

LA ESCALA FUJITA. MEDIDA INDIRECTA DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO EN TORNADOS: DESCRIPCIÓN Y UTILIZACIÓN EN EL RECONOCIMIENTO DE CAMPO (*)

Antonio Soliño Vidal (Observatorio de Palma de Mallorca, -INM-)
Miguel Gayá (O.M.A. de Palma de Mallorca, -INM-)

RESUMEN

Mostramos aquí una aplicación de la Escala Fujita en cuatro tornados de los ocurridos durante un año en las Islas Baleares. En el análisis de estos cuatro casos surgieron tres puntos dignos de destacar y que forman la estructura de este trabajo: 1) Detectar tornados débiles que suelen pasar inadvertidos, 2) Estimar cuidadosamente la intensidad del viento, y 3) Diferenciar una fuerte descendente de un tornado.

1. Introducción: La Escala Beaufort y la Escala Fujita.

En décadas recientes, al profundizar en el estudio de los daños producidos por tornados y tormentas severas, se observó que la expresión "Casi no hay experiencia" y "Daños totales" que se agrega al grado 11 de la Escala Beaufort (que corresponde a vientos de 103 a 117 km/h) carecía de cierto realismo, ya que ese rango de velocidades solía darse con bastante frecuencia y sus efectos sólo resultaban en daños sin importancia. Lo mismo ocurrió con el grado 12- y último, la expresión "No hay experiencia" al referirse a vientos mayores de 118 km/h, no resulta cierta ya que un gran número de casos sobrepasan ese valor.

Nace así la necesidad de formular una nueva escala que refleje los resultados de los nuevos estudios sobre estos fenómenos violentos. Surgen entonces varias escalas como la de Fujita y la de Minor-McDonalds-Metha entre las

más conocidas y de las-cuales la de Fujita alcanzó mayor difusión. Un detalle de esta escala se muestra en la Tabla 1.

2. Distribución de los tornados en el mundo.

El tornado es un fenómeno que se da en latitudes medias. La Figura 1 muestra la distribución geográfica mundial. En la Figura 2 se muestra Europa más detalladamente (pág. 14). En ambas se observa que muchas veces el registro es proporcional a cierto grado de desarrollo y/o cultura del país.

En España sólo existe en las costas un simbólico registro realizado por barcos extranjeros. Sin embargo, es posible que, por su ubicación geográfica y por la influencia del Mar Mediterráneo caliente al final del verano, sea España uno de los países de Europa más afectados por este fenómeno. Prueba de esto es que en ciertas

(*) En la separata de este volumen hoy dos imágenes en color correspondientes a esta comunicación

regiones la gente conoce el tornado hasta el punto de darle un nombre específico como "Cap de Fibló" en las Islas Baleares.

Teniendo en cuenta la geografía y los océanos como fuente de humedad es posible que

las zonas más afectadas sean las que se indican en rayado en la Figura 3. Debido a la influencia del Mar Mediterráneo se puede esperar que la zona de Baleares y gran parte de la cuenca del Ebro sea la región que presente los máximos de España.

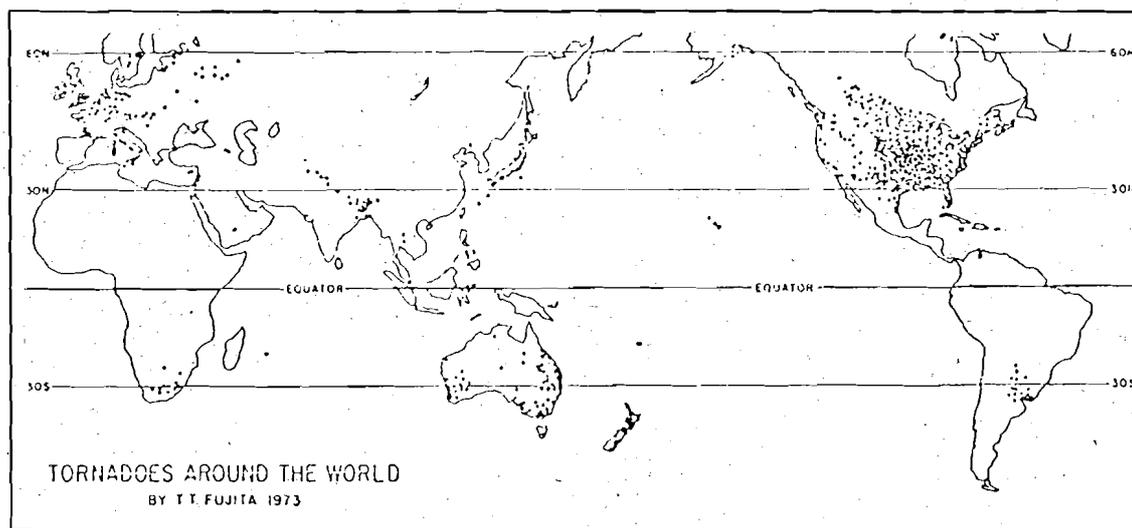


Figura 1.- Zonas afectadas por tornados (T. T. Fujita, 1973)

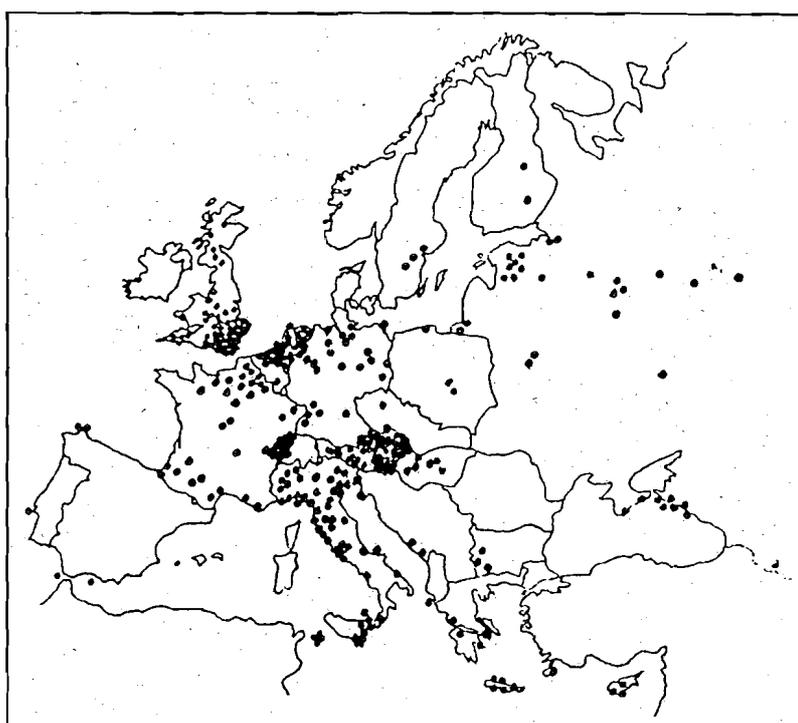


Figura 2 - Zonas de Europa afectadas por tornados (R. E. Peterson, 1982)

3.2. Precauciones al estimar valores de viento.

Al observar los daños causados por el viento pueden encontrarse indicios que a primera vista señalarían intensidades no acordes con la situación general y que, a veces, inducen a sobrestimar la intensidad del viento.

Un ejemplo de lo considerado es el tornado de Sant Joan (Mallorca) del 26/10/91 donde la consideración de los daños permitía estimar una velocidad de viento aproximadamente entre 170 y 180 km/h, lo cual ubicaba al tornado en el límite superior de la intensidad F1. Sin embargo, se podían ver en una pared dos hierros en "T", de unos 5 cm de ancho, doblados por efecto de la tormenta; si bien al examinar los hierros se observó un avanzado estado de oxidación y algunos orificios que debilitaban la estructura, el daño no se justificaba con la intensidad de viento estimada por los demás indicios. Se dedujo entonces que, posiblemente, gruesas ramas o grandes chapas llevadas por el viento fueron la verdadera causa de los hierros doblados y no una mayor velocidad de viento.

Otro ejemplo de no sobrestimación de la velocidad del viento lo tenemos en el tornado de Petra del 3/6/92, también con una intensidad algo menor a los 180 km/h según la generalidad de los daños causados. Pero la gran cantidad de baldosas levantadas en una azotea, como se muestra

en la Imagen A2-1 (separata del libro), invitaba a estimar el viento como bastante más intenso.

De nuevo, al observar la adhesión de las baldosas se vio que era una construcción algo antigua y que no resultaba difícil levantarlas, pero aún así se requería mayor intensidad de viento, lo cual no era coherente con los daños del inmediato entorno. Se dedujo entonces que la causa de su levantamiento no fue el choque directo del viento, sino que la velocidad cercana a 180 km/h alcanzaba para producir en la superficie una depresión con respecto a la base de las baldosas que era suficiente para levantarlas.

3.3. Diferenciación entre un tornado y una fuerte descendente.

Algunas veces resulta difícil diferenciar entre una descendente y un tornado, incluso para observadores experimentados. Pero el analizar detenidamente ciertas características de los daños y el contar con una escala de intensidades, que permita dibujar en pequeña escala los daños e intensidades, son una valiosa ayuda a la hora de decidir una clasificación.

Para efectuar una buena clasificación del fenómeno, es conveniente recorrer el lugar de los daños y observar con atención todo detalle a fin de obtener una visión objetiva de la situación. Sin

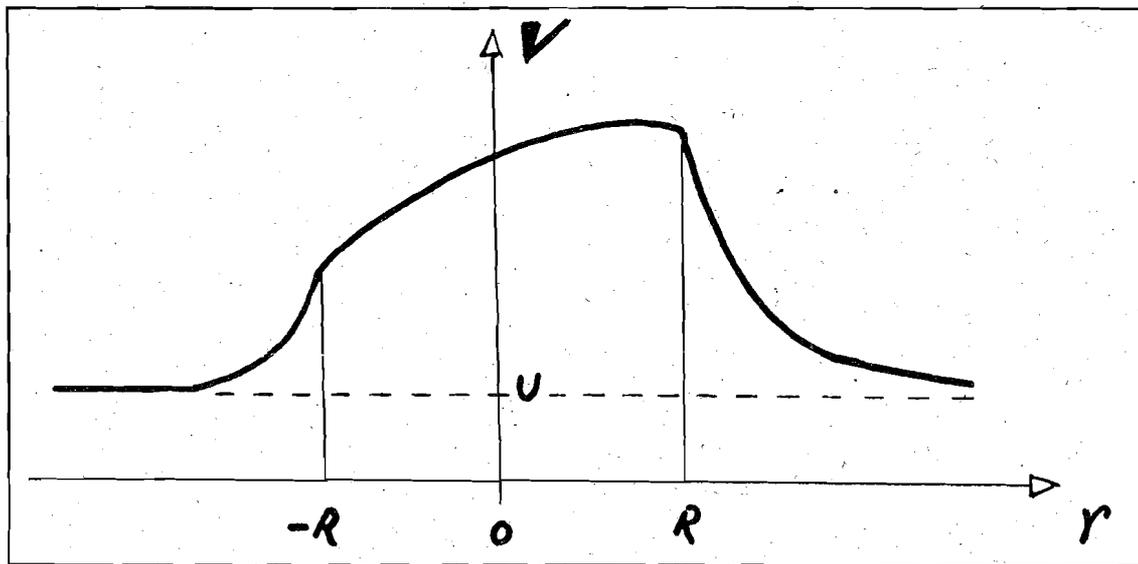


Figura 4.- Perfil de vientos en un vórtice ciclónico (visto en la dirección de traslación)
r: Distancia del centro del vórtice
R: Radio del vórtice
U: Velocidad de traslación

embargo hay casos simples, como el de la tormenta del 8/10/92 de Menorca que vamos a analizar seguidamente, en los cuales se pudo efectuar una clasificación del fenómeno y estimación del viento sobre la base de fotografías aéreas sin haber realizado una inspección personal.

Hay varios indicios que permiten clasificar este caso como un tornado y, por lo menos, un par de ellos parecen confirmarlo.

Para comenzar, la fuerte intensidad del viento ya hace sospechar la presencia de un tornado. De lo que se observa en las fotografías aéreas, prácticamente la totalidad de los árboles fueron talados al paso de este fenómeno, lo cual indicaría posiblemente velocidades mayores a 250 km/h, que corresponden a un F3.

Si se tiene en cuenta que en Estados Unidos, pese a tener condiciones favorables para los casos severos, sólo cerca de un uno por ciento de los descendentes supera los 250 km/h, en España su ubicación geográfica hace pensar que difícilmente se produzca alguna descendente de este calibre. Esta sola consideración, ya indicaría una posible clasificación del fenómeno como un tornado. Un segundo indicio es la franja que resultó dañada: unos cuatro kilómetros de largo con un ancho entre 200 y 300 metros. Una descendente tiende a dejar figuras más elípticas, sólomente un tornado podría dejar una traza semejante.

Un tercer motivo que parece decisivo para la identificación, es la forma brusca en que disminuye el viento en el margen derecho de la franja (*margen derecho: si el observador, ubicado en la franja de daños, mira en el sentido que avanzó el tornado*). En este margen, la hilera de árboles talados limita directa y bruscamente con la zona de árboles aparentemente poco afectados por el viento, como se aprecia en la Imagen A2-2 (en la separata del libro).

En una descendente, entre los daños correspondientes a las intensidades IO y F1, existe una cierta separación espacial. En el tornado, como se observa en la Figura 4, la disminución de velocidades, fuera del radio del vórtice, es brusca y se

hace más notable cuanto más intenso es el tornado.

En cuarto lugar, algunas fotografías muestran en el margen izquierdo de la traza, algunos árboles volteados en dirección contraria, lo cual corresponde correctamente con un tornado de giro ciclónico.

De estas cuatro consideraciones, no parece haber dudas al clasificar el fenómeno de Menorca como tornado.

Conclusiones.

Sóamente se mencionan en este trabajo cuatro tornados de los ocurridos durante un año en la reducida superficie de las Baleares. Hay testimonios de más casos en las Islas en el mismo período, lo que muestra que los tornados son una realidad de España.

El desconocer que los fenómenos severos como los tornados son en cierto grado frecuentes, y creer que "no hay experiencia" de vientos mayores de 118 km/h, como se afirma en la Escala Beaufort, lleva a errores como los que comete la legislación española de sólo exigir, en ciertas construcciones especiales, una resistencia para vientos menores a 120 km/h, que es precisamente el límite de las velocidades que no causan daños notables, como se ha demostrado en las últimas décadas.

En este siglo se ha desarrollado suficiente metodología para el estudio de tornados, desde escalas como la de Fujita hasta complicados modelos matemáticos que los describen completamente. Esta metodología está al alcance de todo aquel que quiera aplicarla.

Referencias.

Fujita, T.T. (1973) *Tornadoes around the World. Weatherwise* 26, 56-62, 78-53.

Peterson, R.E. (1982). *Tornado Activity in Europe the Last Half-Century XII Conference on Severe Local Storm Enero 12-15, 1982. San Antonio, Texas*

APÉNDICE: TABLA I

CLASIFICACIÓN DE LA INTENSIDAD DE LOS TORNADOS

Escala Fujita (según Fujita, T. T., 1973 a)

- | | | |
|----|--|----------------------|
| F- | (menor que 64 km/h) | TORNADO INCIERTO |
| | La velocidad de 64 km/h corresponde a la Intensidad 8 de la Escala Beaufort denominada "Temporal". Las especificaciones correspondientes para su uso en tierra son: "El viento rompe las ramas". Se producirán daños menores. | |
| F0 | (64 a 116 km/h) | TORNADO MUY DÉBIL |
| | Este rango de velocidades abarca las Intensidades 9, 10 y 11 Beaufort. Se producen daños en chimeneas o en antenas de televisión; se quiebran las ramas de los árboles; se caen los árboles con raíces poco profundas y los que presentan sus troncos ahuecados; se producen daños en los carteles. | |
| F1 | (117 a 181 km/h) | TORNADO DÉBIL |
| | En 117 km/h comienza la intensidad 12, denominada "huracán", de la Escala Beaufort. Se desprenden las coberturas de los techos, se rompen los vidrios de las ventanas; las casas rodantes son desplazadas o volcadas; los árboles en terrenos blandos son arrancados de raíz; algunos árboles son quebrados: los automóviles en movimiento son desplazados hacia un costado de la ruta. | |
| F2 | (182 a 253 km/h) | TORNADO VIOLENTO |
| | Se desprenden los techos de las viviendas, dejando en pie sólo las paredes verticales más fuertes, construcciones con estructuras débiles son derribadas; las casas rodantes son destruidas; los camiones son volcados; árboles grandes son quebrados o arrancados de raíz: objetos pequeños actúan como proyectiles; los automóviles son barridos de las autopistas; estructuras en bloque y paredes son seriamente dañadas. | |
| F3 | (254 a 332 km/h) | TORNADO SEVERO |
| | Los techos y algunas paredes de viviendas prefabricadas bien construidas son volados; algunas construcciones rurales son completamente demolidas: los trenes son volcados, las construcciones con estructuras de acero, tales como hangares o galpones, son arrancadas; los automóviles son elevados del suelo y pueden ser desplazados a cierta distancia; la mayoría de los árboles en montes y bosques son arrancados de raíz, quebrados o elevados por los aires: las estructuras en bloques son a veces elevadas. | |
| F4 | (333 a 418 km/h) | TORNADO DEVASTADOR |
| | Viviendas prefabricadas bien construidas son elevadas y reducidas a escombros; las estructuras con cimentación débil son elevadas y arrojadas a cierta distancia; los árboles son descortezados por objetos pequeños que vuelan por los aires; el suelo arenoso es erosionado y las piedras pequeñas actúan como proyectiles: los automóviles son arrojados a cierta distancia o rodados a distancia mayor y finalmente desintegrados; se generan proyectiles de gran tamaño. | |
| F5 | (419 a 512 km/h) | TORNADO INCREÍBLE |
| | Viviendas prefabricadas de sólida construcción son separadas de sus cimientos y transportadas a distancias considerables y desintegradas; las estructuras de hormigón armado son seriamente dañadas; los automóviles se transforman en proyectiles y vuelan hasta distancias mayores de 100 m; de los árboles que dan sólo los troncos: ocurren fenómenos increíbles. | |
| F6 | (513 hasta la velocidad del sonido: 1.182 km/h) | TORNADO INCONCEBIBLE |
| | Si se produjera un tornado dentro de este rango de intensidad, la extensión y el tipo de destrozos podrían llegar a ser inconcebibles. Proyectiles tales como heladeras, calefones, depósitos de agua, automóviles, etc. volarán a grandes distancias, provocando serios daños secundarios en las estructuras. Clasificar tornados dentro de estas categorías es posible sólo a través de una inspección minuciosa que incluya cálculos aerodinámicos y de ingeniería como también modelos meteorológicos de tornados. | |