

## Informe preliminar sobre la posibilidad de ocurrencia de tornado en Paradas y Marchena (Sevilla) el 30 de marzo de 2024 y madrugada del día 31

Juan de Dios Soriano Romero  
Delia Gutiérrez Rubio

### 1- Introducción

El día 30 de marzo, la borrasca Nelson enviaba sucesivas bandas nubosas que atravesaban la Península de oeste a este. Esa misma tarde se publican informaciones sobre daños por viento en Paradas y Marchena (Sevilla) alrededor de mediodía, que algunas fuentes atribuyen a tornados. Posteriormente se nos informa de otros daños por viento en Paradas durante la madrugada siguiente. En este informe preliminar se analiza la información de daños disponible y las características de la situación meteorológica para determinar la probabilidad de ocurrencia de tornado y las posibles zonas afectadas.

### 2- Entorno sinóptico

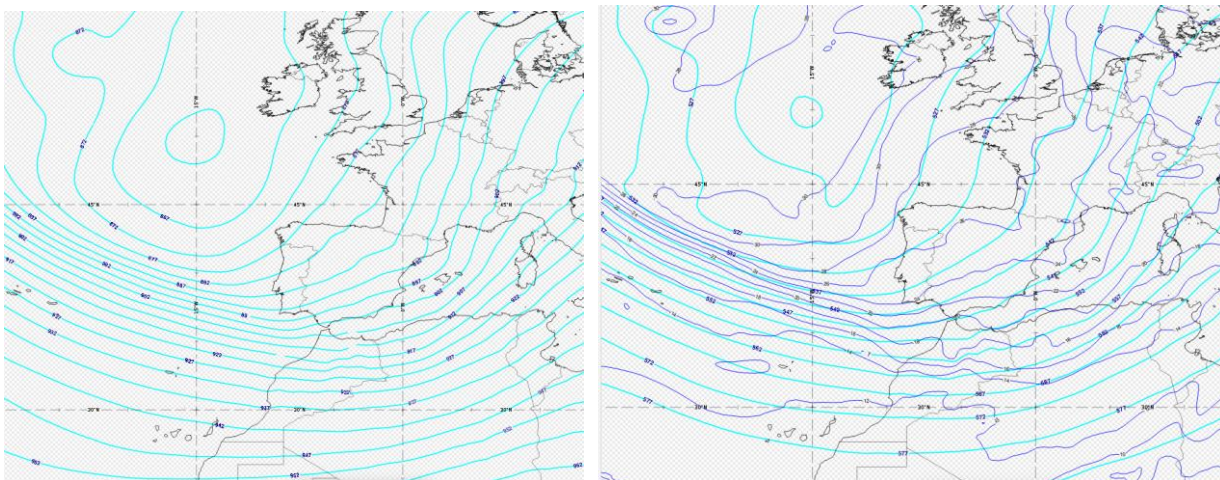


Figura 1. a) Análisis del modelo IFS del 30/03/2024 a las 12Z. Izqda.: geopotencial de 300 hPa. b) Geopotencial y temperatura de 500 hPa

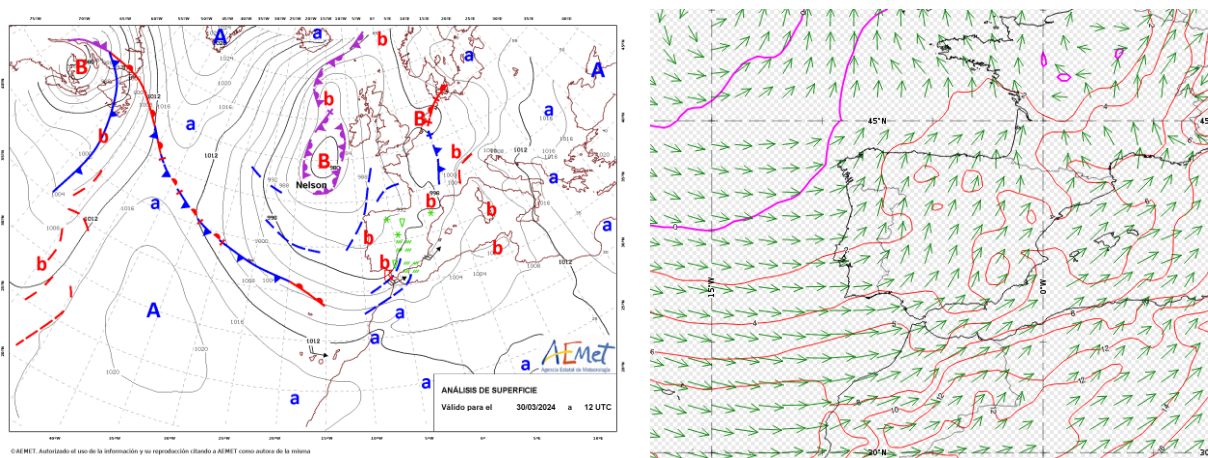


Figura 2. a) Análisis de superficie de las 12Z elaborado en el Centro Nacional de Predicción de AEMET. b) Viento y temperatura en 850 hPa, análisis de las 12Z del modelo IFS



En niveles medios y altos (fig.1) se observaba a las 12 UTC una amplia vaguada con marcada difluencia sobre la Península. La vaguada engloba una bolsa de aire frío en 500 hPa con temperaturas mínimas del orden de  $-30^{\circ}\text{C}$ , y alrededor de  $-22^{\circ}\text{C}$  sobre la zona de estudio. En superficie (fig.2a), la potente y amplísima borrasca se centra al suroeste de Irlanda, con un mínimo secundario sobre el extremo suroeste peninsular, con líneas de inestabilidad asociadas. El análisis de 850 hPa refleja la ondulación marcando una ligera advección cálida sobre la zona de interés.

Este entorno determina la existencia de inestabilidad dinámica y térmica, así como fuerte cizalladura vertical, lo que favorece la formación de convección organizada.

Una situación muy parecida (no mostrada) se daba durante la siguiente medianoche.

### 3- Parámetros convectivos

El perfil vertical atmosférico previsto a las 13 UTC por el modelo HARMONIE sobre la vertical de Paradas (fig. 3) mostraba muy elevada humedad hasta niveles altos, ligera inestabilidad y muy alta cizalladura vertical, especialmente en los primeros 3 km desde el suelo, donde llegaba a 37 KT.

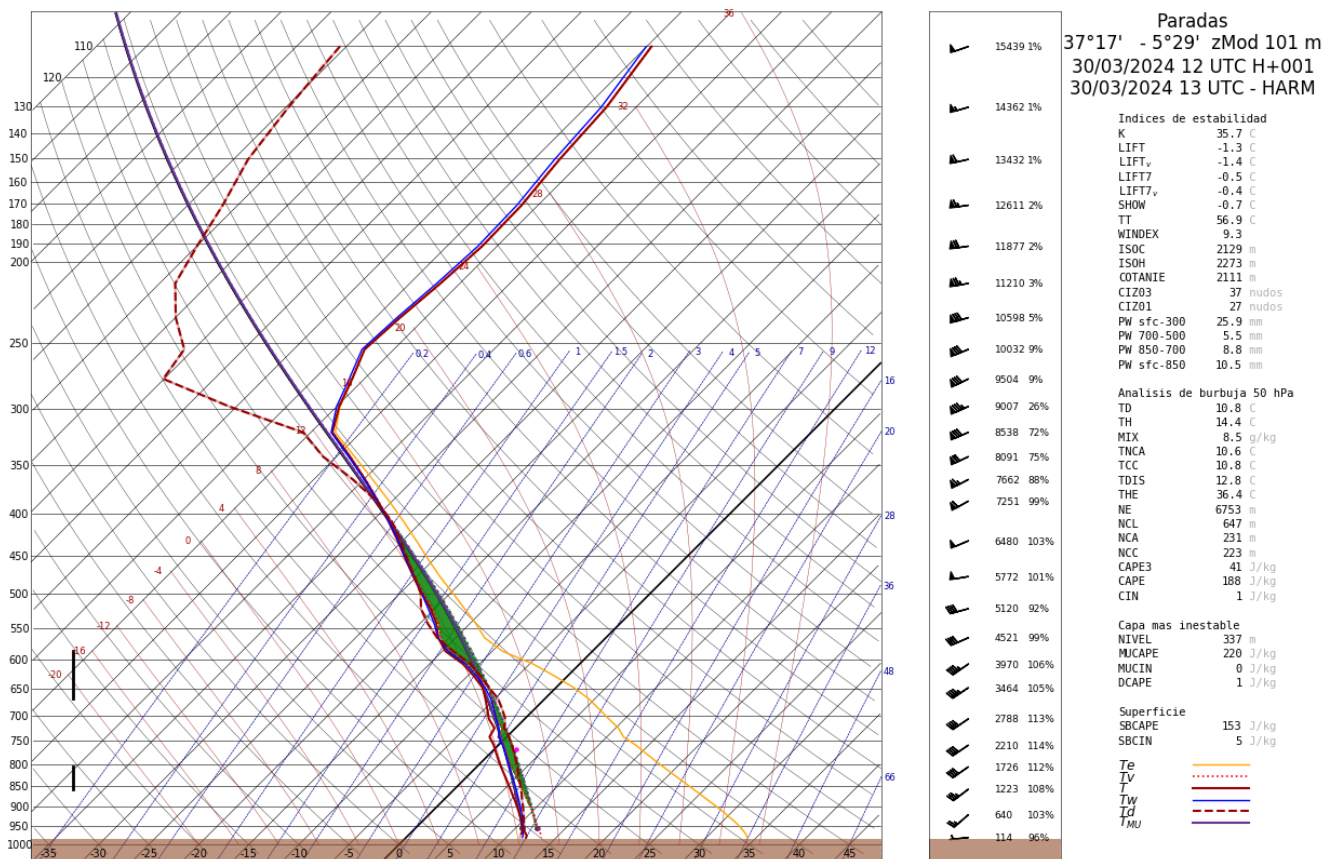


Figura 3. Modelo HARMONIE - AROME. Pasada de las 12Z del día 30/03/24. Perfil vertical previsto para las 13Z sobre la vertical de Paradas.

Similar era la previsión del modelo IFS, mostrada en los mapas de la figura 4, donde se observa en el bajo Guadalquivir un LI negativo, con CAPE superior a 50 J/Kg en los primeros 3 km y cizalladura significativa en niveles bajos. Estos valores definen una situación típica de convección HSLC (*High Shear Low Cape*), asociada frecuentemente a la aparición de convección organizada y ocasionalmente a tornados en Andalucía Occidental en esta época del año.

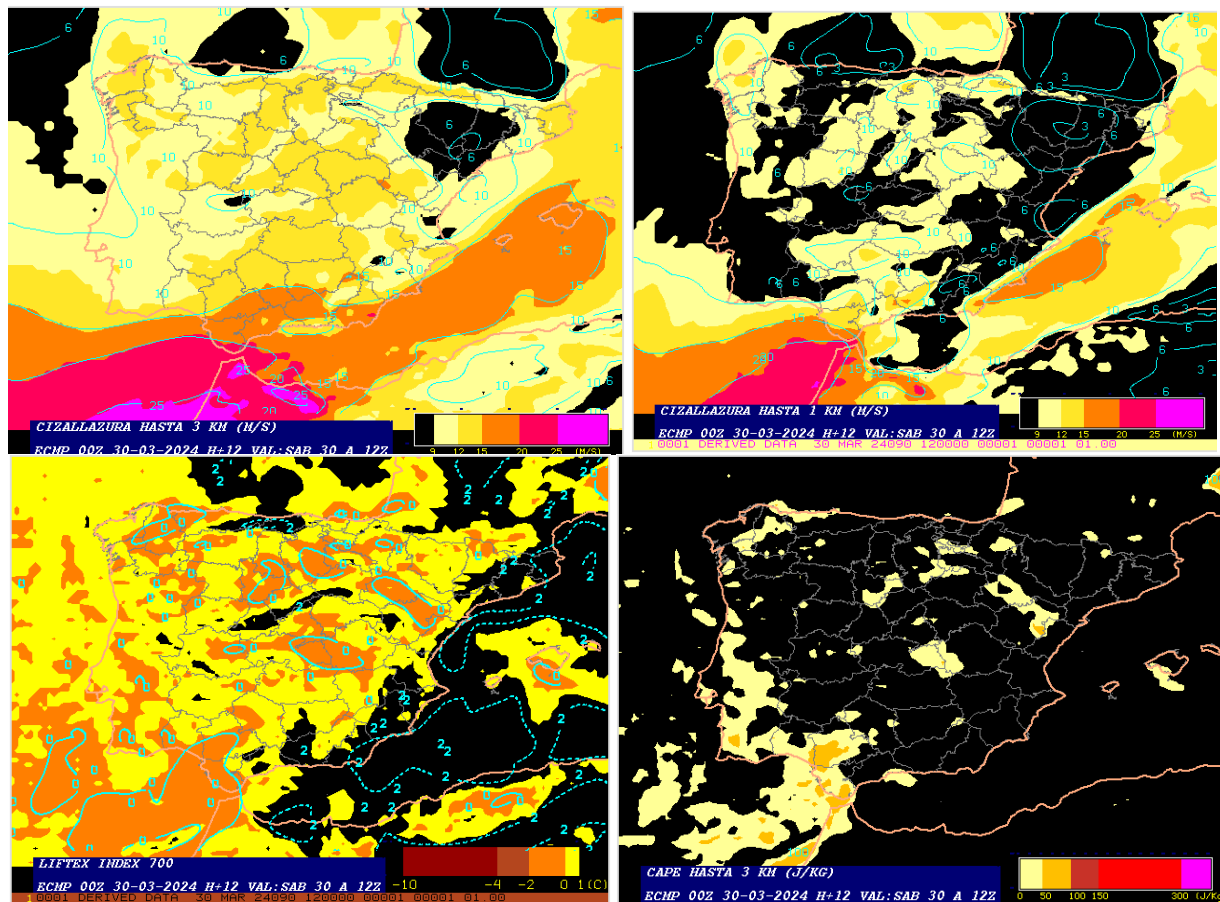


Figura 4. Modelo HRES-IFS. Análisis de las 00Z del día 09/12/22. Cizalladura hasta 3 y 1 km. Lifted index en 700 hPa y CAPE en los primeros 3 km.

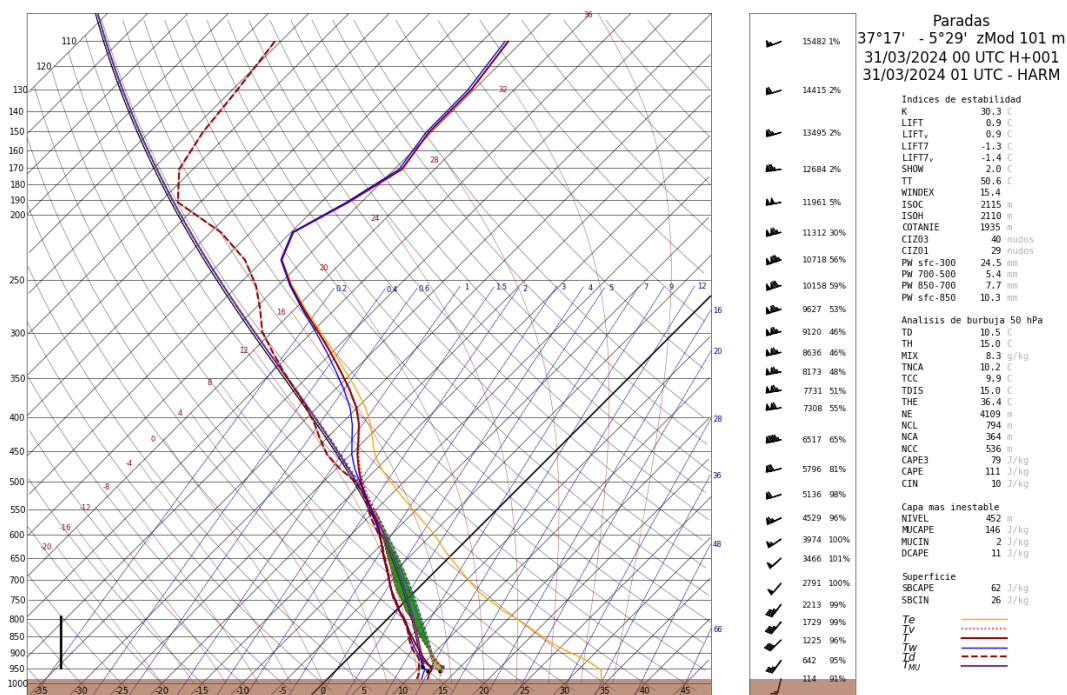


Figura 5. Modelo HARMONIE - AROME. Pasada de las 00Z del día 31/03/24. Perfil vertical previsto para las 01Z sobre la vertical de Paradas

La situación era parecida durante la madrugada siguiente, con la inestabilidad más concentrada en niveles bajos y muy elevada cizalladura en los 3 primeros km, como se observa en la figura 5

#### 4- Teledetección

Las imágenes de satélite (fig. 6 y 7) a las 13 UTC muestran una banda nubosa compacta y ondulada asociada a la baja secundaria descrita en el análisis sinóptico. En el centro de la ondulación, coincidiendo con la zona objeto de estudio se observa el desarrollo de nubosidad convectiva.

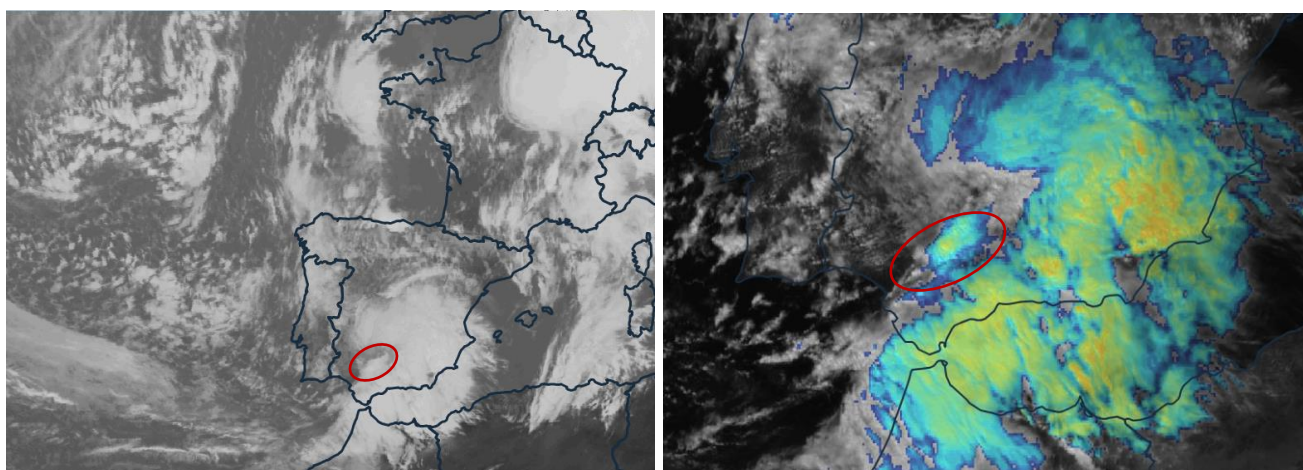


Figura 6. Meteosat 11. Canal IR108.1300 UTC. a) Imagen de las 1300 UTC. b) Imagen sándwich (recorte). Se marca en rojo la nubosidad convectiva en desarrollo

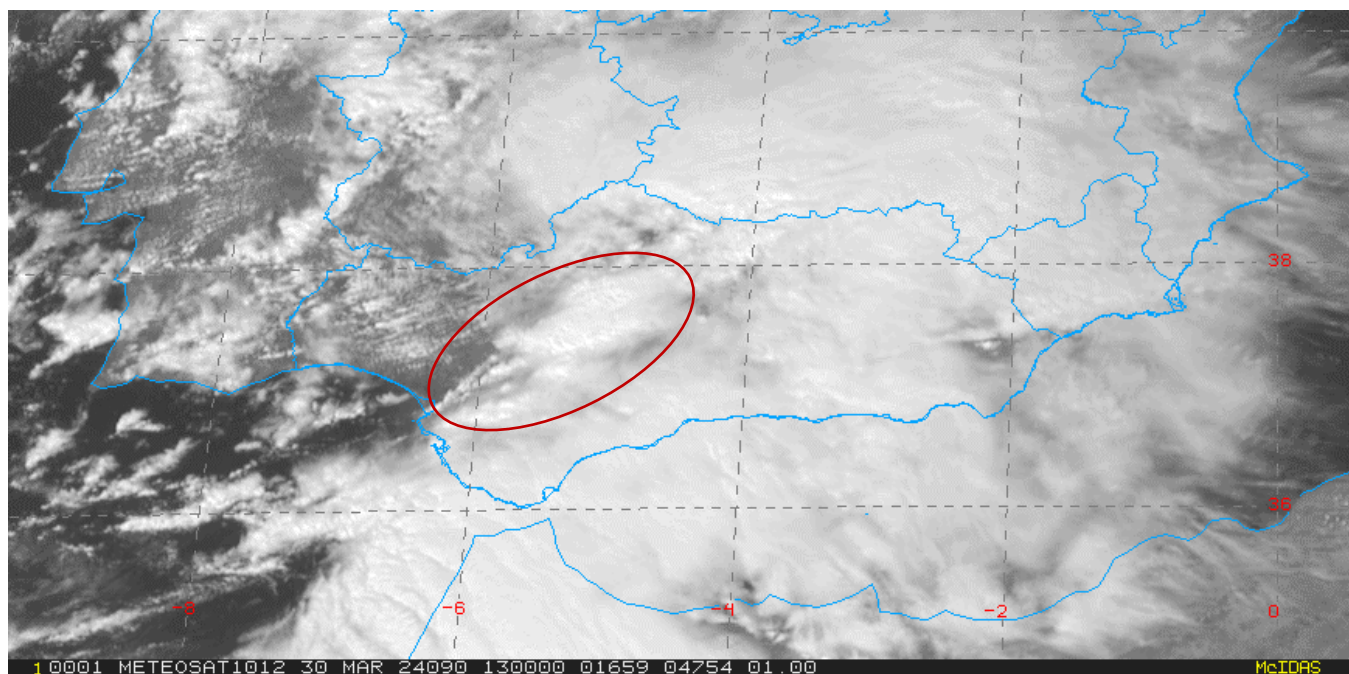


Figura 7. Meteosat 11. Canal HRVIS. Imagen de las 1300 UTC. Se marca en rojo la nubosidad convectiva en desarrollo

A las 00Z del día siguiente se observa (fig.8) un frente nuboso muy activo penetrando por el suroeste de la Península, con nubosidad prefrontal por delante con toques relativamente elevados.

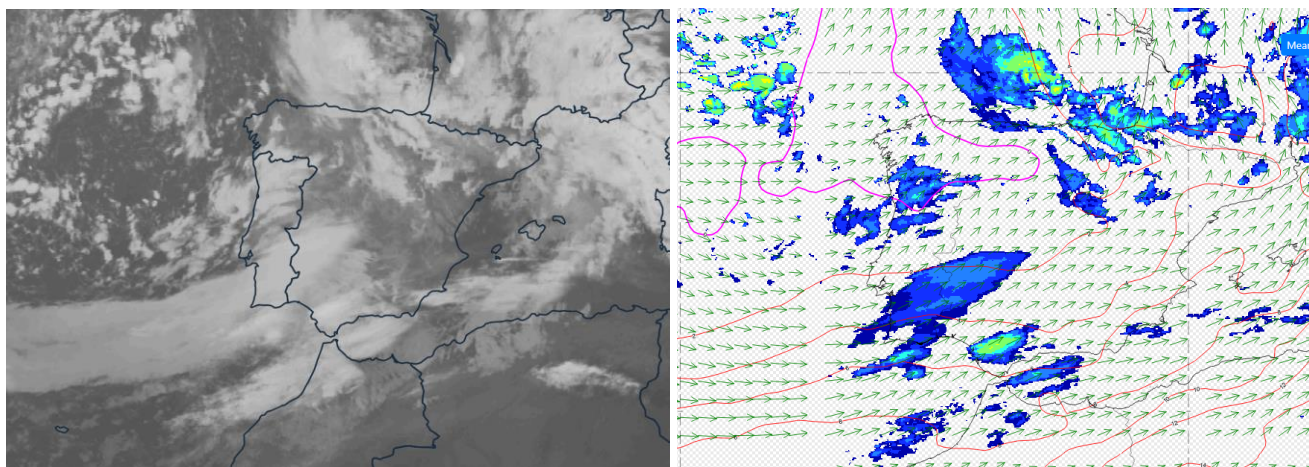


Figura 8. Meteosat 11. 00 UTC del día 31 a) Canal IR108. b) IR108 realzado con T y viento en 850 hPa

En las imágenes del radar de Sevilla (fig. 9) poco antes del episodio de mediodía se aprecia la existencia de convección embebida en una banda de precipitación extensa, con reflectividades máximas superiores a 50 dBZ

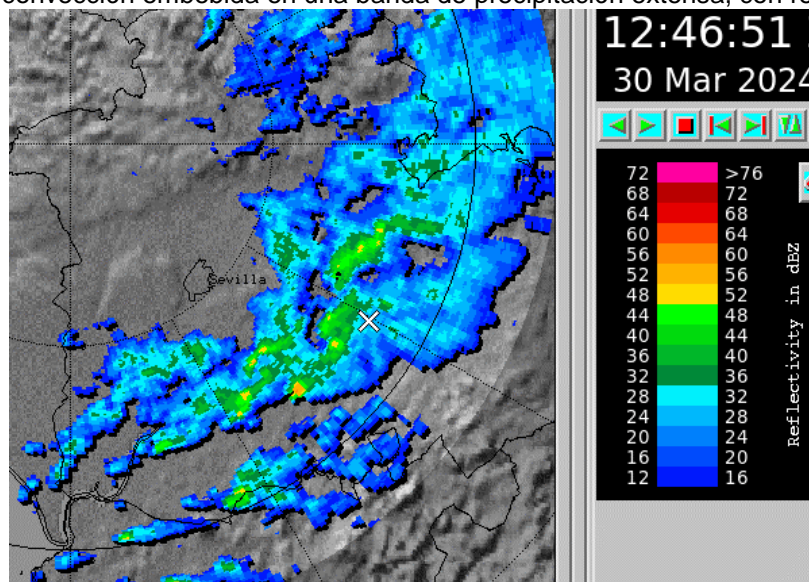


Figura 9. Radar de Sevilla. PPI de reflectividad de las 12:46 UTC del día 30. Elevación 0.5°. Se marca con un aspa la ubicación de Paradas

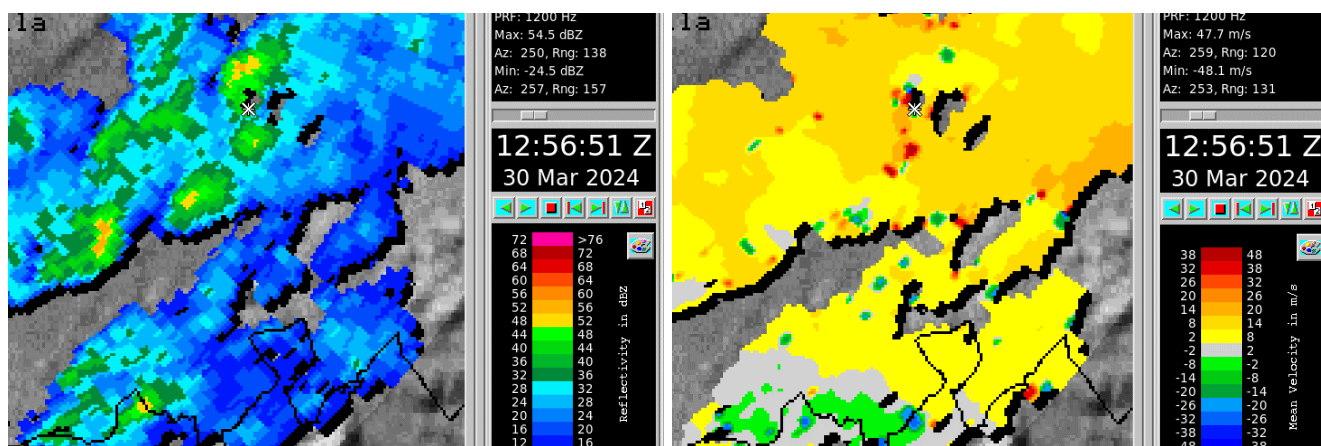


Figura 10. Radar de Sevilla. 12:56 UTC del día 30. Elevación 0.5°. Izqda.: PPI de reflectividad. Dcha.: Idem de viento radial, ligeramente suavizado para reducir el ruido. Se marca con un aspa la ubicación de Paradas.

En la exploración de las 12:56:51 UTC (fig.10) se observa inmediatamente al norte y noroeste de Paradas una célula especialmente desarrollada que muestra una ligera forma de gancho sobre dicha población en la imagen de reflectividad y signos de rotación en la imagen Doppler justo al noroeste de la misma. Justo al este del posible gancho aparece un hueco de reflectividad que puede ser real, pero también puede deberse al apantallamiento por la precipitación intensa inmediatamente al oeste de la misma. La imagen Doppler es bastante ruidosa, si bien los signos de rotación parecen mantenerse de forma coherente en al menos tres exploraciones radar consecutivas (fig. 11), la última de ellas menos clara, coincidiendo aproximadamente con la zona de Marchena.

Estos signos recuerdan a los que se observan en supercélulas, aunque de forma mucho más sutil. Suelen estar presentes en algunos episodios de tornado en Andalucía Occidental. No puede afirmarse con rotundidad que en este caso se trate de una célula de ese tipo, con un mesociclón persistente en su interior, pero en todo caso sí son compatibles con su existencia, y la posible ocurrencia de fenómenos relacionados con ese tipo de células, como un tornado o vientos fuertes asociados a la corriente descendente trasera.

No se detectaron descargas eléctricas asociadas a la célula que pasa sobre los puntos donde se observan daños, aunque sí en otra célula más al norte.

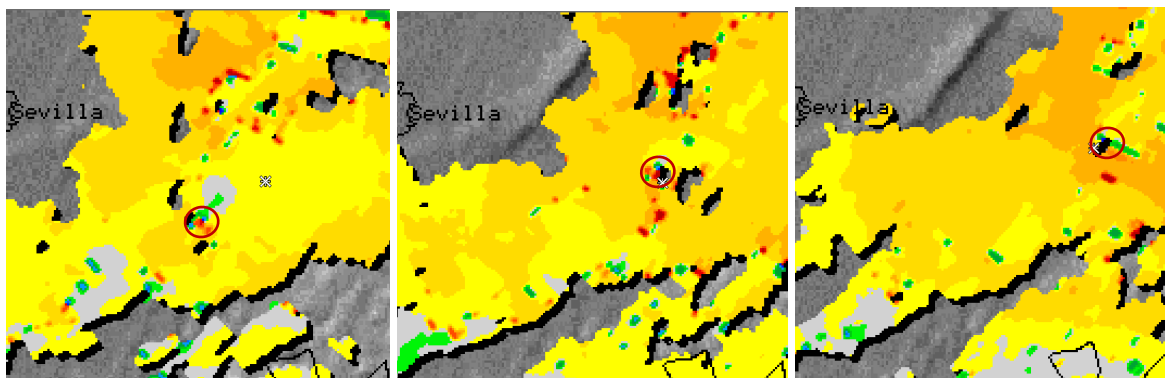


Figura 11. Radar de Sevilla. Elevación 0.5°. Imágenes de viento radial de las 1246, 1256 y 1306 UTC. Se marca con un aspa en las dos primeras la situación de Paradas y en la última de la derecha la situación de Marchena. Se señala con una elipse roja el posible vórtice en altura que podría estar relacionado con el episodio de viento fuerte.

No se conoce la hora exacta de ocurrencia del fenómeno de la noche siguiente, aunque puede ser alrededor de las 00:45 UTC. A las 00:36 (figura 12) se observa una célula convectiva acercándose a Paradas por el oeste. La imagen de viento radial es algo ruidosa, no habiendo evidencias claras de la existencia de vórtices en altura.

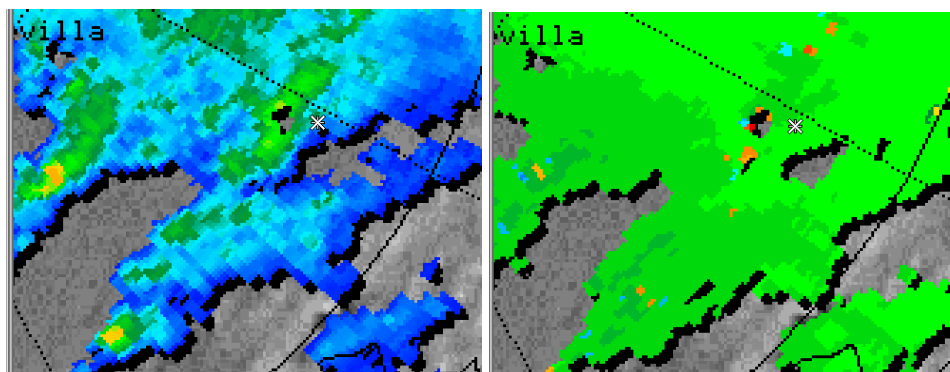


Figura 12. Radar de Sevilla. 00:36 UTC del día 31. Elevación 0.5°. Izqda.: PPI de reflectividad. Dcha.: Idem de viento radial. Se marca con un aspa la localización de los daños de los que se tiene constancia esa noche en Paradas.

Puede concluirse en este apartado que las imágenes de teledetección son compatibles con la posible ocurrencia de tornados u otros vientos intensos de origen convectivo en las zonas donde se tiene constancia de daños.

### 5- Datos de observación

Los datos de la EMA de la Base Aérea de Morón (fig.13), a unos 16 km al suroeste de Paradas, muestran el paso de un frente alrededor de las 13Z y otro menos definido por la noche, alrededor de la 01Z, con giro de vientos de SW a W y precipitaciones intensas. El registro de la EMA de Fuentes de Andalucía (no mostrado), a unos 23 km al noreste, es similar. En ambos casos, el viento máximo registrado es del orden de 50 km/h, que no justifica en absoluto los daños registrados, por lo que estos debieron estar producidos por vientos de origen convectivo y carácter local.

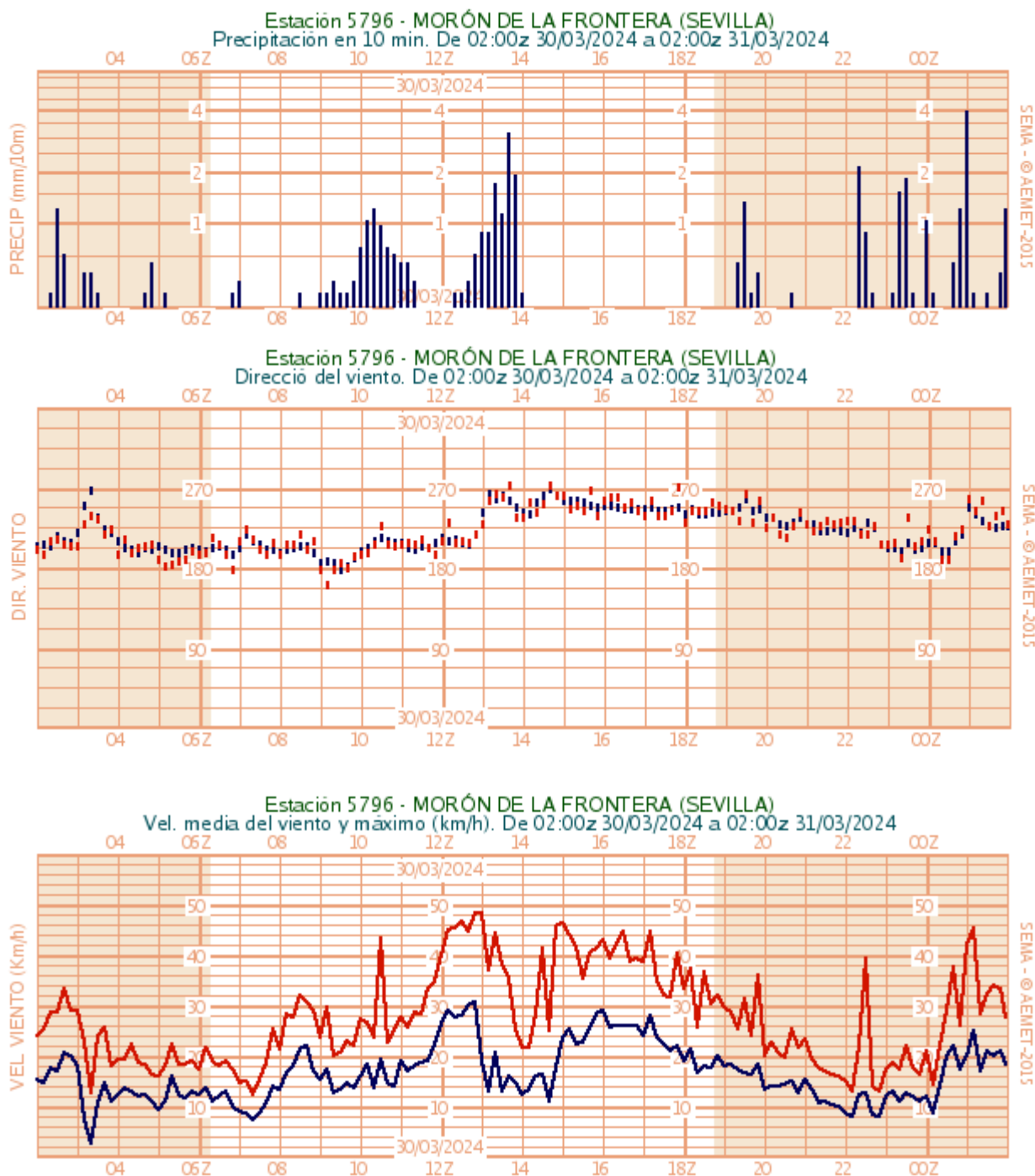


Figura 13. Registros de la estación automática de la base aérea de Morón hasta las 02 UTC del 31/3/2024

Se dispone también de datos de una estación particular en Paradas (fig. 14), aunque se desconoce la fiabilidad de sus registros. En ellos se observa un máximo relativo de viento medio, de 26 km/h a las 12:34 UTC y una precipitación muy intensa a continuación, con 22 mm en media hora. El dato de viento es compatible con la racha máxima registrada en Morón, de modo que la precipitación tan intensa no parece haber producido un frente de racha o reventón húmedo significativo. En la misma estación, por la noche los vientos medios máximos son del orden de 27 km/h, lo que también limitaría las posibles rachas a 50 km/h como máximo. Con las debidas reservas, puesto que no se dispone de datos de rachas o viento instantáneo, parece que ambos episodios de viento fuerte fueron muy localizados en determinados puntos de la población y no han sido registrados en las estaciones disponibles.

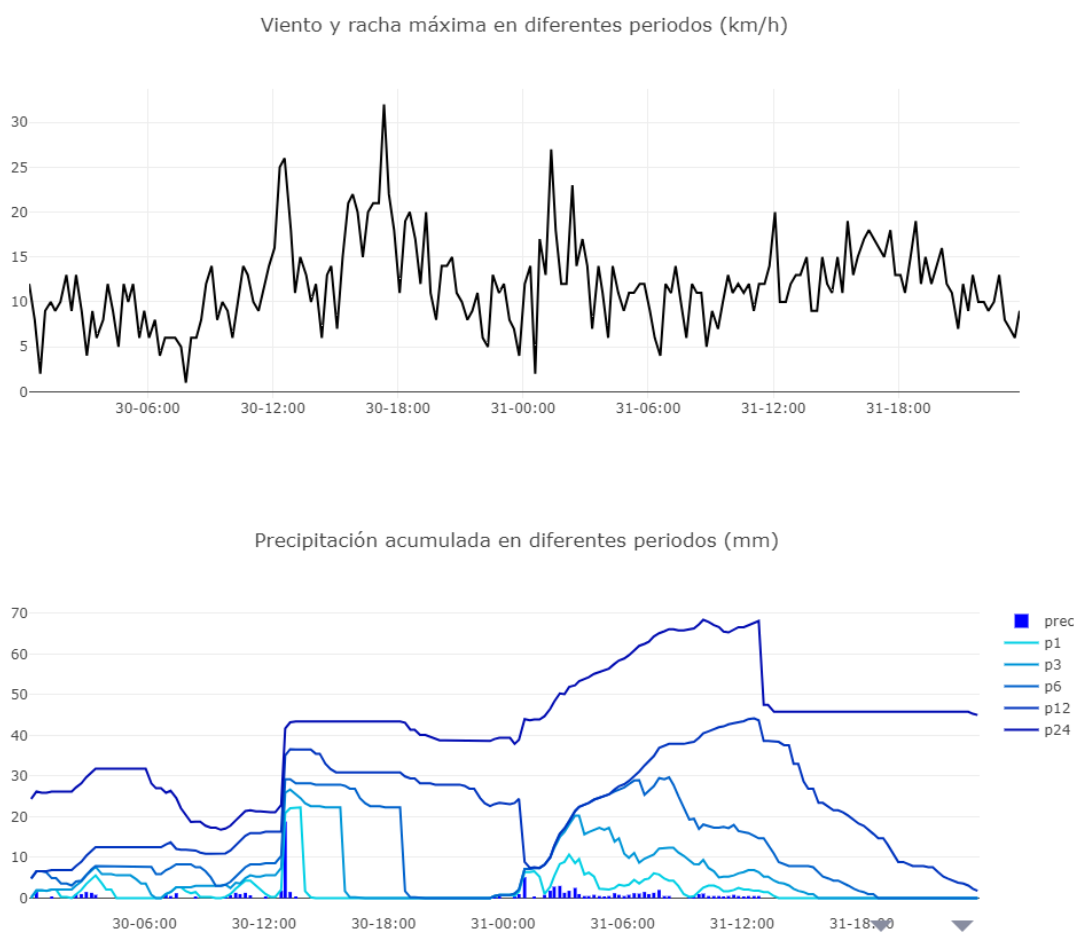


Figura 14. Registros de una estación meteorológica particular de Paradas. Fuente Meteoclimatic.

## 6- Análisis de daños

Las primeras noticias de los sucesos se publicaron el mismo día 30 por la tarde en diversos medios. Hablaban de “un pequeño tornado” que a primeras horas de la tarde causaba destrozos en zonas muy concretas del municipio de Paradas, y se mencionaba que algo similar había producido daños en la cercana población de Marchena. Se menciona en estos medios que “testigos afirman haber visto un remolino de 10 a 15 metros de ancho en Paradas.

Puestos en contacto el lunes día 1 con los ayuntamientos de Paradas y Marchena, se nos confirman estas informaciones, y concertamos visitas para inspeccionar in situ los daños el martes día 2. Debemos agradecer al alcalde y a un concejal del ayuntamiento de Paradas, así como a la Policía Local de Marchena, que nos atendieron y facilitaron detallada información, además de acompañarnos durante las visitas, así como al vecindario que nos



facilitó acceso a establecimientos dañados y diversos testimonios, e incluso una grabación desde la cámara de seguridad de la nave de una Sociedad Agrícola en Paradas.

En cuanto a horarios, en Paradas el alcalde estimaba que habría ocurrido a las 14:15. Otro testigo indicaba que sucedió “justo al empezar el partido del Sevilla”, a las 14 horas. La cámara de la nave mencionada registra el suceso en torno a las 09:32, no obstante, la persona que nos ha facilitado la grabación nos indicaba que el reloj de la cámara lleva un retraso aproximado de 5 horas. En Marchena, la policía local nos indicaba como hora de ocurrencia las 14:10 (lo que es coherente con los registros del 112 de incidencias a partir de las 14:11 mencionados más abajo).

Los responsables del ayuntamiento de Paradas nos informaron de un segundo episodio de daños por viento en el municipio que habría ocurrido en la madrugada del domingo, sobre las 02:45, más localizado en el entorno de las instalaciones deportivas municipales. El horario lo atribuyen los vecinos que se despertaron por el ruido. Teniendo en cuenta que esa noche se realizaba el cambio de hora, esa hora en realidad no existió, puesto que oficialmente los relojes a las 2 se adelantaban a las 3. No tenemos, por tanto, seguridad acerca de la hora. Si esos vecinos dejaron la hora cambiada por la noche, los hechos habrían sucedido a las 00:45 UTC. Si no la dejaron cambiada, habrían sido a las 01:45 UTC.

Solicitado al servicio de emergencias 112 un listado de incidencias por viento en la provincia, la primera incidencia en Marchena es registrada a las 14:11. El 112 no ha registrado ninguna incidencia en Paradas.

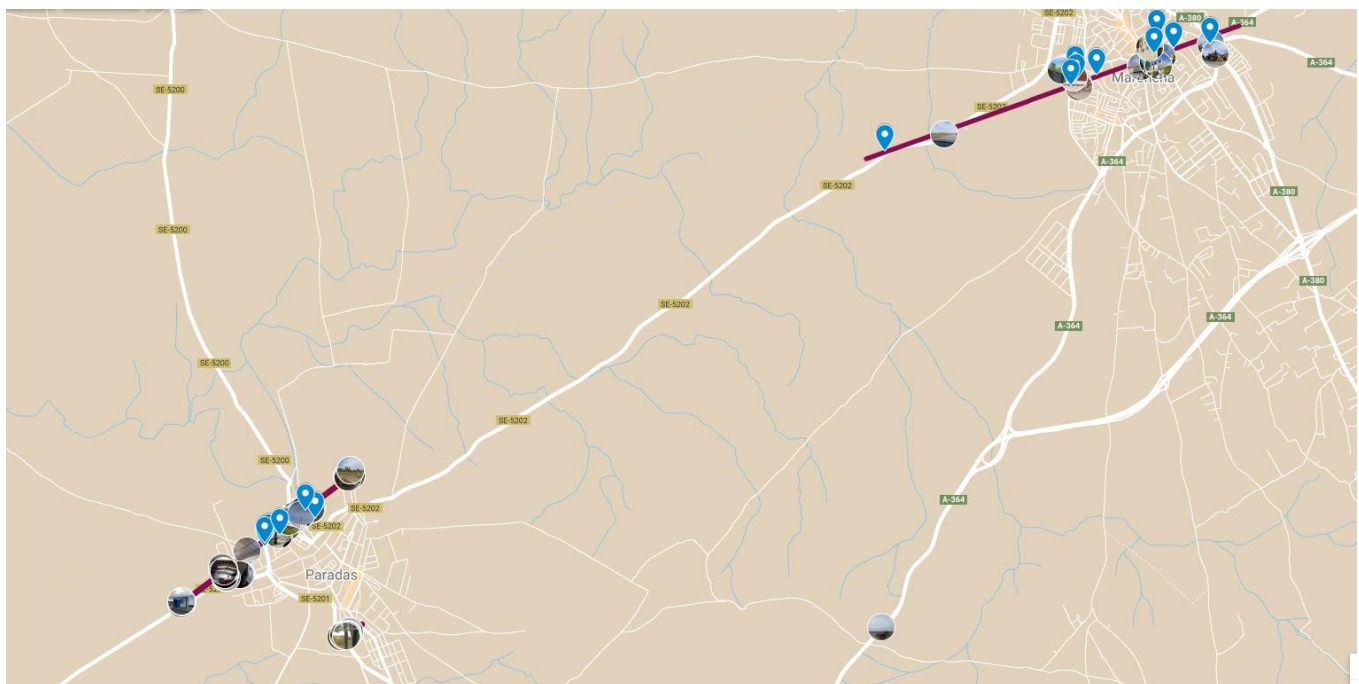


Figura 15. Mapa general con ubicación de los puntos donde tenemos referencias de daños en Paradas y en Marchena. Las líneas rojas son las trayectorias identificadas

Los daños en Paradas parecen organizarse en dos trayectorias paralelas con orientación SW-NE. La principal, del episodio de la tarde, tiene unos 2 km de largo, y un ancho máximo de unos 100 m. La segunda trayectoria, del evento sucedido en la madrugada, no hemos podido explorarla al detalle, centrándonos en la zona del entorno de las instalaciones deportivas, donde hemos identificado un rastro de daños de unos 200 m de largo y un ancho de unos 20m.

La trayectoria identificada en Marchena tiene una orientación algo más girada al W, una longitud de unos 3 km, y un ancho máximo de unos 200 m. Durante el trayecto en coche desde Paradas a Marchena no pudimos apreciar ningún daño (es verdad que se trata de tierra de cultivo con pocas posibles referencias) hasta las proximidades de Marchena, donde sí vimos dos señales de tráfico afectadas.



En Paradas pudimos recoger algunos testimonios directos que mencionaban cosas como un ruido “como el de un avión volando bajo” o que un coche se movía, pero ninguno directo del avistamiento del embudo, si bien el propio alcalde nos ha referido testimonios de quien sí lo vio.

Amablemente se nos ha facilitado la grabación de la cámara de seguridad de la nave de la SAT Franciscanos, ubicada dentro de la probable trayectoria. Se trata de una grabación de 49 segundos, entre las 09:31:57 y las 09:33:29, con una interrupción (presuntamente por el corte de luz que se nos ha referido) entre 09:32:12 y 09:32:55. La empresa nos dice que la hora que registra la cámara está retrasada 5 horas respecto a la hora real, es decir, habría ocurrido en torno a las 14:32, lo que coincide aproximadamente con el resto de los testimonios, que hablan de que ocurrió en torno a las 14:15 o, menos precisamente, después de las 14. Se aprecia un súbito enturbiamiento de la imagen, con agua y grandes chapas retorcidas que llegan volando desde el SE (en sentido perpendicular al del probable desplazamiento del fenómeno). Las chapas con toda probabilidad provienen de las naves afectadas en el recorrido previo, pues no hay naves colindantes al este de esa ubicación, sino que la trayectoria continúa en un olivar colindante por el E, donde aún quedaban restos de dichas chapas, así como grandes bidones de plástico procedentes de la cercana cooperativa olivarera ubicada al sur de la trayectoria, desplazados al menos unos 100 metros.

Los daños identificados en la trayectoria principal en Paradas son bastante continuos, y afectan principalmente a olivares, naves industriales, estructura de las casetas del recinto ferial, y algunos carteles y señales. La práctica totalidad de los mismos quedarían al menos en la categoría IF 1.5 de la escala International Fujita.

En cambio, los daños que hemos inspeccionado en la zona afectada por el segundo episodio, ocurrido en la madrugada siguiente, quedarían a lo sumo en la categoría IF 1.

En cuanto a los daños que hemos inspeccionado en Marchena, definen una trayectoria más larga y ancha, pero menos continua y, al tratarse de un entorno más urbano -pues ha atravesado de lleno el centro de la localidad- consisten más bien en algún arbolado urbano, algún muro aislado, cornisa, murete en azotea, y otros equipamientos como placas solares instaladas en azoteas. La intensidad de dichos daños sería de categoría IF1,5 a la entrada en la localidad, y probablemente más bien de categoría IF 1 en el centro y a la salida.

En este último municipio sólo hemos podido recoger el testimonio de un policía municipal que se encontraba de guardia y que lo definió como “mucho lluvia y viento” y que dató a las 14:10 la hora a la que sucedió.

De este apartado se concluye que con toda probabilidad un tornado barrió el norte de la población de Paradas a primera hora de la tarde. En la madrugada siguiente, otro episodio de algún tipo de rachas convectivas habría afectado al sur de la localidad.

En Marchena la trayectoria lineal que dibujan los daños también invita a pensar que pueda haberse tratado de un tornado, que entrase desde el WSW hacia el centro de la población, y que fuese perdiendo fuerza al paso por la misma.

Ambas trayectorias no están orientadas exactamente igual, y los diversos testimonios no permiten datar con certeza el horario del evento de Paradas, pero algunas informaciones son compatibles con que los sucesos fueran consecutivos en el tiempo. Por tanto, podría haberse tratado de un único tornado (teniendo en cuenta que en los 5 km sin daños hay pocas posibles referencias, y se ha explorado sólo visualmente desde el vehículo durante el desplazamiento) o bien de dos consecutivos, probablemente asociados a la misma célula.



Pol. Industrial Los Alberos de Paradas. Daños en naves (construcción tipo C, menos de 2/3 de destrucción). Categoría IF 1.5



Paradas. Muro de ladrillo muy débil (categoría Z) casi derruido.  $IF \geq 1$



Paradas. Estructuras de casetas (Categoría A) derribadas. IF  $\geq 1.5$



Paradas. Tejado de nave (categoría AB) casi destruido. IF  $\geq 1$



Paradas. Campo de fútbol. Muro aislado de bloques de hormigón sin relleno ni refuerzo (categoría).parcialmente derruido. IF1.



Marchena. Señal de tráfico inclinada. IF 1.5



Marchena. Murete de azotea (categoría A) derribado. IF  $\geq 1.5$



Marchena. Muro aislado (categoría Z) derribado. IF  $\geq 1$



Marchena. Daños en cornisa (categoría TS). IF 1

## 7- Conclusión

El análisis de los daños producidos por el viento a mediodía muestra trazas largas y estrechas tanto en Paradas como en Marchena, típicas de tornado. La situación meteorológica era compatible con la ocurrencia de tornados y a la hora de los eventos se observa una célula convectiva desarrollada que podría haber producido tornados. Los daños de la noche también muestran una traza lineal, pero en este caso más corta. Asimismo, son incompletos, y la hora exacta de ocurrencia es desconocida, lo que impide relacionar el evento con cierta seguridad con una determinada estructura convectiva. No obstante, los daños no pueden explicarse con el viento sinóptico general, como en el caso de mediodía, por lo que debieron tener un origen convectivo.

Por todo ello, se estima que el día 30 de marzo de 2024, entre las 13 y las 13:30 UTC, un tornado produjo daños en una franja de unos 2 km de largo y unos 100 m de ancho en Paradas y otro tornado, sin descartar que se tratara del mismo, produjo daños en Marchena en una franja de 3 km de largo y 200 m de ancho. En ambos casos, los tornados habrían alcanzado la categoría de IF 1.5 en la escala Internacional Fujita, con una velocidad máxima estimada del viento de unos 180 km/h. Asimismo, se estima que durante la madrugada se produjo algún fenómeno de viento fuerte de origen convectivo que habría alcanzado una intensidad máxima de IF 1 con un viento máximo estimado de unos 150 km/h.