

Informe preliminar sobre la posibilidad de ocurrencia de tornado en Cádiz el 15 de abril de 2020

Juan de Dios Soriano Romero
Delia Gutiérrez Rubio

1- Introducción

El día 15 de abril de 2020, a partir de las 15 horas, aparecen en redes sociales y prensa digital numerosas informaciones, incluyendo abundante material gráfico, sobre una tromba marina avistada desde la ciudad de Cádiz, que habría penetrado en tierra al sur de la ciudad, afectando principalmente a una zona portuaria junto a la bahía. Se da la circunstancia poco habitual de que el fenómeno habría afectado directamente a la estación meteorológica de AEMET en Cádiz, siendo presenciado y fotografiado por el observador meteorológico, presente en la estación en ese momento y cuyo testimonio directo nos puso en alerta desde el primer momento. En este informe se analiza brevemente el entorno meteorológico en que ocurrió el episodio y los daños y registros meteorológicos disponibles, para llegar a una conclusión sobre el origen y caracterización del mismo.

2- Entorno sinóptico

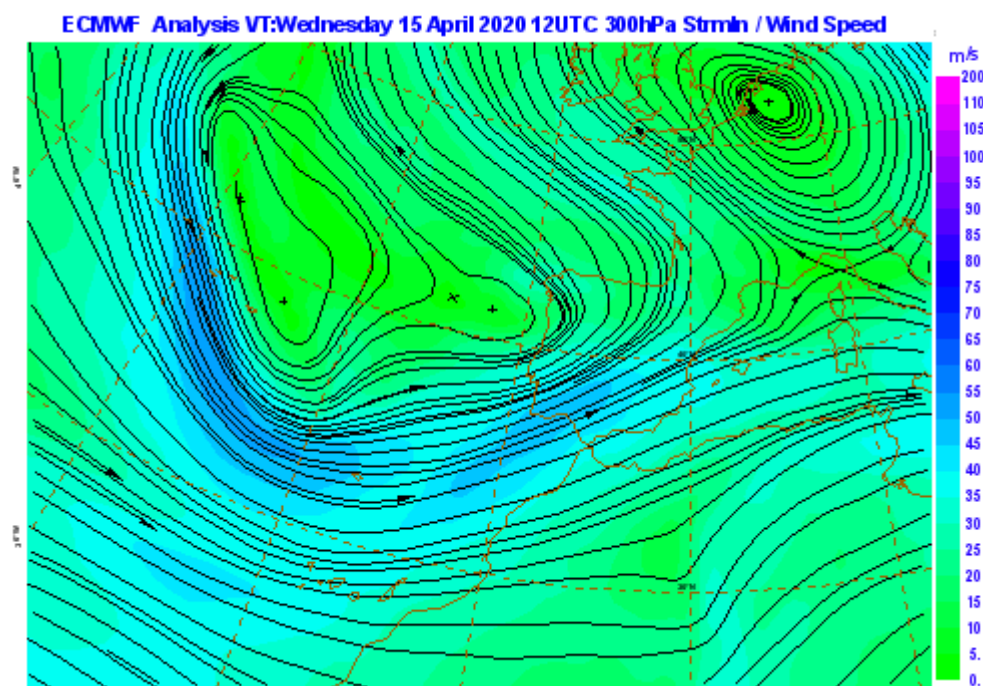


Figura 1. Viento y líneas de corriente 300 hPa. Análisis 12 UTC de HRES-IFS

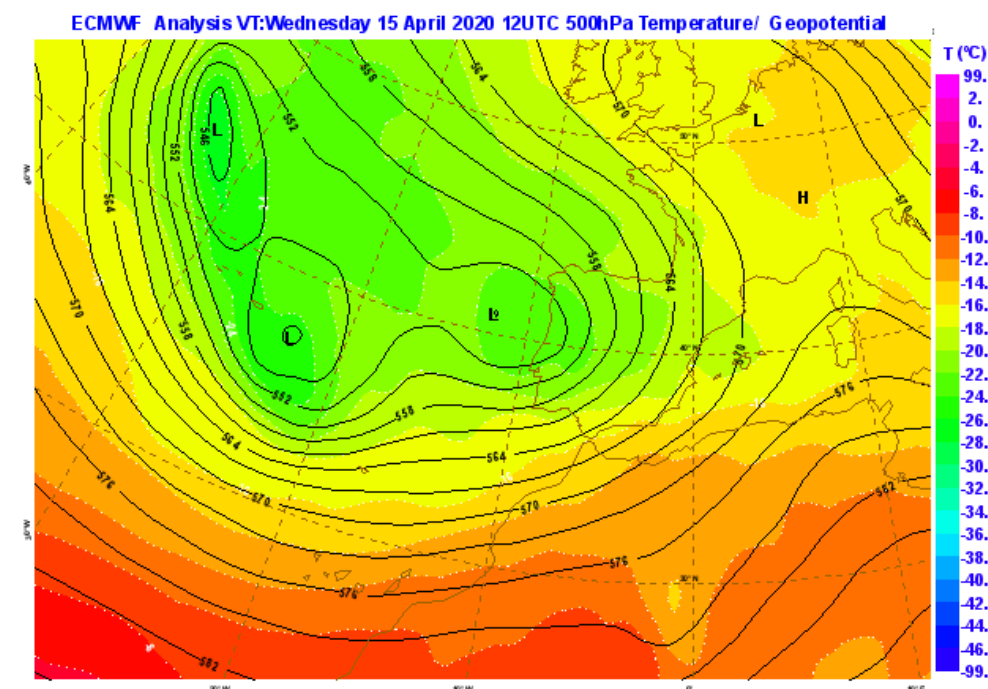


Figura 2. Geopotencial y temperatura 500 hPa. Análisis 12 UTC de HRES-IFS

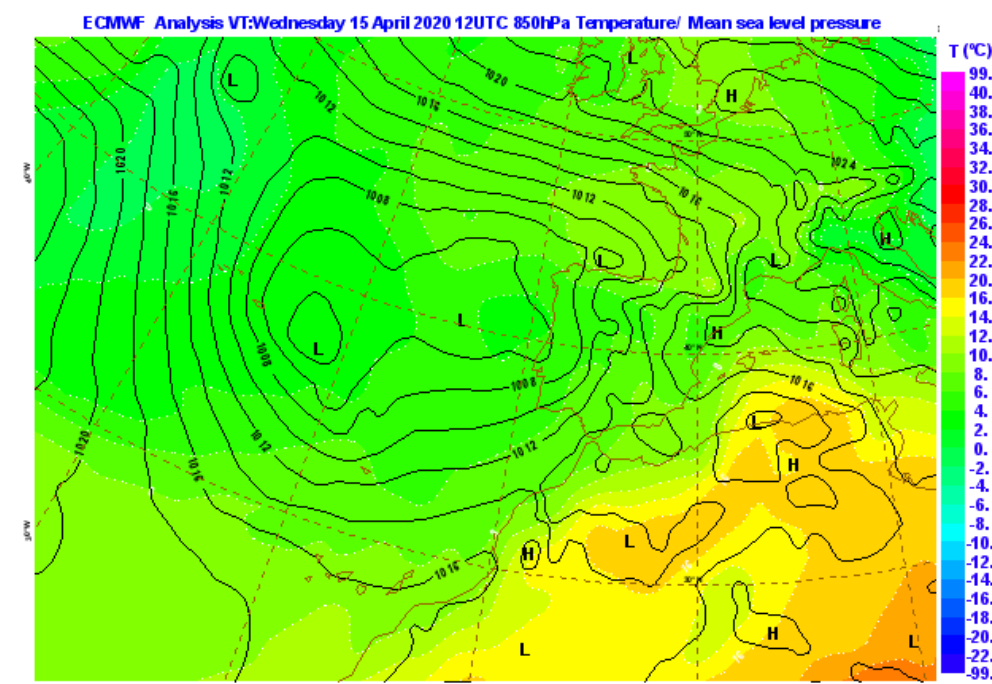


Figura 3. Presión al nivel del mar y temperatura en 850 hPa. Análisis 12 UTC de HRES-IFS

Los análisis de las 12 UTC, una hora antes del suceso, del modelo HRES-IFS del Centro Europeo presentan una situación de una baja fría aislada al oeste de la Península, bloqueada por un anticiclón sobre el continente europeo. Esta situación favorece la entrada de aire húmedo inestable sobre la península, donde se desarrollan numerosas bandas de precipitación, en ocasiones tormentosas. Se trata de una configuración sinóptica típicamente favorable al desarrollo de fenómenos convectivos como trombas marinas y tornados en Andalucía occidental.

3- Parámetros convectivos

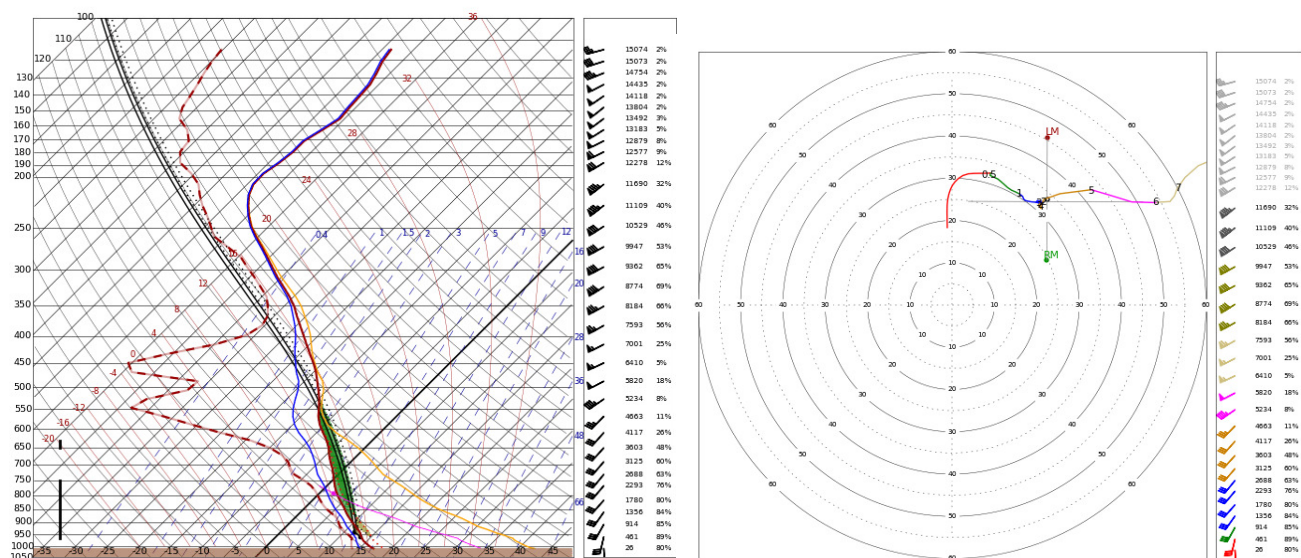


Figura 4. Análisis del modelo HRES- IFS del ECMWF. Día 15 de abril a las 12 UTC. Perfil vertical y hodógrafa de viento sobre un punto de la bahía de Cádiz.

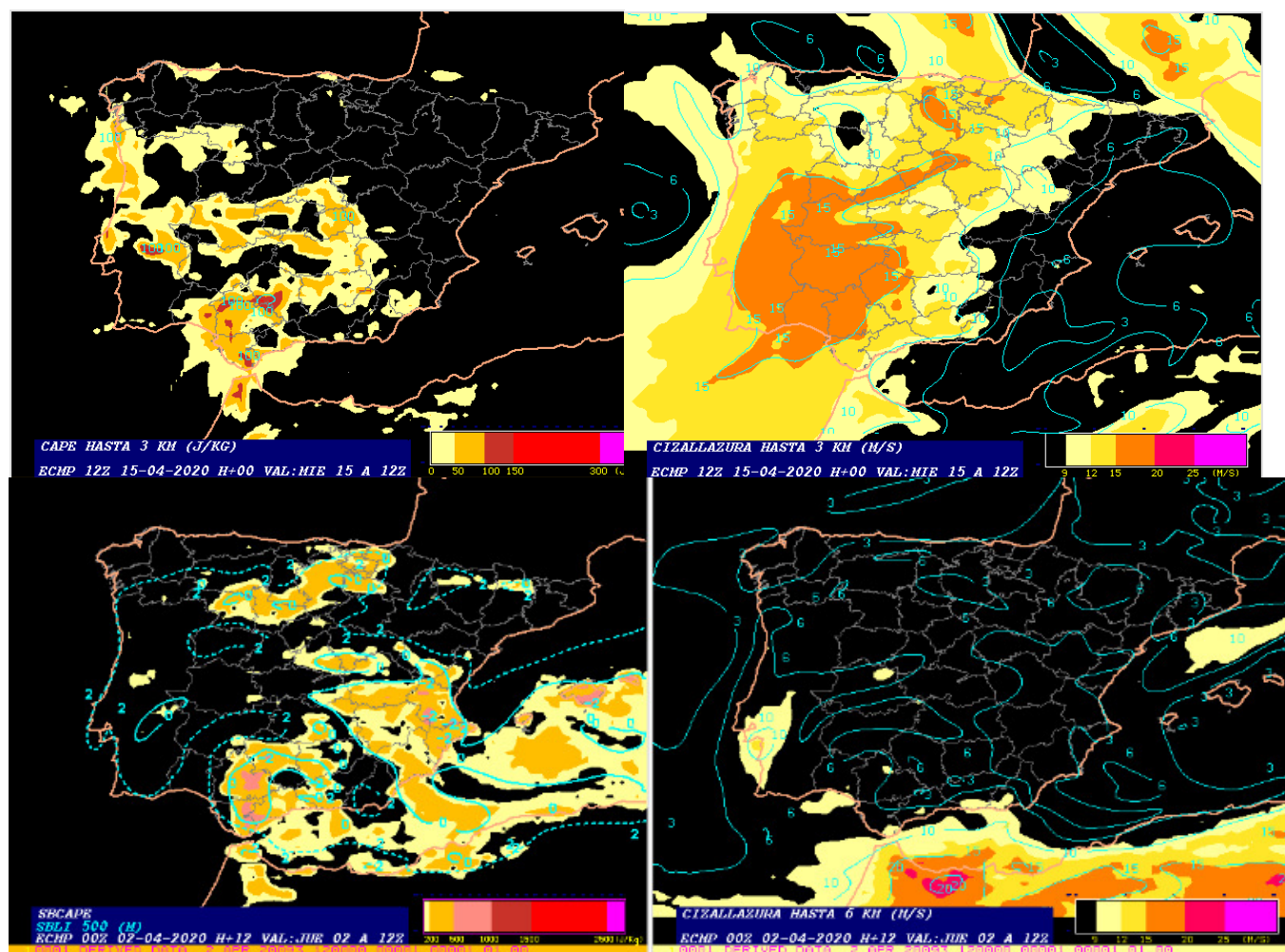


Figura 5. CAPE y cizalladura vertical de viento en los 3 km inferiores. Análisis de las 12 UTC. Modelo HRES-IFS

El perfil vertical atmosférico a las 12 UTC del día 15 (figura 5) muestra humedad elevada en niveles bajos y una capa inestable hasta unos 5 km aproximadamente, junto con una cizalladura vertical de viento, principalmente direccional, acusada en el primer kilómetro y algo menos hasta los 3 km, lo que se manifiesta en una hodógrafa anticiclónica en los niveles más bajos. Estas características son generales en las zonas próximas al golfo de Cádiz, según se aprecia en los mapas de CAPE y cizalladura en los 3 km inferiores (figura 5). Este perfil atmosférico, en presencia de un mecanismo de disparo como puede ser una banda frontal o prefrontal activa, favorece la generación de vorticidad vertical en las corrientes ascendentes a partir de la vorticidad horizontal asociada a la cizalladura vertical. Es un perfil típico de situaciones de tornado en Andalucía Occidental. La inestabilidad existente también podría generar una tromba marina por estiramiento brusco de vorticidad vertical superficial preexistente asociada a convergencias propias del régimen de brisas en el litoral.

4- Teledetección

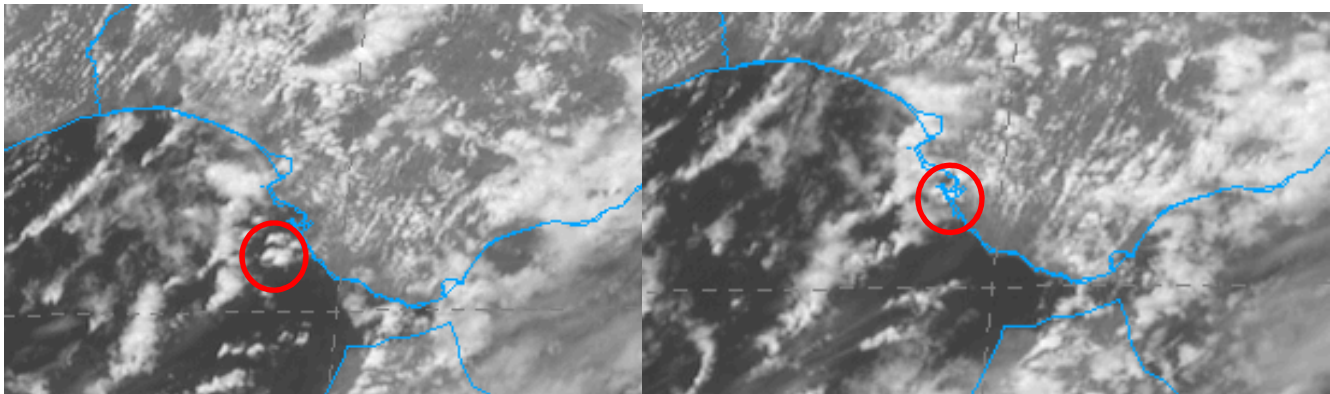


Figura 6. Meteosat-11, Canal HRVIS. Izquierda, imagen de las 1215 UTC, Derecha, imagen de las 1245 UTC. Se marca con un círculo rojo la célula probablemente responsable del fenómeno

En las imágenes de satélite se observa el desarrollo de líneas de nubosidad convectiva a partir de media mañana en la zona del golfo de Cádiz. Los desarrollos son más bien someros, llegando escasamente hasta los 4 ó 5 km de altura. A las 12:15 se observa ya en las imágenes del canal HRV de METEOSAT (fig. 6) una pequeña célula que se desplazará hacia el NNE, pasando por la zona del episodio a las 1300 UTC aproximadamente.

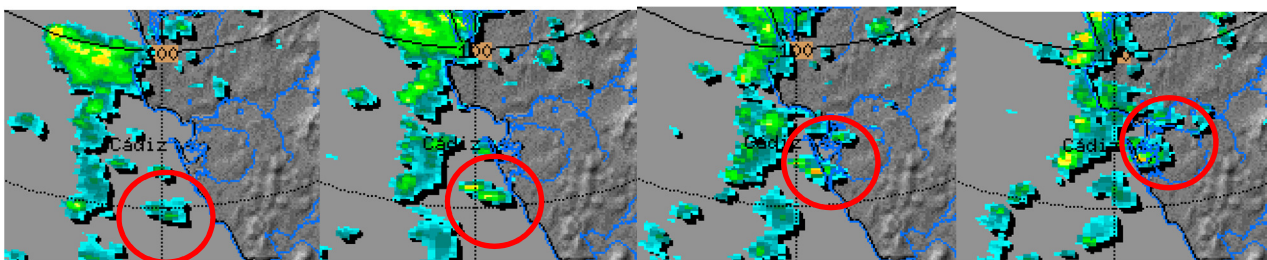


Figura 7. Radar de Sevilla. PPI de reflectividad, elevación 0.5°. Imágenes de las 1230, 1240, 1250 y 1300 UTC. Se marca con un círculo rojo la célula probablemente responsable del fenómeno

Las imágenes del radar de Sevilla (fig. 7) muestran también la existencia de dicha célula, independiente de la línea convectiva posterior, formada ya desde las 1230 UTC al menos. La lejanía al radar, la insuficiente resolución de las imágenes para el tamaño de la célula, el escaso desarrollo vertical y el posible apantallamiento, impiden apreciar claramente posibles estructuras que pudieran denotar organización en dicha célula, aunque en modo alguno descartan su existencia. De hecho, imágenes como éstas aparecen asociadas a tornados en Andalucía Occidental con cierta frecuencia. La zona queda fuera del alcance de los productos de viento radial, lo que impide explorar posibles estructuras rotatorias en la célula objeto de estudio.

No se produjeron descargas eléctricas al paso de la célula convectiva (figura 8), lo que es lógico, dado el escaso desarrollo vertical de la misma y, por otro lado, no es infrecuente en otros episodios de tornados en la zona objeto de estudio.

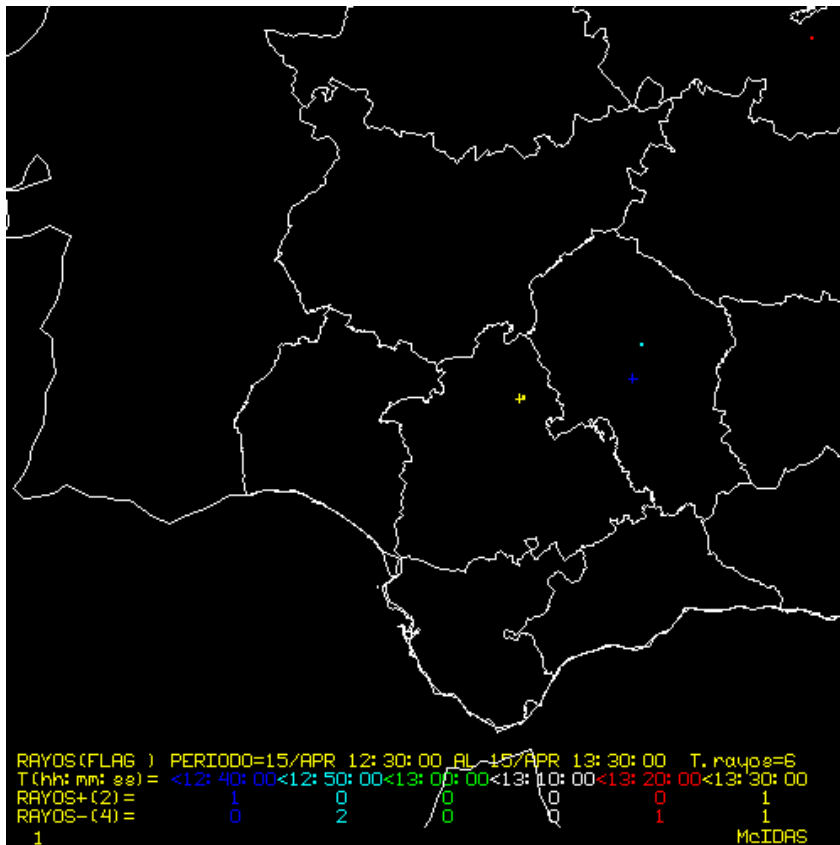


Figura 8. Descargas eléctricas nube-tierra detectadas en la red de AEMET entre las 1230 y las 1330UTC

Como conclusión de este apartado puede decirse que los datos de teledetección muestran una célula convectiva desarrollada al menos 45 minutos antes del episodio compatible con la generación de un tornado o tromba marina, bien por estiramiento de vórtices superficiales preexistentes o quizá más probablemente por transformación de vorticidad horizontal en vorticidad vertical en el seno de la corriente ascendente de la célula.

5- Datos de observación

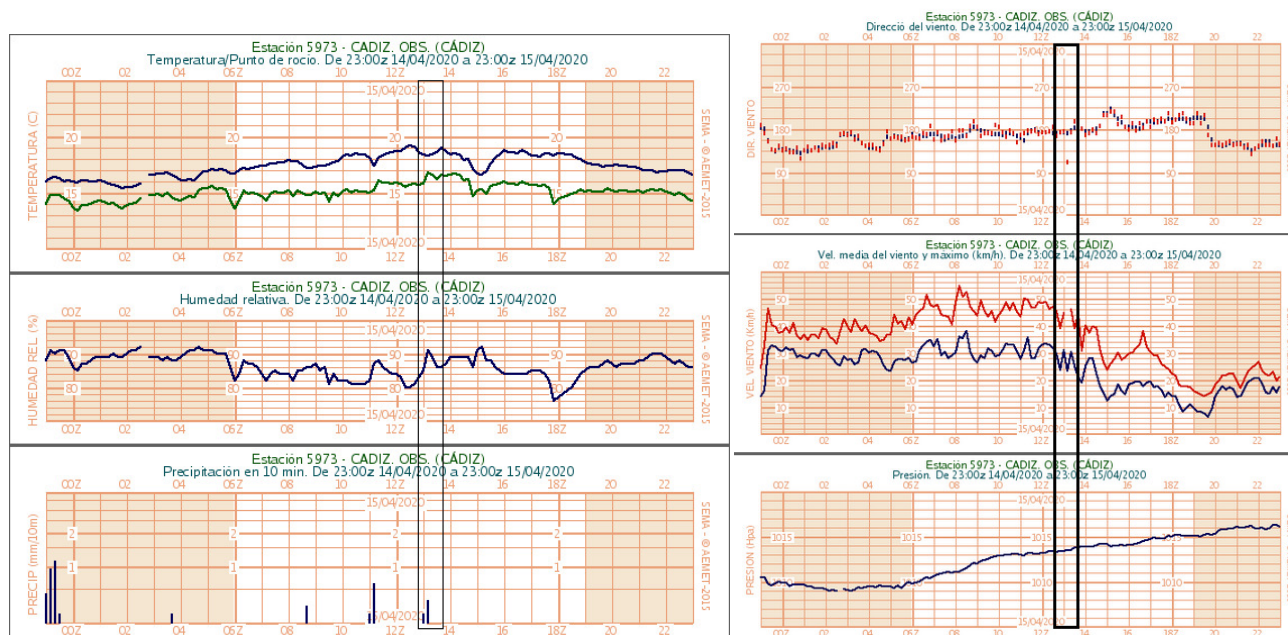


Figura 9. Registros del día 15/04/2020 de la estación de AEMET ubicada en el puerto deportivo de Cádiz, a escasos metros del paso del centro del remolino

Según el testimonio del observador de AEMET, el ciclón pasó por el puerto deportivo sobre las 15:05 h.l. La estación de AEMET ubicada en el puerto, a pocos metros del paso del centro del ciclón, es una SEAC de la red mesoescalar (RENOMS). Los registros en torno a esa hora muestran una precipitación débil justo antes de ese momento. Según nos informa el observador, el paso de la tromba arrancó la garita y rompió el cable de conexión al pluviómetro, motivo por el que no hay ningún registro de precipitación a partir del momento en que pasó, pese a que sí volvió a llover avanzada la tarde. En cuanto al registro de viento, venía soplando de rumbo sur desde varias horas antes, y el rumbo medio se mantiene casi constante a su paso y con posterioridad. La velocidad venía siendo en las horas previas de unos 30 km/h, con rachas entre 40 y 50 km/h. Al paso del ciclón se ha registrado una racha máxima de 138,6 km/h, con rumbo de 112°, registrada a las 13:04 UTC (lo que nos permite afirmar que esa es la hora exacta de paso del ciclón por el observatorio), que no ha quedado reflejada en el gráfico, pero sí ha sido validada y grabada en la BNDC. Este registro quedaría en el límite inferior de la categoría EF1. Por lo que se refiere al registro de presión, la resolución del sensor de presión es de décimas, sin embargo, solo registra un dato cada 10 minutos, de la presión promediada en los diez minutos anteriores, motivo por el que no llega a reflejarse el fenómeno en la gráfica. Sin embargo, el barógrafo tradicional sí ha registrado una caída instantánea de unos 6 hPa, como se aprecia en la figura 10 (fotografía que nos ha enviado el observador)

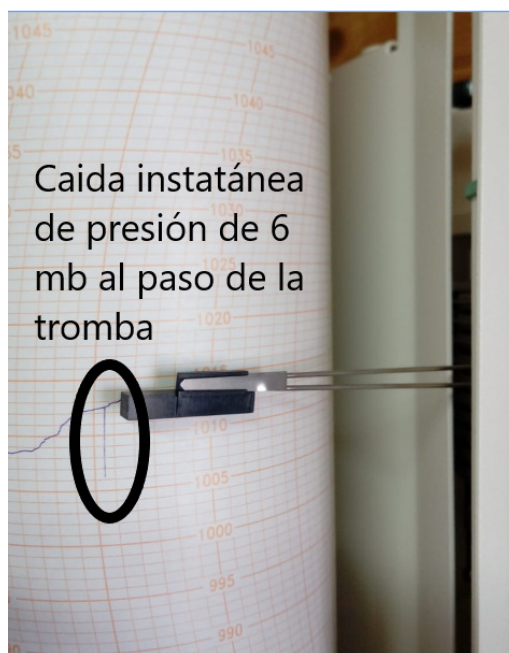


Figura 10. Registro de presión en el barógrafo tradicional del observatorio de Cádiz, donde se aprecia la caída instantánea de la presión al paso de la tromba.

6- Análisis de daños y testimonios del fenómeno

Gracias al testimonio de nuestro observador, tenemos conocimiento detallado de los daños en el entorno del observatorio. No tenemos constancia de ningún otro daño, ni en la zona -despoblada- de probable entrada desde el mar, cruzando el istmo de arena al sur de la ciudad, ni a la salida tras su paso por el observatorio, pese a que es posible que la tromba alcanzase al menos los muelles al NE del puerto deportivo, en el término municipal de Puerto Real. Los daños en el puerto deportivo consisten principalmente en barcos, principalmente canoas, catamaranes y pequeños veleros, que se encontraban en dique seco, volcados y desplazados varios metros. En el jardín meteorológico, que queda en el borde de la zona de daños, fue derribada la garita y roto el cable del pluviómetro, mientras que quedó indemne el mástil del anemómetro. Los árboles del entorno, principalmente pinos, también han sufrido daños, con grandes ramas rotas. Todos estos daños quedarían dentro de la categoría EF1 de la escala Fujita mejorada, con vientos estimados entre 138 y 178 km/h. Uno de los efectos más llamativos del paso del tornado ha sido la desaparición de un pantalán hecho de madera y metal, de un peso estimado del orden de una tonelada, que ha debido ser elevado más de dos metros para sacarlo del poste en el que estaba enganchado, y que no ha sido localizado en el entorno, lo que es un daño difícil de catalogar, pero probablemente refleja, al menos, una intensidad de viento de la parte alta de la categoría EF1.

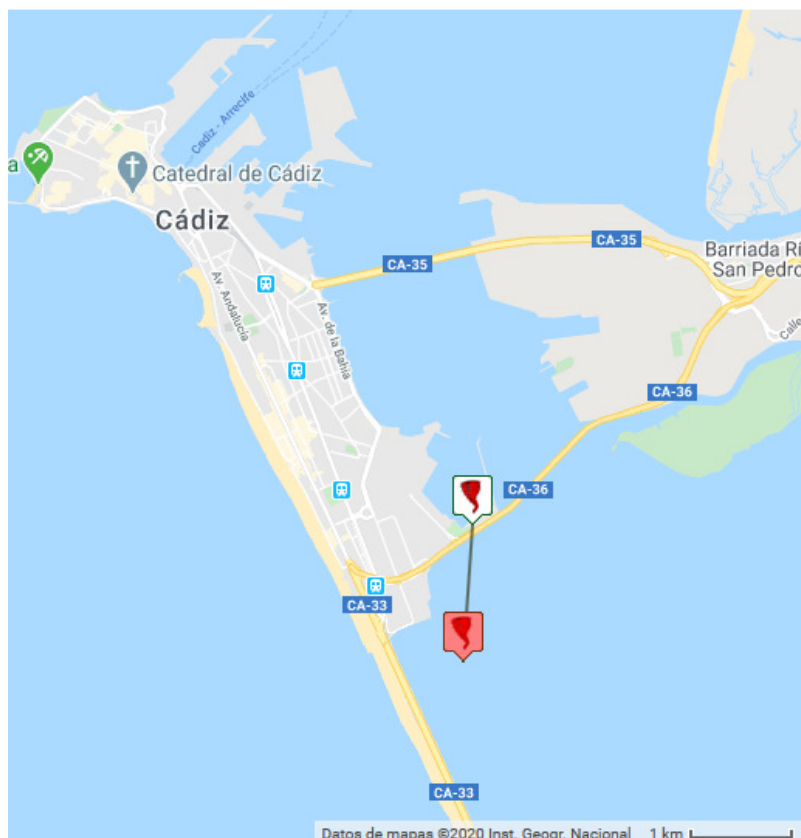
7- Conclusión

A partir de lo recogido en apartados anteriores se concluye que el pasado día 15 de abril, alrededor de las 13 UTC, las condiciones meteorológicas eran favorables para el desarrollo de convección organizada, las imágenes de satélite y radar muestran una célula convectiva capaz de generar un tornado y los registros gráficos, observacionales y el propio testimonio de un observador meteorológico de AEMET otorgan evidencia absoluta a la formación de una tromba marina que entró en tierra y causó los daños registrados.

Por todo ello, **se estima que con toda probabilidad el día 15 de abril alrededor de las 15 horas locales, una tromba marina de categoría EF1, con vientos máximos estimados entre 138 y 178 km/h, se desarrolló en el litoral atlántico entre Cádiz y San Fernando, atravesando el istmo y afectando a la zona portuaria de Elcano, en la ciudad de Cádiz, causando los daños registrados en dicha zona. Parece probable asimismo que continuara alguna distancia más hacia el NNE a través de la bahía de Cádiz, sin que conste que llegara a afectar a los muelles de Puerto Real ni al litoral norte de la bahía.**

Nota: La escala mejorada de Fujita está pendiente de ser adaptada a España, por lo que debe ser usada con precaución. Ni las características del arbolado ni las tipologías constructivas en EEUU son directamente extrapolables a España, de modo que la equivalencia entre marcadores de daño / grado de afectación y velocidad de viento estimada no tiene por qué ser la misma. La escala Torro es una escala de intensidades de viento, con estimación subjetiva de daños, y se utiliza como ayuda para contrastar y reducir el rango de velocidades de la escala EF

En anexo a continuación se muestra la zona afectada por el fenómeno:



Anexo: En fondo rojo, ubicación de la tromba reportada en Sinobas por el usuario DiegoPA, que la observó y fotografió en torno a las 15 h desde el sur de la ciudad de Cádiz. En fondo blanco, posición de la tromba a las 15:04 h.l., cuando barrió el puerto deportivo