

ANTICIPACIÓN, PREPARACIÓN Y SEGUIMIENTO DE TORMENTAS TROPICALES

¿POR QUÉ ESCRIBIR ESTA GUÍA?

Desde hace varios años le he dado seguimiento a las tormentas tropicales, enviando notas informativas a amigos y clientes cuando una tormenta tiene posibilidades de afectar costas mexicanas, notas que han causado mucha atención y me ha ayudado a identificar áreas donde hace falta mayor educación e información sobre este tema.

He tratado de sintetizar las ideas más importantes para conocer los conceptos básicos de las tormentas tropicales y cómo prepararnos ante ellas, siguiendo una aproximación sencilla y que se ajuste a las condiciones de México.

Cada temporada de huracanes abundan las notas en los medios de comunicación, pero ésta es pobre y su función generalmente es la de causar temor para atraer clientes. Por otro lado los reportes oficiales pasan por revisiones y filtros antes de hacerse públicos, lo que lleva tiempo, entregando datos incompletos y con horas de retraso. Muchos comunicados oficiales obedecen a intereses personales y políticos, en vez de buscar la mejor protección para la población. También hay que confrontar la realidad de que vivimos con algunos gobiernos profundamente corruptos, que manejan los fondos para emergencias de forma discrecional, lo que puede convertirse en un gran negocio para presidentes municipales y gobernadores, por lo que muchas veces es cuestionable si realmente pretenden reducir los daños por las tormentas, lo anterior aunado a la incompetencia de otros funcionarios, han causado desastres que se podían anticipar como el de Veracruz en 2010 con el huracán Alex.

Las guías más completas son traducciones de manuales de EEUU, elaborados por la FEMA, NOAA y Cruz Roja, y no aplican de forma correcta a México. Esta guía pretende compartir mi experiencia adquirida tanto de forma profesional como personal, a través del monitoreo de tormentas por más de 10 años, proporcionado lineamientos que te ayuden a dar seguimiento personal a

las tormentas, interpretando la información de primera mano, con lo que podrás tomar decisiones informadas en los momentos correctos.

Los huracanes son uno de los fenómenos naturales más poderosos y destructivos que existen, por lo que esperaríamos que los que hemos vivido uno de ellos nunca lo olvidemos, pero al ver algunas construcciones en la costa también recuerdo nuestra corta memoria. Edificar construcciones que no ofrecen protección a sus ocupantes y son un riesgo para los vecinos, es irresponsable y criminal, siendo culpables tanto los que construyen, como quien las autoriza; ojalá acabe esta impunidad, ya que las ciudades costeras están llenas de este tipo de obras. Como es evidente incluiré opiniones y comentarios en base a las experiencias que viví, así como las de amigos con sus casas, negocios y hoteles en 2005 durante el huracán Wilma, que por mucho es la tormenta más intensa que ha golpeado a México.

Esta guía pretende ser puntual y que la pueda utilizar cualquier persona con un poco de curiosidad y acceso a internet, independientemente si tienen una pequeña casa en una zona de bajo riesgo o un gran hotel al lado del mar. Al final proporciono ligas donde se puede encontrar mayor información.

Es importante notar que esta guía no proviene de una fuente oficial, que soy ingeniero y no meteorólogo, y que contiene puntos de vista personales, por lo que en caso de que decidan usarla deberá de ser complementaria con otras fuentes de información. La herramienta más útil es el sentido común, esto es indispensable.

Esta guía es de distribución gratuita, entregando el documento completo, reenviarlo por partes es irresponsable y lo consideraré un acto de mala fé, ya que sólo promoverá la cultura de la desinformación y puede ser contraproducente para el lector final.

INFORMACIÓN PREVIA

La temporada de huracanes parece ser cada vez más larga e intensa, lo que se explica porque estamos dentro de un periodo de alta actividad de la Circulación Termohalina del Atlántico (THC), también conocida como el “Cinturón de corriente”, que es uno de los mecanismos más importantes para regular la temperatura en el planeta. Esta corriente viaja desde el Atlántico Sur hasta el Norte de Europa e interactúa con las corrientes del Caribe y Golfo de México, que nos afectan directamente.

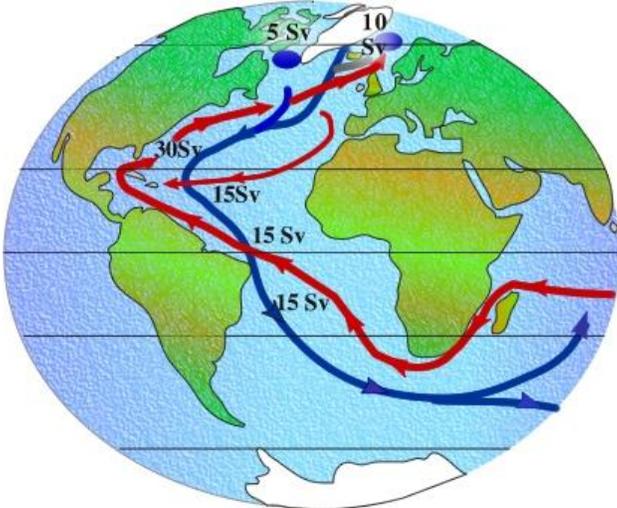


Figura 1 – Circulación Termohalina. (Fuente: A. Uriarte)

Nos encontramos a la mitad de un periodo de alta temperatura del THC, que corresponde con la alta actividad ciclónica, la cual inició en 1995 y se espera que dure cerca de tres décadas conforme a los registros de tormentas que se llevan desde 1850, por lo que podemos esperar varios años de mucha actividad. Cuando se comparan el número de tormentas en un año con el promedio, es importante diferenciar entre los ciclos de alta y baja actividad, y de esta forma nos encontramos que hemos estado cerca del promedio en los últimos años.

Algunos investigadores han encontrado que las tormentas se han vuelto más intensas, pero conservan su frecuencia y siguen una tendencia a intensificarse más rápido una vez que se organizan. Si a lo anterior le aparamos los efectos del cambio climático, es importante que nos preparemos para temporadas más agresivas, aunque esto es solo especulativo, al igual que otros efectos del cambio climático. Nadie tiene duda de que el clima ha cambiado drásticamente en la últimas dos décadas, lo difícil es anticipar sus efectos, pero todos

están de acuerdo que la zona más afectada será la costera, donde cada día vivimos más personas, por lo que hay que planear y tomar decisiones de forma inmediata para detener el deterioro, así como decisiones con una visión de largo plazo, atendiendo a cuestiones tan elementales como si donde te encuentras será un sitio seguro en 10 o 20 años.

Afortunadamente vivimos a un costado de EEUU y las tormentas tienen que pasarnos por enfrente antes de llegarles al vecino, gracias a ello podemos usar la red de boyas, estaciones meteorológicas y satélites de la NOAA, pero no podemos depender de ellos, hay que colocar infraestructura propia, que es algo que sí salva vidas, por lo que debería ser una prioridad tanto privada como pública.

Las tormentas tienen nombres de personas, la razón original era parecen un fenómeno que se conduce de forma errática e impredecible; su comportamiento sigue siendo en algunas ocasiones sorprendente, a pesar de presentar condiciones muy estables, éstas pueden cambiar rápidamente (2 a 3 hrs) y sorprendernos. Por lo anterior se destinan muchos recursos a su estudio y cada año se cuentan con algoritmos de predicción más precisos. A pesar de lo anterior es importante no descuidarse y siempre mantener un monitoreo de las tormentas de la región, aunque aparentemente ya haya pasado el peligro.

FORMACIÓN DE HURACANES

De forma oficial la temporada de huracanes inicia a mediados de mayo para el Pacífico y en junio para el Atlántico, llegando hasta noviembre. El final de la temporada (septiembre y octubre) es lo más intenso para el Caribe y Golfo de México, en el Pacífico es más difícil de determinar. Lo anterior no quiere decir que no se formen tormentas fuera de estas fechas, ya que ha habido casos en diciembre y enero. El promedio de los últimos 40 años es de 11 tormentas en el Atlántico y 15 en el Pacífico.

Las tormentas generalmente nacen en el Océano Atlántico y Mar Caribe cerca del Ecuador, donde inician en las costas de África como Ondas Tropicales, que son grupos de nubosidad, lluvia y tormentas eléctricas. Para que inicien su organización se combinan diferentes factores:

1. Agua superficial con una temperatura de 26.5°C o mayor, dentro de los primeros 50m de profundidad.
2. Poca diferencia de velocidad y dirección entre vientos en la atmósfera alta y baja (wind shear), de lo contrario el cono no puede formarse porque el viento lo rompe.
3. Cercanía al Ecuador, ya que ahí la fuerza de Coriolis, derivada de la rotación de la tierra, es menor.
4. Alto contenido de humedad en el ambiente.
5. Bajas temperaturas en zonas altas, lo que ayudará con el efecto de convección.

Las tormentas nacen de una onda tropical que se asocia con un centro de baja presión, combinando humedad y aire caliente que tiende a ascender. Cuando el viento empieza a girar alrededor del centro de baja presión se crea una *perturbación tropical*, lo que provoca que la humedad se concentre y condense al subir, este movimiento crea fricción sobre el mar, absorbiendo más humedad. El mecanismo anterior genera calor y ayuda a que se organice la nubosidad en bandas que ascienden, lo que disminuye su temperatura y las obliga a bajar, reiniciando su ciclo. Si las condiciones favorables se mantienen, la tormenta continuará intensificándose a medida que se organiza la rotación alrededor de un centro cada vez más compacto, los vientos continuarán acelerando, completando de forma gradual la estructura de la tormenta.

Con condiciones favorables, generalmente la tormenta se intensificará e iniciará un movimiento de traslación hacia el Oeste o Noroeste, hasta que se modifiquen las condiciones, lo que causará que altere su curso y pierda fuerza, como sucede al acercarse a tierra o zonas de aguas frías.

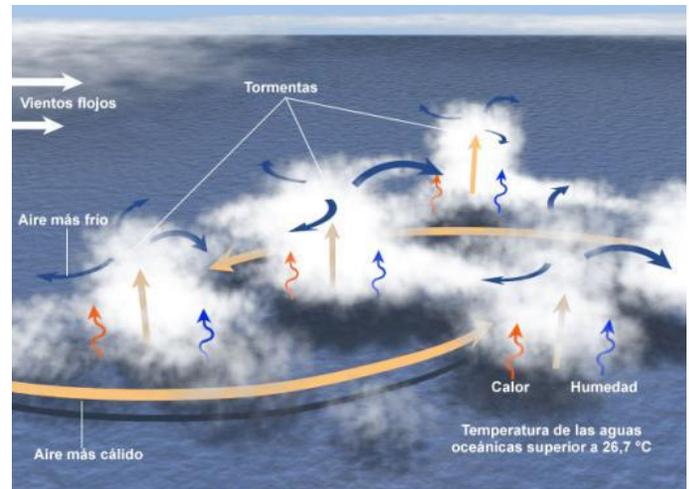


Figura 2 – Elementos para la formación de una tormenta
(Fuente: COMET, MetEd).

Una vez que la tormenta se ha organizado (inicio de circulación sobre un centro), hay algunos indicadores que nos muestran su estado, el equivalente a sus “signos vitales”:

1. **Presión mínima central:** cuanto más baja es la presión, más intensa es la tormenta, tiene un centro mejor definido y causa una mayor sobre elevación de mar.
2. **Velocidad de rotación:** Velocidad máxima de sus vientos cerca del centro. Se dividen en vientos sostenidos (1 min de duración) y en ráfagas (instantáneos). Conforme se alejan del centro bajan sus velocidades.
3. **Velocidad de traslación:** Velocidad con la que el centro de la tormenta se mueve sobre una ruta aparente, en base a esta velocidad y dirección podemos aproximar el tiempo que le tomará llegar a un sitio.
4. **Precipitación:** Cantidad de lluvia que cae en la zona más intensa de la tormenta.
5. **Diámetro del ojo:** Las tormentas de gran intensidad desarrollan un centro de rotación definido por un anillo de nubosidad, donde el centro se mantiene despejado, el tamaño y comportamiento de este anillo nos indica la organización del huracán.
6. **Bandas de alimentación:** Espirales de nubosidad que giran en torno al centro del huracán, son más evidentes en tormentas fuertes y contienen gran cantidad de lluvia.
7. La zona más intensa de los huracanes corresponde con su parte Noreste (superior derecha o Cuadrante I), que es donde se concentra la mayor cantidad de lluvia y el radio de vientos es más grande.



Figura 3 – Corte de un Huracán, con sobre elevación de marea (Fuente: COMET, MetEd).

Las tormentas tropicales se catalogan en base a la velocidad máxima de su viento, en base a la escala Saffir Simpson, que se emplea desde los años 70:

CAT	Viento		Presión	Marea
	Nudos	KPH	MB	m
DT	0-33	0-62		0
TT	34-63	63-118		0-1
1	64-82	119-153	>980	1-1.5
2	83-95	154-177	979-965	1.5-2.5
3	96-113	178-209	964-945	2.5-3.7
4	114-135	210-249	944-920	3.7-5
5	136 +	250 +	< 920	5 +

La tabla anterior fue desarrollada con la intención de aproximar los daños provocados por el viento y se ha venido usando por su facilidad, pero **NO** representa de forma correcta los posibles daños de una tormenta, ya que esta depende también de la distribución de los vientos, presión y precipitaciones, por ejemplo, Katrina tocó tierra como CAT 3 pero sus daños fueron tan extensos porque viajaba a muy poca velocidad, su nubosidad, precipitación y vientos de tormenta tenían un diámetro de 600 kilómetros, lo que le permitió causar una gran sobre elevación de marea y lluvia, que eventualmente desbordó los ríos y causó graves inundaciones. En comparación, hay muchos ejemplos de huracanes CAT 3 que han pasado sobre ciudades, causado pocos daños y de forma localizada, esto porque eran compactos y se movían rápidamente.

El concepto de **energía cinética**, que es la que el huracán ha generado en base a la distribución de sus vientos y presión, se discute entre diferentes académicos que están tratando de unificar un criterio para crear una nueva clasificación de huracanes, que refleje mejor su capacidad destructiva. Espero que muy pronto veamos cada vez más este concepto, mientras tanto seguiremos usando la escala Saffir Simpson.

Es importante distinguir entre los 3 grupos de tormentas y sus posibles efectos:

- Depresión Tropical y Tormenta Tropical: Con vientos menores a 120 KPH, una vez que se detecta circulación organizada por medio de imagen satelital o vuelo de reconocimiento se asigna a la tormenta un número consecutivo y cuando sus vientos sostenidos superan los 63 KPH se le da nombre en base a una lista predeterminada. Los daños de estas tormentas son solo significativos en estructuras débiles o muy expuestas, por lo general su principal riesgo es relacionado con la cantidad de lluvia.
- Huracán CAT 1 y 2: De 120 a 210 KPH, ya tienen capacidad destructiva por su oleaje local, marejada, marea, vientos y posibles lluvias, hay que tomar todas las precauciones ante estas tormentas y suponer que se pueden convertir en la siguiente categoría:
- Huracán CAT 3 o superior ("Major Hurricane"): Pasando los 210 KPH es una tormenta que antes se consideraba excepcional, pero ahora cada vez vemos más. Sus vientos son tan fuertes que causarían daños en estructuras que no estén preparadas, por lo que se deberán de evacuar los sitios que no reúnan condiciones de seguridad, de lo contrario los ocupantes estarán arriesgando su vida. Generalmente sus principales daños son por marea, oleaje y viento. La lluvia puede ser un problema una vez que pase lo más intenso de la tormenta, ya que sus bandas de precipitación tienden a ser muy compactas.



Figura 4 – Trayectoria de huracanes registrados desde 1850
(Fuente: HurDat, NOAA).

Los Huracanes en la costa del Pacífico Mexicano y la Sonda de Campeche, siempre han sido menospreciados porque su frecuencia de impacto es menor y los habitantes de estas zonas creen que no están en riesgo, lo cual es un error, como bien saben en Mérida y Puerto Vallarta, donde hace pocos años sufrieron daños innecesarios por no estar preparados.

Como se aprecia en la figura anterior, las trayectorias de los huracanes tienden a ir al Norte del Golfo de México y a aguas abiertas en el Océano Pacífico, sin embargo hay casos en los que las tormentas se intensifican y cambian su rumbo hacia tierra. Sus daños se han derivado principalmente por la marejada y lluvia, donde se encontraban zonas ya saturadas por la temporada de lluvia que no pueden absorber las grandes precipitaciones de estas tormentas.

PREPARACION PARA LOS EFECTOS DE LAS TORMENTAS TROPICALES

Los huracanes causan daños de diferentes formas, las cuales pueden suceder de forma independiente o combinada, por lo que necesitamos prepararnos para todos los posibles escenarios, analizando la vulnerabilidad del sitio en condiciones extremas. A continuación hablo de los 4 factores que presentan una amenaza y de sus daños más comunes.

Viento: El empuje del viento será de forma continua y por rachas, cada uno presenta riesgos diferentes. El empuje estático actuará creando fuerzas dinámicas sobre estructuras, que las pueden hacer fallar, por ejemplo la caída de bardas no cimentadas. Las rachas tienden a desprender objetos no fijados y hacerlos volar de

forma repentina e impredecible, lo que principalmente es un peligro al impactar a otros edificios o personas. En base a lo anterior hay que tomar las siguientes precauciones.

- Guardar o asegurar objetos sueltos, como macetas, sillas, sombrillas, etc.
- Desmontar antenas parabólicas y otros objetos semifijos que presenten resistencia al viento y sean peligrosos al desprenderse.
- Fijar tubos y cables sueltos.
- Observar los objetos de los vecinos, ya que estos pueden volar sobre nosotros.
- Podar árboles grandes, sobre todo si están cerca de cables y ventanas.
- Los compresores de los aires acondicionados deben de estar empotrados firmemente a la losa, así como tanques, de lo contrario es necesario fijarlos a un elemento estructural del edificio.
- Una forma rápida de decidir si un objeto presenta un riesgo, es que si tú lo puedes jalar, romper, arrancar o dañar, también lo hará un huracán.
- Si el objeto no se puede desmontar, entonces hay que asegurarlo con cuerdas tensas a por lo menos 3 puntos.
- Colocar protección en ventanas y puertas, si es de triplay que éste sea mayor a 12 mm y es importante que los puntos de anclaje ya estén listos, tengamos toda la tornillería, piezas cortadas y numeradas, y equipo listo **desde el inicio de la temporada**, no tratar de conseguirlo la mañana previa.
- La protección en ventanas y puertas frágiles es importante, debe ser externa y sólida, como las persianas anticiclónicas, mallas especiales o paneles. La cinta pegada sobre la ventana **no impide que se rompa el cristal**, solo ayudará a que se desprendan menos astillas.
- Finalmente es necesario desmontar techumbres que puedan volar, como lonas, láminas o tejas sueltas.
- Cerrar el garaje o grandes puertas y asegurarlas, si no se pueden reforzar hay que asumir que se van a volar las puertas.
- Si se tiene una ventana o puerta frágil que no se pueda asegurar, es mejor dejarla abierta y atrancada en posición, ya que no tenemos el riesgo que cause un daño mayor al desprenderse y salir volando.
- Asegurar domos y tragaluces: Estos pueden ser tapiados en caso de ser planos, pero los domos habrá que colocarles cintas o cuerdas por la parte exterior para que no puedan ser succionados por el viento.

Los **tornados** son raros en México, pero pueden asociarse a las bandas exteriores de los huracanes en las planicies del Norte del país o en mar abierto, donde se les conoce como “chuponas”.

Lluvia: Algunas tormentas pueden descargar en medio día el equivalente en lluvia que recibimos en todo un año, por lo que hay que estar preparado para ello, primero hay que observar lo que ha pasado con otras precipitaciones extraordinarias: ¿hasta dónde subió el agua?, ¿por dónde entró y salió?, ¿qué pasó con el drenaje?, ¿por dónde corría el agua?, etc., una vez que analicemos lo anterior hay que imaginar un escenario con más lluvia que la de ese día y planear de acuerdo a ello.

Los drenajes naturales y artificiales deberán de estar limpios y listos para carga máxima, una vez que esos drenajes se colmen, el agua tendrá que rebosar sobre ellos, por lo que hay que prevenir que los pasillos, terrazas, jardineras, andadores, etc., se conviertan en desagües o canales, por lo que también hay que retirar obstáculos en ellos y anticipar que no los podremos usar para transitar, si aparte estamos cerca del mar, también considera ¿de dónde puede venir el agua y hacia dónde va a drenar si sube el nivel del mar?.

Las **tormentas eléctricas** presentan otro riesgo, solo se presentan de forma ocasional pero pueden ser muy intensas, como precaución deberemos usar zapatos con suela de goma dentro de los edificios.

La combinación de viento y lluvia empujará el agua por los huecos en los muros, como los ductos de instalaciones y contactos, esto es difícil de prevenir, por lo que hay que contemplarlo para que el agua no se estanque dentro de ellos.

Si nos encontramos en una zona plana o baja, hay que usar el sentido común, aparte de lo que podamos deducir del sitio, habrá que buscar indicios de eventos anteriores, platicar con otras personas que lleven mucho tiempo viviendo en las zona e inclusive hacer un análisis formal ante este riesgo. Las zonas de inundación deben de considerarse no solo en el sitio donde se pretende estar durante la tormenta, también en la ruta de evacuación en caso de ser necesario.

Habrá que disponer de sitios altos para colocar objetos eléctricos y delicados, lo cual puede ser arriba de libreros o closets, disminuyendo el daño posible en caso de que se inunde el sitio.

Los deslaves se producen ante lluvias súbitas que aflojan la ladera (talud) de los cerros provocando que fallen y se deslicen, por lo que hay que considerar esta posibilidad a pesar de no vivir directamente ahí, este riesgo se aumenta cuando los taludes presentan deforestación o construcciones superficiales.

Las avenidas extraordinarias pueden ser muy súbitas y ocupan arroyos que solo descargan en caso de tormenta, estos pueden no ser evidentes y quizá se encuentran contruidos desde hace muchos años, lo cual es aún más peligroso, como por ejemplo en Baja California donde algunos de esos arroyos tienen más de 20 años que no descargan y actualmente hay construcciones en su lecho.

Sobre elevación por tormenta: Este es el peligro que ha matado el mayor número de personas y es el más difícil de anticipar. Esta sobre elevación dependerá no solo de la presión mínima en el centro del huracán, sino también de la dirección y velocidad de traslación, morfología de la costa y precipitación. Una vez que se presente, puede ser de forma muy rápida y localizada, cambiando sobre la costa en solo unos kilómetros, por lo que hay que prevenir para el peor de los escenarios. La marea puede subir rápidamente, desde unos cuantos centímetros, hasta más de 5 metros en el caso de grandes huracanes, inundando grandes extensiones de tierra, con el riesgo adicional del oleaje que lo acompañará.

La regla es sencilla: si te encuentras en una zona de riesgo por sobre elevación de marea y no tienes un piso alto y seguro donde protegerte, habrá que evacuar antes de 6 hrs de la tormenta.

La sobre elevación es calculada para la costa de EEUU en base a modelos de simulación, pero no para México, por lo que hay que identificar los factores que influyen en ella para poder aproximar los riesgos al acercarse una tormenta.

Oleaje y Marejada. El oleaje es el que se produce de forma local por el viento, la marejada (u oleaje distante), se genera en mar abierto y viaja hasta la costa. Cuando se presente la tormenta tendremos los dos tipos de olas y cada una puede causar daños específicos.

El oleaje local tiende a romper en la orilla, causar daños en estructuras pequeñas y erosión en la costa. La marejada penetra más y puede lavar edificios más

grandes y lejanos, causando también inundaciones y daños estructurales más serios.

Para preparar las construcciones ante los embates de agua, se requieren estudios detallados y soluciones ingenieriles, las cuales se debieron considerar desde el periodo de proyecto, desgraciadamente muchos edificios los proyectan como si se construyeran en la ciudad, sufriendo las consecuencias en la primera tormenta, por lo que si crees que estás en riesgo hay que buscar ayuda.

La marejada de huracán produce contracorrientes y resaca extraordinaria, tratar de ir a la playa, nadar, surfear o solo exponerse en estas condiciones conlleva un peligro que no se puede anticipar, las playas y sus zonas bajas aledañas deben ser cerradas desde que empieza a notarse el efecto de la tormenta.

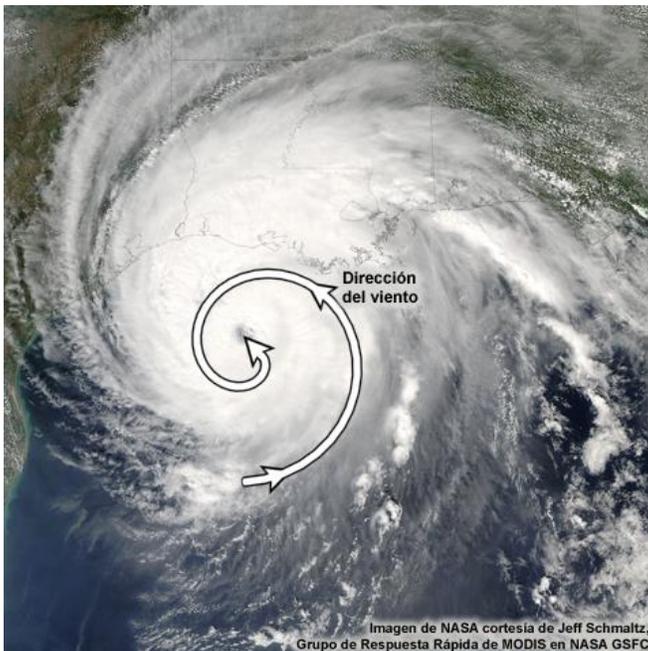


Figura 5 –Huracán Rita, con bandas de alimentación y diagrama de dirección de viento. (Fuente: NASA).

ELABORA TU PLAN DE ACCION

La planeación debe completarse desde el mes de mayo, haciendo los preparativos en la construcción, analizando riesgos y almacenando la comida y agua que será necesaria, la cual hay que mantener hasta finales de noviembre. Esto último no quiere decir que necesitamos docenas de botellas de agua y latas de atún en la alacena, podemos planear teniendo alimentos extras y

rotándolos durante la temporada, lo que **sí** es necesario es contar con las protecciones para puertas, ventanas y los materiales para asegurar objetos que pueden volar.

Habrá que planear las rutas de acceso y salida de nuestra casa y albergue, lo cual implica planear sin necesariamente respetar los sentidos de circulación de las calles, pero sí previendo posibles zonas de inundación.

Es necesario identificar posibles refugios y analizar sus riesgos de forma independiente, éstos no necesariamente son los indicados por el municipio, pueden ser también casas de amigos, con los cuales se deberá hacer un plan en conjunto. Recuerda que durante un huracán no tiene ningún caso tratar de quedarte en tu casa para proteger tus cosas si estás poniendo tu vida en riesgo, es mejor asegurarla y prepararla lo mejor posible, retirándote a un lugar seguro a pasar la tormenta.

Vuelvo a mencionar la poca memoria en humanos, por lo que aparte de esta guía hay que tomar notas personales y recomendaciones de otros sitios, anotándolos para que formen parte de nuestro plan.

Tomando en cuenta **todo** lo contenido en esta guía, recomiendo hacer una evaluación del riesgo en base al tipo de construcción y zona en la que se encuentra, para entonces decidir:

- De qué forma proteger la construcción.
- Si voy a evacuar, ¿cuándo y dónde hacerlo?
- Las acciones necesarias para prepararme.

Una vez resueltas las dudas anteriores hay que planear lo que haremos durante la tormenta, considerando el peor escenario: *Huracán CAT 5, que pase tres días sobre el sitio, donde te lastimarás con heridas menores, quedando con la calle cerrada, sin auto, parcialmente inundado, algunos daños en la casa, sin gas, sin agua, sin electricidad e incomunicados por una semana. ¿Te parece exagerado?, puedes estar seguro que si sigues viviendo en la costa, en algún momento sufrirás por lo menos la combinación de dos de estos eventos.*

¿Qué debes de tener listo ANTES de la tormenta?:

1. Plan asignando responsabilidades de quien se encargará de cada parte del procedimiento de preparación.
2. Tener comida y agua suficiente para 7 días. Esta puede ser una combinación de perecederos y no perecederos, solo hay que planear cómo consumirlos y conservarlos. Hay vida después del atún y las galletas, usa tu imaginación. Las semillas y fruta seca son convenientes por que dan mucha energía y son fáciles de mantener.
3. Abrelatas, iodo y cloro, el agua se puede potabilizar con 4 gotas de blanqueador por litro. El cloro es útil para colocar en el WC y no tener que “jalarle”.
4. Asegurar puertas, ventanas, tragaluces y objetos que pueden volar, dejando una sola entrada a la casa en la zona más segura, que será la última en asegurarse desde el interior, no sirve de mucho si solo se puede desde afuera. Es útil tener cintas con matraca para asegurar carga, sobre todo las pequeñas con cintas largas, ya que podemos enganchar y apretar objetos difíciles como los compresores en la azotea. Estas las venden en el área de herramientas de supermercados o Clubs de precios.
5. Hielera, recomiendo los paquetes enfriadores azules que van en el congelador. Aquí puedes poner los objetos que sacas del refrigerador.
6. Colocar el refrigerador en lo más frío y mantenerlo cerrado todo el tiempo que sea posible, lo cual va a conservar los alimentos en su interior hasta 48 hrs. Cuando lo abras que sea rápido y no se le regrese nada al interior.
7. Lámpara y radio de baterías o con dínamo recargable. Baterías extra, revisa su carga y fechas de caducidad. Evita el uso de velas, ya que se pueden presentar fugas de gas.
8. Un teléfono convencional que no requiera de electricidad externa.
9. Botiquín de primeros auxilios, principalmente para cortadas, diarrea y deshidratación.
10. Herramientas para reparaciones menores. Una docena de bolsas grandes (200 litros.), cinta para ductos (duct-tape), esta última sirve para asegurar cosas o reparaciones en seco y mojado.
11. Consideraciones especiales si hay niños, adultos mayores o mascotas.
12. Si alguien necesita medicamentos, hay que considerar 10 días de suministro.
13. Contar con efectivo y documentos importantes en una bolsa impermeable como ZipLocks.
14. Protección para la lluvia y sol. Cambio de ropa. Prendas térmicas.
15. Extinguidor, en caso de presentarse una emergencia durante la tormenta, como es un incendio, no se va a recibir ayuda externa, por lo que hay que prepararse para ser autosuficiente.
16. Si tienes asador, entonces necesitas carbón o que el tanque de gas esté lleno.
17. Llenar el tanque de gasolina del auto.
18. Mapa de los alrededores, papel y pluma.
19. Mapa del mar Caribe o Pacífico con coordenadas, lo puedes descargar del NHC y servirá para ubicar la tormenta con las coordenadas que comuniquen en el radio.
20. Datos importantes por escrito, a tu celular se le va a acabar la batería. Números de emergencia locales, estos los puedes descargar desde la página de protección civil de tu municipio.
21. Pensar a quién contactar y cómo. En caso de no tener comunicación decidir un punto de reunión.
22. Si se tienen generadores eléctricos hay que asegurarse de probarlos y que tengan combustible para funcionar 36 hrs a carga nominal.
23. Acumular agua en cubetas, tina, lavadora. En caso de contar con alberca usar esa agua y ofrecerla a los vecinos.
24. Cerrar agua y gas, tanto en la llave de paso, como válvulas de los tanques.
25. Electricidad: la CFE corta el suministro de electricidad desde sus subestaciones una vez que considera que los vientos pueden causar cortos en sus líneas de distribución, de cualquier forma es conveniente apagar los interruptores (breakers o cuchillas) de la casa para prevenir cortos o daños ante cambios de voltaje.
26. Cerrar y asegurar todo. Abrir las ventanas para reducir la presión es otro mito que no ayuda de nada, excepto que sea una zona semi abierta en cuyo caso sí es conveniente para dejar pasar el viento, como sería un patio que queda abierto en un extremo.
27. Finalmente hay que reflexionar que en caso de estar en una zona de difícil acceso o que puede presentar inestabilidad social después de la tormenta, como violencia y vandalismo, habrá que anticipar un periodo de aislamiento más largo.

De nuevo lo más importante para sobrevivir un huracán es tener sentido común, no hagas nada que te pueda poner en riesgo, principalmente durante la tormenta, pon atención a tu alrededor, nos hemos acostumbrado a no escuchar a nuestros sentidos e intuición, los humanos bien podemos sentir los cambios de presión y cuando se acercan las tormentas, pero hemos optado por no hacerlo, observa los animales e insectos, el cambio en su comportamiento es un claro indicador del riesgo.

La violencia y vandalismo que se detonaron después de fenómenos altamente destructivos como Wilma y Katrina, deben de hacernos reflexionar no solo sobre la desintegración social y carencia de valores, sino también en la protección que será necesaria en nuestras casas y negocios. Incluye estos elementos en tu planeación.

No escuches chismes ni los disemines, esto no beneficia a nadie.

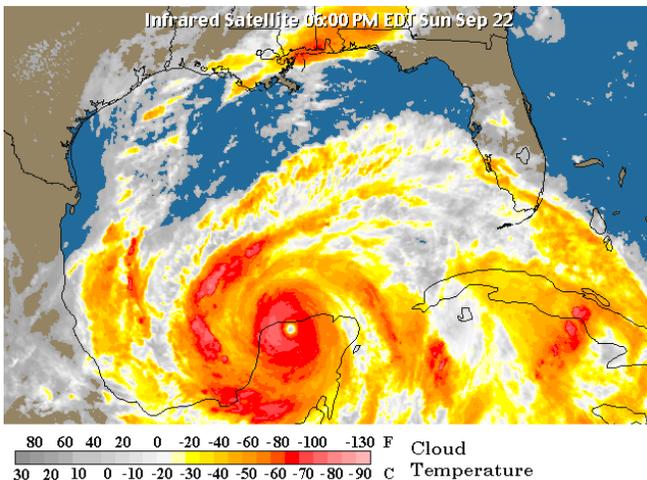


Figura 6 –Imagen infrarroja del Huracán Isidore entrando a tierra cerca de Mérida (Fuente: Wunderground, NOAA).

SEGUIMIENTO DE LAS TORMENTAS

La institución que cuenta con el mayor conocimiento y tecnología para dar seguimiento a las tormentas es el NHC (National Hurricane Centre) de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) en EEUU, ellos trabajan en colaboración con otras organizaciones, academia y la NASA, publicando en internet la mayor parte de sus productos. La NOAA genera casi la totalidad de las predicciones que posteriormente son usadas por otros sitios y gobiernos, por lo que lo más sano es acudir directamente a la fuente. La mayor parte de los

productos están en inglés, aunque los más relevantes también en español: <http://www.nhc.noaa.gov/>

Con la información recopilada por los diferentes satélites y sus sensores, se alimentan *modelos de simulación matemática* (“modelos”), que consideran datos de otras estaciones en tierra y mar, observaciones de los Hurricane Hunters (Aviones que penetran en la tormenta), datos estadísticos y un complejo algoritmo que en base a lo anterior simula el comportamiento esperado de la tormenta. Existen 4 principales modelos, que se corren cada vez que se encuentra una tormenta, cada uno de ellos pondera de forma diferente los múltiples factores, por lo que en base al resultado de los mismos y a la experiencia de los meteorólogos de la NOAA, se emite un *pronóstico oficial*, el que contiene un cono de error, representando la incertidumbre de la predicción, entre mayor certeza más estrecho es el cono.

Aún que los modelos solo se corren cada 6 o 12 horas, los pronósticos del NHC se publican cada 3 hrs en tormentas que amenazan tocar tierra.



Figura 7 –Pronóstico de trayectoria de Huracán, con cono de error, posiciones estimadas y zonas de alerta (Fuente: NHC, NOAA).

Vale la pena leer un poco acerca de los modelos de simulación y de cómo interpretar los reportes de vuelo de los Hurricane Hunters, ya que lo anterior en combinación con las imágenes de satélite, nos permitirán evaluar mejor el comportamiento de los huracanes. Por ejemplo, a veces me han preguntado cómo es que puedo emitir mejores predicciones que los oficiales, y esto es porque mando notas cortas basadas en mis observaciones sin protocolos complejos que obedecer, desde luego mi margen de error también es mayor, pero siempre decido tomar las previsiones más conservadoras y mencionar cuando los modelos presentan soluciones conflictivas. Puedes leer una explicación de los modelos en:

<http://www.wunderground.com/hurricane/models.asp>

Las imágenes de satélite se presentan en muchos formatos, algunos de los cuales son muy complejos, las que recomiendo son:

1. Vapor visible: como su nombre lo indica solo es la nubosidad y sólo opera de día.
2. Infrarrojo (Rainbow y AVN): Nos indica la temperatura de las nubes, la cual se relaciona con su altura, muestra muy bien la estructura y podemos identificar cuando la rotación se inicia, la cual es al contrario de las manecillas del reloj.

En estas imágenes hay que cambiar entre estático y lapso (loop), para encontrar sus patrones de movimiento y estructura de la tormenta, también usa el zoom y hasta pon una regla sobre la pantalla para interpretarlas mejor.

Otra buena fuente local de alta precisión, son los radares de la Conagua (cuando transmiten), nos permiten ver las franjas de lluvia: <http://smn.cna.gob.mx>

Siempre hay un satélite GOES que sigue las tormentas ya nombradas:

<http://www.nhc.noaa.gov/satellite.shtml>

Con toda la información anterior podemos empezar a entender el comportamiento de la tormenta, anticipando su zona de vientos más intensos, direcciones y las áreas que pueden ser más afectadas. Es importante revisar la información histórica, ya que sus patrones de movimiento tienden a replicar a otras tormentas que pasaron por ese sitio en la misma temporada.

Finalmente es importante mencionar que la autoridad que tiene la decisión final de evacuación, es el comité de protección civil que se debe formar en cada municipio con riesgo de huracanes. Algo que debo mencionar que hacen muy bien, es la evacuación obligatoria, con la ayuda del ejército, lo cual coloca a México en uno de los países con menor mortandad ante las tormentas, lo que cuenta también con reconocimiento internacional.



Figura 8 – Sobre elevación de marea y oleaje de Huracán Ike (Fuente: NOAA).

PERIODO DE DECISIÓN Y ACCIONES DURANTE LA TORMENTA

Una vez que hemos identificado la formación de una tormenta, hay que empezar a darle seguimiento y saber en qué momento tomaremos la decisión de iniciar con los preparativos de acuerdo a nuestro plan, ejecutar este plan puede tomar solo un par de horas en el caso de un departamento o de un día completo para un hotel o industria.

La fuente principal de información deberá ser los reportes del NHC y tus propias observaciones. En caso de no contar con internet trata de recibir la misma información por teléfono o radio, a través de otra persona que también esté preparada para interpretar los reportes. El comité de emergencias del municipio emitirá sus comunicados de acuerdo al plan que publican al inicio de la temporada, el cual deberás de conocer y acatar.

A continuación divido en fases el proceso que sugiero:

Fase de seguimiento previo: Cuando una onda tropical se organiza y convierte en tormenta, dentro de una zona que puede presentar un riesgo para nosotros, en este momento solo hay que verificar su comportamiento cada 6 hrs.

Fase de expectativa: La tormenta ya tiene nombre y tiene una ruta en la que te puede afectar de 72 a 48 horas, con la posibilidad de que cuando llegue cuente con la suficientemente intensidad para causar daños. En este momento debemos de dar seguimiento cada 3 horas y verificar nuestros preparativos, asegurándonos que contamos con todo. Si algo hace falta aún podemos tratar de solucionarlo en este momento.

Fase de riesgo: La tormenta se encuentra a menos de 48 hrs, es momento de empezar con la primera parte del plan, lo que lleve más tiempo, como sacar embarcaciones del agua, retirar mobiliario pesado, preparar edificios grandes, llenar los tanques de combustible. Continuamos con seguimiento cada 3 hrs.

Fase de impacto inminente: Cuando esperamos sentir los vientos de tormenta en menos de 24 hrs. Es necesario completar el plan de inmediato y dirigirnos al refugio, donde habrá que estar listos para recibir la tormenta 12 horas antes del momento de impacto esperado. Continuar monitoreo cada hora.

Durante la tormenta: Esto es desde 6 hrs antes del impacto esperado hasta que estamos seguros que ha pasado. Aquí no hay mucho que hacer más que **ESPERAR**, si hay algún daño menor o entrada de agua y se puede resolver fácilmente desde el interior, entonces hay que hacerlo, de lo contrario **no** salgas a revisar, ni a tomar una foto o simplemente porque ya te aburriste adentro, al salir corremos el riesgo de ser golpeados por un objeto y solo complicar la situación, ya que no recibiremos ayuda externa. Si se rompe una ventana o el viento y lluvia penetran la casa, no trates de repararlo, cámbiate a otro cuarto con ventanas pequeñas o en el centro de la casa, como puede ser el baño, recuerda que la prioridad es protegerte a ti mismo y tu familia. De ser posible continúa con el seguimiento de la tormenta de forma personal, de lo contrario usa un tercero, por teléfono o radio. Si estás incomunicado escucha los reportes de radio en AM y FM de una estación seria.



Figura 9 –Efectos de oleaje de Huracán Wilma sobre hotel en Playa del Carmen. (Foto: E. Gray)

DESPUÉS DE LA TORMENTA.

- Asegurarnos que la tormenta ya pasó, hay que recordar que el ojo puede presentar calma aparente, pero solo estaríamos a la mitad de la tormenta y el viento puede reiniciar de forma violenta en la dirección contraria.
- Retira los obstáculos de las avenidas primarias y después de las secundarias.
- Revisar fugas de agua y gas, restablecer servicios si se tiene la seguridad de que no hay riesgos.
- Auxiliar a vecinos y autoridades en el sitio en caso de necesitarlo, pero no trates de ir a ofrecer ayuda fuera a menos que haya una convocatoria específica.
- Evaluar condiciones de cisternas y/o tinacos, aplicar potabilizador y calcular cuánta agua se puede usar en 7 días para entonces racionarla de esta forma. Reutiliza el agua con la que te bañas para el WC. Con menos de 10 litros te puedes bañar.
- Si las puertas o marcos de madera se hincharon por el agua que absorbieron, es mejor no abrirlos hasta que regresen a su estado normal una vez que evaporen esta agua, de lo contrario se expandirán y será imposible volver a cerrarlos.
- Si hay daños tomar fotos de diferentes ángulos y posteriormente limpiar o reparar lo necesario, estas fotos pueden ser necesarias para el seguro u autoridades.

- No salir a la calle a menos que sea absolutamente necesario. Tratar de transitar inmediatamente después de un huracán es complejo y peligroso, hay inundaciones y muchos objetos en el piso, además de entorpecer a las autoridades quienes tienen prioridad de tránsito, en caso de que sea necesario salir hay que hacerlo en una camioneta que idealmente sea alta y con doble tracción.
- Esperar a que se normalice el servicio eléctrico antes de reconectar cuchillas e interruptores, ya que CFE realizará pruebas en sus líneas al restablecer

el servicio, causando variaciones importantes de voltaje que dañarán equipos.

- Quitar protecciones del edificio y continuar con limpieza y reparaciones.
- Acumular en bolsas los perecederos y guárdalos en casa, el servicio de colecta de basura tardará en restablecerse.
- Finalmente sentirte orgulloso que presenciaste el fenómeno meteorológico más violento que existe y que viviste para recordarlo, gracias a que te preparaste de forma correcta.

Unidades de Referencia:

- *Milibar*: MB. 1MB=14.7 PSI=1.03 Kg/cm². Indica la presión atmosférica. El rango normal es de 1010 a 1015 MB.
- *Nudos*: Kn. 1 Kn=1 milla náutica/hr = 1.12 MPH=1.8 KPH. Indica la velocidad. Los vientos normales en el Caribe son de 10 a 15 Kn y en el Pacífico de 5 a 10 Kn.
- *Milímetros de lluvia*: mm, 1mm=0.04 pulg. Cantidad de agua por unidad de área que se acumula al llover, las precipitaciones normales en las costas mexicanas van de 1000 a 2500 mm en un año.

Fuentes de Información:

1. Wunderground, el mejor sitio para empezar: <http://www.wunderground.com/tropical/>
2. National Hurricane Center: <http://www.nhc.noaa.gov/>
3. Satélites de la NOAA: <http://www.nhc.noaa.gov/satellite.shtml>
4. Radares de la CNA: <http://smn.cna.gob.mx>
5. Curso en línea para preparación ante tormentas: http://www.meted.ucar.edu/hurrican/chp_es/

Tu opinión es importante para complementar y mejorar esta guía, me puedes escribir a ernesto.gray@gmail.com