del Estero de Punta Banda en la Bahía de Todos Santos, B.C., Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC, Tesis Profesional, 68 pp.

Defant F., 1951, Local Winds, Compendium of Meteorology, Am. Met. Soc., pp. 655-672.

Domínguez J.P., 1976, Diseño de una planta de tratamiento por eutroficación controlada para aguas residuales y bioensayos preliminares, Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC, Tesis Profesional, 97 pp.

Fairbridge R.W. (Editor), 1967, The Encyclopedia of Atmospheric Sciences and Astrogeology, Reinhold Pub. Co., N.Y., 1200 pp.

García L. y Chee G., 1976, Ecología de la zona entremareas de la Bahía de Todos Santos, Ciencias Marinas, Vol. 3, No. 1, pp. 10-27.

Hess S., 1959, Introduction to Theoretical Meteorology, Holt, Rinehart and Wiston Books, N.Y., 362 pp.

Holton J.R., 1973, An introduction to Dynamic Meteorology, Academic Press, N.Y., 319 pp.

Keen C., Lyons W. y Schuh J., 1979, Air pollution transport studies in a coastal zone using kinematic diagnosis analysis, Jour. of. Appl. Met., Vol. 18, May, pp. 606-615.

Morales C., 1977, Variaciones estacionales de la temperatura en la Bahía de Todos Santos, B.C., Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC, Tesis Profesional, 65 pp.

Munn R.E., 1966, Descriptive Micrometeorology, Met. Ser. of Canada, Academic Press, N.Y., 245 pp.

Panofsky H.A. y Brier G.W., 1963, Some applications of statistics to Meteorology, The Pennsylvania State University, 224 pp.

Pond S., Fissel D. y Pausol C., 1974, A note on Bulk Aereodynamic Coefficients for sensible heat and moisture fluxes, Bound. Layer Met., Vol. 6, pp. 333-359.

Reed J., 1979, Cape Canaveral Sea Breezes, Jour. of Appl. Met., Vol. 18, pp. 231-235.

Riehl H., 1954, Tropical Meteorology, Mc Graw-Hill Inc., N.Y., 392 pp.

Schwerdtfeger W., 1959, El régimen de los vientos en la costa occidental de San Martín, Secretaría de Marina, División de Meteorología, Bs. As., Argentina, 30 pp.

Wiegel L.R., 1964, Oceanographical Engineering, Prentice-Hall, pp. 11-58.

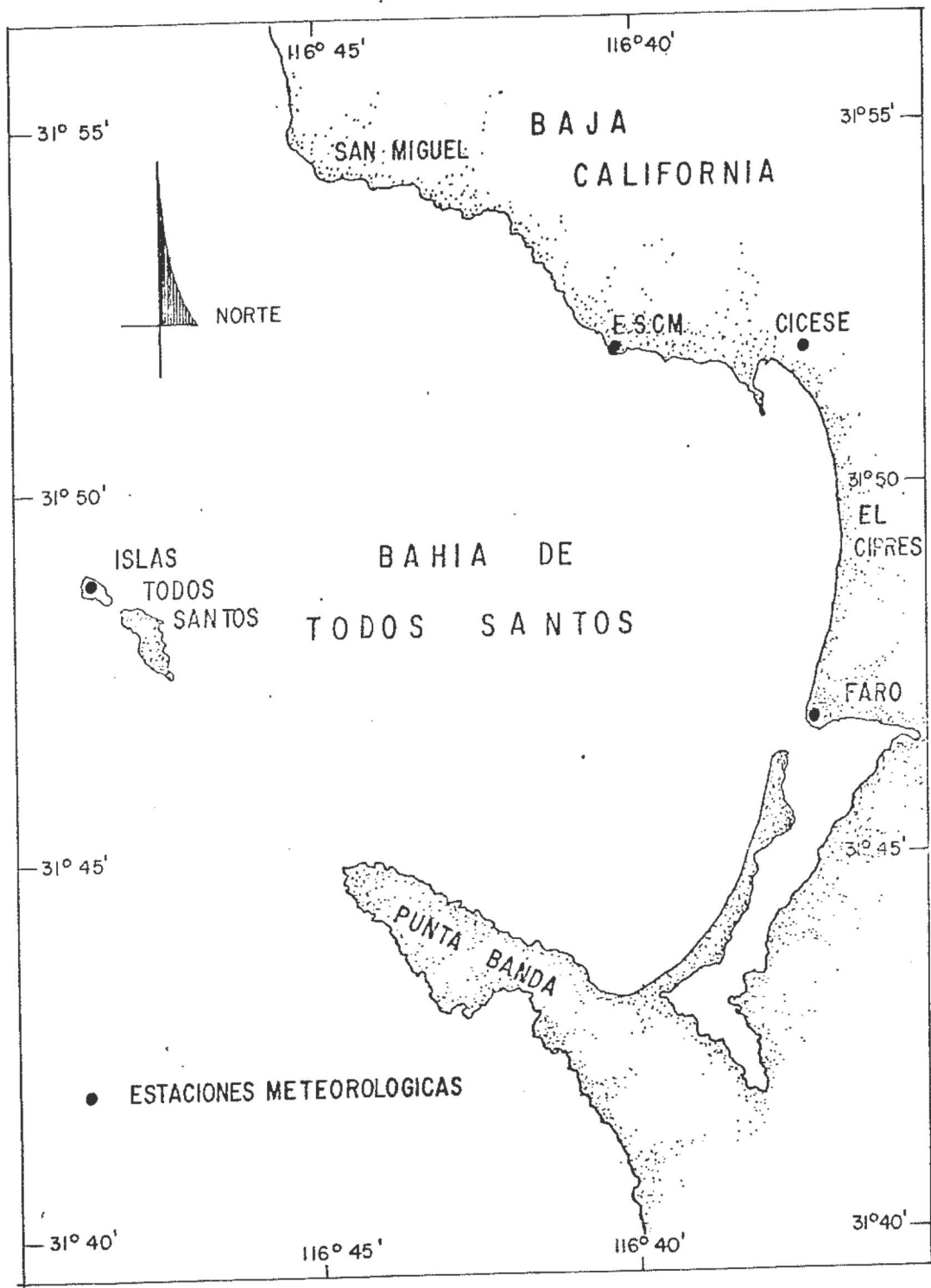


FIG.- 1 Bahía de Todos Santos , B. Cfa
 Area de Estudio.

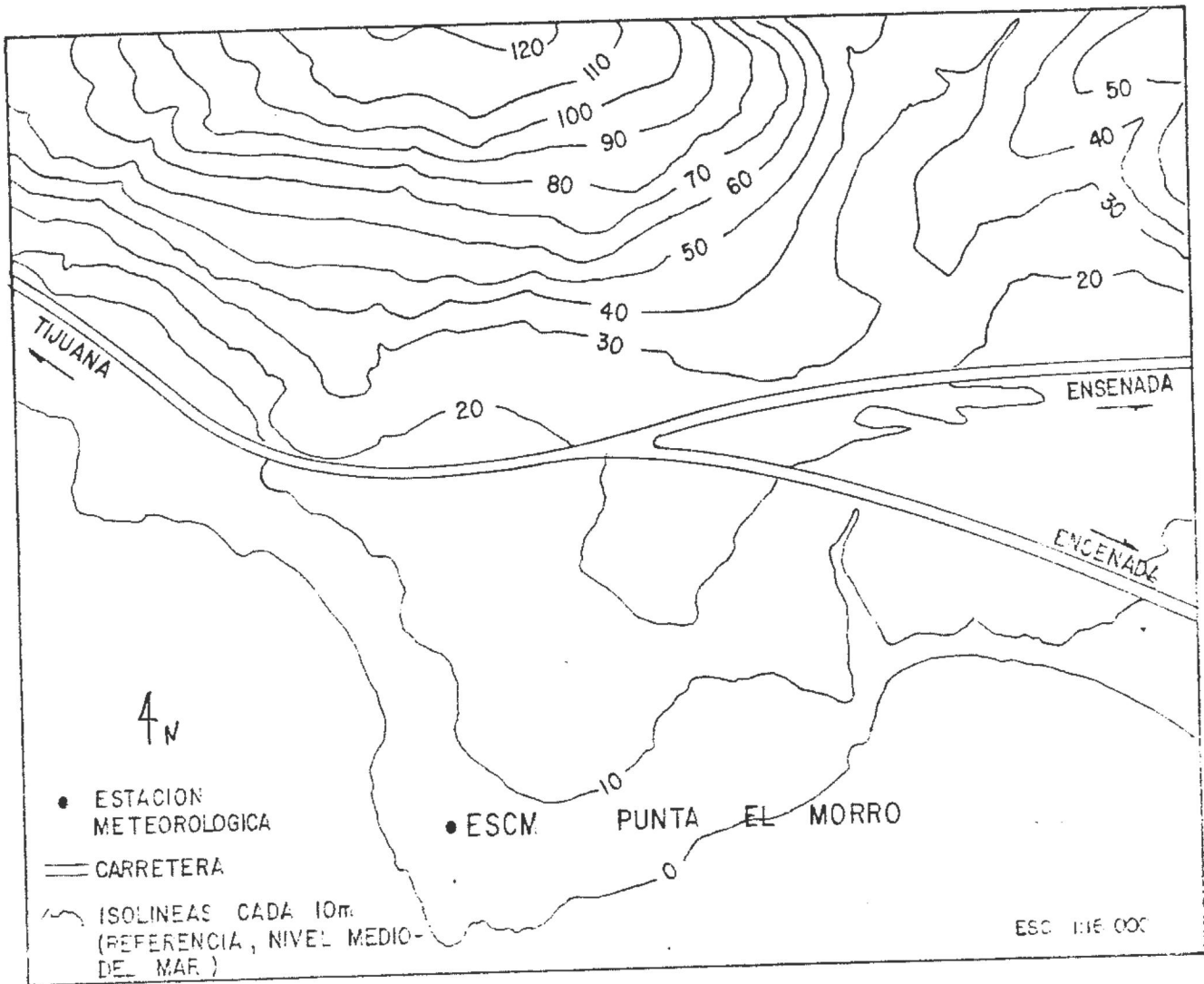


FIG.- I BIS DETALLE OROGRAFICO DEL AREA DE LA ESTACION
E S C M. (Aerofoto mapas SARH, 1968).

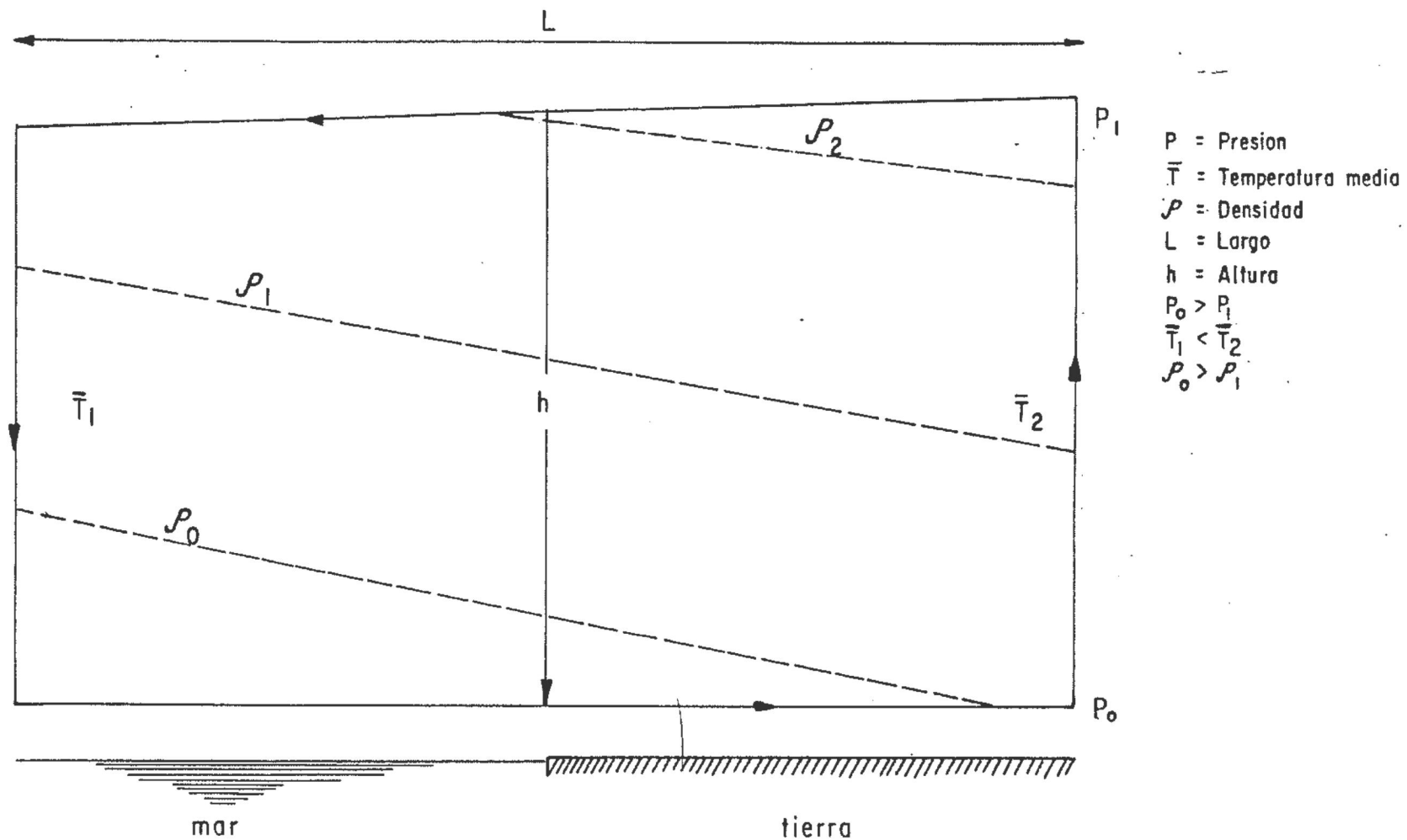


FIG.- 2 ESQUEMA DEL CIRCUITO DE CIRCULACION DE LA BRISA MARINA.
 LAS LINEAS PUNTEADAS INDICAN SUPERFICIES ISOTERICAS
 (Holton, 1973)

FIG. 3.- VIENTO EN ESCM MARZO 1978

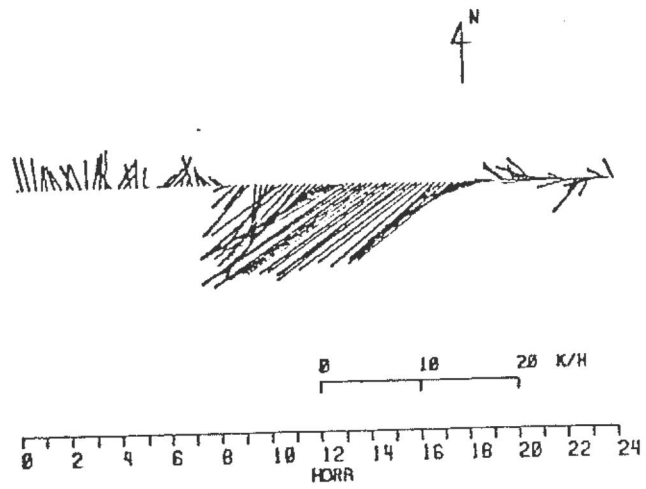


FIG. 4.- VIENTO EN ESCM ABRIL 1978

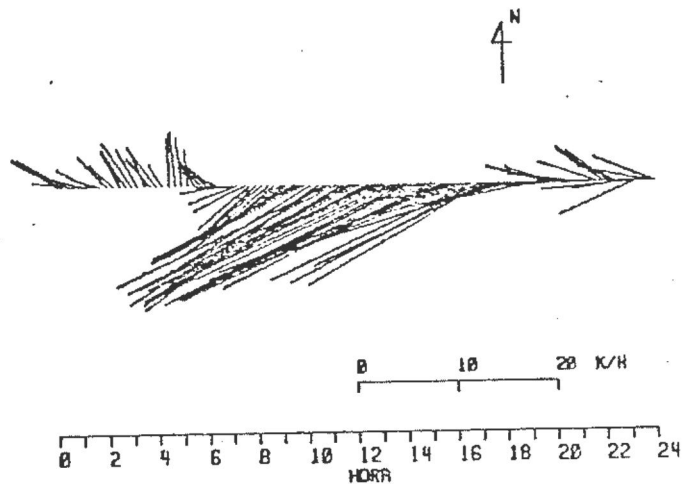


FIG. 5.- VIENTO EN ESCM MAYO 1978

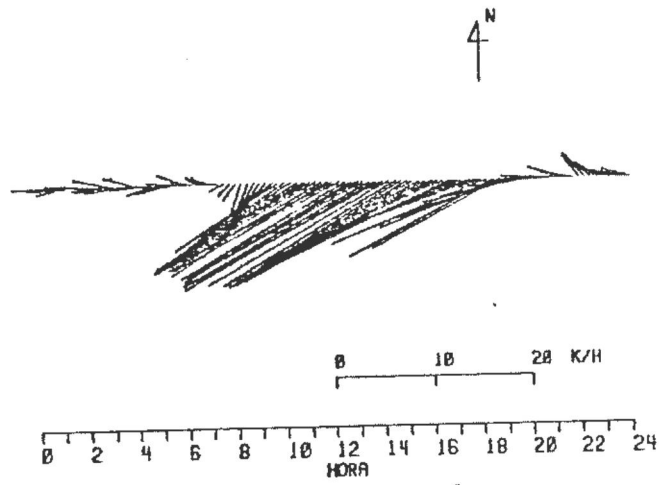


FIG. 6.- VIENTO EN ESCM JUNIO 1978

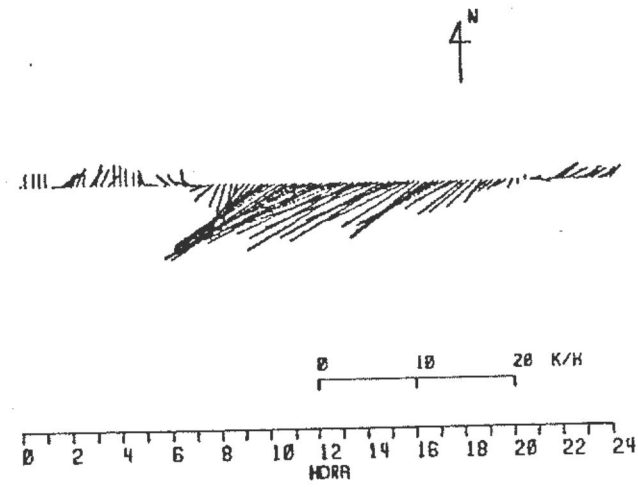


FIG. 7.- VIENTO EN ESCM JULIO 1978

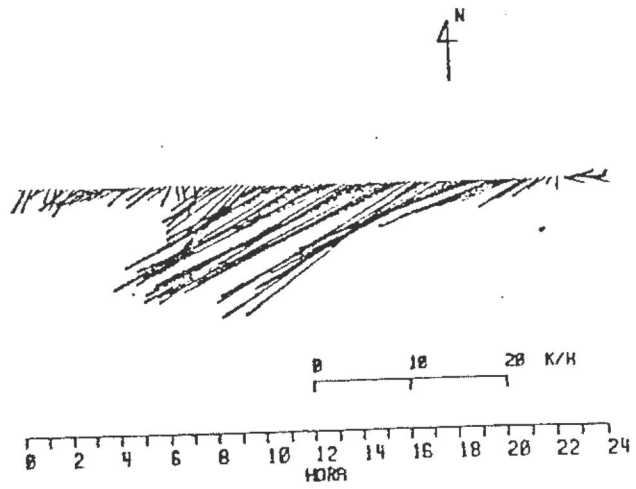
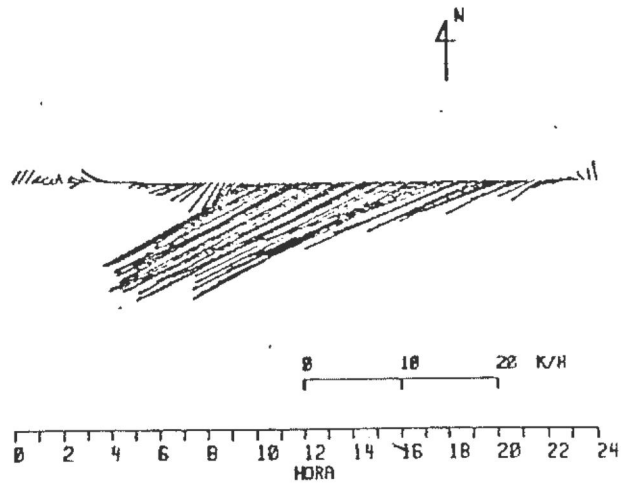


FIG. 8.- VIENTO EN ESCM AGOSTO 1978



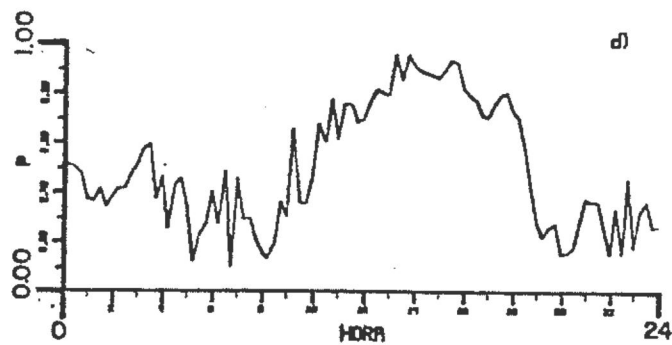
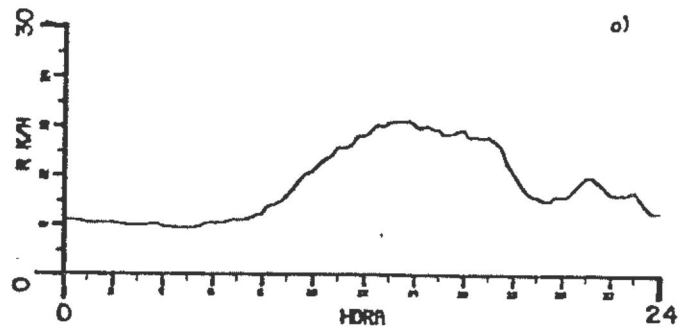
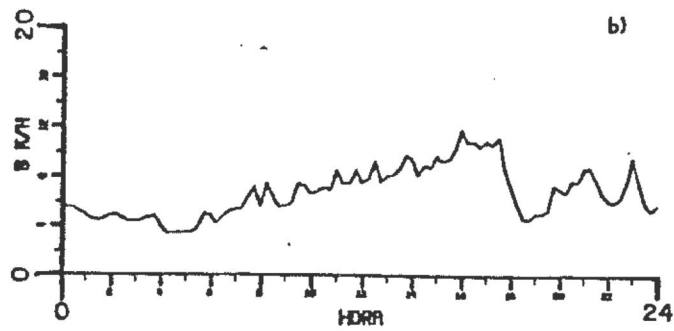
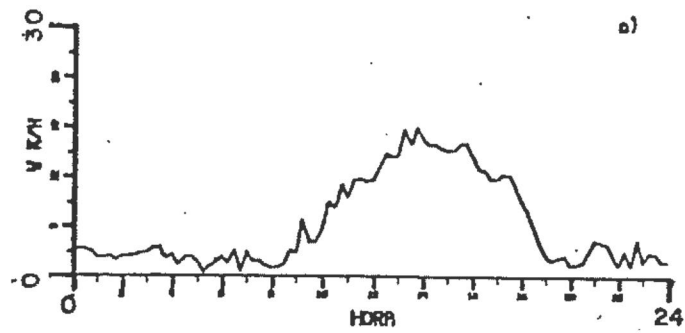


FIG. 8. - PARAMETROS DE VIENTO EN ESCM. MARZO 1978.
 a) MAGNITUD. b) DESVIACION ESTANDAR DE LA RAPIDEZ.
 c) RAPIDEZ. d) PERSISTENCIA.

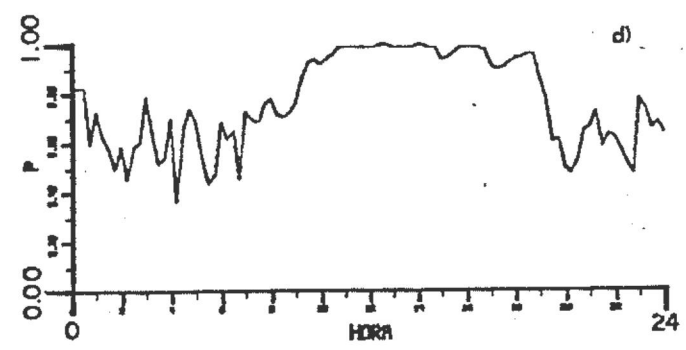
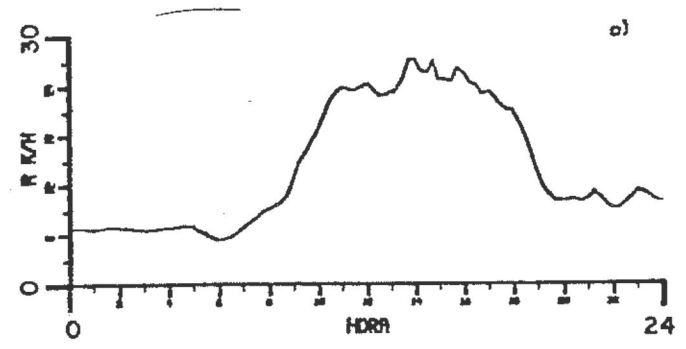
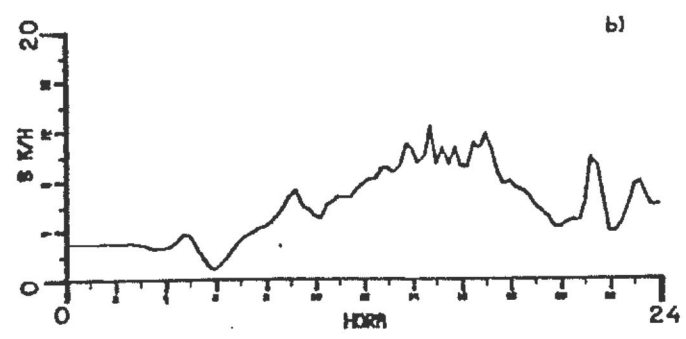
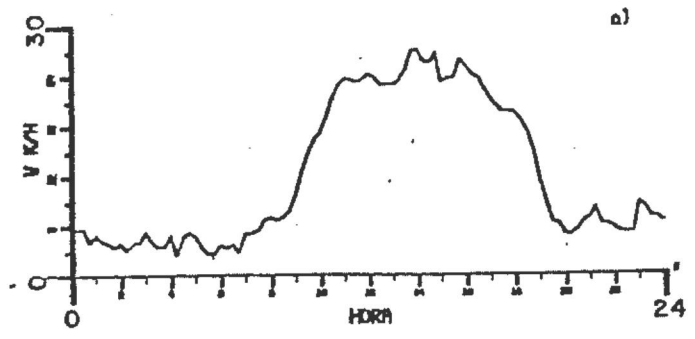


FIG. 10. - PARAMETROS DE VIENTO EN ESCM. ABRIL 1978
 a) MAGNITUD. b) DESVIACION ESTANDAR DE LA RAPIDEZ.
 c) RAPIDEZ. d) PERSISTENCIA.

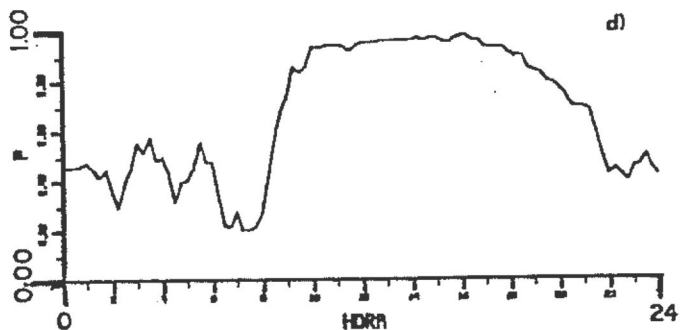
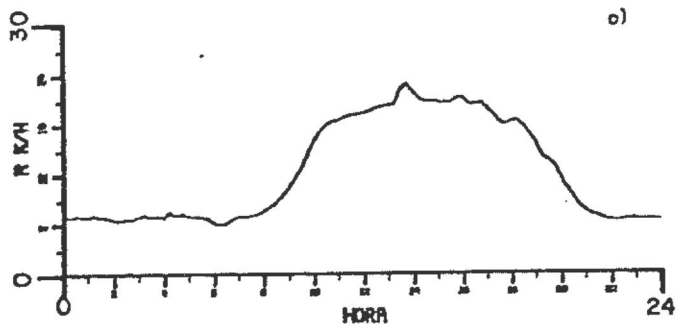
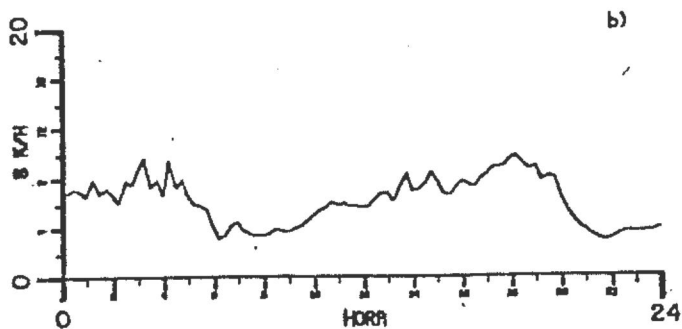
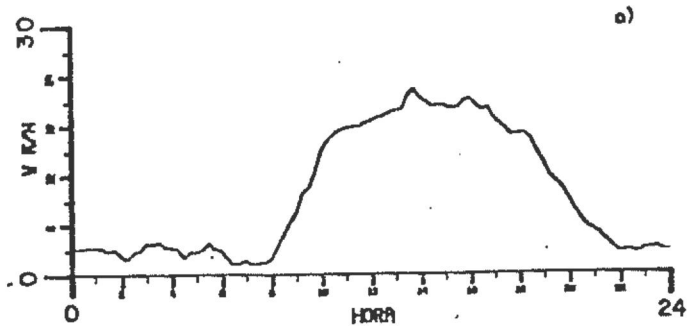


FIG. 11.- PARAMETROS DE VIENTO EN ESCM. MAYO 1978
 a) MAGNITUD. b) DESVIACION ESTANDAR DE LA RAPIDEZ.
 c) RAPIDEZ. d) PERSISTENCIA.

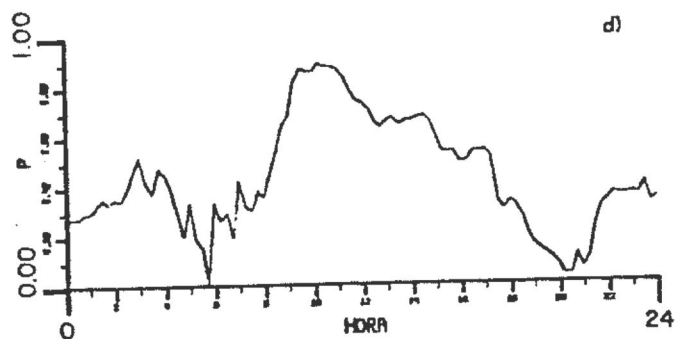
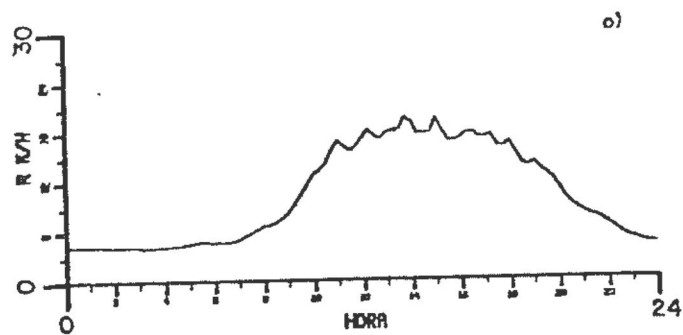
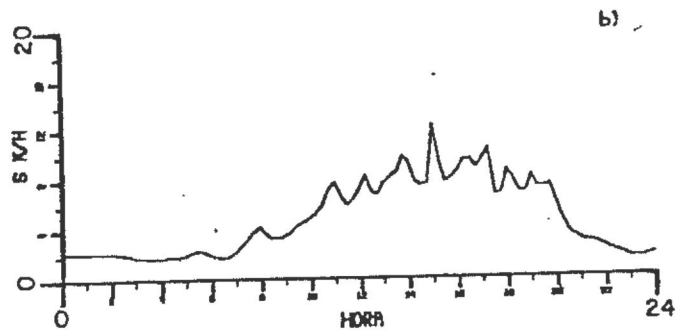
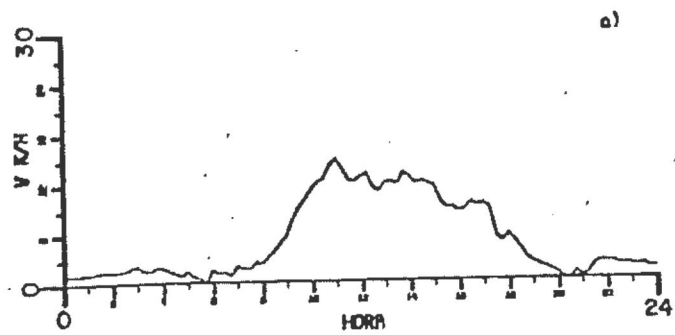


FIG. 12.- PARAMETROS DE VIENTO EN ESCH. JUNIO 1978
 a) MAGNITUD. b) DESVIACION ESTANDAR DE LA RAPIDEZ.
 c) RAPIDEZ. d) PERSISTENCIA.

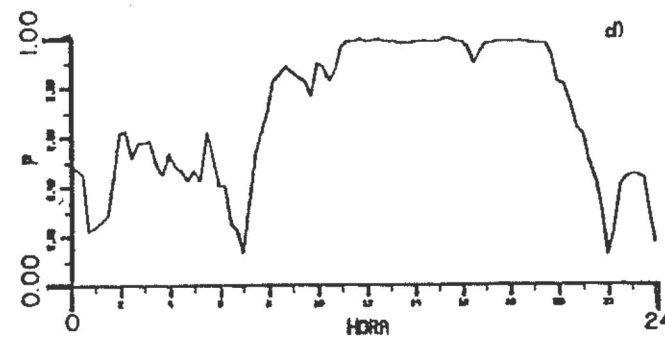
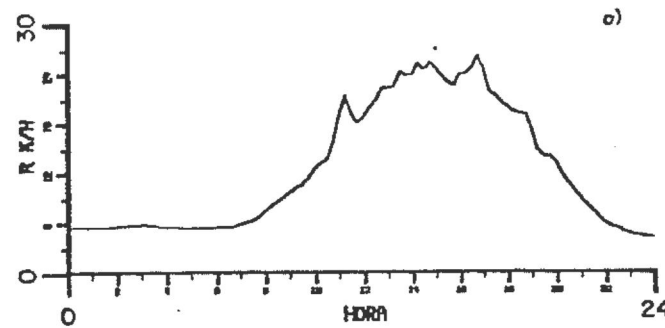
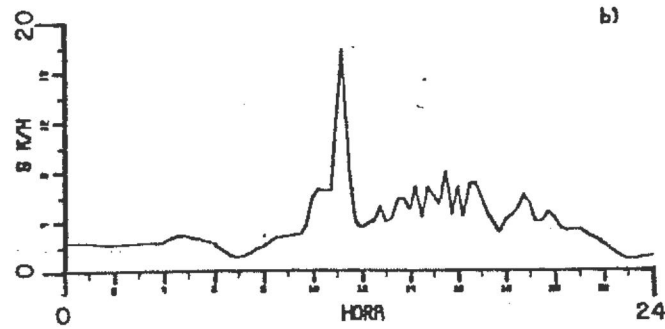
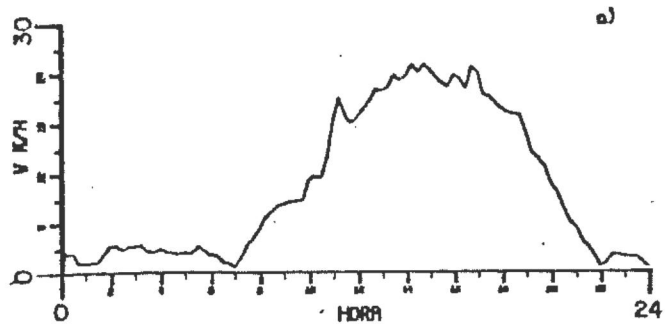


FIG. 13.- PARAMETROS DE VIENTO EN ESCM. JULIO 1978
 a) MAGNITUD. b) DESVIACION ESTANDAR DE LA RAPIDEZ.
 c) RAPIDEZ. d) PERSISTENCIA.

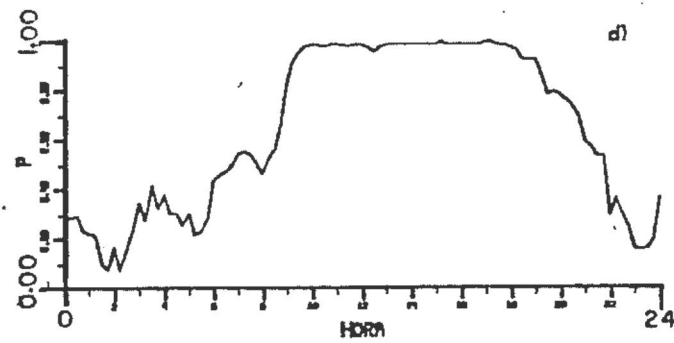
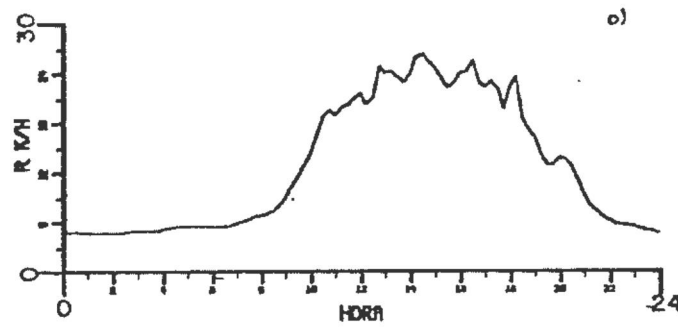
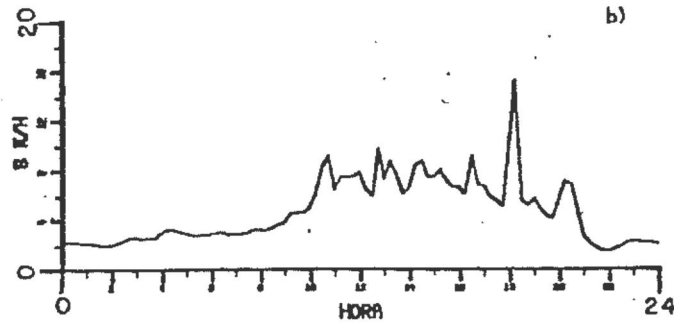
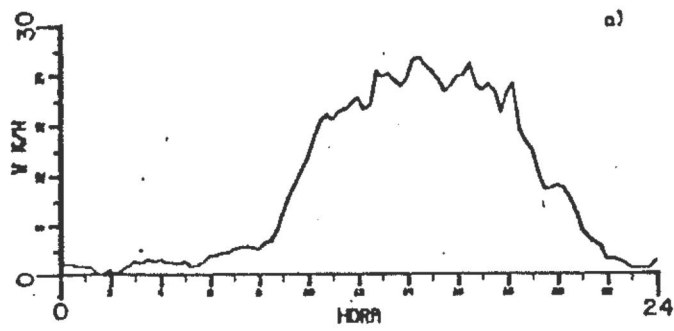
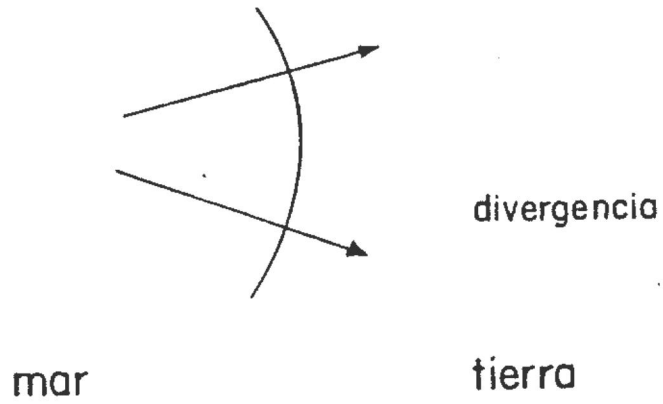


FIG. 14.- PARAMETROS DE VIENTO EN ESCM. AGOSTO 1978
 a) MAGNITUD. b) DESVIACION ESTANDAR DE LA RAPIDEZ.
 c) RAPIDEZ. d) PERSISTENCIA.

a) RECTA



b) CONCAVA



c) CONVEXA

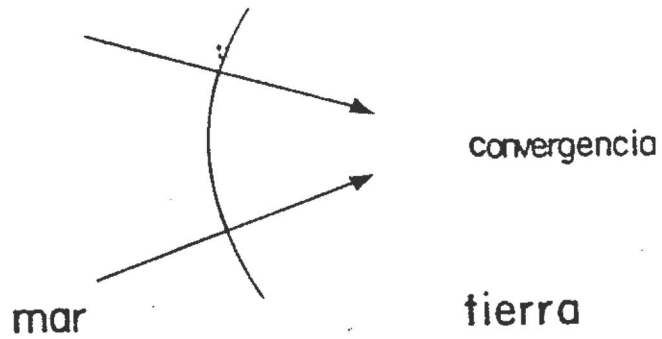


FIG. 15.— Flujo generalizado de brisa marina a través de líneas de costa recta, cóncava y convexa (según Barbato, 1978).

APENDICE I.- Instrumentación de la Red Meteorológica en la Bahía de Todos Santos.

1). -ANEMOGRAFO KAHLSDIC 02AM300 (estaciones ITS, CICESE), es un instrumento mecánico que registra en una cinta de papel que se mueve accionada por un reloj de baterías (3 de 1.5 V), el sensor de rapidez es de copas (3) tipo Robinson, el sensor de dirección es una veleta de placa doble y contrabalaceada por un peso, la precisión es mejor que 0.5 m/seg y mas menos 5 grados, esto no incluye el error (variable) que se obtiene al digitalizar los registros y que puede duplicar los valores anteriores. Además, este instrumento registra viento integrado (el intervalo depende de la rapidez), y no viento instantaneo.

2). -ANEMOGRAFO WEATHERMEASURE W121SD (estacion FARO), es un instrumento electromecánico que registra separadamente la rapidez y dirección del viento en cintas de papel que se mueven por la acción de un reloj de corriente directa, el sensor de rapidez es de copas (3) tipo Robinson, el sensor de dirección es una veleta sencilla, la precisión es de mas menos 1 por ciento o 0.15 m/hora.

3). -ANEMOMETRO KAHLSDIC 03AM120 (estacion CICESE), es un instrumento mecánico con escalas visuales de rapidez y dirección, el sensor de rapidez es de copas (3) tipo Robinson,

el sensor de dirección es una veleta sencilla, la precisión es mejor que 0.5 m/seg y mas menos 5 grados.

4).-METEOROGRAFO WEATHERMEASURE M701 (estaciones ITS, CICESE) es un instrumento mecánico que registra en una carta de papel accionada por un reloj de cuerda, el sensor de humedad es un hato de cabellos humanos, el de temperatura es una banda bimetálica y el de presión un tambor anaeróbico, la precisión es 1-3 por ciento en humedad, 1 por ciento en temperatura y mas menos 0.2 por ciento en presión. El HIGROTHERMOGRAFO WEATHERMEASURE (estación FARD) es similar solo que no cuenta con sensor de presión.

5).-PLUVIOGRAFO WEATHERMEASURE P501-I (estación CICESE) es un instrumento mecánico que utiliza un cubo de 20 cm de diametro que acciona un mecanismo después de una precipitación de 0.01 pulgadas, los eventos son contados en un registrador que puede ser electrico o mecánico, la precisión depende del registrador que se escoja.

6).-RADIOFACSIMILE ALDEN (estacion CICESE) es un aparato electromecánico que recibe información por radio de las diferentes estaciones meteorológicas (usualmente Hawaii o San Francisco, en este caso), la señal acciona un graficador de papel termosensible en el que se dibujan los mapas con la información meteorológica (presión, nubosidad, etc.), este mismo

aparato puede recibir información por teletipo.

La estación CICESE también cuenta con instrumentación meteorológica elemental como barómetro de mercurio, sicrómetro, etc.

Recientemente el CICESE adquirió para la estación ITS, la primera estación automática digital AANDERAA (misma que utilizó en el Primer Experimento Mundial del Tiempo: FGGE-GARP), que está en funcionamiento desde los primeros días del mes de septiembre 1979; esta estación automática puede tener hasta 12 canales que son recibidos en un 'Datalogger' que transforma la señal por medio de un decodificador y la graba ya digitalizada en una cinta magnética de un cuarto de pulgada que es accionada por un reloj de cuarzo, alimentado todo el sistema por una batería de 9 V, usualmente los canales son utilizados para dar la siguiente información, 1).- Número identificador, 2).- Rapidez de viento promedio (del intervalo de muestreo), 3).- Rapidez máxima, 4).- Dirección de viento, 5).- Presión atmosférica, 6).- Humedad, 7).- Temperatura de aire, 8).- Temperatura del suelo o mar, 9).- Radiación solar, 10).- Precipitación y 11).- Orientación (en caso de estaciones móviles), la precisión de los sensores es generalmente alta y el sistema en condiciones normales es muy bueno.

```

.....
APENDICE II.- PROGRAMAS UTILIZADOS EN EL ESTUDIO ORISAS EN LA BAHIA
DE TODOS SANTOS O.C.
.....
PROGRAMA DIGI11 M REV. 01 M NOV 70 M DIGITALIZAR VELOCIDAD Y DIRECCION DE VIENTO M
.....
ESCRITO ORIGINALMENTE POR MANUEL ALVAREZ
REV. EDGAR PAVIA SECC. DE METEOROLOGIA CICESE

PROGRAMA DIGITA(MDT)
DIMENSION NPAR(60),NFECHA(60),XT(120),YV(120),YP(120),TEMP(120),
XX1(120),YY1(120),XX2(120),YY2(120),XX3(120),YY3(120)
DIMENSION XB(12), YB(12)
COMMON AL,SA,STA,SE,SB,STB
COMMON DEL,NNT,SIG

ABRE LOS CANALES DE LECTURA Y ESCRITURA
CALL ABRE(1,'DTNVDS',10)
CALL ABRE(2,'VELV',11)
CALL ABRE(2,'DIRV',12)
CALL ABRE(2,'PLV12',13)
CALL ABRE(2,'DRV12',14)
CALL ABRE(2,'SOLVEL',15)
CALL ABRE(2,'SOLDIR',16)

NDT=NUMERO DE DIAS POR ANALIZAR
DEF=DEFASAMIENTO INSTRUMENTAL
CALL ACCEPTN('MDT = ', NDT)
CALL ACCEPTK('DEF = ', DEF)

LECTURA DE DATOS EN EL SIGUIENTE ORDEN
.....
LETRERO IDENTIFICADOR
VARIABLE VELOCIDAD DEL VIENTO (ALFANUMERICO)
FECHA (ALFANUMERICO)
NDIA,NH,HI,NI (PARA LA VELOCIDAD)
(XI,YI) (XF,YF) (XM,YM) COORDENADAS QUE DEFINEN LOS EJES
(KX(I), YI(I)) COORDENADAS PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD

READ (10,100,ERR=33) (NPAR(I), I=1,60)
...
WRITE (11,101) (NPAR(I), I=1,60)
WRITE (12,101) (NPAR(I), I=1,60)
WRITE (13,101) (NPAR(I), I=1,60)
WRITE (14,101) (NPAR(I), I=1,60)

NN=0
SID=-10.0
DIV=4.0
DEL = 1.0/DIV
MM = NNT*DEL
JJ = 24/MM
NDIV = DIV
NT = 24*MM*NDIV + 1
500 CONTINUE
NN=NN+1
READ (10,100,ERR=33) (NPAR(I), I=1,60)
READ (10,100,ERR=33) (NFECHA(I), I=1,60)
READ (10,110,ERR=33) NDIA,NH,HI,NI
READ (10,114) XI,YI,XF,YF,XM,YM
WRITE (11,100) (NFECHA(I), I=1,60)
CALL ORIENT(XI,YI,XF,YF,XM,YM,XTP,YTP)
KTP=XTP/NH
YTP=YTP/10.0

LECTURA DE LOS DATOS PARA CALCULAR LA VELOCIDAD DEL VIENTO
1 CONTINUE
YL=10.0
5 I=0
READ(10,116) (XB(J),YB(J),J=1,12)
6 II = I+1
IF(II.GT. 12) GO TO 5
XX = XB(II)
YY = YB(II)
IF (XX .EQ. 0.0 .OR. YY .EQ. 0.0) GO TO 6
X1=COORD(XX,YY,XI,YI,1)
I=1
GO TO 2
7 I=0
2 READ (10,116) (XB(J),YB(J), J=1,12)
CONTINUE
II=II+1
IF(II.GT. 12) GO TO 7
XX=XB(II)
YY=YB(II)
I=I+1
IF(XX.GE.9999. .OR. YY.GE.9999.) GO TO 10
X2=COORD(XX,YY,XI,YI,1)
TT=(X2-X1)/2.0
XX1(I,1)=TT/KTP + HI
C DT=(X2-X1)/KTP
YY1(I,1)=YL/DT
XI=X2
GO TO 2
10 CONTINUE
NDAT1=I-1
II=NDAT1-1
WRITE (13,102)
WRITE (13,101)(NPAR(I),I=1,60)
WRITE (13,101)(NFECHA(I),I=1,60)
WRITE (13,105) NDIA,NH,HI,NI
WRITE (13,120)
WRITE (13,122)(I,XX1(I),YY1(I),I=1,II)
C INTERPOLAR A ESPACIOS IGUALES
C NI = NUMERO DE PUNTOS A INTERPOLAR (MAXIMO 100)
NI=NN*NDIV+1
CALL INTERP(II,NI,NT,XX1,YY1,XT,YV,HI,SIG,DEL)
WRITE (11,101) (NPAR(I), I=1,60)
WRITE (11,101) (NFECHA(I), I=1,60)
WRITE (11,105) NDIA,NH,HI,NI
WRITE (11,121)
WRITE (11,124) (I,XT(I),YV(I), I=1,NI)
WRITE (15,99) (XT(I),YV(I), I=1,NI)

ANALISIS DE LA DIRECCION DEL VIENTO
LECTURA DE DATOS EN EL SIGUIENTE ORDEN
.....
VARIABLE DIRECCION DEL VIENTO
NDIA,NH,HI,NI (PARA LA DIRECCION)
(XI,YI) (XF,YF) (XM,YM) COORDENADAS QUE DEFINEN LOS EJES
CADA MEDIA HORA APROXIMADAMENTE SE LEE EL VALOR 'MEDIO' DE LA
DIRECCION DEL VIENTO Y LOS EXTREMOS COMENZANDO POR EL MENOR
(MAS CERCA A 0 GRA. - NORTE)
READ (10,100,ERR=33) (NPAR(I), I=1,60)
READ (10,110,ERR=33) NDIA,NH,HI,NI
READ (10,114) XI,YI,XF,YF,XM,YM

```

```

C   CALCULO DE LA ORIENTACION DE LOS EJES
    CALL ORIENT (X1,Y1,XF,YF,XH,YH,XTP,YTP)
    XTP=XTP/NH
    YTP=YTP/360.0
11  CONTINUE
    I=1
    J=0
    READ (10,116) (X0(J),Y0(J), J=1,12)
13  CONTINUE
    DO 210 K=1,2
    GO TO 16
15  I=0
    READ (10,116) (X0(J),Y0(J), J=1,12)
16  I=I+1
    IF (I .GT. 12) GO TO 15
    XX=X0(I)
    YY=Y0(I)
    IF (XX .EQ. 0.0 .OR. YY .EQ. 0.0) GO TO 16
    IF (XX .GE. 9999. .OR. YY .GE. 9999.) GO TO 211
    X=COORD(XX,YY,K1,Y1,1)
    Y=COORD(XX,YY,K1,Y1,2)
    GO TO (201,202,203),K
201  X1=X/XTP
    Y=Y/YTP + DEF
    YY1(I)=Y
    GO TO 210
202  X2=X/XTP
    Y=Y/YTP + DEF
    YY2(I)=Y
    GO TO 210
203  X3=X/XTP
    Y=Y/YTP + DEF
    YY3(I)=Y
    GO TO 209
C
209  XX1(I)=(X1+X2+X3)/3.0 + HI
210  CONTINUE
    I=I+1
    GO TO 3
211  CONTINUE
    NDATZ=I-1
    IT=1
    WRITE (14,102)
    WRITE (14,101) (NPAR(I), I=1,60)
    WRITE (14,101) (NFECRA(I), I=1,60)
    WRITE (14,105) NDIR,NH,NI,NDATZ
    WRITE (14,100)
    WRITE (14,102)(I,XX1(I),YY1(I),YY2(I),YY3(I), I=1,NDATZ)
C
C   INTERPOLAR A ESPACIOS IGUALES
    NI=NH/NDIV + 1
    NNI=NI
C
C   CALL INTERP(NDATZ,NI,NT,XX1,YY1,XT,YV,HI,SIG,DEL)
    DO 20 I=1,NI
    YY1(I)=YV(I)
    YY2(I)=ABS (YY1(I))
    IF (YY1(I) .GT. 360.0) YY1(I)= 360.0
    IF (YY1(I) .LT. -14.0)
    IF (YY1(I) .LT. 0.0) YY1(I)=YY1(I) +360.0
20  CONTINUE
    NI=NNI
    CALL INTERP(NDATZ,NI,NT,XX1,YY2,XT,YV,HI,SIG,DEL)
    DO 22 I=1,NI
    YY2(I)=YV(I)
    YY2(I)=ABS (YY2(I))
    IF (YY2(I) .GT. 360.0) YY2(I)= 360.0
    IF (YY2(I) .LT. -14.0)
    IF (YY2(I) .LT. 0.0) YY2(I)=YY2(I) +360.0
22  CONTINUE
    NI=NNI
    CALL INTERP(NDATZ,NI,NT,XX1,YY3,XT,YV,HI,SIG,DEL)
    DO 24 I=1,NI
    XX1(I)=XT(I)
    YY3(I)=YV(I)
    YY3(I)=ABS (YY3(I))
    IF (YY3(I) .GT. 360.0) YY3(I)= 360.0
    IF (YY3(I) .LT. -14.0)
    IF (YY3(I) .LT. 0.0) YY3(I)=YY3(I) +360.0
24  CONTINUE
    WRITE (12,101) (NPAR(I), I=1,60)
    WRITE (12,101) (NFECRA(I), I=1,60)
    WRITE (12,105) NDIR,NH,NI,NI
    WRITE (12,100)
    WRITE (12,102)(I,XX1(I),YY1(I),YY2(I),YY3(I), I=1,NI)
185  WRITE (16,98) (XX1(I),YY1(I),I=1,NI)
C   CALL TNDU 3'DIRECCION DE VIENTO COMPLETA',20)
C   CALL TNDU 3'CONTINUA CON NUEVO DIA',22)
C
    IF (NN.LT. NDT) GO TO 500
    CALL CIERRA('DTAVOS',10)
    CALL CIERRA('VELV1',11)
    CALL CIERRA('DIRV1',12)
    CALL CIERRA('MLV12',13)
    CALL CIERRA('DRV12',14)
    CALL CIERRA('SOLVEL',15)
    CALL CIERRA('SOLDIR',16)
    GO TO 333
C
C   FORMATOS DE LECTURA
C
98  FORMAT (2F10.2)
99  FORMAT (2F10.2)
100  FORMAT(60R1)
101  FORMAT (2X,60R1)
102  FORMAT (/)
103  FORMAT(110,110,F10.1,110)
104  FORMAT(18,13,F9.0,13)
105  FORMAT(6F5.0)
106  FORMAT(24F5.0)
107  FORMAT(/,5(3X,'I TIEMPO VELOCIDAD '),/,5X)
108  FORMAT(6X,'I TIEMPO VELOCIDAD')
109  FORMAT(5(14,2F10.4,2X))
110  FORMAT(6(14,F7.2,F10.4))
111  FORMAT(3(3X,'I TIEMPO DIRECCION DESV. DESV. '),/,9(15X,'PROREDIO MAXIMA MINIMA '))
112  FORMAT(3(14,F9.4,3F10.4))
113  FORMAT(3(14,F7.2,3F10.4,2X))
C
C   ERROR EN LA LECTURA DE DATOS
C
114  WRITE(1,99)(NPAR(I), I=1,60), (NFECRA(I), I=1,60), NDIR, NH, NI, NDATZ)
115  FORMAT(/,3X,'ERROR EN LA LECTURA DE DATOS',/,3X,50R1,/,
116  3X,50R1,210,F12.4,10)
    STOP
C
C   ERROR EN LA ESCRITURA
C
117  WRITE (1,95) I, XT(I), YV(I)
118  FORMAT(/,3X,'ERROR EN LA ESCRITURA DE DATOS',/,3X,10X,110,2E15.4)
    STOP
C
333  CONTINUE

```



```

6 READ(5,20)U(1),V(1)
  READ(5,20) (U(I),V(I),I=2,N)
  GOTO 902
10  FORMAT(3I4,7X,F5.1,4X,F5.1)
100  FORMAT(19X,F5.1,4X,F5.1,F5.1,4X,F5.1)
20  FORMAT(18X,2F10.2)
200  FORMAT(18X,F6.2,3X,F6.2)
C ***** DIJURAR EL EJE HORIZONTAL *****
902  CALL INITP1(3,4)
     CALL PLOT(2.5,4.0,3)
     CALL PLOT(2.5,3.95,2)
     CALL PLOT(2.5,4.0,2)
     CALL PLOT(3.0,4.0,2)
     CALL PLOT(3.0,3.95,2)
     CALL PLOT(3.0,4.0,2)
     CALL PLOT(3.5,4.0,2)
     CALL PLOT(3.5,3.95,2)
     CALL NUMBER(2.5,4.05,0.06,0.0,0.0,-1)
     CALL NUMBER(3.0,4.05,0.06,10.0,0.0,-1)
     CALL NUMBER(3.5,4.05,0.06,20.0,0.0,-1)
     CALL SYMBOL(3.7,4.05,0.06,'K/H',0.0,3)
     CALL PLOT(3.25,5.50,3)
     CALL PLOT(3.25,5.00,2)
     CALL PLOT(3.20,5.70,2)
     CALL PLOT(3.20,5.70,2)
     CALL SYMBOL(3.30,5.00,0.06,'N',0.0,1)
     CALL SYMBOL(2.45,3.50,0.06,'HORA',0.0,4)
     CALL PLOT(1.0,5.0,-3)
     CALL FACTOR(0.75)
     CHSZ=0.14
     X1=1.0
     Y0=7.0
     Y1=Y0
     DELTA = 0.25
     M = (N/4) + 2
     POS = - 2.5
     CALL PLOT(0.0,POS,3)
     POS2 = POS - 0.1
     CALL PLOT(0.0,POS2,2)
     CALL PLOT(0.0,POS,2)
     M=M-2
     DO 100 I = 1,M
       X1 = FLOAT(I) * DELTA + 0.0
       CALL PLOT(X1,POS,2)
       CALL PLOT(X1,POS2,2)
110  CALL PLOT(X1,POS,2)
       POS3 = POS - 0.3
       RNUM = 0.0
       X1 = 0.0
       DO 500 I = 1,13
         CALL NUMBER(X1,POS3,CHSZ,RNUM,0.0,-1)
         RNUM=RNUM + 2.0
         X1=X1 + .50
500  CONTINUE
CC ***** ESCALAR VECTORES *****
   IF (K.NE.1) GOTO 310
   DO 300 I=1,M
     U(I)=U(I)/40.
300  V(I)=V(I)/40.
     GOTO 320
310  DO 311 I=1,M
     U(I)=U(I)/10.
311  V(I)=V(I)/10.
CCCC ***** GRAFICAR VECTORES *****
320  A=DELTA/4.
     CALL PLOT(0.0,0.0,-3)
     A1=0.0
     DO 1000 I = 1,N
       A2=A1+U(I)
       A21=V(I)
       CALL PLOT(A2,A21,2)
       A3=A1+A
       CALL PLOT(A3,0.0,3)
1000  A1=A3
CC ***** IDENTIFICACION*****
   CALL TNDUA('TITULO DE LA GRAFICA - 60 CAMPOS -',35)
   READ(1,130) TITU
130  FORMAT(30A2)
     CALL SYMBOL(0.0,2.0,.20,TITU,0.0,60)
C ***** TERMINAR *****
   CALL SEARCH(4,NOMAR1,1)
   CALL ENDPLT
   CALL EXIT
   END

C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
PROGRAMA GRAFIC
PROGRAMA PARA GRAFICAR CUATRO GRAFICAS
C
MAGNITUD DE VIENTO, RAPIDEZ
C
DESVIACION ESTANDAR DE LA RAPIDEZ
C
PERSISTENCIA
C
EDGAR PAVIA SECC. DE METEOROLOGIA CICESE
C
(INTEGER NAMEAR(3),KTEXT(15),YTEXT(15),TLET(30)
DIMENSION X(100),Y(100)
NCK=0
NG=1
CALL INITP1(3,4)
C IDENTIFICA LA GRAFICA
CALL SYMBOL(3.,9.75,0.07,'a',0.,2)
CALL SYMBOL(8.,7.75,0.07,'b',0.,2)
CALL SYMBOL(3.,5.75,0.07,'c',0.,2)
CALL SYMBOL(3.,3.75,0.07,'d',0.,2)
CALL TNDUA('LETREROS',9)
READ(1,200) TLET
200  FORMAT(30A2)
     CALL SYMBOL(0.0,2.0,0.075,TLET,0.,60)
     CALL SYMBOL(0.0,1.0,0.075,
     'a) MAGNITUD, b) DESVIACION ESTANDAR DE LA RAPIDEZ',0.,50)
     CALL SYMBOL(0.0,1.0,0.075,
     'c) RAPIDEZ, d) PERSISTENCIA.',0.,20)
1234  CONTINUE
     IF (NG .GT. 31) GO TO 4321
     CALL TNDUA('NOMBRE DEL ARCHIVO DE DATOS - ',30)
     READ(1,1) NAMEAR
     N=97
     IF (N .EQ. 0) GO TO 11
     CALL SEARCH(1,NAMEAR,1)
     DO 34 I=1,N
34  X(I) = FLOAT(I)
C LEE LOS DATOS
33  READ(5,2) (X(J),Y(J),J=1,N)
     CALL STAT(Y,N,VMX,VMN,PROM,VAR,STDV)
     WRITE(1,00)VMX,VMN
00  FORMAT(1X,'MAXIMO=',E12.4,',1X,'MINIMO=',E12.4)
C ESCRIBE LOS LETREROS
     CALL TNDUA('VALOR MAXIMO - ',15)
     READ(1,13) VMX

```

```

CALL TNOUR('VALOR MINIMO - ',15)
READ (1,15) YMK
8 CALL TNOU('LETRERO EN EL EJE X',19)
READ(1,65) XTEXT
CALL TNOU('LETRERO EN EL EJE Y',19)
READ(1,65) YTEXT
65 FORMAT(15A2)
C GRAFICA
CALL GRAFIT (N,X,Y,1,1,YMX,YMN,5.0,12.0,1,1,1,XTEXT,YTEXT,
0.25,NG)
C CALL SEARCH(4,0,1)
C IF(NBK.EQ.2)GOTO 11
C GOTO 18
12 FORMAT(14)
13 FORMAT(FB.0)
1 FORMAT(3A2)
2 FORMAT (2F10.2)
11 CALL SEARCH(4,0,1)
NG=NG+8
GO TO 1234
4321 CALL ENDPLT
CALL SEARCH (4,NAMEAR,1)
CALL EXIT
END
C SUBROUTINA QUE GRAFICA
SUBROUTINE GRAFIT(N,X,Y,JCASE,KCASE,YMX,YMN,VSC,HSC,MNX,MNY,NB
0,XTEXT,YTEXT,FAC,NG)
C USES DATAPLOT. VSC IS VERTICAL SCALE IN IN. HSC IS HORIZONTAL
C SCALE (IN).JCASE = 1 LIMITS OF Y SET TO YMX AND YMN, JCASE = 2
C LIMITS SET BY DATA. KCASE = 1 VALUES OF X PRE-SET AND MONOTONIC,
C KCASE = 2 VALUES OF X EQUALLY SPACED 0 TO N-1.
C
C DIMENSION X(1),Y(1),XX(10),YY(9),XTEXT(1),YTEXT(1)
CALL FACTOR(FAC)
KNG=FLDR(FAC)
XNG=XNG+9.0
KN=N
GO TO(1,2),KCASE
1 KLD=X(1)
XHI=X(N)
DXAX=(XHI-XLD)/HSC
WRITE(1,100)XHI,XLD
DO 11 I=1,N
11 X(I)=(X(1)-XLD)/DXAX+1.0
XLD = XLD + 1.0
GO TO 5
2 DXAX=(KN/HSC)
KLD=0.
DO 4 I=1,N
X1=I-1
4 X(I)=(X1/DXAX)+1.0
XLD=X(1)
5 X1=XLD-1.0
IF (NB.NE.1) GO TO 51
CALL AXIS(1.0,XNG,XTEXT,-30,HSC,0.,X1,DXAX,DXAX,MNX)
CALL EJENEN (1.0,XNG,HSC,12.0,24.,2.,XTEXT,4.0,,20,1.)
CALL PLOT(1.0,XNG,3)
51 GO TO(6,7),KCASE
6 DYAX=(YMX-YMN)/VSC
YMIN=YMN
GO TO 9
7 BIG=Y(1)
SMALL=BIG
DO 8 I=1,N
IF(BIG.LT.Y(I))BIG=Y(I)
IF(SMALL.GT.Y(I))SMALL=Y(I)
8 WRITE(1,101)BIG,SMALL
100 FORMAT(' LARGEST X=',E12.4,' SMALLEST X=',E12.4)
101 FORMAT(' LARGEST Y=',E12.4,' SMALLEST Y=',E12.4)
YMIN=SMALL
DYAX=(BIG-SMALL)/VSC
9 CONTINUE
IF (NB.EQ.1)
CALL AXIS(1.0,XNG,YTEXT,30,VSC,90.,YMIN,DYAX,DYAX,MNY)
C CALL EJENEN (1.0,XNG,VSC,5.0.,YMX,DYAX,YTEXT,5,90.,,20,-1.)
DO 10 I=1,N
10 Y(I)=(Y(1)-YMIN)/DYAX+XNG
Y1=Y(I)
CALL PLOT(1.0,Y1,3)
DO 32 K=1,N
CALL PLOT(K(K),Y(K),2)
C CALL SYMBOL (X(K),Y(K),.10,4.0,-2)
CALL PLOT(X(K),Y(K),3)
32 CONTINUE
C CALL ENDPLT
RETURN
END

```