SCT

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

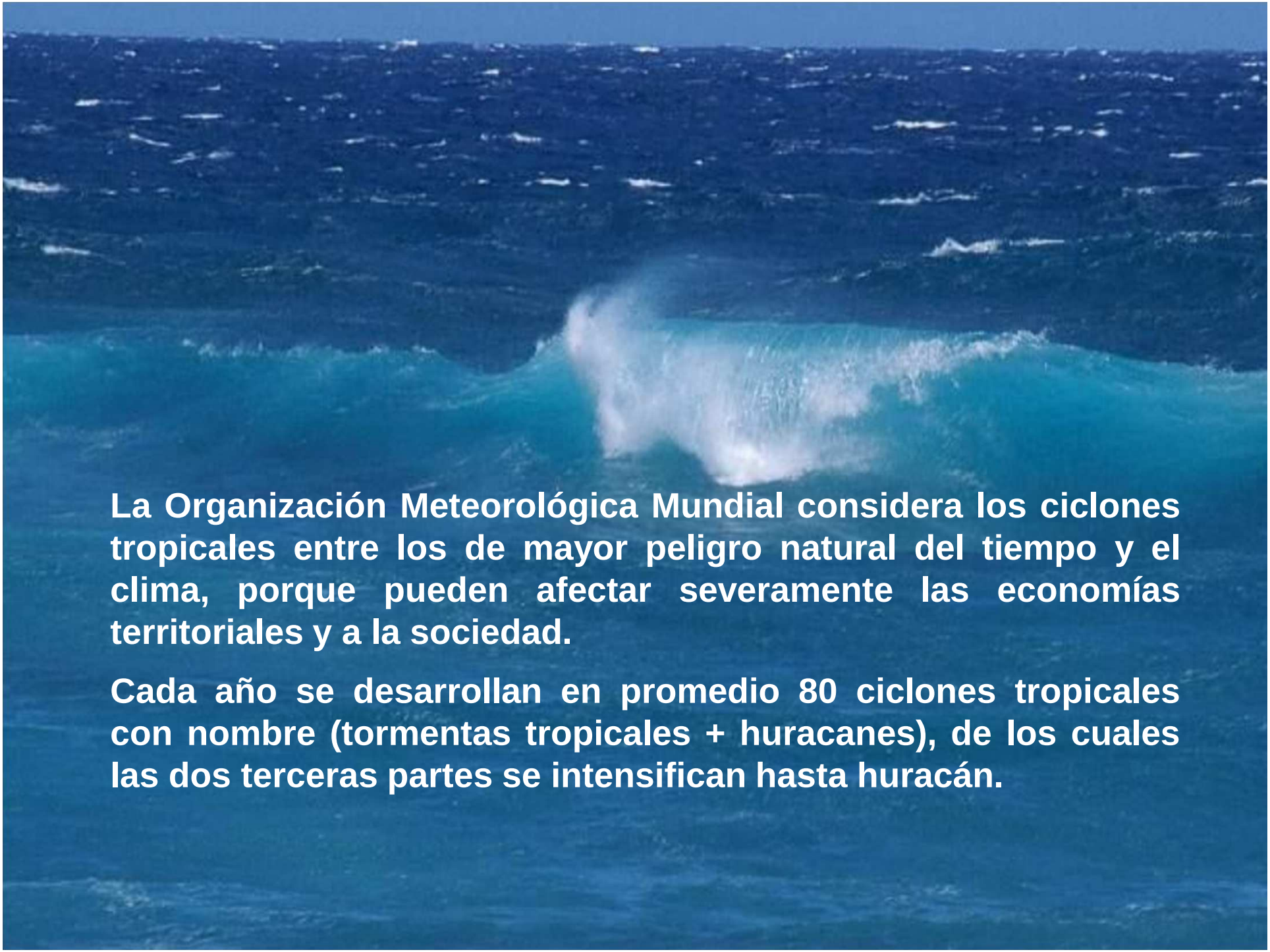
COORDINACIÓN GENERAL DE PUERTOS Y MARINA MERCANTE
DIRECCIÓN GENERAL DE MARINA MERCANTE
DIRECCION DE SUPERVISIÓN OPERATIVA DE LAS CAPITANÍAS
SUBDIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA
DEPARTAMENTO DERROTERO METEOROLÓGICO

DIRECCIÓN GENERAL DE MARINA MERCANTE SCT

CICLONES TROPICALES

Mtro. Sergio José Díaz Moure

Tuxtla, Chis., mayo 2011



La Organización Meteorológica Mundial considera los ciclones tropicales entre los de mayor peligro natural del tiempo y el clima, porque pueden afectar severamente las economías territoriales y a la sociedad.

Cada año se desarrollan en promedio 80 ciclones tropicales con nombre (tormentas tropicales + huracanes), de los cuales las dos terceras partes se intensifican hasta huracán.

Organización Meteorológica Mundial (OMM)

- Establecida el 23 Marzo de 1950
- Sucede a la Organización Meteorológica Internacional (OMI, creada en 1873)
- Agencia especializada de las Naciones Unidas para la meteorología, la hidrología operativa y las ciencias geofísicas relacionadas
- Es la voz autorizada del sistema de Naciones Unidas sobre el estado y el comportamiento de la atmósfera de la Tierra, su interacción con los océanos, el clima que produce y la resultante distribución de los recursos hídricos
- Cuenta 182 estados Miembros y 6 Territorios

WMO
OMM

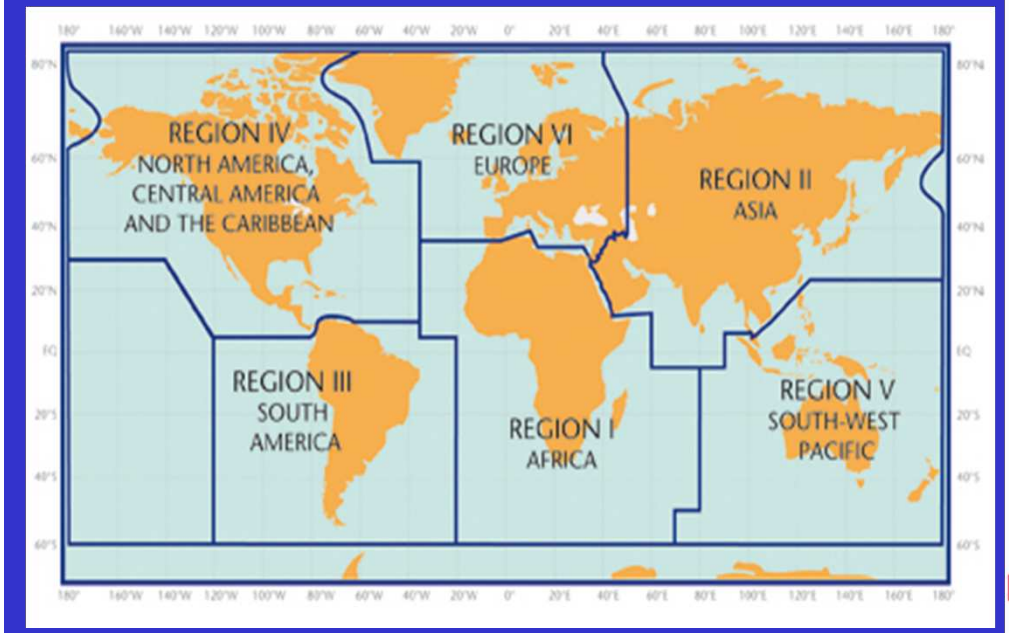
World Meteorological Organization
Working together in weather, climate and water

Members

Members of the World Meteorological Organization with date of ratification or accession

States (182)

Madagascar	15 December 1960
Malawi	15 February 1965
Malaysia	19 May 1958
Maldives	1 June 1978
Mali	11 November 1960
Malta	28 December 1976
Mauritania	23 January 1962
Mauritius	17 July 1969
Mexico	27 May 1949
Micronesia, Federated States of	20 September 1995
Moldova	21 November 1994
Monaco	9 April 1996
Mongolia	4 April 1963
Montenegro [3]	6 December 2006
Morocco	3 January1957
Mozambique	21 June 1976
Myanmar	19 August 1949
Namibia	6 February 1991
Nepal	12 August 1966
Netherlands (the)	12 September 1951
New Zealand	2 April 1948
Nicaragua	27 February 1959
Niger	28 October 1960
Nigeria	30 November 1960
Niue	31 May 1996
Norway	9 December 1948
Oman	3 January 1975
Pakistan	11 April 1950
Panama	12 September 1967
Papua New Guinea	15 December 1975
Paraguay	15 September 1950
Peru	30 December 1949
Philippines	5 April 1949
Poland	16 May 1950
Portugal	15 January 1951
Qatar	4 April 1975
Republic of Korea	15 February 1956
Romania	18 August 1948
Russian Federation [5]	2 April 1948
Rwanda	4 February 1963



Members of Regional Association IV (North America, Central America and the Caribbean)

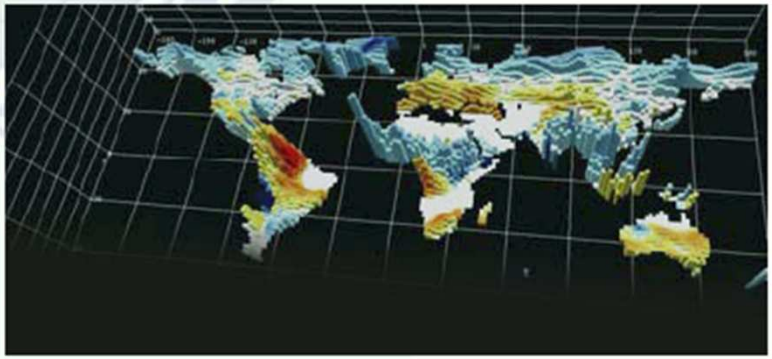
National Meteorological or Hydrometeorological Services

Antigua and Barbuda	Meteorological Services
Bahamas	Department of Meteorology
Barbados	Meteorological Services
Belize	National Meteorological Service
British Caribbean Territories	Caribbean Meteorological Organization
Canada	Meteorological Service of Canada
Colombia	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
Costa Rica	Instituto Meteorológico Nacional
Cuba	Instituto de Meteorología
Dominica	Dominica Meteorological Services
Dominican Republic	Oficina Nacional de Meteorologiá
El Salvador	Servicio Nacional de Estudios Territoriales
France	Meteo France
Guatemala	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorologiá e Hidrología
Haiti	Haiti Weather.Net
Honduras	Servicio Meteorológico Nacional
Jamaica	Meteorological Service
Mexico	Servicio Meteorológico Nacional
Netherlands Antilles and Aruba	Meteorological Service
Nicaragua	Dirección General de Meteorología
Panama	Hidrometeorología
Saint Lucia	Meteorological Services
Trinidad and Tobago	Meteorological Service
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	Met Office
United States of America	National Weather Service
Venezuela	Servicio de Meteorología de la Aviación

Red Mundial Operativa de la OMM en apoyo de los Sistemas de Alerta Temprana

Sistema Mundial de Procesamiento de Datos y Predicción:

- **3 Centros Meteorológicos Mundiales**
- **40 Centros Regionales Especializados Meteorológicos**



WMO
OMM

Red Mundial Operativa de la OMM en apoyo de los Sistemas de Alerta Temprana

Sistema Mundial de Observación de la OMM

WMO
OMM

Organización Meteorológica Mundial

Tiempo • Clima • Agua

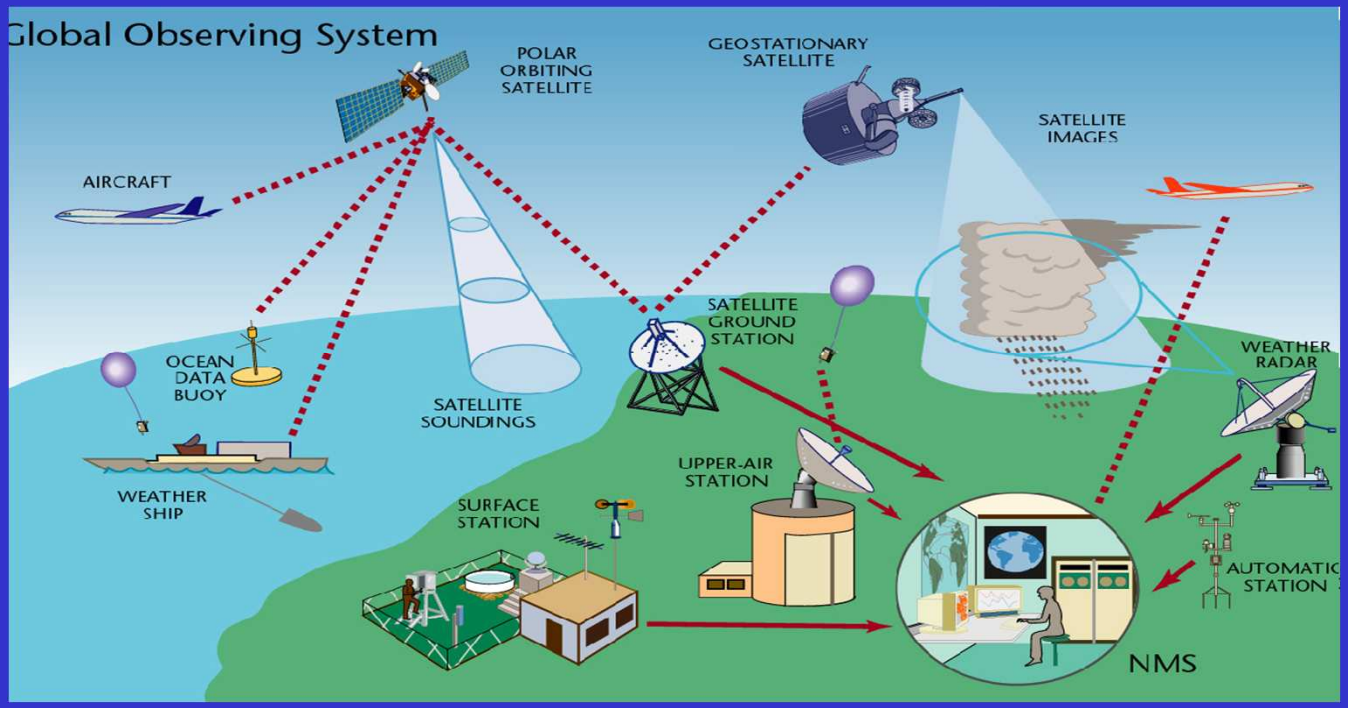
El Sistema Mundial Integrado de Observación de la OMM acumula decenios de experiencia y de servicios que integran los elementos siguientes:

Observaciones: espaciales, atmosféricas, terrestres y oceánicas

Datos: una gran diversidad de plataformas de trabajo y de investigación

Plataformas: *in situ* y en el espacio

Tiempo: el pasado y el presente, para ayudarnos a comprender nuestro futuro.

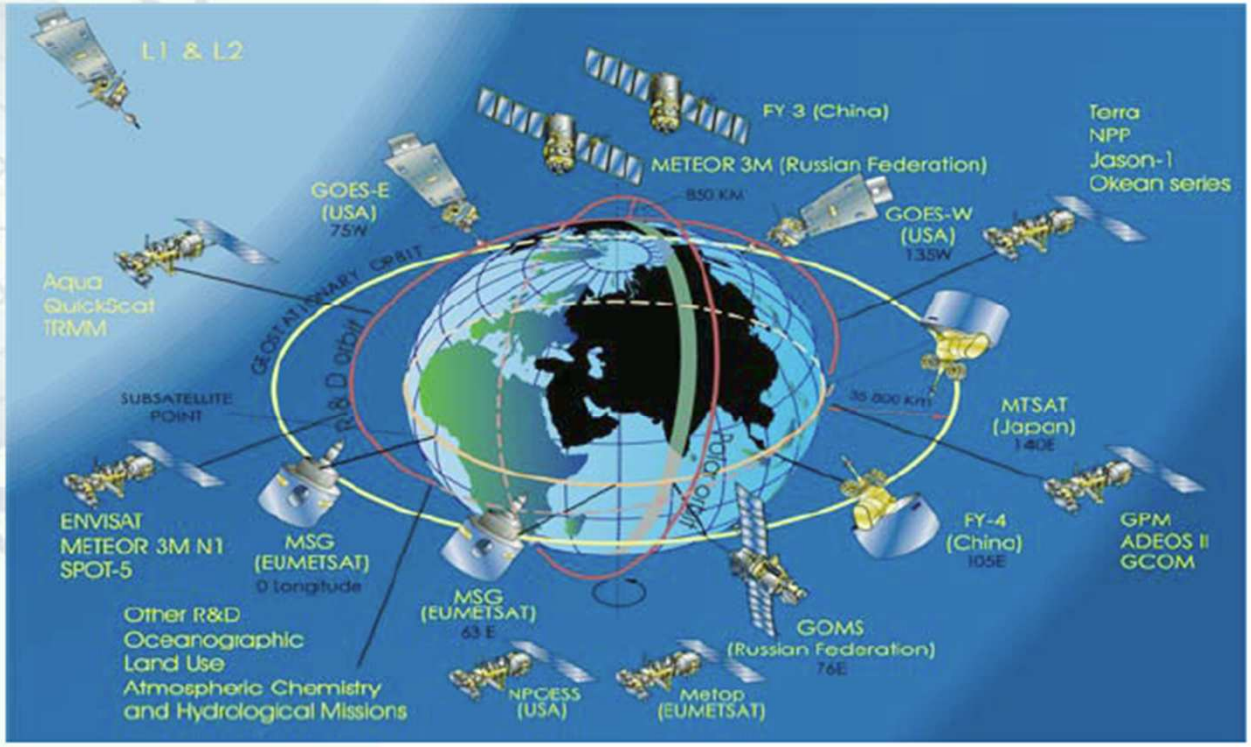


Los sistemas de observación instalados en plataformas, sean éstas satélites, torres de radar o boyas, permiten medir diversos tipos de datos. Cada sistema tiene su forma peculiar de obtener datos, pero la tecnología ayuda a evaluarlos sea cual sea su procedencia.

Más de 10 000 estaciones meteorológicas de superficie, automáticas o manuales, 1 000 estaciones de observación en altitud, unos 7 000 buques, 100 boyas fondeadas y más de 1 000 boyas a la deriva, así como centenares de radares meteorológicos, miden a diario parámetros clave de la atmósfera, de la tierra y de la superficie del océano. Además, más de 3 000 aeronaves en vuelos comerciales proporcionan diariamente más de 150 000 observaciones. Los datos y la información así obtenidos, así como las predicciones y alertas que gracias a ellos se generan, son después intercambiados a nivel internacional.

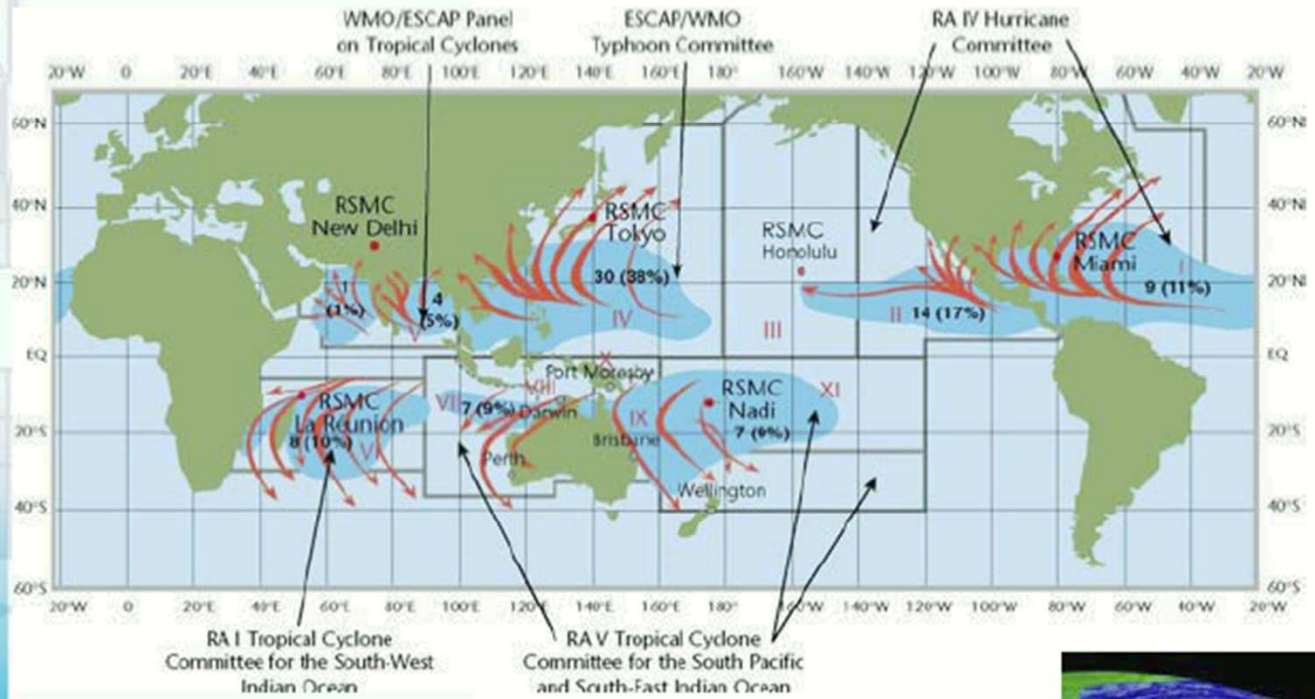
Sistema Coordinado del Espacio para la vigilancia del tiempo, el clima y el agua

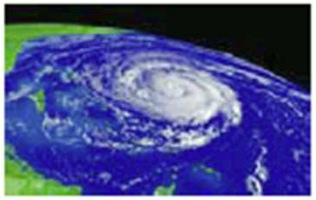
Programa Espacial de la OMM



WMO
OMM

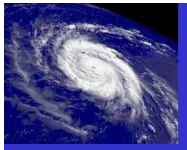
Sistema Mundial de Alerta Temprana de Ciclones Tropicales de la OMM





- 6 Centros Regionales Meteorológicos Especializados

WMO
OMM



World Meteorological Organization

Working together in weather, climate and water

Regional Association IV - Hurricane Committee

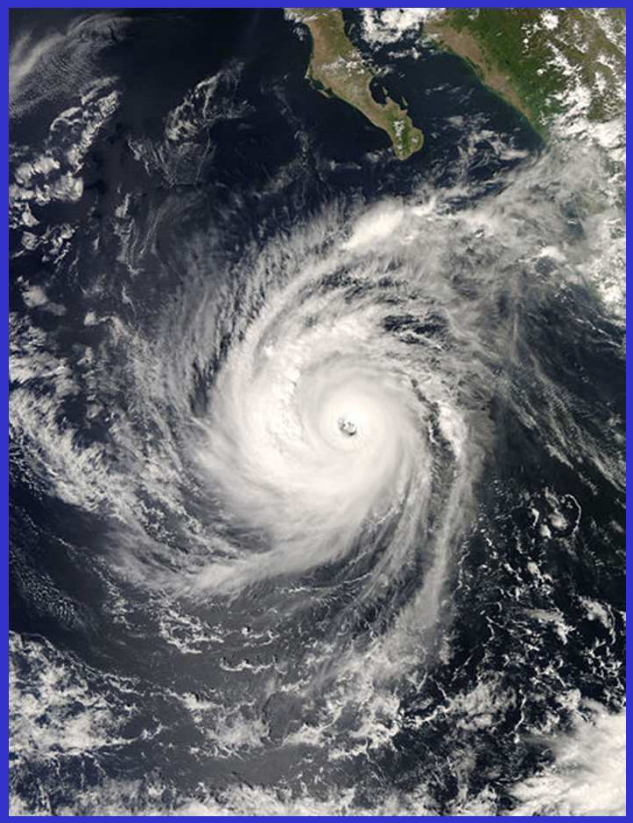
Regional Association IV - Hurricane Committee

(Established in 1978)

Members

Antigua & Barbuda
Bahamas
Barbados
Belize
British Caribbean Territories
Canada
Colombia
Costa Rica
Cuba
Dominica
Dominican Republic
El Salvador
France

Guatemala
Haiti
Honduras
Jamaica
Mexico
Netherlands Antilles and Aruba
Nicaragua
Panama
St. Lucia
Trinidad and Tobago
UK
USA - *RSMC Miami-Hurricane Center*
Venezuela



Huracán Norbert categoría IV
(08/10/2008)

Un ciclón tropical es un sistema de baja presión, formado en el mar, acompañado de una amplia área de nublados con lluvias, chubascos y tormentas eléctricas que tiene asociada una circulación superficial circular de los vientos en sentido contrario al de las manecillas del reloj en el hemisferio Norte.

Según las características de los ciclones tropicales se establecen tres categorías para su clasificación de acuerdo a la velocidad que alcanzan los vientos máximos sostenidos: depresión tropical, tormenta tropical y huracán.

Clasificación	Vientos máximos sostenidos (kph.)
Depresión Tropical	hasta 63
Tormenta Tropical	desde los 64 hasta 118
Huracanes	desde los mayor a 119

Clasificación de los Huracanes

Se clasifican por medio de la Escala de Vientos Huracanados Saffir-Simpson en cinco categorías. Fue desarrollada a principios de los años 70 por el Ing. H. Saffir y el Dr. R. Simpson y modificada en junio de 2009. Indica los daños potenciales que puede provocar un huracán, teniendo en cuenta los vientos y la presión.

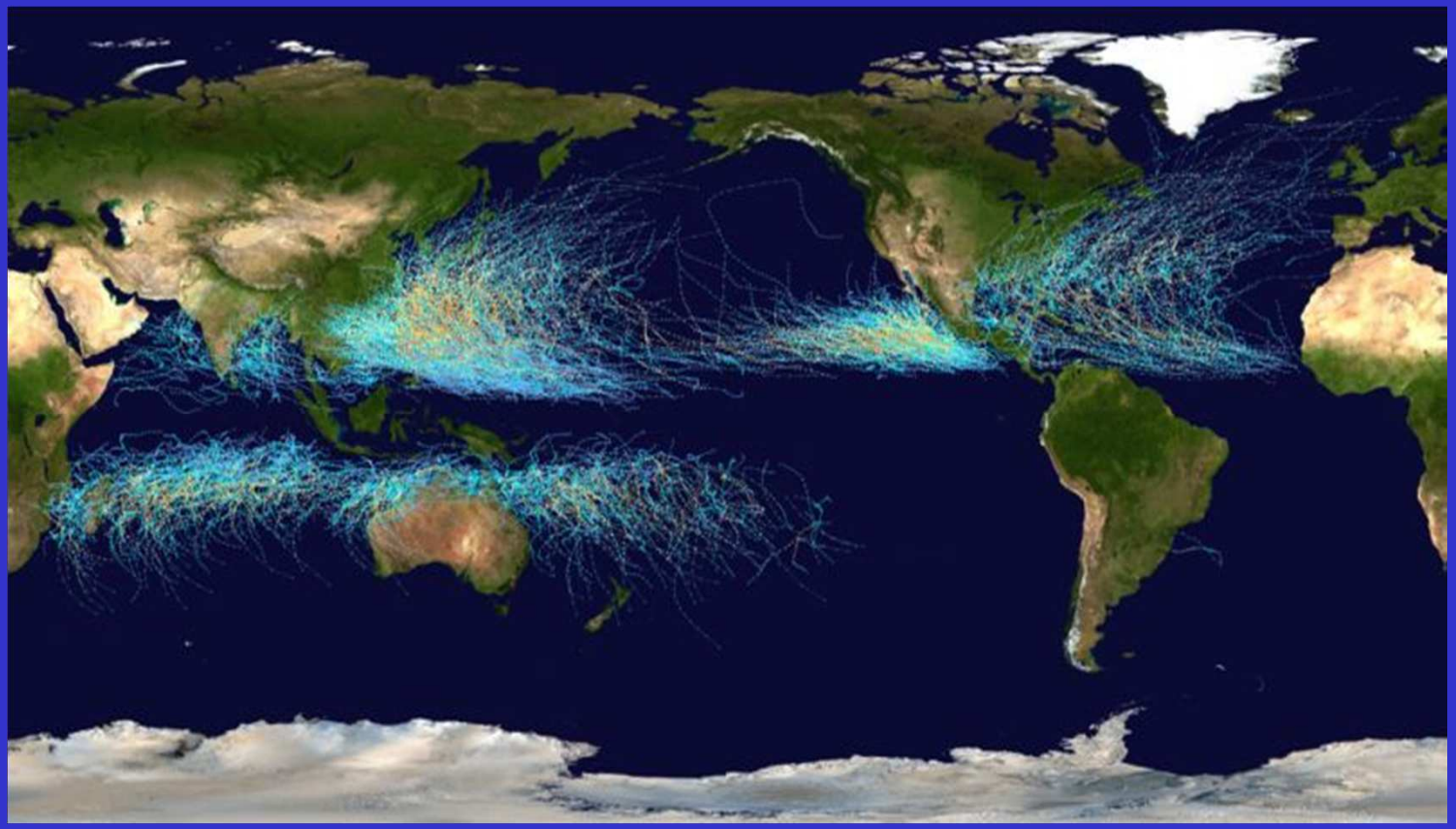
Categoría	Vientos (kph)	Vientos (nudos)	Presión mínima (hPa)	Daños
1	119 a 153	64 a 82	mayor a 980	Mínimos
2	154 a 177	83 a 95	965 a 979	Moderados
3	178 a 209	96 a 113	945 a 964	Extensos
4	210 a 249	114 a 135	920 a 944	Severos
5	mayor a 249	mayor a 135	menor a 920	Catastróficos

Nombres utilizados para designar a los ciclones tropicales

El término huracán tiene su origen en el nombre que los indios mayas y caribes daban al Dios de las Tormentas. Se conoce en la India como ciclón, en Filipinas como baguío, en el oeste del Pacífico como tifón y en Australia como willy-willy.

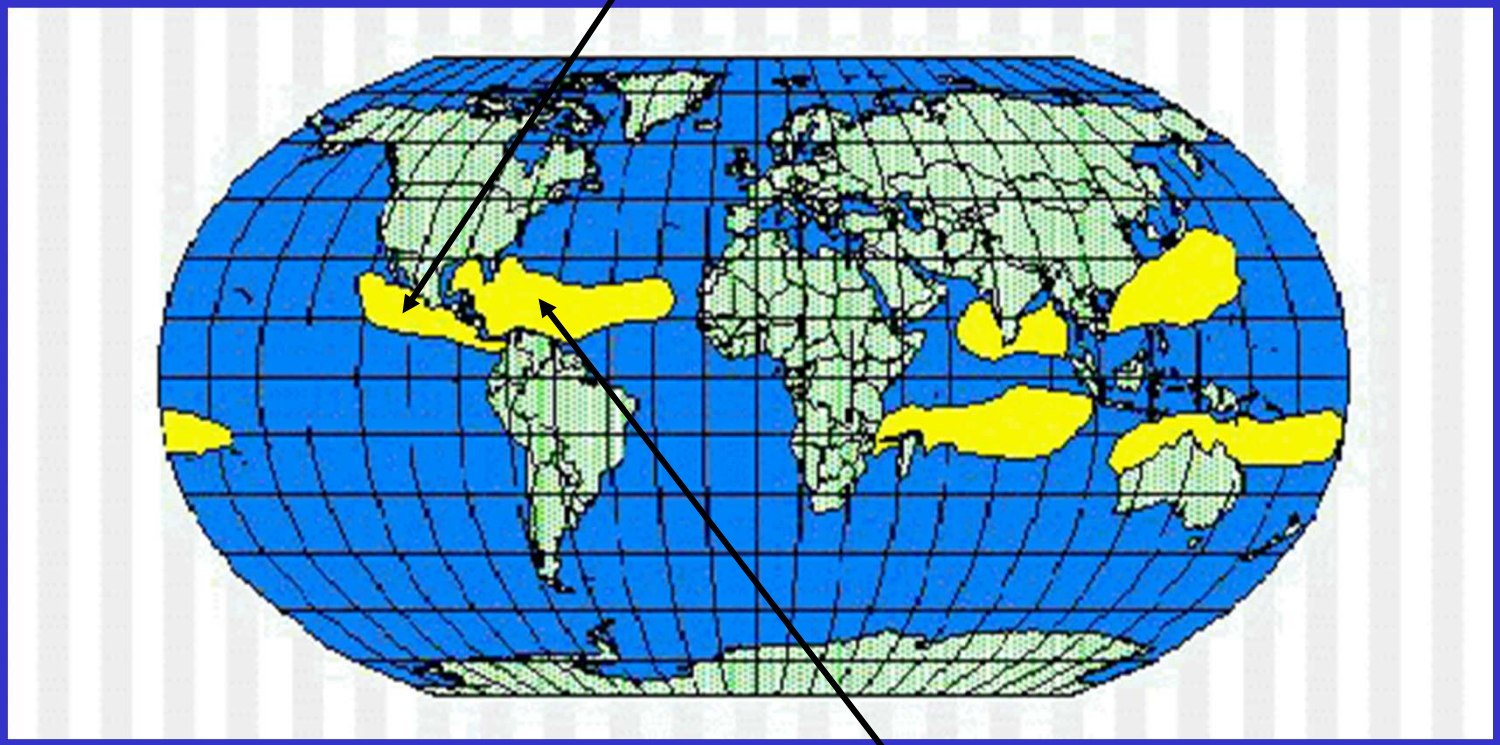
Todos estos términos identifican el mismo fenómeno meteorológico.

Mapa mundial de las trayectoria de los ciclones tropicales entre 1985 y 2007.



CUENCAS CICLOGENETICAS DEL MUNDO

Pacífico Mexicano



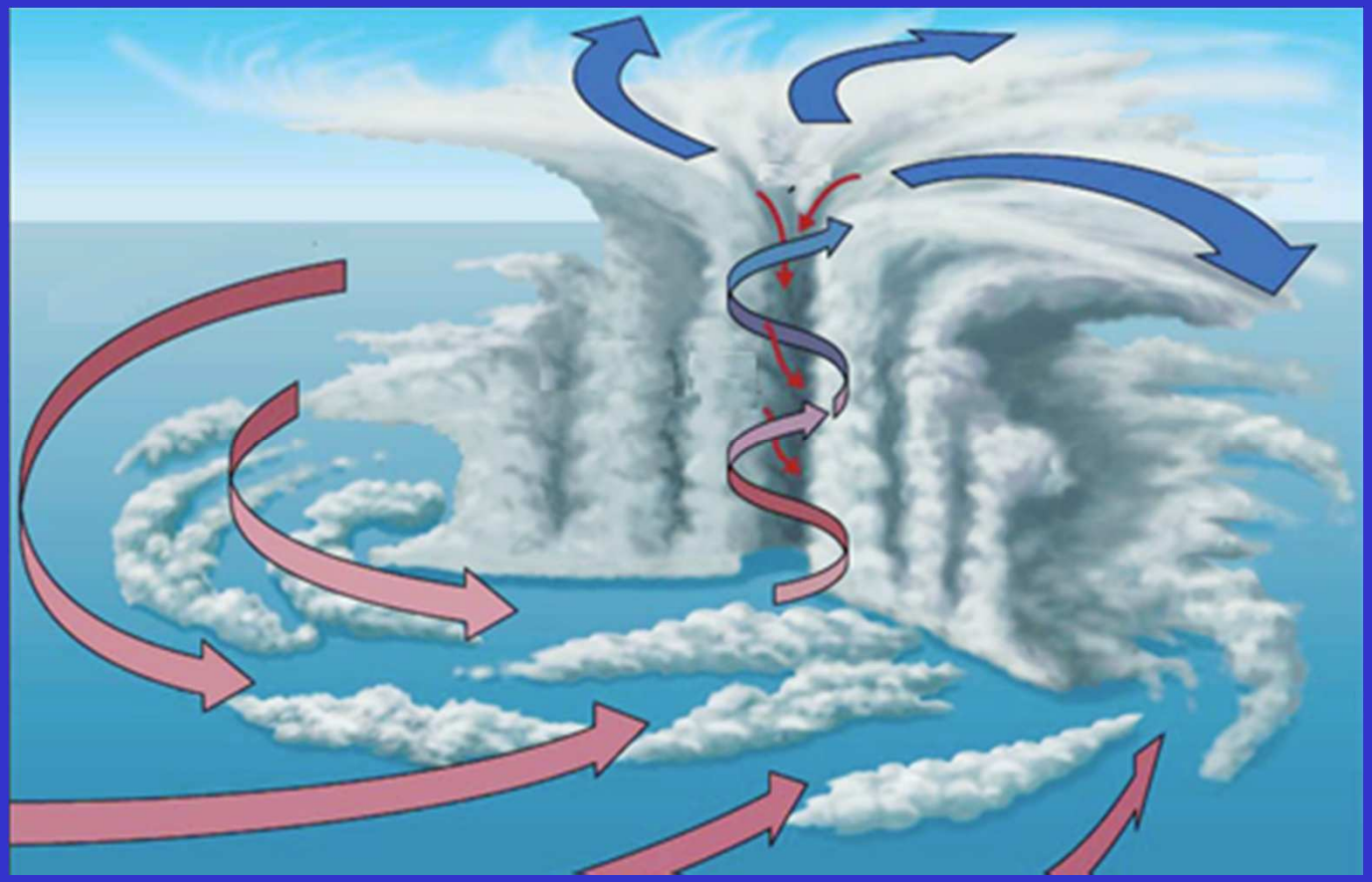
Atlántico Norte, Golfo de México
y Mar Caribe

Condiciones para la formación de un ciclón tropical

Son varias las condiciones que hacen que un ciclón tropical se forme y desarrolle, pasando de depresión tropical a tormenta y a huracán.

Entre ellas, son necesarias las siguientes:

- **Una perturbación preexistente, o sea una extensa área de nubosidad con lluvias, chubascos y tormentas eléctricas.**
- **Temperatura de la superficie del mar superior a 27°C.**
- **El aire cerca de la superficie del mar debe presentar un potencial de giro.**
- **Debe de existir un sistema de baja presión en superficie.**
- **Convergencia del viento en la superficie.**
- **Divergencia del viento en la altura.**
- **Humedad elevada, superior al 60% en los niveles medios de la atmósfera.**



Esquema de la estructura de un ciclón tropical.

Etapas de la evolución de los ciclones tropicales

Se distinguen las cuatro etapas siguientes:

- **Nacimiento, primero se forma una depresión atmosférica, en la que el viento empieza a aumentar en superficie con una velocidad máxima de 62 kph o menos, las nubes se organizan y la presión desciende hasta cerca de 1000 hPa.**

- **Desarrollo, la depresión tropical crece o se desarrolla, adquiere la característica de tormenta , el viento continúa aumentando a una velocidad máxima de entre 63 y 117 kph inclusive, las nubes se distribuyen en forma de espiral, comienza a formarse un "ojo" pequeño y la presión se reduce a menos de 1000 hPa.**

En esta etapa recibe un nombre.

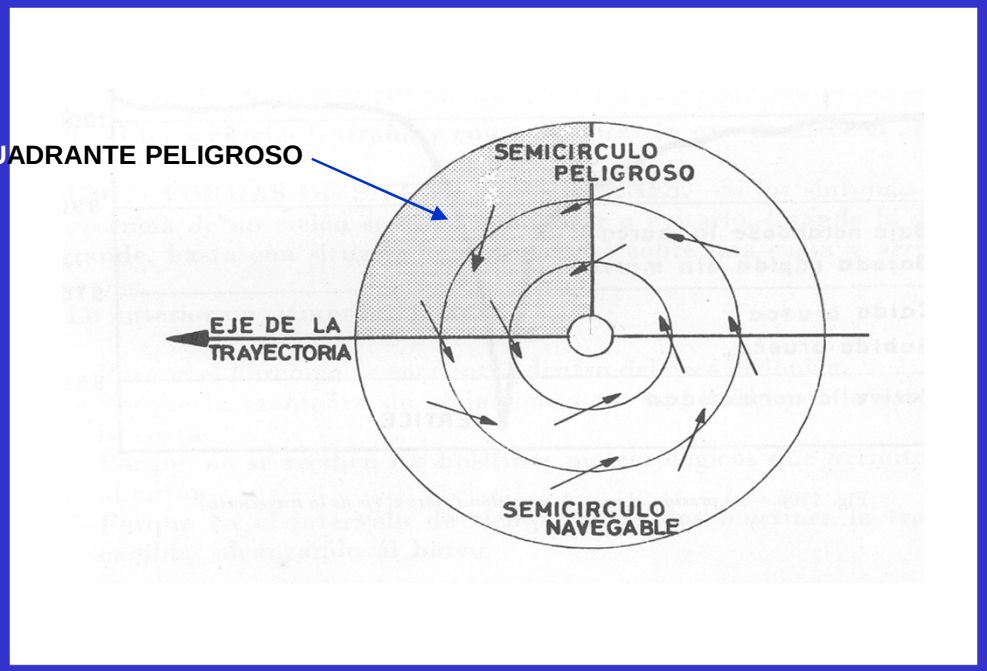
- **Madurez**, se intensifica la tormenta y adquiere características de huracán, el viento alcanza el máximo de velocidad, mayor a 118 kph, el área nubosa se expande a su máxima extensión (500-900 km de diámetro), ocurren lluvias intensas y la marea de tormenta. El diámetro del "ojo" varía entre 24 y 40 km y es un área de calma relativa, libre de nubes.

- **Disipación**, el inmenso remolino es mantenido y nutrido por la energía calorífica del océano hasta que se adentra en aguas más frías o hasta que entra a tierra firme, entonces pierde energía y empieza a disolverse debido a la fricción provocada por su traslación sobre el terreno.

Conforme el ciclón tropical se intensifica, aumenta la organización del patrón de nubes en espirales y comienza a ser identificable el centro de giro, a través de una zona con ausencia de nubes que coincide con el "ojo" del ciclón, cuyo diámetro puede varía de 10-100 km.

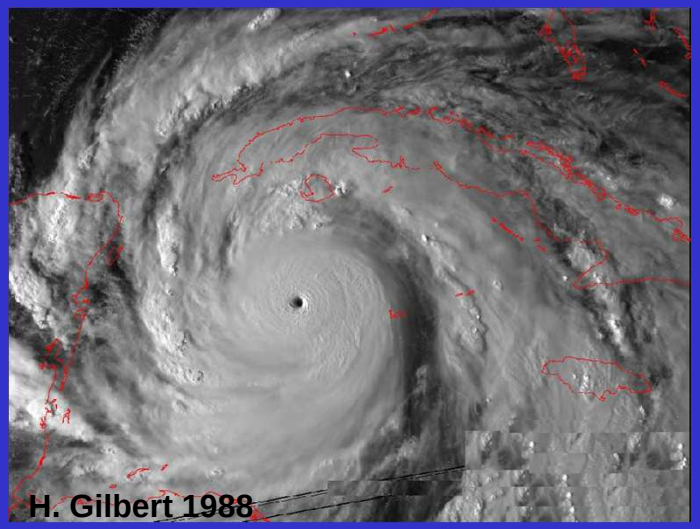
La pared vertical de nubes que rodea el "ojo" (10-15 km de alto y 10 km de ancho), es la zona en donde se manifiestan los efectos más intensos: los vientos máximos, las mayores intensidades de lluvia, el fuerte oleaje y la marea de tormenta.

Semicírculos peligroso y navegable en un ciclón.



El área de un ciclón que se supone circular, se considera dividida en dos semicírculos, determinados por el diámetro que coincide con el eje de la trayectoria.

Se llama <u>semicírculo peligroso o no navegable</u> al de la derecha, mirando en la dirección del avance, dentro del que se destaca el <u>cuadrante peligroso</u> en su parte delantera.



Los ciclones tropicales son nombrados para su fácil identificación.

Inicialmente recibían el nombre del santo patrono del día en que ocurrían. En la actualidad el Centro Nacional de Huracanes le asigna un nombre cuando una depresión se intensifica a tormenta tropical.

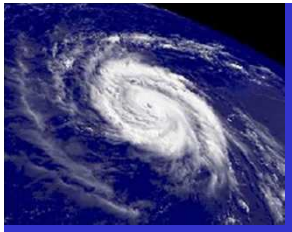
Antes de 1950, los meteorólogos militares le asignaban números. Durante poco tiempo se usó el alfabeto fonético militar para asignar nombres como Alfa, Bravo, Charlie, etc.

A partir de 1953, las tormentas empezaron a recibir nombres femeninos en orden alfabético.

En 1978, se empezó a alternar los nombres femeninos y masculinos en el listado de la zona Este del Pacífico Oriental. Durante la temporada de 1979 se extendió su uso a la cuenca del Atlántico. Desde entonces los Miembros de la OMM revisan la lista de nombres para seleccionar aquellos que son comunes a los idiomas inglés, español y francés.

Existen seis listas de nombres, cada una está compuesta de una veintena de nombres desde la A y son usadas en rotación (dos siguientes diapositivas).

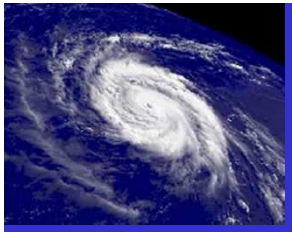
Ocasionalmente un nombre es retirado de la lista cuando se usó para un huracán desvastador que causó numerosas muertes y daños extremos. Entre los nombres que se han retirado de la lista están Gilbert, Mitch, Andrew, Isidore**, Katrina, Stan y Wilma, entre muchos otros.**



Eastern North Pacific Names

2008	2009	2010	2011	2012	2013
Alma	Andres	Agatha	Adrian	Aletta	Alvin
Boris	Blanca	Blas	Beatriz	Bud	Barbara
Cristina	Carlos	Celia	Calvin	Carlotta	Cosme
Douglas	Dolores	Darby	Dora	Daniel	Dalila
Elida	Enrique	Estelle	Eugene	Emilia	Erick
Fausto	Felicia	Frank	Fernanda	Fabio	Flossie
Genevieve	Guillermo	Georgette	Greg	Gilma	Gil
Hernan	Hilda	Howard	Hilary	Hector	Henriette
Iselle	Ignacio	Isis	Irwin	Ileana	Ivo
Julio	Jimena	Javier	Jova	John	Juliette
Karina	Kevin	Kay	Kenneth	Kristy	Kiko
Lowell	Linda	Lester	Lidia	Lane	Lorena
Marie	Marty	Madeline	Max	Miriam	Manuel
Norbert	Nora	Newton	Norma	Norman	Narda
Odile	Olaf	Orlene	Otis	Olivia	Octave
Polo	Patricia	Paine	Pilar	Paul	Priscilla
Rachel	Rick	Roslyn	Ramon	Rosa	Raymond
Simon	Sandra	Seymour	Selma	Sergio	Sonia
Trudy	Terry	Tina	Todd	Tara	Tico
Vance	Vivian	Virgil	Veronica	Vicente	Velma
Winnie	Waldo	Winifred	Wiley	Willa	Wallis
Xavier	Xina	Xavier	Xina	Xavier	Xina
Yolanda	York	Yolanda	York	Yolanda	York
Zeke	Zelda	Zeke	Zelda	Zeke	Zelda

These lists are also re-cycled every six years (the 2008 list will be used again in 2014).

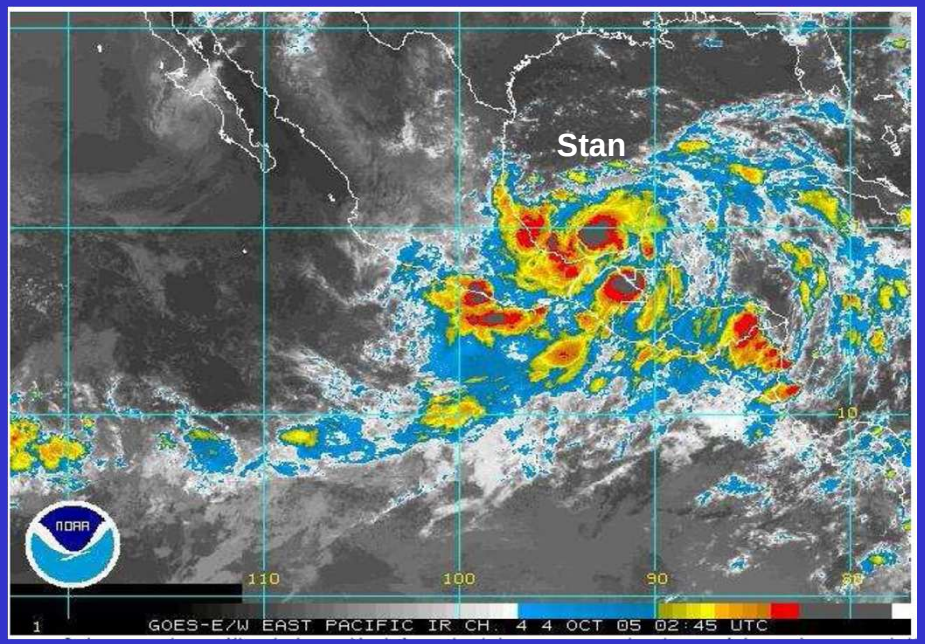


Tropical Cyclone Names

Caribbean Sea, Gulf of Mexico and the North Atlantic Names

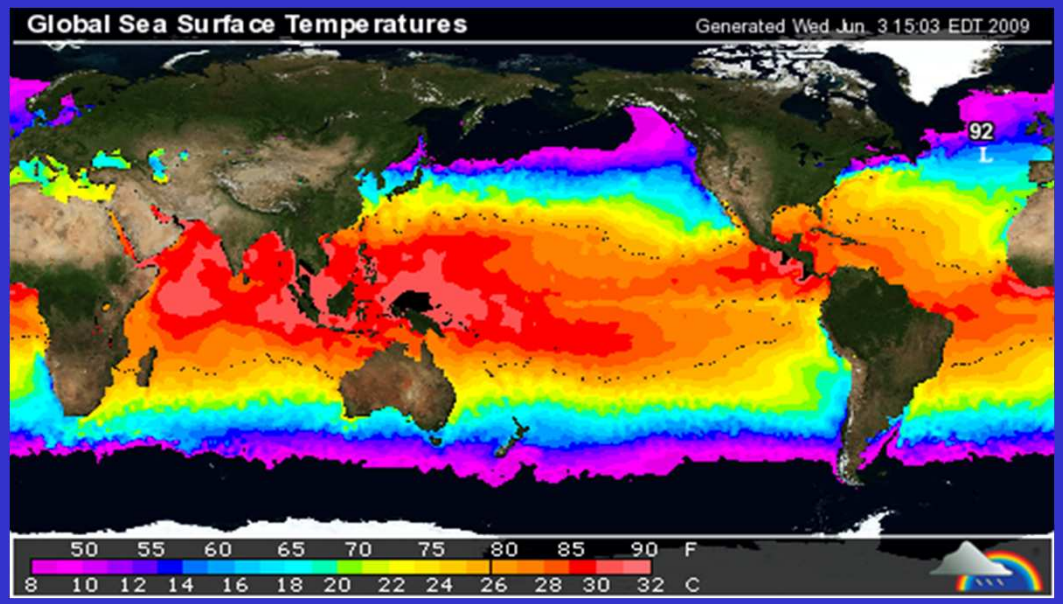
2008	2009	2010	2011	2012	2013
Arthur	Ana	Alex	Arlene	Alberto	Andrea
Bertha	Bill	Bonnie	Bret	Beryl	Barry
Cristobal	Claudette	Colin	Cindy	Chris	Chantal
Dolly	Danny	Danielle	Don	Debby	Dorian
Edouard	Erika	Earl	Emily	Ernesto	Erin
Fay	Fred	Fiona	Franklin	Florence	Fernand
Gustav	Grace	Gaston	Gert	Gordon	Gabrielle
Hanna	Henri	Hermine	Harvey	Helene	Humberto
Ike	Ida	Igor	Irene	Isaac	Ingrid
Josephine	Joaquin	Julia	Jose	Joyce	Jerry
Kyle	Kate	Karl	Katia	Kirk	Karen
Laura	Larry	Lisa	Lee	Leslie	Lorenzo
Marco	Mindy	Matthew	Maria	Michael	Melissa
Nana	Nicholas	Nicole	Nate	Nadine	Nestor
Omar	Odette	Otto	Ophelia	Oscar	Olga
Paloma	Peter	Paula	Philippe	Patty	Pablo
Rene	Rose	Richard	Rina	Rafael	Rebekah
Sally	Sam	Shary	Sean	Sandy	Sebastien
Teddy	Teresa	Tomas	Tammy	Tony	Tanya
Vicky	Victor	Virginie	Vince	Valerie	Van
Wilfred	Wanda	Walter	Whitney	William	Wendy

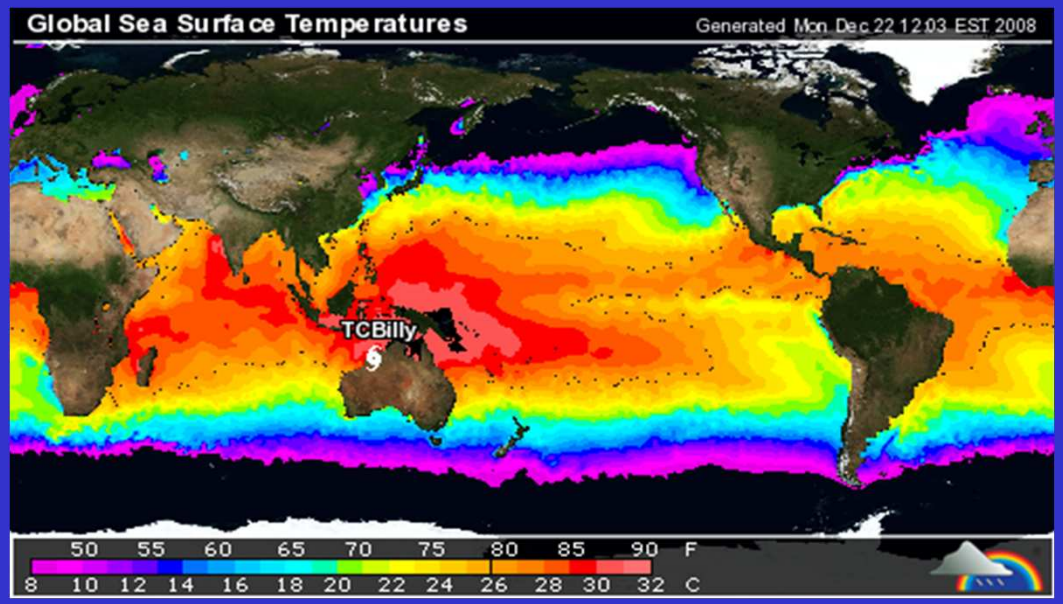
The six lists are used in rotation. Thus, the 2008 list will be used again in 2014.



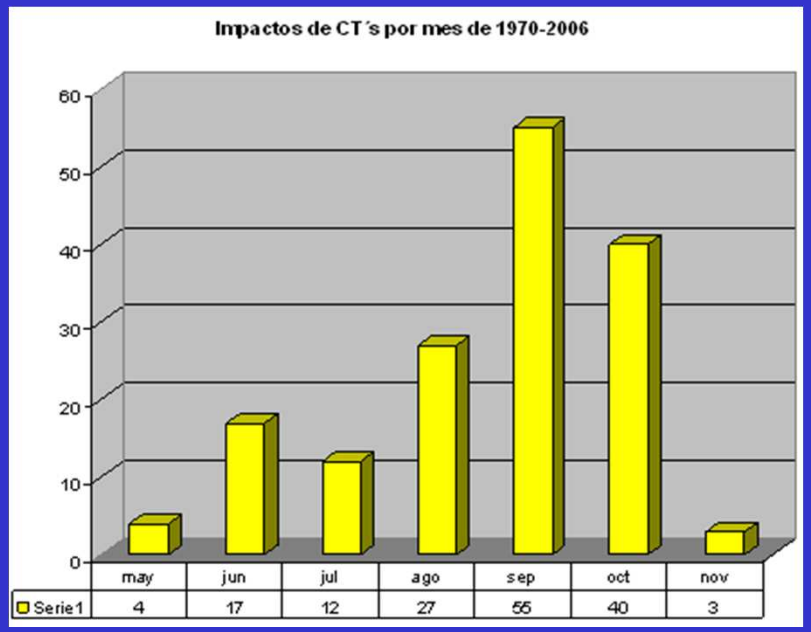
Una gran cantidad de la aportación de humedad proveniente desde el mar hacia el interior del territorio mexicano ocurre por los ciclones, la cual <u>resulta esencial para el bienestar de la población</u>, en correspondencia con la infraestructura hidráulica para su aprovechamiento. Los beneficios pueden extenderse por varios años después de su incidencia (presas de almacenamiento para la recarga de los acuíferos y el llenado de las presas).

El problema está en la gran concentración de la lluvia, en cuanto a tiempo y espacio. En el NW del país las lluvias ciclónicas representan la mayor parte de la precipitación anual y su sola incidencia define al año como húmedo o seco.





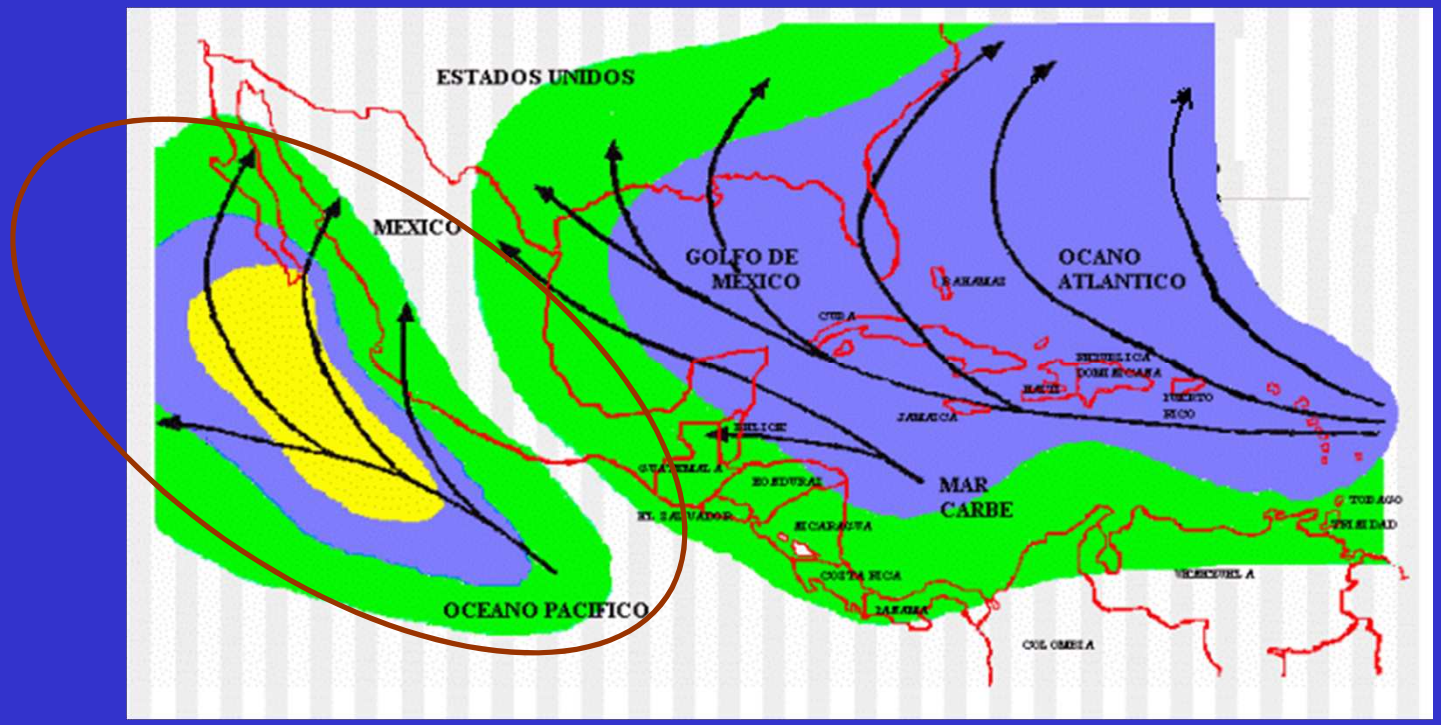
La frecuencia con que se presentan los ciclones tropicales no es uniforme a lo largo de la temporada, debido a las variaciones de la temperatura de la superficie del mar en el año.



En el Pacífico Nororiental los ciclones son eventos con baja frecuencia en mayo y aumenta con el avance de la temporada con máximos en agosto, septiembre y octubre, para decrecer en noviembre.

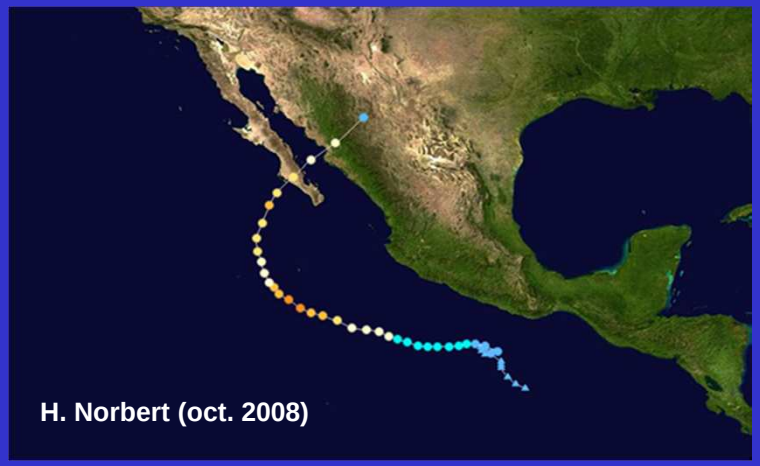
Las presencia de perturbaciones o disturbios tropicales se inicia en el Pacífico a partir de mayo, con frecuencias máximas desde agosto. En general resulta más activo que el Atlántico, Caribe y Golfo de México.

Los ciclones tropicales del Pacífico Mexicano recurvan muy poco en la primera parte de la temporada (mayo a agosto) y aumenta significativamente la frecuencia en su segunda parte (septiembre a noviembre).

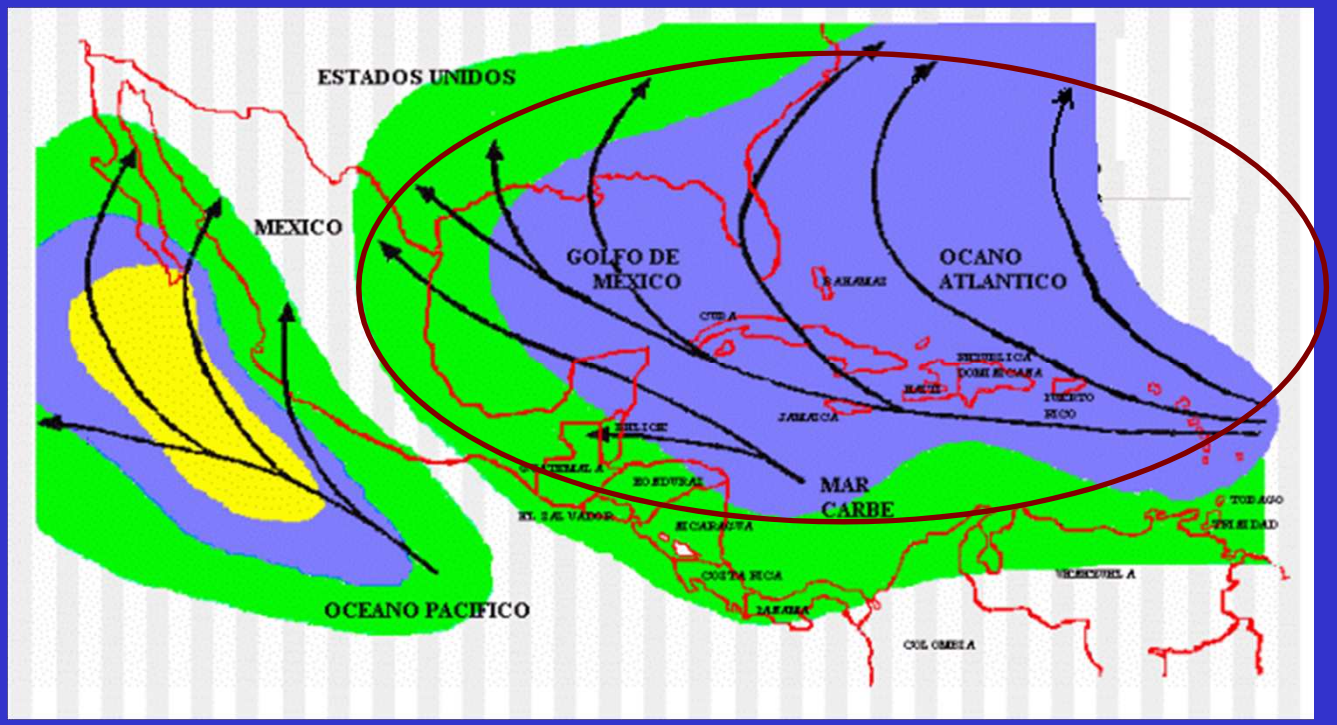


La <u>dirección del desplazamiento</u> de los ciclones determina en parte los efectos en las costas cercanas.

Las <u>líneas negras continuas</u> (dentro del óvalo marrón) representan las trayectorias típicas de los ciclones que afectan a México proveniente del Pacífico Nororiental.



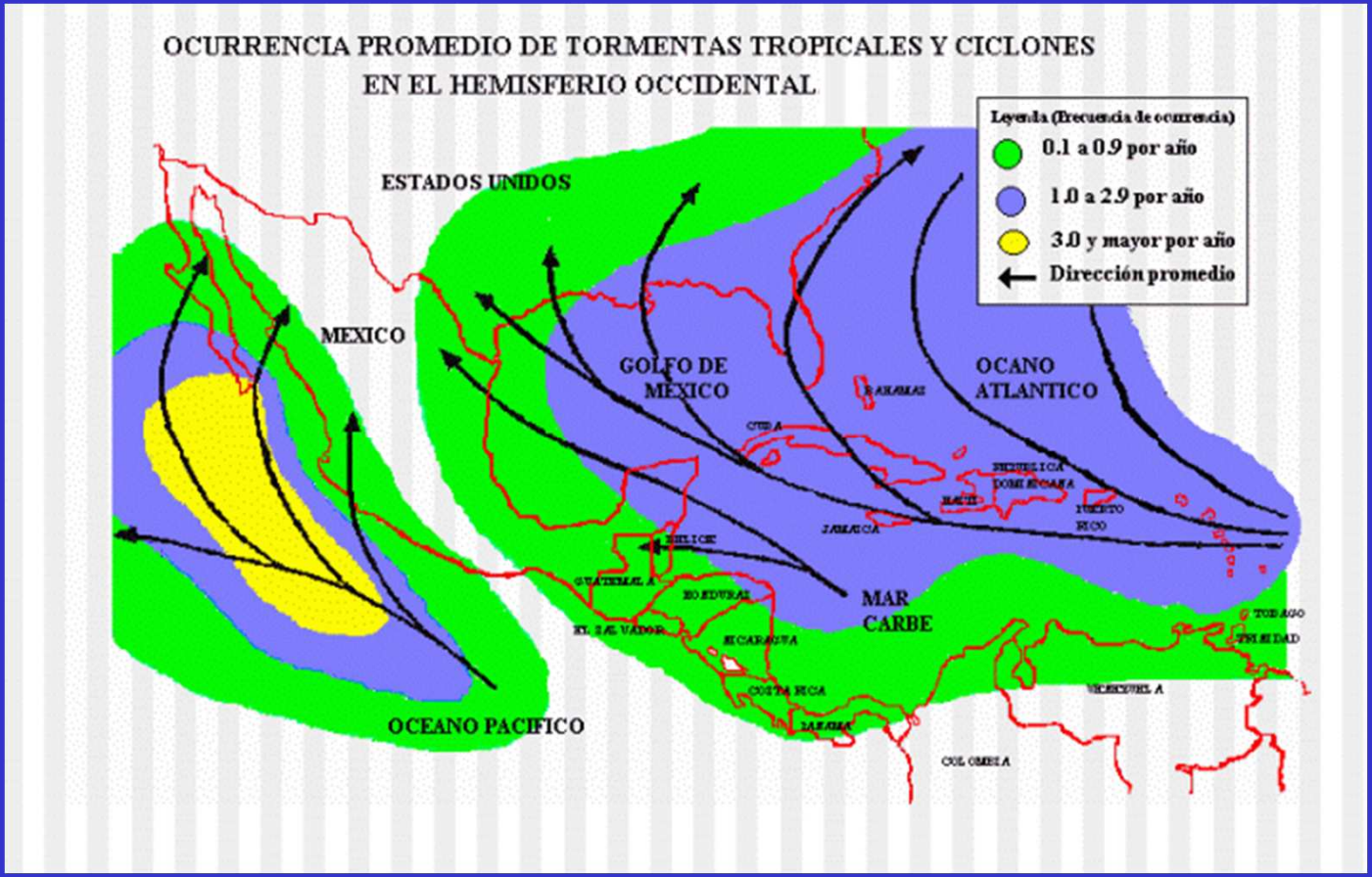
Los desplazamientos hacia el <u>Oeste-noroeste</u>, el <u>Noroeste</u>, el <u>Nor-noroeste</u> y el <u>Norte</u>, llevan los ciclones hasta las costas nacionales del Pacífico o muy cerca de ellas. Los desplazamientos hacia el <u>Oeste</u> y en ocasiones el <u>Oeste-noroeste</u> provocan que se trasladen en forma paralela a nuestras costas del Pacífico Sur y Central.



Las <u>líneas negras continuas</u> (dentro del óvalo marrón) representan las trayectorias típicas de los ciclones que afectan a México provenientes del Océano Atlántico, el Mar Caribe y el Golfo de México.

Los ciclones tropicales que se desplazan por el Atlántico, al Norte de las Antillas Mayores tiene menor probabilidad de afectar México, mientras que si lo hacen por el Caribe, ésta aumenta.

Los desplazamientos hacia el <u>Oeste</u>, el <u>Oeste-noroeste</u> y el <u>Noroeste</u>, traen a los ciclones tropicales hacia las costas de la Península de Yucatán y también a las costas nacionales del Golfo de México.


OCURRENCIA PROMEDIO DE TORMENTAS TROPICALES Y CICLONES
EN EL HEMISFERIO OCCIDENTAL
Leyenda (Frecuencia de ocurrencia)
0.1 a 0.9 por año
1.0 a 2.9 por año
3.0 y mayor por año
Dirección promedio
ESTADOS UNIDOS
MEXICO
GOLFO DE MEXICO
OCANO ATLANTICO
MAR CARBE
OCEANO PACIFICO
CUBA
JAMAICA
BELICE
GUATEMALA
HONDURAS
EL SALVADOR
NICARAGUA
COSTA RICA
PANAMA
COLOMBIA
VENEZUELA
TOBAGO
TRINIDAD

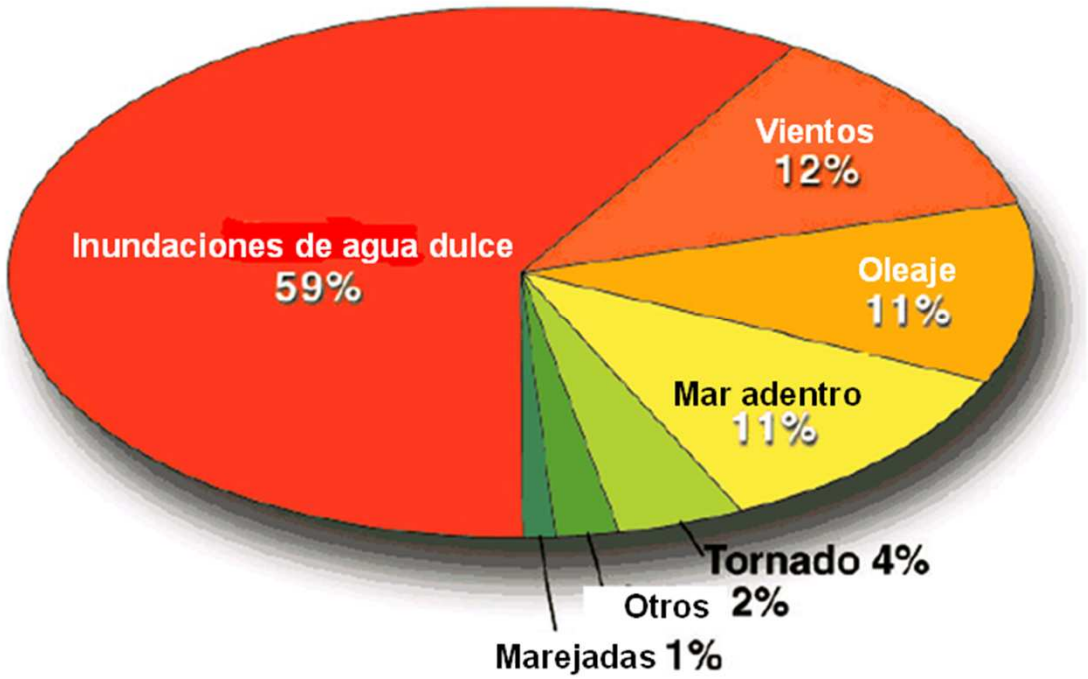
Se destacan cuatro zonas de formación de ciclones tropicales:

- **Golfo de Tehuantepec; generalmente se activa durante la última semana de mayo y se desplazan hacia el Oeste, alejándose de México. Los formados desde julio pueden desplazarse paralelo y muy cerca de las costas del Pacífico. En ocasiones describen una parábola e impactan tierra.**
- **Sur del Golfo de México; aparecen a partir de junio, con trayectorias generalmente hacia el Norte y el Noreste. Afectan principalmente a Veracruz y Tamaulipas.**
- **Caribe Oriental; desde julio y especialmente entre agosto y octubre, pueden alcanzar gran intensidad y largo recorrido. Afectan fundamentalmente a las Penínsulas de Yucatán y Florida.**
- **Atlántico oriental frente a las costas de África; se activa principalmente en agosto. Son de mayor intensidad y recorrido, se desplazan hacia el Oeste, cruzan el Caribe y la Península de Yucatán hasta Tamaulipas y Veracruz. Tienden a recurvar hacia el Norte, afectando las costas de la Unión Americana.**

Efectos generales asociados a los ciclones tropicales

Los efectos de los ciclones tropicales son: el viento, la lluvia, el oleaje, la marea de tormenta, las inundaciones y diversos riesgos secundarios. Ellos dependen de la intensidad del ciclón y su destructividad varía de acuerdo a la región del país.

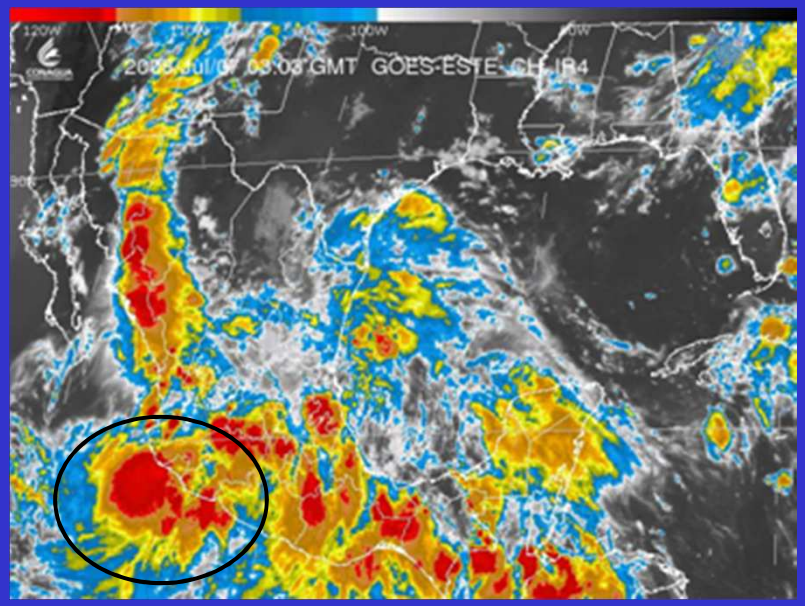
Principales causas de muertes en los ciclones tropicales

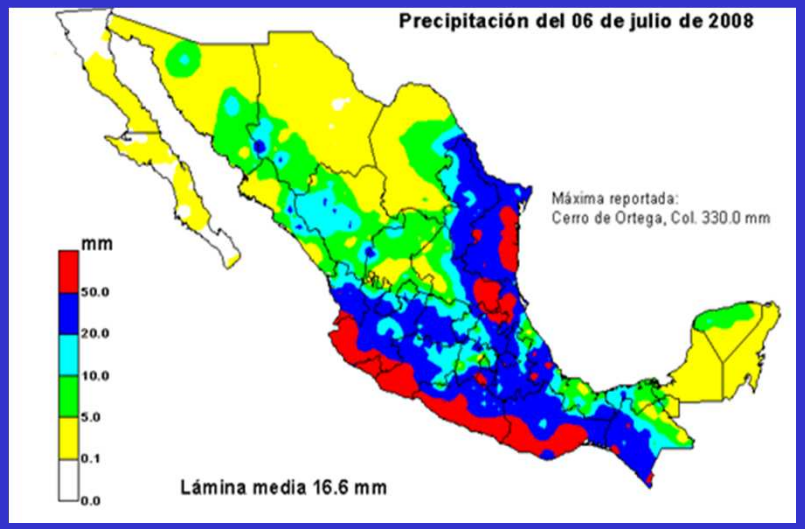


Los principales daños que pueden provocar las depresiones tropicales son las lluvias e inundaciones, aunque pueden ser en ocasiones localmente destructivas.

Los daños de las tormentas tropicales generalmente son causados por los efectos de las lluvias, el viento y el oleaje, o la combinación de ellos, por lo que suelen ser destructivas.

En tanto, los huracanes son altamente destructivos porque causan graves daños debido a las lluvias intensas, los fuertes vientos, el oleaje elevado y la marea de tormenta, o la combinación de ellos.





La depresión tropical No. 5-E (jul. 2008), ocasionó lluvias en las costas del Pacífico Sur y medio mexicano.

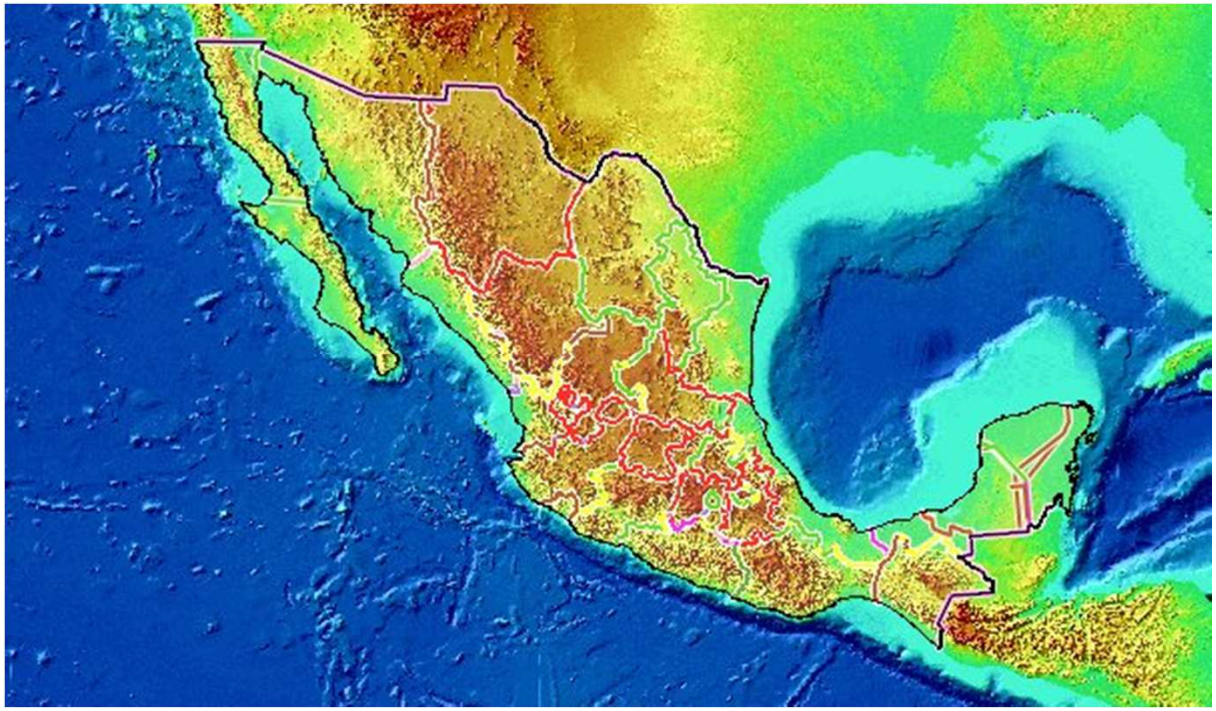
Cortesía SMN

Vientos fuertes: imponen significativas sobrecargas en las estructuras, debidas a la presión y el arrastre que generan y tienden a impulsar objetos sueltos a gran velocidad.

Inundaciones: a lo largo de la costa puede ocurrir por la marea de tormenta, al agua empujada por el viento o por las lluvias torrenciales. La lluvia puede preceder al impacto en tierra y puede durar muchas horas después de éste, ocasionando inundaciones severas, sobre todo en zonas bajas costeras, afectaciones en viviendas e incomunicación total o parcial de las localidades.

Oleaje: se genera cuando la energía del viento se transfiere al mar. Su magnitud en aguas profundas depende de la velocidad y la duración del viento.

Los huracanes pueden generar olas mayores a 8 metros de altura. Pueden barrer la línea costera causando daños desvastadores al litoral y a las estructuras en ella ubicadas. El agua puede desgastar los cimientos de las construcciones y pilotes removiendo el suelo a su alrededor. Los escombros arrojados tierra adentro pueden ocasionar daños estructurales y heridas a las personas expuestas.



La <u>plataforma continental</u> presenta un declive suave y su profundidad normalmente no excede los 200 metros. En el Golfo de México alcanza gran extensión frente a Campeche y Yucatán; también es muy amplia en las costas centro y suroccidental de la península de Baja California y en el Golfo de California.

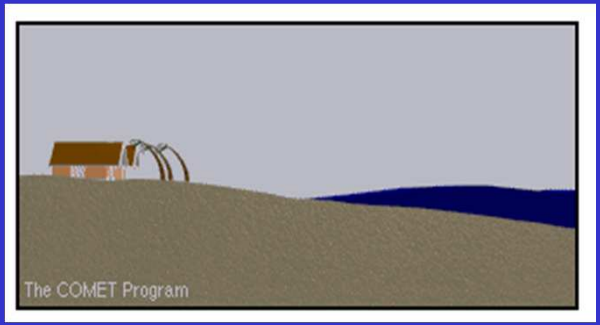
Otras zonas importantes se localizan en las Islas Marías, Nay. y en el Golfo de Tehuantepec.

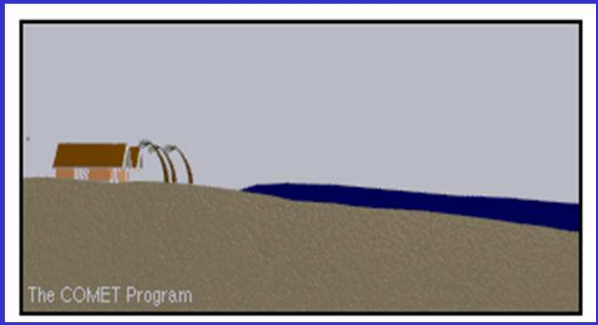
Marejada en una costa elevada.

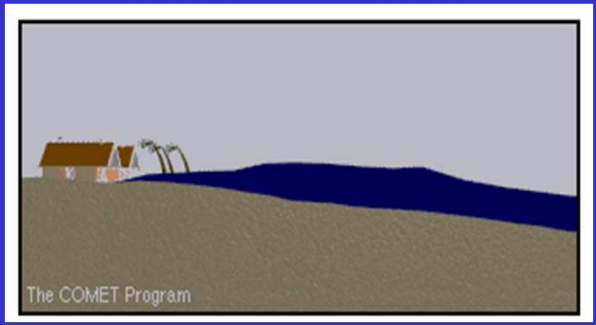
Los efectos de la marejada en las costas dependen de la forma de la placa continental.

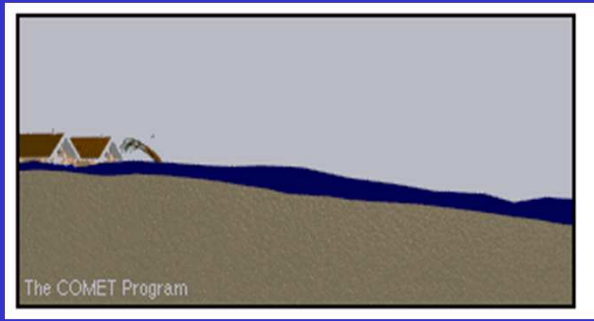
Si la placa continental y la costa es alta, la marejada encuentra la resistencia suficiente como para no afectar fuertemente la costa y tierra adentro.

Marejada en una costa plana.









En el caso de costas muy planas, bajas y extendidas los efectos suelen ser devastadores. La pendiente suave del fondo marino propicia la acumulación de agua por el viento y por tanto una marea de tormenta más alta (puede alcanzar una altura hasta de 6 mts. y más).

La <u>marea de tormenta</u> es el aumento del nivel del mar respecto a su nivel medio, producido por la disminución de la presión atmosférica que genera un huracán. Genera inundaciones en la costa que en algunos casos puede alcanzar hasta 6 metros sobre el nivel del mar y más.

Los ciclones provocan además <u>riesgos secundarios</u> como son tornados (trombas), caídas en el suministro de energía eléctrica con frecuencia, contaminación del agua potable, inundación o desborde de instalaciones de drenaje y el colapso ocasional de dique y presas.

La marea de tormenta provoca inundaciones en las costas y las olas impactan las construcciones y arrastran grandes cantidades de la arena de las playas provocando su erosión.

Playa de Cancun antes y después de Wilma

Muchas Gracias