

Ciclogénesis Rápida en la Costa Mediterránea Andaluza: 2 al 3 de mayo de 2004

Realizado por Pedro C. Fernández Sanz

e-mail: gale.meteo@telefonica.net

Bachelor of Science, Environmental Risk Management (University of Wales Institute, Cardiff)

Licenciado en Ciencias, Gestión de Riesgos Medioambientales (Universidad del Instituto Wales, Cardiff)

esumen:

El objeto de este trabajo es **analizar y estudiar** el sistema atmosférico que provocó el importante temporal de vientos y notable aumento del nivel del mar que afectó a la costa mediterránea andaluza en las últimas horas del día 2 y primeras del día 3 del pasado mes de mayo. Según los datos de que se dispone, se trató de un sistema depresionario en capas bajas que sufrió un proceso de **Ciclogénesis Rápida, sin llegar a ser explosiva**, y cuyo centro discurrió de forma casi paralela a la línea de la costa y muy próxima a ella en su fase de máxima actividad. El proceso de ciclogénesis se produjo sobre los restos de una Depresión Aislada en Niveles Altos (**DANA**) que se originó en el Atlántico. En primer lugar se resumirá el proceso de formación de esta perturbación y su desplazamiento hasta las inmediaciones del archipiélago canario. Seguidamente se analizará la interacción de la baja en superficie de esta DANA con la circulación polar para la generación de la ciclogénesis rápida (ambos puntos a través de imágenes del satélite Meteosat y salidas de modelos numéricos). En último lugar, se analizarán los efectos de esta ciclogénesis en superficie, a través de diferentes fuentes de datos.

1. Introducción.



Fig. 1. Localización geográfica. Fuente: <http://www.mapquest.com>

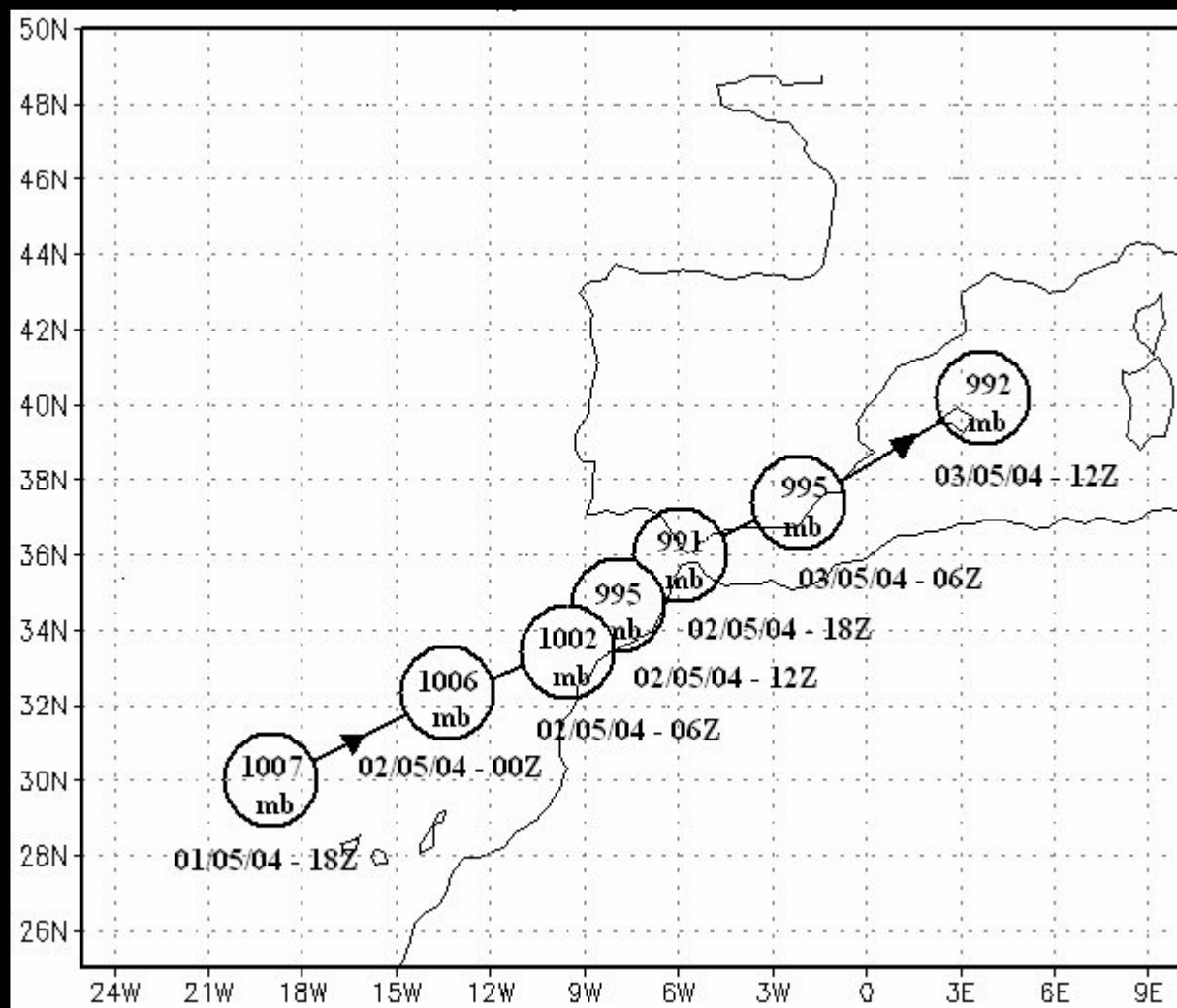


Fig. 2. Localización Geográfica. Mapa con la trayectoria seguida por la depresión y mínimos en superficie con la hora a la que se alcanzaron. Mapa generado con la utilidad de reanálisis NCEP-CIRES; trayectoria con mínimos, de elaboración propia.

Durante la noche del 2 al 3 de mayo del presente año, la mayor parte de la costa mediterránea andaluza, desde Málaga hasta Almería, fue barrida por una depresión cuyo centro era claramente visible en las imágenes del Meteosat. Esta perturbación discurrió muy cercana y de forma casi paralela a la línea de la costa, provocando un duro temporal de vientos, tanto sobre mar abierto como en tierra, caracterizado, no sólo por la intensidad de los mismos que en algunos puntos superaron con creces los **100 km/h**, sino también por el patrón de direcciones que éstos siguieron durante el transcurso del episodio, así como un importante ascenso del nivel del mar. Además es indispensable indicar que el fenómeno coincidió con la pleamar de tal forma que el nivel del mar sufrió un ascenso total de **1,5 metros** para el caso de Motril. El resultado fue la penetración del mar muchos metros tierra adentro y con gran violencia con olas de **8 metros** de altura, provocando numerosos daños en mobiliario urbano, paseos marítimos, servicios, cofradías de pescadores, chiringuitos y puertos marítimos, así como la caída de algunos árboles y destrozos en invernaderos por los fuertes vientos. Estos fenómenos fueron acompañados por precipitaciones importantes en algunos puntos de la geografía andaluza, destacando los 50 mm. de Huétor Santillán (Granada), o los 30 de Salobreña (Granada).



Fig. 3. Ejemplo de los daños (I). Fuente: material fotográfico propio.



Fig. 4. Ejemplo de los daños (II). Fuente: material fotográfico propio.

2. Nociones básicas previas sobre Ciclogénesis.

• Nociones:

Una **ciclogénesis** es un proceso de latitudes medias caracterizado por la formación de una baja en superficie y su profundización continuada en el tiempo y en el espacio. Un caso especial y extremo lo constituyen las Ciclogénesis Explosivas, o "Bombas", que se caracterizan por una rapidísima caída de la presión central en superficie. Éstas han sido estudiadas ampliamente por sus adversas consecuencias. Sanders-Gyakum (1980) las definieron como aquellas en las que la caída de la presión central en superficie en un periodo de 24 horas, es superior a **24 • sena / sen60**, siendo a la latitud promedio del centro de la baja durante ese periodo (18 hPa / 24 horas, para 41°). Otro criterio similar es el Carlson (1991), que establece un valor de 12 hPa / 24 horas, para 45° de latitud, siendo estos umbrales referidos a ciclogénesis atlánticas.

En nuestras latitudes peninsulares no son muy frecuentes ya que la definición previa es muy restrictiva y, en el caso analizado, las caídas de presión fueron del orden de **11 hPa en unas 9 horas**, que no alcanzan los umbrales de referencia anteriormente citados. Es por esto que se utiliza el término de Ciclogénesis Rápida; se trata de una ciclogénesis con una rápida caída de la presión central en superficie pero que no llega a alcanzar los umbrales de referencia.

• Factores y elementos:

En los procesos de ciclogénesis intervienen dos factores fundamentales y necesarios: **precursor de niveles altos y precursor de niveles bajos.**

- **Precursor de Niveles Altos:** pueden ser máximos de viento, vaguadas profundas (tipo polar pref.), chorros (pref. polar), DANAs.

- **Precursor de Niveles Bajos:** pueden ser mínimos depresionarios en capas bajas, senos depresionarios, bajas orográficas.

Estos factores deben de estar en el lugar y en el momento oportuno para interactuar positivamente entre ellos, amplificándose y generando caídas de presión significativas en superficie.

Todos estos procesos se deben realizar dentro de **entornos de baja estabilidad.**

Para poder comprender la interacción entre los factores que se acaban de señalar, se puede establecer un *símil electrostático* imaginando que los precursores son campos eléctricos y, la estabilidad del entorno, un dieléctrico o aislante. De este modo, podemos imaginar que un entorno de baja estabilidad equivale a un mal aislante, de tal manera que los campos eléctricos pueden interactuar entre sí y dar lugar al fenómeno que se está describiendo.

3. Caso de estudio.

• Precursor de Niveles Bajos:

En este caso de estudio, el precursor de niveles bajos son los **restos de una borrasca fría aislada** que tuvo su origen en una Depresión Aislada en Niveles Altos o DANA originada en pleno Océano Atlántico.

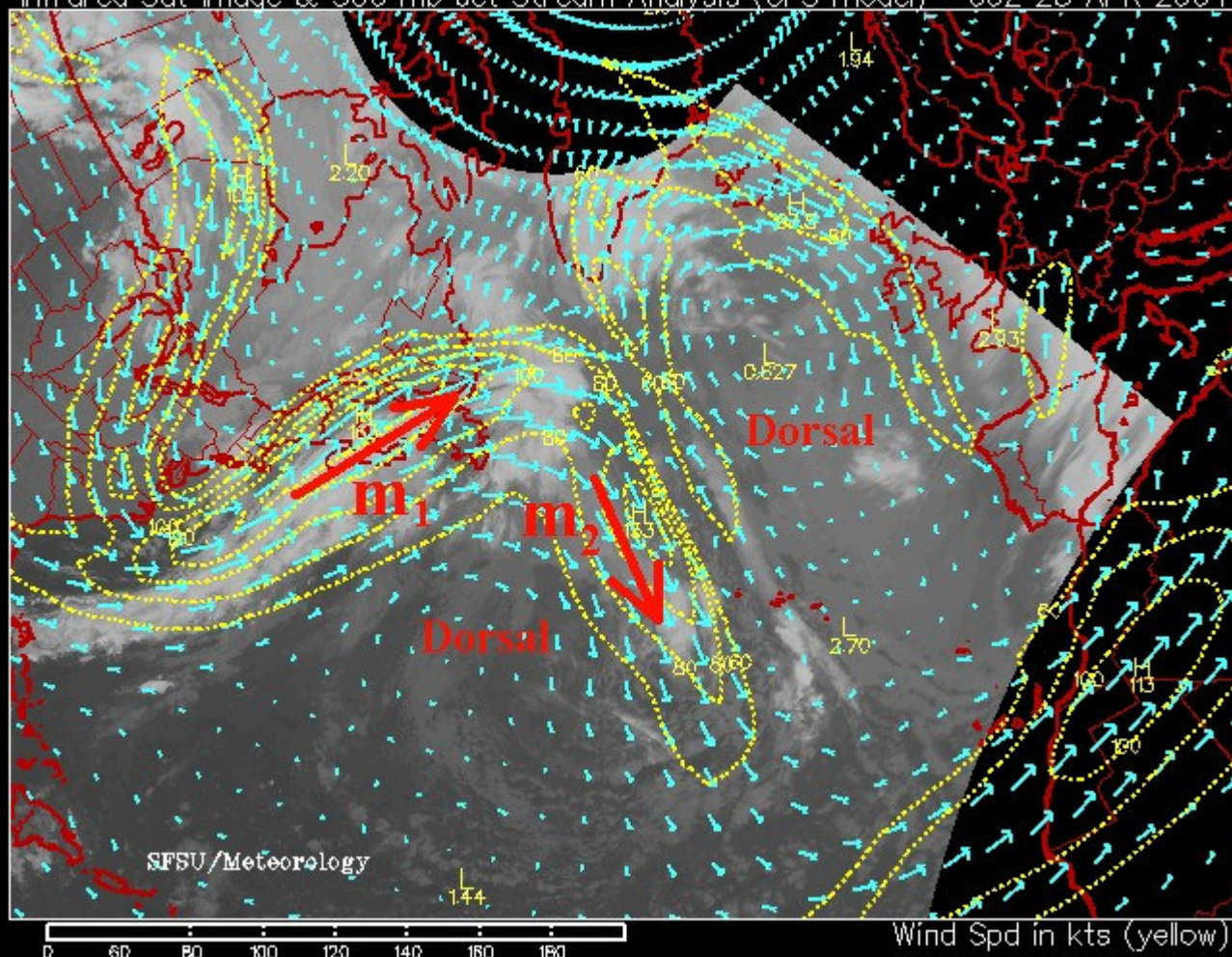


Fig. 5a. Formación de la DANA y reflejo en forma de Borrasca fría aislada. Imagen IR con corrientes en chorro, 28 de abril 06Z. Fuente: SFSU/Meteorology. The Californian Regional Severe Weather: <http://squall.sfsu.edu/>.

Tal como se puede apreciar en la imagen infrarroja del día **28 de abril a las 06Z** (fig. 5a.), la corriente en chorro polar sufre una fuerte meandrización con la formación de dos dorsales anticiclónicas muy marcadas y una estrecha pero activa vaguada entre ellas. También es posible observar en esta corriente **dos máximos de viento** muy notables: uno representado en la imagen con una flecha roja y el distintivo "m1"; el otro, también representado con una flecha roja y el distintivo "m2". El máximo m1 es muy importante porque va a provocar que el chorro se corte mientras que el máximo m2 va a favorecer el desprendimiento de la DANA y la borrasca superficial reflejo de la primera.

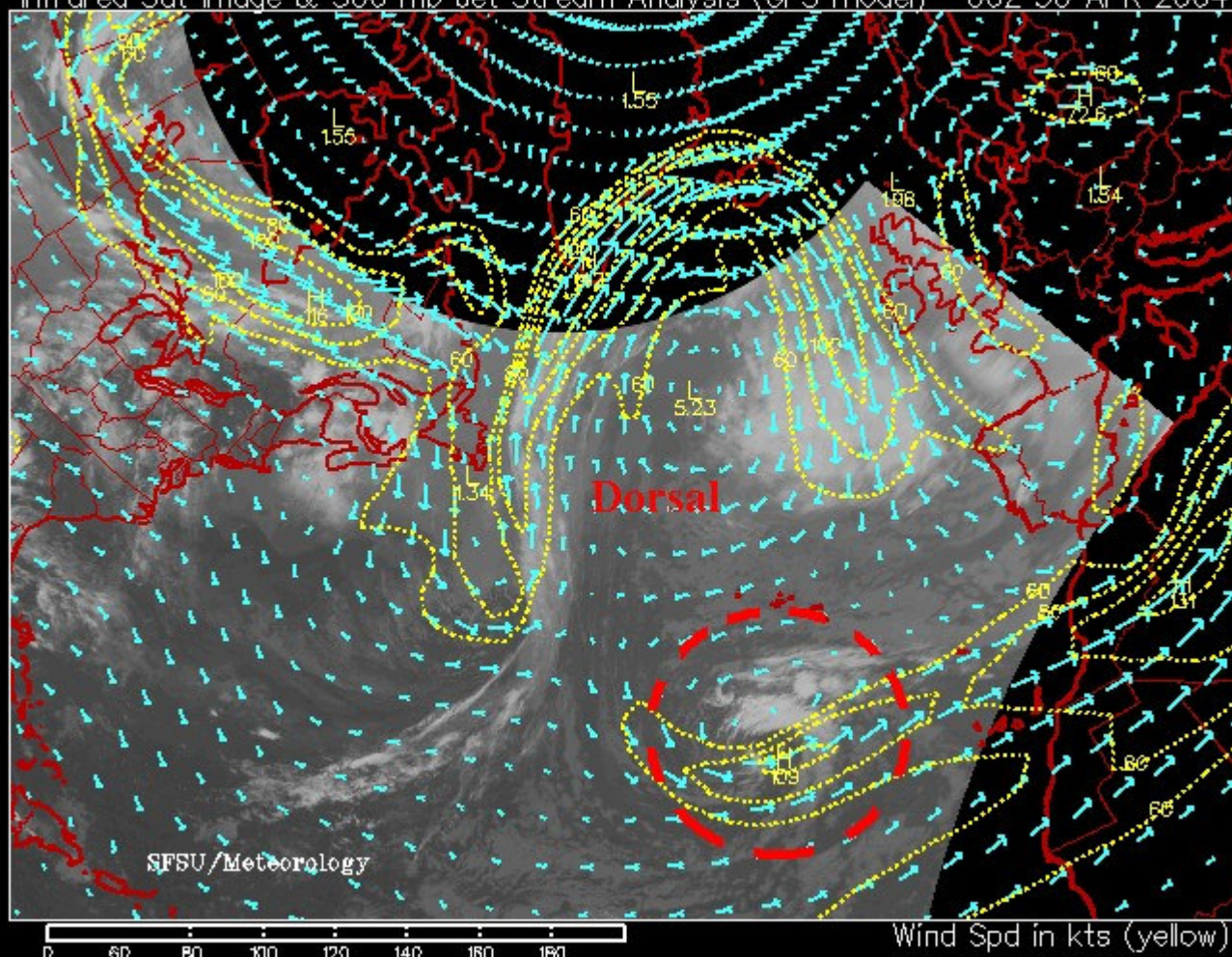


Fig. 5b. Formación de la DANA y reflejo en forma de Borrasca fría aislada. Imagen IR con corrientes en chorro, 30 de abril 00Z. Fuente: SFSU/Meteorology. The Californian Regional Severe Weather: <http://squall.sfsu.edu/>.

De esta forma, en la imagen infrarroja correspondiente al día **30 de abril a las 00Z** (fig. 5b.) se puede observar que ambas dorsales han dado lugar a una única mientras que la DANA y la borrasca fría aislada asociada ya se han formado.

Este proceso se puede observar claramente en la siguiente animación:

****Video****

Fig. 5c. Formación de la DANA y reflejo en forma de Borrasca fría aislada. Imágenes IR con corrientes en chorro, del 28 de abril 06Z al 1 de mayo a las 00Z. Animación de elaboración propia. Fuente de los mapas: SFSU/Meteorology. The Californian Regional Severe Weather: <http://squall.sfsu.edu/>.

● **Precursor de Niveles Altos:**

En el caso de estudio, son dos los precursores de niveles altos: un tramo del **chorro polar** que, en su proceso de ondulación, generó una gran **vaguada polar**. Esta vaguada estaba constituida por la expansión de una importante masa de aire polar, muy fría e inestabilizada en su recorrido hacia latitudes más bajas.

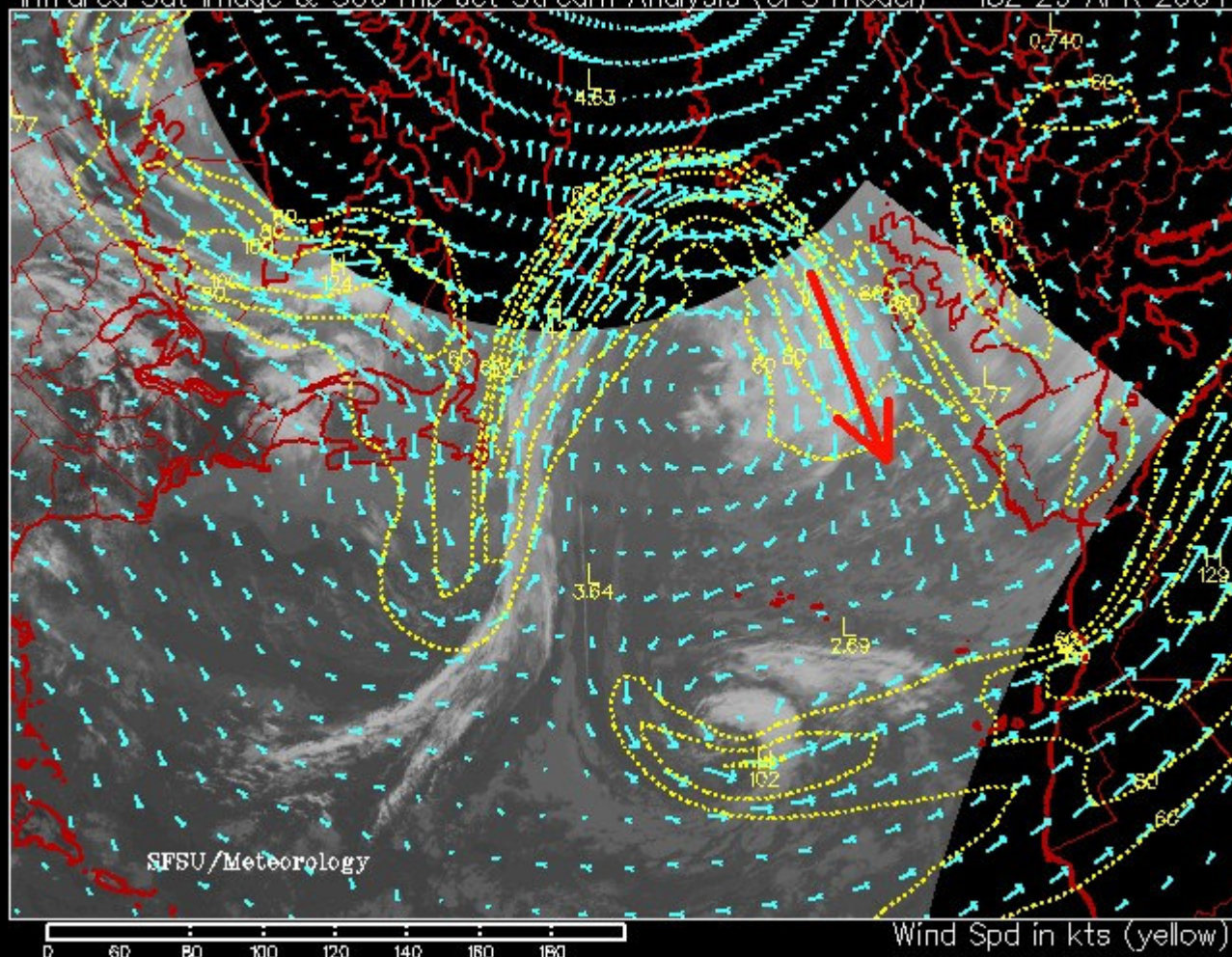


Fig. 6a. Chorro polar -Vaguada polar. Imagen IR con corrientes en chorro, 29 de abril 18Z. Fuente: SFSU/Meteorology. The Californian Regional Severe Weather: <http://squall.sfsu.edu/>.

De esto modo, en la primera imagen infrarroja, correspondiente al día **29 de abril a las 18Z** (fig. 6a.), el chorro polar presenta un máximo de viento con dirección casi paralela a las costas portuguesas y sentido sur, constituyendo el flanco occidental de la vaguada polar en sus etapas iniciales y estimulando su pronunciamiento hacia latitudes más bajas.

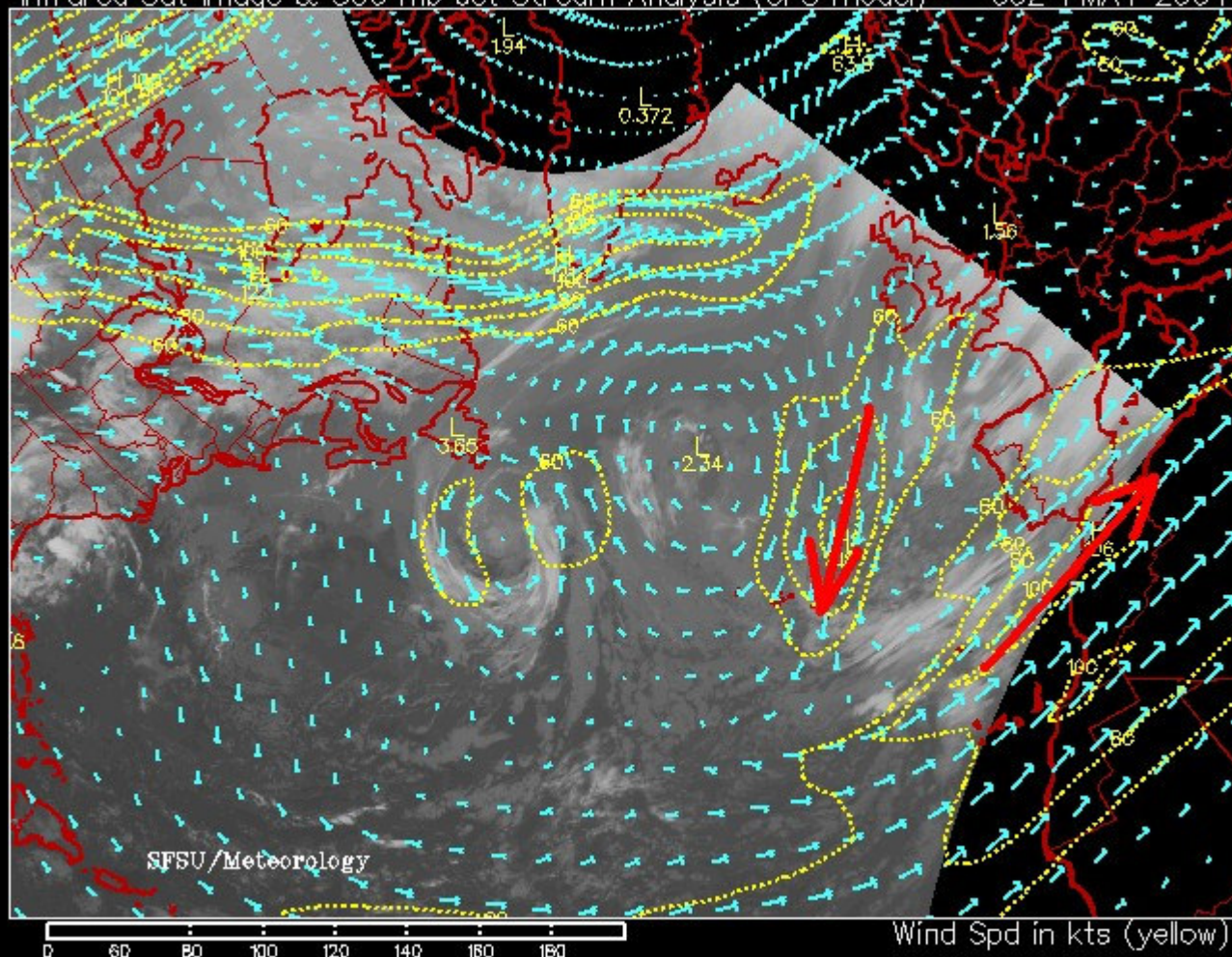


Fig. 6b. Chorro polar -Vaguada polar. Imagen IR con corrientes en chorro, 1 de mayo 06Z. Fuente: SFSU/Meteorology. The Californian Regional Severe Weather: <http://squall.sfsu.edu/>.

Así, en la imagen correspondiente al **1 de mayo a las 06Z** (fig. 6b.), el chorro polar comienza a interactuar de forma clara con el chorro subtropical mientras que la gran vaguada polar afecta a la totalidad de la Península y llega a alcanzar la zona del Golfo de Cádiz.

Este proceso se puede observar claramente en la siguiente animación:

****Video****

Fig. 6c. Chorro polar -Vaguada polar. Imágenes IR con corrientes en chorro, del 29 de abril 18Z al 1 de mayo a las 06Z. Animación de elaboración propia. Fuente de los mapas: SFSU/Meteorology. The Californian Regional Severe Weather: <http://squall.sfsu.edu/>.

● **Interacción y proceso de ciclogénesis.**

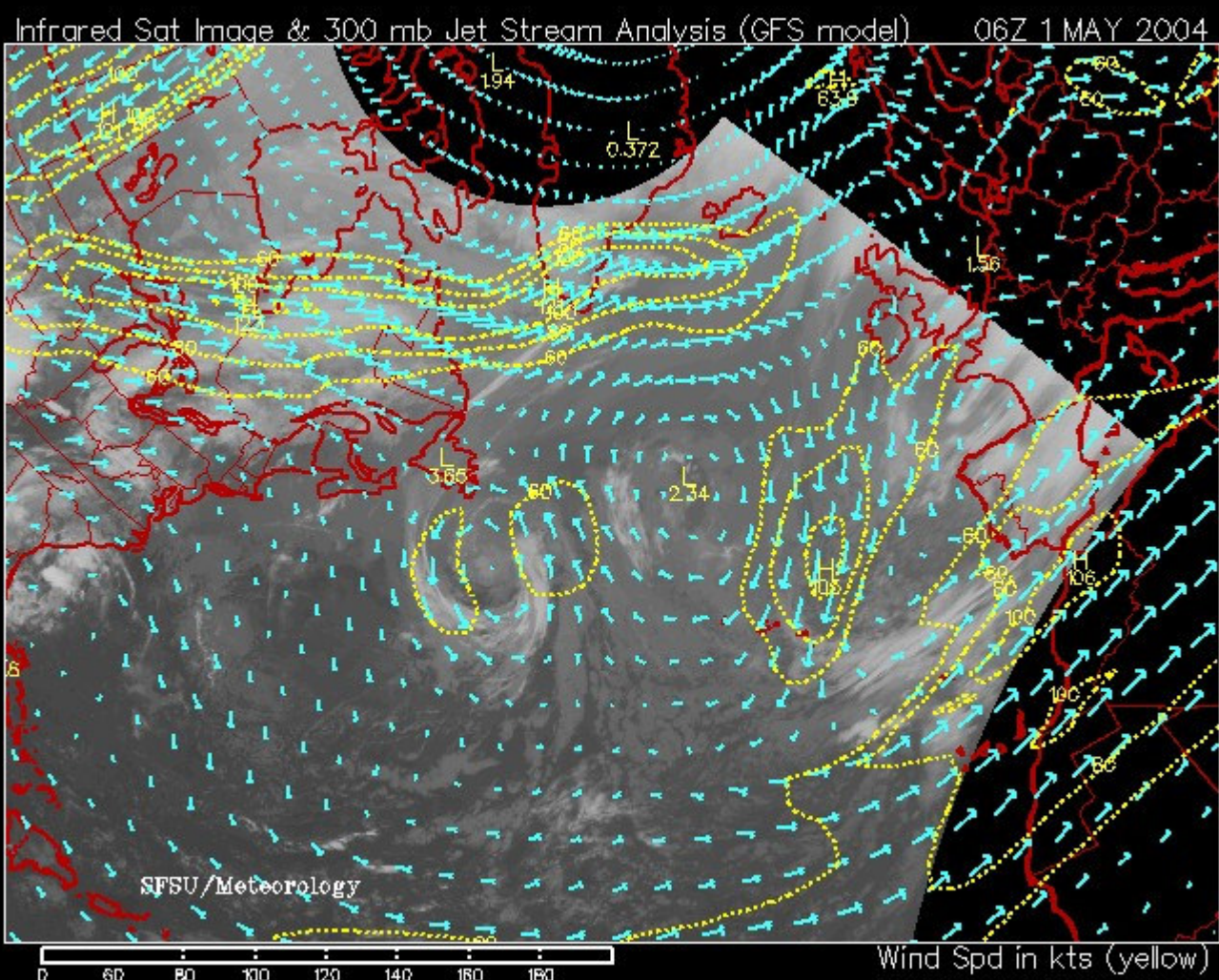


Fig. 7a. Interacción y proceso de ciclogénesis. Imagen IR con corrientes en chorro, 1 de mayo 06Z. Fuente: SFSU/Meteorology. The Californian Regional Severe Weather: <http://squall.sfsu.edu/>.

La interacción de los precursores que se acaban de señalar comienza merced a la existencia de un entorno de baja estabilidad fácilmente reconocible por el mosaico de células convectivas que se extiende en el marco sinóptico al que nos estamos refiriendo en el estudio.

Aproximadamente la interacción comienza a producirse a partir del día **1 de mayo a las 06Z** (fig. 7a.), con la absorción de los restos de la DANA por la gran vaguada móvil, con lo que la ciclogénesis rápida comienza a tener lugar, alcanzando su punto álgido aproximadamente a las 18Z del día 2. Pocas horas después los precursores se encuentran acoplados y la borrasca comienza a rellenarse de forma rápida (fig. 7b.).

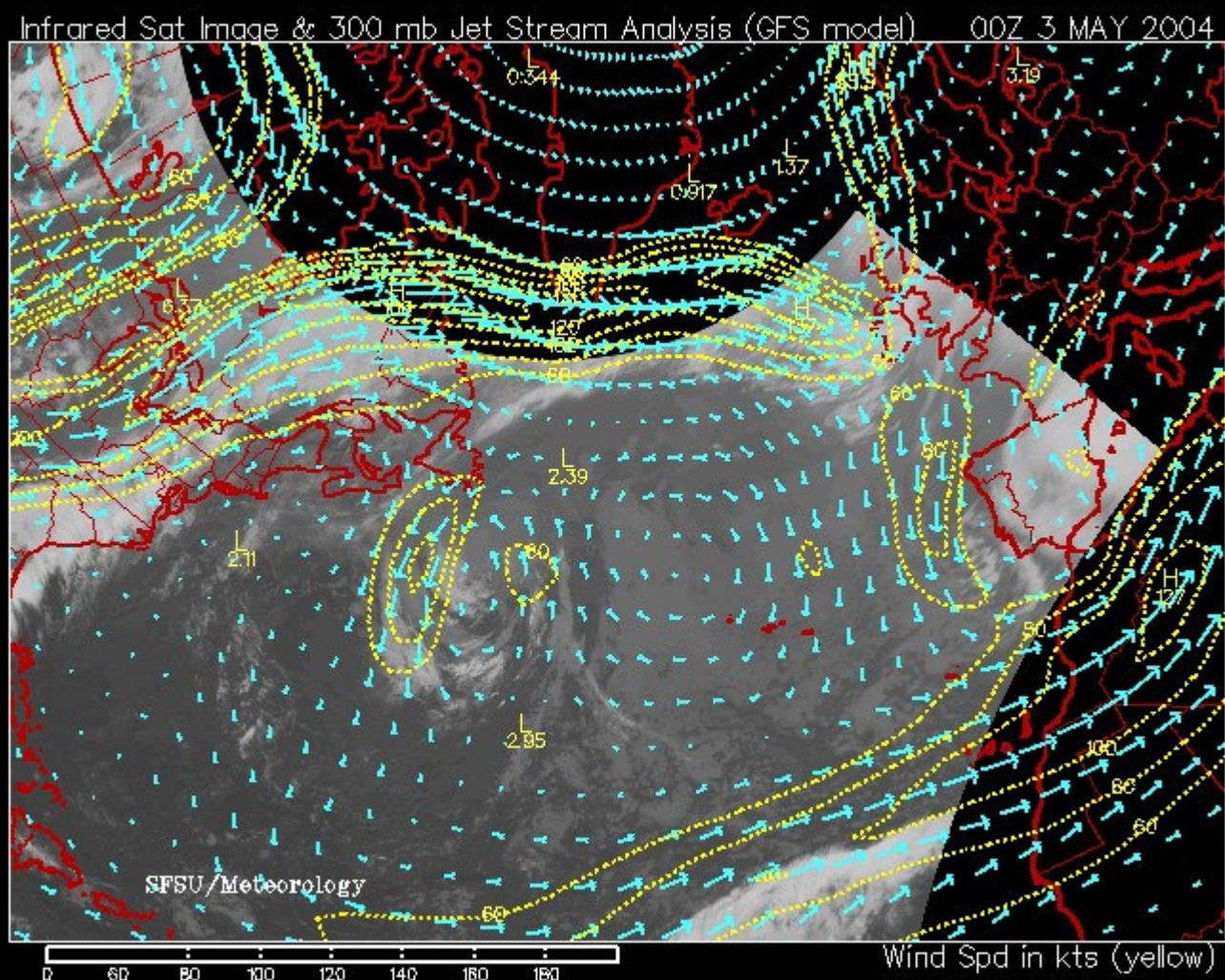


Fig. 7b. Interacción y proceso de ciclogénesis. Imagen IR con corrientes en chorro, 3 de mayo 00Z. Fuente: SFSU/Meteorology. The Californian Regional Severe Weather: <http://squall.sfsu.edu/>.

El proceso completo se puede ver en la siguiente animación:

****Video****

Fig. 7c. Interacción y proceso de ciclogénesis. Imágenes IR con corrientes en chorro, del 1 de mayo 06Z al 3 de mayo a las 00Z. Animación de elaboración propia. Fuente de los mapas: SFSU/Meteorology. The Californian Regional Severe Weather: <http://squall.sfsu.edu/>.

En el apartado final de este estudio se incluye un *anexo* con los mapas de isohipsas (nivel de 500 hPa), isobaras (superficie), isotermas (nivel de 850 hPa) y humedad.

● **Análisis mesoescalar:**

****Video****

Fig. 8a. Análisis mesoescalar: animación imágenes IR entre las 06Z del día 1 y las 00Z del día 3 de mayo. Fuente: Dundee Satellite Receiving Station (<http://www.sat.dundee.ac.uk/>).

De la animación de imágenes infrarrojas entre las **6Z del día 1** y las **00Z del día 3** (fig. 8a.) se puede observar claramente la reactivación de la baja en superficie al recibir la influencia de la gran vaguada móvil cuya existencia es fácilmente constatable por el moteado blanco que son, ni más ni menos, un mosaico de células convectivas de pequeño tamaño, deladoras de la gran descarga fría. Así, durante las primeras horas del día 1, la vaguada y la expansión de aire polar que la constituye todavía no afecta directamente a los restos de la DANA, permaneciendo como elementos diferenciados. Ello se pone de manifiesto en la banda nubosa alargada, con un bajo grado de inclinación, entre los paralelos 36 y 38. En esta zona se produce una confluencia de vientos, de componente S principalmente los estimulados por el giro ciclónico de la baja objeto de estudio, y de componente N principalmente los que fluyen por el flanco occidental de la gran vaguada polar.

En las horas siguientes, la borrasca recibe la influencia directa de la vaguada polar, con la realimentación consiguiente con aire frío por la retaguardia de la perturbación. Es entonces cuando la ciclogénesis rápida tiene lugar, provocando un notable aumento del gradiente isobárico a su alrededor, mientras que, en las zonas colindantes, éste permanece más o menos estable, siendo éste el principal mecanismo generador de los fuertes vientos.

El sistema de bajas presiones alcanza su **máxima actividad** (mínima presión en su centro y máxima intensidad de los vientos en superficie) cuando su centro se localiza cerca de la ciudad de Málaga, a las 23Z del día 2. Posteriormente la borrasca se retira hacia las Islas Baleares, perdiendo actividad.

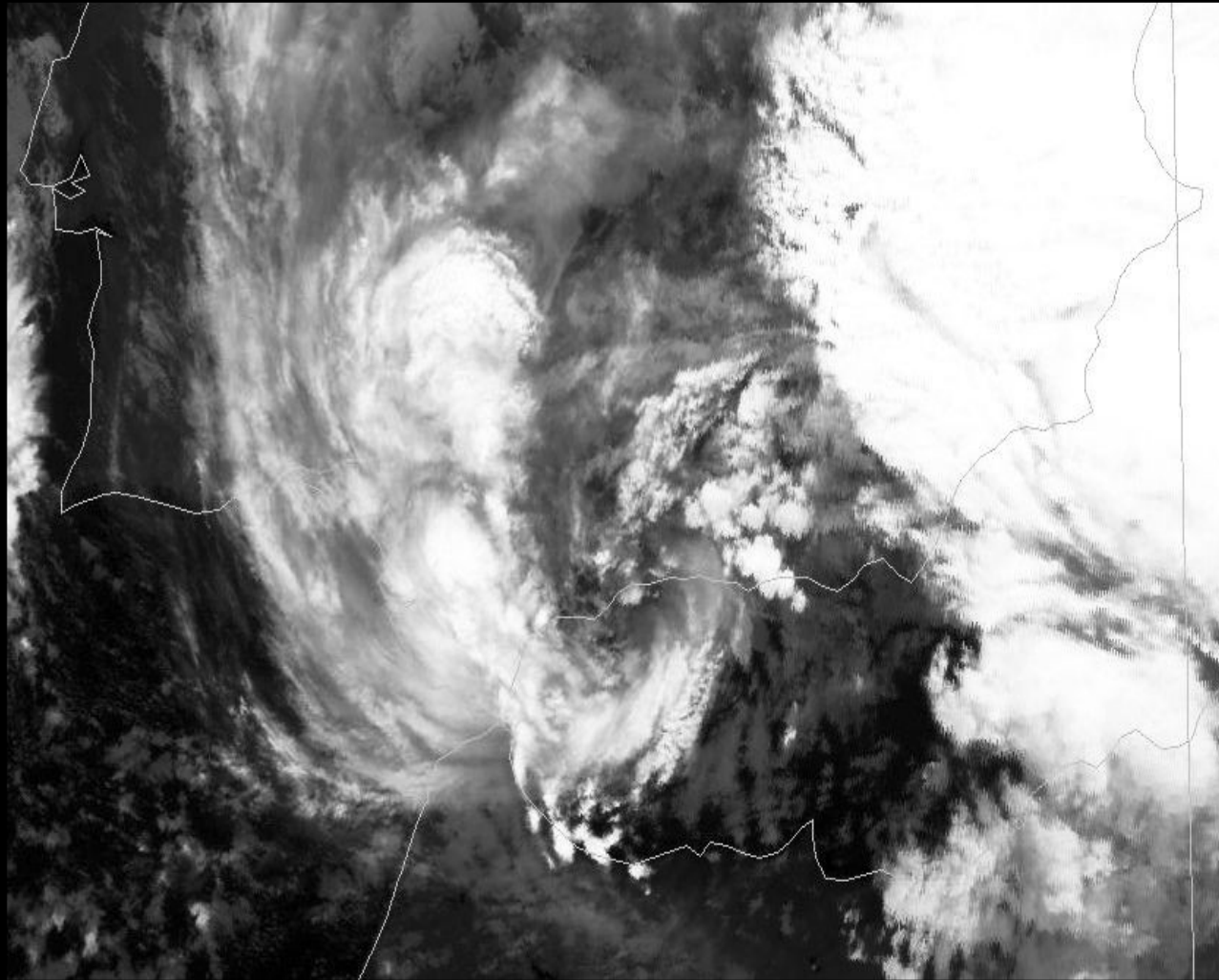


Fig. 8b. Análisis mesoescalar: Imagen Alta Resolución del satélite Terra, sensor MODIS. Fuente: Dundee Satellite Receiving Station (<http://www.sat.dundee.ac.uk/>).

En la imagen visible de alta resolución del satélite TERRA, (sensor MODIS) para las 22:40Z (fig. 8b.), es posible observar la nubosidad organizada en espiral ciclónica en torno al centro depresionario localizado en ese momento cerca de la vertical de Málaga. Por otro lado, la nubosidad no presenta un gran desarrollo y sólo es posible observar algunas células convectivas. La mayoría de las nubes son de tipo medio y alto.

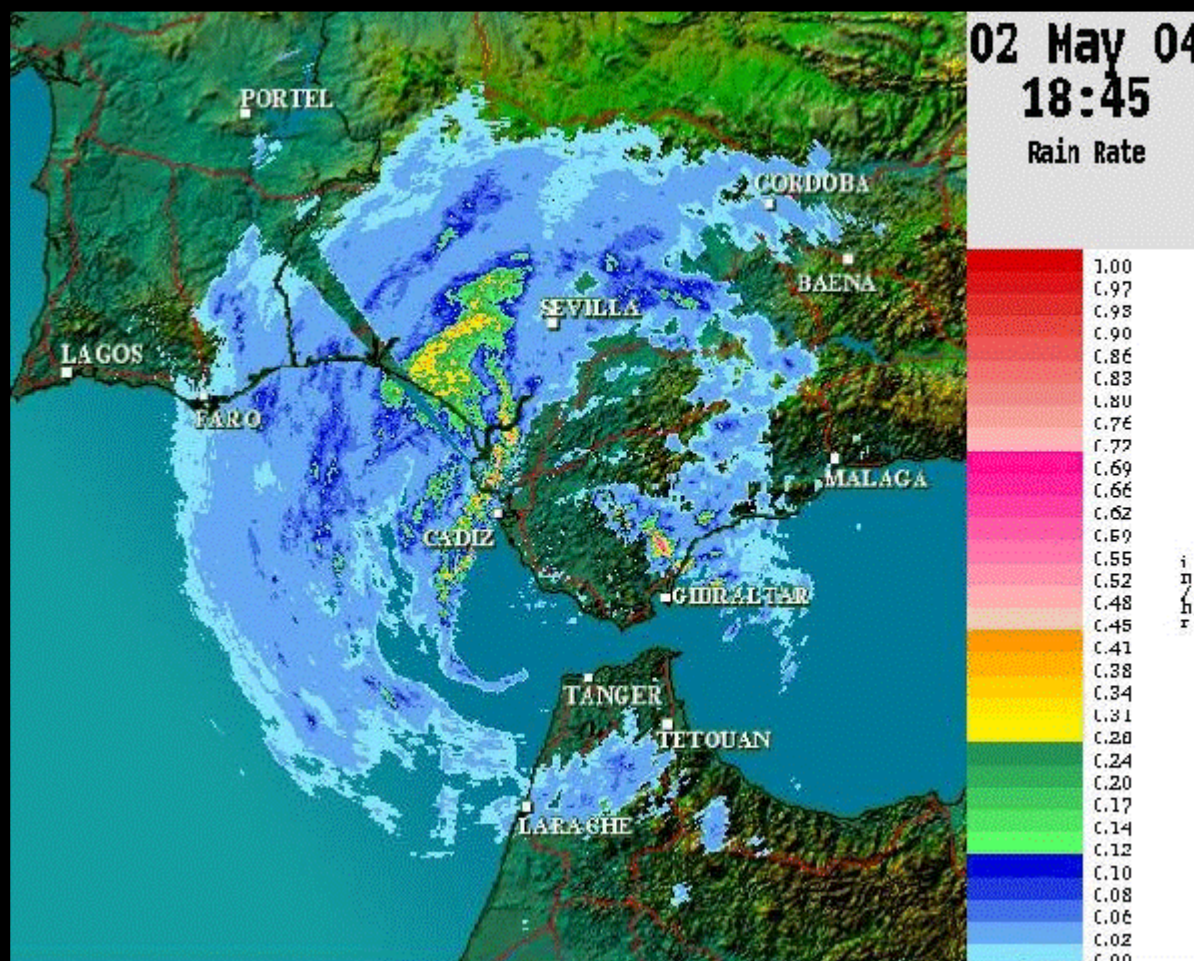


Fig. 8c. Análisis mesoescalar: animación de imágenes del radar de la base naval de Rota (https://www.nemoc.navy.mil/wx-bin/show2.pl?auto+images+radar+most_recent+longrange_ppir.jpg).

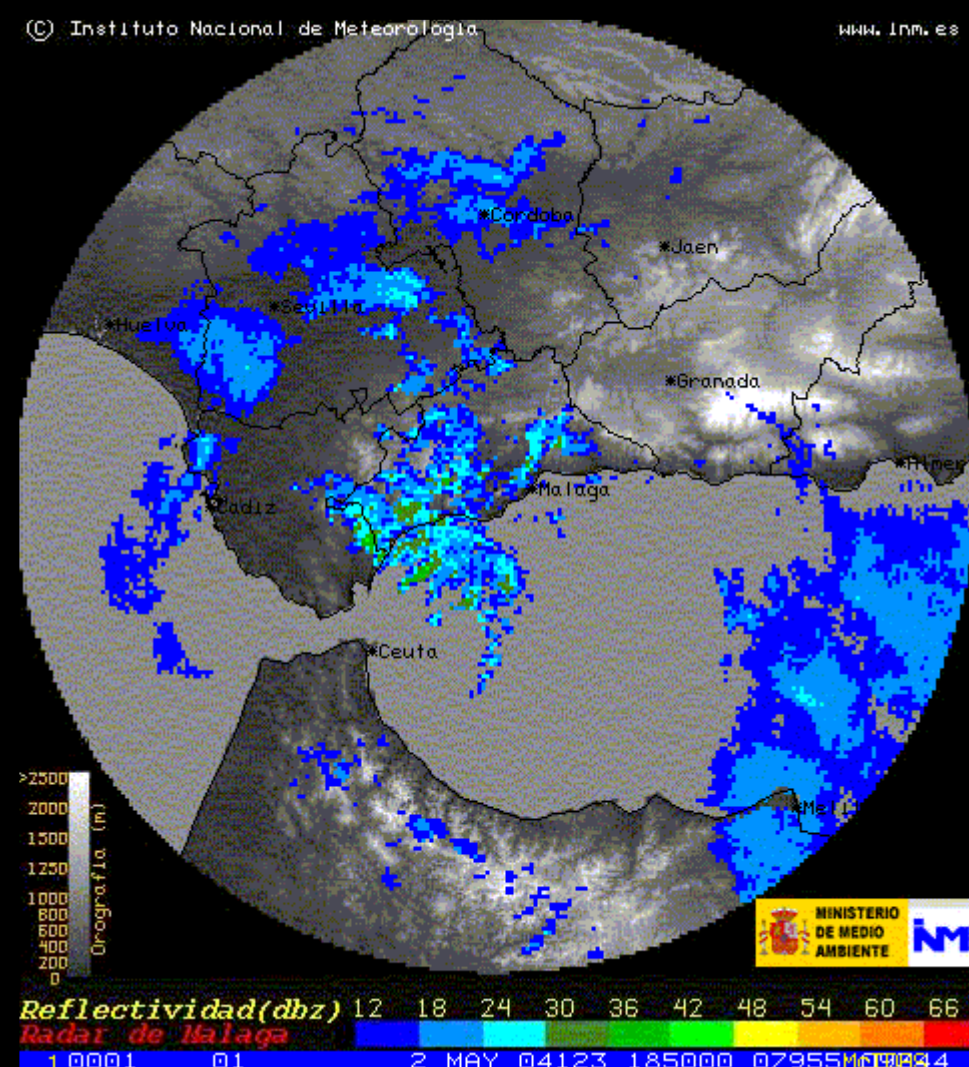


Fig. 8d. Análisis mesoescalar: animación de imágenes del radar de Málaga, perteneciente a la red del Instituto Nacional de Meteorología.

En primer lugar se presenta una animación de las imágenes del radar de Rota (fig. 8c.) y, en segundo lugar, una animación de las imágenes del radar de Málaga (fig. 8d.), del Instituto Nacional de Meteorología. De estos datos y de los recogidos por algunos observatorios se deduce que las precipitaciones llegaron a alcanzar intensidad muy fuerte pero de forma local y con muy rápido desplazamiento.

También se puede apreciar la circulación ciclónica.

Por otro lado, en la investigación se tuvo acceso a varios mapas de ecotops, no mostrados en este estudio. En este tipo de mapas se indica la altura que alcanzan las **cimas de las nubes**. Se estudió el correspondiente a las 03:45UTC, llegándose a la conclusión de que las nubes asociadas al sistema de bajas presiones no presentaban gran desarrollo, ya que los ecotops más altos estaban entre 8,5 y 10 kms, correspondiendo a núcleos convectivos localizados al Este del centro de la depresión, ocupando muy poca extensión horizontal y alcanzando a diversos puntos de la zona litoral cercana a Motril y Salobreña.

Así mismo también es posible discernir la posición del centro de la perturbación, muy cerca de la costa.

● Efectos locales:

Los efectos a nivel superficial de esta ciclogénesis se han clasificado en dos tipos principales: los derivados de los **fuertes vientos**, y los derivados del **menor peso de la columna atmosférica en el centro de la depresión** a su paso por la zona afectada.

a. Los derivados de los fuertes vientos.

Tal y como se había comentado en el apartado de análisis mesoescalar, el ahondamiento de la borrasca en el proceso de ciclogénesis rápida provocó un rápido aumento del gradiente isobárico en torno al centro de la perturbación. El resultado fue la formación de un duro temporal de vientos que se dejó sentir con mayor intensidad en mar abierto que en tierra. El temporal comenzó con fuertes vientos de levante, para ir virando gradualmente hacia el SE, S, SW y finalmente quedar en dirección W, que es cuando alcanzaron mayor intensidad. Según datos de Salvamento Marítimo, debido a una salida de rescate en helicóptero que debieron realizar frente a las costas granadinas la noche en que se produjo toda la fenomenología, el viento alcanzó rachas superiores a los 40 nudos.

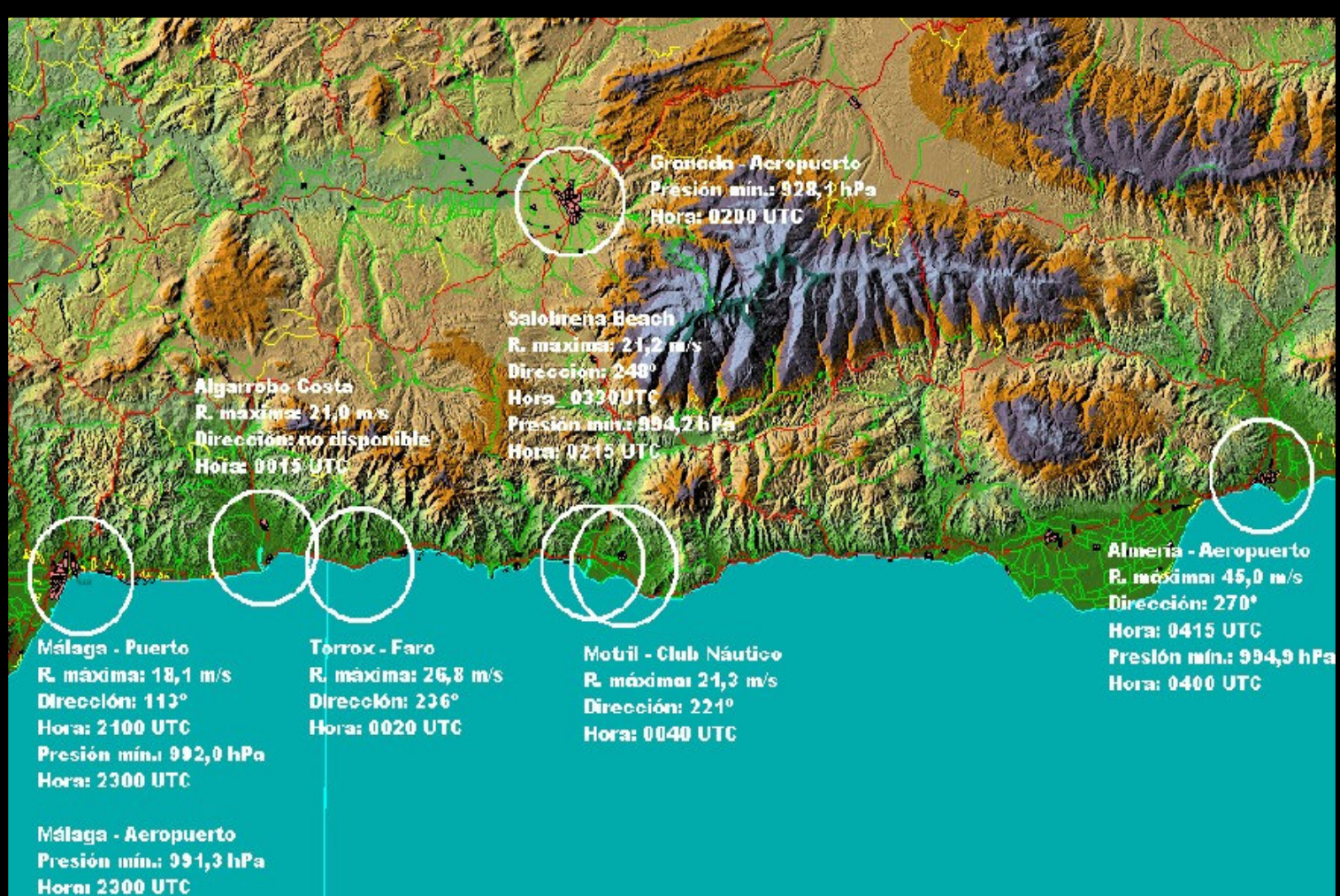


Fig. 9a. Mapa digital editado, presentando los datos recogidos por los observatorios del INM indicados en el mismo.

En la gráfica (fig. 9a.) se indican los datos relativos a la racha máxima de viento, la dirección de la que procedió, la presión mínima y la hora a la que se registraron, para el **aeropuerto de Málaga**, para un observatorio ubicado en **Algarrobo-Costa**, para **Torrox**, para **Motril** (Club Náutico), para el **aeropuerto de Almería**, y para **el de Granada**. También se han tenido en cuenta los datos recogidos para **Salobreña** (fig. 9b.) por una estación meteorológica automática Davis Vantage Pro de mi propiedad, ubicada en una urbanización a escasos 200 m. de la playa. De todos estos datos se desprenden varias conclusiones: la primera, que la presión mínima se alcanzó en el aeropuerto de Málaga y que a partir de allí la borrasca se va rellenando en su desplazamiento hacia Almería; la segunda, que los vientos más intensos, a excepción de Salobreña y Motril, se registran en la franja de costa entre Torrox y Almería. Destacan los datos del aeropuerto de Almería, con una racha máxima de 45 m/s ó 160 km/h.

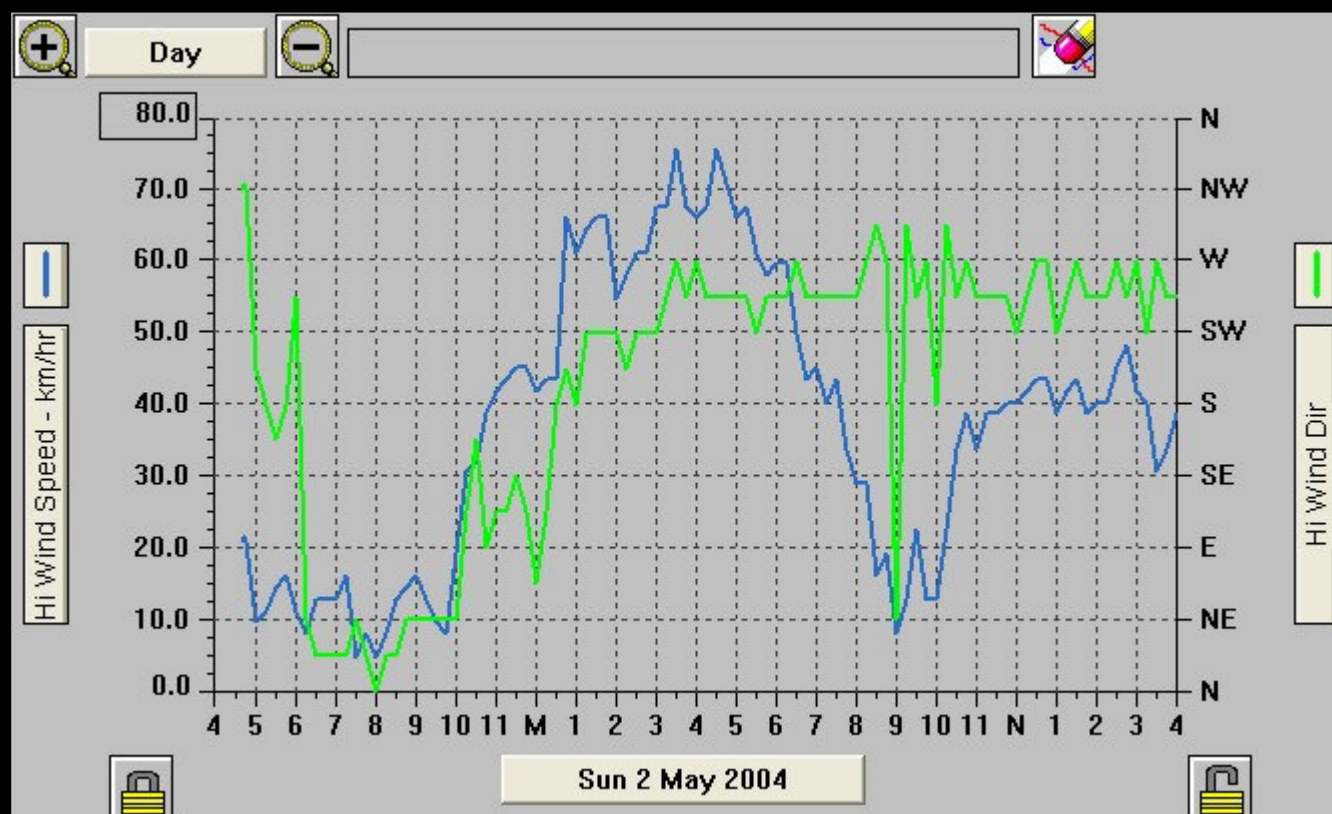


Fig. 9b. Gráfica con la evolución de las rachas máximas de viento y la dirección de procedencia, en Salobreña. Generada con WeatherLink v.5.5. Estación Davis Vantage Pro (Cabled version).

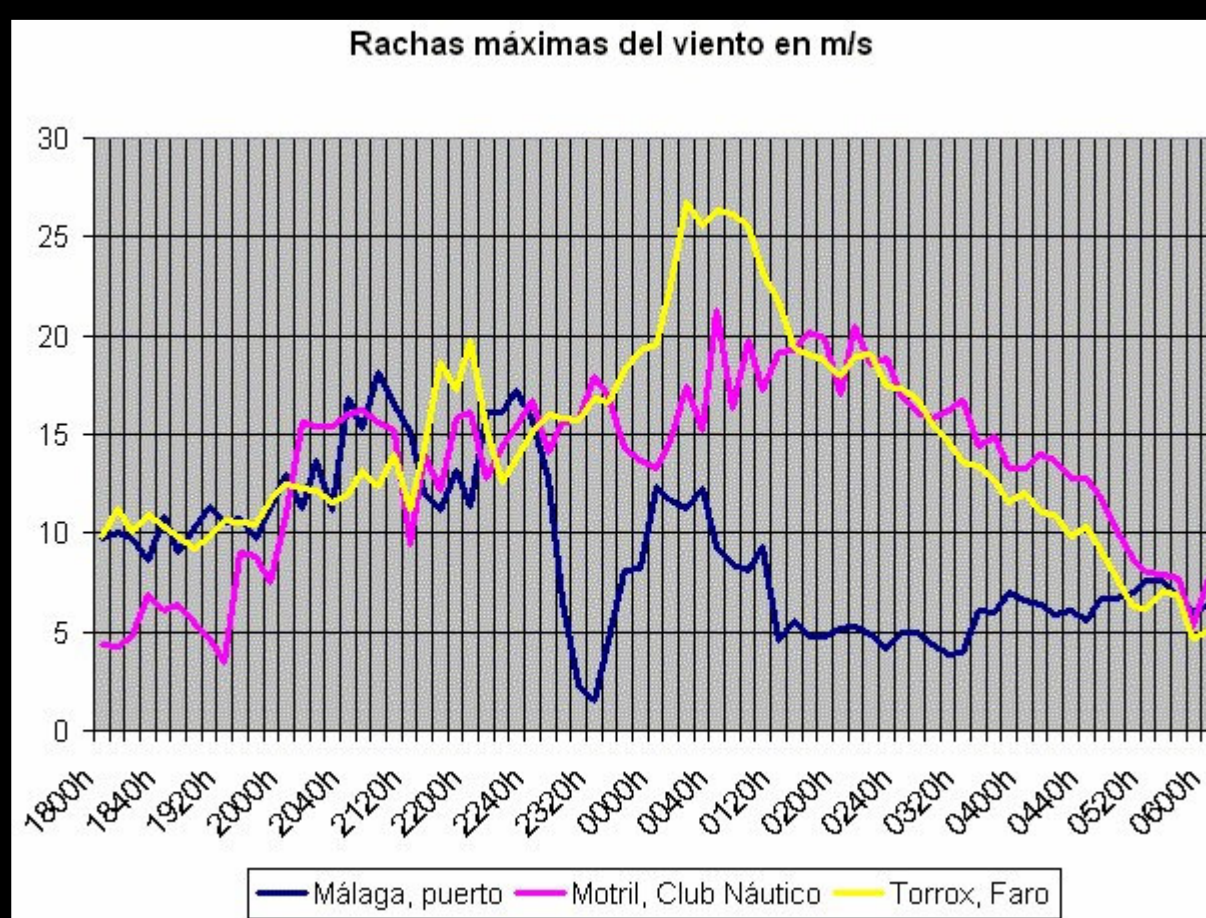


Fig. 9c. Gráfica comparativa de elaboración propia de las rachas máximas de Málaga (puerto), Torrox (faro) y Motril (puerto). Construída a partir de datos del INM.

En la siguiente gráfica (fig. 9c.) se presenta la **evolución de las rachas máximas de viento** para el aeropuerto de Málaga, el Club Náutico de Motril (Puerto) y el observatorio de Torrox, Faro. También se presenta la gráfica de vientos para el caso de Salobreña, generada con el programa WeatherLink v.5.5. que procesa los datos obtenidos por la estación. Comparándolas entre sí se puede deducir que el viento fue más intenso en Torrox que en los otros dos observatorios.

El efecto de este viento sobre la superficie marina fue la formación de un duro temporal marítimo, con olas que, de forma oficial según datos facilitados por la Autoridad Portuaria del Puerto de Motril, llegaron a tener **8 metros** de altura en su llegada a las costas motrileñas y de Salobreña. Así mismo, son importantes los testimonios de los marineros que aquella noche estuvieron de guardia; en tales testimonios, calificaron a tales olas de "atlánticas", por la gran longitud de onda que separaba una de otra. Estos marineros también contaron cómo las olas pasaban por encima del espigón del puerto sin romperse. Solamente hay que ver hasta dónde llegó el mar y cómo quedó la reciente ampliación de este espigón. Otro fenómeno que se produjo en el puerto y en las zonas más abruptas de la costa con gran profundidad fue la **reflexión** de las olas y **acoplamiento** de unas sobre otras, provocando que las olas alcanzaran alturas descomunales en algunos momentos. En tierra, los efectos fueron menos espectaculares aunque se produjo la caída de algunos árboles, algunos arrancados de raíz, y cuantiosos daños a los invernaderos de la zona. Posteriormente se mostrarán algunas fotografías que ilustrarán perfectamente todo lo dicho.

b. Los derivados del menor peso de la columna atmosférica en el centro de la depresión a su paso por la zona afectada.

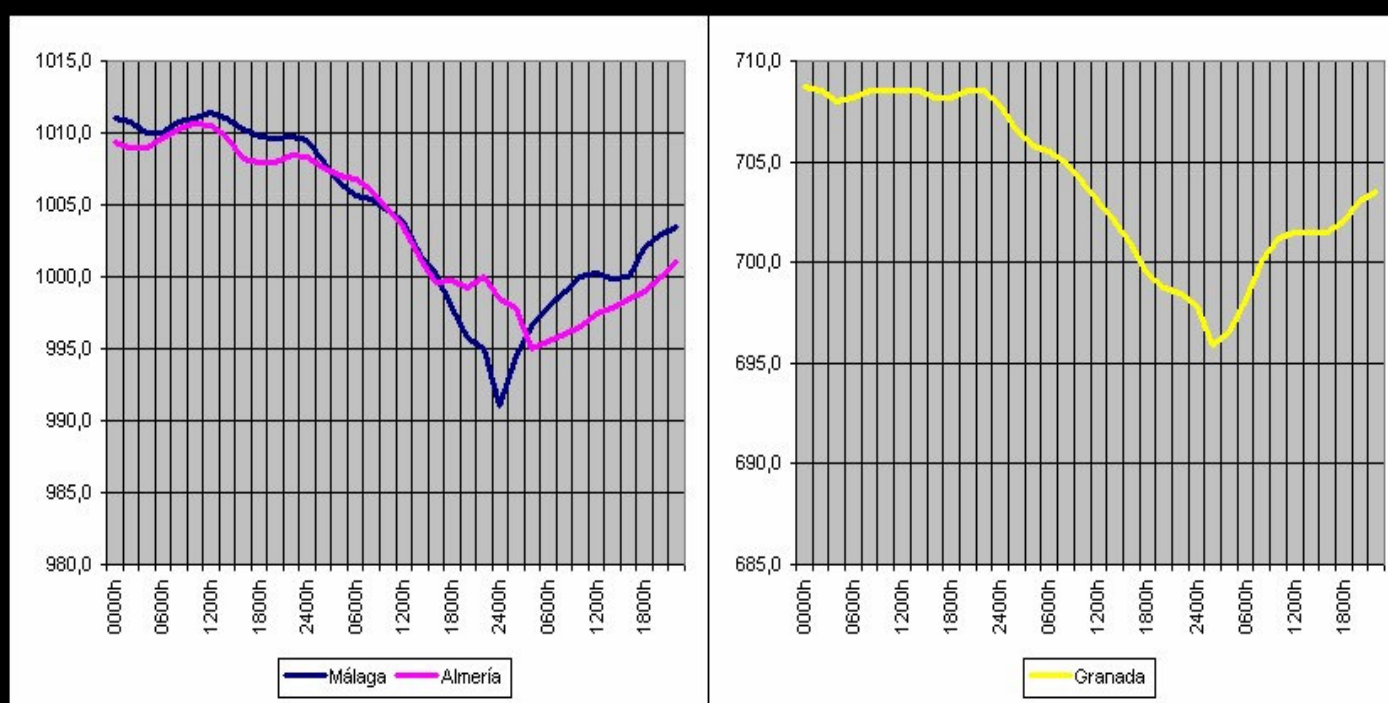


Fig. 10a. Gráfica comparativa de elaboración propia con la evolución de la presión atmosférica a nivel de la estación (Observatorios de Málaga, Almería y Granada). Construída a partir de datos del INM.

En esta gráfica se presenta la **evolución de la presión atmosférica** con el paso del tiempo al nivel de la estación para los aeropuertos de Málaga, Almería y Granada. Como en el apartado anterior, también se incluye la gráfica para el caso de Salobreña (fig. 10b.). Comparándolas entre sí es posible observar que el valor mínimo de presión se alcanza para el caso de Málaga pero que, sin embargo, este valor mínimo es superior para el caso de Salobreña y Almería (las altitudes de los observatorios, próximas entre sí, permiten comparar las gráficas). A su vez, comparando estos datos con la trayectoria dibujada por el centro de la borrasca se puede afirmar que, una vez alcanzado el valor mínimo de presión cuando se encontraba cerca de Málaga, ésta se fue rellenando en su desplazamiento final hacia las Baleares.

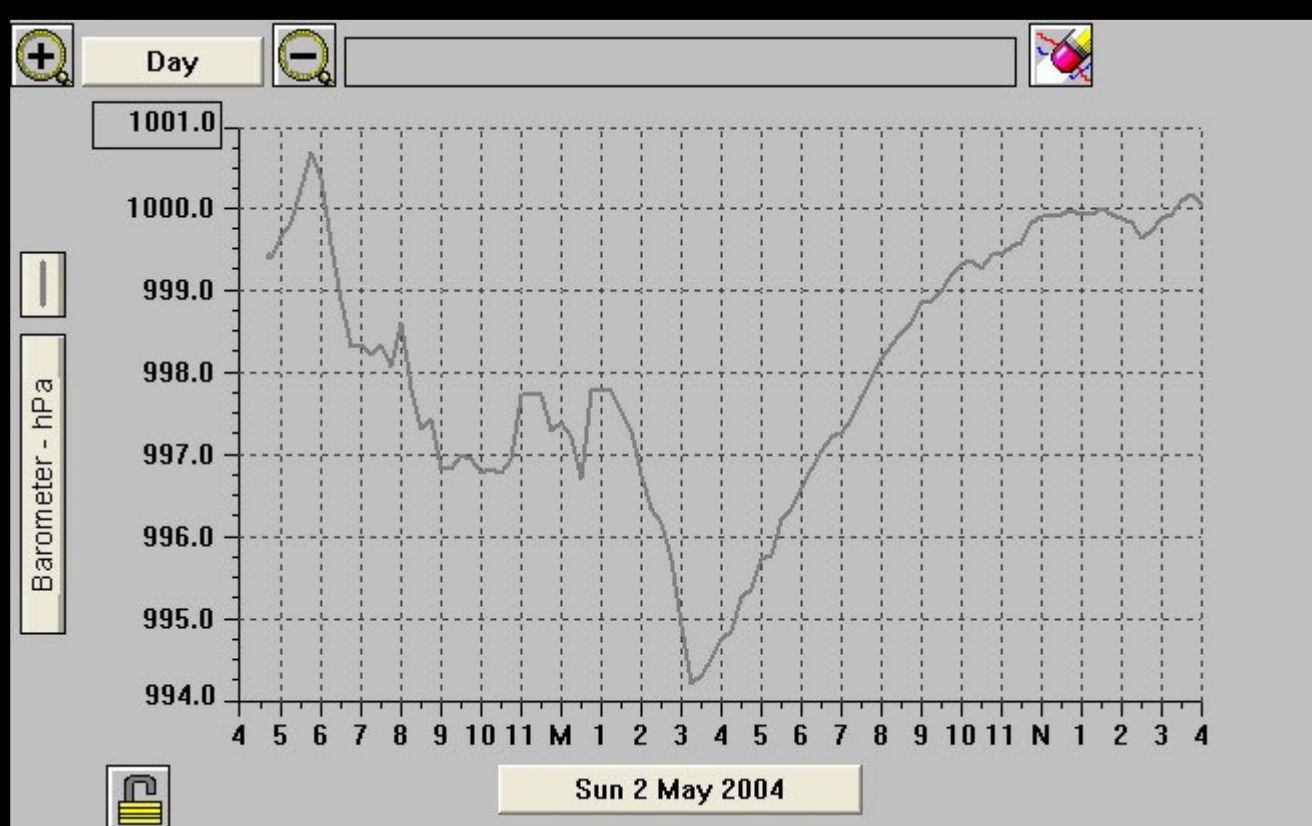


Fig. 10b. Gráfica con la evolución de la presión atmosférica a nivel del mar en Salobreña. Generada con WeatherLink v.5.5. Estación Davis Vantage Pro (Cabled version).

La consecuencia directa de la disminución del peso de la columna atmosférica en el centro de la borrasca fue el **ascenso del nivel del mar**, al haber un menor peso sobre éste. Según datos facilitados en la Autoridad Portuaria del Puerto de Motril, el nivel sufrió un **ascenso total de 1,5 metros**, facilitando la invasión de los paseos marítimos, con la destrucción de duchas, lavapiés, etc. y otras zonas con escasa elevación sobre el mar, y daños también a las pequeñas cofradías de pescadores que hay en algunas playas como la de Salobreña. Este suceso dejó su huella en las playas, cambiando la configuración de su perfil, por romper las olas en un lugar distinto a donde lo hacen normalmente.

c. Material fotográfico.



(c) Pedro C. Fernández Sanz. Salobreña, año 2004.

Fig. 11. Paseo marítimo de Salobreña, cubierto de arena, cañas, piedras, etc., llevadas hasta allí por las enormes olas.



(c) Pedro C. Fernández Sanz. Salobreña, año 2004.

Fig. 12. Playa de Salobreña. Destaca la amplitud de la playa y su pendiente, factores que debió superar el mar para alcanzar al paseo.



Fig. 13. Paseo marítimo de Salobreña. Nuevo detalle de los restos dejados por el mar.



Fig. 14. Caseta de Protección Civil subida por el mar contra el murete del paseo, y barca destrozada, con el cascarón en el paseo y el interior en la arena, amarrado a una cadena.



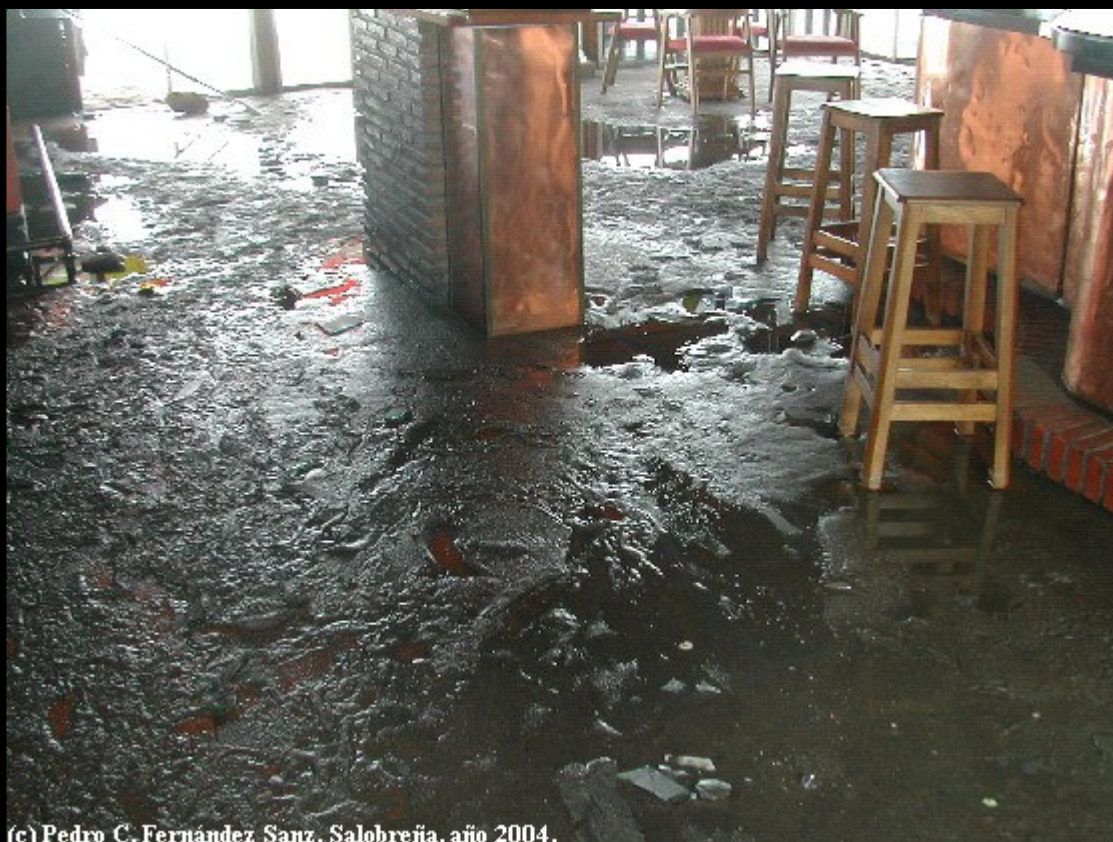
(c) Pedro C. Fernández Sanz. Salobreña, año 2004.

Fig. 15. El murete fue arrancado de cuajo en algunas zonas como esta, por los embites del mar.

(c) Pedro C. Fernández Sanz. Salobreña, 2004.



Fig. 16. Lavapiés como éste, anclados a enormes losetas de hormigón armado de varias toneladas, fueron desplazadas como si se tratase de cualquier piedrecilla.



(c) Pedro C. Fernández Sanz. Salobreña, año 2004.

Fig. 17. Destrozos en el interior de un conocido Pub en el Paseo Marítimo en Salobreña.



(c) Pedro C. Fernández Sanz. Salobreña, año 2004.

Fig. 18. Estado en el que quedó el nuevo espigón del Puerto de Motril, completamente destrozado, siendo estos elementos visibles de hormigón y de cientos de toneladas de peso. Las olas saltaron por encima de ellos sin romper.

4. Conclusiones.

El sistema atmosférico que provocó el fuerte temporal de vientos y la subida del nivel del mar fue una activa depresión que se formó a partir de los restos de una borrasca fría aislada en superficie mediante un proceso de **ciclogénesis rápida**. Los citados restos tuvieron origen en una Depresión Aislada en Niveles Altos o DANA, formada en pleno Océano Atlántico.

Los vientos originados por este sistema de bajas presiones fueron muy intensos debido al rápido aumento del gradiente isobárico, y afectaron especialmente a la franja de costa entre Torrox y Almería. Estos vientos, además de originar grandes daños por sí mismos sobre todo en los invernaderos de la zona, originaron enormes olas que en el caso de Motril y Salobreña alcanzaron, de forma oficial, los 8 metros de altura en la costa.

A su vez, debido al menor peso de la columna atmosférica en el centro de la borrasca, el nivel del mar sufrió un notable ascenso. Este ascenso coincidió con la pleamar, resultando un valor total de 1,5 metros.

El ascenso del nivel del mar, junto con las enormes olas, provocaron cuantiosos daños en los paseos marítimos, puertos y chiringuitos. Estos daños fueron realmente graves en el Puerto de Motril donde las olas destruyeron la reciente ampliación del espigón, como ya se ha podido comprobar en la visualización del material fotográfico.

Para terminar, añadir que estos **casos de ciclogénesis sobre los restos de una DANA** son bastante raros en cuanto a ocurrencia.

5. Agradecimientos.

Por su inestimable ayuda:

José Marsilio Urdangaray
(Jefe de departamento de la Autoridad Portuaria del Puerto de Motril)

Francisco Martín León
(Licenciado en Físicas y Meteorólogo)

Ramón Nievas Campos
(Oficial de Policía en el Puerto de Motril)

Francisco González
(Director del Puerto Deportivo "Marina del Este" de Almuñécar)

Myriam León Barrena
(Responsable Atención al Cliente del Puerto Deportivo "Marina del Este" de Almuñécar)

Marineros del Puerto de Motril, y al Club Náutico.
Por su amable y desinteresada ayuda.

6. Anexos.

En este apartado se han recogido 5 paneles de la web Wetterzentrale, para complementar el análisis sinóptico de la situación estudiada. **Copyright Wetterzentrale (© Wetterzentrale)**. Cada panel recoge:

- Mapa de isohipsas (nivel de 500 hPa) e isobaras (nivel de la superficie).
- Mapa de isotermas e isohipsas (nivel de 500 hPa).
- Mapa de isotermas e isohipsas (nivel de 850 hPa).
- Mapa de humedad relativa e isohipsas (nivel de 700 hPa).

Más mapas pueden encontrarse en: <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/fsrea2eur.html>

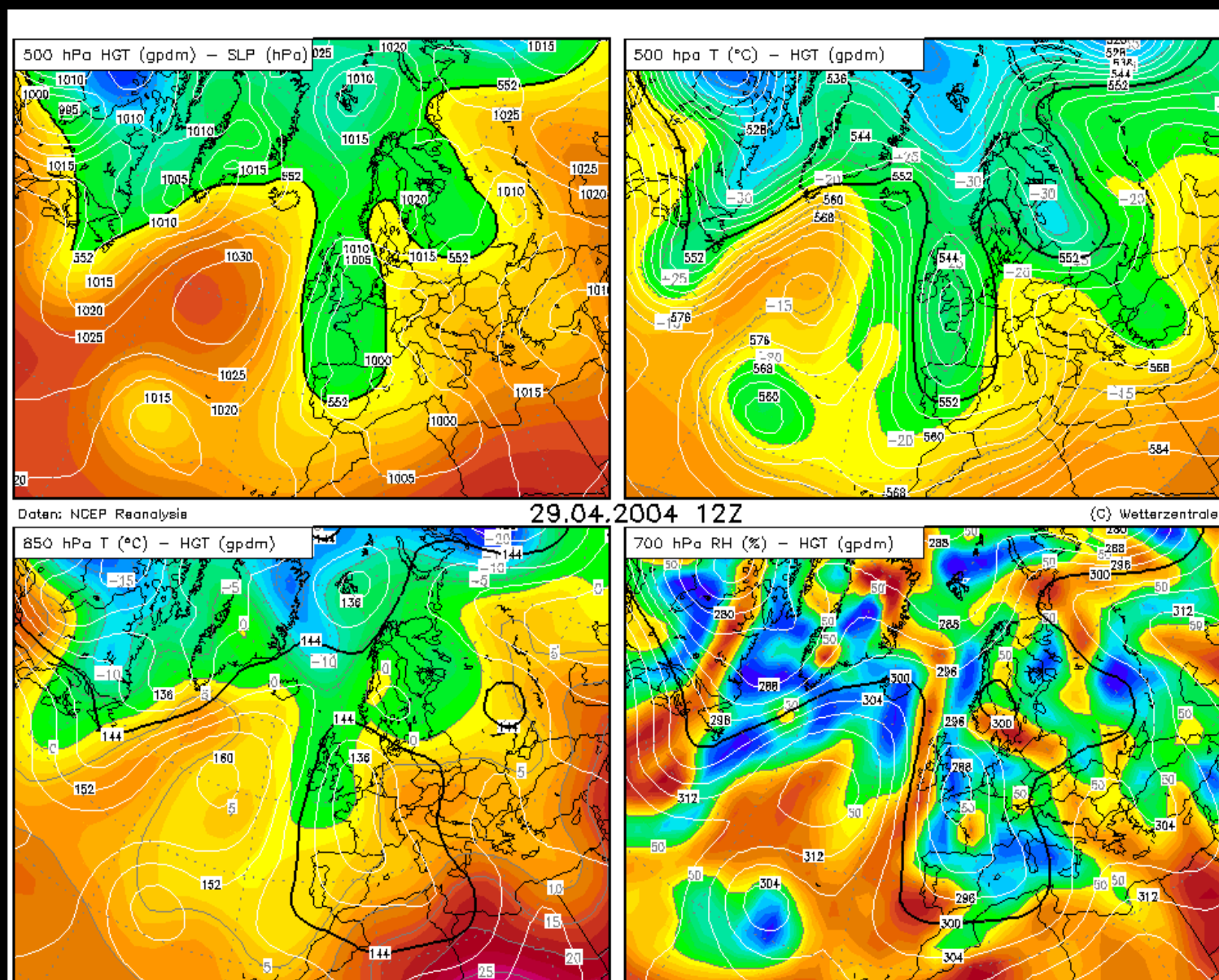


Fig. 19. © Wetterzentrale.

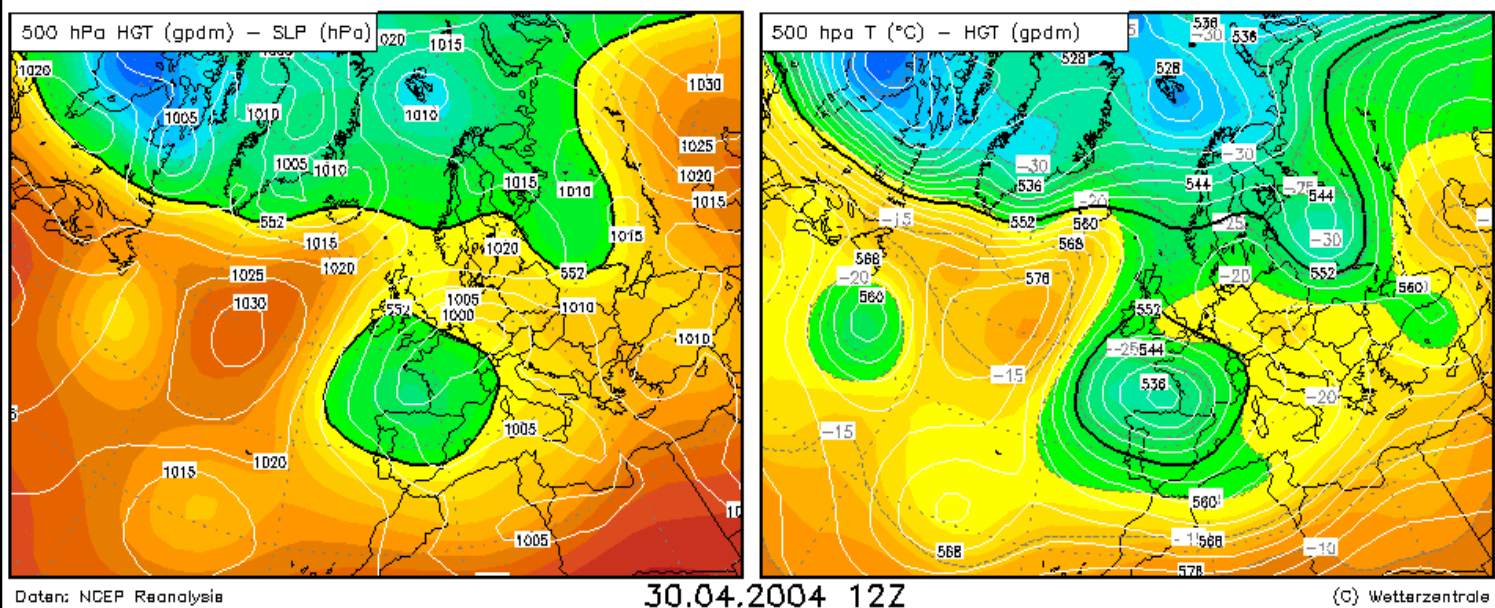


Fig. 20. © Wetterzentrale.

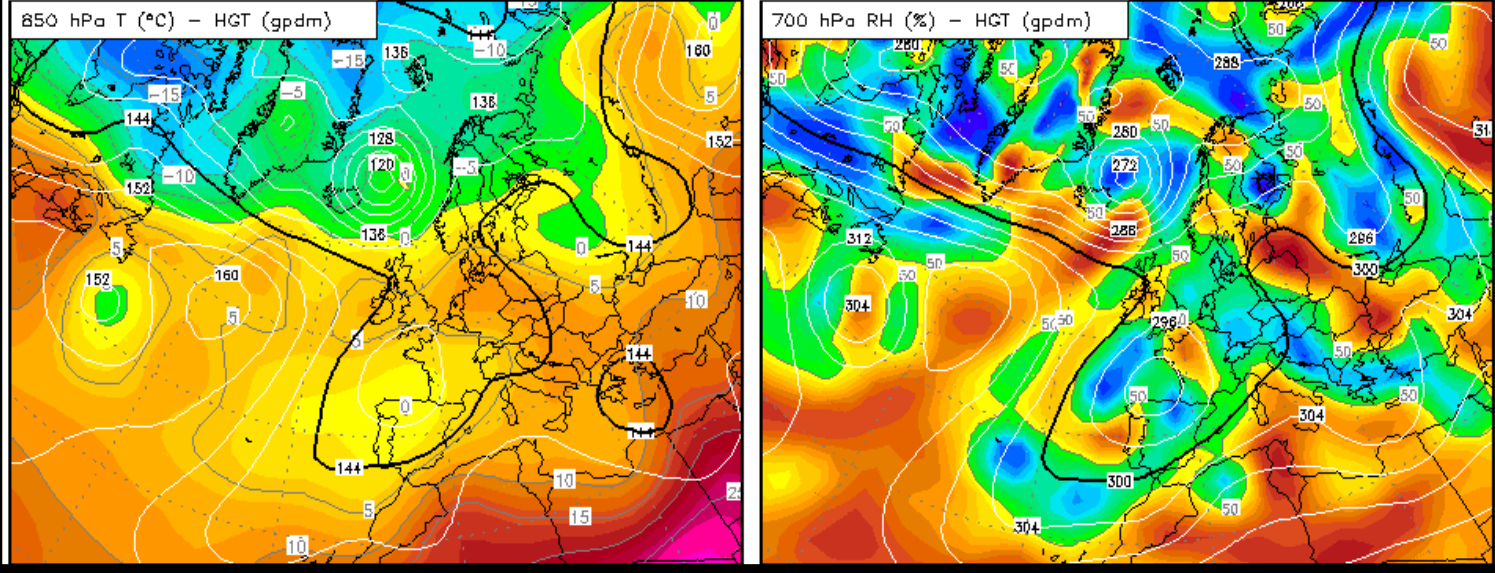
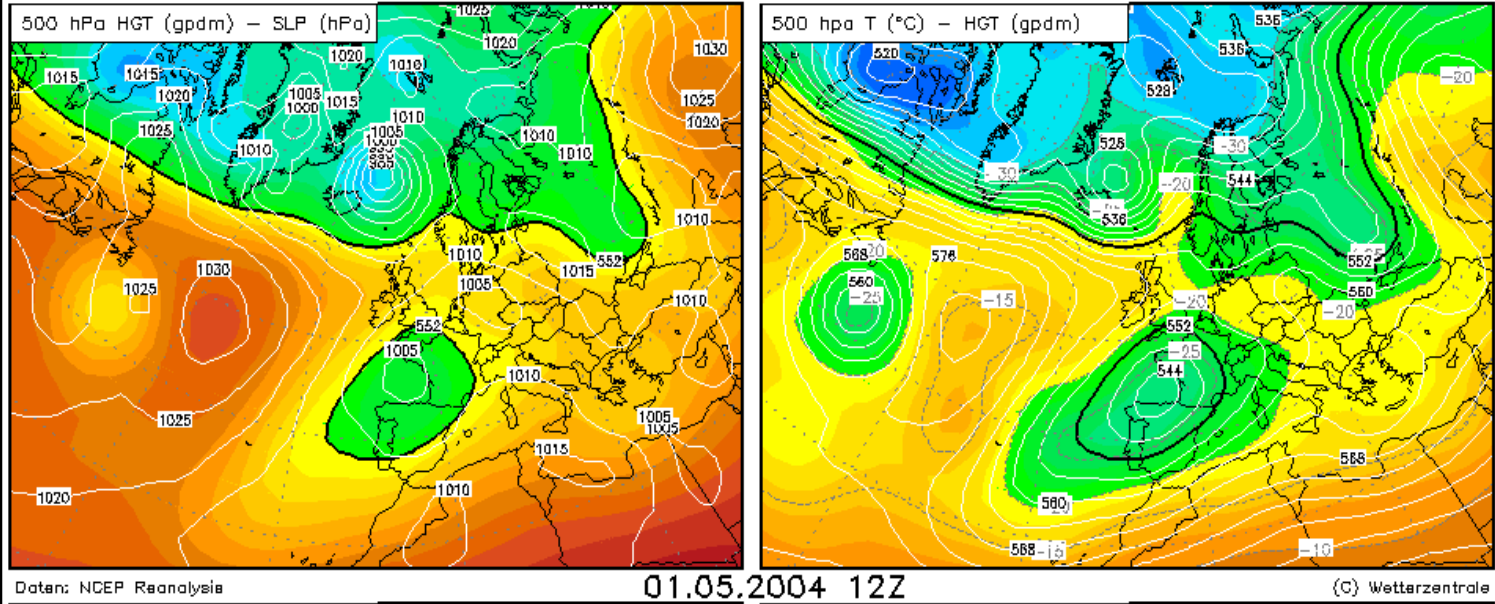
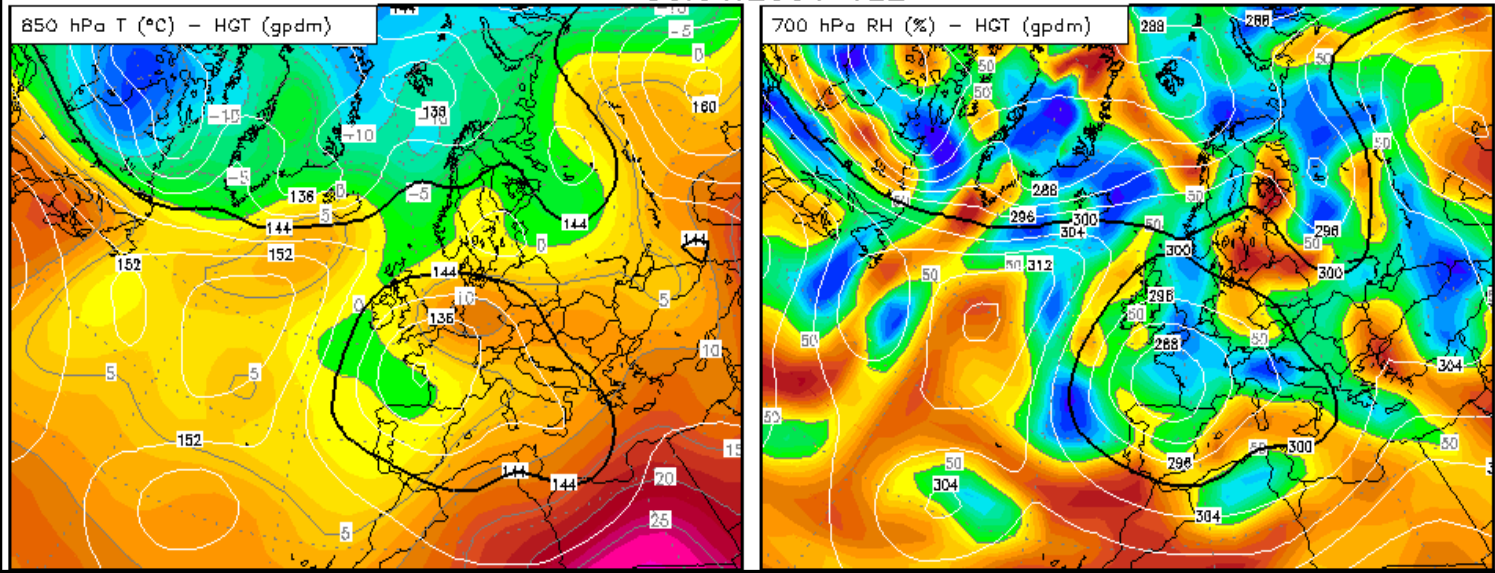


Fig. 21. © Wetterzentrale.

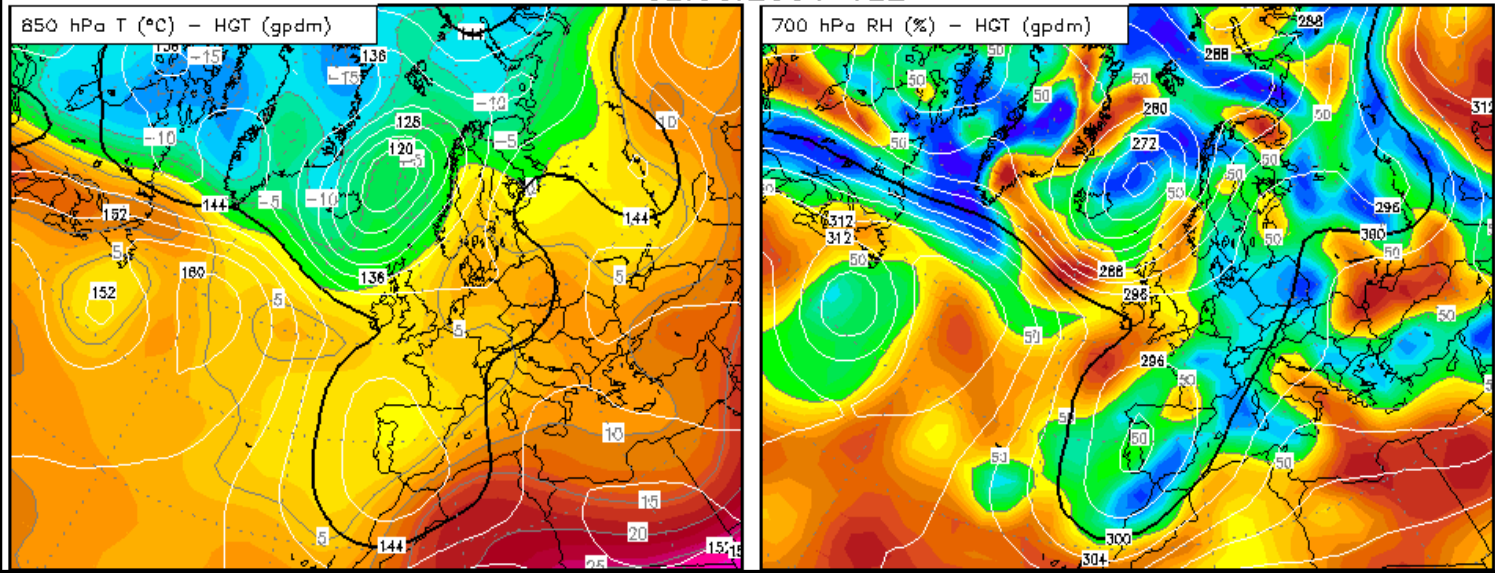
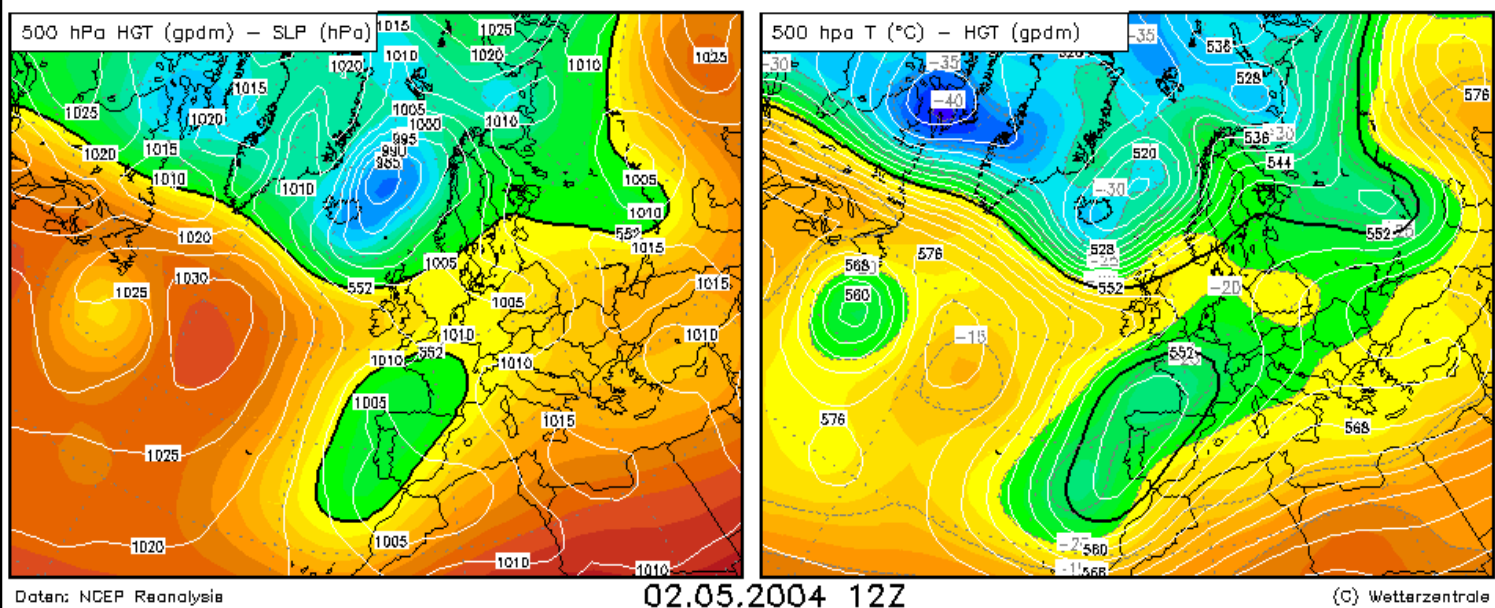


Fig. 22. © Wetterzentrale.

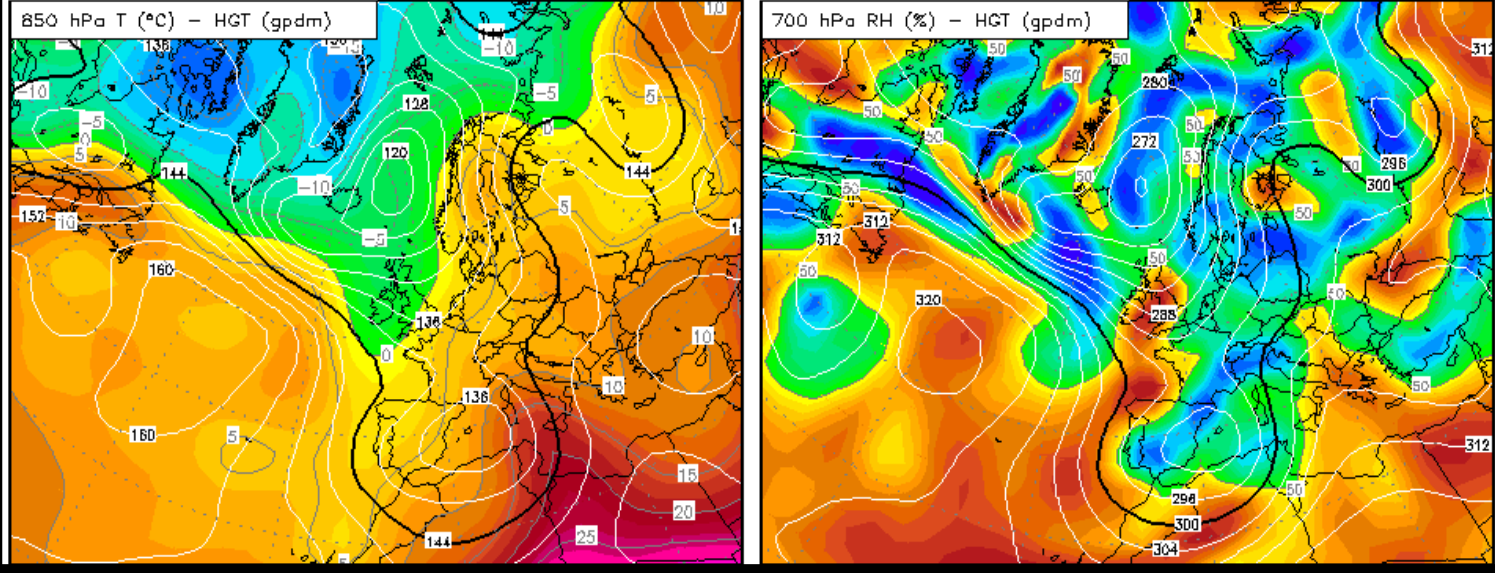
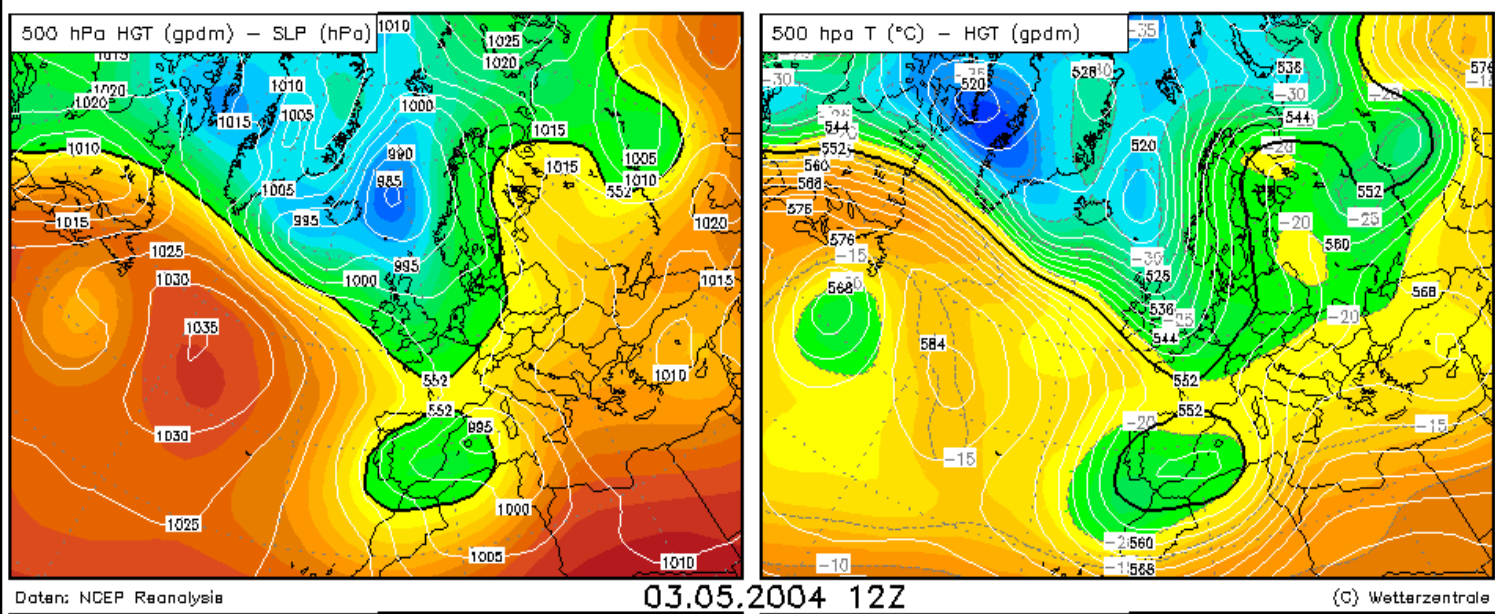


Fig. 23. © Wetterzentrale.

Pedro C. Fernández Sanz
 E-mail: gale.meteo@telefonica.net
 5 de Enero de 2005

