

IMPACTO DE LOS HURACANES Y TORMENTAS TROPICALES SOBRE EL ESTADO DE VERACRUZ

Domitilo Pereyra Diaz

Introducción

Los fenómenos atmosféricos que se presentan dentro de las regiones tropicales, se clasifican según su intensidad en: Perturbaciones Tropicales, Depresiones Tropicales, Tormentas Tropicales y Huracanes.¹ Las Perturbaciones Tropicales se caracterizan por tener o no tener un movimiento circular leve, isobaras abiertas y vientos fuertes; las Depresiones Tropicales tienen una o más isobaras cerradas y vientos menores o iguales a 17 m/s (61.2 km/h); las Tormentas Tropicales se distinguen por tener isobaras cerradas y vientos mayores a 17 m/s (61.2 km/h) y menores a 33 m/s (118.8 km/h); y los Huracanes se caracterizan por tener vientos mayores a 33 m/s (118.8 km/h).

Muchos de los conocimientos acerca de los huracanes se deben a William C. Radfield (1789-1857), quien fue el primero en recopilar los boletines meteorológicos de las flotas navieras, así como información de otras fuentes. Con esta información empezó a desarrollar la teoría acerca de la estructura y movimiento de los huracanes (en una serie de artículos publicados entre 1831 y 1857, principalmente en el *American Journal of Science and the Arts* y en algunas ocasiones en el *British and American Marine Journals*), concluyendo que el movimiento de los vientos era alrededor de un centro (llamado ojo), y que el sistema se traslada a lo largo de una trayectoria regular (8).

Para que una perturbación atmosférica alcance la categoría de Huracán es necesario que existan las siguientes condiciones (5):

¹ Huracanes se les llama en el Océano Atlántico y en el este del Océano Pacífico, tifones en el centro u oeste del Océano Pacífico (con excepción de las Filipinas donde se les conoce más comúnmente como Banguíos) y ciclones en las costas de Australia, India y al este de África (1), (5).

1803 08AU80 12A-1 03998 13734 MA23N92W-1



Fig.1. Fotografía de satélite del Huracán Allen.

a) Bajo nivel de convergencia para iniciar y mantener una intensa convección.

b) Alto nivel de divergencia para eliminar el aire acumulado y poder generar una caída de presión en la superficie.

c) Entrada de calor y vapor de agua en suficiente cantidad para suministrar la energía que mantenga el sistema.

La fuente de energía para la formación del huracán es la superficie del mar, siempre que ésta se encuentre a una temperatura arriba de los 26° C. La transferencia de calor sensible y latente a través de la superficie del agua se incrementa con la alta temperatura de la superficie del mar y con la velocidad del viento. Se puede considerar que una velocidad de más de 10 m/s (36 km/h) es un buen indicador del



Fig.2. Esquema tridimensional de un huracán.

inicio de una transferencia de calor inadecuada, y que la capa de mezclado está siendo desplazada por aire frío descendente, el cual marca el inicio de la convección de cúmulos.

Los lugares que presentan las condiciones favorables para el desarrollo de huracanes que por lo general azotan las costas de México son: el mar Caribe, el Golfo de México y el Este del Océano Pacífico (cerca del istmo de Tehuantepec). La temporada en la cual se presentan estos fenómenos meteorológicos está comprendida, aproximadamente, entre los meses de junio y octubre.

Una característica muy importante que identifica a un huracán es la formación de un ojo en su centro, ver figuras 1 y 2. La figura 1 muestra la foto de satélite del Huracán Allen (1980), donde se distingue perfectamente el ojo; la figura 2 muestra la estructura típica de un huracán visto en tres dimensiones. En esta figura se puede ver que el ojo está rodeado por una lenta convección, la cual mantiene baja la presión central y facilita la entrada de aire, existiendo movimiento ascendente hacia los niveles superiores a través de las torres calientes y por la parte externa de la tormenta.

El ojo del huracán puede tener un diámetro entre 6 km y 45 km, el diámetro promedio es de alrededor de 22 km. Los vientos más fuertes se presentan cerca del centro de la tormenta, donde el gradiente de

presiones es máximo (ver figura 3) y los vientos máximos se presentan en el lado derecho del ojo del huracán, debido a que se suma la velocidad de rotación de la tierra con la velocidad del viento de la tormenta. Los vientos mínimos se presentan en el lado izquierdo, pues en este caso se restan las velocidades. El diámetro promedio de un huracán es de aproximadamente 240 km, la vida promedio, desde su inicio hasta su decaimiento, es de aproximadamente 9 días y las velocidades con que se mueven son aproximadamente de 5 m/s hacia el Oeste (5)

El tiempo que acompaña a un huracán puede describirse muy bien como una lluvia torrencial cayendo de espesas nubes, ausente en el interior del ojo del huracán o muy ligera, en cambio, es muy fuerte en la parte interior del anillo de los vientos máximos. Las precipitaciones generadas, comúnmente, por un huracán se encuentran entre 15 y 25 cm y se han registrado valores mucho mayores cerca o sobre las laderas de colinas o montañas. Por ejemplo, en Bagueo, Filipinas, un Tifón precipitó 193 cm en 24 horas y en Silver Hill, Jamaica, se registraron 244 cm en 96 horas (10).

Impacto de los huracanes

Los huracanes producen notables cambios en el mar, tales como, enormes olas y mareas que pueden alcanzar hasta 10 metros de altura, las cuales causan

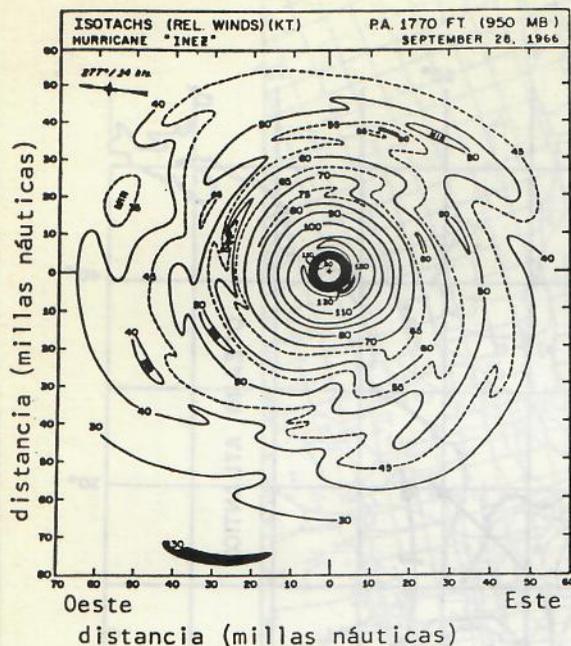


Fig. 3. Velocidades generadas en la superficie por el Huracán Inés (septiembre 28, 1966) en nudos

grandes daños a la navegación marítima, generan torrenciales aguaceros y fuertes vientos que por lo general impiden la circulación de la navegación aérea (en la zona de influencia del huracán), también causan daños a las construcciones de baja calidad e incluso en muchas ocasiones originan la muerte de seres humanos.

La mayor velocidad del viento sostenido (durante un minuto en promedio) que se ha registrado, es de 317 km/h, presentada por el Huracán Inés en 1966 (3), la máxima ráfaga ha rebasado los 360 km/h; en la mayoría de los huracanes, las velocidades sostenidas en promedio son de 180 km/h. El mayor desastre en la historia se presentó en noviembre de 1970, en Bangladesh y fue generado por un maremoto estimado entre 6 y 9 metros de altura; durante este huracán perecieron ahogados entre 200,000 y 300,000 personas, este oleaje excepcional no fue generado por el huracán más intenso, de hecho su presión mínima sólo fue de 950 mb (La presión mínima registrada ha sido de 876 mb, Tifón June, noviembre, 1975), y la precipitación que generó fue sólo de 25 cm.

Es necesario reconocer también los beneficios que pueden generar los huracanes a los pobladores de ciertas partes de la Tierra, como es el caso de los

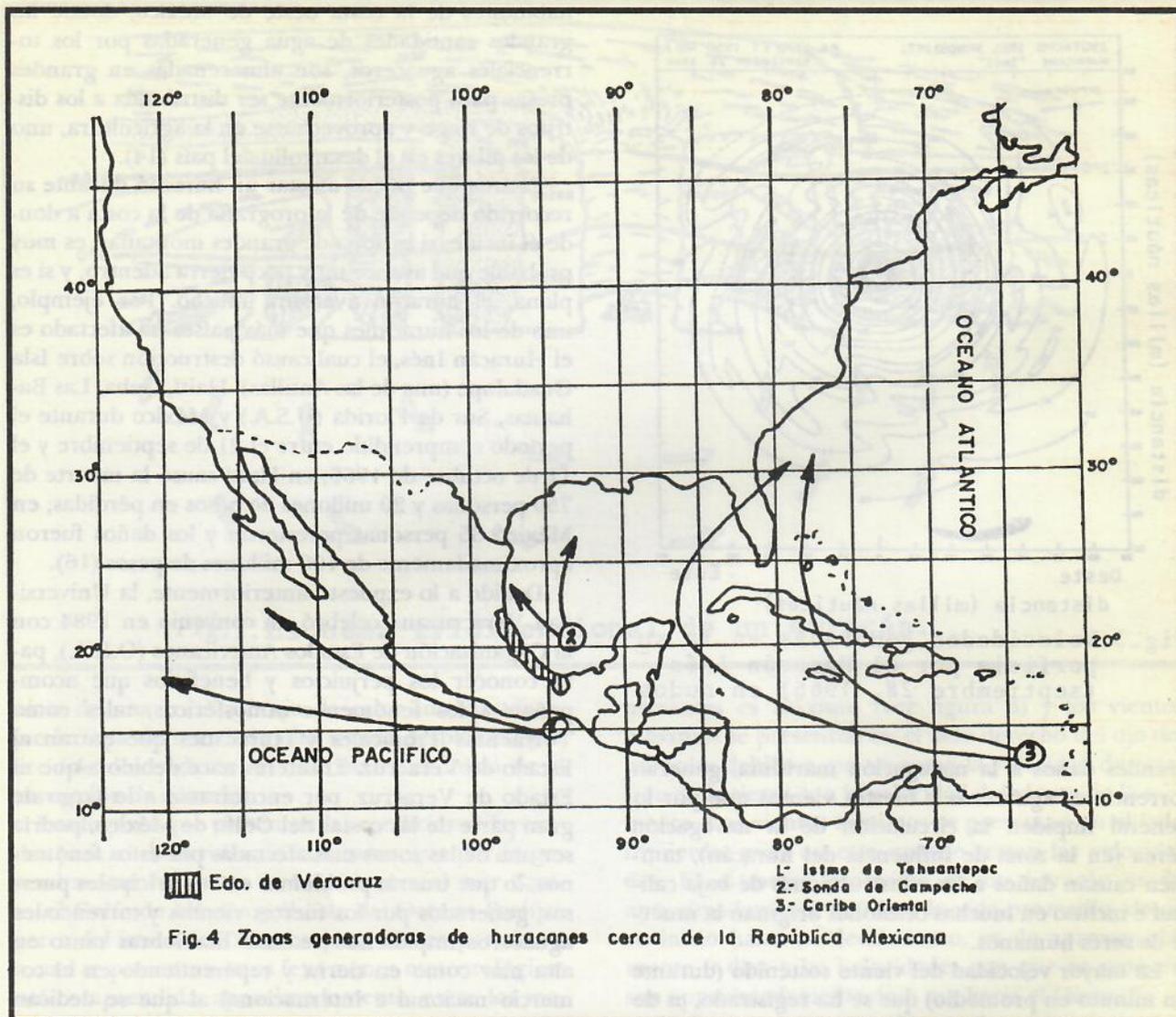
habitantes de la costa oeste de México, donde las grandes cantidades de agua generadas por los torrenciales aguaceros, son almacenadas en grandes presas para posteriormente ser distribuida a los distritos de riego y aprovecharse en la agricultura, uno de los pilares en el desarrollo del país (14).

El área que puede afectar un huracán durante su recorrido depende de la orografía de la costa a donde él incide; si es zona de grandes montañas, es muy probable que avance muy poco tierra adentro, y si es plana, el huracán avanzará mucho. Por ejemplo, uno de los huracanes que más países ha afectado es el Huracán Inés, el cual causó destrucción sobre Isla Guadalupe (una de las Antillas), Haití, Cuba, Las Bahamas, Sur de Florida (U.S.A.) y México durante el período comprendido entre el 21 de septiembre y el 11 de octubre de 1966; en Haití causó la muerte de 750 personas y 20 millones de pesos en pérdidas; en México 65 personas perecieron y los daños fueron aproximadamente de 100 millones de pesos (16).

Debido a lo expuesto anteriormente, la Universidad Veracruzana celebró un convenio en 1984 con la Organización de Estados Americanos (O.E.A.), para conocer los perjuicios y beneficios que acompañan a los fenómenos atmosféricos, tales como Tormentas Tropicales y Huracanes que entran al Estado de Veracruz. El interés nace debido a que el Estado de Veracruz, por encontrarse a lo largo de gran parte de las costas del Golfo de México, podría ser una de las zonas más afectadas por estos fenómenos, lo que traería problemas en sus principales puertos, generados por los fuertes vientos y torrenciales aguaceros impidiendo realizar maniobras tanto en alta mar como en tierra y repercutiendo en el comercio nacional e internacional al que se dedican casi todos con excepción de Alvarado que se dedica a la pesca, así también causaría daños a la navegación aérea en los aeropuertos de Minatitlán y Veracruz. Por otro lado los beneficios serían en la agricultura si estas aguas fueran almacenadas en presas para después distribuirlas a los distritos de riego (14), de lo contrario estos torrenciales aguaceros generan inundaciones en los Valles que circundan los principales ríos y que son los campos de cultivo de temporal para gran parte de los agricultores del Estado.

Análisis de frecuencia

Para saber la frecuencia con que han azotado los Huracanes y las Tormentas Tropicales al Estado de Veracruz, fue necesario conocer primero las zonas cercanas a la República Mexicana donde se generan estos fenómenos meteorológicos, las cuales se mues-



tran en la fig. 4, así como la trayectoria de cada uno de los fenómenos antes mencionados. Como se puede ver en la fig. 4, existen tres zonas cercanas a la República Mexicana donde nacen los huracanes, las cuales son: a) Zona del Istmo de Tehuantepec, en el Océano Pacífico, situada aproximadamente a 15°N, con influencia sobre las costas occidentales de la República, así como en el suroeste del Golfo de México y la porción sur del Estado de Veracruz; b) Zona de la Sonda de Campeche, en el Golfo de México, situada aproximadamente a 20°N y con influencia sobre la porción norte del Estado de Veracruz, el Estado de Tamaulipas, así como la parte sur de los Estados Unidos de América; c) Zona del Caribe Oriental, en el Océano Atlántico, situada aproximadamente a 13°N, con influencia sobre la Península

de Yucatán, así como sobre los Estados de Veracruz (porción norte), Tamaulipas y Sur de Estados Unidos.

Las trayectorias seguidas por los fenómenos meteorológicos generados en las tres zonas antes mencionadas durante el período comprendido entre 1960 y 1980 se muestran en la figura 5 (15)

La frecuencia mensual con que se han presentado los fenómenos atmosféricos² cerca de la República Mexicana está representada en los histogramas de la fig. 6, donde se puede ver que para el Océano Pacífico el mes de mayor actividad es septiembre, seguido por junio y octubre; para el Océano Atlántico el mes

² En este estudio se consideran como fenómenos atmosféricos a las Tormentas Tropicales y Huracanes.

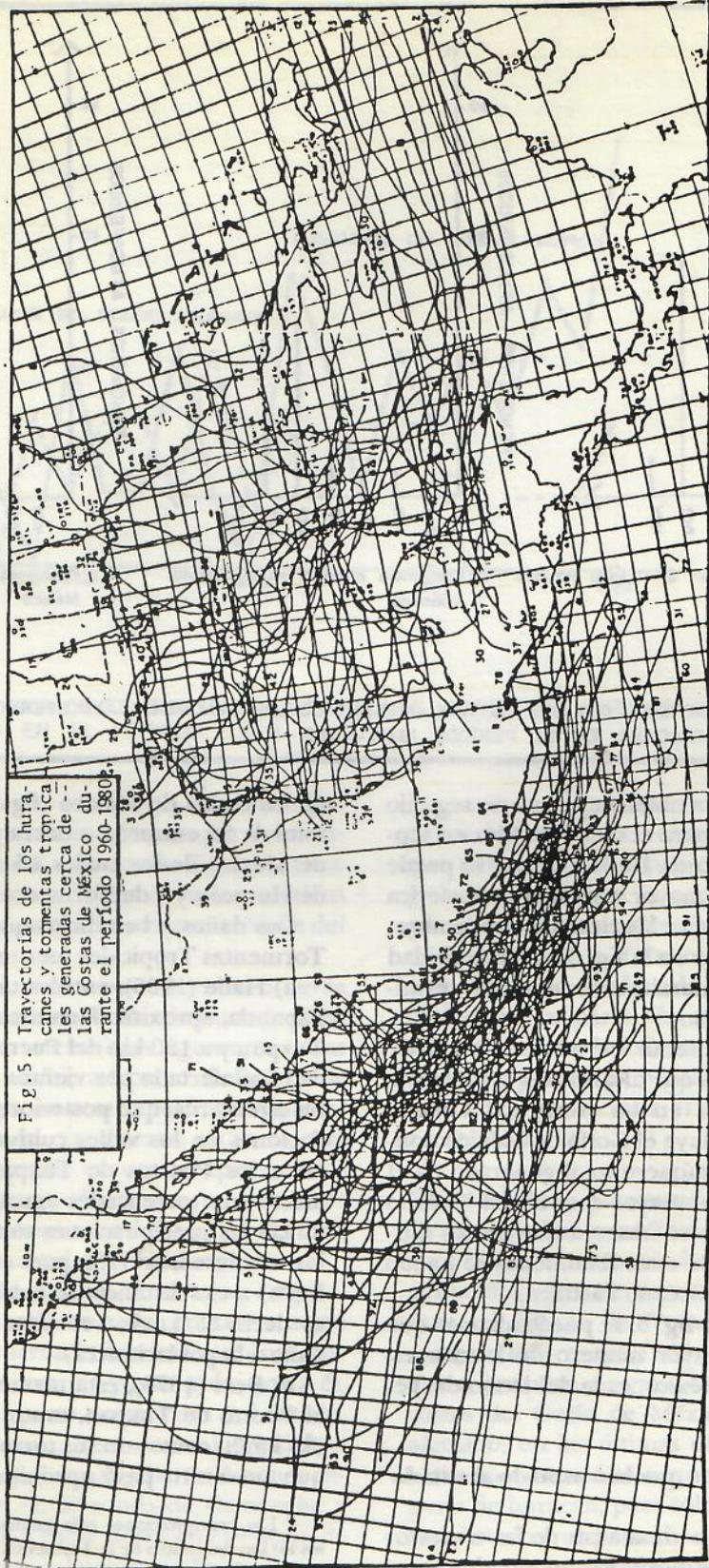


Fig. 5. Trayectorias de los huracanes y tormentas tropicales generadas cerca de las costas de México durante el período 1960-1980.

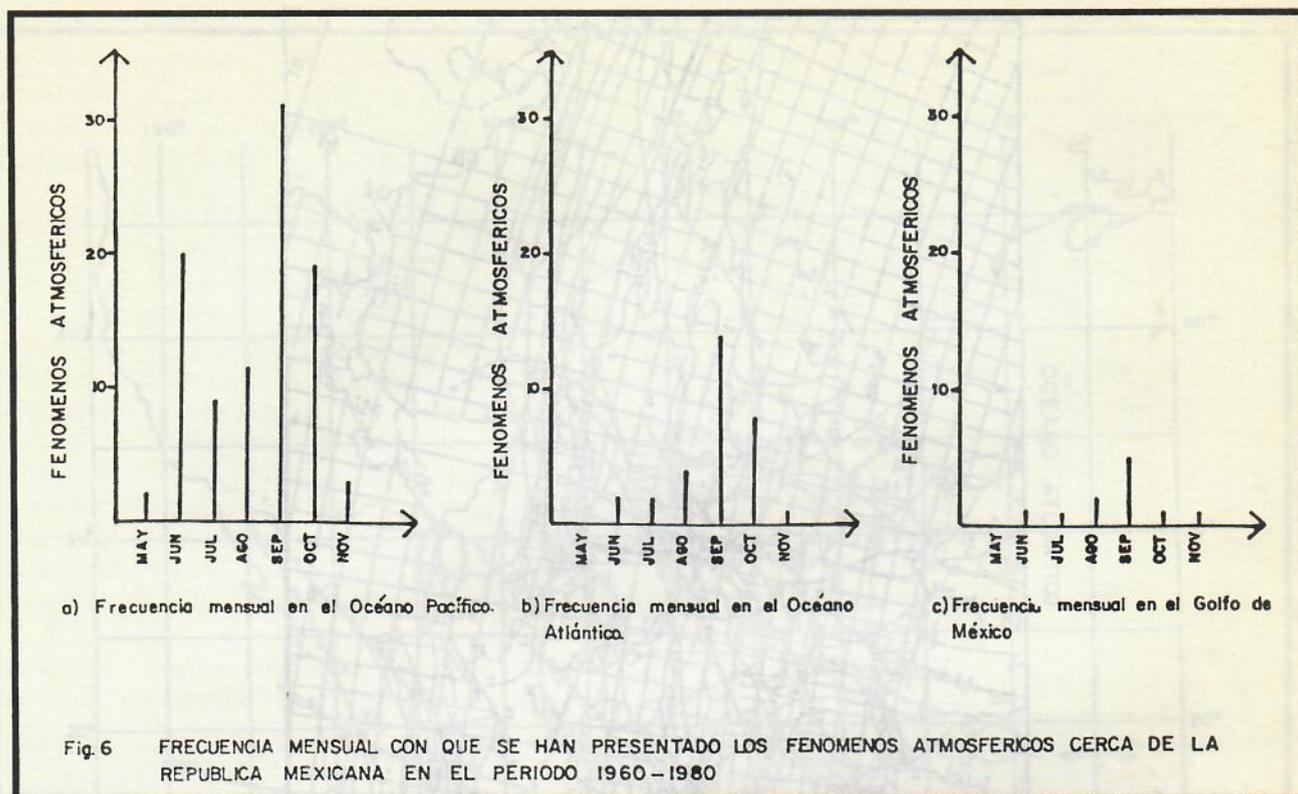


Fig. 6 FRECUENCIA MENSUAL CON QUE SE HAN PRESENTADO LOS FENOMENOS ATMOSFERICOS CERCA DE LA REPUBLICA MEXICANA EN EL PERIODO 1960-1980

de mayor actividad es también septiembre, seguido por octubre y agosto y para el Golfo de México septiembre seguido por agosto. De lo anterior se puede concluir que el mes de mayor actividad atmosférica en las costas de la República Mexicana es septiembre.

También se puede ver en la fig. 6 que la actividad atmosférica empieza generalmente en junio y termina en octubre de cada año.

En la fig. 7 se presenta el número total de fenómenos atmosféricos que alcanzaron la categoría de Huracán, generados en las zonas del Océano Pacífico y Atlántico; incluye el Golfo de México donde se puede ver que el número total generado en el Océano Pacífico (46) es mayor que el del Océano Atlántico (30). También se observa que en los últimos años la presencia de estos fenómenos se ha ido incrementando para el Océano Pacífico.

De lo anterior y de la fig. 5, se puede afirmar que la zona que genera mayor número de huracanes, cerca de las costas de México, es la del Istmo de Tehuantepec (fig.4).

Fenómenos atmosféricos que han azotado al estado de Veracruz

Después de haber hecho un análisis de las trayectorias de los fenómenos atmosféricos generados cerca

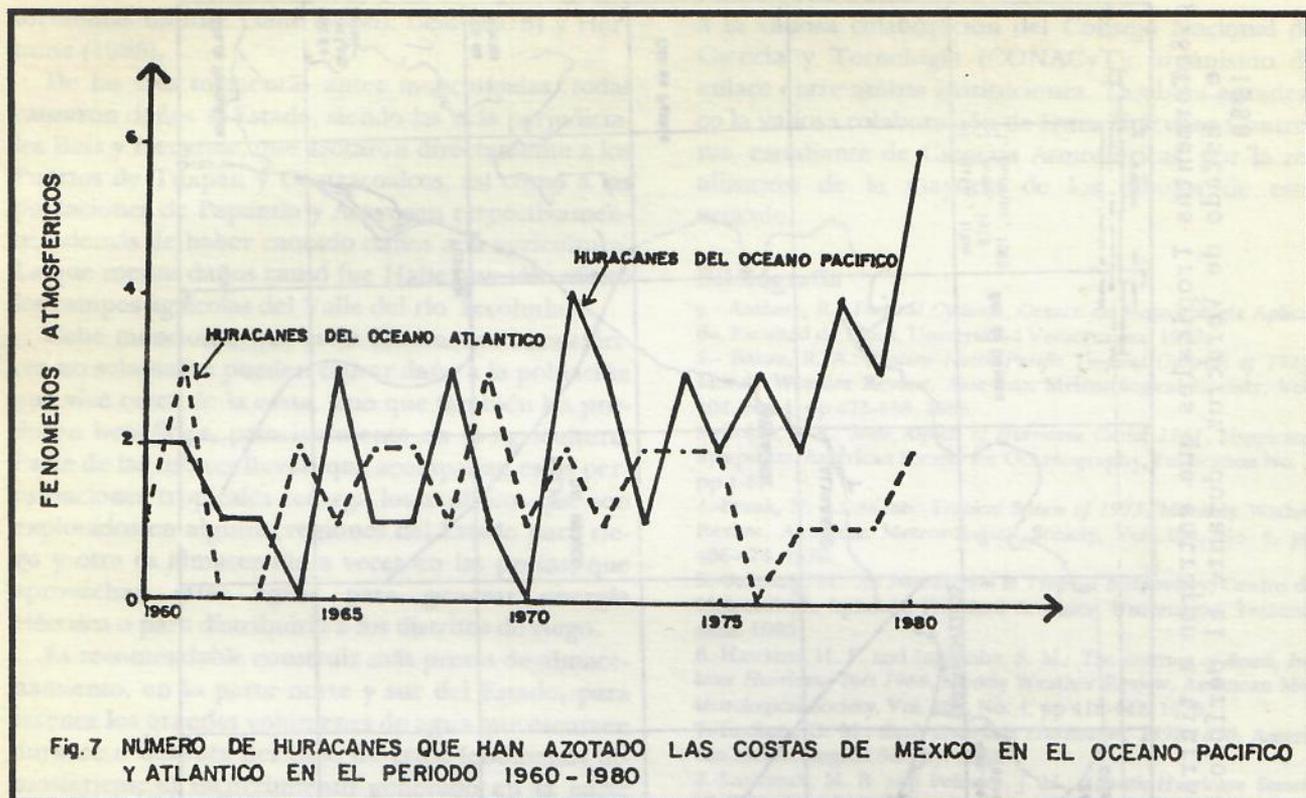
de las costas de México (fig 5), se encontró que un total de 22 entraron a tierra por las costas del Golfo de México de los cuales 15 alcanzaron la categoría de Huracán y 7 de Tormenta Tropical.

Los daños y beneficios que acompañaron a estas Tormentas Tropicales fueron:

a) Halie (1966), entró a tierra en la población de Papantla, aproximadamente a 100 km del Puerto de Tuxpan y a 130 km del Puerto de Veracruz; esta ciudad fue afectada por vientos de 65 km/h y por fuertes aguaceros, que posteriormente originaron inundaciones en los valles cultivables del río Tecolutla; así a los Puertos de Tuxpan y Veracruz sólo los afectó con torrenciales aguaceros, ya que a esa distancia las precipitaciones son del orden del 80% de las más intensas³ (13), pues sus vientos máximos (65 km/h) a esa distancia se habían reducido a un 25%, es decir 15 km/h, velocidad que no causa ningún daño a la población(12).

b) Bess (1978), esta tormenta afectó fuertemente al Puerto de Tuxpan, tanto con sus fuertes vientos (83 km/h) como con sus torrenciales aguaceros, dado que su centro pasó aproximadamente a 20 km de

³ Las precipitaciones más intensas se presentan alrededor de los 80 km del centro de la Tormenta, ver fig. 9.



distancia y posteriormente tocó tierra cerca de la población de Tecolutla, también afectada por sus fuertes vientos y torrenciales aguaceros. Finalmente se disipó en la Sierra Madre Oriental, en cuyas faldas generó fuertes aguaceros que inundaron el Valle del río Tecolutla.

c) Hermine (1980), esta tormenta entró a tierra por la población de Acayucan habiendo causado daño a esta ciudad con sus torrenciales aguaceros y sus fuertes vientos (110 km/h), así como al Puerto de Coatzacoalcos, dado que su centro pasó aproximadamente a unos 45 km de este puerto; en cambio el Puerto de Alvarado, que se encuentra aproximadamente a 110 km. del puerto de incidencia, solamente fue afectado por fuertes aguaceros del orden del 90% de los más intensos generados por la Tormenta.

Cabe mencionar que algunas Tormentas Tropicales y Huracanes a pesar de no haber entrado a tierra por el Estado de Veracruz lo han afectado con sus torrenciales aguaceros cuando pasan próximos a él, esto se presenta en la parte norte y sur del Estado. En la parte norte afectan a las cuencas hidrológicas de los ríos Tecolutla y Tuxpan, los fenómenos atmosféricos que nacen en la zonda de Campeche y Mar Caribe, y que van a tocar tierra en el Puerto de Tampico (especialmente a la zona de Punta Brava).

La parte sur se ve afectada por los fenómenos atmosféricos que nacen en el Istmo de Tehuantepec y que entran a tierra por el Estado de Chiapas; logrando penetrar al Estado a través de la Ventosa, generando torrenciales aguaceros, entre los límites de los Estados de Tabasco, Chiapas y Veracruz, en este último se ve afectada la cuenca del río Coatzacoalcos en su parte alta, lugar apropiado, al igual que las cuencas de los ríos Tecolutla y Tuxpan, para construir presas, para generar energía hidroeléctrica o para aprovechar el agua en la agricultura o acuacultura (11).

Conclusiones y recomendaciones

Después de haber realizado el análisis de la frecuencia con que han azotado los fenómenos atmosféricos, generados cerca de las costas de la República Mexicana, al Estado de Veracruz, durante el período comprendido entre 1960 y 1980, se puede afirmar que a pesar de su gran extensión a lo largo de las costas del Golfo de México, Veracruz no ha sido afectado, en las últimas décadas, por ninguna perturbación atmosférica que haya alcanzado la categoría de huracán, pues sólo han entrado a tierra por este Estado tres perturbaciones atmosféricas que alcanzaron la categoría de Tormenta Tropical; dichas

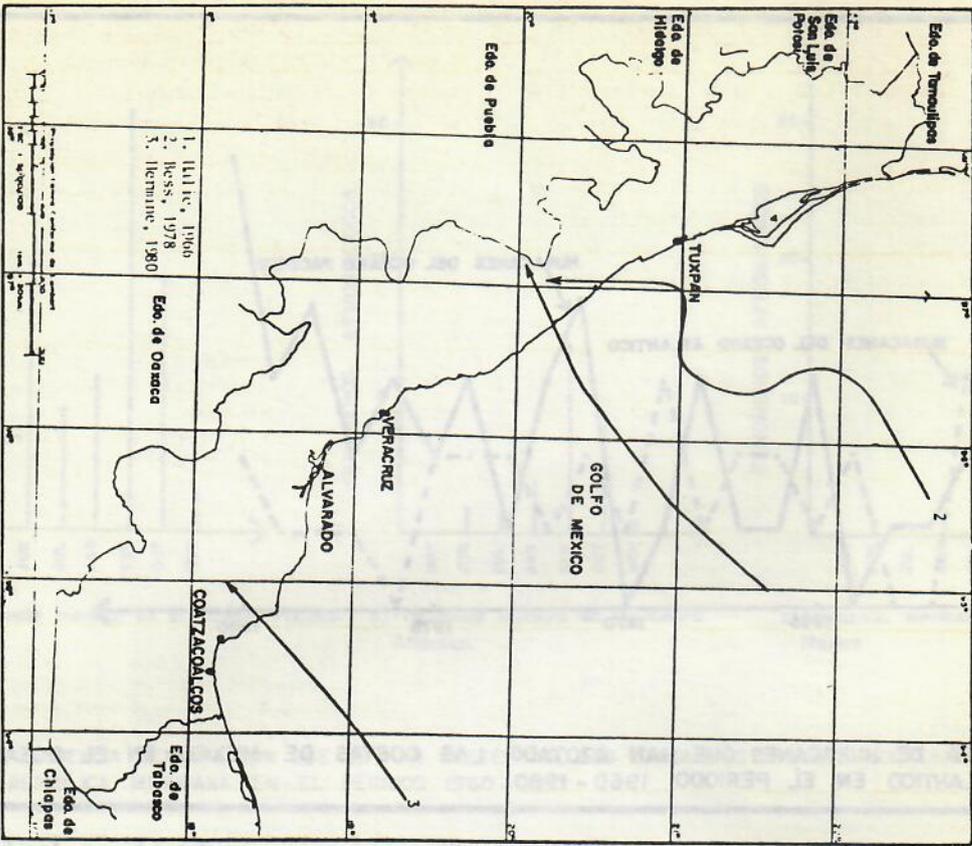


Fig. 8. Tormentas Tropicales que entraron a tierra por el Estado de Veracruz, durante el período 1960-1980.

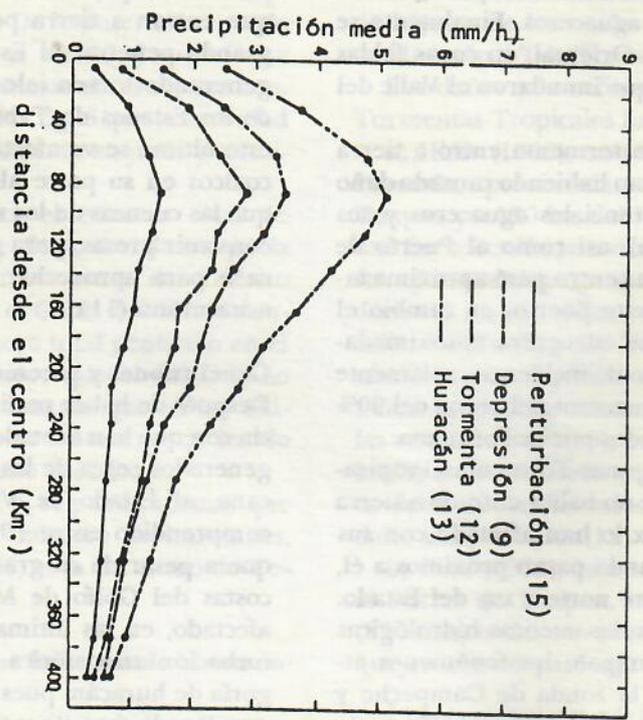


Fig. 9. Precipitación media generada por los huracanes en sus etapas de desarrollo, en función de la distancia radial, desde el centro de la tormenta.

tormentas fueron: Halie (1966), Bess (1978) y Hermine (1980).

De las tres tormentas antes mencionadas, todas causaron daños al Estado, siendo las más perjudiciales Bess y Hermine, que azotaron directamente a los Puertos de Tuxpan y Coatzacoalcos, así como a las poblaciones de Papantla y Acayucan respectivamente, además de haber causado daños a la agricultura. La que menos daños causó fue Halie que sólo afectó los campos agrícolas del Valle del río Tecolutla.

Cabe mencionar que estos fenómenos atmosféricos no solamente pueden causar daño a la población que vive cerca de la costa, sino que también les producen beneficios, principalmente en la agricultura. Parte de las fuertes lluvias que acompañan estas perturbaciones tropicales recarga los acuíferos que son explotados en algunas regiones del Estado para riego y otra es almacenada a veces en las presas, que aprovechan estas aguas para generar energía eléctrica o para distribuirla a los distritos de riego.

Es recomendable construir más presas de almacenamiento, en la parte norte y sur del Estado, para retener los grandes volúmenes de agua que escurren durante o después del paso de estos fenómenos atmosféricos; el escurrimiento generado en la parte norte (cuencas del río Tecolutla y río Tuxpan) se debe al paso de estos fenómenos al ir a tocar tierra, en gran número, al Estado de Tampico. En la parte sur se debe a los que entran a tierra por el Estado de Chiapas y llegan al Estado de Veracruz a través de la Ventosa donde generan torrenciales aguaceros sobre la parte alta de la Cuenca del río Coatzacoalcos, así como sobre los Estados de Tabasco y Chiapas. Cabe mencionar que esta es la parte más lluviosa del país.

Finalmente se recomienda realizar un estudio similar a éste sobre los nortes, ya que estos fenómenos atmosféricos llegan a generar vientos hasta de 120 km/h, los cuales impiden la circulación aérea y marítima.

Agradecimientos

La realización de este trabajo fue posible gracias al patrocinio de la Organización de Estados Americanos (O.E.A.) y la Universidad Veracruzana, así como

a la valiosa colaboración del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), organismo de enlace entre ambas Instituciones. También agradezco la valiosa colaboración de Irma Zitácuaro Contreras, estudiante de Ciencias Atmosféricas, por la realización de la mayoría de los dibujos de este artículo.

Bibliografía

- 1.- Anthers, R.: *Tropical Cyclones*, Centro de Meteorología Aplicada, Facultad de Física, Universidad Veracruzana. 1979.
- 2.- Baum, R. A.: *Eastern North Pacific Tropical Cyclones of 1975*, Monthly Weather Review, American Meteorological Society, Vol. 104, No. 4, pp 475-488. 1986.
- 3.- Colon, J. A.: *Some Aspects of Hurricane Carla, 1961*, Hurricane Symposium, American Society for Oceanography, Publication No. 1 pp 1-33.
- 4.- Frank, N. L.: *Atlantic Tropical System of 1975*, Monthly Weather Review, American Meteorological Society, Vol. 104, No. 4, pp 466-474. 1976.
- 5.- Garstang, M.: *An Introduction to Tropical Meteorology*, Centro de Meteorología Aplicada, Facultad de Física, Universidad Veracruzana. 1980.
- 6.- Hawkins, H. F. and Imbembo, S. M.: *The structure of Small, Intense Hurricane Inés 1966*, Monthly Weather Review, American Meteorological Society, Vol. 104, No. 4, pp 418-442. 1976.
- 7.- Ludlum, D. M.: *Early American Hurricanes, 1492-1870*, American Meteorological Society. 1963.
- 8.- Lawrence, M. B. and Pelissier, J. M.: *Atlantic Hurricane Season of 1980*, Monthly Weather Review, American Meteorological Society, Vol. 109, No. 7, pp 1567-1582. 1981.
- 10.- Petterssen, S.: *Introducción a la Meteorología*. Espasa Calpes, S. A., 5a. edición. 1976.
- 11.- Pereyra, D.D.: *Recursos hidráulicos del Estado de Veracruz*, Cap. 6, del tratado: *Aspectos físicos y recursos naturales del Estado de Veracruz*, Universidad Veracruzana. 1986.
- 12.- Pereyra, D.D. y otros: *Frecuencia con que azotan los huracanes a los Puertos de Alvarado y Veracruz, México*, Centro de Meteorología Aplicada, Facultad de Física, Universidad Veracruzana. 1986.
- 13.- Rodgers, E. B., and Adler, R. F.: *Tropical Cyclone Rainfall Characteristic as Determined from a Satellite Passive Microwave Radiometer*. Monthly Weather Review, American Meteorological Society, Vol. 109, No. 3, pp 506-521. 1981.
- 14.- Serra S.: *Hurricanes and Tropical Storm of the West Coast of Mexico*. Monthly Weather Review, American Meteorological Society, Vol. 99, No. 4 pp 302-308. 1971.
- 15.- S.A.R.H.: *Traectorias Ciclónicas 1960-1980*. Servicio Meteorológico Nacional. 1981.
- 16.- UNESCO: *Annual Summary of Information on Natural Disasters*. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization, Paris. 1966.
- 17.- UNESCO: *Annual Summary of Information on Natural Disasters, 1970*, United Nations Educational Scientific and Cultural Organization, Paris. 1972.