

# Capítulo-I

## Antecedentes Meteorológicos y Oceanográficos

### I.1 Huracanes

Huracán es el término utilizado para nombrar a los ciclones tropicales que se desarrollan en el Océano Atlántico Norte. La palabra huracán viene de un vocablo hindú que significa viento fuerte.

Los ciclones tropicales son sistemas de baja presión que se desarrollan sobre aguas cálidas tropicales. La clasificación de los sistemas tropicales se base principalmente en la intensidad del viento.

**TABLA I.- CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS TROPICALES**

CLASIFICACIÓN	VELOCIDAD DEL VIENTO
DEPRESIÓN TROPICAL	DE 37 A 62 Km/h
TORMENTA TROPICAL	DE 63 A 117 Km/h
HURACÁN	DE 118 Km/h y Mayores

Cuando una depresión tropical alcanza la categoría de tormenta tropical, se les asigna un nombre específico para su identificación.

A los huracanes se les asigna una categoría de acuerdo a la escala Saffir-Simpson, considerando la intensidad que presentan para estimar los daños potenciales.

**TABLA II.- ESCALA SAFFIR-SIMPSON PARA CATEGORIZACIÓN DE HURACANES**

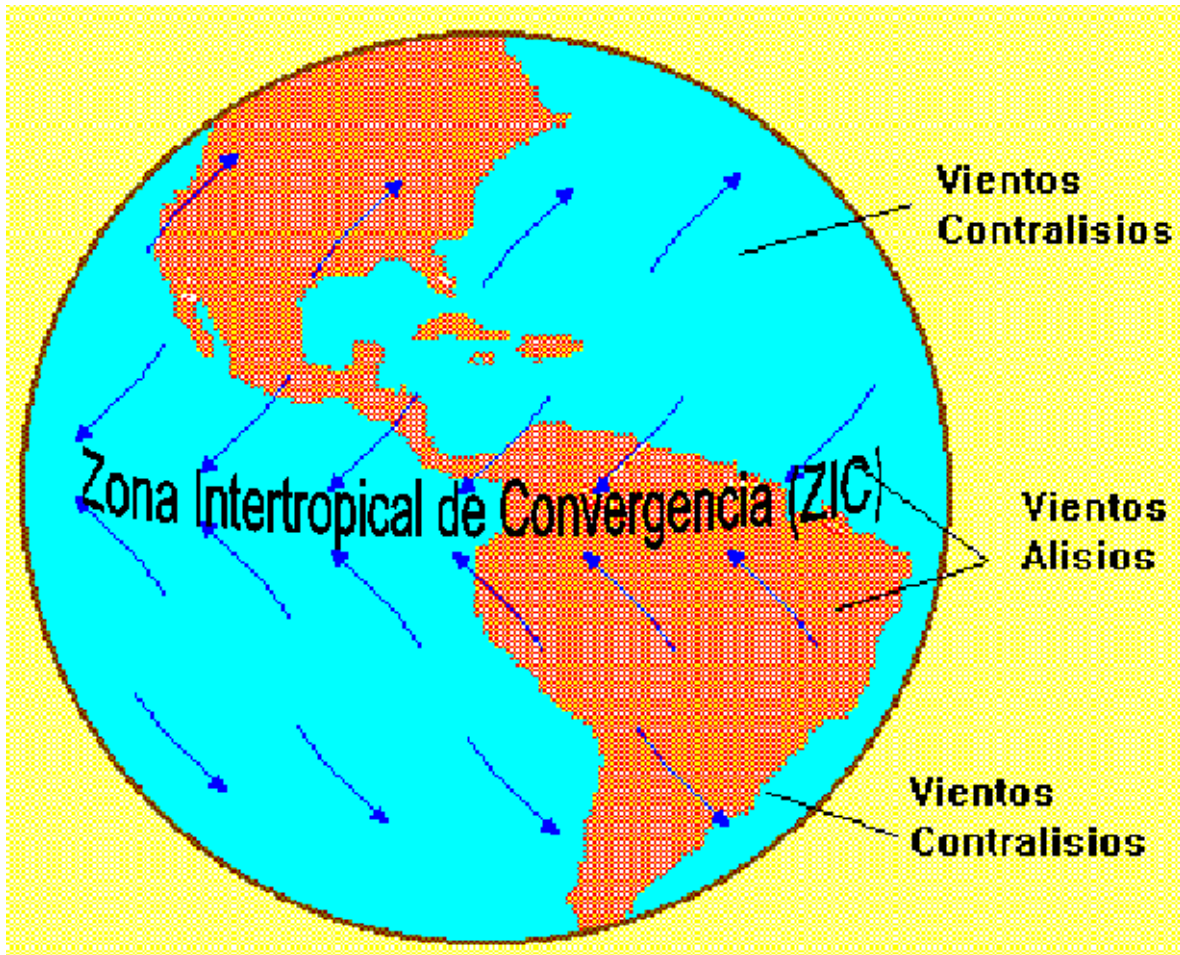
CATEGORÍA Y/O CLASIFICACIÓN	VELOCIDAD DEL VIENTO (Km/h)	MAREA DE TORMENTA ASOCIADA EN LA COSTA (m)	PRESIÓN MÍNIMA EN LA SUPERFICIE (mb)	PROBABLE DAÑO QUE CAUSA EN LA COSTA
1	118 - 152	1.2 - 1.5	> 980	Ningún daño a edificios, daños a casas rodantes, arbustos y árboles.
2	153 - 178	2 - 2.4	965 - 979	Daños considerables a la vegetación y carreteras costeras.
3	179 - 209	2.5 - 3.9	945 - 964	Daños ligeros a construcciones.
4	210 - 250	4 - 5.4	920 - 944	Erosión importante en playas, grave daños a edificaciones cercanas a la costa.
5	250 Y MAYOR	5.5 Y MAYORES	919	Daños a casas residenciales y edificios industriales, graves daños a la costa.

National Weather Service, U.S.A.

## I.2 Origen de los Ciclones Tropicales

La temporada de huracanes inicia cuando el ecuador climático denominado zona intertropical de convergencia (ZIC) se desplaza temporalmente hacia los polos. El paso del calor ecuatorial provoca que el aire se vuelva más caliente y consecuentemente se genera un calentamiento superficial del agua del mar, creando una zona de baja presión en donde se generan los ciclones tropicales.

El movimiento ciclónico se inicia por los vientos alisios que se encuentran de frente y comienzan a girar en torno a un punto de convergencia, ocurriendo esto cuando la ZIC se ha desplazado del Ecuador, de tal manera que la rotación de la tierra pueda producir la fuerza de Coriolis.



**FIGURA 1.- ZONA INTERTROPICAL DE CONVERGENCIA (ZIC)**

Los vientos alisios de ambos hemisferios producen una zona intertropical de convergencia, aproximadamente en la latitud 5° Norte.

En la ZIC se genera un alto índice de humedad; este aire caliente y húmedo alcanza altitudes que rebasan los 10 kilómetros y puede llegar hasta los 15 Km; a esta altitud se encuentra aire más frío y el aire caliente ascendente pierde su humedad. Este es el proceso atmosférico que origina las fuertes lluvias conocidas como chubascos o aguaceros, y que propicia la formación de nubes convectivas denominadas cumulonimbus. Durante este proceso, si la circulación superficial se cierra concéntricamente alrededor de una zona de baja presión en el mar, se forma una depresión tropical.

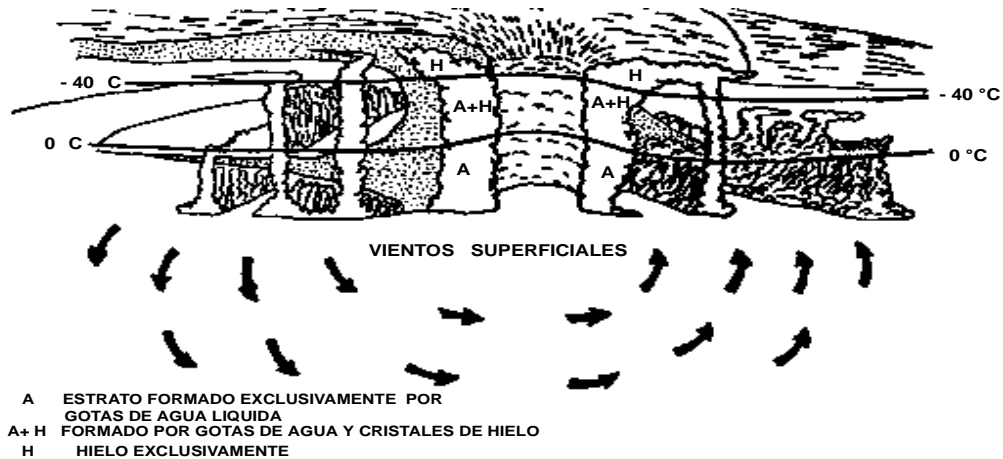


FIGURA 2.- PROCESO ATMOSFÉRICO QUE ORIGINA LAS LLUVIAS

El aire que se enfría a grandes alturas, desciende debido a que tiene un peso mayor, la columna de aire descendente recibe un movimiento de giro por la rotación de la tierra, creando de esta manera una bolsa de aire que es el ojo del centro del huracán, siendo ésta una zona de aparente calma en la cual la temperatura es 3° C (grados centígrados), más alta que en la periferia. A esta manifestación meteorológica se le denomina tormenta tropical.

La mayoría de las sistemas tropicales que surgen cada año, se quedan en esta fase, posteriormente se debilitan y se disuelven. La evolución de una tormenta tropical a huracán, se debe a que la parte elevada de la tormenta, pasa y se acopla con un remolino anticiclónico (el viento gira en el sentido de las manecillas del reloj y hacia afuera). Esta interacción acelera la formación del ojo del huracán, caracterizado por un área circular desprovista de nubes, donde el aire en vez de ascender como en el perímetro del vórtice, desciende y se calienta por compresión de los niveles bajos. En un radio de 10 a 100 Km., el aire está casi en calma y se presentan corrientes descendentes que impiden la formación nubosa.

Si el aire del ojo se calienta 6° más que el exterior de la tormenta, se generan las condiciones para que la tormenta continúe su desarrollo y se convierta en un huracán. En unas cuantas horas de haberse formado, el huracán puede alcanzar velocidades de viento entre los 120 y 300 Km/h y puede conservar esta velocidad durante varios días. La cantidad de

lluvia en un lugar determinado, que genera un huracán, está comprendida entre los 100 y 250 mm/h y en casos intensos pueden registrarse hasta 1,000 mm/h.

La velocidad de traslación de un huracán está comprendida entre los 10 a 40 Km/h. El diámetro de influencia del meteoro puede llegar hasta 1,000 Km (figura 3).

En el Atlántico Norte, Mar Caribe y Golfo de México, la temporada de huracanes abarca el periodo comprendido entre los meses de junio a noviembre. En el Pacífico comprende el periodo del 15 de mayo al 30 de noviembre. De acuerdo con información estadística, los huracanes más severos se generan desde mediados del mes de agosto hasta mediados del mes de octubre.

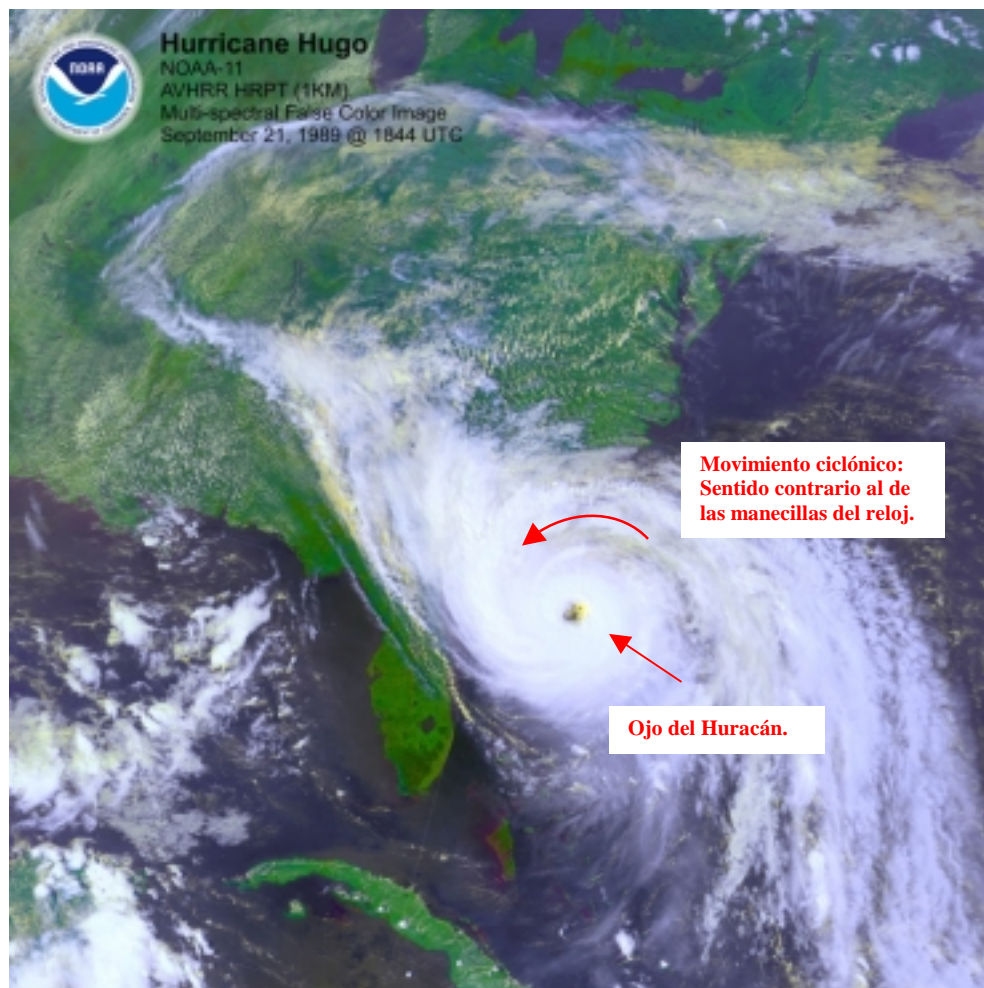


FIGURA 3.- IMAGEN DEL HURACÁN HUGO. SEPTIEMBRE 21 DE 1989. National Oceanic and Atmospheric Administration. U.S. Department of Commerce.

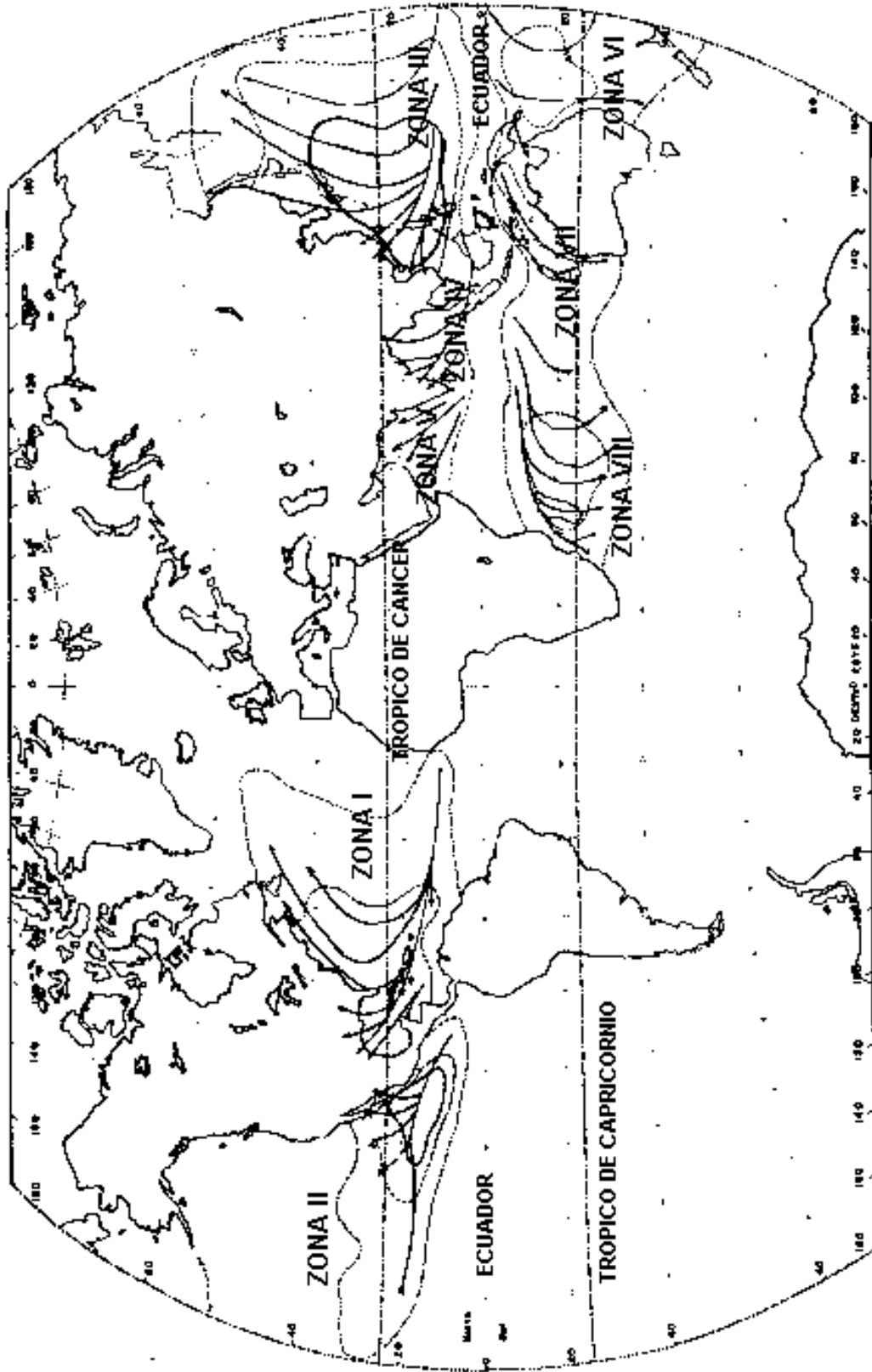
### I.3 Zonas Ciclónicas

De acuerdo a las observaciones que se han realizado en todo el mundo, para delimitar zonas que presentan condiciones favorables para el desarrollo de ciclones tropicales, se han identificado ocho zonas (ver tabla III y figura 4 en pág. 7), de las cuales dos afectan directamente las costas mexicanas.

Las ocho zonas generadoras de huracanes se encuentran cercanas al Ecuador y en ambos hemisferios. En el hemisferio norte hay cinco zonas.

**TABLA III.- ZONAS CICLÓGENAS EN EL MUNDO**

No. de Zona	Localización	Área de Afectación
I	Atlántico Norte	Mar Caribe alcanzando la Península de Yucatán y la vertiente del Golfo de México, así como las costas del Este y Sureste de los E.U.A.
II	Océano Pacífico Nor-oriental	Las costas del Pacífico Mexicano
III	Océano Pacífico Occidental, aproximadamente entre las Filipinas y las islas Marshall	Las costas de China, las islas Japonesas y las Filipinas
IV	Golfo de Bengala	Bangladesh y la costa oriental de la India, alcanzando en ocasiones el Mar de Arabia.
V	Mar de Arabia	
VI	Noreste de Australia y el Sur de la Polinesia	Costas Norte y Este de Australia llegando a alcanzar el Sur de la Indonesia.
VII	Suroeste del Océano Índico frente a las costas del Noroeste de Australia	Costas Occidentales de Australia, Sumatra y la isla de Java.
VIII	Suroeste del Océano Índico	Costas Sur-Orientales del Continente Africano y la Isla de Madagascar.



#### **I.4 Huracanes que afectan las Costas de México**

Los huracanes que afectan las costas mexicanas del Pacífico y Golfo de México y Mar Caribe, pertenecen a las Zonas Ciclogénicas o Ciclónicas I y II. Para su estudio, se han establecido cuatro zonas matrices o de origen (Luna Bauza, 1977) y en ellas los huracanes aparecen con distinto grado de intensidad, ya que van creciendo a medida que avanza la temporada.

Las cuatro zonas matrices de huracanes que afectan las costas del Pacífico y Golfo de México (figura 5) son:

- Región Matriz del Pacífico Nor-Oriental
- Región Matriz del Golfo de México
- Región Matriz del Caribe
- Región Matriz del Atlántico

De estas, las dos últimas afectan con mayor intensidad las costas de México, ya que durante el recorrido que siguen los huracanes antes de llegar a nuestras costas, reciben un suministro energético considerable de las aguas cálidas del Caribe y del propio Golfo de México, lo que propicia que lleguen con una gran intensidad.

Los huracanes que se generan en la región Matriz del Pacífico Nor-Oriental, se originan en el Golfo de Tehuantepec. Los meteoros de esta zona matriz nacen en la latitud 15° N aproximadamente, y por lo general los primeros viajan hacia el Oeste, alejándose de costas nacionales; mientras los formados de julio y agosto, de mayor potencia, por lo regular describen una parábola que por la forma del litoral mexicano del Pacífico, los lleva paralelos a la costa, que al tomar la segunda rama de la trayectoria penetra a tierra al norte afectando los estados de Nayarit, Sinaloa, Sonora, y el extremo sur de la Península de Baja California. Sin embargo, durante su primer rama dan lluvias torrenciales a las costas de Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Colima y Jalisco.

Los huracanes que se forman en la región Matriz del Golfo de México, se originan en la Sonda de Campeche y entran en acción en la primera quincena de Junio, en latitud próxima a los 22 grados Norte, su trayectoria es hacia el N y NW, y no llegan a describir la parábola.



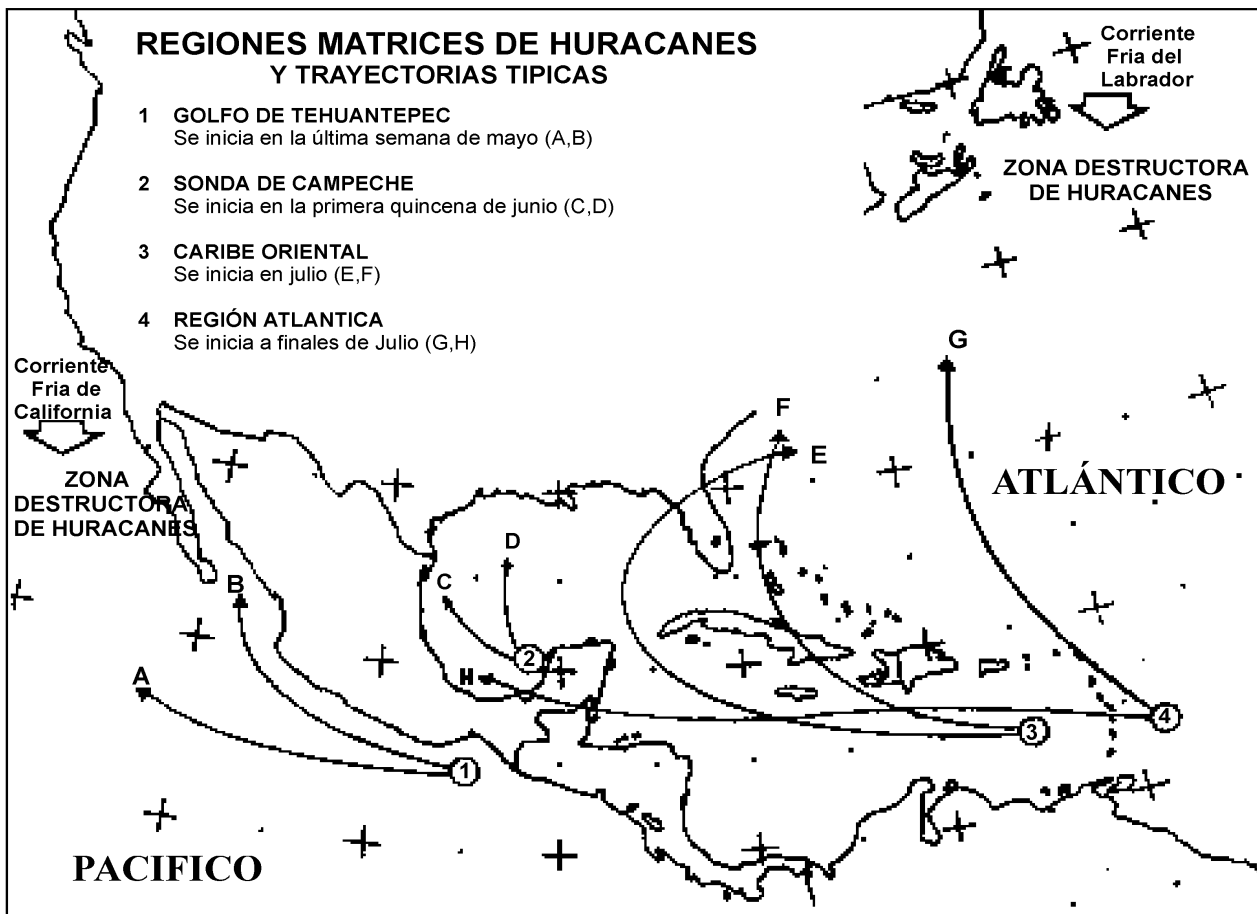


FIGURA 5.- REGIONES MATRICES DE HURACANES.

La zona Matriz del Caribe, se ubica en la latitud  $13^{\circ}$  grados Norte aproximadamente, estableciéndose en el mes de Julio cuando el caldeamiento ha invadido la región insular de las pequeñas Antillas, formándose huracanes de gran recorrido y potencia extraordinaria, especialmente los formados durante Agosto, Septiembre y Octubre; llegando algunos a cruzar la Península de Yucatán para azotar los estados de Tamaulipas y Veracruz, después de haberlo hecho en las entidades de la citada Península. Estos huracanes presentan una trayectoria parabólica bien definida; por lo que, de arribar a latitudes mayores a 25 grados recurvan hacia el Norte, lo que los lleva a atravesar la Península de la Florida para salir al Atlántico.

Otros huracanes inician su recurva al Norte anticipadamente, dentro del Caribe, entre a la Isla Swan y Cozumel, o antes, quedando las grandes Antillas en su camino hacia el Atlántico; mientras algunos que penetran al Golfo de México no llegan a describir la segunda rama de la parábola, haciendo impacto sobre las costas de E.U.A., notándose una curiosa preferencia por la desembocadura de los ríos, como si

el relieve orográfico ayudase a su encauzamiento, lo que constituye un peligro potencial por temporada para los habitantes de las cuencas de los ríos Bravo y Mississippi.

La zona Matriz del Atlántico, se ubica en las latitudes 8 y 12 grados Norte, al Sur de las Islas de Cabo Verde, los huracanes se generan a finales de Julio, especialmente en Agosto, contando con los huracanes de mayor recorrido y potencia, siendo su comportamiento muy similar a los originados en el Caribe.

Las zonas matrices mencionadas antes, sufren desplazamientos que obedecen a los centros de máximo caldeamiento marítimo, quienes a su vez están sujetos al movimiento interactuante de las corrientes: fría de California y contracorriente cálida Ecuatorial en el Pacífico; y en la deriva de las ramificaciones de las cálidas aguas del Golfo, tanto en su recorrido interior como exterior del Caribe, por intromisiones de la corriente fría del Labrador.

## **I.5 Efecto Destructivo de un Huracán**

El poder destructivo de un huracán puede ponerse de manifiesto a través de sus cuatro principales efectos :

- Marea de Tormenta
- Oleaje
- Viento
- Lluvia

### **I.5.1 Marea de tormenta o ras de mar**

La marea de tormenta es una sobrelevación del nivel medio del mar, más la marea astronómica y son varios los factores que la generan; pero principalmente es el campo de vientos del huracán, que al ejercer una fuerza cortante sobre la superficie del mar, produce la sobrelevación del nivel medio del mar, aunque esto solo puede ocurrir en aguas someras, ya que en aguas profundas sólo la baja de presión produce una sobrelevación del nivel medio del mar (tumefacción) que actúa independiente de la profundidad local (ver figura 6).

Las mareas de tormenta más significativas se producen cuando los vientos ejercen su fuerza cortante en dirección normal a la costa. En caso de que el ojo del huracán pase sobre la

costa, la marea de tormenta puede tener un efecto negativo, ya que el viento que en un momento dado azotaba a la costa, después del paso del ojo del huracán, estará actuando en dirección opuesta a ésta. Este es el efecto que provoca el descenso del nivel medio del mar, que antes por el efecto de marea de tormenta se encontraba en su máximo y después del paso del ojo del huracán se puede llegar a alcanzar una marea de tormenta de elevación negativa.



**FIGURA 6.- IMAGEN DEL COMPLEJO DE PRODUCCIÓN ABKATUM-A, DE PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN, DURANTE EL PASO DEL HURACÁN ROXANNE. OCTUBRE 1995.**

La marea de tormenta alcanza mayor altura en regiones donde la plataforma continental tiene poca pendiente, como en la Costa Norte de la Península de Yucatán. Además en esta zona, una combinación de la marea de tormenta con el oleaje, puede producir efectos destructivos sobre la costa; pues al incrementarse el nivel del mar en este lugar donde la plataforma continental tiene cientos de kilómetros, permite la supervivencia de un oleaje mayor sin romper y perder energía. Esta combinación, aunada con la acción del viento y de la lluvia, hace que las zonas más afectadas (y de mayor riesgo para la población) sean las franjas costeras que tienen una basta plataforma continental.

Se puede presentar una situación catastrófica, si se combina el efecto de la marea de tormenta y la avenida extraordinaria de algún río en costas cerradas, donde además de contar estos sitios con una marea astronómica muy grande, se suma a este nivel una cantidad inagotable de agua de mar producto de la sobrelevación por el paso del huracán.

### **I.5.2 Oleaje**

El oleaje se genera cuando la energía del viento se transfiere al mar y provoca un oleaje creciente bajo la duración de esta acción. El oleaje generado crece en tamaño (longitud y altura) bajo la acción del viento, avanzando más rápido hasta que alcanza una velocidad igual a la del viento, en este momento no puede transferirse más energía y se alcanzan las condiciones máximas; Sin embargo, como en un huracán son distintas las velocidades del viento dependiendo de la posición con respecto al centro, a estas velocidades también corresponden distintas alturas de ola.

El oleaje que se presenta en aguas someras o poco profundas, no puede aumentar más allá de ciertos límites que son determinados por la profundidad, la fricción que se desarrolla en el fondo y la condición de rompiente. Estos factores son los que se presentan típicamente en la costa Norte de la Península de Yucatán, donde la plataforma continental alcanza cientos de kilómetros de extensión y donde el oleaje se ve afectado por su interacción con el fondo del mar al perder energía por la fricción con el fondo del mar, y en un cambio de dirección y altura por la refracción, y en rompientes debido a las condiciones límites de profundidad (rompientes de aguas someras); por lo que, para unas mismas condiciones de viento se puede esperar un oleaje máximo reportado en alta mar mucho mayor al que se pueda alcanzar en la costa; esta diferencia depende en gran parte de la batimetría de la costa y del material del fondo del mar.

Los daños que provoca el oleaje en las costas del Sureste de México, se deben principalmente a la socavación que provoca éste en las estructuras e instalaciones costeras (escolleras, diques, etc), así como su efecto destructivo por impacto directo (destrucción de bordos de protección, malecones, etc.).

### I.5.3 Viento

Las denominadas masas de aire se desplazan siempre de las zonas de alta presión a las de baja presión, a este movimiento del aire se le llama viento y la velocidad de éste es directamente proporcional a la diferencia de presión que existe entre los puntos por donde circula. Sin embargo, en el caso de un huracán, la característica esencial del campo de vientos es su estructura rotacional alrededor del ojo, producida por el equilibrio entre las fuerzas de presión, la centrífuga y la de Coriolis. En el hemisferio Norte, el viento gira alrededor de los centros de bajas presiones en sentido contrario de las manecillas del reloj.

Los vientos de un ciclón tropical son intensos denominándose arrachados, y en un punto dado pueden persistir durante muchas horas, incluso un día ó dos. Es importante comprender que cuando el centro u ojo del huracán pasan sobre un lugar, a los vientos fuertes que soplan en una dirección sigue un breve período de calma, a continuación del cual se producen vientos fuertes que soplan en dirección opuesta; así que, cuando el ojo de un huracán pasa sobre una zona, no debe interpretarse como una indicación de que el peligro ha terminado. La energía cinética de los vientos huracanados ocasiona gran parte de los daños materiales por aumentar su fuerza en forma geométrica con respecto a la velocidad, ya que si la velocidad se duplica, la fuerza se cuadruplica (los efectos destructores del viento de un ciclón tropical se deben a una combinación de su intensidad, el efecto de rachas y su duración).

En base a la intensidad de los vientos, se crearon las escalas de Beufort y la de Saffir-Simpson (Munich Re, 1988). La primera (ver tabla IV) relaciona la velocidad del viento con el oleaje promedio, y empieza cuando el viento está en calma hasta alcanzar la categoría de un huracán; normalmente es la más usada para medir los efectos del viento, aunque para relacionar la intensidad de los huracanes con el daño potencial que éstos pueden ocasionar, se utiliza la escala de Saffir-Simpson (ver tabla II).

**TABLA IV.- ESCALA DE BEUFORT PARA MEDIR LA INTENSIDAD DEL VIENTO**

<b>CALIFICACIÓN DEL VIENTO</b>	<b>VELOCIDAD DEL VIENTO A 10m DE ALTURA (Km/h)</b>	<b>ALTURA PROMEDIO DE OLAS (m)</b>
0 - Calma	0 - 1	0
1 - Brisa	1 - 5	0
2 - Viento Suave	6 - 11	0 - 0.3
3 - Viento Leve	12 - 19	0.3 - 0.6
4 - Viento Moderado	20 - 28	0.6 - 1.2
5 - Viento Regular	29 - 38	1.2 - 2.4
6 - DT - Viento Fuerte	39 - 49	2.4 - 4.0
7 - DT - Ventarrón	50 - 61	4.0 - 6.0
8 - TT - Temporal	62 - 74	4.0 - 6.0
9 - TT - Temporal Fuerte	75 - 88	4.0 - 6.0
10 - TT - Temporal Muy Fuerte	89 - 102	6.0 - 6.0
11 - TT - Tempestad	109 - 117	9.0 - 14.0
12 - H - Huracán	118 y mayores	Más de 15.0

**Abreviaturas: DT= Depresión tropical; TT= Tormenta tropical; H= Huracán**

### **I.5.4 Lluvia**

Se conoce como lluvia a la precipitación de gotas líquidas de agua. Las gotas de agua tienen en general diámetros superiores a 0,5 mm y pueden llegar a unos 3 mm. Las gotas grandes tienden a achatarse y a dividirse en gotas menores por la caída rápida a través del aire. La precipitación de gotas menores, llamada llovizna, suele limitar fuertemente la visibilidad, pero no suele producir acumulaciones significativas de agua.

El proceso de la precipitación de gotas inicia cuando las masas de aire adquieren humedad al pasar sobre masas de agua cálida o sobre superficies de tierra mojada. La humedad, o vapor de agua, es elevada entre las masas de aire por turbulencia y convección.

La cantidad o volumen de agua caída se expresa como la elevación del agua que se recoge en una superficie plana. Se mide en litros sobre metro cuadrado ya que un litro de agua cubre un metro cuadrado y eleva un milímetro.

Los huracanes casi siempre van acompañados de lluvias intensas (ver figura 7), a medida que se desplazan procedentes de los océanos. En una estación meteorológica, la cantidad total de lluvia durante el paso de un huracán puede exceder de 250 mm, en un período de 12 horas. En cualquier caso se producirá gran riesgo de inundación fluvial, que puede causar la pérdida de vidas y muchos daños. La topografía de un país ejerce una importante influencia en las lluvias; si existen montañas cerca de la costa en el recorrido de un huracán, la lluvia puede alcanzar valores extremos.

Las fuertes precipitaciones pluviales que están asociadas a los huracanes, dependen de la prontitud con que viaja un ciclón tropical; de su radio de acción y del área formada por nubes convectivas cumulonimbus. Las principales causas de daños son los deslaves, el desbordamiento de ríos e inundaciones, corte de vías de comunicación terrestre, etc.

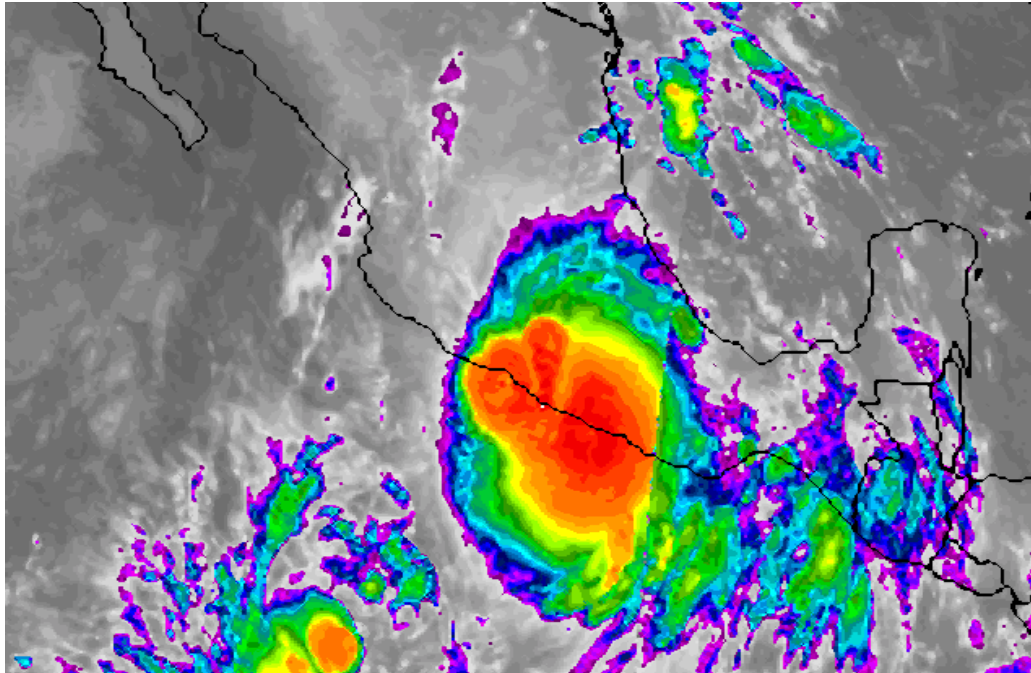


FIGURA 7.- IMAGEN DE SATÉLITE DEL HURACÁN PAULINE, SE OBSERVA FUERTE CONVECCIÓN Y LLUVIAS EN UN RADIO DE 300 Km A PARTIR DE SU CENTRO. (9 DE OCTUBRE DE 1997, HORA: 07:00 AM)

## I.6 Estados de la República Mexicana afectados Huracanes

Prácticamente todas las entidades costeras del país resultan gravemente dañadas por los efectos de los huracanes, debido a la frecuencia y magnitud con que se presentan estos fenómenos. Los estados más afectados por estos fenómenos, son: Tamaulipas, Yucatán, Quintana Roo, en el Golfo y Caribe Mexicano; Baja California Sur, Sinaloa, Sonora y Michoacán, en el Pacífico Mexicano.

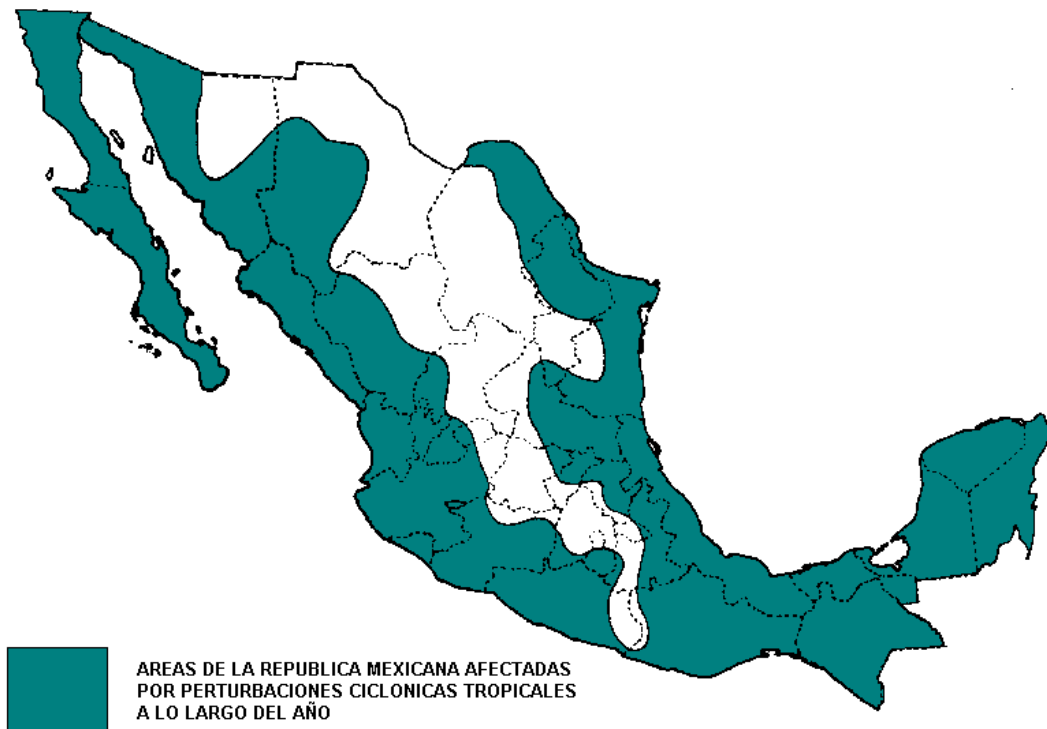


FIGURA 8.- ESTADOS DE LA REPÚBLICA MEXICANA AFECTADOS POR HURACANES

## I.7 Fin de la Temporada de Huracanes

En sentido opuesto al inicio de la temporada de huracanes, en el que fue necesario la incidencia solar en los trópicos para que el calentamiento del mar provocara centros de baja presión, en los que se originaba el inicio de la temporada de huracanes, el inicio de la estación otoñal tiende a uniformizar las temperaturas oceánicas, desvaneciendo el gradiente térmico sobre las regiones matrices provocando así el fin de la temporada de huracanes. La uniformidad térmica se logra por los siguientes factores:



- Disminución de la radiación calorífica debido a la mayor inclinación con que inciden los rayos solares sobre el hemisferio Norte.
- Desplazamiento hacia el sur de las aguas marítimas frías que presentan poco contraste con la parte continental, debido al rápido enfriamiento de la superficie terrestre.
- Inicio de la actividad meteorológica extratropical que se produce en mayor frecuencia de nortes o tormentas de invierno en el Golfo de México, que produce un mayor oleaje que favorece la mezcla de aguas cálidas y frías que homogeniza las temperaturas, presentándose como consecuencia una inversión de temperatura que provoca un equilibrio atmosférico completamente estable, mismo que no podrá producir el nacimiento de perturbaciones tropicales y por consiguiente desaparece la región matriz de huracanes.

Estos factores son los que se presentan al final de la temporada de huracanes.

#### **I.8 Definición de Términos**

- Circulación ciclónica: Circulación concéntrica en torno a un núcleo de baja presión.
- Ecuador climático: Zona intertropical de convergencia.
- Calor ecuatorial: Cerca del ecuador hay una banda de bajas presiones, llamada zona de calmas ecuatoriales, situada entre los 10° de latitud S y los 10° de latitud N. En esta zona, el aire es caliente y sofocante. Esta área está delimitada por los Trópicos de Cáncer y de Capricornio en esta zona la temperatura del aire es prácticamente la misma.
- Vientos alisios: A unos 30° del ecuador en ambos hemisferios existe una banda de presiones altas con calmas, vientos suaves y variables. El desplazamiento del aire superficial de esta zona hasta la banda ecuatorial de presiones bajas, constituye los vientos alisios, dominantes en las latitudes menores. En el hemisferio norte, el viento del norte que sopla hacia el ecuador se desvía por la rotación de la Tierra hasta convertirse en un viento del noreste, llamado alisio del noreste. En el hemisferio sur el viento

del sur se desvía de forma similar para ser el alisio del sureste.

- Zona intertropical de convergencia (ZIC): Es la zona donde convergen los vientos alisios de ambos hemisferios. También es conocida como Ecuador Meteorológico o Climático.
- Efecto de Coriolis: Fuerza de Coriolis, en mecánica, fuerza ficticia que parece actuar sobre un cuerpo cuando se observa éste desde un sistema de referencia en rotación. Un objeto que se mueve sobre la Tierra a velocidad constante con una componente de dirección Norte-Sur se ve desviado en relación con la Tierra que gira. En el hemisferio norte se desvía en el sentido de las agujas del reloj, y en el hemisferio sur en el sentido opuesto.
- Chubasco: Precipitación de gotas de agua que caen desde una nube del género cumulonimbus, se caracteriza por que empieza y termina repentinamente, por variaciones de intensidad muy bruscas y porque el estado del cielo sufre cambios muy rápidos.
- Aguacero: Chubasco que abarca mayor extensión horizontal.
- Nubes convectivas: Son nubes de desarrollo vertical. Las nubes suelen dividirse en cuatro familias principales según su altura: nubes altas, nubes medias, nubes bajas y nubes de desarrollo vertical; estas últimas se pueden extender a lo largo de todas las alturas. Estas cuatro divisiones pueden subdividirse en género, especie y variedad, describiendo en detalle el aspecto y el modo de formación de las nubes. Se distinguen más de cien tipos de nubes diferentes.
- Nubes cumulonimbus: Las nubes de esta familia alcanzan altitudes que varían desde menos de 1,6 Km. hasta más de 13 Km. sobre la tierra. En este grupo se incluyen dos tipos principales. Los cúmulos tienen forma de cúpula o de madejas de lana. Se suelen ver durante el medio y el final del día, cuando el calor solar produce las corrientes verticales de aire necesarias para su formación. La parte inferior es,

en general, plana y la superior redondeada, parecida a una coliflor. Los cumulonimbus son oscuros y de aspecto pesado. Se alzan a gran altura, como montañas, y muestran a veces un velo de nubes de hielo, falsos cirros, con forma de yunque en su cumbre. Estas nubes tormentosas suelen estar acompañadas por aguaceros violentos e intermitentes.

- Zona ciclógena: Es la zona en donde se presentan las condiciones favorables para la formación de un ciclón.
- Marea: Ascenso y descenso periódicos de todas las aguas oceánicas, incluyendo las del mar abierto, los golfos y las bahías, resultado de la atracción gravitatoria de la Luna y del Sol sobre el agua y la propia Tierra.
- Marea astronómica: Es la resultante de la suma total de las fuerzas gravitacionales en los océanos.
- Tumefacción: Es una sobre elevación del nivel del mar que se produce por las diferencias de presión existente entre el área del ojo del huracán y el área circundante. Elevándose el mar en el área de menor presión atmosférica (ojo del huracán).
- Vaguada: Es una configuración isobárica en la que a partir del centro de una baja presión las isobaras se deforman alejándose más del centro de un lado que en cualquier otra dirección. Este fenómeno produce mal tiempo.