

ASPECTOS METEOROLOGICOS DEL CICLON GILBERTO

ERNESTO JAUREGUI

**INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA ATMOSFERA
UNAM**

ASPECTOS METEOROLOGICOS DEL CICLON GILBERTO

1. ANTECEDENTES

Los huracanes o ciclones tropicales son las tormentas más destructoras que ocurren en los trópicos.

Tanto la violencia de los vientos que arrasa construcciones y derriba árboles y postes, como la subsecuente inundación ocasionada por la marejada constituyen enormes pérdidas (humanas y materiales) en la economía de los países expuestos a este fenómeno natural.

¿Cómo se originan estas tempestades tan destructoras? Ahora se conoce bastante más acerca de dónde se forman y cómo evolucionan, gracias a la observación de los grupos de nubes desde el satélite, así como a un mayor número de instrumentos como los llamados aviones "caza huracanes", los cuales se aproximan al enorme remolino hasta llegar desde muy alto al llamado "ojo" o vórtice, desde donde miden la presión mínima del centro de la tormenta y sus vientos violentos a diversas alturas.

Los ciclones se forman y desarrollan en aguas tibias oceánicas en el verano y el otoño. En esta época la corriente de aire tibio y húmedo tropical alcanza su máxima expansión. Es ahí, en el seno de este aire tibio que se posa sobre los océanos tropicales (con temperaturas del agua de unos 26°C) donde se dan las condiciones propicias para el nacimiento de estos fenómenos.

El nacimiento de un ciclón se inicia en una "ondulación" de la

corriente tropical, que se caracteriza por una agrupación de nubes convectivas que producen algunos aguaceros. A medida que esta ondulación (onda de este) avanza hacia el oeste, se van acentuando los vientos en un movimiento circular que gira en el sentido contrario a las manecillas del reloj (en el hemisferio norte) en un área considerable (digamos unos 50 o 100 km). Este movimiento giratorio hace que la presión del aire disminuya en el centro de este enorme remolino. Es por esto que en esta etapa de su evolución se conoce el fenómeno como una "depresión tropical" en que los vientos alcanzan cuando más unos 55 km/hr. Si las condiciones siguen siendo propicias (es decir, aguas oceánicas tibias, lejos de los continentes), la depresión al intensificar sus vientos (entre 55 y 100 km/hr) se convierte en una tormenta tropical. Sin embargo, para que esto ocurra requiere, además, que el aire del remolino que gana impulso en los niveles bajos de la atmósfera tenga una salida o "tiro" en su parte alta. Las nubes que se desarrollan verticalmente bombean el aire húmedo a los niveles altos, y comienzan los aguaceros intensos en las agrupaciones nubosas alrededor del remolino. La condensación del vapor de agua en las nubes y la posterior precipitación liberan el llamado "calor latente de evaporación"; es por esto que la tormenta en esta etapa adquiere un corazón o núcleo tibio (unos 3°C más alto que en la periferia de la tormenta). Una gran mayoría de las tormentas tropicales que se forman cada año sobre los mares tropicales se queda en esta etapa, para después debilitarse y disolverse. Los raros casos en que la "tormenta tropical" evoluciona a huracán se deben, por una parte, a que en la porción alta de la tormenta (a unos 10 km de altura) pasa casualmente y se acopla un remolino anticiclónico (donde el viento gira en el

sentido de las manecillas del reloj y hacia fuera del centro). Este es el mecanismo que acelera la formación del llamado "ojo" del huracán, que se caracteriza por un área circular de aire en calma y desprovista de nubes, puesto que ahí el aire, en vez de ascender (como en el perímetro del vórtice), desciende y, consecuentemente, se calienta por compresión en los niveles bajos. Si este aire tibio del "ojo" sube su temperatura por arriba de los 6°C con respecto a aire exterior de la tormenta, en ese momento están dadas las condiciones para que la tormenta continúe su desarrollo y se convierta en los terribles ciclones o huracanes. En este punto la intensidad del viento puede alcanzar velocidades huracanadas en unas cuantas horas. A partir de este momento la perturbación se bautiza con un nombre (de hombre o mujer) y cuya letra inicial señala su orden de aparición en la temporada.

REGIONES Y FORMACION DE LOS CICLONES TROPICALES

Como ya se señaló, las regiones propicias para la formación de ciclones se ubican en los mares tropicales (temperatura del agua mayor de 26°C), donde los vientos en la parte baja de la atmósfera (los primeros 5 km) son débiles y constantes. La figura 1 muestra la frecuencia de formación de ciclones en los diversos mares tropicales para un período de 20 años tomado de un trabajo del meteorólogo (GRAY, 1979). Puede verse en este mapa que una de las áreas más importantes de formación de ciclones está precisamente al sur de las costas de Guerrero y Michoacán, donde se generaron 30 ciclones tropicales en un período de 20 años. Otra región importante de formación de ciclones se encuentra en el Atlántico tropical-mar Caribe, donde, aun cuando ahí el máximo número fue de 10

ciclones, éstos adquieren en general, una fuerza mayor, ya que tienen después de nacer un recorrido más largo sobre los mares tropicales antes de tocar tierra. Es en esta región oceánica donde se han generado los más devastadores ciclones del Caribe y golfo de México, como se verá más adelante.

En la misma figura 1 se puede advertir que hay cuando menos, otras dos regiones importantes de nacimiento de ciclones: la región del Pacífico noroccidental (donde se forman los temibles tifones que ocupan el primer lugar en fuerza devastadora), y la región del golfo de Bengala.

También puede advertirse en esta misma figura 1 que las regiones de generación de ciclones se encuentran aproximadamente a una misma latitud ocupando una franja de 6 - 10° de latitud. Esto se debe a que estos remolinos no pueden generarse en latitudes menores a 5° donde la fuerza de deflexión debida a la rotación de la Tierra (llamada también fuerza de Coriolis en honor a su descubridor), es insignificante. En la figura 2 aparece con más detalle la región del Pacífico (en achures) donde nacen aquellos ciclones de septiembre que luego tocan costas del NW de México, en particular la faja comprendida entre Topolobampo y Puerto Vallarta, donde se encuentra la llamada Riviera Mexicana, que es la más expuesta a los ciclones.

TABLA 1. FRECUENCIA DE LOS CICLONES Y TORMENTAS TROPICALES

a) TOTAL b) AFECTARON COSTAS DE MEXICO PARA AMBOS LITORALES Y PARA EL PERIODO
1962 - 1987

AÑO	ATLANTICO PACIFICO				AÑO	ATLANTICO PACIFICO				AÑO	ATLANTICO PACIFICO			
	a	b	a	b		a	b	a	b		a	b	a	b
1962	5	0	8	4	1971	12	4	18	7	1981	11	0	15	6
63	9	0	8	4	72	4	1	12	3	82	5	1	19	2
64	12	3	6	3	73	7	2	12	6	83	4	1	21	4
65	6	2	10	3	74	7	2	17	4	84	12	1	18	5
66	11	2	13	5	75	8	2	16	3	85	10	0	22	3
67	8	2	18	3	76	8	0	14	4	86	5	0	16	4
68	7	2	19	6	77	6	2	8	3	87	7	0	18	4
69	13	2	10	5	78	11	3	18	5	Prom.	8.2	1.6	14.6	4.1
70	7	4	18	6	79	8	2	10	4					
					80	11	3	14	1					

3. FRECUENCIA DE LOS CICLONES

En la tabla 1 se encuentran asentados el número total de ciclones y tormentas tropicales que se observaron por cada año (columna a) y de este total aquellos que afectaron las costas de México (columna b) tanto del lado del Atlántico y golfo de

México como del Pacífico. El período de 26 años que abarca la tabla comienza en el año de 1962 a partir del cual se iniciaron las observaciones de estos fenómenos por medio de las fotografías del satélite meteorológico con lo que la estadística es del todo confiable.

Se observa en la tabla que la actividad ciclónica en el Pacífico NE es algo mayor (13.7 ciclones/año) que en el Atlántico y Golfo (9.0 ciclones/año) y, consecuentemente, el número promedio de ciclones que afectan las costas del Pacífico mexicano es el doble (4.1 ciclones/año) que el número de ciclones que en promedio llegan a costas mexicanas del Caribe y golfo de México (1.9 ciclones/año).

En conclusión, puede decirse que, en general, el riesgo de que se aproxime un ciclón a las costas de México es el doble en el lado del Pacífico que por el golfo de México y Caribe.

Veremos más adelante que determinados trechos de costa, especialmente las costas de Quintana Roo y Tamaulipas, están sujetas a un mayor riesgo a la visita de los ciclones.

En la figura 3 se muestra la variación año con año de la ocurrencia de los ciclones tropicales para el período de 26 años que aparece en la tabla 1.

Se puede advertir en esta gráfica que, si bien del lado del Pacífico la actividad ciclónica se ha mantenido por arriba del promedio en los años de la década de los ochenta (figura 3a), esta actividad ha disminuido en dichos años del lado del Atlántico y Golfo (figura 3b) con respecto a las dos décadas anteriores.

Variación de largo período de la actividad ciclónica en el Atlántico y Caribe.

El océano Atlántico tropical ha sido un mar de los más navegados en el pasado y, en consecuencia, se tiene de él uno de los registros más largos y confiables de la actividad ciclónica. En la figura 4 se muestra la variación del número de ciclones ocurridos cada quinquenio desde la década de 1890 hasta 1980; es decir, un período de 90 años. El promedio de ciclones para dicho período es de 40 ciclones (por 5 años). Se puede ver en esta figura que la actividad ciclónica decreció desde finales del siglo hasta los años veinte, cuando el número de ciclones por quinquenio estuvo por debajo del promedio. A partir de los años treinta (cuando ocurrió el máximo para todo el período) y hasta los años sesenta aumentó la actividad de los ciclones en el Atlántico, golfo de México y Caribe, para decrecer por debajo del promedio al final de los años sesenta y en adelante.

VULNERABILIDAD DE LAS COSTAS DE MEXICO A LOS CICLONES TROPICALES

Ninguna porción de las costas de México está libre del riesgo de la llegada de un ciclón o tormenta tropical. ¿Cuáles son las costas más expuestas a este riesgo? En la figura 5 se muestra la ocurrencia de ciclones y tormentas tropicales que afectaron las costas por entidad federativa para un período de 23 años.

Del lado del Pacífico, los estados más afectados fueron Baja California Sur y Sinaloa (con 28 y 24 ciclones) seguidos de Jalisco y Michoacán con 18 ciclones cada uno durante el período 1962-84.

Por el lado del golfo de Caribe mexicano, aunque el número de ciclones es menor, las costas más afectadas son Quintana Roo y Yucatán (con 19 y 11 ciclones/23 años respectivamente), así como Tamaulipas, que recibió 13 ciclones en dicho período. Estos son precisamente los mismos estados que resultaron afectados recientemente por el ciclón Gilberto de septiembre pasado.

La razón de la alta incidencia de ciclones en estos 3 estados se debe a que se encuentran en la trayectoria que con frecuencia siguen los grandes ciclones que se generan en la región extrema oriente del Caribe o incluso al este de las pequeñas Antillas en el Atlántico tropical. Estos grandes ciclones (como el Gilberto), a los que nos referimos más adelante, tienen oportunidad de desarrollarse en las tibias aguas del mar Caribe llegando a adquirir un enorme desarrollo en su larga trayectoria antes de tocar costas mexicanas.

En la figura 6 aparecen las áreas oceánicas (achuradas) de mayor tránsito de ciclones para un período de 29 años (1950-78). Estas áreas se encuentran precisamente tanto frente a las costas de la Península de Yucatán, como frente a Tamaulipas. Lo anterior significa que una proporción elevada de ciclones grandes que llegan al Caribe mexicano cruzan la Península de Yucatán desde una dirección SE, para luego afectar las costas de Tamaulipas.

La dirección más frecuente con que se aproximan los ciclones del Caribe a costas mexicanas es predominantemente del SE, como se aprecia en la figura 7 que muestra la frecuencia de la dirección con que llega-

ron todos los ciclones a Quintana Roo durante un período (1871-1978) de más de 100 años.

Sin embargo, con ser el SE una dirección preferente, no todos los ciclones que pasan por Quintana Roo afectan posteriormente a Tamaulipas. Al principio de la estación normal de ciclones (en junio) las trayectorias de perturbaciones que llegan a Quintana Roo son a veces de sur a norte. En las figuras 8 y 9 se muestran las trayectorias de ciclones que afectaron Quintana Roo en junio y julio. A medida que la estación avanza aumenta la incidencia de estos fenómenos en Quintana Roo, y ya en agosto y septiembre son predominantemente del SE (figuras 10 y 11). Los ciclones de este último mes y de octubre (figura 12) son los que con una trayectoria más cerca del SE o ESE afectan después al estado de Tamaulipas. En estos mapas de trayectorias se advierte también que es septiembre el mes de mayor actividad ciclónica (y, por consiguiente, de los grandes ciclones como el Gilberto) en la región del Caribe.

TRAYECTORIAS DE CICLONES QUE AFECTARON COSTAS DE QUINTANA ROO Y TAMAULIPAS

La figura 13 muestra la trayectoria de ciclones que en el período 1962-87 afectaron la costa de Tamaulipas, según una trayectoria ESE-WNW. Algunos de estos fenómenos (como el Gilberto) pasaron antes por costas de Yucatán. Fue el caso del ciclón Beulah (con el número 2 en la figura 13) que, después de abandonar la isla Martinica, tocó la costa sur de la República Dominicana; para el 13 de septiembre de 1967 la perturbación se encontraba al sur de la isla de Jamaica con vientos de 190 km/hr

cerca del vórtice o centro de la tormenta. La madrugada del 13 de septiembre el Beulah azotó las islas Mujeres y de Cozumel, pasó al norte de Mérida para dirigirse también, como el Gilberto 21 años después, hacia la costa de Tamaulipas. Sin tener la intensidad de vientos como el Gilberto, el área de las bandas de nubes del Beulah cubrió casi todo el Golfo de México tocando tierra en la desembocadura del río Bravo, ligeramente al norte de Brownsville. Los daños por los vientos violentos y las inundaciones, tanto de los ríos como por la marejada, fueron semejantes al Gilberto, tanto en Yucatán (aunque entonces no existía el puerto de Cancún) como en Tamaulipas y Nuevo León.

Para una descripción detallada de la trayectoria y daños ocasionados por el Beulah, el lector puede consultar un artículo publicado por el presente autor (JAUREGUI, 1968).

Otro caso más reciente de un clásico gran ciclón de las Islas Cabo Verde (al oeste de Africa) no fue el Allen de agosto de 1980, cuyo sistema de nubes fue tan extenso que abarcó todo el golfo de México, aunque los daños que ocasionó no fueron tan devastadores como se esperaba de un super ciclón. Lo anterior significaba que la extensión que alcanza el sistema nuboso de estos ciclones no siempre guarda una relación directa con el poder destructor de la tormenta. Una razón que explica lo comparativamente reducido de los daños de este gran ciclón sería, primero, que sólo pasó frente a Yucatán (a unos 80 km al norte) y segundo, que tocó tierra en la costa de Texas donde se habían tomado las precauciones necesarias para aminorar su impacto.

FRECUENCIA DE CICLONES TROPICALES EN PUERTOS DE YUCATAN, TAMAULIPAS Y VERACRUZ

La figura 14 muestra la frecuencia mensual (barras anchas en blanco) y por decenas (barras sombreadas) de los ciclones tropicales en los puertos principales del golfo de México y en el mar Caribe, para un período de 24 años (1962-85). Se advierte claramente que el mes de mayor riesgo para la llegada de ciclones a dichos puertos es septiembre, en particular la segunda decena de este mes (que fue cuando el Gilberto llegó a México). Otros meses de alto riesgo de ciclón son octubre (en Campeche) y agosto (en la isla Cozumel).

ISOLINEAS DE PROBABILIDAD DE QUE UN CICLON AMENACE PUERTOS DEL GOLFO Y MAR CARIBE

Basándonos en las trayectorias que siguieron los ciclones del Golfo y Mar Caribe registradas en los años 1962-85, en las figuras 15 a 18 se han trazado líneas de igual probabilidad de que dichos ciclones afecten un área de 180 millas náuticas alrededor de los puertos principales.

Así, en la figura 15 correspondiente al puerto de Tampico/Madero, existe una probabilidad de 80% de que un ciclón que se encuentre entre Cozumel y Cancún (o en Mérida) penetre posteriormente al radio de 180 millas náuticas con centro en Tampico. Dicho radio se considera el mínimo para realizar las operaciones de protección a las embarcaciones. Es evidente que a medida que el ciclón se encuentra más distante de Tampico en la dirección SE, disminuye el riesgo de que afecte a dicho puerto. Así, si un ciclón ha tocado las costas del norte de Nicaragua, sólo existe un

40% de probabilidad de que posteriormente afecte Tampico, como se puede ver en la figura 15. En esta misma figura se muestra una rosa de las direcciones más frecuentes (arriba de las envolventes) en que se han aproximado a Tampico los ciclones.

Como se aprecia en la figura 15, los ciclones que han llegado a Tampico vienen predominantemente del SE; es decir, de la dirección donde se encuentra la península de Yucatán.

Como contraste, en Veracruz la dirección más frecuente de aproximación de los ciclones es del E y del NE (figura 19), y en Coatzacoalcos del NE (figura 18).

Las figuras 16 y 17 ilustran este mismo análisis de riesgo de aproximación de un ciclón para los puertos de Cozumel y Campeche, respectivamente.

En resumen, la utilidad que tiene el análisis de riesgo ilustrado en las figuras 15 a 19 es la de poder dar una estimación de la probabilidad de que un ciclón que se encuentre en el Golfo o mar Caribe afecte a un puerto mexicano determinado.

Para el caso del ciclón que nos ocupa en este trabajo, es evidente que cuando el Gilberto entró a la porción Norte de la península de Yucatán, había ya una alta probabilidad (de más de 80% según se ilustra en la figura 8) de que afectara costas de Tamaulipas.

Como conclusión de esta sección conviene señalar que con ser tan erráticas en ocasiones las trayectorias o el camino que toman los ciclo-

nes tropicales, es posible determinar la dirección preferente que siguen antes de amenazar una determinada población de la costa, siempre y cuando se cuente con un registro histórico de las trayectorias.

PRINCIPALES RAZGOS Y TRAYECTORIA DEL CICLON GILBERTO

El ciclón Gilberto de septiembre de 1988 ha sido con justicia considerado en los círculos meteorológicos el ciclón del siglo. Los vientos sostenidos máximos se estimaron en 282 km/hr mientras que la presión mínima en el centro del ojo fue la más baja registrada hasta la fecha en los ciclones del Atlántico: 886 milibarios (un milibario es la unidad de presión atmosférica) (ver MARINERS Weather Log, 1988). El record de la presión mínima más baja lo tenía el ciclón del "día del trabajo" en septiembre de 1935, que azotó los cayos de la Florida con presión mínima de 892 milibarios.

La presión mínima de un ciclón da una idea bastante aproximada de la fuerza de la tormenta, ya que mientras más baja llegue a ser la presión en el ojo del remolino, más intensidad alcanzan los vientos giratorios. Lo que es más, es usual que la violencia de los vientos se estime con la diferencia de presión atmosférica dentro y fuera del torbellino.

La zona nubosa del Gilberto al llegar frente a costas de Yucatán abarcaba una extensión de 800 km de diámetro.

La tormenta se generó, como otros grandes ciclones, en una onda del este en el Atlántico tropical. Al entrar al mar Caribe adquirió primero proporciones de tormenta tropical y, antes de aproximarse a la isla de

Jamaica había adquirido fuerza de un ciclón maduro (figura 20). Después de devastar la población de la isla de Jamaica la tormenta continuó su camino pasando por las islas Caimán y cuando se encontraba (el 13 de septiembre de 1988) a unos 900 km al ESE de Cozumel, el ciclón alcanzó su máxima fuerza (y mínima presión) con una masa nubosa compacta que giraba alrededor de un pequeño ojo de sólo 14 km de extensión. Ya sobre la península de Yucatán las rachas de viento alcanzaron hasta 350 km/hr y la marejada originada por los vientos elevó ahí el nivel del mar unos 7 m.

Una vez que el centro del huracán pasó por el borde norte de Yucatán, la tormenta continuó (como los otros grandes ciclones en el pasado), cruzando el Golfo, hacia las costas de Tamaulipas hasta tocar tierra y disolverse, entre Tampico y Matamoros cerca del poblado de Santa Rosa, Tamps., a unos 200 km al norte de Tampico.

En la figura 20 se muestra también la intensidad de los vientos máximos sostenido de huracán, y en la tabla 2 aparecen para cada posición diaria (a las 10 hrs. TU) la velocidad de translación además del diámetro del ojo o centro del remolino.

Situación sinóptica durante el paso del Gilberto

En las figuras 21 a 23 aparece la distribución de las isobaras para el día 14 (cuando el Gilberto estaba frente y sobre Cozumel), figuras 21 y 22 para el día 16, cuando estaba cerca de la costa, frente a Tamaulipas (figura 23), y ya tierra dentro el día 17, al sur de Monterrey (figura 24).

TABLA 2. DATOS DEL GILBERTO DURANTE SU TRAYECTORIA. LA POSICION ES PARA LAS 10 HORAS, TIEMPO UNIVERSAL, DEL 10 AL 17 DE SEPTIEMBRE DE 1983.

DIA	LAT N	LONG. W	INTENSIDAD	TRANSLACION DIREC. VEL (km/n)		VIENTO MAX. SOST. (km/hr)	DIAM. (km)
10	15.2	65.0	TT	280	22	65	-
11	16.5	69.0	H	280	24	130	-
12	17.5	74.7	H	280	28	175	65
13	18.5	79.5	H	280	28	185	22
14	20.0	86.0	H	285	24	278	15
15	22.0	91.5	H	185	24	194	22
16	23.3	95.4	H	290	19	194	22
17	25.0	99.0	H	295	19	102	en tierra

TT - Tormenta Tropical

H - Huracán

Durante la trayectoria del Gilberto la alta presión barométrica que prevaleció sobre el centro de E.U. y la débil vaguada barométrica sobre la costa atlántica de E.U., favorecieron que el meteoro mantuviera su trayectoria hacia el oeste, en vez de recurvar hacia el norte.

DAÑOS OCASIONADOS POR EL GILBERTO

En esta sección sólo daremos una leve reseña de los daños ocasionados por el ciclón Gilberto en México. La tormenta provocó la muerte de 202 personas (MARINERS Weather Log, 1988). Una parte de ellas murió aho-

gada en las aguas del río Santa Catarina, un río seco de Monterrey, que de pronto se colmó con las lluvias torrenciales del Gilberto arrastrando 5 autobuses que cruzaban su cauce normalmente seco (murieron ahí 60 personas).

A su paso por la península de Yucatán, el mayor impacto del Gilberto fue en las construcciones, ya que la población fue, en gran parte, evacuada por oportunidad a sitios más seguros. Las edificaciones hoteleras de la península de Yucatán sufrieron serios daños. Solamente en Cancún resultaron perjudicados 3 977 cuartos y 1 362 cuartos en Cozumel. Adicionalmente al daño ocurrido en la planta hotelera en la península, otras construcciones resultaron fuertemente afectadas de acuerdo con el informe de FONATUR.

CONTRIBUCION DE LOS CICLONES A LA PRECIPITACION EN EL NE DE MEXICO

Si bien son cuantiosos los daños y pérdidas de vidas que ocasionan los ciclones, es indudable, que representan mecanismos importantes como fuentes de humedad para el país. En el caso del Gilberto las lluvias asociadas a la tormenta contribuyeron a llenar las presas y a realimentar los acuíferos del NE de México.

En esta sección intentaremos dar una idea cuantitativa de los volúmenes de lluvia adicionales que aportan los ciclones en el NE del país.

Si de nuevo consideramos un período de 25 años (1962-86), de un total de 216 ciclones y tormentas tropicales del Atlántico y Caribe que ocurrieron en dicho período, sólo el 5% de ellos afectó con lluvias la faja fronteriza del NE (Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila).

Para determinar la lluvia adicional que aportan los ciclones en el norte del país, se determinaron valores de una cantidad que resultó de dividir la lluvia mensual cuando se presentó un ciclón en la cercanía de la estación climatológica, entre la precipitación media mensual en meses en que no ocurrió un ciclón ahí durante el período 1962-84.

Una vez determinados los cocientes q , se trazaron las isolíneas de q . El resultado aparece en la figura 25 para un promedio de los meses de agosto y septiembre que, como se vio, son de alta ocurrencia de ciclones. Se aprecia de esta figura 25, que el valor de q es en promedio mayor que 1 (excepto en el extremo sur de Nuevo León), indicando que las lluvias en meses con ciclón, son en promedio hasta un 200 o 300% mayores que en meses sin ciclón. Esto se aprecia también para casos individuales, como se ilustra en la figura 26 para el ciclón Beulah, que aun cuando su centro pasó a cierta distancia al norte de Yucatán, produjo anomalías de 300% para el mes de septiembre de 1967.

LAS LLUVIAS TORRENCIALES DEL GILBERTO

En la tabla 3 se muestran las cantidades de precipitación registradas al paso del meteoro para algunas estaciones. Estas cantidades van de 200 mm recogidos en un lapso de 20 a 34 hrs. En la mayoría de los casos (excepto en Mérida) estas cantidades fueron iguales o mayores que la lluvia media para todo el mes de septiembre. Conviene señalar que las lluvias de la tabla corresponden a los registros del pluviógrafo al paso de la tormenta, aunque posteriormente se registraron lluvias de menor intensidad debidas a la inestabilidad convectiva que dejó el ciclón.

TABLA 3. LLUVIAS REGISTRADAS AL PASO DEL GILBERTO

ESTACION	FECHA	PERIODO (HORA)	PRECIP. (mm)	PRECIP. TOTAL (mm)	PRECIP. MEDIA EN SEPT. (mm)
MERIDA	13/9/88	8:30 - 24	90	127	174
	14/9/88	00 - 06	37		
MONTERREY	16/9/88	8:30 - 24	100	193	162
	17/9/88	00 - 8			
SOTO LA MARINA	15/9/88	14 - 24	10	170	158
	16/9/88	00 - 24	160		
CARRILLO PUERTO	13/9/88	12 - 13:30	33	194	199
	14/9/88	02 - 20:30	161		

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LOS CICLONES GRANDES CON TRAYECTORIA
SEMEJANTE AL GILBERTO

Como ya se mencionó en la sección 5, una característica de los ciclones grandes, como el Gilberto, es que comienzan su desarrollo en las lejanas regiones del Atlántico tropical, al este de las pequeñas Antillas, de modo que en su largo recorrido tienen oportunidad de alcanzar su plenitud en el mar Caribe, antes de tocar costas mexicanas de Yucatán y posteriormente Tamaulipas. Mientras menos trayectos de tierra recorre un ciclón en Yucatán (como en el caso de Allen, el Beulah, el Gilberto), mayor será la probabilidad de que azote con toda su fuerza la costa de Tamaulipas, ya que el cruce sobre tierra de la península merma su posibilidad de alimentación. Como ejemplo de lo anterior se puede citar el caso del ciclón

Edith (figura 13) que al cruzar tierras de Honduras y Belice, se debilitó emergiendo en el sur del golfo de México como una tormenta tropical.

¿Qué probabilidad existe de que un ciclón afecte costas de Tamaulipas?

TABLA 4. CICLONES (H) Y TORMENTAS TROPICALES (TT) QUE AFECTARON COSTAS DE TAMAULIPAS. PERIODO 1874-1988.

	TT	H	TOTAL
1874 - 1900	1	5	6
1901 - 1920	2	3	5
1921 - 1940	4	7	11
1941 - 1960	4	4	8
1961 - 1980	1	7	8
1981 - 1988	0	3	3
SUMA	12	29	

En la tabla 4 se muestra la frecuencia de ciclones, de fuerza huracanada que afectaron Tamaulipas durante más de un siglo (1874 - 1988). El mayor número de estos fenómenos ocurrió en las veintenas 1921 - 40 y 1961 - 80 (con 7 ciclones cada una). En la veintena 1981 - 2000 (es decir, para fines del siglo actual) tendrán que ocurrir 4 grandes ciclones para igualar la actividad de las veintenas mencionadas.

En todo caso, la probabilidad de que ocurra un ciclón grande en Tamaulipas, es de 29 en 119 años, o sea de 0.24. En otras palabras, la probabilidad de que ocurra un ciclón como el Gilberto (de intensidad 5 o

máxima) en Tamaulipas, es de una vez en 100 años, mientras que la correspondiente a grandes ciclones es de una cada 4 años, aproximadamente.

Predicción del movimiento de los ciclones

La predicción de ciclones se basa en una buena detección, y para esto la mejor herramienta la constituye el satélite meteorológico que permite, además de percibir su desarrollo, conocer la estructura térmica del fenómeno. Con esto y la información sinóptica (mapas de superficie y altura) se han intentado modelos o simulaciones de diversa índole. Unos se basan en datos estadísticos de regresión (de otros ciclones), y otros son combinaciones estadísticas que incluyen los llamados predictores, tales como la climatología, la persistencia o el llamado timoneo de la corriente en la que viaja el vórtice. Con todos estos avances, la predicción de corto plazo del movimiento de un ciclón es todavía un tema de investigación por resolver.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se hace una breve y esquemática descripción de la naturaleza de los ciclones tropicales y sus regiones de origen. No hay costa de México que no se encuentre en riesgo de la visita de estos fenómenos. Las costas del Pacífico reciben en promedio el doble de ciclones que las costas del Golfo y Caribe mexicano. Entre las costas con mayor riesgo de ciclones se encuentra el trecho Topolobampo Vallarta por el Pacífico y por el lado del Golfo y Caribe, son Quintana Roo y Tamaulipas las más frecuentadas por dichos meteoros. En la década de los ochenta,

la actividad ciclónica en el Golfo y Caribe se ha mantenido debajo del promedio con respecto a décadas anteriores.

Se describen trayectorias de grandes ciclones que tuvieron recorridos e intensidad semejantes al Gilberto (es decir, del ESE al WNW pasando por Yucatán y terminando en Tamaulipas).

Basándose en registros de trayectorias de 24 años, se estimó la probabilidad de que un ciclón amenace puertos del golfo de México y mar Caribe. Los ciclones que afectan puntos de la costa de Tamaulipas vienen predominantemente del SE; es decir, la dirección donde se encuentra la península de Yucatán. De modo que un ciclón que, como el Gilberto, entró en la porción norte de Yucatán, tenía una alta probabilidad de afectar con toda su furia las costas de Tamaulipas.

Finalmente, se describen los rasgos (presión mínima, vientos) principales y trayectoria del ciclón Gilberto y se ilustra la situación sinóptica en que se presentó, y precipitación asociada. Asimismo, se hace, para terminar, una estimación de la probabilidad de ocurrencia de dicho meteoro en las costas de Tamaulipas. En los más de 100 años de registro de ciclones tropicales que han afectado dichas costas, no se había presentado una tormenta cuya intensidad fuese mayor que el Gilberto. Es por lo anterior que es correcta la clasificación que se la ha dado en círculos meteorológicos, como el ciclón del siglo XX.

RECONOCIMIENTO

El meteorólogo José G. Rosales proporcionó los datos meteorológicos, mapas sinópticos y trayectoria del ciclón Gilberto. El Ing. A. Estrada realizó las figuras y mapas. El trabajo estenográfico lo hizo la Sra. G. Zárraga.

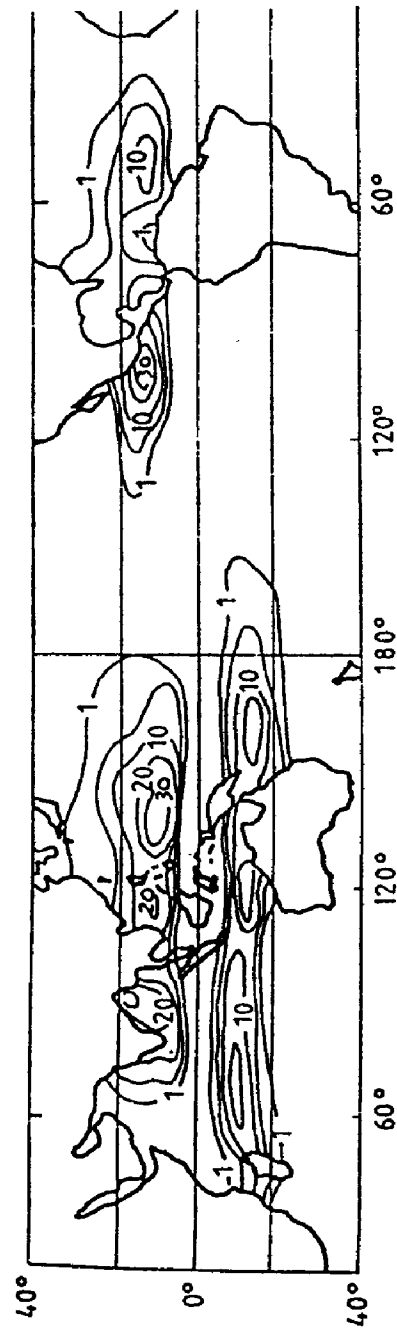
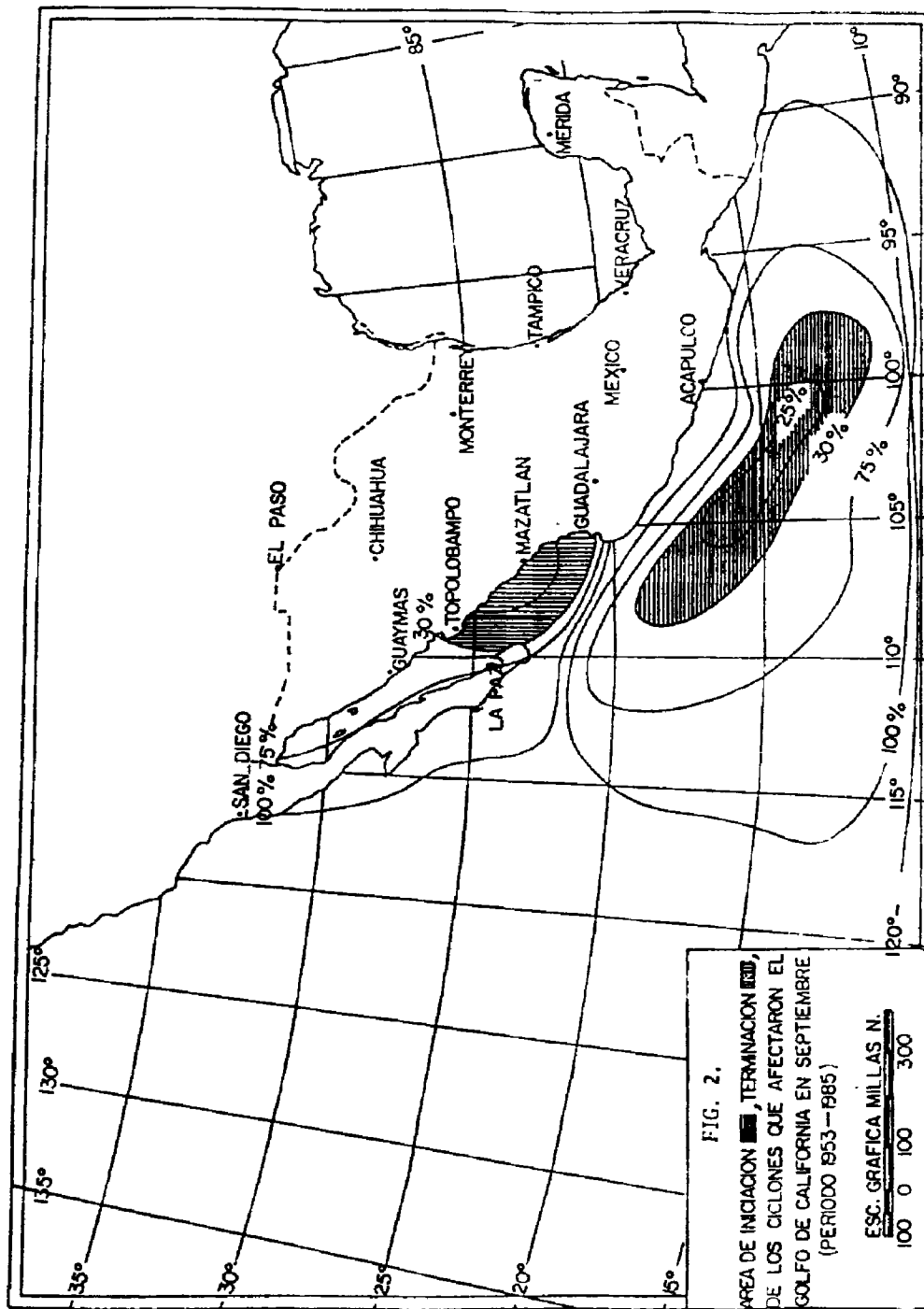


FIG. 1. Frecuencia observada de las regiones de nacimiento de los ciclones tropicales para un periodo reciente de 20 años (GRAY, 1979).



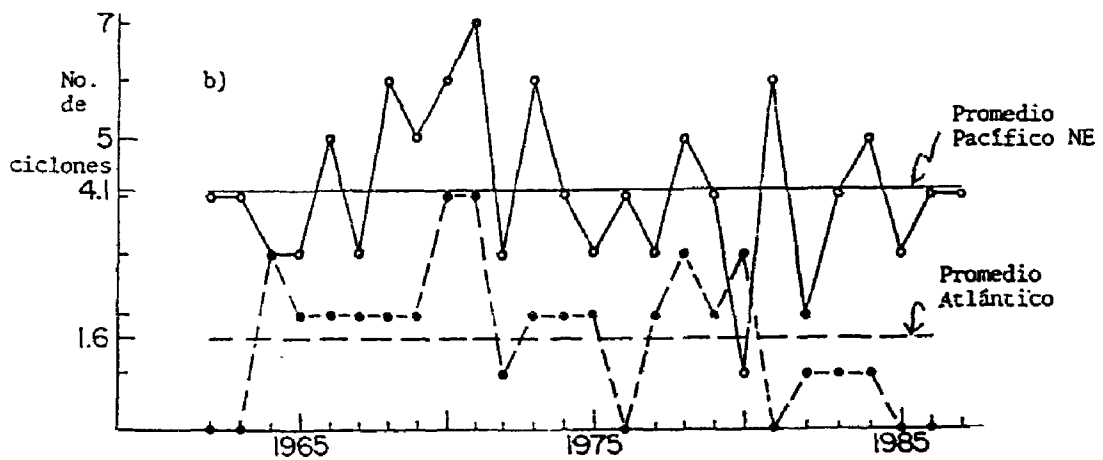
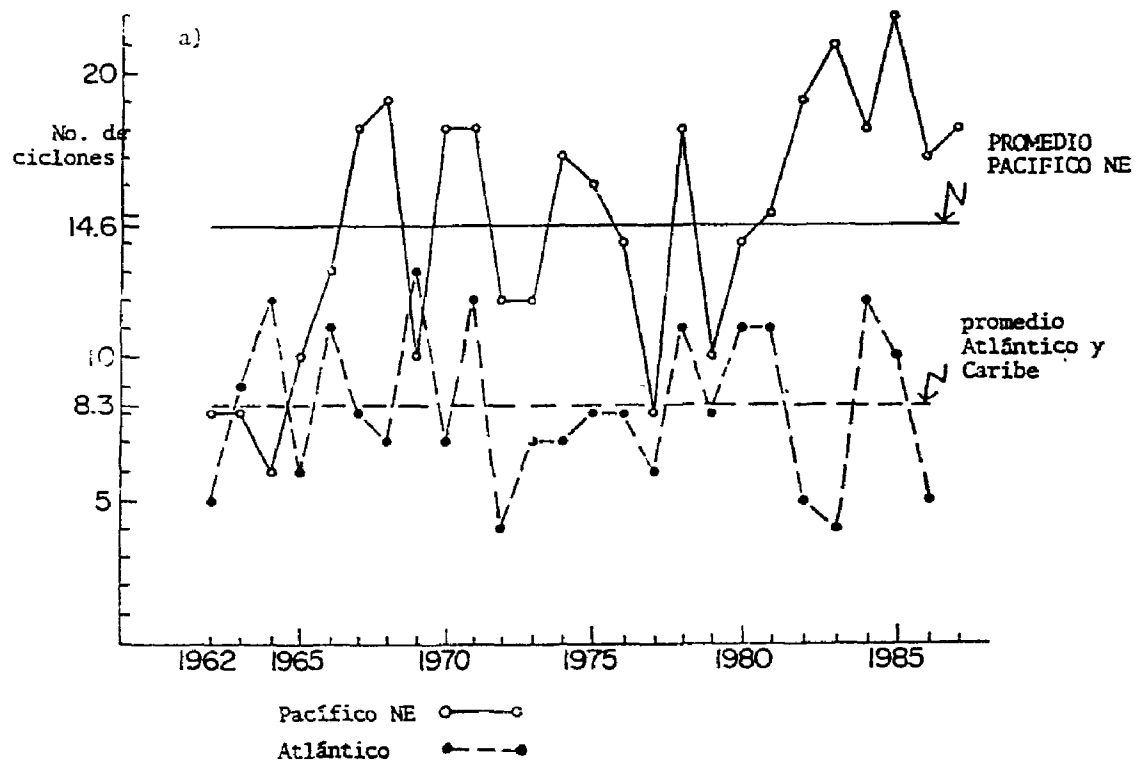


FIG. 3. VARIACION ANUAL DEL NUMERO DE CICLONES Y TORMENTAS TROPICALES
a) NUMERO TOTAL Y b) AQUELLOS QUE AFECTARON COSTAS DE MEXICO

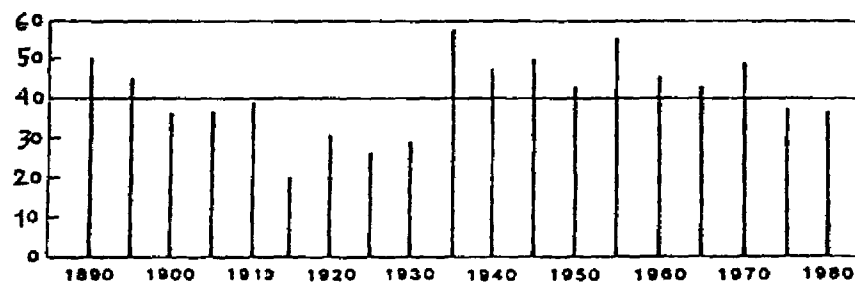
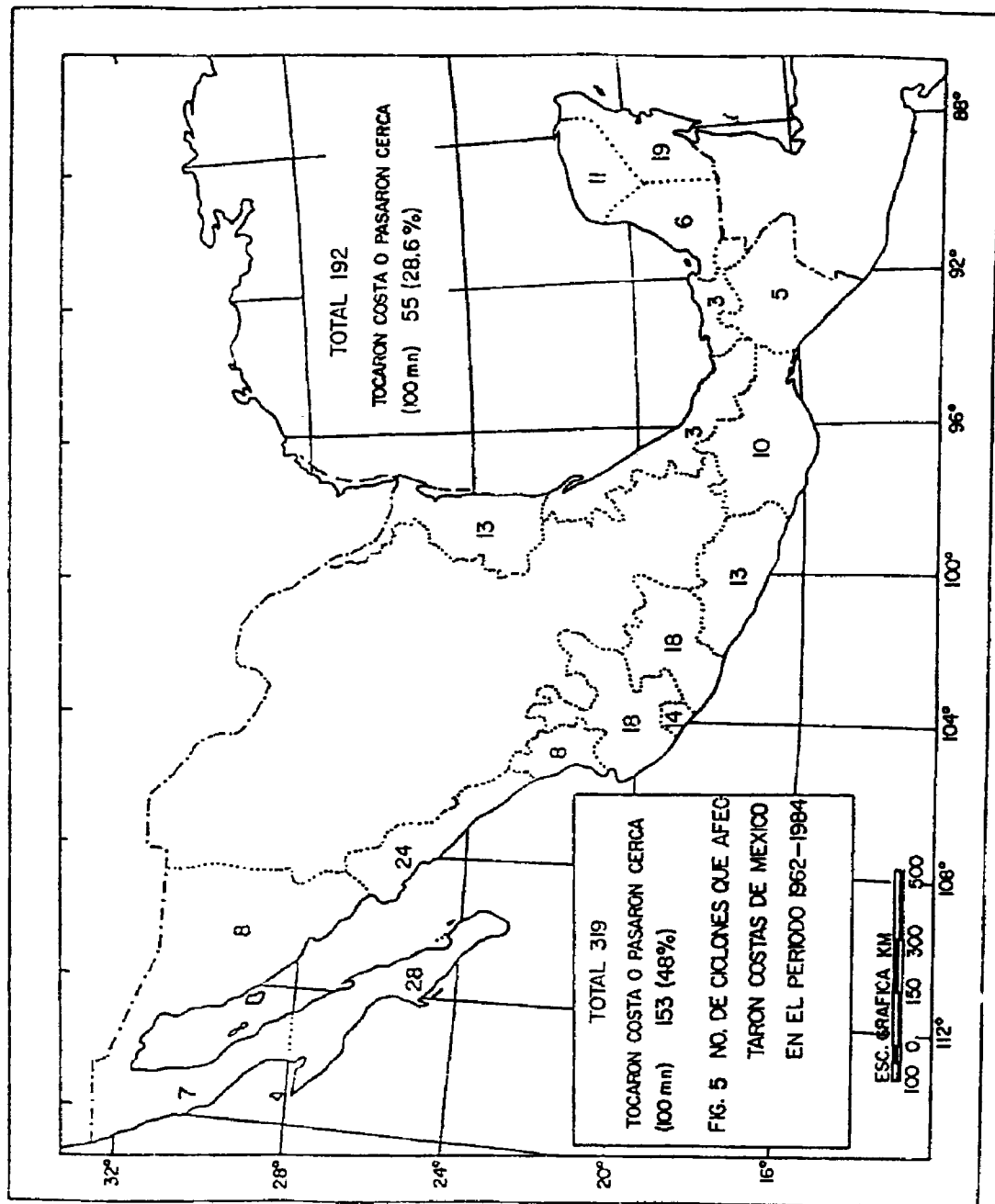
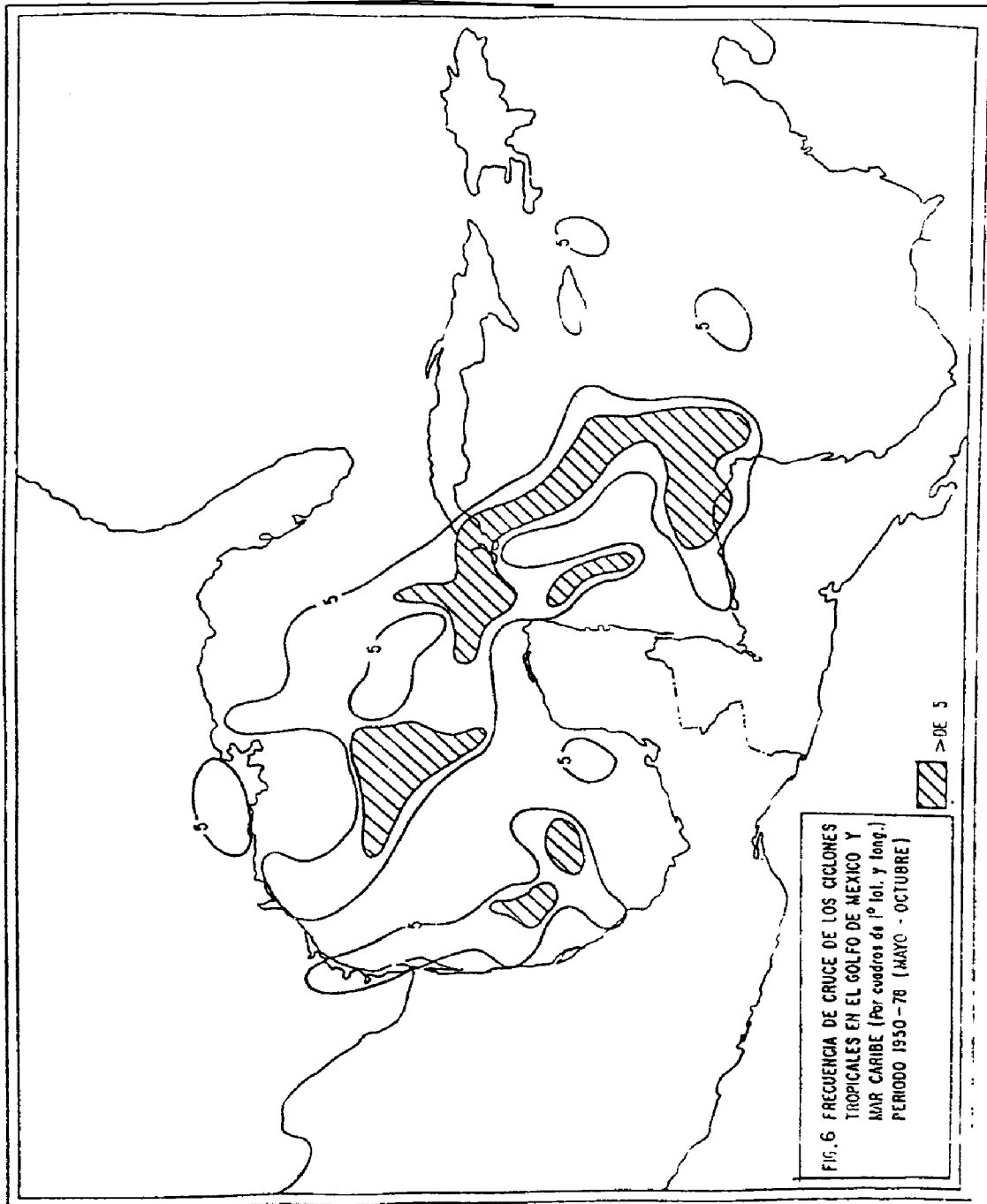
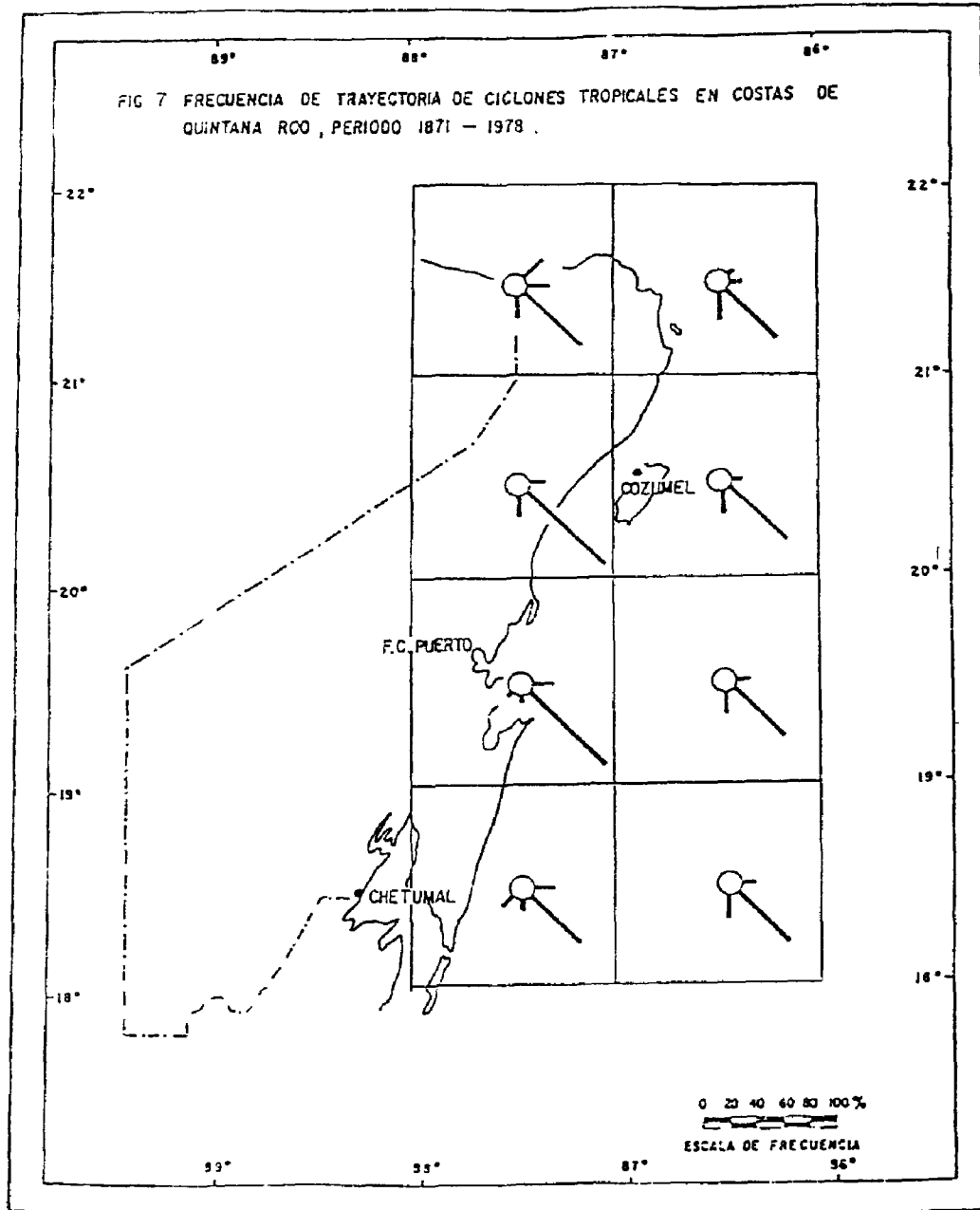


FIG. 4. VARIACION DE LA ACTIVIDAD DE CICLONES Y TORMENTAS TROPICALES POR CADA QUINQUENIO PARA EL PERIODO 1890- 1980. (TANNER, 1988).







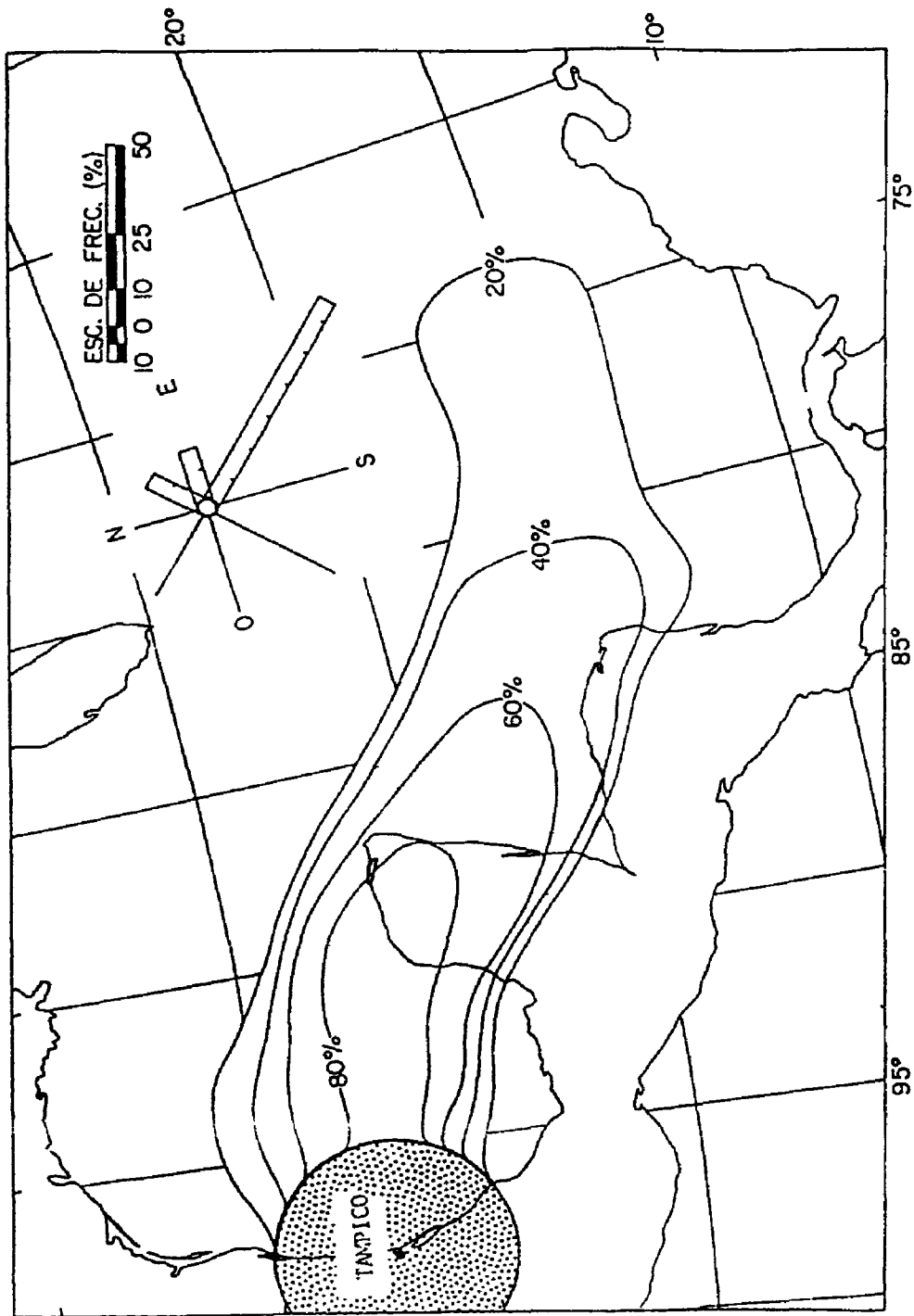


FIG. 8 ISOLINEAS DE PROBABILIDAD DE QUE UN CICLON O TORMENTA TROPICAL AMENACE CD. MADERO DENTRO DE UN RADIO DE 180 MN. PERIODO 1962-1985.

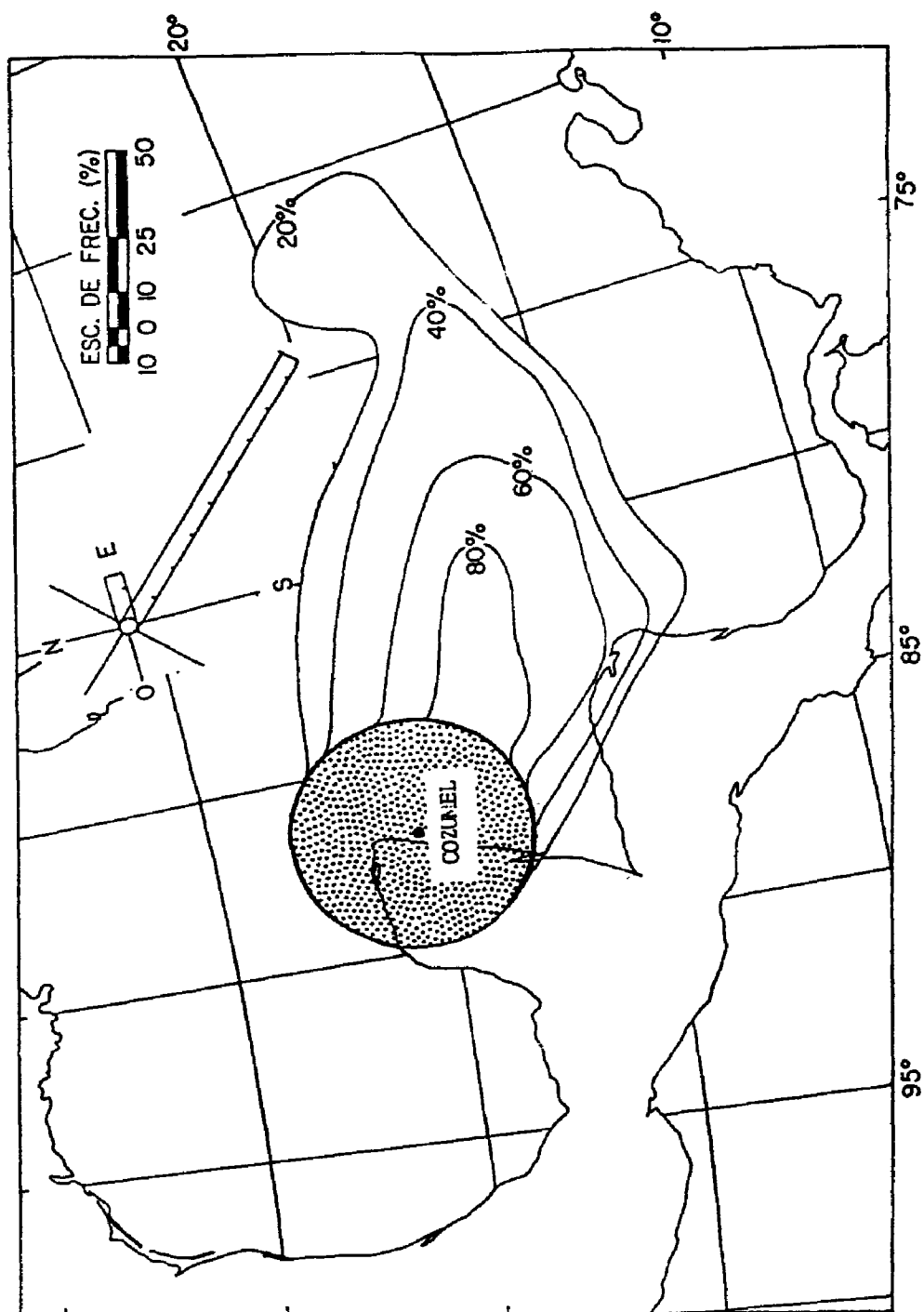


FIG. 9 IGUAL QUE FIG. 15 SOLO QUE PARA COZUMEL

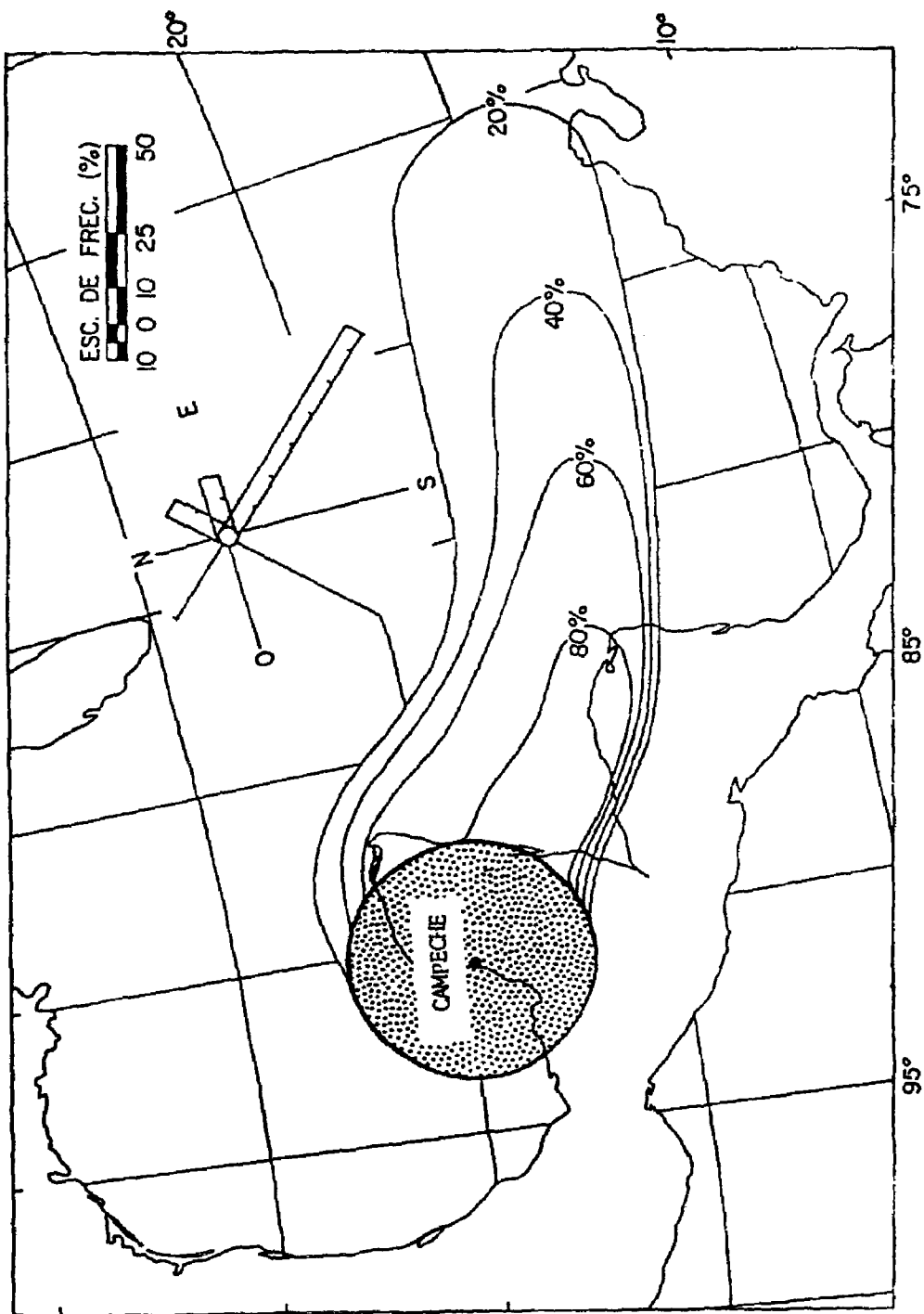


FIG. 10 IGUAL QUE FIG. 15 SOLO QUE PARA CAMPECHE

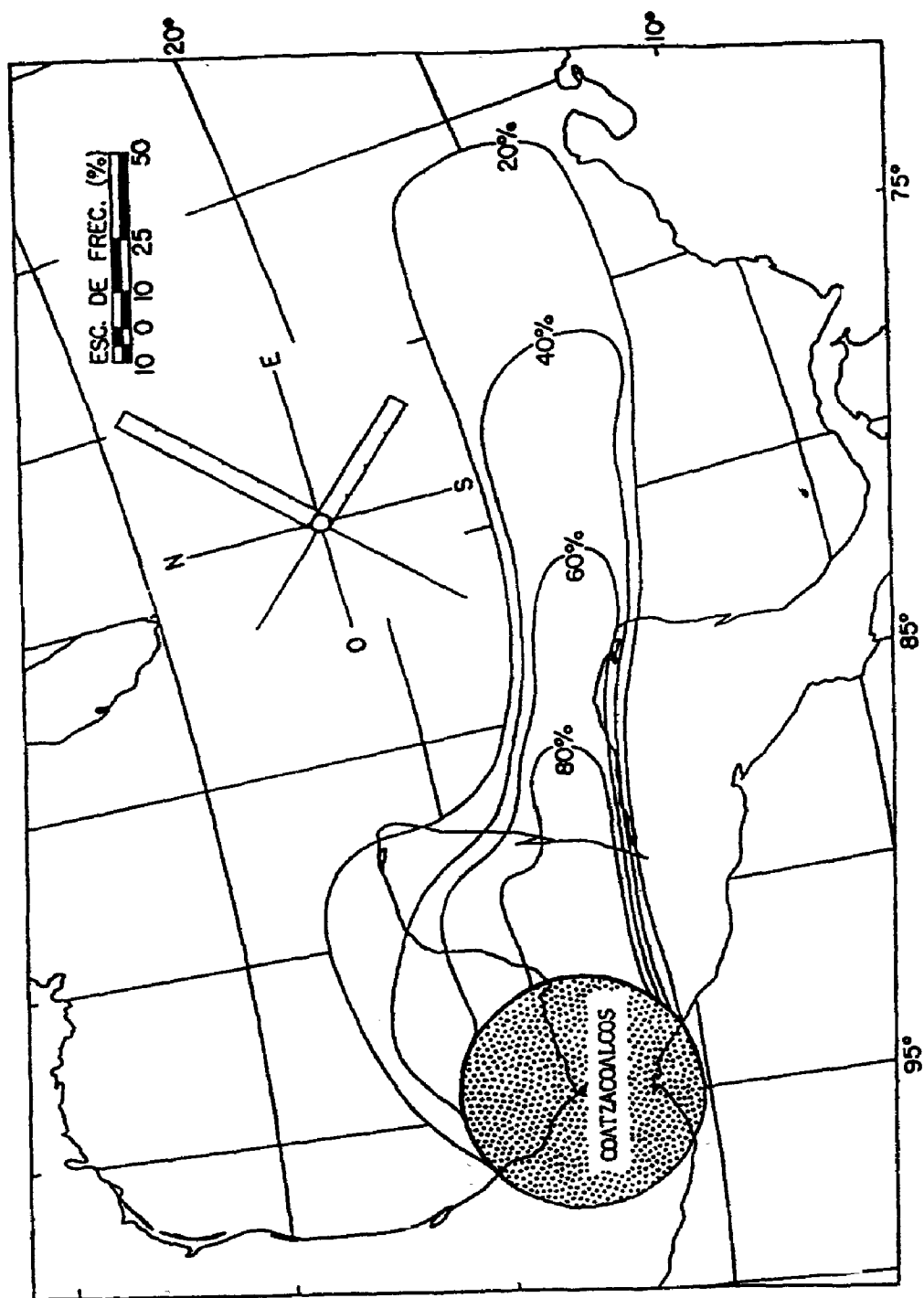


FIG. 11 IGUAL QUE FIG. 15 SOLO QUE PARA COATZACOALCOS

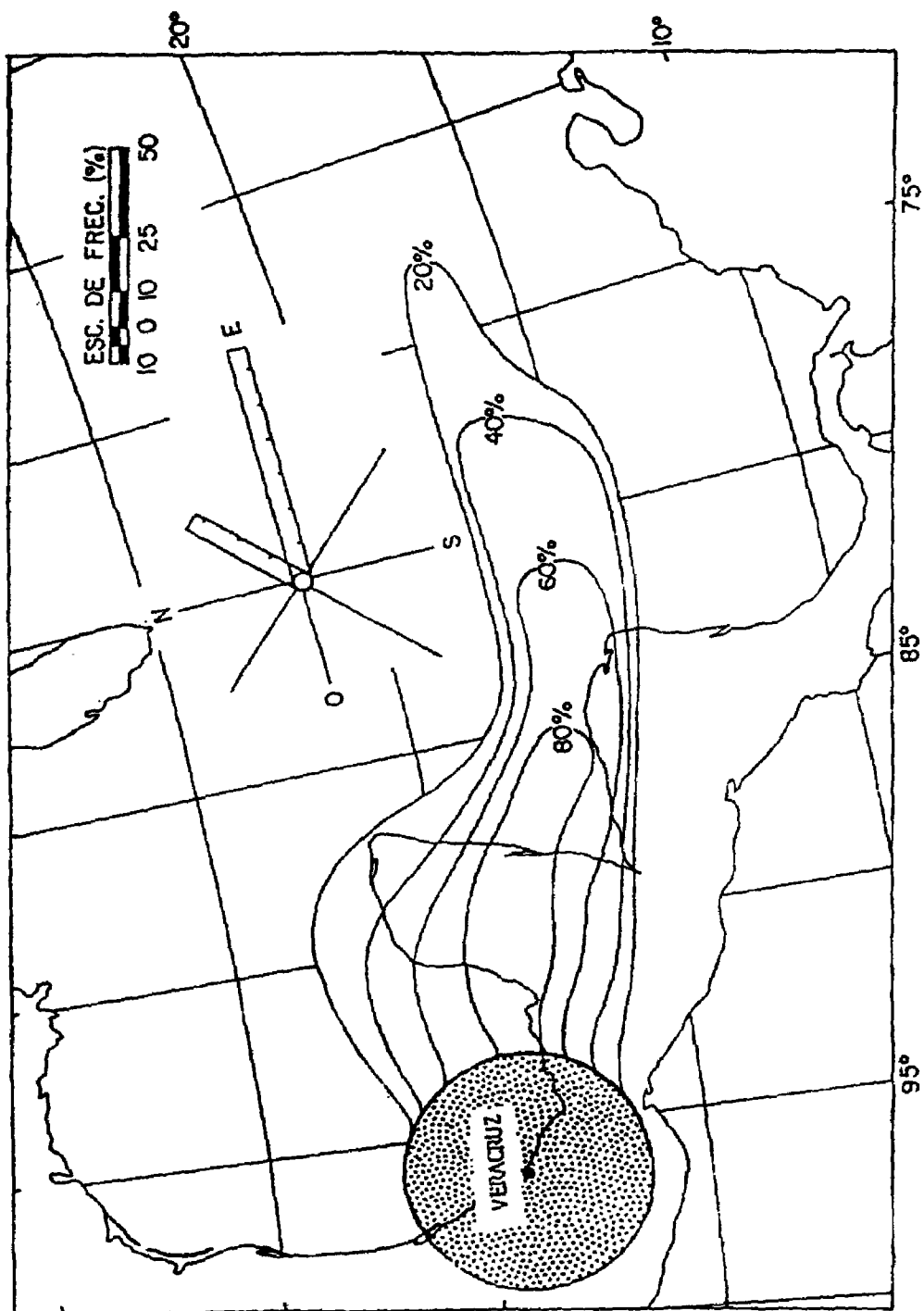


FIG. 12 IGUAL QUE FIG. 15 SOLO QUE PARA VERACRUZ

