

Barranquilla, entre tormentas y tornados: una aproximación a la comprensión de su formación en la ciudad.

Nelson Vásquez Castellar

Observador Meteorológico

Páginas Web: www.elobservadorm.blogspot.com www.cambioclimatico.org

Email: nevacas@cambioclimatico.org

Es normal que en temporadas de lluvia los habitantes de la ciudad de Barranquilla sean testigos de la ocurrencia de espectaculares tormentas eléctricas acompañadas de precipitaciones torrenciales que causan algunos traumatismos en la cotidianidad de esta urbe. No es nada extraño si se tiene en cuenta que la ubicación geográfica en la que se sitúa es propicia para este tipo de formaciones meteorológicas: superávit de energía térmica por la abundante radiación electromagnética proveniente del sol, alta proporción de vapor de agua por ser zona costera, altos niveles de convección (movimientos verticales ascendentes) y evaporación, incidencia de la zona de confluencia intertropical (ZCIT), entre otras; son las principales causas del variado mosaico de fenómenos atmosféricos que la caracterizan. Se podría decir que la teoría científica y los postulados que sustentan la ciencia meteorológica en lo que atañe a los fenómenos de tiempo convectivo en las regiones tropicales, son suficientemente certeros si se mira específicamente el caso de Barranquilla.

Sin embargo, es necesario resaltar que durante los últimos 15 años, aproximadamente, se han hecho presentes, asociados a las ya mencionadas tormentas, otros fenómenos que por su gran capacidad de destrucción y por su amenazante configuración han traído pánico a la población y daños a la infraestructura física de la ciudad y su área metropolitana: los tornados y las trombas. Estos, característicos de latitudes medias (entre la línea imaginaria de los trópicos y los círculos polares de ambos hemisferios), hacen su aparición cada vez con mayor frecuencia en estas zonas, donde teóricamente no deberían presentarse, ante la mirada perpleja de los incrédulos y la impotencia de muchos entendidos para explicar las razones de su formación. Y no es para más, si aún en zonas templadas los meteorólogos tienen ciertas discrepancias alrededor de su génesis; mucho más acá donde el fenómeno es relativamente nuevo.

Como un aporte para la comprensión de los fenómenos reseñados se intentará dar una explicación de cómo se forman y demás situaciones que acompañan su ocurrencia.

Tormentas eléctricas



Imagen 1. Tormenta sobre Barranquilla. Fuente elheraldo.com

Aunque existen diferentes clases de tormentas de acuerdo a su mecanismo de formación (de calor, frontales, supercélulas, líneas de inestabilidad, etc.), aquí se tomará como referencia el modelo conceptual de una tormenta ordinaria, tal como es normal que ocurra en esta área del país.

Las tormentas se generan por los desequilibrios térmicos en la atmósfera, como respuesta violenta de la transferencia de calor vertical o convección. Es quizá uno de los meteoros más amenazantes de cuantos se originan en la atmósfera terrestre. El aspecto tenebroso de las nubes que las generan, los llamados cumulonimbos, los rayos y los truenos como elementos fundamentales (si no se producen rayos o relámpagos y truenos, no podemos denominar este fenómeno como tal), además de las torrenciales lluvias y ráfagas de vientos que suelen acompañarlas, son sus rasgos más conocidos.

Para que se forme una tormenta es necesaria la existencia de varios elementos. El primero, gran inestabilidad atmosférica, es decir; abundantes movimientos ascendentes del aire a través de dos mecanismos de transferencia de calor que en esta parte de la costa son bastante significativos: la convección y la evaporación, activados principalmente por la permanente incidencia de la radiación solar sobre la superficie terrestre. El segundo, una gran dosis de humedad, es decir; un gran aporte de vapor de agua; gas más que abundante en Barranquilla producto de la cercanía al mar y al río Magdalena, además del gran flujo de calor latente de vaporización aportado por los mismos. El tercero, la disminución de presión atmosférica, la cual potencia aún más los movimientos verticales del aire y por ende la inestabilidad. Y por último, la existencia de partículas higroscópicas sobre las cuales pueda condensarse el vapor de agua contenido en las masas de aire ascendentes. Estas partículas, llamadas también núcleos de condensación, están representadas por los aerosoles suspendidos en la atmósfera o llevados a niveles altos por los vientos o corrientes verticales de aire, tales como humos industriales y naturales, las sales marinas, el polvo, la arena, el polen, entre otros abundantes también en la ciudad dada la importante presencia de empresas industriales, el suelo arenoso, la presencia de aguas salinas y el constante flujo de vientos locales.

Se estima que más de 16 millones de tormentas se forman cada año en el planeta, y es probable que cada hora se estén formando cerca de 2000 en distintas partes de la superficie. Cabe resaltar que su distribución no es uniforme, pues por encima de los 60° de latitud son poco frecuentes, mientras que hacia el ecuador tienden a incrementarse; es

reducido su nivel de ocurrencia sobre superficies oceánicas frías o en regiones de alta estabilidad atmosférica, como en áreas anticiclónicas, tal es el caso de Barranquilla en los meses de enero, febrero y parte de marzo, fechas en las cuales predominan los movimientos horizontales (vientos alisios de marcada intensidad) y descendentes del aire en detrimento de los ascensionales. En líneas generales se produce una mayor actividad de tormentas en las áreas continentales que en las oceánicas, y mayor en las zonas ecuatoriales que en las latitudes medias y polares.

En Barranquilla y su área metropolitana ocurren durante las dos temporadas de lluvias que normalmente se presentan. Una en el primer semestre, que abarca los meses de abril, mayo, junio y julio; siendo mayo el mes históricamente más lluvioso y generalmente el de mayor número de tormentas de los cuatro. La otra, en el segundo semestre, desde mediados de agosto a principios de diciembre, teniendo a octubre no solamente como el mes más lluvioso de esa temporada, sino de todo el año según las estadísticas. Es durante la segunda temporada en la que se presenta en mayor número la ocurrencia de tormentas eléctricas, especialmente en los meses de septiembre y octubre. Este régimen bimodal de precipitaciones, aunque con leves diferencias, predomina en los municipios que hacen parte del área metropolitana de la ciudad.

Generalmente estos dos períodos o temporadas de precipitaciones van asociados con el paso por esta región de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), la cual es una estrecha banda zonal de gran actividad convectiva que se manifiesta por la vigorosa formación de grandes nubes de desarrollo vertical, señalando así la convergencia de los vientos alisios de noreste y los del sureste.

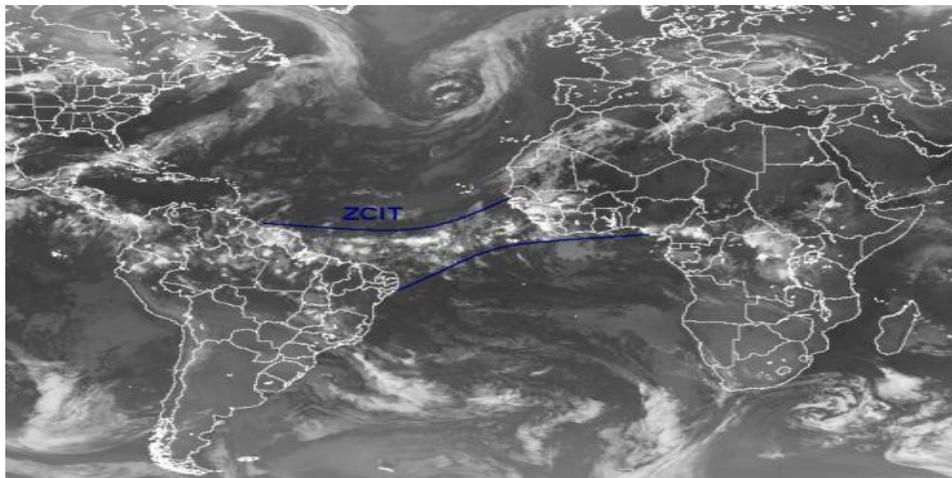


Imagen 2. Imagen infrarroja. Centro nacional de huracanes de EE.UU

La ZCIT se mueve latitudinalmente hacia el hemisferio en el cual es verano, siguiendo el movimiento aparente del sol con algún tiempo de retraso de aproximadamente dos meses. El flujo convergente de vientos unido a la evaporación suministrada por el mar, proveen el calor latente necesario para mantener la convección y el campo de presiones ideales para la formación de tormentas y los fenómenos que se le asocian.

Otro factor que hay que considerar al hablar de tormentas en el Caribe son las ondas tropicales del este, frecuentes también en la temporada lluviosa de esta región y en la temporada de huracanes en el océano atlántico, ambas coincidentes en gran medida.

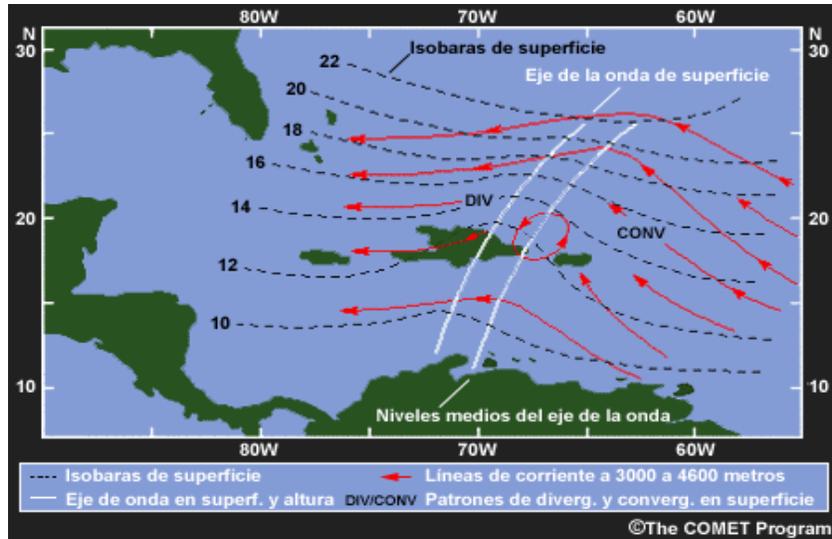


Figura 1. Modelo conceptual de Onda tropical en el caribe. The COMET Program

Estas ondas son perturbaciones de tipo ciclónico cuya importancia radica en que durante su paso sobre un lugar producen alteraciones del estado del tiempo con un deterioro progresivo. Aunque estas perturbaciones poco se intensifican, son el primer eslabón en la formación de un huracán. Tienen espesores de 6 a 8 kilómetros, en promedio unos 2000 kilómetros de longitud y se desplazan a velocidades de 15 a 20 k/h. Durante lo que va corrido del año han transitado por la región un número importante de estas ondulaciones, ocasionando la proliferación de tormentas, copiosas lluvias que han elevado los niveles pluviométricos normales para la época y hasta la formación de vórtices nubosos que en algunos días se han convertido en tornados.

Ciclo de vida de una tormenta

La estructura de una tormenta se compone de uno o varios centros activos denominados células, que tienen un ciclo de vida corto, de media a dos horas, en el que es posible diferenciar tres fases: fase de desarrollo o cúmulo, madurez y disipación, tal como se representa en la figura.

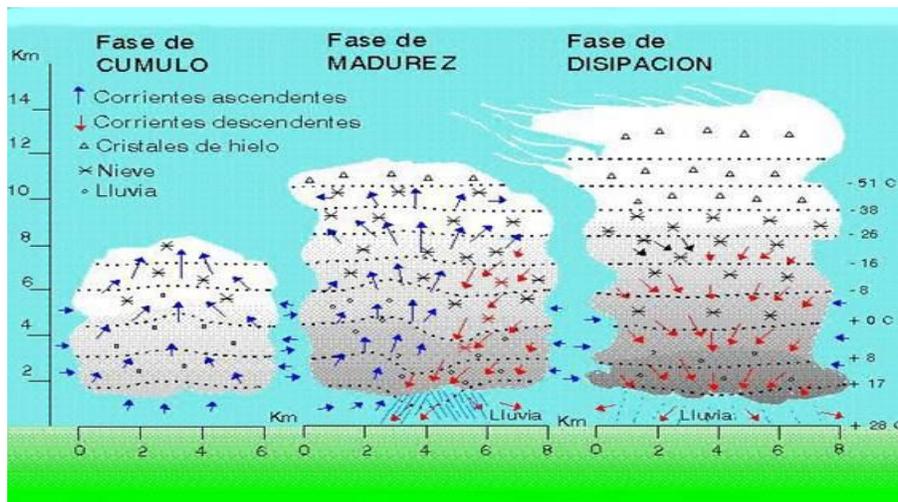


Figura 2. Modelo de ciclo de vida de una tormenta. Fuente: Revista RAM.

Fase de desarrollo o cúmulo: es la fase inicial de desarrollo de una nube convectiva. En esta fase se puede apreciar la formación de un cúmulo de poco desarrollo vertical, tal como es característico en la ciudad y sus alrededores en horas de mediodía y posteriores antes del ocaso. En esta etapa predominan las corrientes ascendentes al interior de la nube con velocidades en su base de 3 a 5 m/s, con un progresivo aumento hacia la cima donde llegan a superar los 10 m/s. La inestabilidad se mantiene debido al continuo aporte de calor latente de condensación que contribuye a dar más energía cinética a las ascendencias, y se mantiene mientras la temperatura al interior de la nube sea superior al del aire que lo rodea. El continuo movimiento vertical propicia el crecimiento de las gotas de agua y las eleva por encima del nivel de 0°C dando paso a la formación de cristales de hielo, la precipitación no se da por la presencia de poderosas ráfagas ascendentes que lo impiden. Desde este instante hasta que alcanza su estado de madurez transcurren alrededor de 15 minutos, en cuyo intervalo pueden crecer hasta los 8000 y 9000 metros de altitud. Es en ese momento cuando observamos una nube oscura de gran extensión que impide el paso de los rayos solares, ocasiona una disminución de temperatura que en ocasiones puede ser de hasta 2°C, e incluso es posible que se produzcan algunas descargas eléctricas y se escuchen los primeros truenos.

Fase de madurez: se inicia con las primeras lluvias y es la de mayor actividad y turbulencia de la tormenta. La nube sigue creciendo verticalmente a velocidades que sobrepasan los 30 m/s, creando imponentes protuberancias de color blanco brillante en la cima, pero de un cada vez más amenazador gris en la base. El peso de las gotas de agua y de las partículas de hielo llega a superar las fuerzas que los mantienen en suspensión y empieza a precipitar torrencialmente con proliferación de truenos y relámpagos, además de corrientes descendentes provocadas por el efecto de arrastre de las gotas de agua. Asociadas a estas corrientes se producen los aguaceros más intensos y la mayor rafagosidad del viento. Es a esa rafagosidad del viento, en ocasiones con velocidades tan significativas que causan destrozos en las viviendas y en la infraestructura de la ciudad, a la que popularmente se le llama vendaval. Las disminuciones de temperatura pueden llegar a 5°C con un consecuente aumento de la presión del orden de 2 a 4 hectopascuales provocado por la mayor densidad del aire frío descendente. La nube o célula de tormenta alcanza en esta etapa su mayor altitud (en esta zona se expande hasta los niveles de la tropopausa, es decir, entre 16 o 18 Km. de altitud) y su máxima anchura (unos 8 Km. de diámetro). En niveles altos, los fuertes vientos distorsionan la nube dándole la apariencia de un yunque que se expande varias decenas de kilómetros en el sentido del flujo de vientos dominantes.

Fase de disipación: se caracteriza porque predominan las corrientes descendentes y se interrumpe el suministro de aire caliente y húmedo que alimenta a la tormenta. A medida que la célula va perdiendo humedad, van cesando los movimientos ascendentes y entra en fase de desaparición. En ese momento de disipación la precipitación se debilita progresivamente y con ella los movimientos descendentes, con lo cual el cumulonimbo se desvanece, permaneciendo solo los restos de nubes alto cúmulos, altostratos y cirrus en niveles altos. En ocasiones los residuos de nubes altostratos producen una llovizna ligera que tiende a perdurar por largas horas luego de cesada la tormenta.

Las tormentas tienden a tener poco tiempo de vida. Las que se presentan en la ciudad a lo suma permanecen por dos horas en las cuales pueden recorrer entre 10 a 20 kilómetros, sobre los cuales se desarrolla, precipita torrencialmente y cesa, dejando en

ocasiones el cielo claro mientras el sonido de los truenos y los destellos de los relámpagos desaparecen en el horizonte.

Este panorama, bastante familiar para el habitante de la ciudad y sus alrededores, presenta desde hace algunos años un nuevo elemento: la presencia de vórtices nubosos que han deparado en tornados y trombas en numerosas ocasiones, y que han alarmado a la ciudad por el significativo poder de destrucción del que han hecho participe a la ciudadanía. A continuación se intentará dar una breve explicación de las causas que los propician.

Tornados y trombas



Imagen 3. Tornado en la ciudad de Barranquilla. Fuente: elheraldo.com

El tornado es el fenómeno más violento y de mayor capacidad destructiva de los conocidos en el mundo meteorológico. Es un vórtice primario que puede ser definido como una rotación ciclónica en forma de embudo o cono invertido que se extiende desde la base de una nube cumulonimbo (la misma de la cual se producen las tormentas) hasta llegar al suelo. Esta rotación desciende de la base de la nube cuando se desarrolla y retorna a ella cuando se disipa. El estado del tiempo que precede a la formación de un tornado es el mismo que precede a la formación de una tormenta, se podría decir que aquel es un derivado de ésta, razón por la cual ocurren cuando conjuntamente, o tras su paso se dan fuertes lluvias acompañadas de gran actividad eléctrica. El color del embudo es generalmente oscuro o negro a causa de la humedad, el polvo y escombros que son levantados por las fuertes corrientes ascendentes que lo caracterizan.

Los tornados generalmente son de corta duración, su diámetro no sobrepasa normalmente los 100 metros y el viento puede alcanzar hasta 400 Km/h (aunque los supertornados estadounidenses han alcanzado más velocidades), lo que es coherente con su capacidad devastadora. La presión atmosférica en su centro es marcadamente inferior a la de el aire que lo rodea (la diferencia puede llegar a ser hasta más de 100 hectopascuales), razón por la cual durante su recorrido alrededor de edificaciones que se encuentren cerradas, éstas explotan en el sentido estricto de la palabra, por la acusada e intempestiva diferencia de presiones entre su interior y el exterior.

El tornado se mueve acorde al movimiento de la nube madre que lo genera, la trayectoria que sigue a menudo es errática. Cuando la rotación no alcanza al suelo, al vórtice se le denomina **nube de embudo (funnel cloud) o manga**, el nombre de

tornado solo lo toma cuando impacta la superficie. Si se da sobre superficie marítima recibe el nombre de tromba marina, ésta por lo general es de menores proporciones que el tornado.

Tipos de tornados

Según la TORRO (Organización de Investigaciones de Tormentas y Tornados del Reino Unido) existen dos tipos de vórtices primarios o tornados: Los tornados supercelulares (ST) y los tornados no supercelulares (NST), dependiendo del tipo de formación convectiva de la que se desprende o se generan. Dentro de los tornados no supercelulares se destacan dos tipos: los *Landspouts/Waterspouts* y los *gustnados*.

Los tornados supercelulares (ST) son engendrados por tormentas rotatorias o supercélulas. Son a los que mayor poder destructivo se les atribuye, característicos de latitudes medias debido a que su formación solo se da en zonas de marcado contraste entre masas de aire con características térmicas y barométricas diferentes. A éstos se les asocian el mayor número de muertes en los Estados Unidos por causa de tornados, aunque son los menos frecuentes. No se tienen indicios de que un tornado de estas características haya azotado un área ubicada por debajo de los 20° de latitud. Se pueden identificar por el hecho de que la porción de la base del cumulonimbo del cual descende el vórtice (mesociclón) rota al unísono con este.

ST



Imagen 4. Tornado supercelular con mesociclón. Fuente: cazatormentas



Imagen 5. Mesociclón. Fuente RAM

Los tornados no supercelulares (NST) obedecen a las características de los que se presentan en la ciudad de Barranquilla, son producidos por tormentas que no rotan (no poseen mesociclón). Es el tipo de tornados más comunes y además de presentarse en latitudes medias, también se presentan esporádicamente en zonas tropicales muy localizadas, tal es el caso de esta ciudad. Tienen una vida mucho más corta que los supercelulares y en comparación son mucho más débiles, aunque en ocasiones suelen llegar a tener una capacidad de destrucción capaz de causar daños a las estructuras y cobrar víctimas humanas (el tristemente recordado tornado del 15 de septiembre de 2006 dió a conocer la gran fuerza destructiva que puede llegar a alcanzar este tipo de tornados). Son capaces de desarrollarse en diversas circunstancias y pueden adoptar formas diferentes; no son fáciles de detectar por radar, lo que los hace imposible de pronosticar en nuestro entorno, no solo por las dificultades anexas al fenómeno, sino porque se carece de medios tecnológicos para intentarlo.

Dentro de los dos tipos de tornados no supercelulares que existen, los *Landspouts* son los que más se ajustan al modelo barranquillero; si descartar que sea probable que algunos eventos atribuidos a las ráfagas de vientos, microrreventones o vendavales que se han dado en el pasado en realidad obedezcan a los denominados *Gustados*.

Acorde con la definición que de ellos hacen la revista RAM de España y la TORRO, los *Landspouts* se forman cuando circulaciones horizontales de aire son embestidas y elevadas hacia arriba por una tormenta en desarrollo. Se observan asociados a cúmulos de gran desarrollo vertical antes de que la precipitación sea visible en el radar. Son bastante visibles y muchos tienen un embudo estrecho o en forma de cuerda que se prolonga de la base de la nube hasta el suelo. Cuando este se desliza por un extenso cuerpo de agua se le denomina *waterspout*.

NST



Imagen 6. Landspout. Fuente: meteored.com



Imagen 7. Waterspout. Fuente: atlas.snet.gob.sv

Los Gustnados son el tipo de tornados no supercelulares más comunes, este término fue acuñado por los cazatormentas para referirse al desarrollo de vórtices a pequeña escala que se sitúan a lo largo del frente de rachas de una tormenta. Como todos los tornados, se les asocia una peligrosidad potencial tanto para la infraestructura como para las personas. Por lo general no sobrepasan la categoría F1 según la escala Fujita, es decir, alcanzan velocidades hasta de 177 Km/h. Normalmente no presentan embudo u otro tipo de conexión visible con la nube de tormenta, son muy difíciles de identificar, en ocasiones aparecen como un remolino de polvo y desechos.

Por la dificultad de identificarlos y, por ende, de documentarlos, se desconoce si estos se han presentado con regularidad en la ciudad de Barranquilla y su área metropolitana. Sin embargo, se han presentado tantos eventos en donde el poder destructivo de fuertes vientos asociados a tormentas han causado destrozos, los cuales no han sido asociados a los temibles vórtices, que no se descarta que en vez de ser causa de los tradicionales vendavales o rachas de vientos, que azotan a la ciudad en tiempos de inestabilidad atmosférica, sean en realidad los denominados Gustnados.

De ahora en adelante tocará hacer seguimiento para caracterizar los diferentes fenómenos que por estos días impactan la tranquilidad de la ciudad. De ello dependerá el que a futuro se puedan tomar las decisiones de educación, prevención y adaptación de la población a un nuevo escenario de tiempo atmosférico en la región.

Escalas de tornados

Hacia mediados de la década de los 70 del siglo anterior, fue adoptada como herramienta para medir la intensidad de los tornados la escala elaborada por Tetsuya Fujita y Allan Pearson de la Universidad de Chicago, por parte del National Weather Service de los Estados Unidos.

La escala elaborada por Fujita y Pearson se fundamentaba en fusión de otras dos escalas: la escala Beaufort de vientos y la escala Match de velocidad. El método utilizado fue dividir la diferencia entre ambas escalas hasta un punto determinado; Match 1.0 (la velocidad del sonido) y Beaufort 12 (73 mph ó Km/h) en 12 categorías o

incrementos, de F0 a F12, conocida en nuestros días como la escala Fujita – Pearson o simplemente las escala Fujita. Tal como se aprecia en la figura.

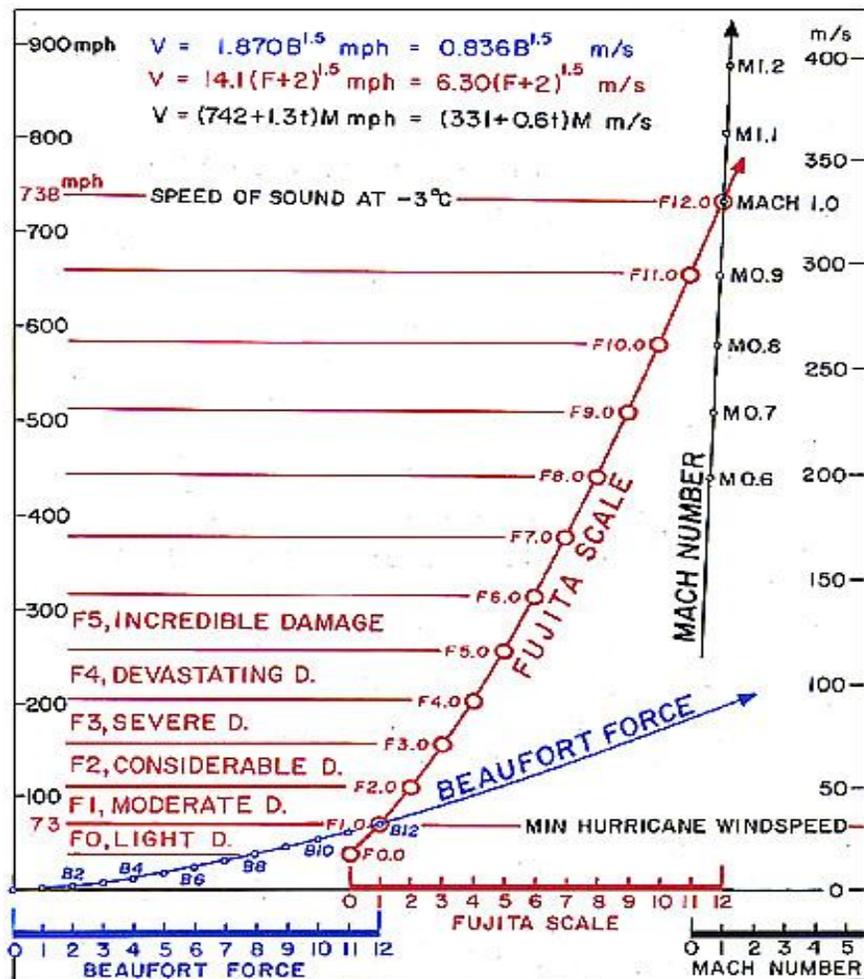


Figura 3. Escala de interrelación que originó la Escala Fujita. Fuente, Wikipedia vía RAM.

De las trece categorías que contiene esta escala, todos los tornados que se han presentado hasta la fecha no sobrepasan las seis primeras (F0 a F5). Junto con cada intervalo de la escala también se describió el tipo de daño causado una vez el tornado pasara por una zona determinada. Ante la dificultad de medirlos en tiempo real, la escala realmente se basa en la destrucción causada por éstos a las infraestructuras y a los elementos naturales y no al tamaño y a la velocidad efectivamente medidas. La categorización se hace luego de la evaluación de los daños causados, una vez se tenga especificado el tipo de daño, este se correlaciona con la tabla y de acuerdo a ello se hace una estimación de la velocidad.

Los daños asociados a los primeros seis intervalos se especifican en la siguiente figura.

Intensidad	Velocidad del viento	Daños
F0	60-117 km/h (45-72 mph)	Leves.
F1	117-181 km/h (73-112 mph)	Moderados. Estos tornados pueden levantar tejas o mover coches en movimiento. Trailers pueden ser tumbados y barcos pueden ser hundidos.
F2	181-250 km/h (113-157 mph)	Considerables. Los tejados de algunas casas pueden ser levantados, los trailers y casas rodantes que estuvieran en el camino del tornado serán demolidos. Este tornado también puede descarrilar vagones de trenes.
F3	250-320 km/h (158-206 mph)	Graves. Árboles pueden ser arrancados de raíz y paredes y tejados de edificios sólidos, serán arrancados con total facilidad.
F4	320-420 km/h (207-260 mph)	Devastadores. Motores de trenes y de camiones de 40 toneladas serán lanzados fácilmente por los aires.
F5	420-520 km/h (261-318 mph)	Extremadamente destructivos. Tornados con esta intensidad destruyen todo en su camino. Los coches pueden ser lanzados como si fueran juguetes, y edificios enteros pueden ser levantados del suelo. La energía es similar a la de una bomba atómica. ^[cita requerida] Conocido coloquialmente como el "Dedo de Dios".
F6	520-610 km/h (319-379 mph)	Daño inconcebible. Nunca se ha registrado un tornado de estas magnitudes, hasta el momento.

Figura 4. Escala Fujita y descripción de daños. Fuente, Wikipedia., vía RAM

En la ciudad de Barranquilla la gran mayoría de tornados que han hecho presencia se encuentran ubicados entre las categoría cero (F0) y uno (F1), con excepción del ocurrido el 15 de septiembre de 2006, el cual se ubica en la categoría F2. Situación que guarda relación con el tipo de tornados que se han señalado como propios del tipo de formación convectiva característica de la región.

En algunas ocasiones, por apresuramientos o por escepticismo, se ha exagerado en la nominación y caracterización de los fenómenos ocurridos, o por el contrario, se han subestimado los efectos que estos pueden causar en la población.

Urge tomar medidas ante la manifestación de los tornados como fenómenos ya propios de la ciudad y sus alrededores, su frecuente ocurrencia y su inigualable manifestación, así lo comprueban. El mayor conocimiento que se tenga de éstos en cuanto a frecuencias, tiempos de duración, lugares de manifestación, mecanismos de formación, condiciones, intensidades y formas, conllevará a un fortalecimiento en la toma de decisiones respecto a la prevención y alertas a la ciudadanía. Y además en el establecimiento de planes de fortalecimiento y reubicación de zonas expuestas a los desastres que estos fenómenos pudieran causar.

Ante las discrepancias en torno a la eficiencia y operatividad de la escala Fujita se creó una nueva escala, llamada escala mejorada de Fujita. Además, existe la escala TORRO que se fundamenta también en la escala Beaufort de viento y que ha sido reconocida desde 1975 por Sociedad Meteorológica Real. Se deja como información la descripción de ambas escalas para en una futura entrega correlacionarlas entre sí y junto a la escala

Fujita tradicional, en aras de sacar nuevas conclusiones alrededor de los tornados que se originan en la ciudad de Barranquilla y su entorno.

Escala Fujita Mejorada

NUMERO	INDICADOR DE DAÑO	ABREVIATURA
<u>1</u>	Small barns, farm outbuildings	SBO
<u>2</u>	One- or two-family residences	FR12
<u>3</u>	Single-wide mobile home (MHSW)	MHSW
<u>4</u>	Double-wide mobile home	MHDW
<u>5</u>	Apt, condo, townhouse (3 stories or less)	ACT
<u>6</u>	Motel	M
<u>7</u>	Masonry apt. or motel	MAM
<u>8</u>	Small retail bldg. (fast food)	SRB
<u>9</u>	Small professional (doctor office, branch bank)	SPB
<u>10</u>	Strip mall	SM
<u>11</u>	Large shopping mall	LSM
<u>12</u>	Large, isolated ("big box") retail bldg.	LIRB
<u>13</u>	Automobile showroom	ASR
<u>14</u>	Automotive service building	ASB
<u>15</u>	School - 1-story elementary (interior or exterior halls)	ES
<u>16</u>	School - jr. or sr. high school	JHSH
<u>17</u>	Low-rise (1-4 story) bldg.	LRB
<u>18</u>	Mid-rise (5-20 story) bldg.	MRB
<u>19</u>	High-rise (over 20 stories)	HRB
<u>20</u>	Institutional bldg. (hospital, govt. or university)	IB
<u>21</u>	Metal building system	MBS
<u>22</u>	Service station canopy	SSC
<u>23</u>	Warehouse (tilt-up walls or heavy timber)	WHB
<u>24</u>	Transmission line tower	TLT
<u>25</u>	Free-standing tower	FST
<u>26</u>	Free standing pole (light, flag, luminary)	FSP
<u>27</u>	Tree - hardwood	TH
<u>28</u>	Tree - softwood	TS

Tabla 1. Indicadores de Daño (DI) en la Escala EF. Fuente NWS, SPC.

Escala TORRO

NÚMERO DE LA ESCALA	VELOCIDAD DEL VIENTO		NOMBRE
	$m s^{-1}$	$km h^{-1}$	
T0	17-24	61-86	luz
T1	25-32	90-115	leve
T2	33-41	119-148	moderado
T3	42-51	151-184	fuerte
T4	52-61	187-220	grave
T5	62-72	223-259	intenso
T6	73-83	263-299	moderadamente devastadores
T7	84-95	302-342	con fuerza demoledora
T8	96-107	346-385	gravemente devastadores
T9	108-120	389-432	intensamente devastadoras
T10	> 121	> 436	súper

Tenga en cuenta que de la escala se define en función de velocidades de viento en $m s^{-1}$, pero que las velocidades en $km h^{-1}$ se redondean las conversiones, y por lo tanto aparecen discontinuos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cuadrat José María y Pita María Fernanda (2006). CLIMATOLOGÍA. Editorial Cátedra.
- IDEAM (2005). Atlas climatológico de Colombia. Imprenta Nacional de Colombia. ISBN 958-8067-14-6
- Emilio Rey, aka CumulusHumilis, Equipo SSW (www.tiemposevero.es) 2007. La nueva escala mejorada de Fujita.
- Supercell. RAM (2002). Tipos de tornados.
- TORRO - The Tornado & Storm Research Organisation. www.torro.org.uk . Escala TORRO.
- Nelson Vásquez Castellar (2006). Tornados, se encienden las alarmas. www.elobservadorm.blogspot.com
- Joseba Aureitio Piedra. www.divulgameteo.es . Rayos y Tormentas.
- José Jaime Capel Molina (2002). Tormentas y tornados en la península ibérica. Meteoros adversos extremos que le caracterizan. Nimbus, 9 – 10, PAGS 5 -16.
- Augusto T. Arcimis Wehrle. RAM (2003). Tornados y trombas. Centenario de la muerte de Arcimis.

Barranquilla, agosto 10 de 2010.