

## Informe preliminar sobre la posibilidad de ocurrencia de tornado en El Puerto de Santa María (Cádiz) el 4 de marzo de 2018

Juan de Dios Soriano Romero

### 1- Introducción

En mitad de una sucesión de temporales del oeste, con fuertes rachas de viento e intensas precipitaciones, el 4 de marzo nuevas bandas nubosas penetraban por las costas del Golfo de Cádiz. A lo largo de la tarde aparecen noticias en redes sociales y prensa de internet acerca de la posible ocurrencia de tornados en el Algarve y puntos de Huelva, incluso con fotos y vídeos del fenómeno. Más tarde comienzan a aparecer también informaciones sobre un posible tornado que habría afectado a Puerto Sherry, en El Puerto de Santa María, a las 20:20 horas aproximadamente, causando importantes daños. Las informaciones aparecen ampliamente ilustradas, aunque son un tanto confusas al principio. Al día siguiente se realiza visita de campo a dicha población. Después se amplía información de diversas fuentes, entre otras la dirección de Puerto Sherry y una peritación del Consorcio de Compensación de Seguros, además de nuevos vídeos y fotos aparecidos en redes sociales. En el presente informe se analizan los daños registrados, las observaciones disponibles y las condiciones meteorológicas, para obtener una conclusión sobre el tipo de fenómeno ocurrido y su intensidad.

### 2- Entorno sinóptico

#### ECMWF Analysis VT:Monday 5 March 2018 00UTC 300hPa StrmIn / Wind Speed

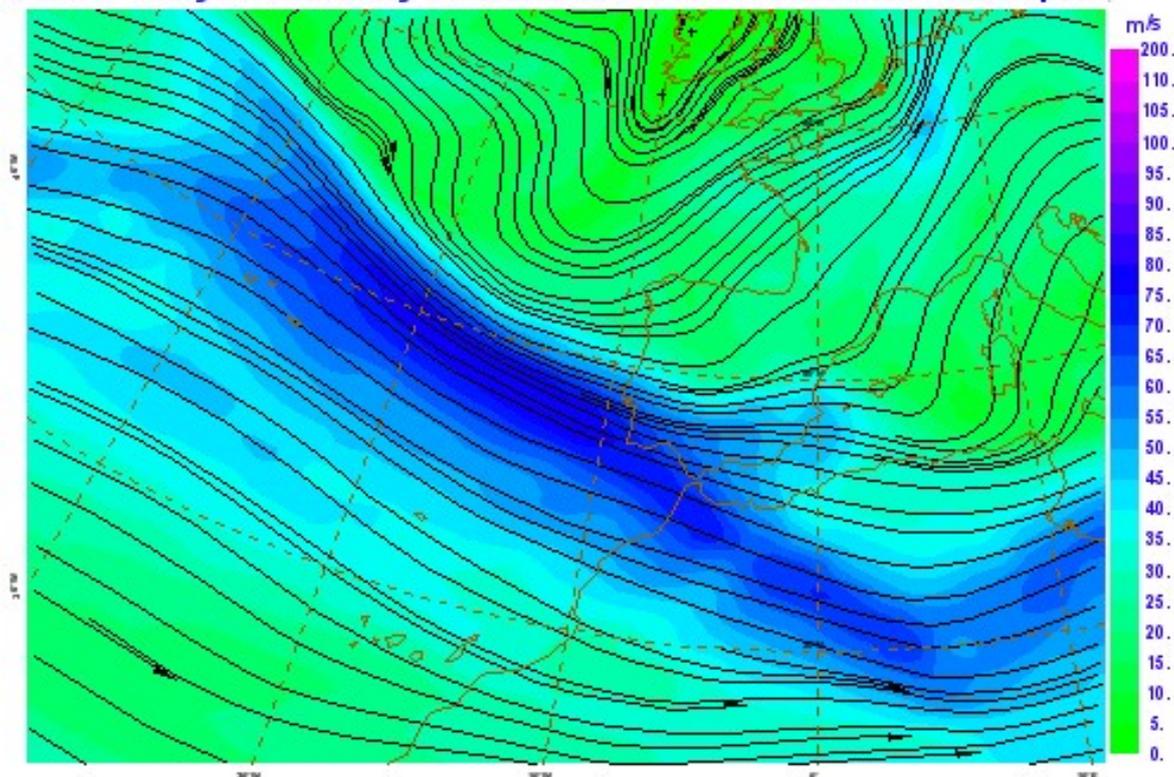


Figura 1. Líneas de corriente e isotacas en 300 hPa. Análisis de ECMWF del día 4 de marzo a las 18 UTC

ECMWF Analysis VT: Sunday 4 March 2018 18UTC 500hPa Temperature/ Geopotential

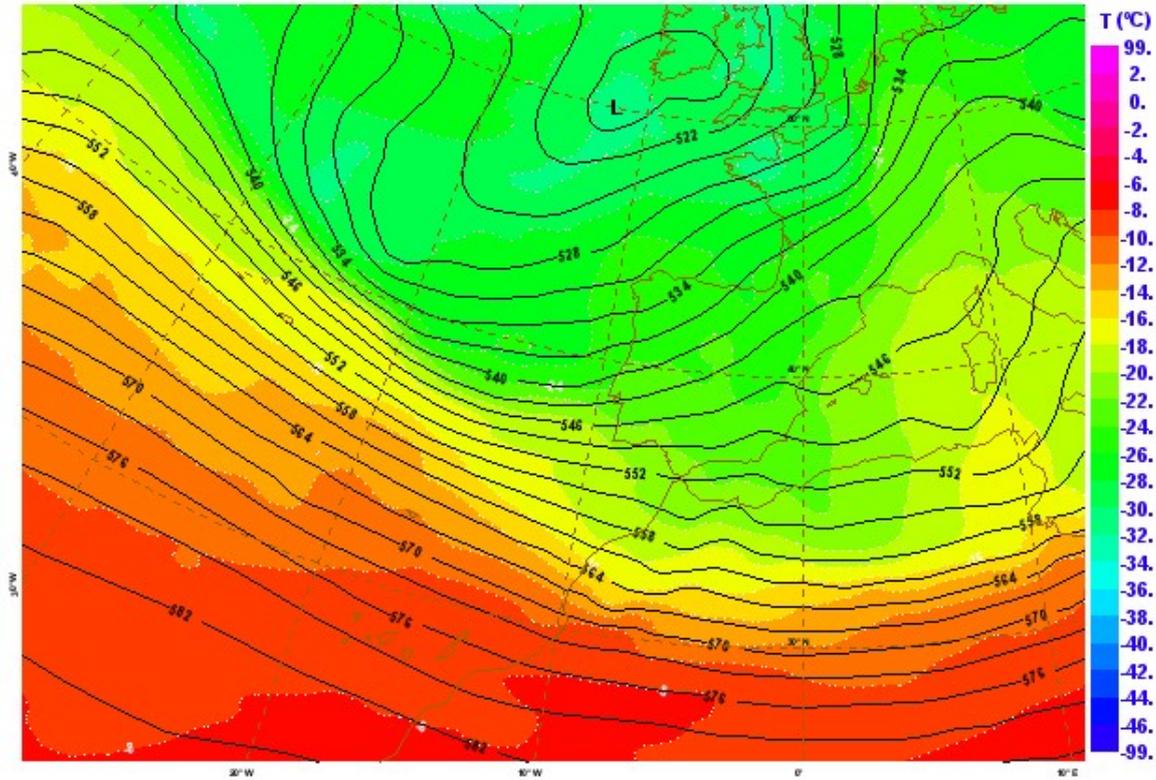


Figura 2. Geopotencial y temperatura en 500 hPa. Análisis de ECMWF del día 4 de marzo a las 18 UTC

ECMWF Analysis VT: Sunday 4 March 2018 18UTC 850hPa Temperature/ Mean sea level pressure

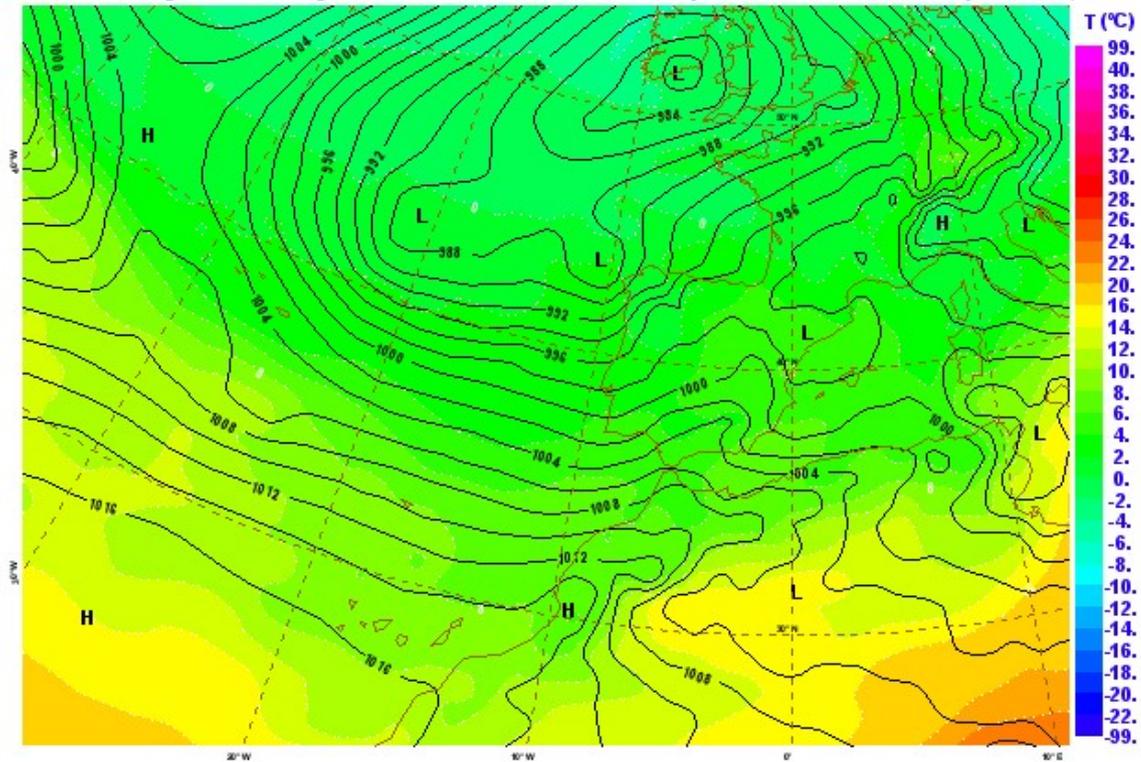


Figura 3. Presión reducida al nivel del mar y temperatura en 850 hPa. Análisis ECMWF del día 4 de marzo a las 18 UTC

Los análisis del modelo operativo del Centro Europeo del día 4 a las 18 UTC (fig. 1, 2 y 3) muestran una extensa borrasca atlántica dominando la situación meteorológica sobre la Península, con marcado flujo húmedo del suroeste sobre las costas del golfo de Cádiz. Se aprecia una cierta advección cálida coincidente con el giro ciclónico de las isobaras. En altura existe un flujo de viento muy intenso, con marcada difluencia sobre el suroeste peninsular. La situación favorece la existencia de cierta inestabilidad y fuerte cizalladura, condiciones que permiten la aparición de convección organizada. Esta situación sinóptica es similar a otras en las que se generaron tornados en la misma zona y época del año.

### 3- Parámetros convectivos

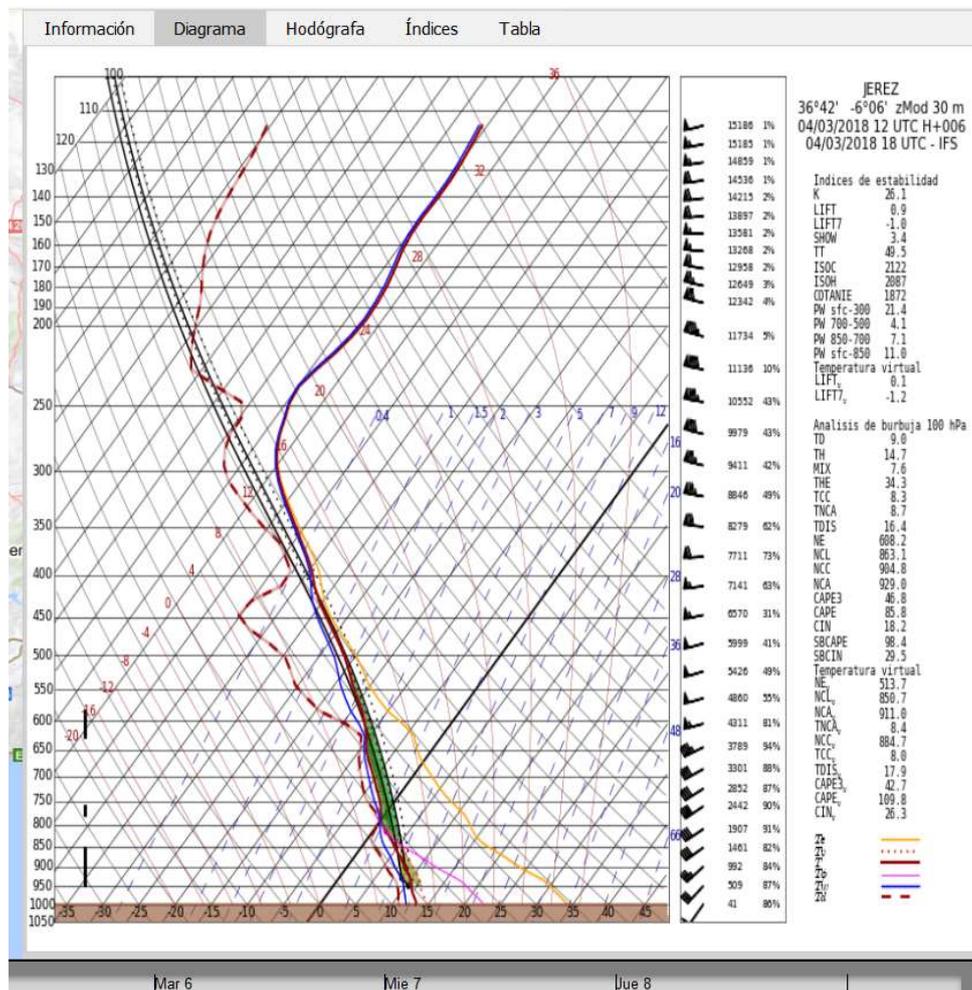
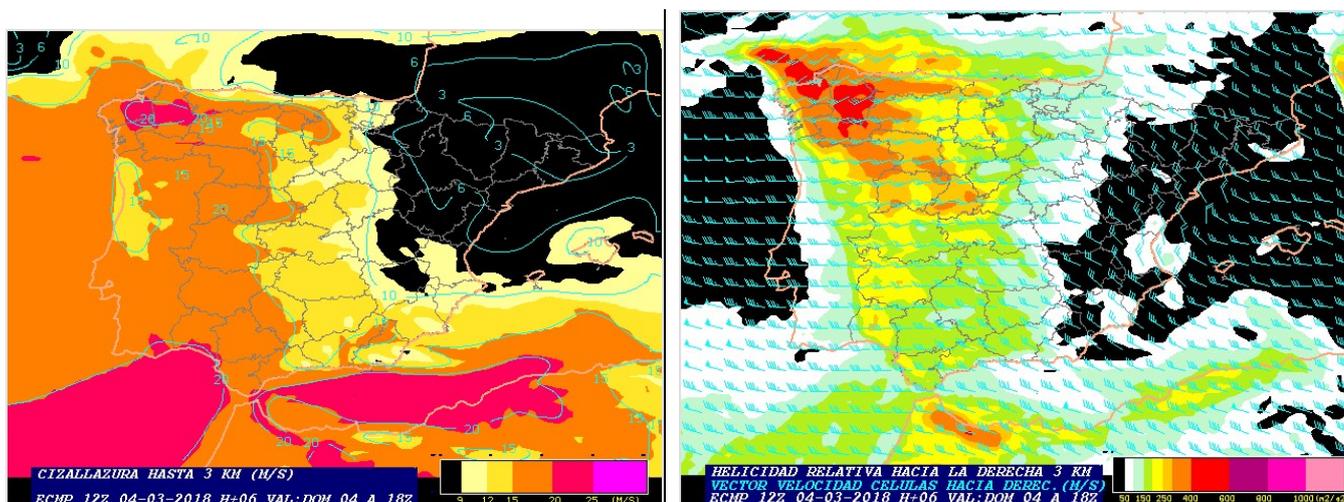


Figura 4. Modelo ECMWF. Pasada del día 4/3/18 las 12Z. Pronóstico HH+06. Perfil vertical previsto sobre el aeropuerto de Jerez

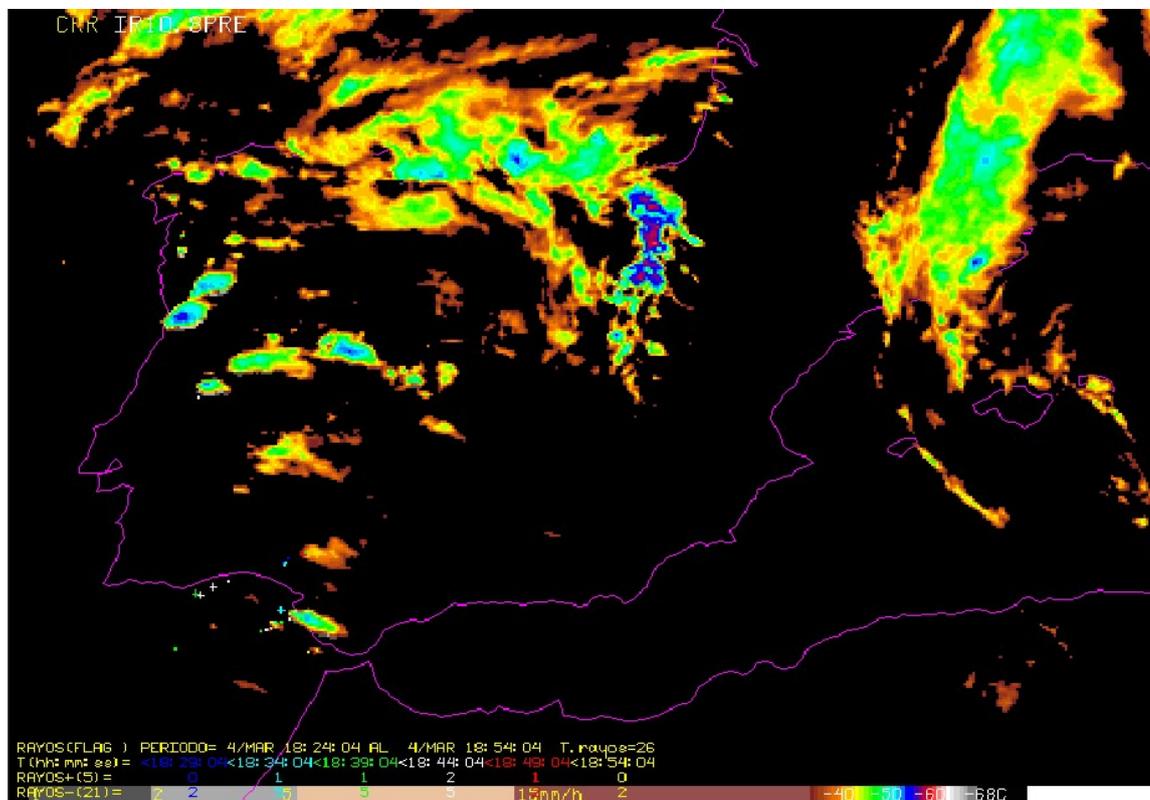
El perfil atmosférico (fig. 4) durante la tarde reflejaba las condiciones descritas en el apartado anterior, con inestabilidad concentrada en niveles bajos y fuerte cizalladura de viento en esos niveles inferiores, tanto de intensidad como de dirección. El giro de viento en niveles bajos era indicativo también de la advección cálida existente en dichos niveles. La humedad era muy elevada también en los niveles más cercanos al suelo.



**Figura 5. Cizalladura vertical y helicidad relativa a la tormenta hacia la derecha en los primeros 3km. Modelo ECMWF. Pasada de las 12Z. Pronóstico HH + 06**

La cizalladura vertical era especialmente significativa sobre el litoral, con valores superiores a 20 m/s en los primeros 3 km. También era muy significativa la helicidad relativa a la tormenta hacia la derecha, tanto en la provincia de Huelva como en el interior del litoral norte de Cádiz, lo que era indicativo del potencial de transformación de vorticidad horizontal en vertical con los desarrollos convectivos. Este tipo de perfiles es característico de muchos episodios de tornado en Andalucía Occidental en esta época del año.

#### 4- Teledetección

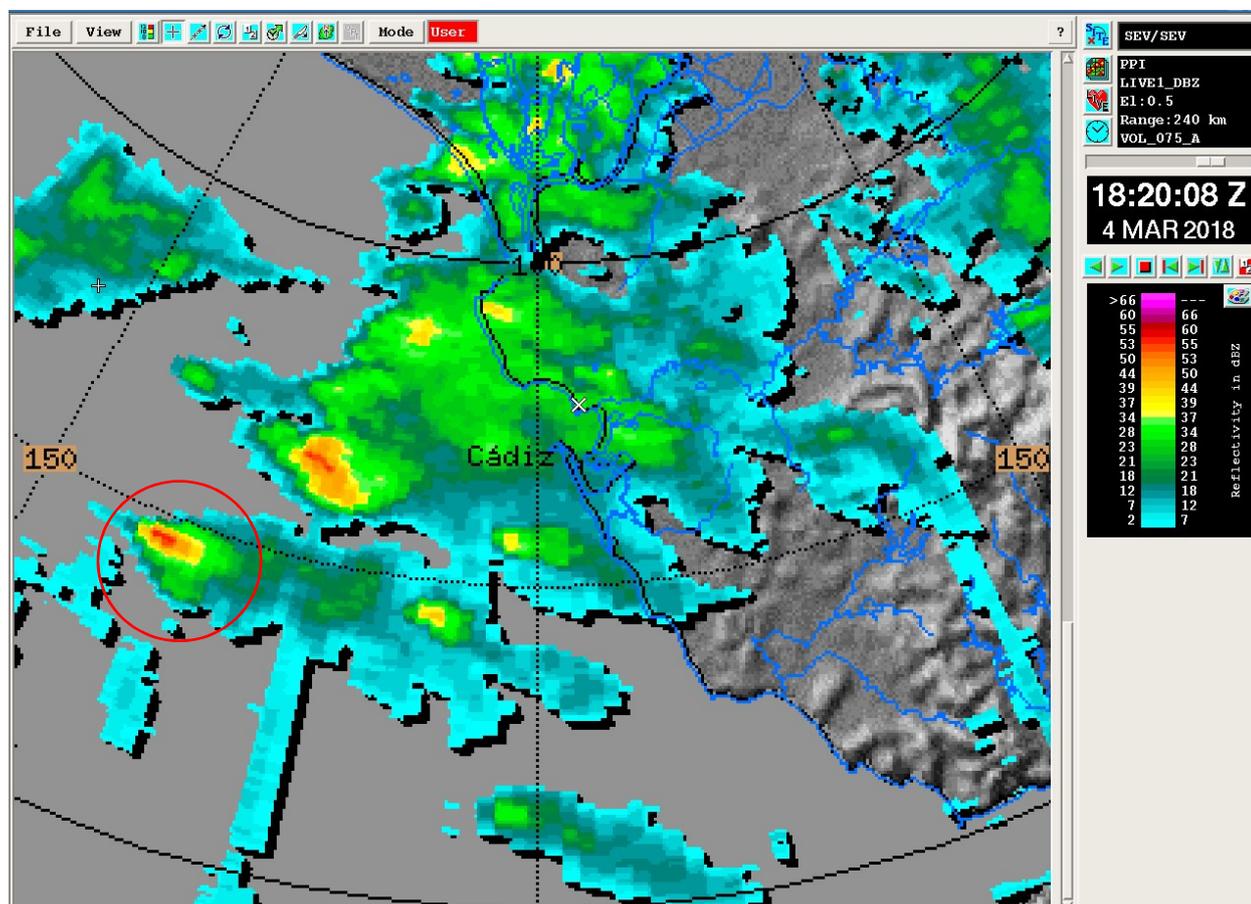


**Figura 6. Imagen IR10.8 realizada de las 1900 UTC, mostrando la célula desarrollada protagonista del episodio con su borde occidental frente a las costas de la Bahía de Cádiz.**

Las imágenes infrarrojas del satélite METEOSAT mostraban (fig.6) una célula muy desarrollada que se acercaba a la costa. El desplazamiento del penacho de cirros hacia el sureste era claramente indicativo de la cizalladura vertical. Asociadas a dicha célula aparecían algunas descargas eléctricas, algunas positivas.

La sucesión de imágenes PPI del radar de Sevilla (fig. 7) mostraban la célula plenamente desarrollada sobre el mar desde varias exploraciones anteriores, con elementos visibles propios de las minisupercélulas, o supercélulas de pequeña altura, como gancho en la horizontal, *inflow notch*, y *v-notch*. Los valores de reflectividad llegan en algunas exploraciones a casi 60 dBz cerca de la posición del gancho. Teniendo en cuenta la distancia a la posición del radar y el apantallamiento existente, la aparición de dichos elementos es muy significativa. Precisamente la lejanía al radar hace que no se disponga de información sobre la componente radial del viento.

A las 1920 UTC, hora de ocurrencia del episodio según los testimonios, el extremo suroeste de la célula se encuentra justo sobre la vertical de Puerto Sherry. Nuevamente la cizalladura es claramente visible, con el penacho de reflectividad hacia el sureste mientras la célula se desplaza hacia el noreste.



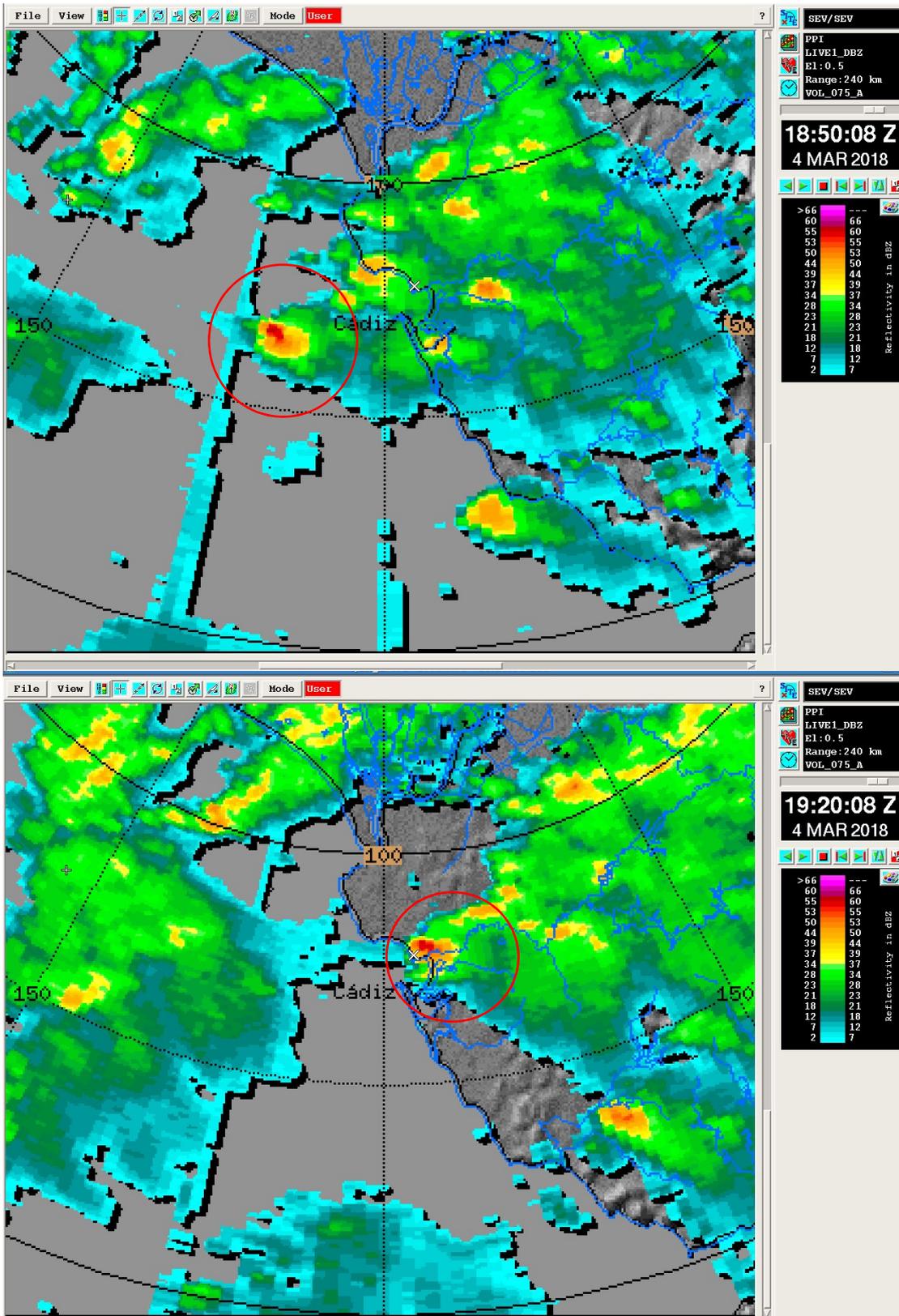


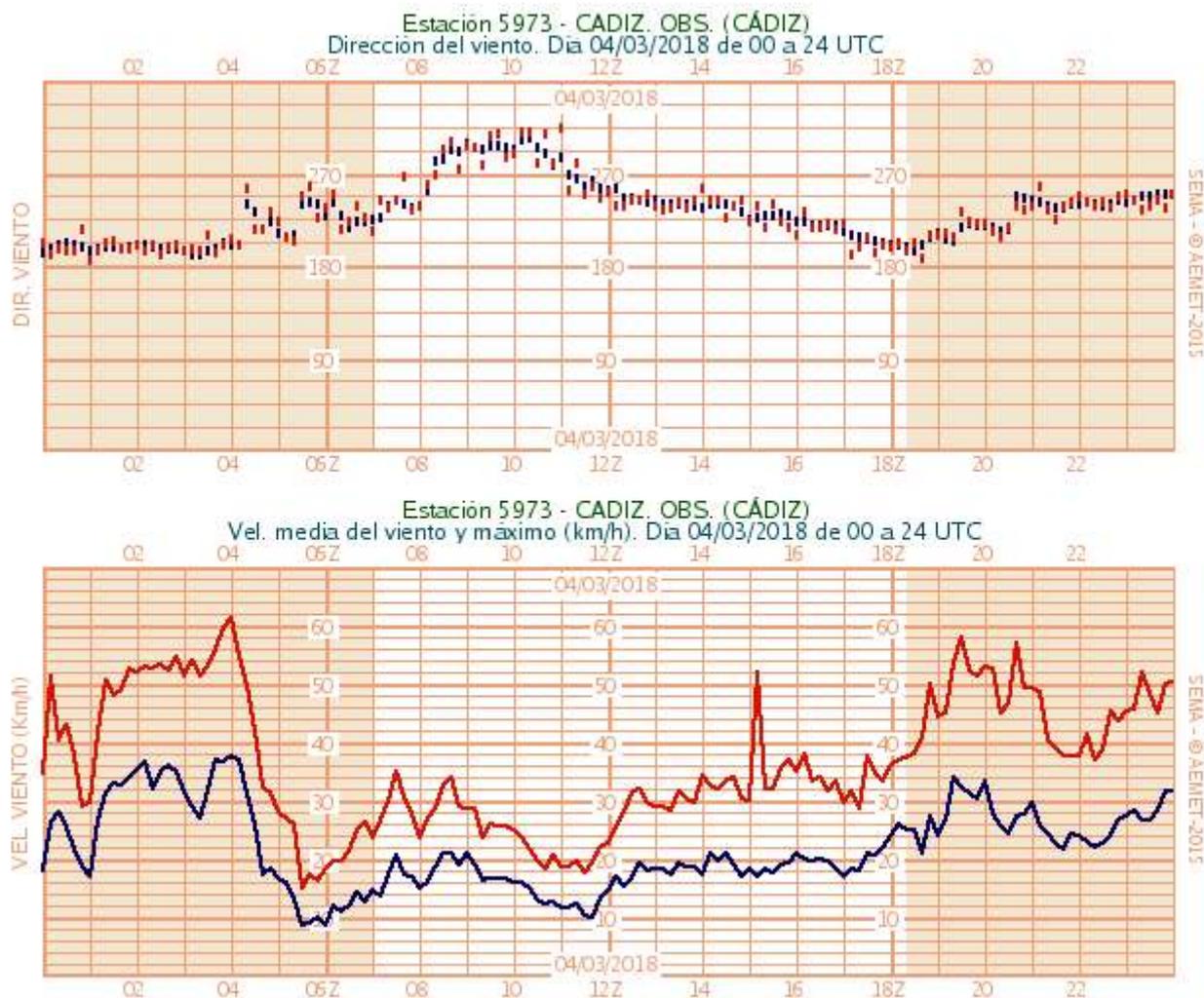
Figura 7. Imágenes PPI de reflectividad del radar de Sevilla de las 18:20, 18:50 y 19:20 UTC. Elevación 0.5°. Se marca con un círculo rojo la célula asociada al tornado. En la última imagen se señala con un aspa la situación de Puerto Sherry.

En resumen, los datos de teledetección muestran el paso por el lugar del episodio a la hora de ocurrencia del mismo de una célula convectiva capaz de producir vientos fuertes de carácter local, y particularmente tornados.

## 5- Datos de observación

Se dispone del dato de racha máxima registrada en la estación automática de Puerto Sherry, de unos 130 km/h. El sensor de la estación se encuentra sobre el faro, a unos 30 m de altura y a más de 150 m de distancia de la línea de daños más importantes identificados. No se dispone por el momento de gráficas ni de otros datos (dirección del viento en el máximo, viento medio a la hora del máximo) que podrían resultar de interés. Aún así, el dato de racha máxima ya es de por sí muy significativo, perfectamente compatible con vientos máximos del orden de 200 km/h o superiores en la línea de máximos, a la derecha del vórtice del tornado en el sentido de avance del mismo.

En cuanto a estaciones de AEMET, las más cercanas son las de Rota, Cádiz, Chipiona, Jerez y San Fernando. En todas ellas (fig. 9) se observan rachas máximas del orden de 60 km/h o algo superiores alrededor de la hora de ocurrencia del episodio. Estos valores de racha están lejos de los que serían necesarios para causar daños significativos, lo que confirma el carácter local y el origen convectivo del fenómeno objeto de estudio.



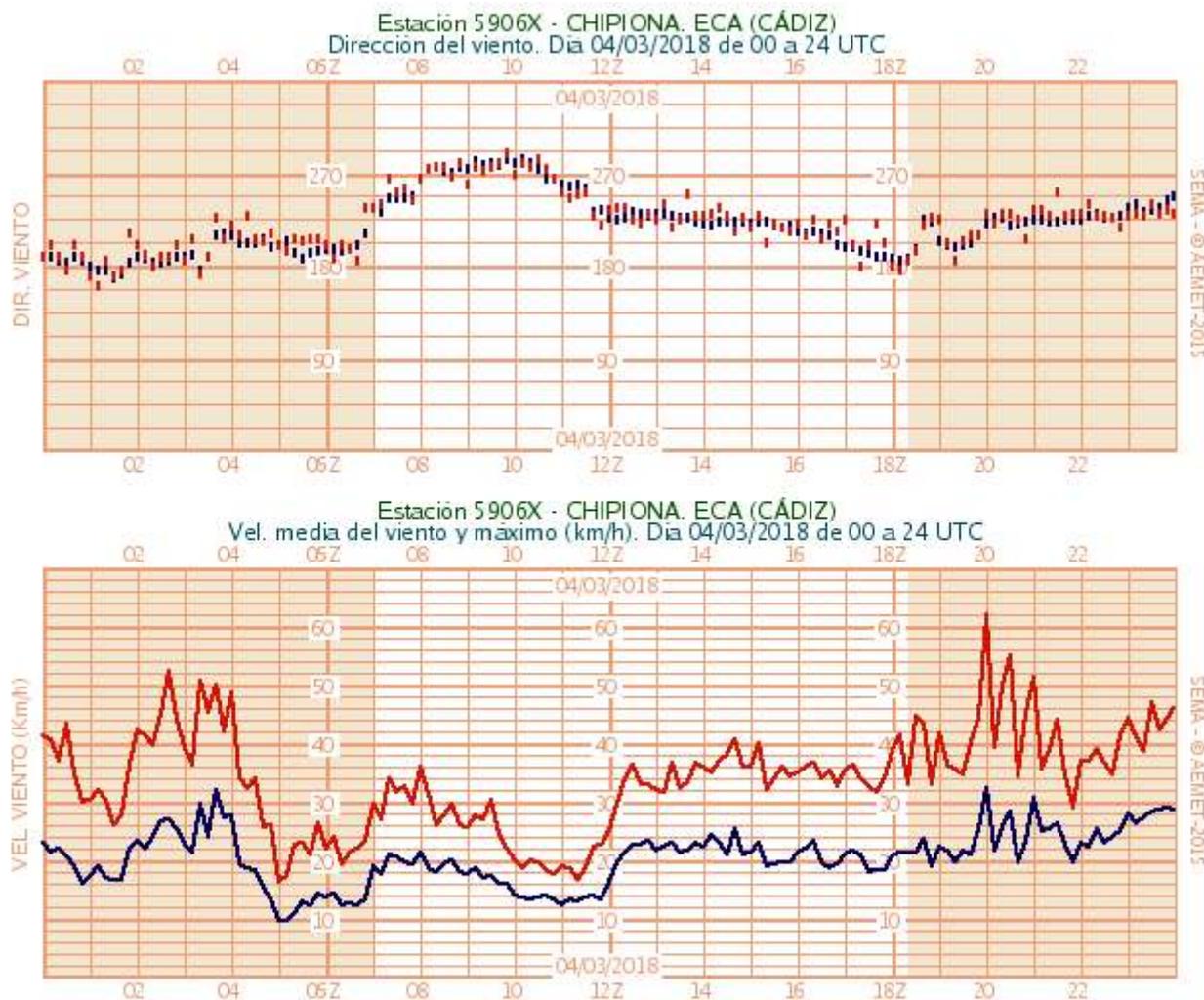


Figura 8. Registros de dirección e intensidad de viento de las estaciones automáticas de Cádiz y Chipiona el 4/3/2018

## 6- Estudio de campo

La visita se llevó a cabo el día 5 de marzo. Se comenzó por la zona más afectada según referencias, el puerto deportivo Puerto Sherry, donde estaban desarrollándose en ese momento las tareas de retirada de restos y evaluación de daños. Entre los daños visibles más significativos estaban una furgoneta montada sobre otra, que según un testimonio había “rodado” por encima de una tercera situada entre ambas; grandes barcos volcados en la marina seca, algunos con graves daños; un muro cortavientos de hormigón armado y 40 cm de anchura derribado; parte del pavimento en el borde junto al mar levantado; árboles derribados y múltiples ramas esparcidas; cerramiento de un establecimiento hostelero destruido; farolas derribadas; daños en cubiertas, portones e interiores de edificaciones de servicios y daños en elementos exteriores de viviendas. Los testimonios y los daños observados concuerdan con que el fenómeno entró desde el mar, por el borde este de la urbanización Pueblo Marino, recorriendo una franja de unos 80 o 100 m de ancho a lo sumo. En el borde norte hay algunas direcciones de caída hacia el W, contrastando con los daños predominantes, con caídas hacia el este, en la parte sur de la trayectoria, lo que facilita el cálculo del radio de daños máximos, y da idea de la importante intensidad del fenómeno. La furgoneta levantada y desplazada sobre otras implica una intensidad mínima de EF2, y probablemente lo mismo podría decirse del muro cortavientos derribado, a falta de información técnica precisa sobre la resistencia del mismo.



Las informaciones en redes sociales y los testimonios recabados in situ facilitaron seguir la trayectoria posterior, que pasaba por la desembocadura del Guadalete (farolas descabezadas al final del paseo fluvial en la orilla oeste); un polígono en la orilla este (daños en naves y arbolado); se dirigía a la zona del estadio de fútbol (daños en arbolado, vallas, cubierta de restaurante...); cruzaba la N-IV hacia la zona del residencial Las Viñas, donde causaba daños en cubiertas y portones de viviendas, derribaba muros y causaba daños en arbolado; continuaba por el camino del Tiro de Pichón (daños en cerramiento de las vías del tren, árboles derribados, caseta de madera parcialmente destruida y dejaba de poder seguirse al adentrarse en la marisma del Guadalete más adelante. En ese borde se tienen referencias y fotos (de prensa) de una casa prefabricada de madera completamente destruida. La longitud total afectada reconocida es de unos 4,5 km. La franja de daños se ensancha en la zona intermedia, entre el Guadalete y el campo de fútbol, hasta unos 300 m, con algunos daños menores incluso más dispersos. Se aprecia en todo caso una distribución lineal de los daños, claramente compatible con que un tornado fuese el causante de los mismos.

Para más información sobre la visita, véase el informe específico en:

[https://sinobas.aemet.es/subidos/pdfs/1072\\_fichaVisita.pdf](https://sinobas.aemet.es/subidos/pdfs/1072_fichaVisita.pdf)

## 7- Conclusión

La distribución lineal de los daños es claramente indicativa de tornado. Algunos de esos daños son muy significativos, como el muro cortavientos derribado, la furgoneta levantada y desplazada sobre otras o la casa prefabricada completamente destruida. Ésta última correspondería en la escala EF a una intensidad en la parte alta de EF1 o en la baja de EF2. Los otros daños citados no corresponden a un indicador de daño en la escala, pero sugieren una intensidad de viento aún mayor. En la escala original de Fujita corresponderían a una intensidad al menos F2. En la escala Torro corresponderían a la categoría T4 o T5. El dato de la racha máxima registrada en el faro también justifica intensidades de viento máximo superiores a 200 km/h. La situación meteorológica es compatible con la ocurrencia de tornado, particularmente el paso de una célula muy desarrollada sobre la zona afectada a la hora de ocurrencia del fenómeno.

**Por todo ello se estima muy probable que el día 4 de marzo de 2018, alrededor de las 20:20, hora oficial, un tornado entrase procedente del mar por la zona del Pueblo Marinero de Puerto Sherry, y atravesase diversas zonas del municipio de el Puerto de Santa María, saliendo por la zona del camino tiro de Pichón hacia la marisma del Guadalete, donde se pierde el rastro. La intensidad del tornado habría sido al menos de EF2 en la escala mejorada de Fujita o T4 en la escala Torro, con vientos máximos superiores a 200 km/h. La longitud de la zona con daños observados sería de unos 4,5 km, y la anchura media de 80 o 100 m al principio, aumentando a unos 300 m en la zona intermedia del recorrido. En anexo se muestra mapa con la ubicación aproximada de los daños observados.**

*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*

## 8- Anexo. Ubicación aproximada de daños

