



ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DE LLUVIAS CONVECTIVAS DEL 18 DE MAYO DE 2011. CASO DE CAÑETE DE LAS TORRES (CÓRDOBA).

Juan de Dios Soriano Romero
Delia Gutiérrez Rubio

Delegación Territorial de AEMET en Andalucía, Ceuta y Melilla

1. Introducción.

El 18 de mayo de 2011 se produjo un episodio de convección muy significativo en el suroeste de la Península, con consecuencias dramáticas en la población cordobesa de Cañete de las Torres. Su ubicación se señala en el mapa a continuación (fig.1):



Fig. 1: Mapa de ubicación de Cañete de las Torres (Google Maps)

Desde primera hora de la mañana, un sistema convectivo de mesoscala afectaba al Algarve portugués. Dicho sistema convectivo afectó tangencialmente a mediodía a la zona más occidental de Huelva.

Posteriormente, con el calentamiento diurno, se disparó la convección en diversos puntos del interior, produciéndose fuertes tormentas. Destacaron las células convectivas que se formaron en la provincia de Córdoba, que afectaron sobre todo a la zona más oriental de la misma, y que fueron las causantes del desbordamiento de un arroyo que afectó a Cañete de las Torres dejando una víctima mortal.

2.- Entorno sinóptico

Desde varios días antes, una amplia vaguada situada sobre las Islas Madeira conectaba con la zona de los trópicos, advectando humedad a través de las costas occidentales africanas hasta la zona de Andalucía (figs. 2, 3 y 4). La pluma o irrupción de humedad se manifestó en las imágenes de satélite como una banda nubosa destacada, fig.2, en los productos de agua precipitable total derivados de satélites, fig.3, y en las anomalías derivadas de modelos numéricos, fig. 4.

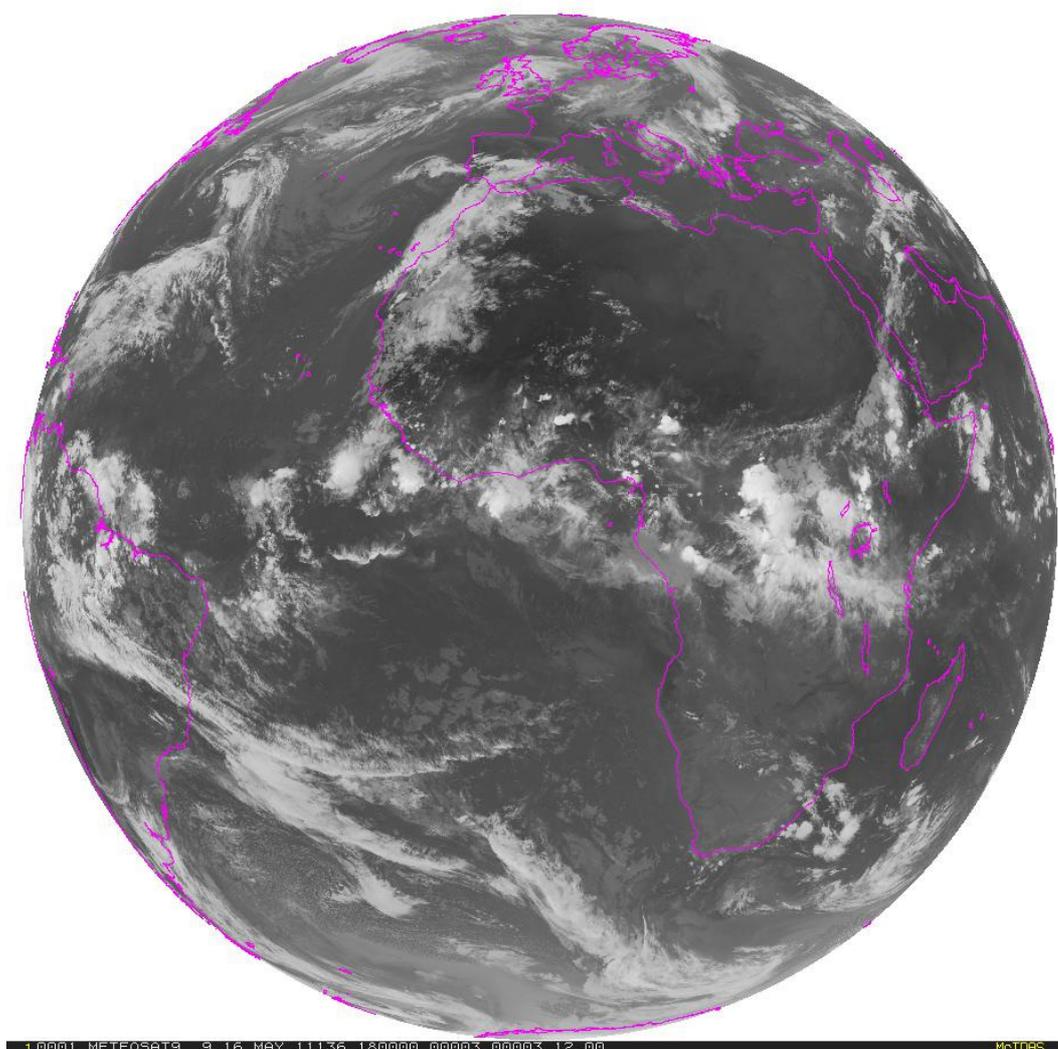


Fig. 2: Imagen IR10.8 global de Meteosat 9. 16-05-11 a las 1800 UTC



AEMet

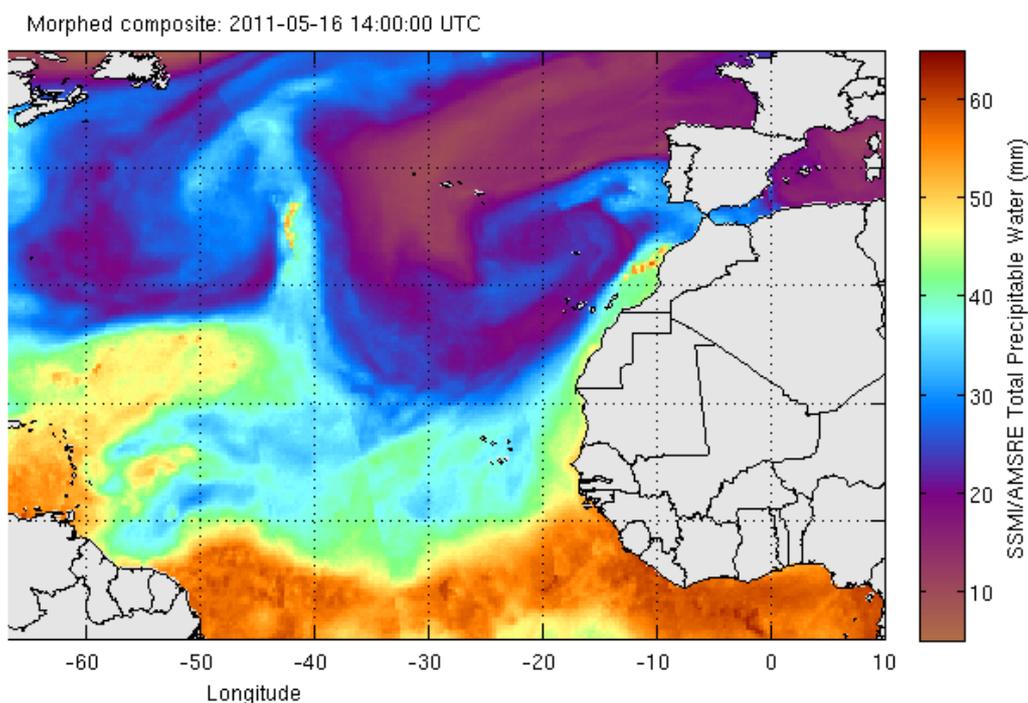


Fig. 3: Producto Morphed Integrated Microwave Imagery at CIMSS - Total Precipitable Water (MIMIC-TPW). Válido para el 16-05-2011 a las 14Z. (CIMSS - Universidad de Wisconsin)

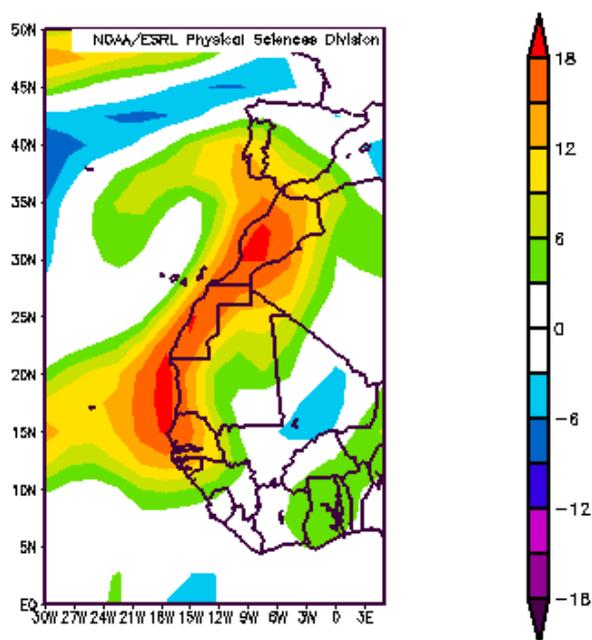


Fig. 4: Anomalía media troposférica de agua precipitable (PW) el 17-05-2011. (ESRL - NOAA)

Los principales elementos sinópticos eran una vaguada en niveles altos (fig. 5) con importante difluencia sobre Andalucía, con reflejo en niveles medios (fig. 6), y bajas presiones relativas en superficie (fig. 7), favoreciendo la entrada de vientos del sur a través de los valles del Sistema Penibético.

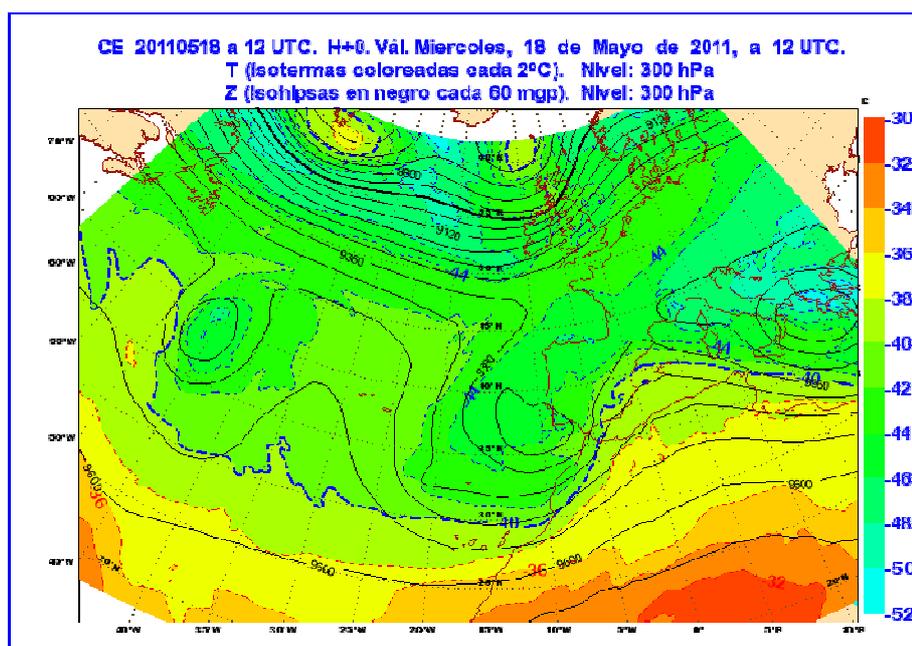


Fig. 5: Análisis de temperatura y geopotencial en 300hPa del modelo ECMWF 18-05-2011 a las 12 UTC (AEMET)

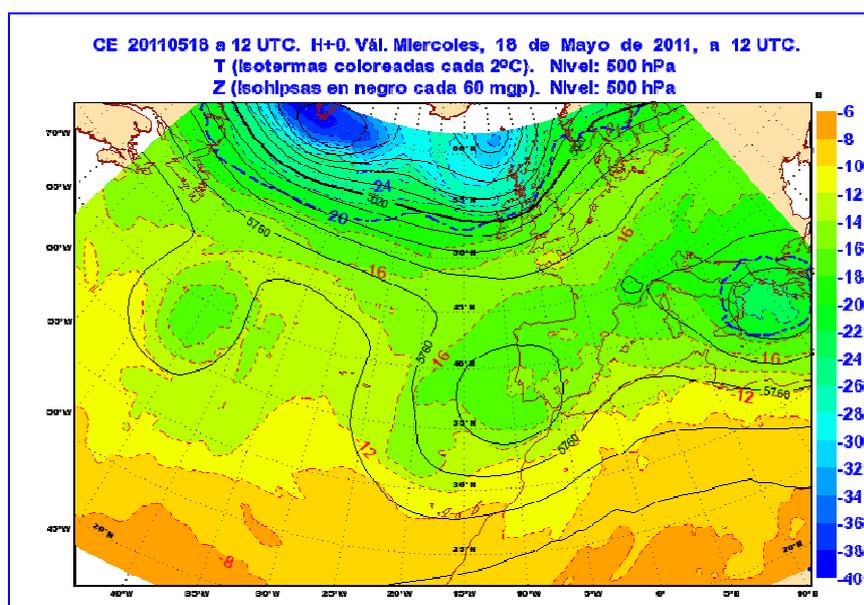


Fig. 6: Análisis de temperatura y geopotencial en 500hPa del modelo ECMWF 18-05-2011 a las 12 UTC (AEMET)

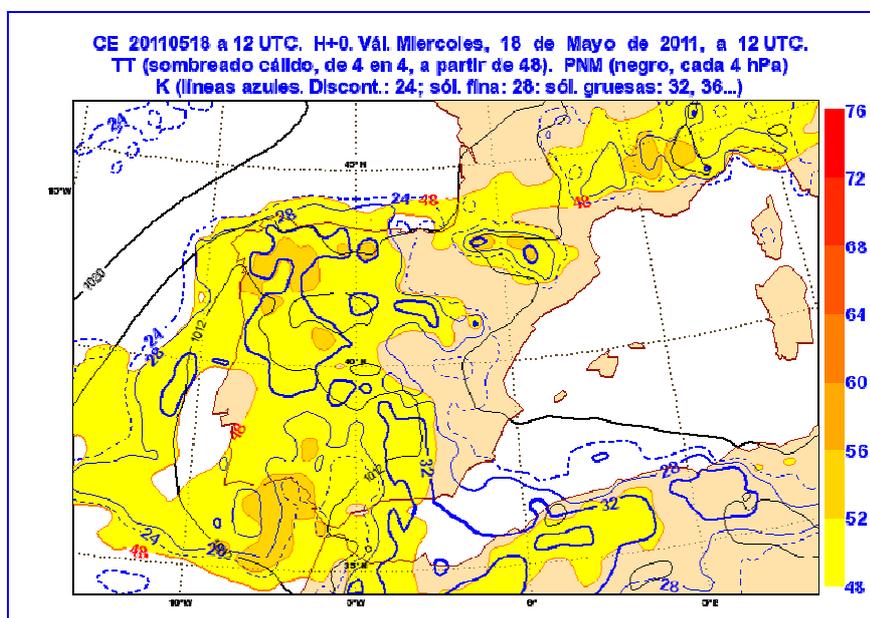


Fig. 7: Análisis de superficie (presión al nivel del mar e índices TT y K) del modelo ECMWF 18-05-2011 a las 12 UTC (AEMET)

En la zona del núcleo frío se desarrollaban importantes tormentas que evolucionaron a lo largo de la madrugada y primeras horas de la mañana en un sistema convectivo de mesoscala, SCM, que afectaba principalmente al Algarve portugués. Este sistema produjo importantes acumulaciones de precipitación en la zona, por ejemplo más de 80 mm en Faro en apenas 3 horas.

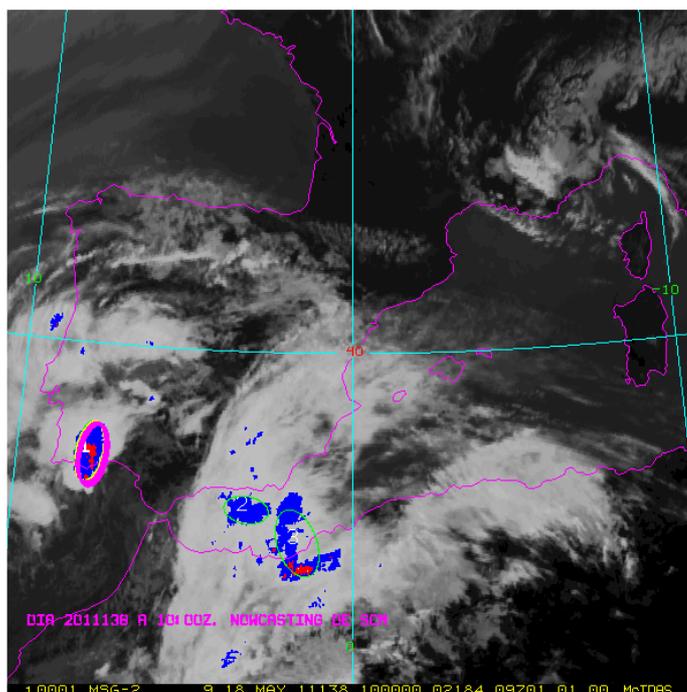


Fig. 8: Producto ATAP de detección de SCM, alertando de la formación de esta estructura a las 10 UTC partiendo del análisis de la imagen IR10.8 del Meteosat (AEMET)

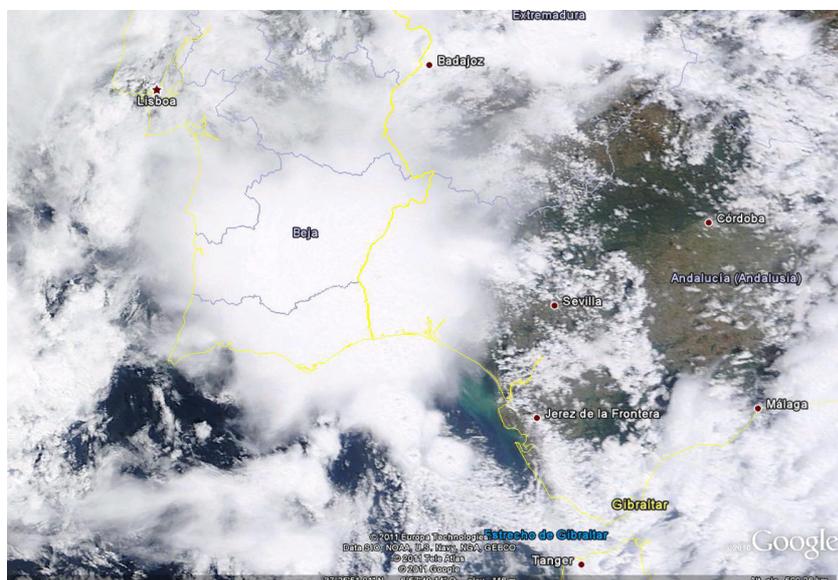


Fig. 9: Imagen del satélite Terra a las 11:55 UTC del 18-05-2011 aproximadamente. Se observa la extensa capa nubosa correspondiente al SCM sobre el Algarve, Alentejo y extremo occidental de Huelva.(NASA)

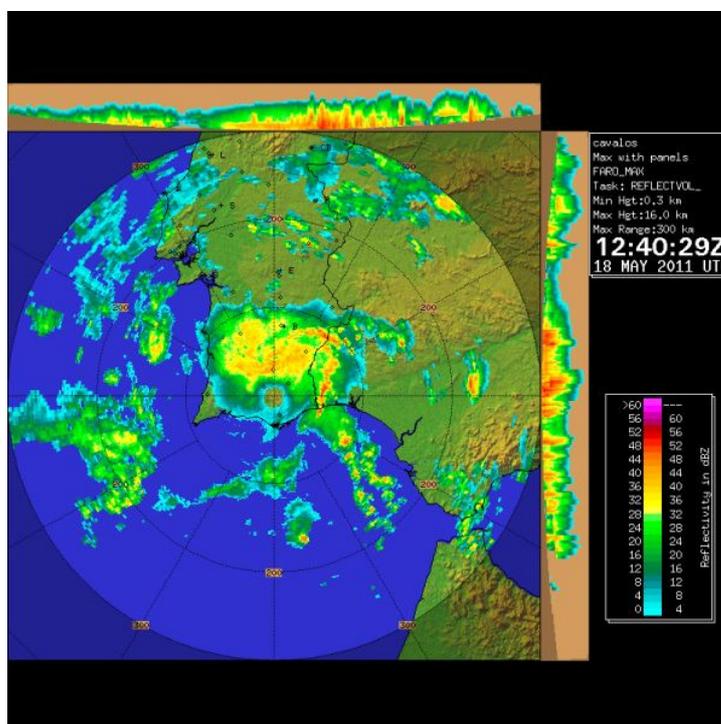


Fig. 10: PPI de reflectividad del radar de Loulé, un poco más tarde, con el SCM comenzando a debilitarse. Se observa claramente la línea convectiva multicelular por delante y una zona amplia de precipitación estratiforme por detrás (SCM de tipo "trailing stratiform"). Se observa también el inicio de un disparo convectivo en la provincia de Sevilla. (Instituto de Meteorología de Portugal)

Como consecuencia del esquema sinóptico, existían a las 12 UTC condiciones favorables para el desarrollo de convección profunda y eficiente. (figs. 11 y 12: Productos de la herramienta de diagnóstico de fenómenos convectivos del ATAP. Modelo HIRLAM ONR. Día 18, pasada 00Z. Válido H+00. (AEMET))

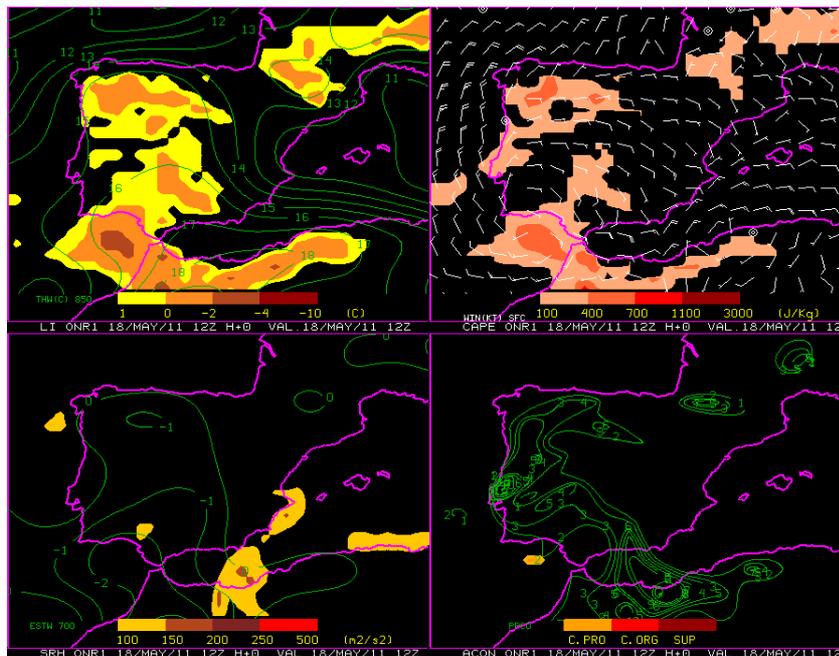


Fig. 11: Índice LI. CAPE (Energía Potencial Convectiva Disponible). SRH (Helicidad relativa a la tormenta). ACON (Áreas favorables para el desarrollo de distintos tipos de fenómenos convectivos).

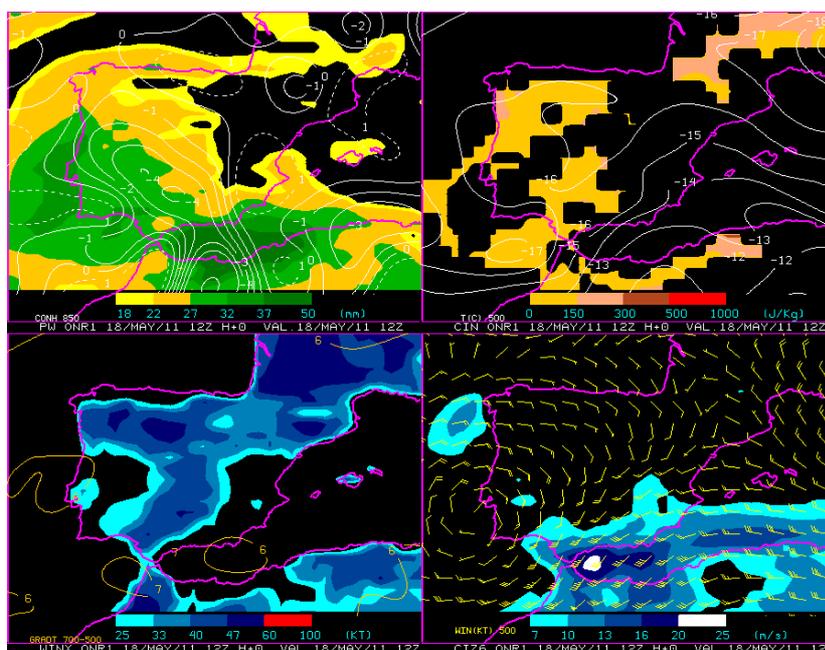


Fig. 12: PW (Agua precipitable hasta 300 hPa) -y convergencia de humedad en 850hPa-. CIN (Energía de inhibición convectiva). WINX (Índice WINDEX). CIZ6 (cizalladura entre el viento medio en los primeros 500 m. y el viento medio en los primeros 6 km).

Quizá lo más significativo es el contenido en agua precipitable sobre el mar de Alborán, muy alto para la época del año, así como la convergencia de humedad en la zona de estudio (fig. 12, imagen de arriba a la izquierda)

3.- Análisis mesoscalar.

El viento observado en niveles bajos parece apuntar a una convergencia de vientos en la zona. Los datos registrados en las estaciones automáticas (EMAs) de AEMET a las 14:30 UTC, hora del inicio de las precipitaciones en la localidad, muestran (fig. 13) un viento del sur canalizado por los valles del Guadalhorce y de Abdalajís, en la provincia de Málaga, penetrando en la de Córdoba, hasta el valle del Guadalquivir, donde converge con viento del SW que ha empezado a establecerse sobre esa parte del valle y a esa hora ya llega hasta Montoro, mientras que en Andujar siguen soplando del SE:

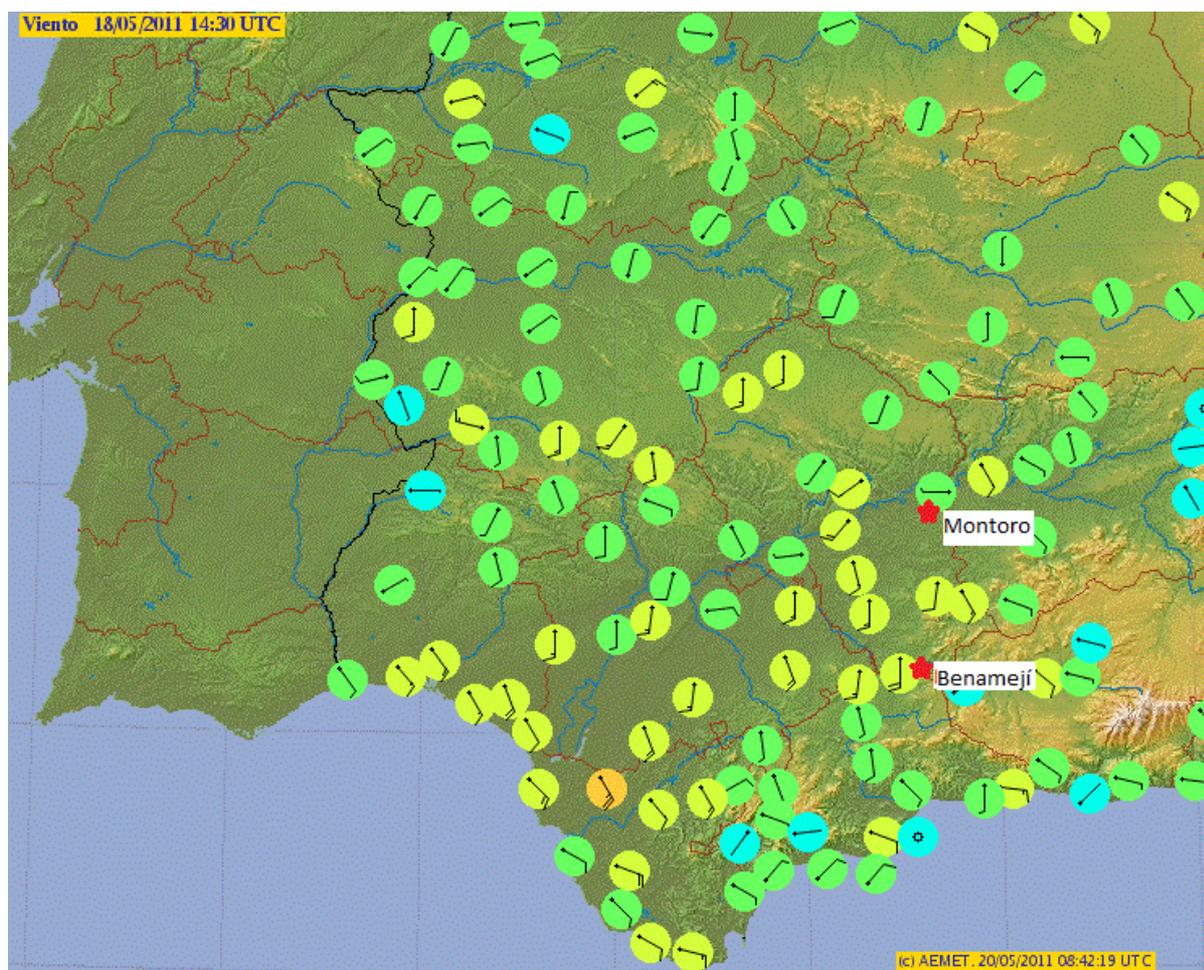


Fig. 13: Viento observado en la red de estaciones de AEMET a las 14:30 UTC, en nudos.

El análisis de las 12 UTC de la versión de alta resolución del modelo HIRLAM operativo en AEMET (fig. 14), muestra una configuración en línea con esto, sin embargo la predicción a partir de este

análisis para las 15 UTC (fig. 15) da vientos muy flojos y variables en el entorno, y no se marca el SW observado en el Guadalquivir:

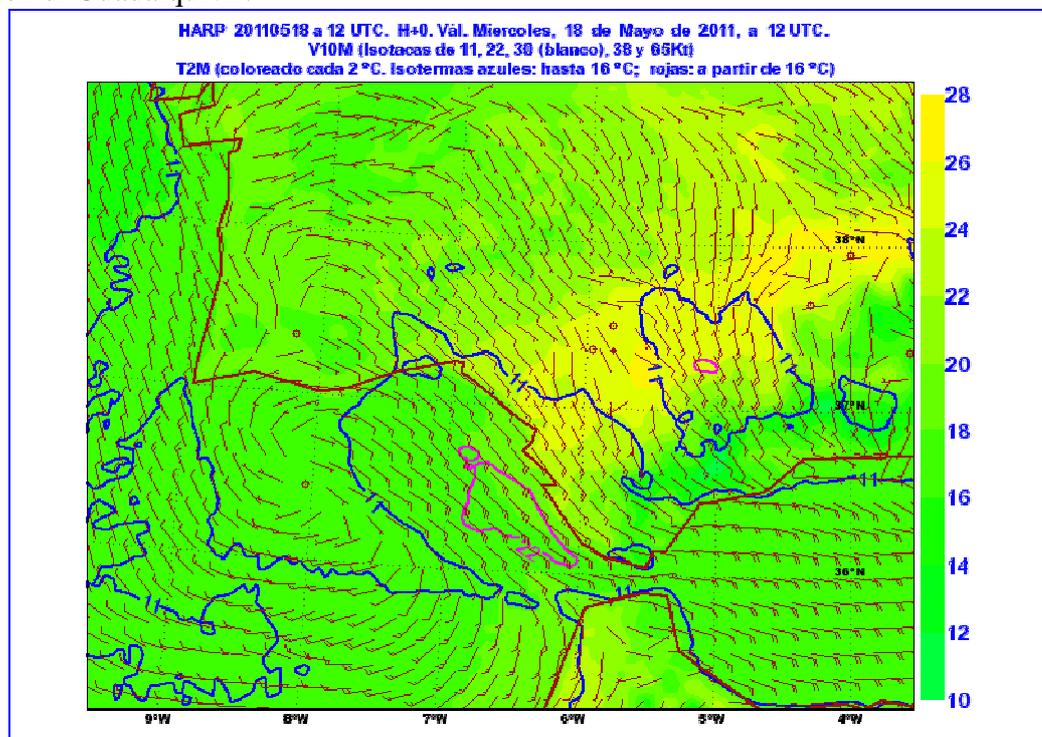


Fig. 14: Viento a 10 m y temperatura a 2m, de 12 UTC,. Análisis HARP. (AEMET)

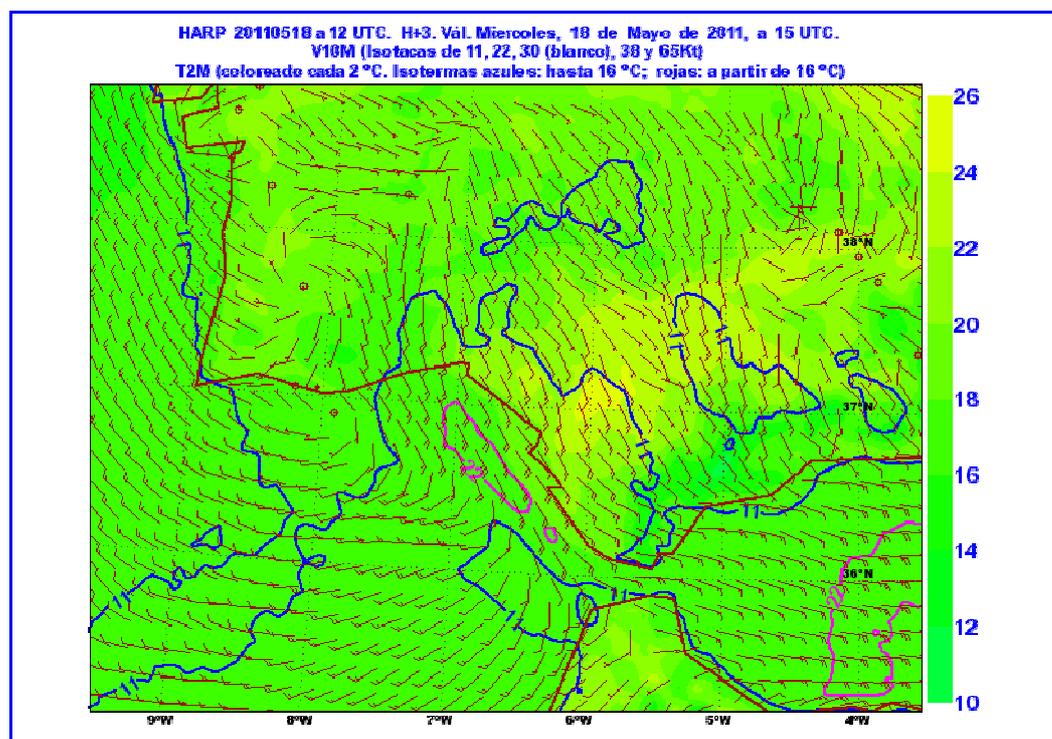


Fig. 15: Viento a 10 m y temperatura a 2m, a las 15 UTC. Previsto H+3 HARP. (AEMET)

Es muy probable que en la convergencia real de vientos que se observa en la red de EMAs haya tenido influencia el disparo convectivo que tiene lugar en la provincia de Sevilla aproximadamente una hora y media antes del que afectó a Cañete. En el gráfico de temperaturas de las 13:50 UTC (fig. 16) se observan señales del depósito de aire frío en superficie que se crea en la zona este de la provincia de Sevilla a consecuencia de la tormenta. En la gráfica de vientos de Fuentes de Andalucía (Sevilla) (fig. 17) se observa también la racha fuerte de viento debida al desplome inicial asociado a la tormenta. Dicho depósito frío pudo crear la corriente de densidad causante del giro de vientos al suroeste en el Guadalquivir cordobés. Asimismo, otro disparo convectivo en la zona oeste de Jaén, poco antes del de Cañete, pudo aumentar la convergencia de vientos en la zona.

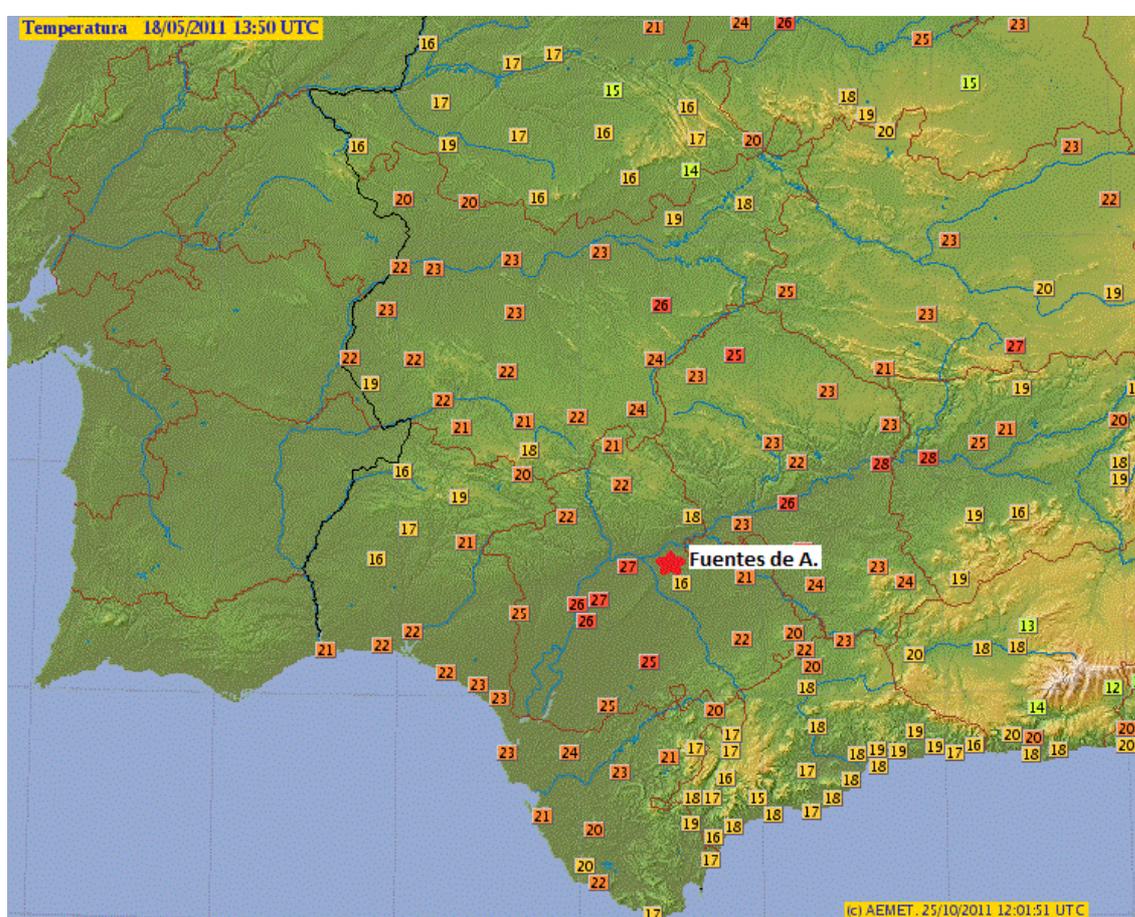


Fig. 16: Temperatura en EMAs de AEMET el 18-05-2011 a las 13:50 UTC



AEMet

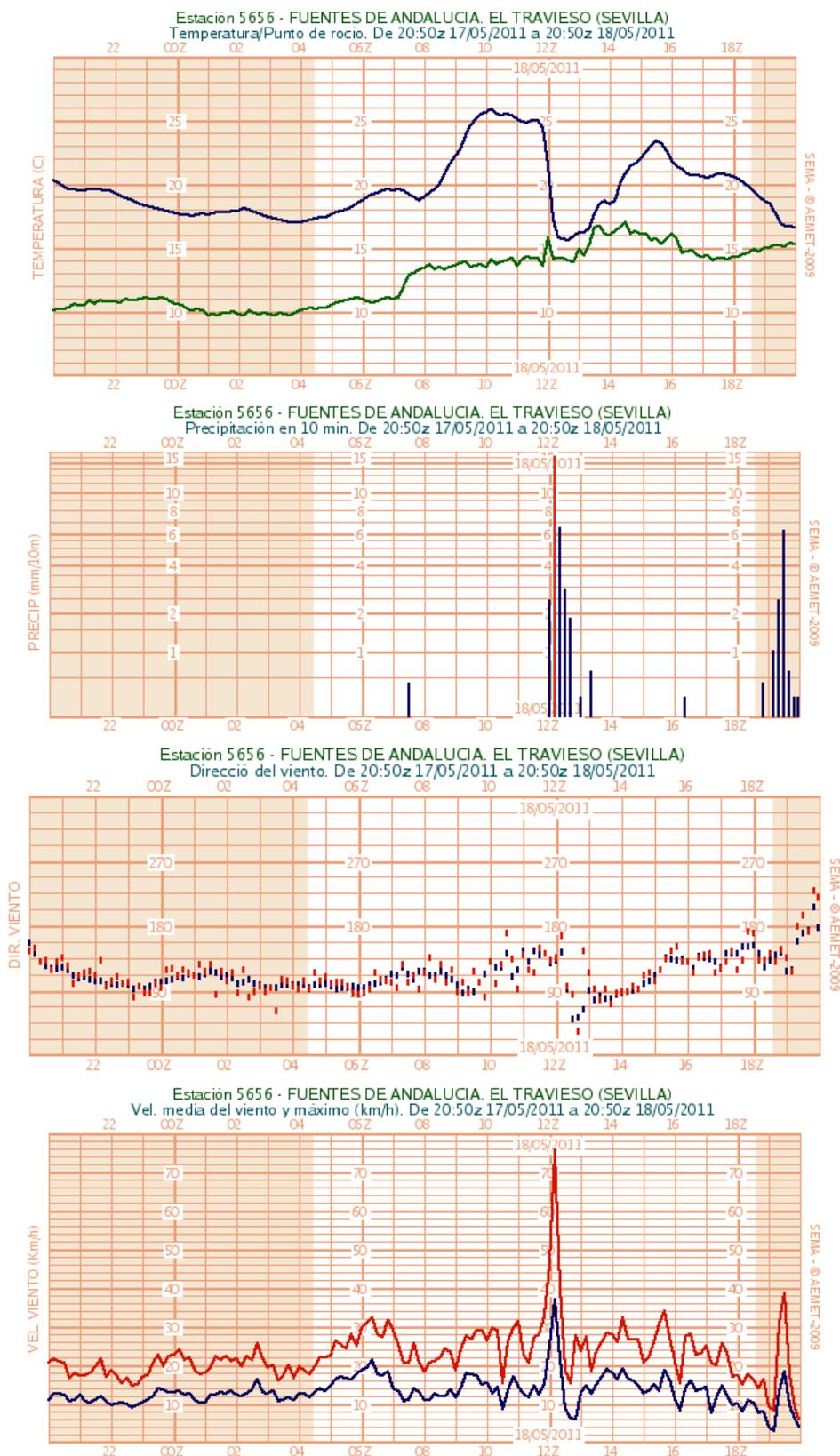
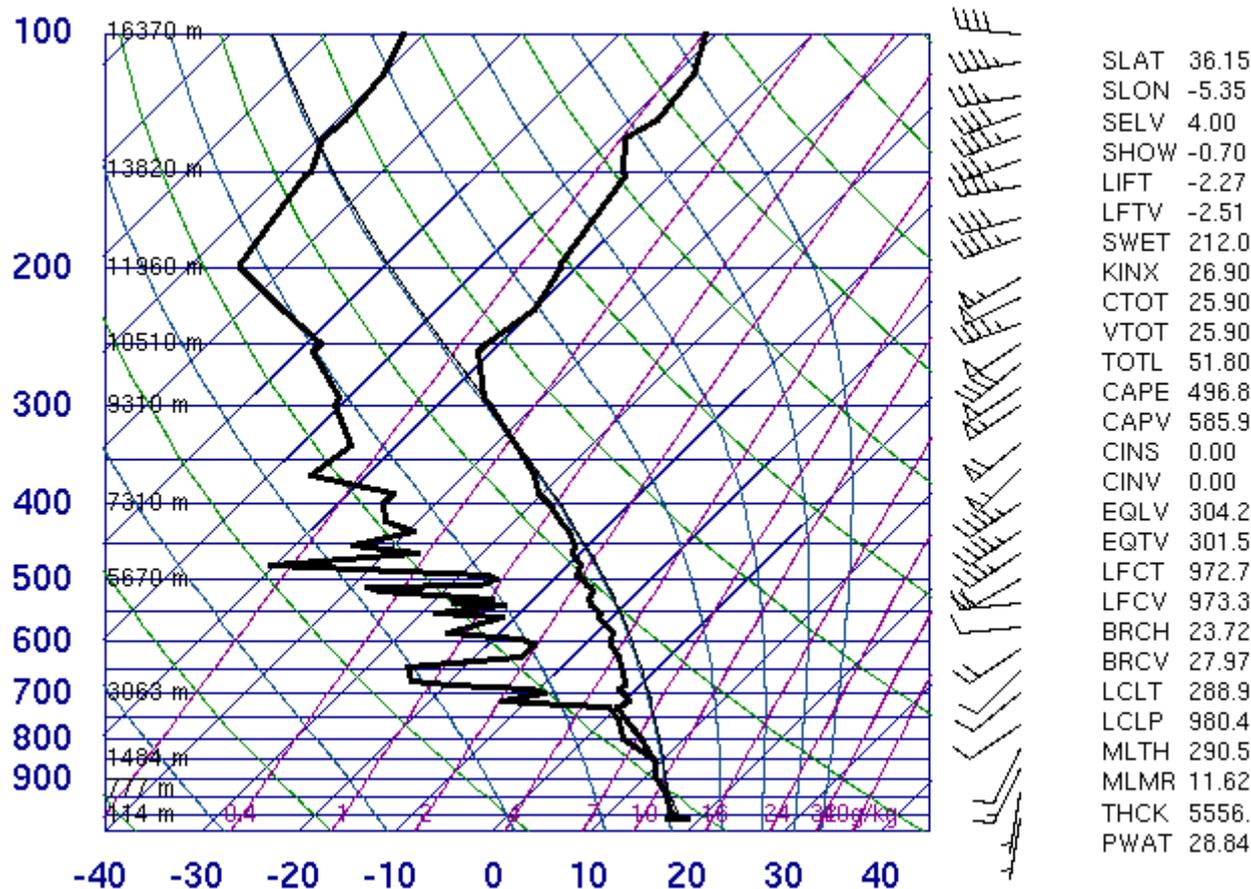


Fig. 17: Gráficas de evolución temporal de la EMA de Fuentes de Andalucía, 18-05-11

En lo que se refiere al perfil vertical de la atmósfera en el área, las observaciones mediante sondeo más próximas se localizan en Gibraltar. No disponemos del sondeo de las 12 UTC, pero a las 24 UTC (fig. 18) aún se observa profunda inestabilidad, humedad en niveles bajos, y cizalladura:

08495 LXGB Gibraltar



00Z 19 May 2011

University of Wyoming

Fig. 18: Sondeo de Gibraltar 00 UTC 19 Mayo (Universidad de Wyoming)

El perfil vertical del análisis del HIRLAM de las 12 UTC para el punto más cercano a la población (fig. 19) también muestra una profunda capa inestable después de una inversión inicial. La temperatura de disparo convectiva está próxima a los 30°C. Se aprecian vientos del SSW superiores a 25 nudos por encima de la inversión.



AEMet

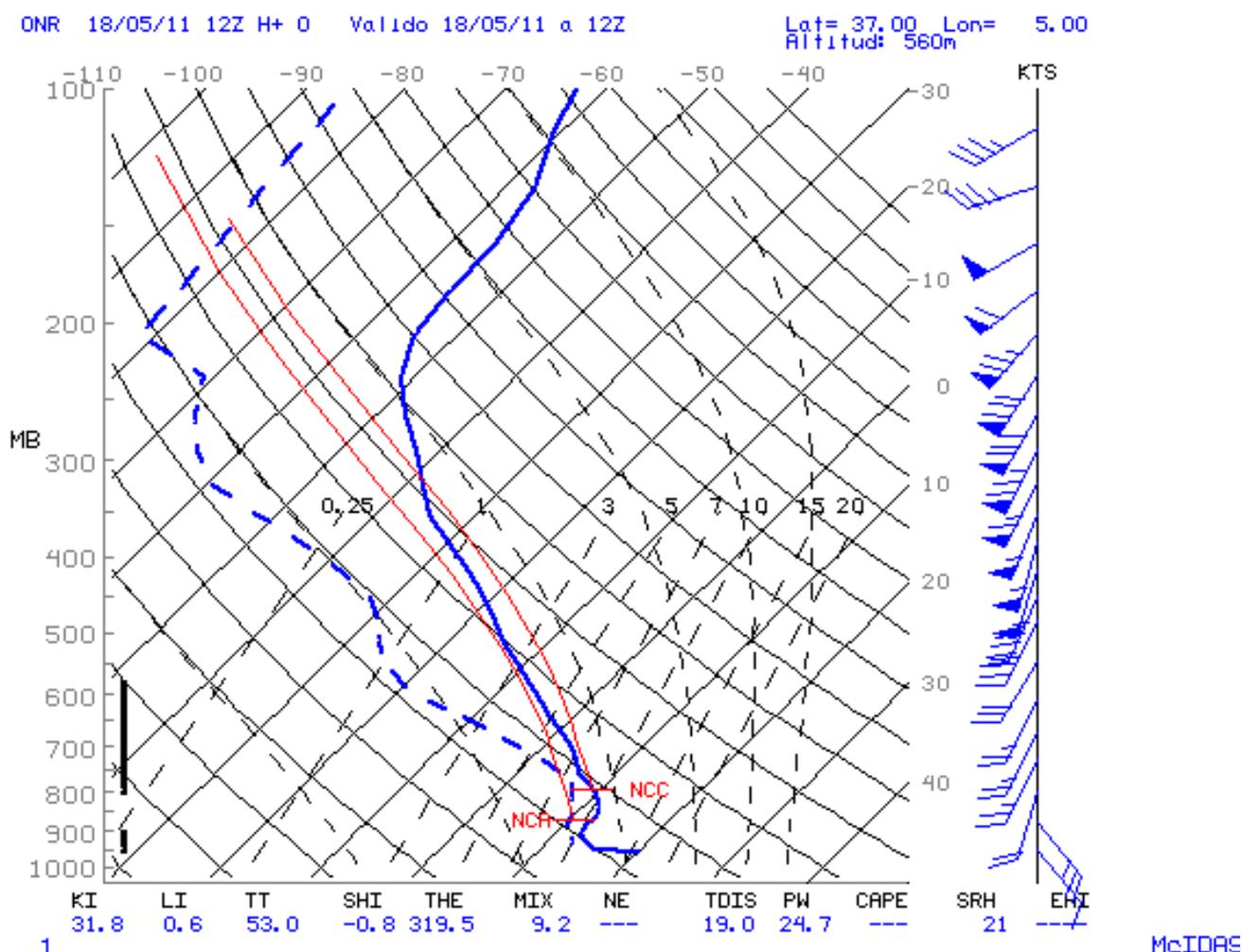


Fig. 19: Sondeo del análisis HIRLAM de las 12 UTC para el punto de rejilla más cercano a Cañete de las Torres. (AEMET)

El registro de la Estación Meteorológica Automática de Montoro (fig. 20) muestra la coincidencia del inicio de la precipitación y las rachas con el máximo de temperatura, lo que otorga probablemente un papel significativo al calentamiento entre las causas que pudieron generar un entorno más favorable para el aumento de la inestabilidad.

De hecho, el perfil vertical del análisis justifica el disparo convectivo una vez alcanzada una temperatura suficiente (28 - 29 °C en superficie). Igualmente explica la racha observada, y el depósito frío asociados al desplome (descenso por la pseudoadiabática hasta unos 15 - 16°C en superficie).



AEMet

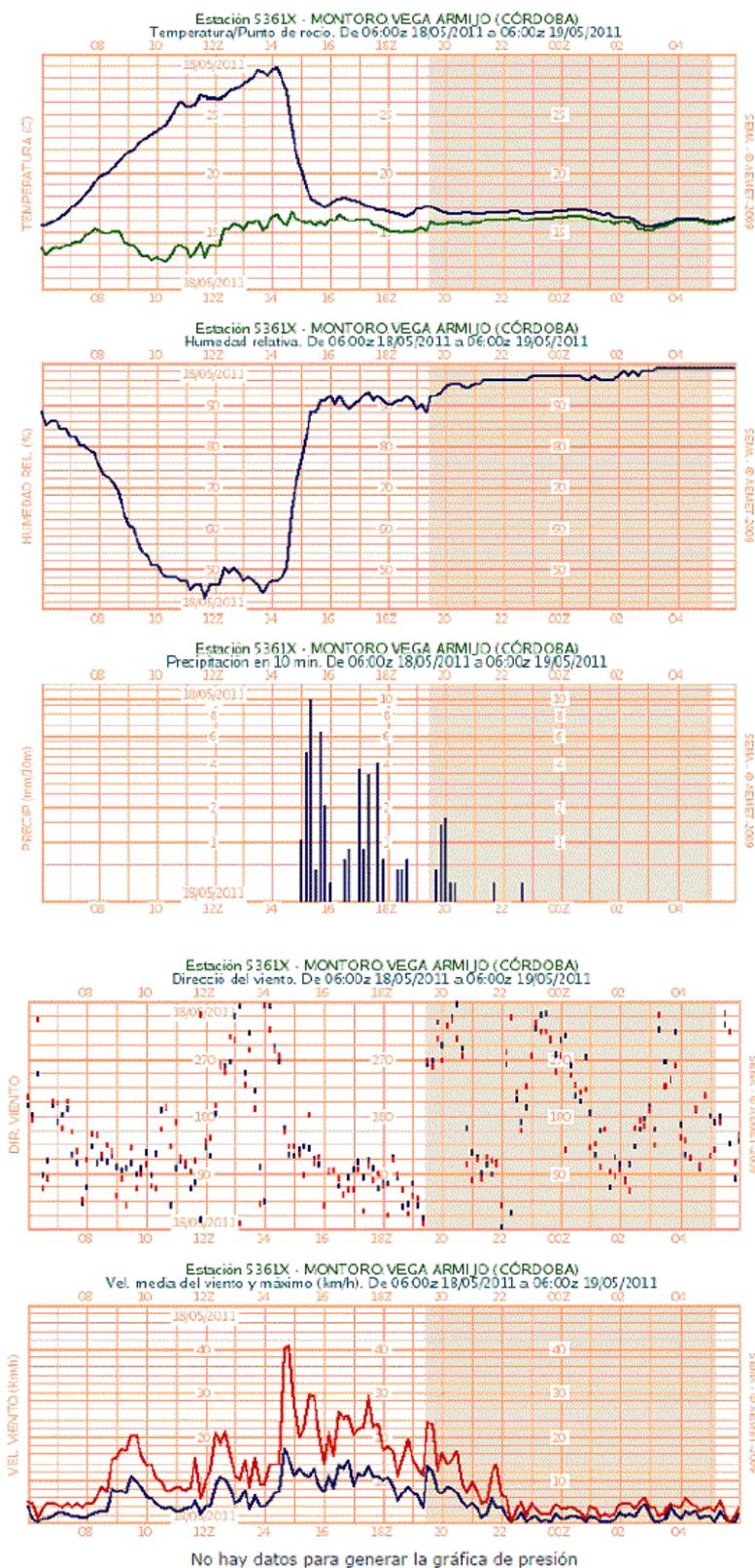


Fig. 20: Gráficas de evolución temporal de la EMA de Montoro, el 18-05-2011

Asimismo, cabe destacar que las temperaturas máximas de ese día en Andalucía (fig. 21) se alcanzan precisamente en esa zona del Valle del Guadalquivir, que se mantuvo con menor cubierta nubosa durante la mañana, por lo que la influencia del calentamiento diferencial pudo ser importante.

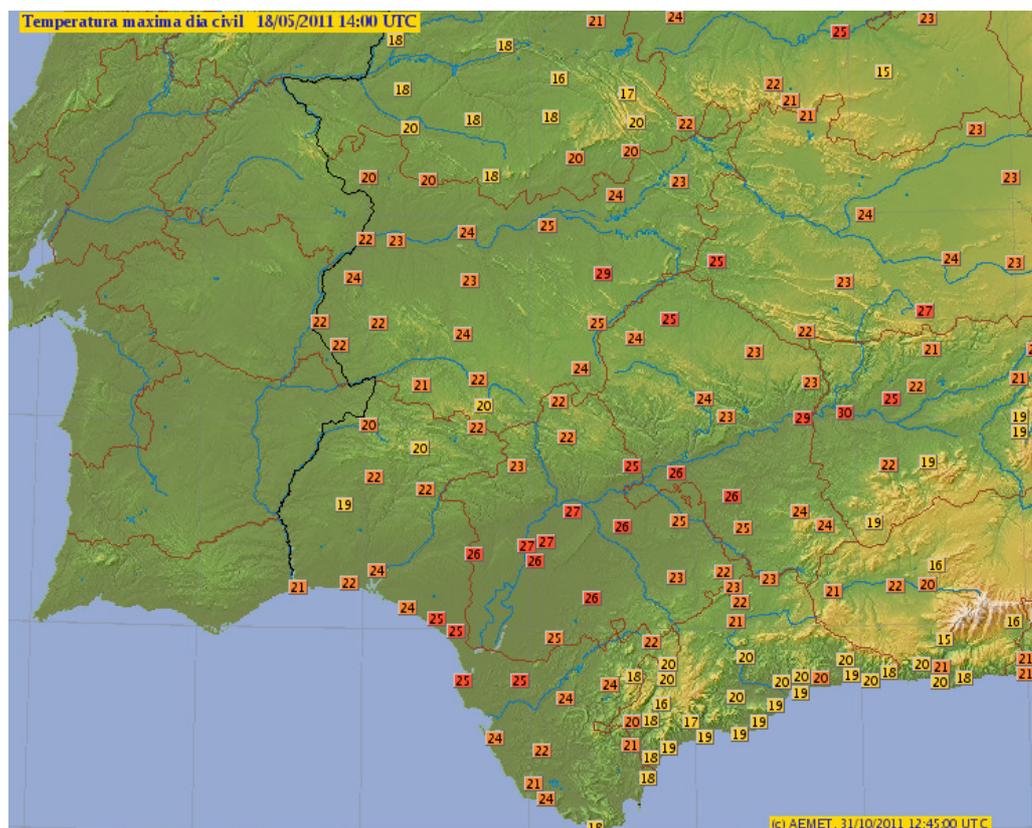


Fig. 21: Temperatura máxima en EMAS de AEMET el 18-05-2011

Por último, durante todo el episodio convectivo se observa una aceleración de los vientos del sur procedentes de Alborán, como queda patente en los registros de la EMA de Benamejé (fig. 22). Estos vientos soportan la eficiencia de la precipitación y facilitan la regeneración de las células convectivas por el flanco sur de la tormenta.



Fig. 22-a: Gráfica de evolución temporal de la dirección del viento en la EMA de Benamejé, el 18-05-2011. (AEMET)

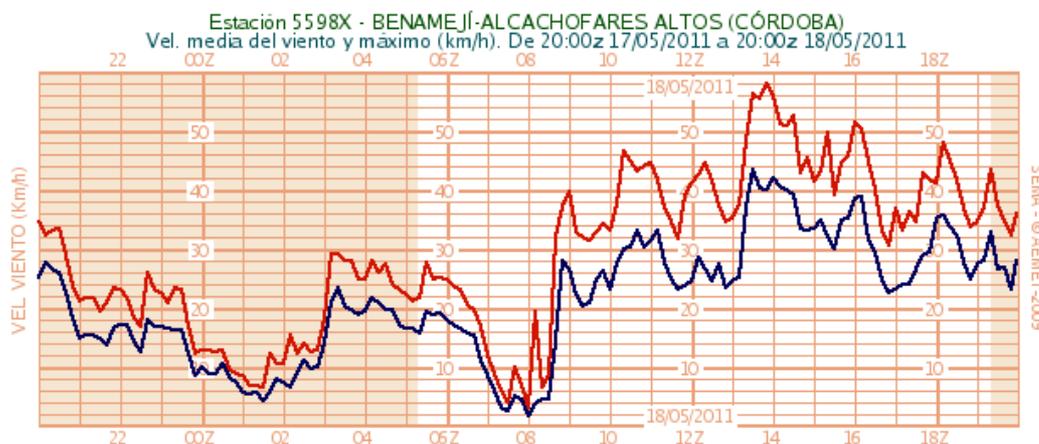


Fig. 22-b: Gráfica de evolución temporal de la intensidad del viento en la EMA de Benamejé, el 18-05-2011. (AEMET)

4.- Teledetección.

Descargas eléctricas

Entre las 14 y 18 UTC se detectan 78 descargas en un radio de 20km en torno a la localidad. Posteriormente hay más tormentas, hasta llegar a un total de 91 rayos el día civil (fig. 23)

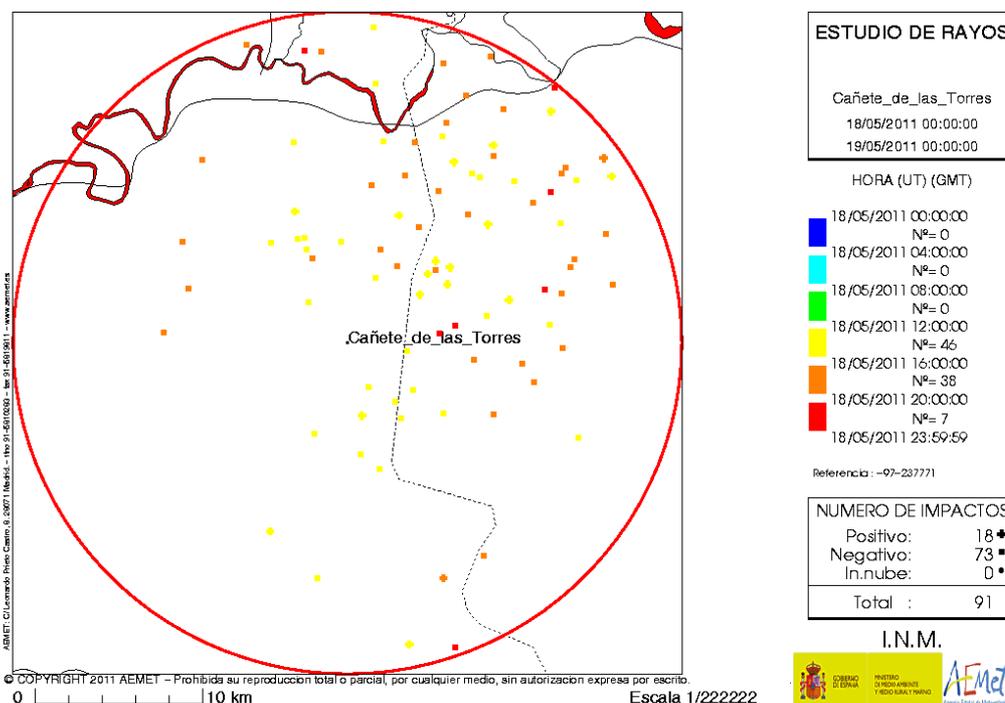


Fig. 23: Descargas eléctricas día 18/05 en un radio de 20 km alrededor de Cañete. (AEMET)

Satélite

En las imágenes METEOSAT del canal visible de alta resolución se aprecia entre las 14 y las 14:15 UTC el crecimiento explosivo de una primera célula en la zona a la que sigue rápidamente una segunda al sur de la primera. En la imagen de las 14:30 (fig. 24) se aprecian bien las dos:

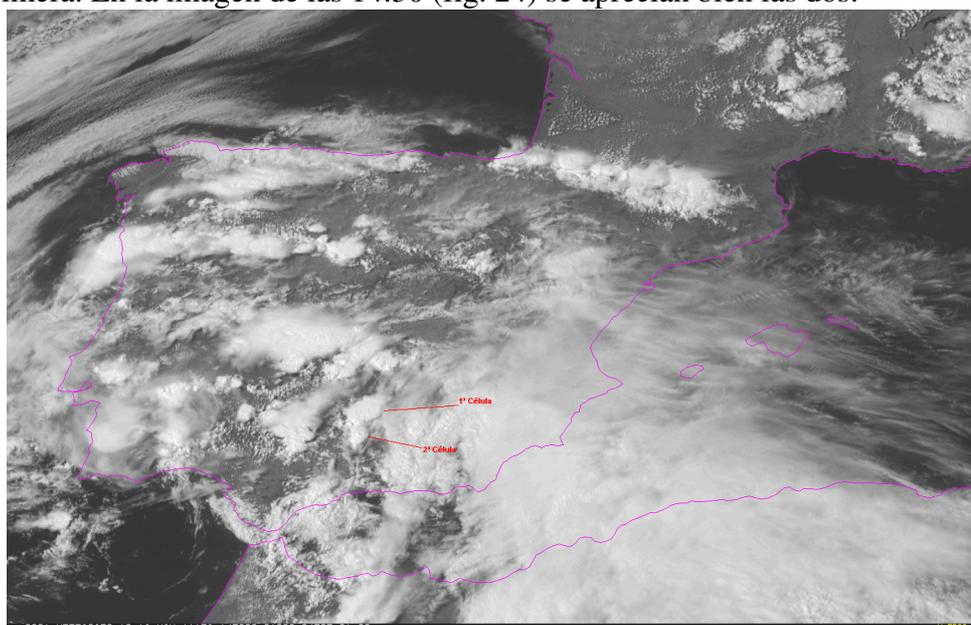


Fig. 24: Imagen METEOSAT visible alta resolución 14:30 UTC (AEMET)

El sistema se desplaza lentamente hacia el norte, mientras que parece irse regenerando por el sur. Sobre las 15:30 UTC parece haber alcanzado su máximo desarrollo. En la imagen (fig. 25) se aprecia la “cola” asociada a la interacción del flujo de salida de la tormenta con el flujo de entrada del sur:

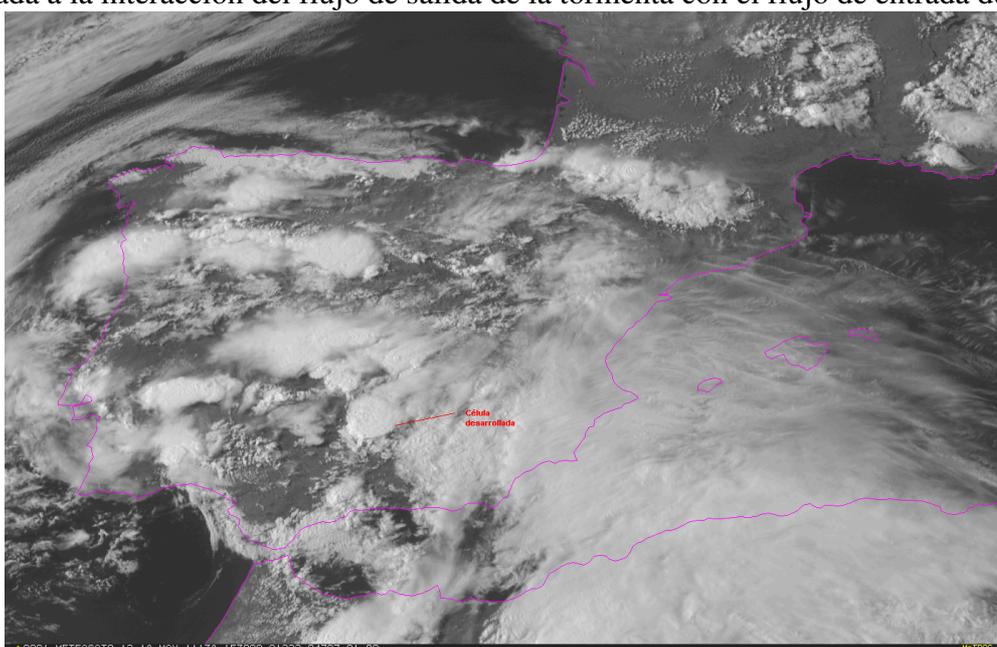


Figura 25: Imagen METEOSAT visible alta resolución 15:30 UTC (AEMET)

Radar

No se dispone de imágenes del radar de Sevilla. Sí existen imágenes del radar de Cáceres y del de Málaga, aunque muy de lejos, con el haz ya bastante elevado, sobre todo en el caso del de Cáceres. La zona queda fuera de la cobertura de la exploración Doppler, lo que limita los análisis de la estructura de las células convectivas. De todos modos, analizando la secuencia de imágenes PPI de reflectividad del radar de Málaga se aprecian dos células convectivas casi consecutivas, la primera alcanzando su máximo desarrollo sobre Cañete a las 1410 UTC (figs. 26 y 27), y la segunda, de mayor duración, alrededor de las 1510 UTC (figs. 28 y 29). Ambas células muestran reflectividades del orden de 60 dBz. Más significativos aún son los echotops, por encima de los 14 km en ambas células, lo que da idea del importante desarrollo de ambos núcleos. Hay que tener en cuenta además que este producto no se ve afectado significativamente por la elevación del haz o por el apantallamiento producido por los Sistemas Béticos. Posteriormente se produce un tercer episodio de precipitación, en forma de tren convectivo, asociado a un desarrollo producido en la zona de entrada del flujo en niveles bajos de la segunda célula, una vez desplazada hacia el norte.

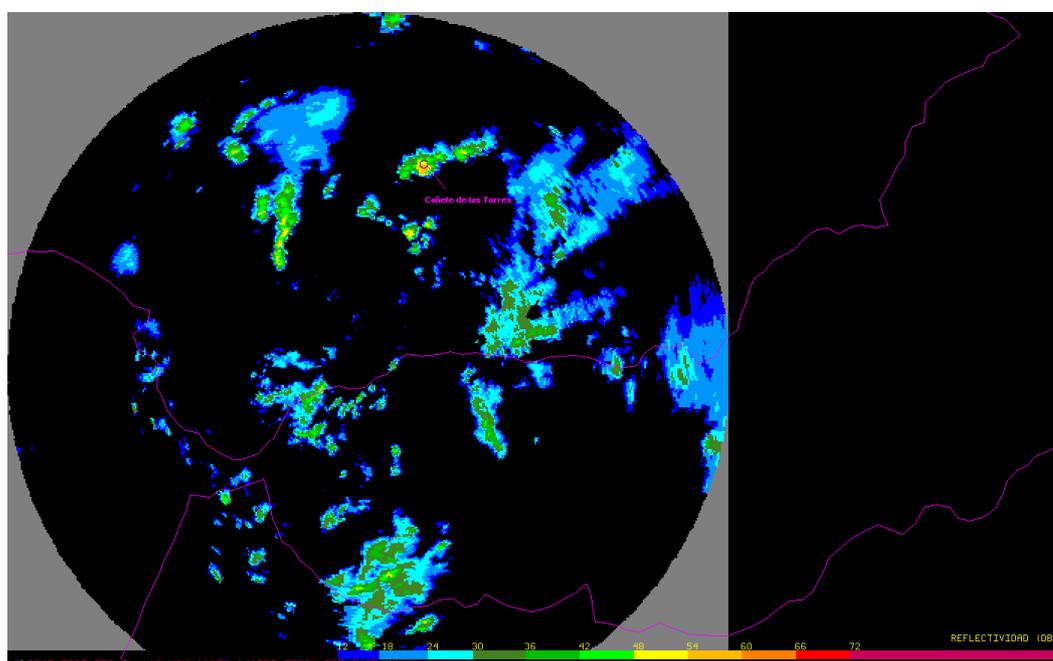


Fig. 26: PPI radar Málaga 14:10 UTC (AEMET)



AEMet

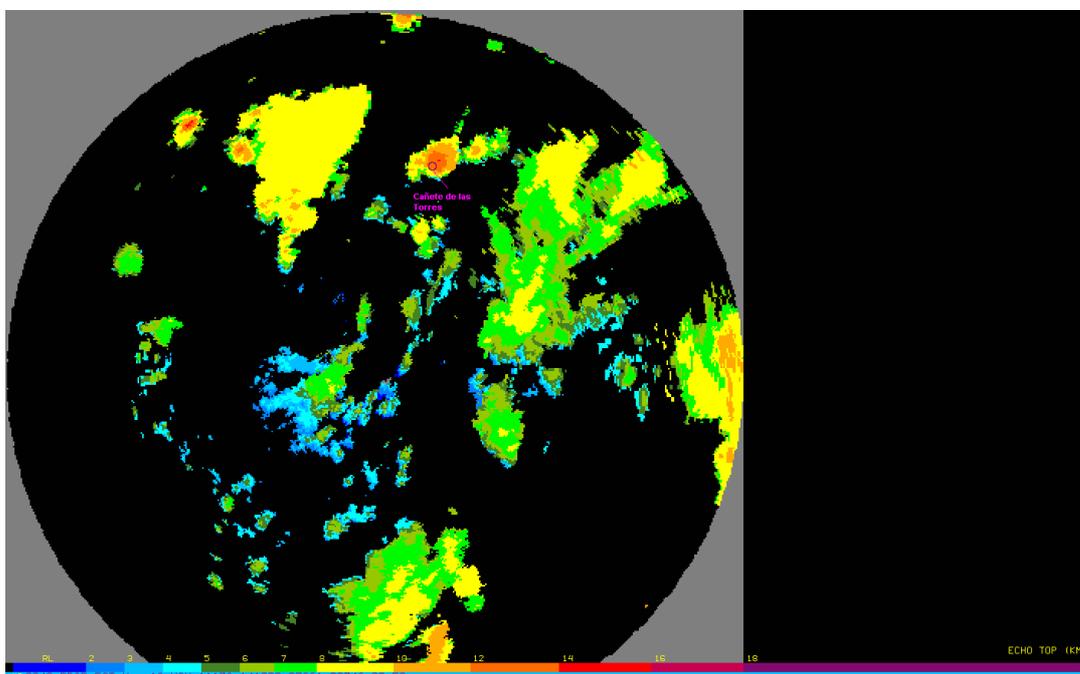


Fig. 27: Echotops radar Málaga 14:10 UTC (AEMET)

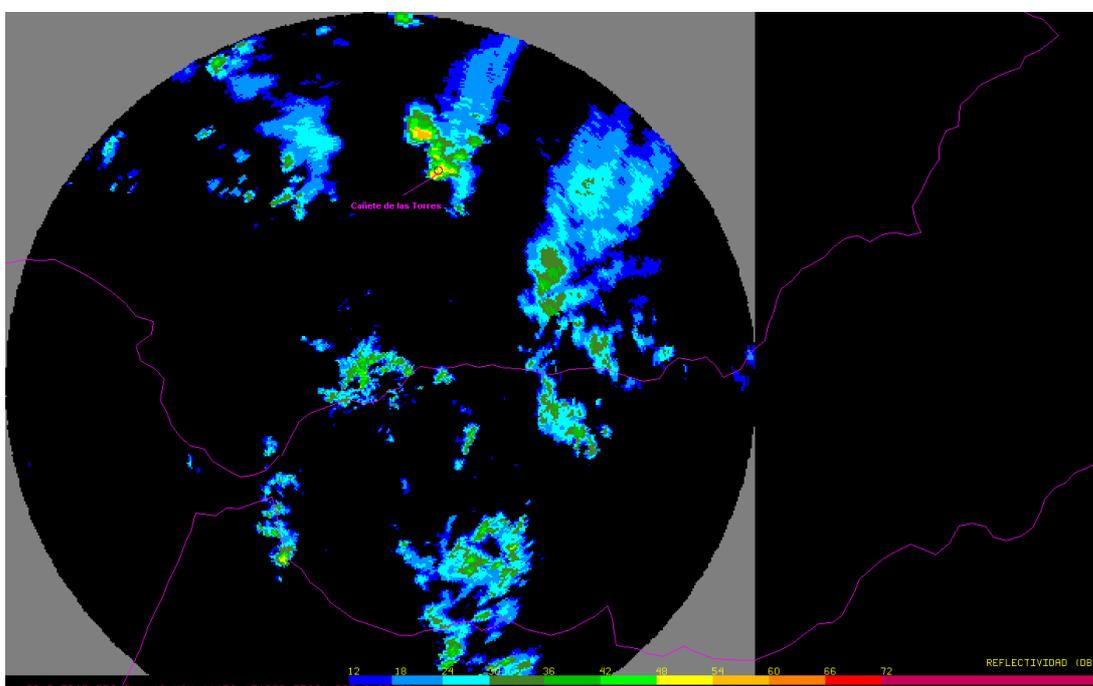


Fig. 28: PPI radar Málaga 15:10 UTC (AEMET)

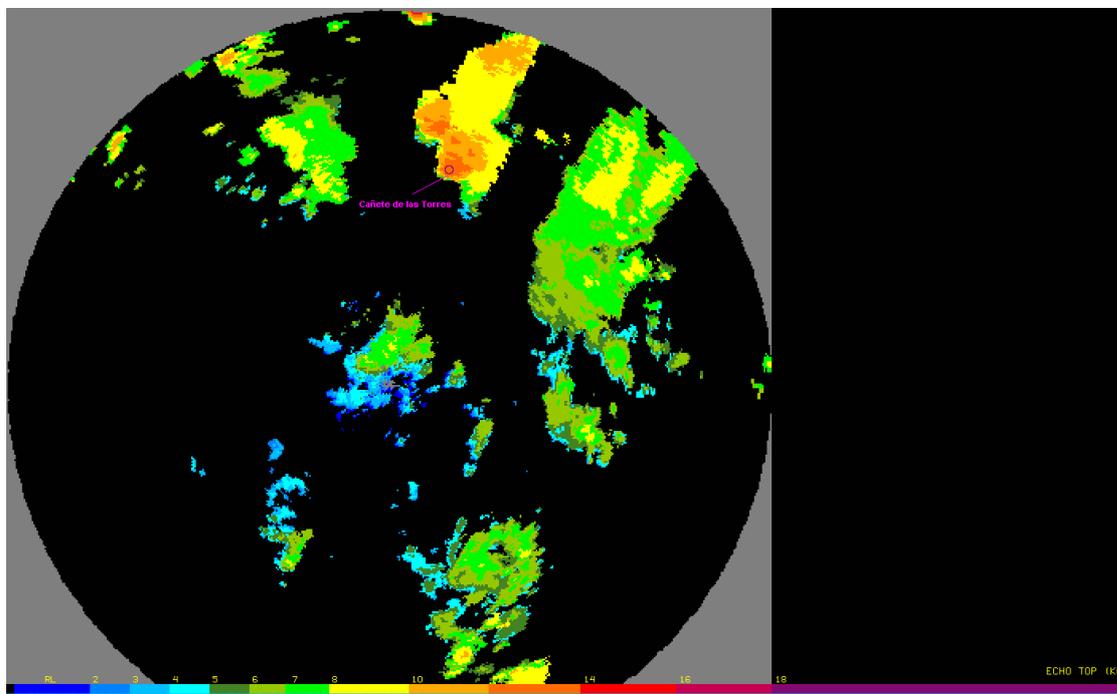


Fig. 29: Echotops radar Málaga 15:10 UTC (AEMET)

5.- Observaciones de superficie. Referencias de daños.

Las noticias en prensa refieren unas precipitaciones en la localidad de “más de 130 mm en 90 minutos” (Radio Luna, Cadena Ser), repartidos en “una primera tromba de 30 mm y una segunda de en torno a 100” (Canal Sur, citando al alcalde).

En el foro de Meteored hablan de “tres trombas de agua en unas dos horas y media, fortísimas las dos primeras... parece que cayeron unos 140 mm en total... en Canal Sur han dado el dato de que en la segunda cayeron unos 100 mm en 20 minutos”

Una cooperativa olivarera midió en un pluviómetro en la localidad 171 mm hasta las 22 h.l., de los cuales estiman que unos 160 cayeron entre las 16:30 y las 18:30, y unos 10 mm. en una tormenta posterior. También hay referencia de granizo de gran tamaño.

Los datos registrados en el entorno (fig. 30) son sin embargo mucho menores:

Montoro (EMA de AEMET): **43,4 mm**, recogidos entre las 15 UTC y las 23 UTC, de los cuales 37,8 cayeron entre las 15 y las 17, con una intensidad máxima de 57,6 mm/h a las 15:20 UTC.

Bujalance (red secundaria de colaboradores de AEMET): **18mm**

Prágdena (red secundaria de colaboradores de AEMET): **8 mm**

Montoro (red secundaria de colaboradores de AEMET): **21,5 mm**

Embalse de Yeguas (SAIH de la Cuenca del Guadalquivir): **48,4 mm**, recogidos entre las 14 y las 22 UTC, de los cuales 29,5 entre las 16 y las 17.

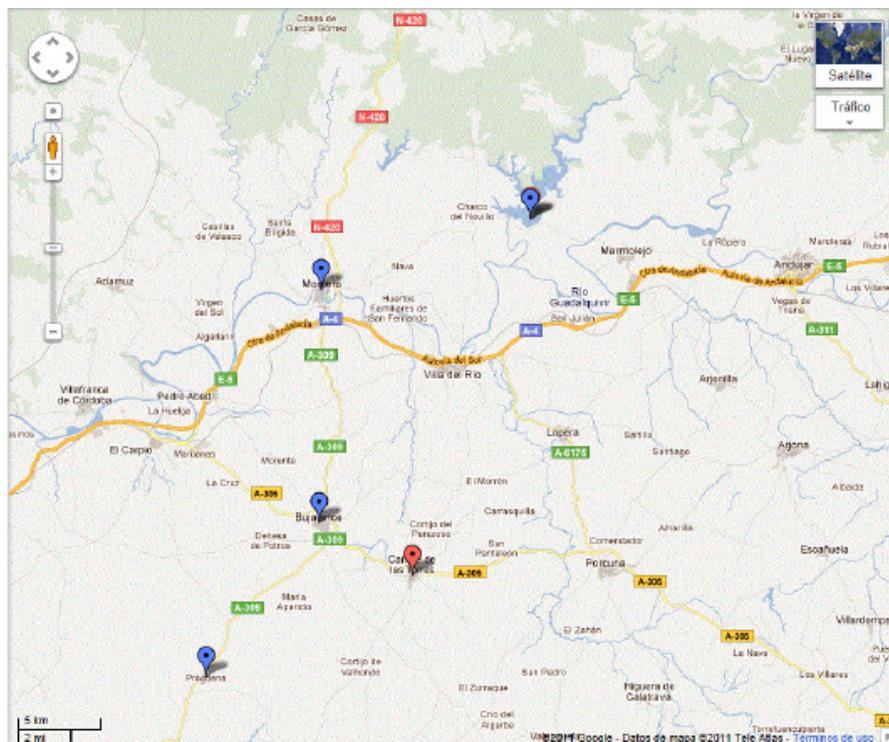


Fig. 30: localización de los registros de precipitación en el entorno (Google Maps)

A mayor escala, las precipitaciones en el día civil, registradas en la red de estaciones automáticas de AEMET son las siguientes (fig. 31):

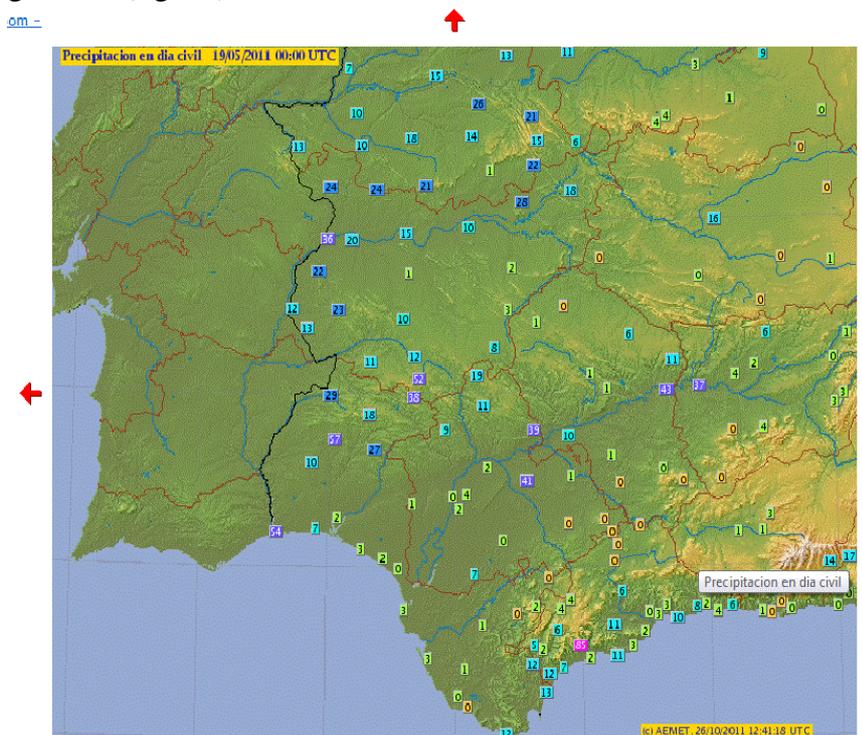


Fig. 31: Datos de precipitaciones de las EMAS en 24 horas, día 18/05 (AEMET)

Complementariamente, la red de observatorios del sistema SAIH de las Confederaciones Hidrográficas, ofrece estos registros (fig. 32):

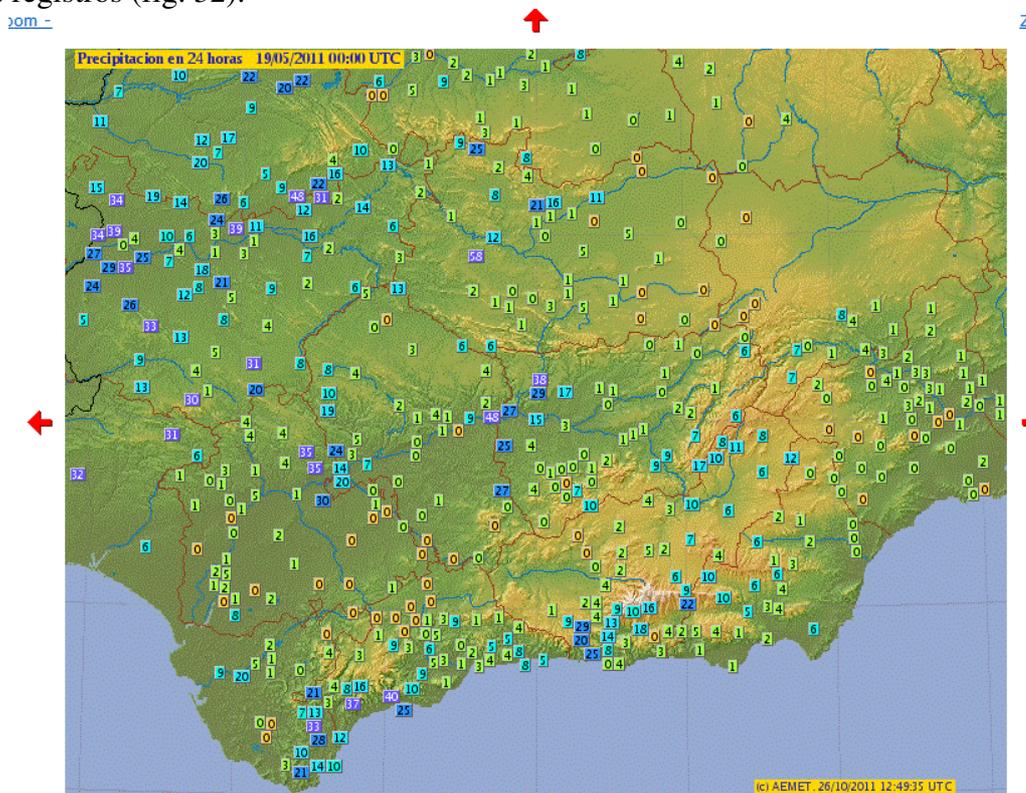


Fig. 32: Datos de precipitaciones de la red SAIH, día 18/05 (AEMET)

Si bien en esta ocasión ninguno de los registros es comparable a los valores referidos en la población, parece suficientemente contrastado el dato de que en Cañete se registró una precipitación bastante por encima de 100 mm. en pocas horas. Este tipo de precipitaciones son especialmente raras en primavera en Andalucía occidental. De los datos en nuestra Base de Datos Climatológica Nacional (BDCN) hemos extraído el siguiente resumen de número de casos en que se han alcanzado precipitaciones en 24 horas de 100 mm (fig. 33):

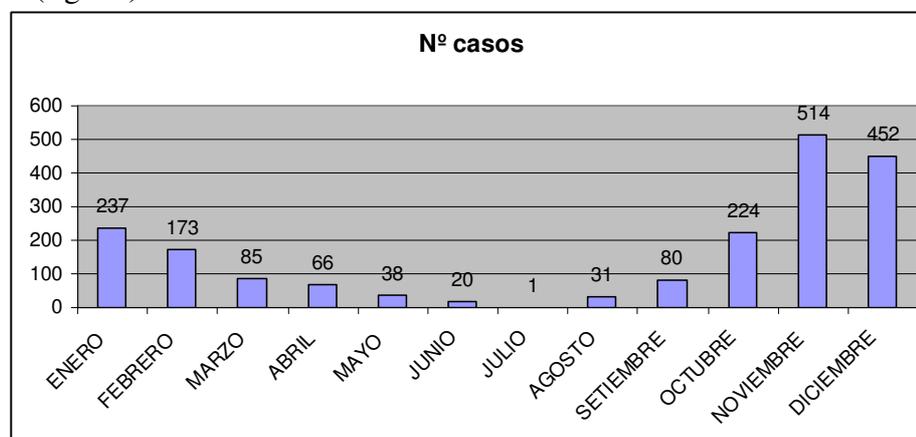


Fig. 33: Número de casos en BDCN de precipitación diaria > 100 mm en estaciones de Andalucía occidental (AEMET)



AEMet

En cuanto a los daños provocados, según las noticias en prensa, además de la pérdida de una vida, y la paralización durante la tarde del tráfico ferroviario y el corte de la autovía A-4 en ambos sentidos a su paso por Villa del Río, las tormentas provocaron daños que han sido calificados como catastróficos en viviendas, calles, carreteras y cultivos. En Cañete se vieron afectadas 300 viviendas y 150 familias fueron realojadas.

6.- Conclusión.

El episodio guarda cierta similitud con el que el 16 de agosto de 2010 dejó precipitaciones próximas a 200 mm. en la cercana población de Aguilár de la Frontera, también en Córdoba.

Las características principales de este evento serían:

- Entrada de humedad de procedencia tropical los días anteriores, provocando una anomalía de agua precipitable muy notoria, sobre todo en Alborán.
- Una situación sinóptica que favorecía la inestabilidad, y el desarrollo de convección profunda. La vaguada asociada en niveles altos propiciaba la presencia de una entrada de nubosidad y humedad que arrancaba desde latitudes tropicales hasta el sur de la Península.
- Entre las posibles causas determinantes para la focalización y el disparo convectivo a nivel mesoescalar se pueden encontrar el calentamiento diurno acusado y la convergencia de vientos, realizada por la presencia de una anomalía previa de temperatura en capas bajas asociada a un foco convectivo previo en la provincia de Sevilla. Esta anomalía pudo provocar una corriente de densidad que hiciera girar transitoriamente el viento a componente oeste a lo largo del Valle del Guadalquivir de Córdoba.
- Los vientos del Sur procedentes de Alborán, canalizados a través de los valles del Sistema Penibético en la provincia de Málaga, aportando aire relativamente cálido y muy húmedo hacia el fondo de la campiña cordobesa y convergiendo en el Valle del Guadalquivir con el incipiente flujo del Suroeste pudieron jugar un papel importante en el mantenimiento de la convección eficiente y la regeneración de células convectivas.