

# EPISODIO DE GRANIZO EN LA COMARCA DEL CINCA MEDIO (HUESCA)

## LÍNEA DE TURBONADA Y FORMACIÓN DE UNA SUPERCÉLULA CON MESOCICLÓN EMBEBIDO

1. Introducción
2. Cartografía pluviométrica del episodio
3. Análisis de intensidad de precipitación y de viento
4. Desarrollo del episodio
  - a. Línea de Turbonada
  - b. Formación de Supercélula
  - c. Indicios de rotación en la supercélula
  - d. Formación de mesociclón: modelo conceptual
5. Entorno sinóptico
  - a. Superficie
  - b. Niveles altos
  - c. Nivel 500hPa
  - d. Velocidad vertical
6. Reanálisis mesoscalar
7. Estudio termodinámico
  - a. Radiosondeo
  - b. LI y CAPE
  - c. Cortes atmosféricos
8. Imágenes de satélite
  - a. Visible
  - b. Vapor de agua
9. Mapa de rayos: actividad tormentosa
10. Daños ocasionados
11. Reseña Climatológica
12. Conclusiones

El objeto de este estudio es el caso del día 30 de mayo de 2004, en el que se produjo una fuerte tormenta de granizo en la zona central de la comarca del Cinca Medio (Huesca), afectando a poblaciones importantes como Monzón y Binéfar. El episodio no tuvo características espectaculares en cuanto a extensión temporal ni espacial, pero sí elementos significativos en cuanto a la estructura interna del sistema nuboso y a las elevadas intensidades producidas.

El análisis del episodio se centra fundamentalmente en las imágenes de radar, apoyándose también en los radiosondeos de la zona y con ayuda de las estaciones automáticas aragonesas y catalanas, en un análisis mesoscalar detallado.

### 1. Introducción

El día 30 de mayo de 2004, amaneció bastante nuboso, en toda la zona objeto de estudio. Desde primeras horas de la mañana ya se vislumbraba la posibilidad de tormentas, con ascensos de aire en capas medias (altocúmulos flocus) y en capas bajas, inversión térmica de irradiación con formación de rocío y neblina, pero con temperaturas mínimas muy elevadas, 17 °C, lo que indica la elevada humedad acumulada en las capas más bajas (>12 g/kg). Indicios simples como el de humedad, se convirtieron finalmente, en mecanismos de disparo importantes para la formación de las tormentas.

Las temperaturas máximas no fueron muy elevadas, debido a la nubosidad existente, tan solo se alcanzaron en la zona de estudio los 26 °C, aunque suficientes para deshacer la inversión y como veremos más adelante, alcanzar la inestabilidad convectiva. La hora de inicio de las tormentas indica que hubo un umbral de temperatura para el desarrollo del sistema tormentoso.

### 2. Cartografía pluviométrica del episodio

La zona afectada por precipitaciones significativas fue muy localizada dentro de la comarca del Cinca Medio, extendiéndose hacia el NW, aunque con menor cuantía. De forma más amplia, la inestabilidad se centró en el cuadrante NE de la península, con máximos de precipitación no muy cuantiosos, distribuidos irregularmente por toda la zona entre la franja oriental de Huesca y Cataluña.

En las figuras 1 y 2, se aprecia como el máximo de precipitación en el Cinca Medio lo dio Monzón con 30,6 mm, la mayor parte de granizo, y ya en la zona del Priorat, Ulldemolins con 40 mm.

Reseñar la zona que queda entre ambos máximos, en la plana de Lleida, donde no se registró precipitación alguna, incluso los registros de radiación solar (figura 3) advierten la ausencia casi total de nubosidad en alguna estación de esa zona, como Juneda.

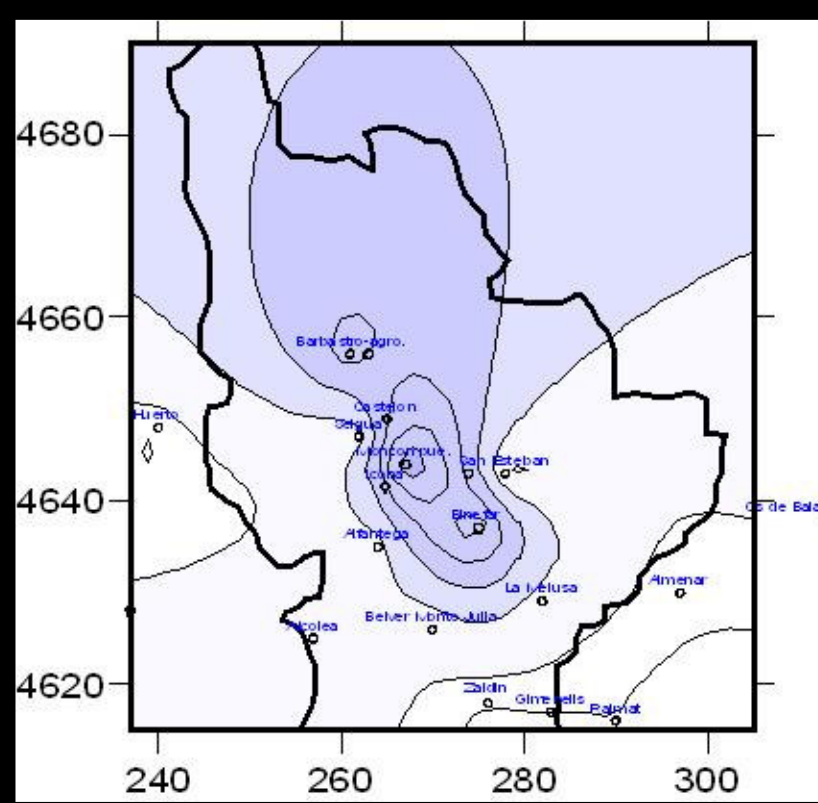


Figura 1. Precipitación en las comarcas orientales de Huesca (elaboración propia)

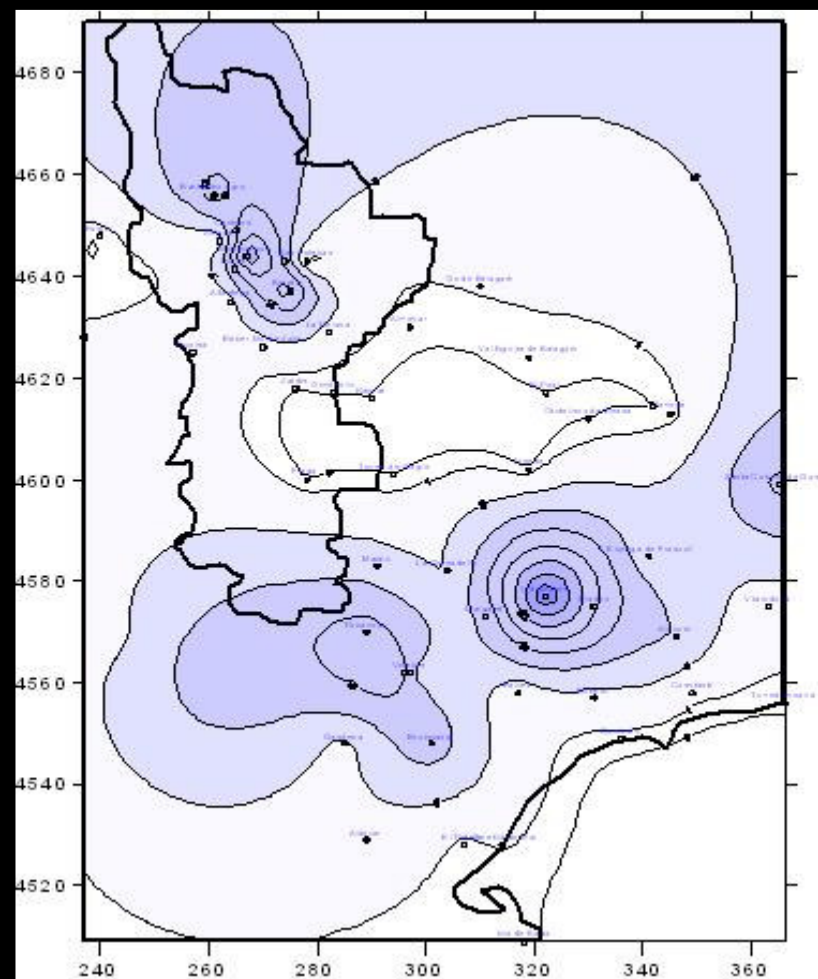


Figura 2. Distribución de precipitación incluyendo el sur de Cataluña (elaboración propia)

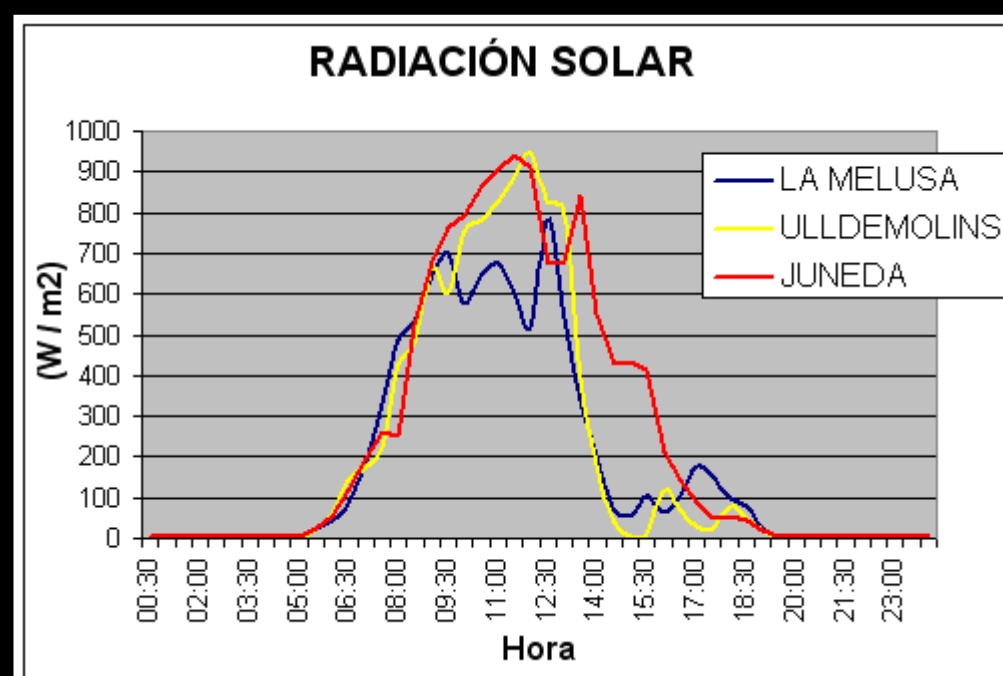


Figura 3. Radiación solar incidente medido en La Melusa (Franja afectada de Huesca); Ulldemolins (Priorat) y Juneda (plana de Lleida)

### 3. Análisis de intensidad de precipitación y de viento

El episodio fue muy virulento, de muy corta duración, en apenas 12` descargó la totalidad de la precipitación.

Una estación automática de Monzón refleja el pulso del chubasco (fig. 4), aunque no se aprecia en su verdadera magnitud, porque el intervalo de muestreo es de 30` y la precipitación se produjo en dos intervalos. Se estima que la intensidad máxima en 10` alcanzó los 150 mm/h.

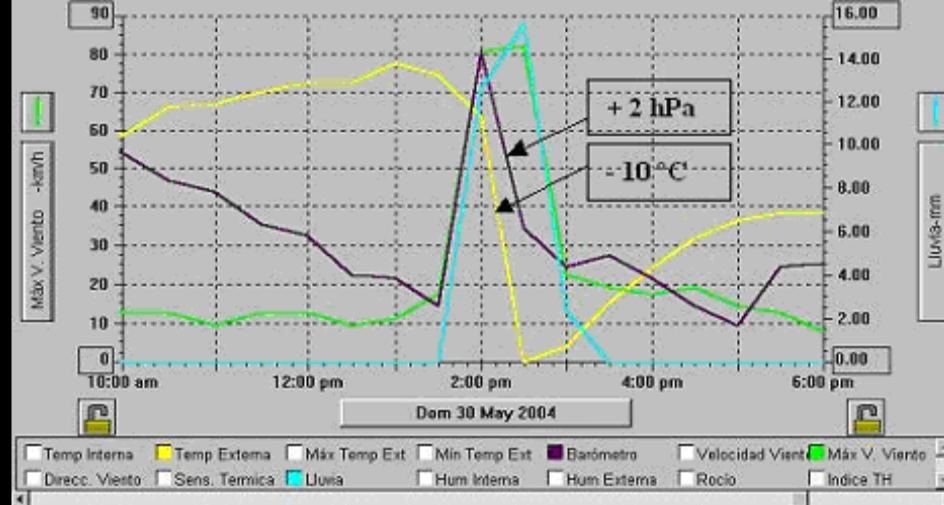


Figura 4. Registro de una estación Davis en Monzón

En Binéfar, donde la tormenta se desplomó y perdió actividad, también hay registro continuo de precipitación (Fig.5). En este caso la gráfica muestra una intensidad de 100 mm/h, aunque con una precipitación algo menor (23 mm).

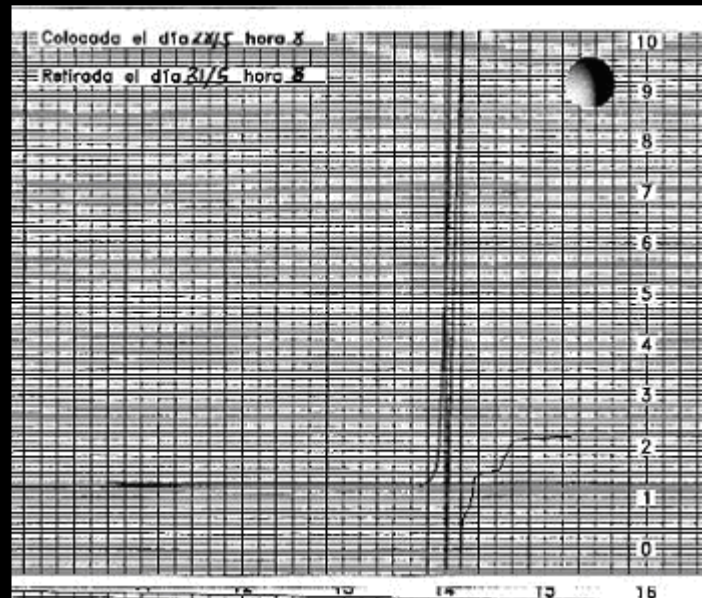


Figura 5. Banda Pluviométrica de la estación de Binéfar INM

Según imagen radar (Fig. 6) de la tormenta a su paso por Binéfar la reflectividad continuada fue de 55 dBZ. Para relacionar la intensidad de precipitación con dicha reflectividad utilizamos la expresión:  $Z = K \times R^{1,4}$ , donde dBZ =  $10 \times \log(Z)$  y R, es la reflectividad en mm/h.

Con los datos que tenemos se obtiene un valor de  $K = 501,2$ , quedando la expresión  $Z = 501 \times R^{1,4}$ , similar a la obtenida por Joss ( $Z = 500 \times R^{1,5}$ ) para precipitación de tipo convectivo.

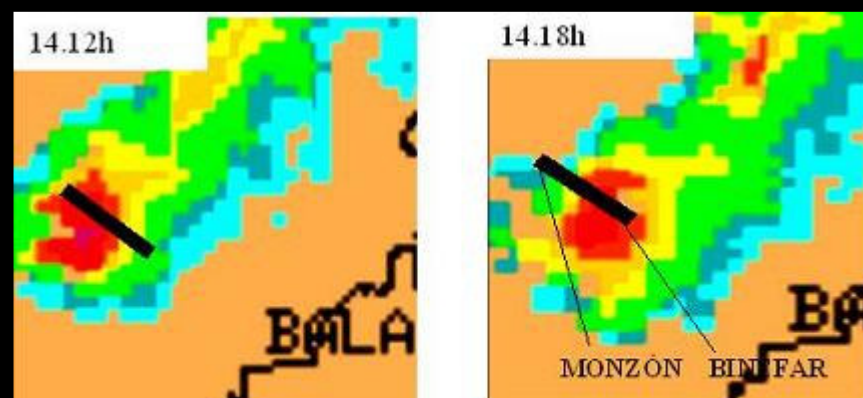


Figura 6. Imagen radar de la tormenta.

Se puede observar en la imagen anterior que hubo momentos entre Monzón y Binéfar en que la célula alcanzó reflectividades por encima de 55 dBZ, lo que induce a pensar que hubo máximos de precipitación en dicha zona.

Por otra parte, de la gráfica de la figura 4 también se desprende el fuerte descenso de temperatura, de 10 °C, durante la precipitación y un ascenso bórico de 2 hPa, mostrando la mesoalta formada durante el desplome de la tormenta.

El viento también se mostró intenso, con rachas sostenidas de más de 80 Km/h durante el tiempo que duró el chubasco. Un análisis posterior cualitativo de los efectos producidos indicó que las rachas fueron del WNW y que las microrráfagas pudieron ser de mayor magnitud a las registradas por la estación automática.

#### 4. Desarrollo del episodio

El episodio tormentoso derivó de una línea de turbonada formada al NW de la zona objeto de estudio, sobre la sierra prepirenaica, y accedió a ella al divergir del flujo general del W que había en ese momento, dirigiéndose hacia el SE e inestabilizándose dando lugar a las precipitaciones comentadas.

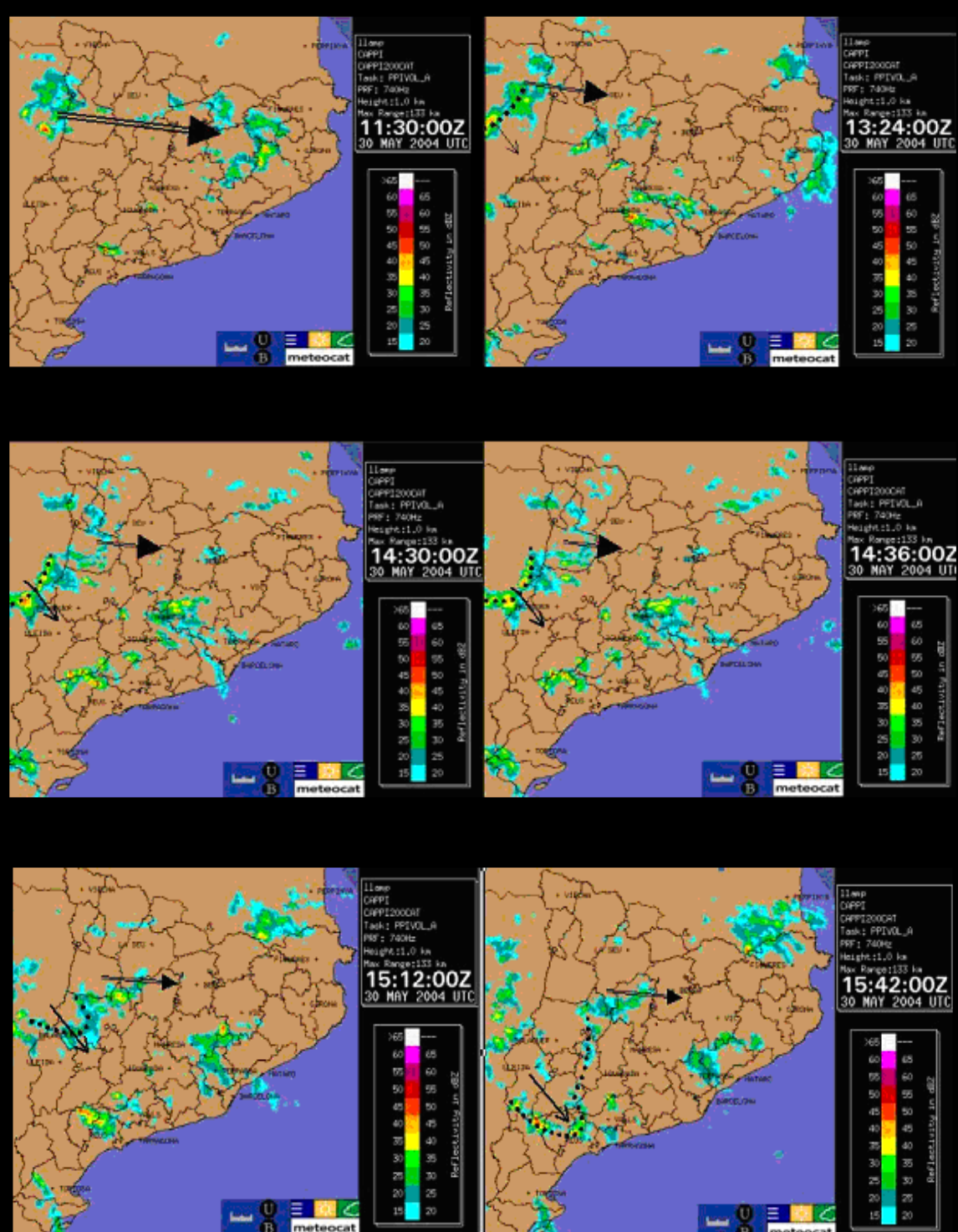


Figura 7. Secuencia de imágenes radar del episodio

En la figura 7, se aprecia como el flujo general en niveles medios- altos, por la mañana era del W-WNW, desplazándose los núcleos tormentosos paralelos a la cordillera pirenaica. Es a partir de las 13,00 h UTC cuando aparece una línea de inestabilidad bien definida que comienza a desplazarse hacia el SE separándose del flujo general. A las 14,00 h UTC se encuentra como línea de turbonada en fase madura afectando a la comarca del Cinca Medio, a la vez que se va curvando en forma de onda impulsada por los vientos traseros. A las 15h 12` UTC alcanza la plana de Lleida en fase de disipación y media hora más tarde se reactiva en la zona del Priorat y Ribera de Ebro, dando de nuevo precipitaciones intensas. Mientras tanto el flujo en la zona de los Pirineos se ha mantenido constante del W y de mucha menor intensidad que el que ha desplazado la onda.

Parece clara pues, la influencia dinámica en el fenómeno, por lo que se requiere un análisis de las condiciones existentes en capas altas.

#### 4.1. Línea de turbonada

Según interpretación por imagen de radar, el sistema convectivo (Fig. 8) que atravesó la comarca del Cinca Medio tendría forma lineal y disposición asimétrica (Houze et al. 1990), con la parte más activa en el borde inferior del sistema nuboso, donde se iban formando las nuevas células. Además, con la particularidad de carecer de área estratiforme (Schiesser et al., 1995) y con un gran gradiente de reflectividad, lo que da una idea de la explosividad del episodio.

A la vista de la imagen también se puede clasificar el sistema, según la estructura celular. En nuestro caso observando que la isolínea de 40 dBZ es discontinua, formando complejos celulares separados, denominaríamos el sistema como línea de turbonada rota (Schiesser et al. ,1995).

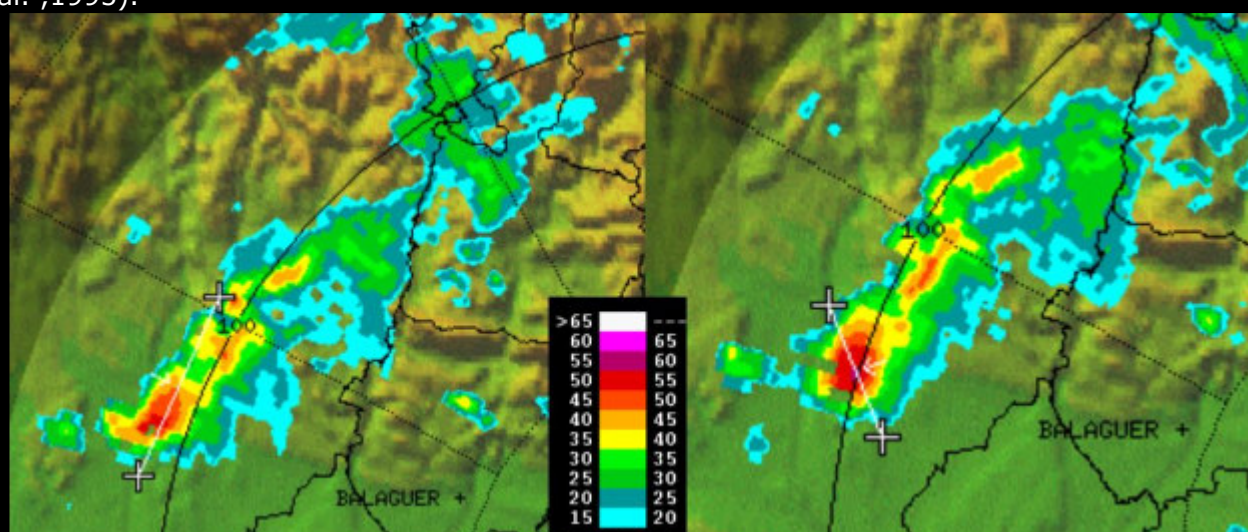


Figura 8. Imágenes consecutivas del radar de la Creu de Vent (14,06h y 14,12 h UTC), donde se aprecia la línea de turbonada asimétrica afectando la franja oriental de Huesca.

#### 4.2. Formación de supercélula

La célula convectiva más activa de la línea de turbonada, que fue la que afectó a Monzón, adquirió características de supercélula, con toques muy elevados, por encima de los 14 km, elevada reflectividad (>55 dBZ), con zona abalconada y manifiesta helicidad, como demostraremos a continuación (Fig.10).

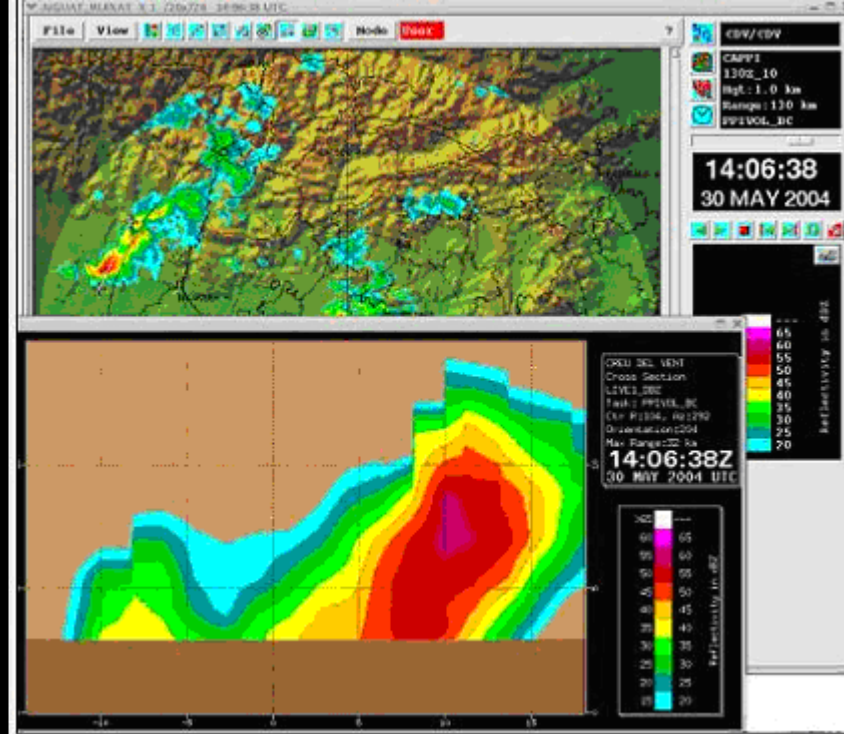


Figura 10. Corte longitudinal de la línea de turbonada

#### 4.3. Indicios de rotación en la supercélula

En las imágenes CAPPI del radar (Fig. 11), ya se intuye la rotación en toda la evolución de la supercélula (S), incluso la célula contigua (A), más al norte, parece tener helicidad ciclónica en su fase de disipación. También otras pequeñas células, que ese día se formaron por la zona del Pirineo, parecían rotar como pequeñas espirales trasladándose en dirección W-E.

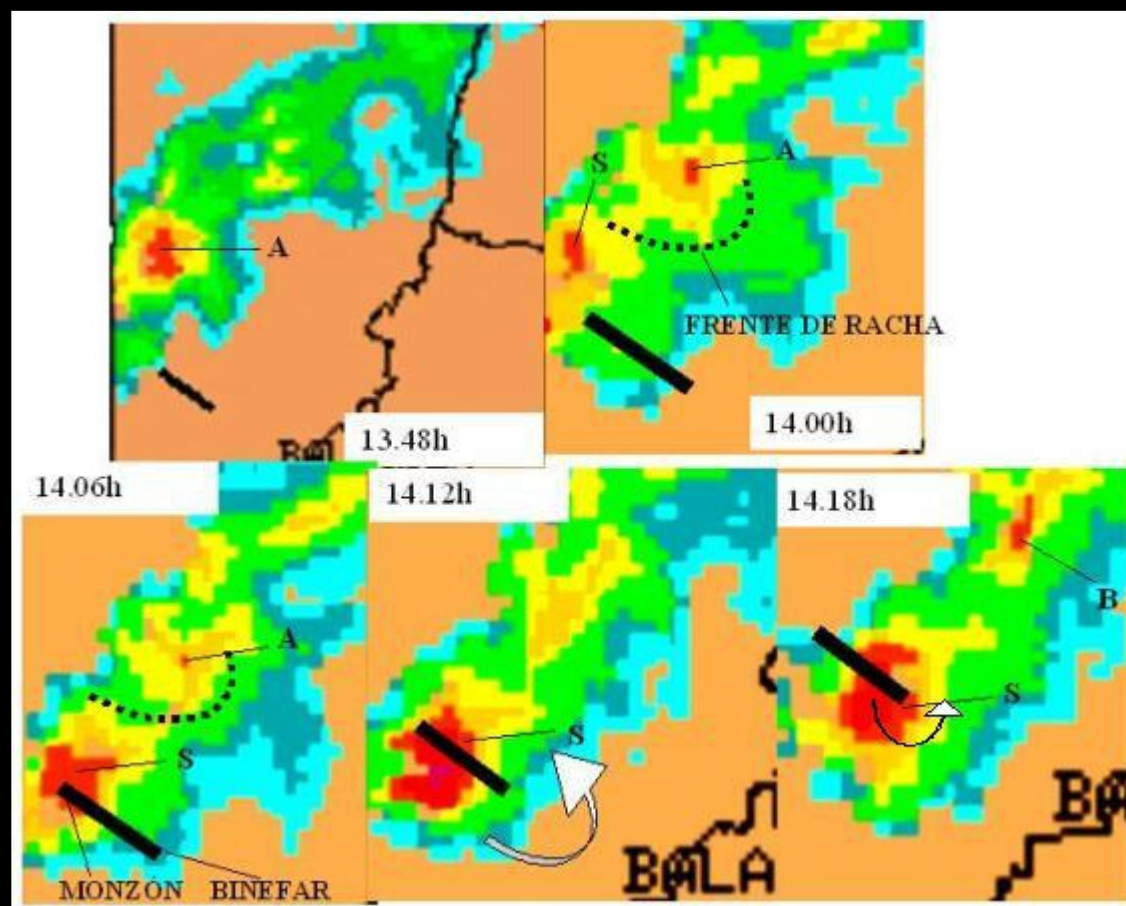


Figura 11. Las células S y A muestran pequeños brazos a modo de espiral que van rotando en cada imagen.

Con mayor claridad se aprecia la rotación de la supercélula en un corte longitudinal realizado en tres imágenes radar consecutivas (Fig. 12). Gracias a la formación de una zona abalconada, podemos constatar el giro de la masa nubosa embebida en la supercélula. En 6 minutos se aprecia una rotación de  $180^\circ$  en sentido ciclónico.

En la última imagen de la figura 12, ya se aprecia que la supercélula se estaba desplomando, ya que la mayor reflectividad se encontraba en capas más bajas y el echotop estaba bajando de nivel.

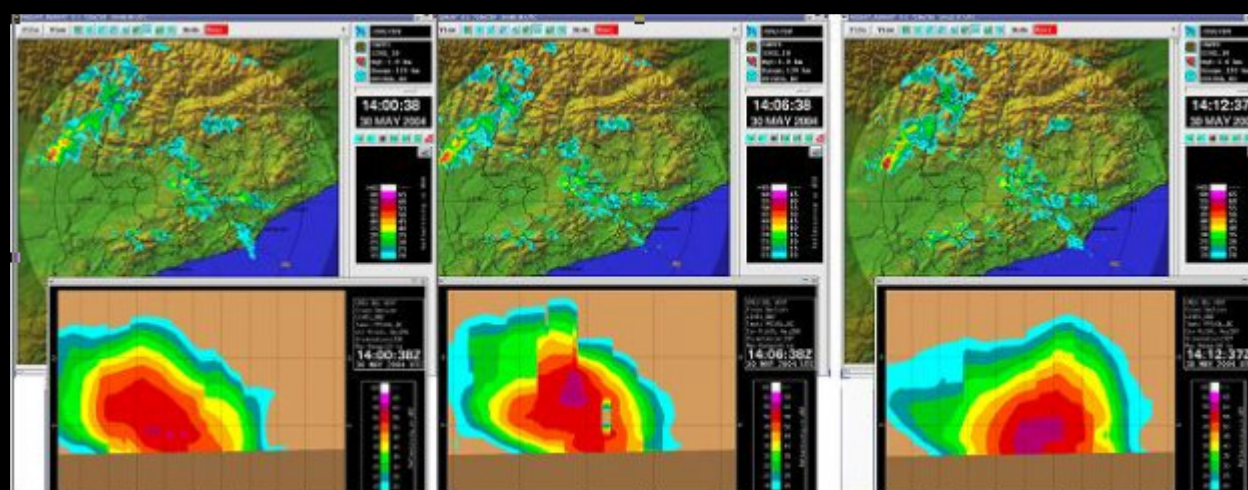


Figura 12. Tres cortes consecutivos en dirección NNW-SSE.

Estas imágenes son otra muestra más de la explosividad del episodio. De nuevo, se aprecia el fuerte gradiente existente en todos los flancos del sistema nuboso, siendo el mayor a la izquierda de la imagen que corresponde al flujo superficial del SE, aunque el haz del radar a esta distancia se encontraba a unos 3 Km sobre la superficie y posiblemente el flujo a ese nivel tuviera una componente de S-SSW.

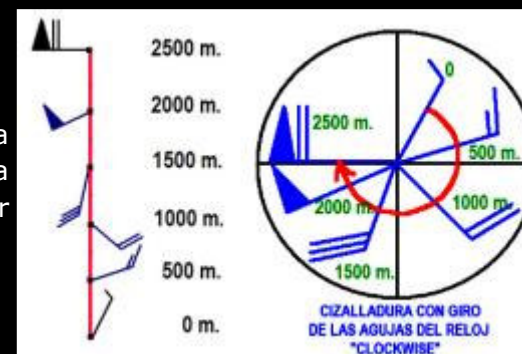
#### 4.4. Formación del mesociclón: modelo conceptual

Con lo visto hasta ahora, parece factible la idea de formación de un mesociclón embebido en la supercélula, aunque cabría buscar el origen y condicionantes de este fenómeno.

En primer lugar, el hecho de que al norte de la supercélula S hubiera otra célula A, y que la fase de disipación de ésta coincidiera con la de formación de aquella, induce a pensar que la célula A actuó de embrión de la supercélula S (Fig. 11: 14,00-14,06h UTC).

Si admitimos que el "downdraft" de la célula A formó un frente de racha en su parte delantera, y teniendo en cuenta que el flujo superficial era frontal (SE) y que además existía cizalladura "clockwise" en toda la extensión de la troposfera, podemos elaborar una aproximación de lo que ocurrió a partir del concepto de vorticidad horizontal.

El radiosondeo de Lleida de las 12 h UTC (Fig. 25), nos indica la cizalladura direccional, en sentido horario, entre las capas bajas y medias y la cizalladura en módulo (unidireccional) entre las capas medias y altas. La figura anterior muestra un ejemplo de cizalladura "clockwise" acentuada en capas bajas.



Un reanálisis de la estructura de viento (fig. 12) obtenido de los modelos de ARL NOAA para las coordenadas de Monzón nos confirma, realizando una interpolación entre 12 h y 18 h UTC, la cizalladura combinada a la hora del episodio.

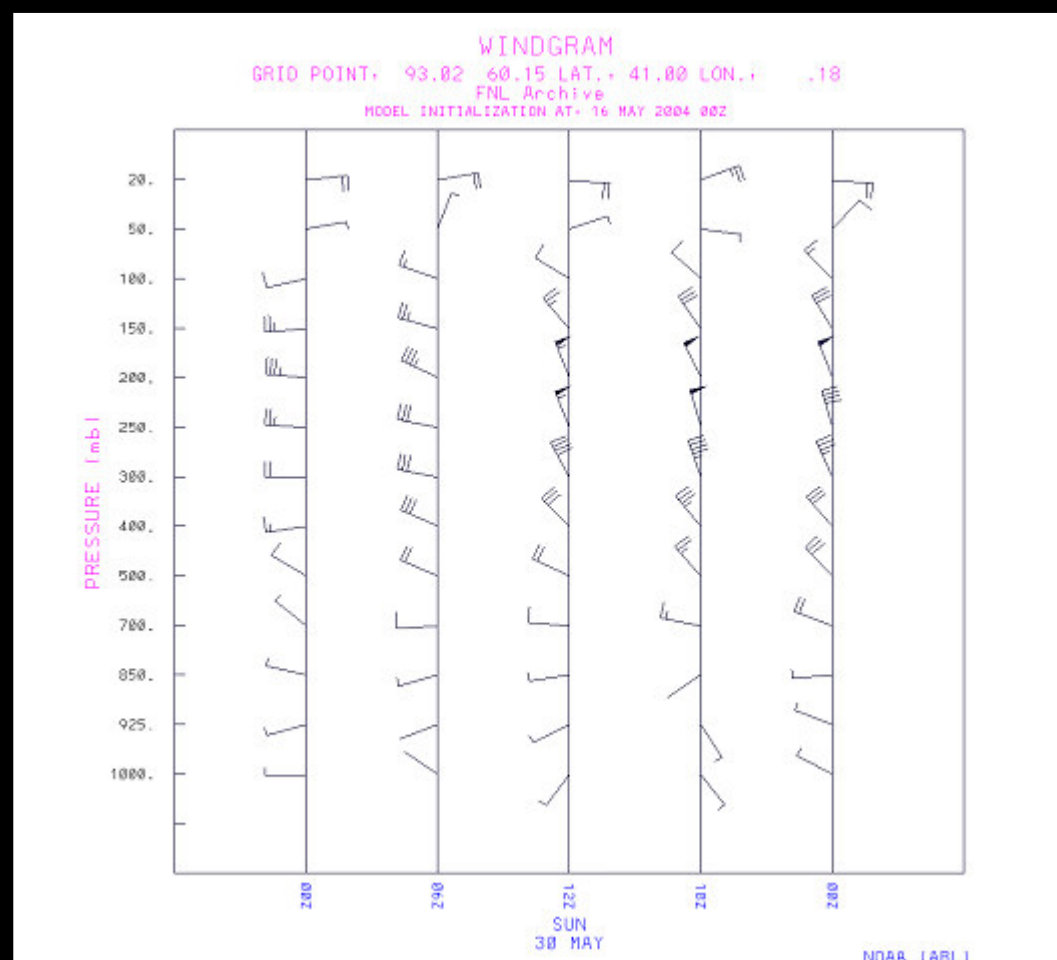


Figura 13. Vientograma a partir de un modelo de reanálisis

A partir del frente de racha (en la figura 14, dibujado como un frente frío), se forma una zona continua de vorticidad horizontal. Si existe flujo frontal como fue el caso, el aire se ve obligado a ascender bruscamente ("updraft") llevándose consigo la vorticidad horizontal, ondulando el eje de giro, tal y como refleja la figura y dejando cuatro zonas bien diferenciadas con vorticidad vertical en las que se alternan las rotaciones ciclónica y anticiclónica.

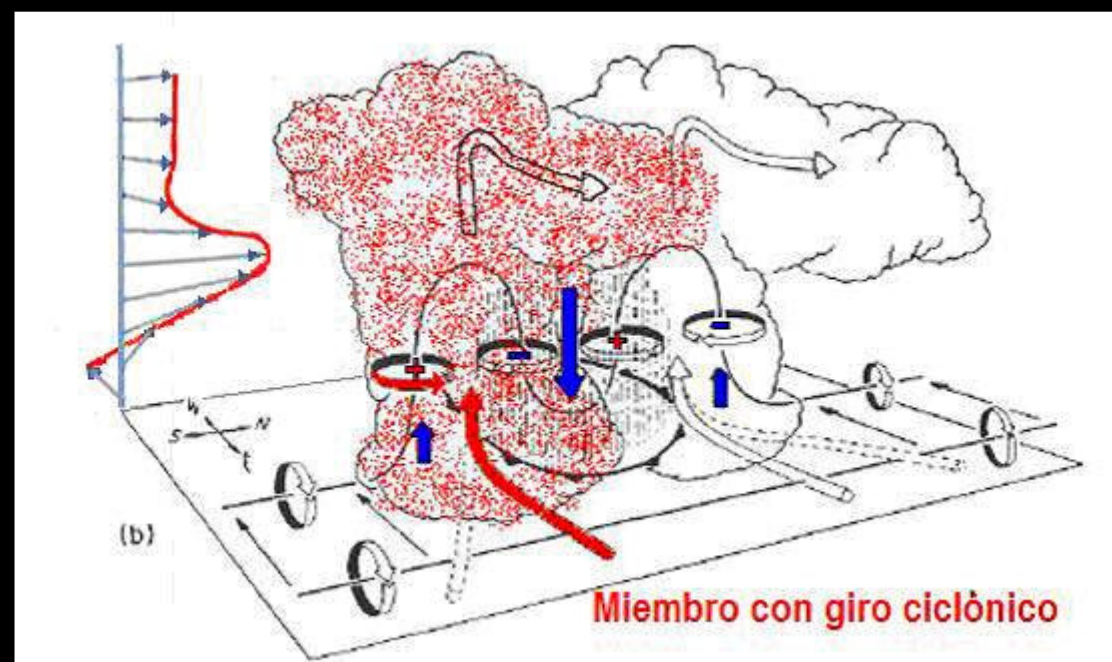


Figura 14. Modelo conceptual de formación de un mesociclón. (Mód. Comet).

A partir de aquí, juega un factor fundamental el acople producido entre la cizalladura del viento y la vorticidad vertical creada. En las condiciones expuestas anteriormente, el acople se produce en la zona de giro ciclónico donde se favorecen los ascensos (Fig. 15) y la célula, girando ciclónicamente, se desarrolla formando el denominado mesociclón. Al otro lado del "downdraft" de giro anticiclónico se producen descensos de aire por lo que no se desarrolla la célula convectiva.

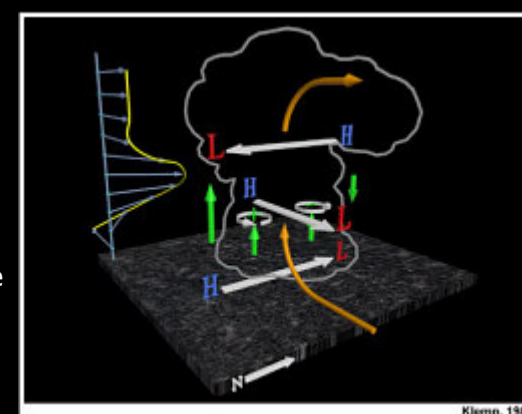


Figura 15. Análisis dinámico conceptual. (Mód. Comet)

En el caso objeto de estudio se dieron todos los ingredientes para que se formara un mesociclón dentro de la supercélula S. Y además, el modelo conceptual justificaría la formación de la célula B de la figura 11, apoyándose en la cizalladura unidireccional existente entre capas medias y altas. En este caso se trataría de un mesoanticiclón, aunque no se llega a apreciar en las imágenes, puesto que se disipa rápidamente.

## 5. Entorno sinóptico

Para explicar el episodio desde el punto de vista dinámico es preciso analizar como estaba la atmósfera en todos los niveles:

### 5.1. Superficie

En primer lugar, el mapa de superficie con frentes (Fig. 16) de las 00 h UTC de ese día, mostraba una ausencia de gradiente en la mitad este de la península, con presión relativamente alta y un collado al norte de la zona objeto de estudio por el que se aproximaba un frente frío poco marcado.

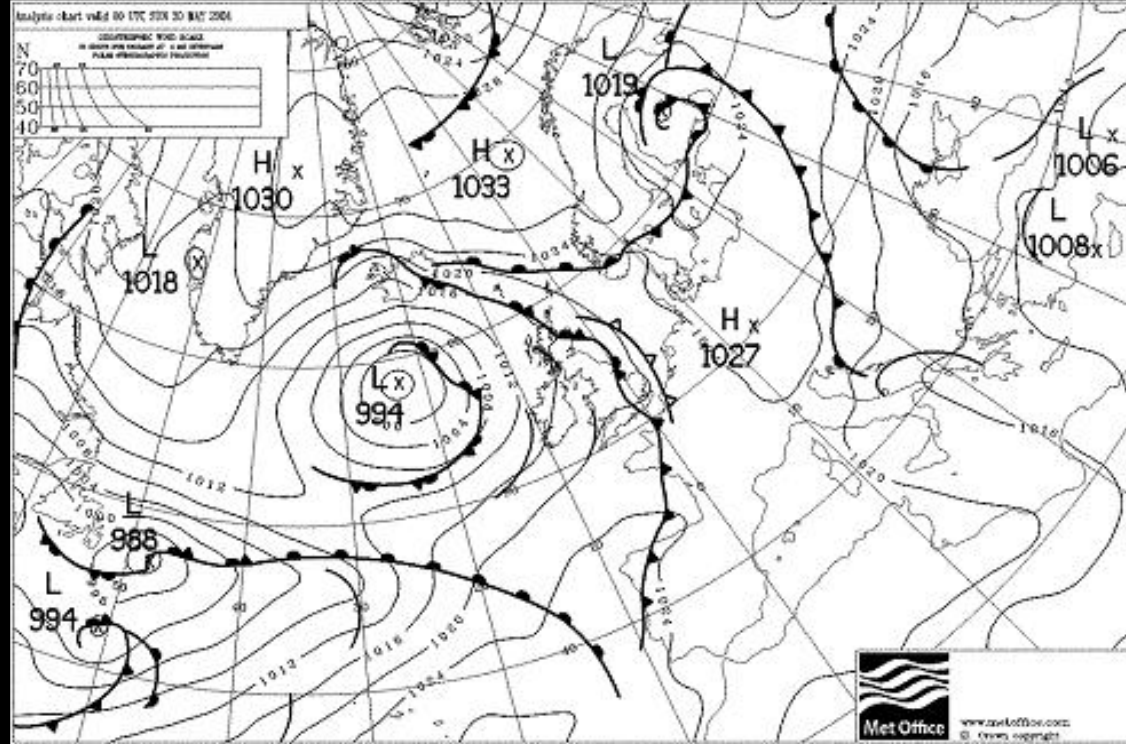


Figura 16. Mapa de isobaras con frentes 00h 30/05/2004.

En la figura 17 correspondiente a las 00h UTC del día siguiente, se aprecia una situación isobárica muy similar a la del día anterior y el frente frío que ha atravesado la península y se encuentra en la costa catalana. Parece lógico pensar que los episodios estuvieron relacionados con el paso de dicho frente.

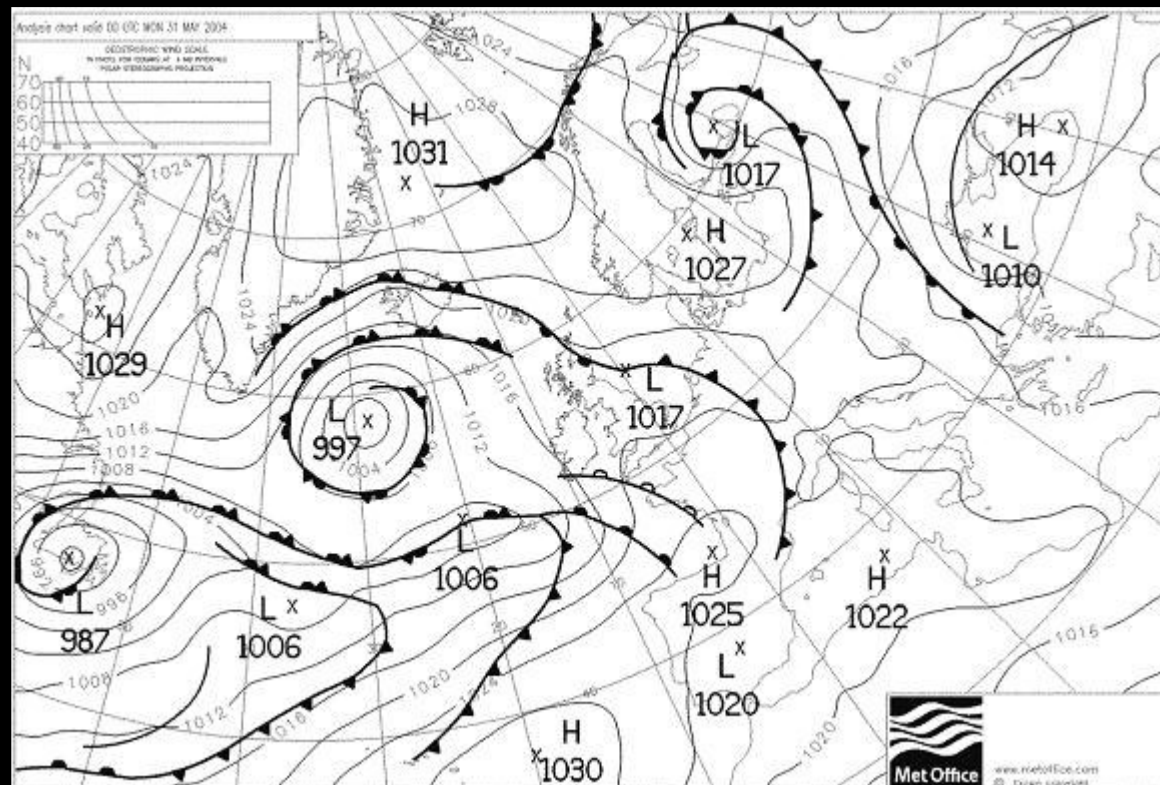


Figura 17. Mapa de isobaras con frentes. 00h 31/05/2004.

Por otra parte, un reanálisis de las líneas de corriente en superficie a las 12 h UTC (Fig. 18) muestra una clara línea de convergencia en el cuadrante NE de la península, factor fundamental para producir ascensos de aire, en este caso, desde las capas más bajas de la troposfera.

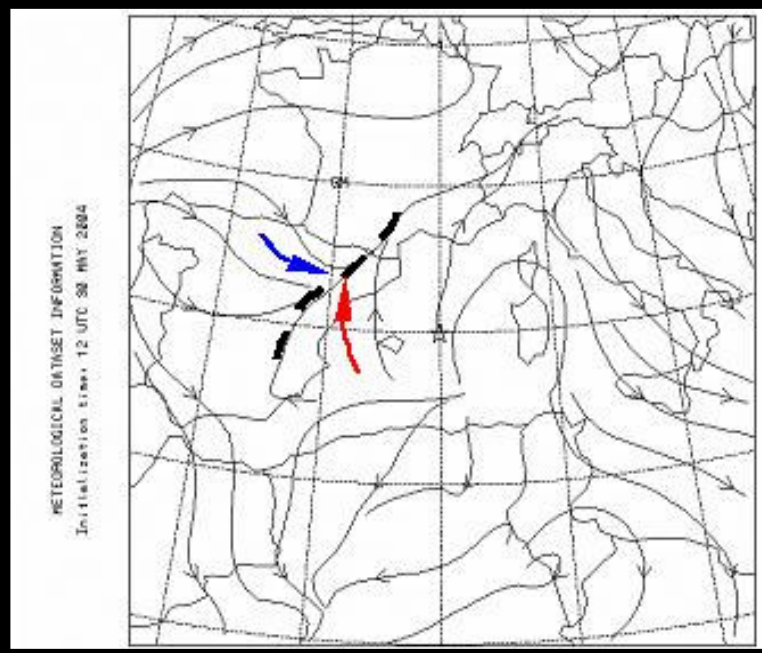
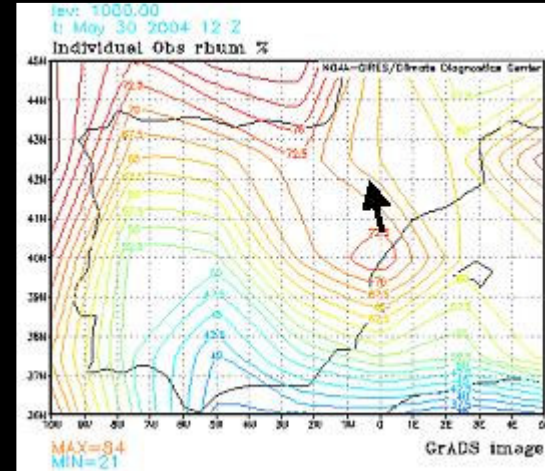


Figura 18. Líneas de corriente en superficie

El reanálisis de humedad muestra una advección importante, manteniendo valores en torno al 70%, sobre la zona de estudio, muy elevados para esta hora del día. En este punto cabe recordar que por la mañana se había producido rocío con elevadas temperaturas.

Figura 19. Humedad relativa en superficie.



El aspecto de humedad junto al efecto dinámico nos indican que la nubosidad que se produzca va a tener la base muy baja y puede alcanzar espesores considerables, si las condiciones en capas altas son favorables. En el caso que nos ocupa fue así, como veremos las condiciones en todos los niveles fueron idóneas para que se produjeran fuertes ascensos.

### 5.2. Niveles altos (200hPa)

En este nivel se aprecia, como un ramal de la corriente en chorro se orientó con máximos de velocidad hacia el NE de la península, con dirección N-S. Las líneas de corriente a este nivel mostraban difluencia en la zona E de la península y el reanálisis de isotacas dejaba la zona oriental de Aragón y Cataluña bajo una zona de fuerte divergencia (color verde), asociada al flanco delantero izquierdo de la zona de máximos de velocidad.

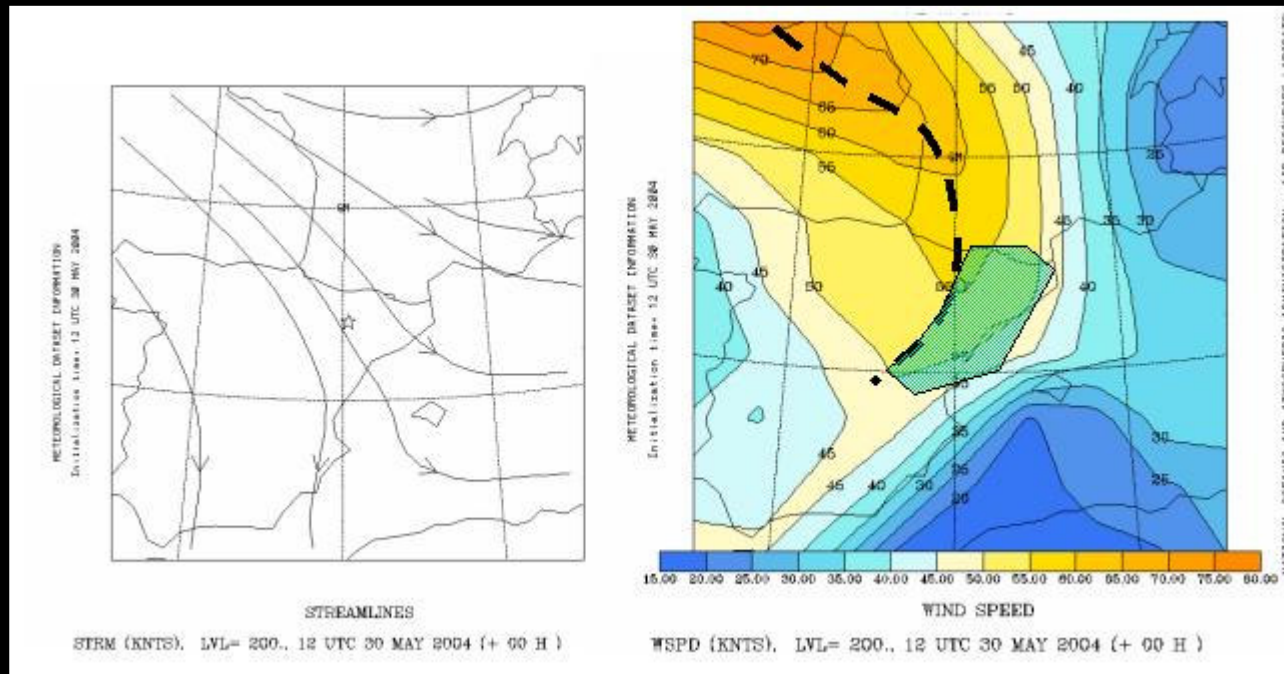


Figura 20. Líneas de corriente e isotacas en nivel 200hPa.

Por lo tanto, tenemos acoplamiento entre convergencia de niveles bajos y divergencia en niveles altos provocando un claro forzamiento dinámico que explicaría los fuertes ascensos en toda esa zona.

### 5.3. Nivel de 500hPa

En este nivel se confirma el forzamiento dinámico. En la figura 21, las isohipsas reflejan una pequeña onda asociada al frente frío que se va desplazando por el norte de la península, quedando por delante de ella una zona con advección de vorticidad (Figura 22, color rosa) precursora de ascensos.



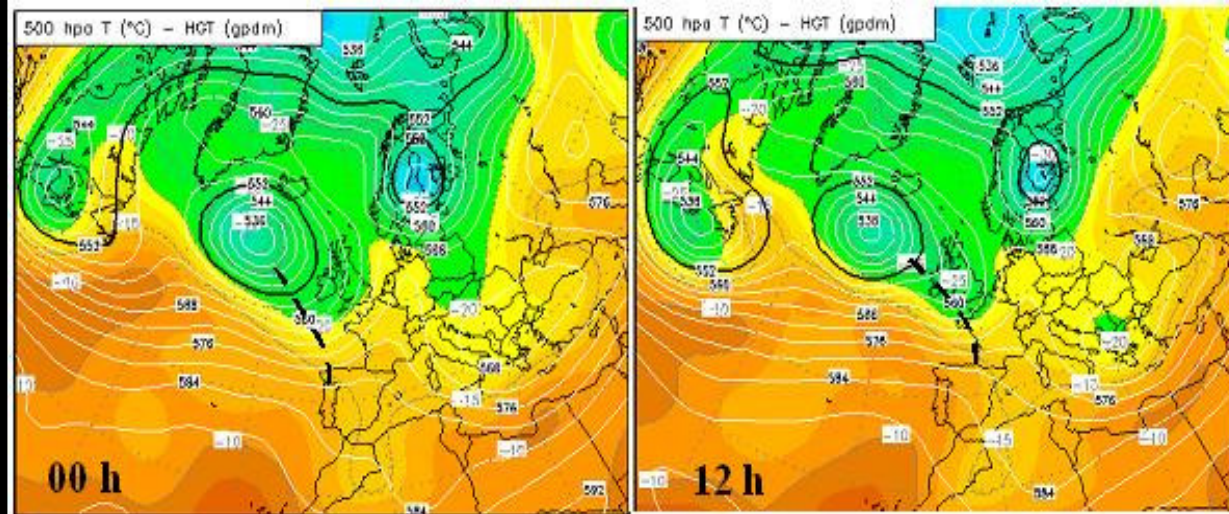
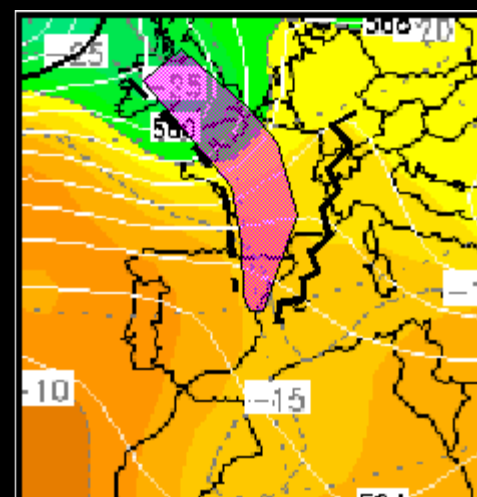


Figura 21. Isohipsas e isotermas en nivel 500hPa

También podemos apreciar como el NE de la península se ve afectada por una vaguada térmica, con la isoterma cerrada de  $-15^{\circ}\text{C}$  al norte de Argelia y todo el cuadrante NE de la península y Baleares con temperaturas por debajo de  $-15^{\circ}\text{C}$ .

Figura 22. Advección de vorticidad en el NE de la península a las 12 h UTC.



#### 5.4. Velocidad vertical

Una prueba más del forzamiento dinámico que se produjo en la atmósfera en todos los niveles la proporciona el modelo de reanálisis de velocidad vertical del ARL NOAA (fig. 23).

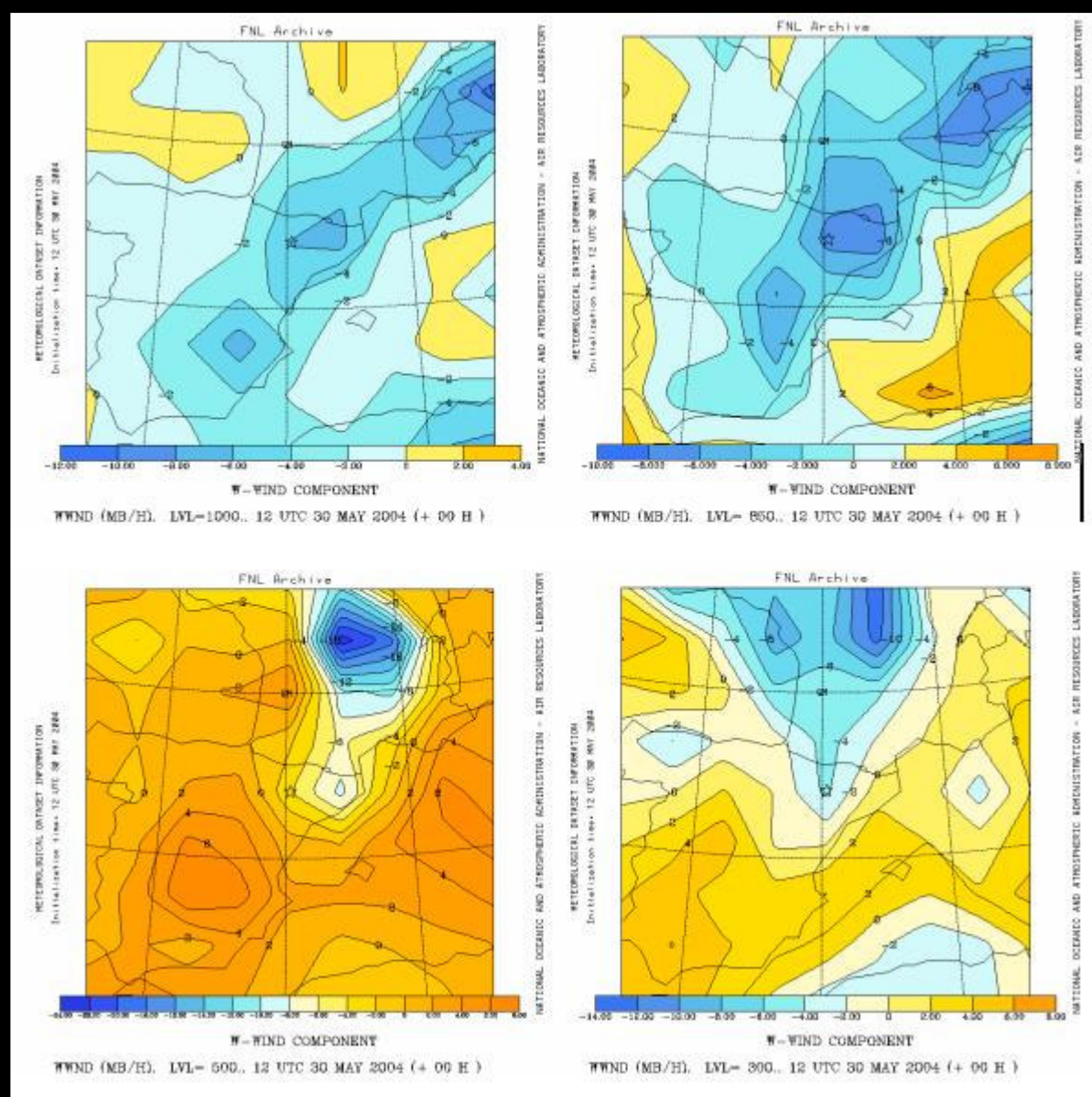


Figura 23. Velocidad vertical (mb/h) para los niveles de 1000,850,500 y 300 mb

En estas imágenes se muestra como en todos los niveles de la atmósfera existían ascensos de aire, siendo máximos para la zona de Monzón (señalado con una estrella) en el nivel 850 hPa.

#### 6. Reanálisis mesoscalar

El análisis mesoscalar del episodio se ha realizado a partir de los datos de las estaciones automáticas de Aragón y Cataluña. Como la mayoría de ellas son agroclimáticas no cuentan con sensores de presión y , por lo tanto, no se ha podido trabajar con esta variable.

El estudio se ha realizado con la temperatura y dirección de viento y se ha interpolado y ploteado a través de Surfer.

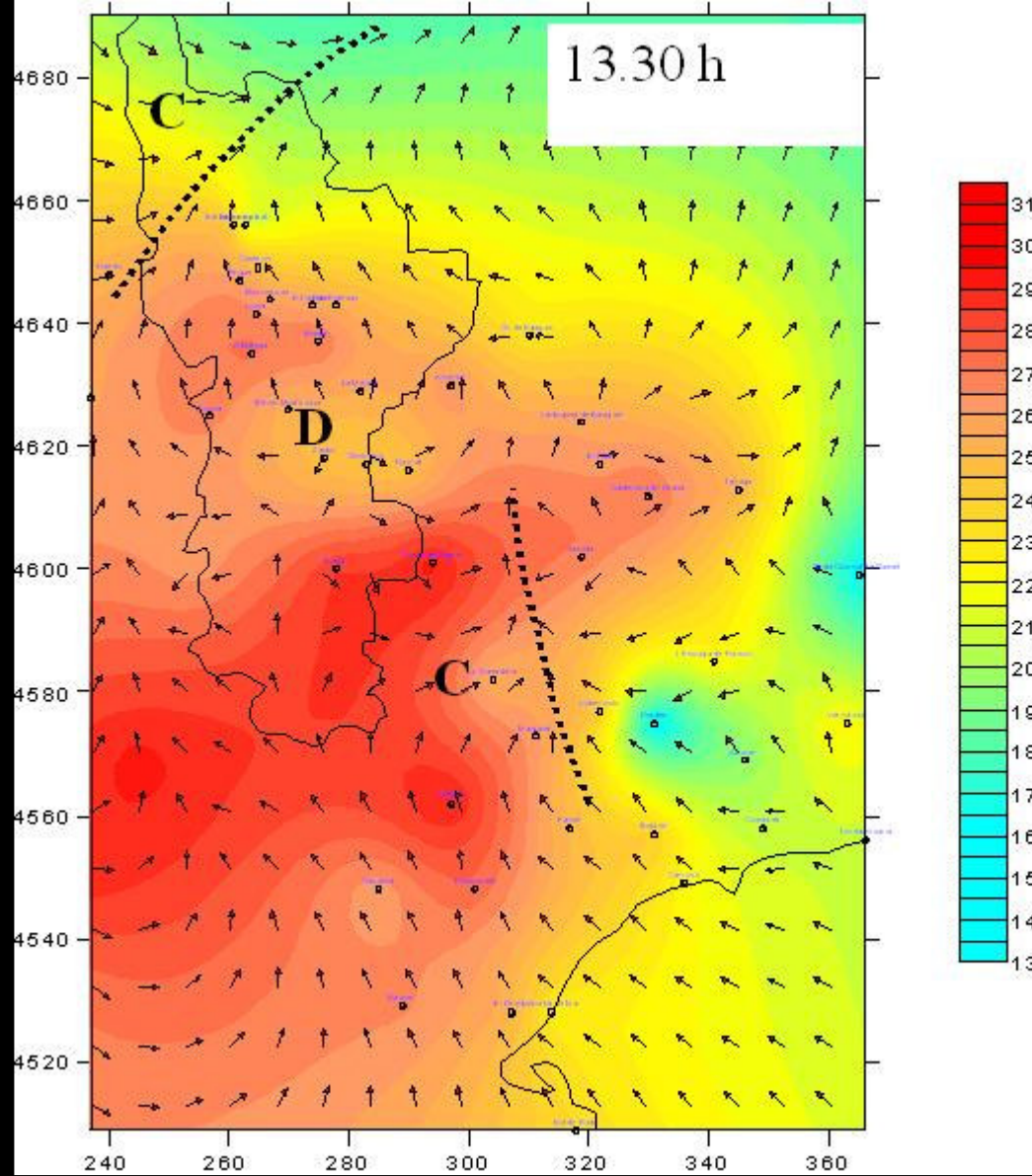


Figura 24a. Análisis mesoscalar . Ploteado de temperatura y dirección de viento 13,30 h.

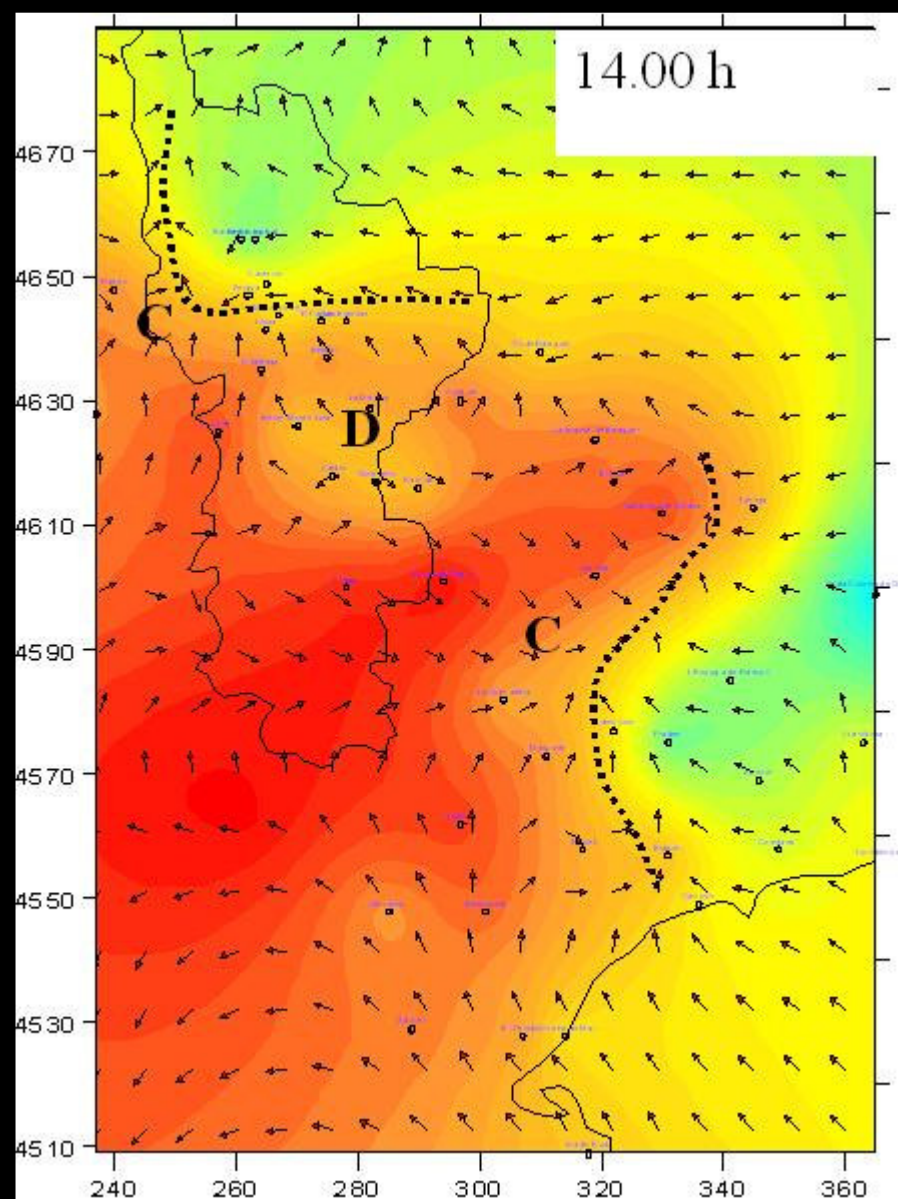


Figura 24b. Análisis mesoscalar . Ploteado de temperatura y dirección de viento 14,00 h.

En el mapa de las 13,30 h UTC se aprecian nítidamente dos líneas de convergencia (C). La más septentrional corresponde a la zona del Cinca Medio y la más meridional a la zona del Baix Camp. En ambas zonas ya se estaban produciendo tormentas con precipitación y descarga de aire frío como indican las coloraciones más azules detrás de las líneas de convergencia.

La misma situación, media hora más tarde, justo en el momento en que se produjo el episodio en Monzón , dos líneas de convergencia , la primera que avanza rápidamente y la del Priorat estacionaria. Entre ambas una zona de divergencia (D) que apenas se desplaza y que corresponde al límite entre Huesca y Lleida y parte de la plana de Lleida, justo donde la precipitación fue nula durante ese día. Curiosamente la temperatura de parte de esta zona es ligeramente inferior a la de su entorno, cuando todo indica que en ella se están produciendo descensos.

Una teoría para explicar el fenómeno sería que la circulación local de viento produce descensos de aire proveniente de zonas de descarga fría previa.

## 7. Estudio termodinámico

Además del forzamiento dinámico hubo forzamiento termodinámico, con parámetros significativos que nos dan la clave para el comienzo del episodio convectivo.

### 7.1. Análisis del radiosondeo

Del radiosondeo de Lleida de las 12 h UTC (fig.25) podemos extraer las siguientes parámetros y conclusiones.

Ø Había inestabilidad potencial en niveles bajos

Ø La temperatura máxima de ese día supone alcanzar el nivel de convección libre desde la superficie.

Ø Se observa capa seca en niveles medios, factor clave para la génesis de convección severa.

Ø Cizalladura combinada del viento: direccional ("clockwise") entre capas bajas y medias y unidireccional (solo en módulo) entre capas medias y altas.

Ø Índices CAPE Y LI elevados , WindEX y DAPE favorables para los fenómenos tormentosos.

Ø El número de Richardson BRN= 98, indicando un entorno favorable para la formación de supercélulas. Sin embargo el SRH para los 3 km primeros indica helicidad baja.

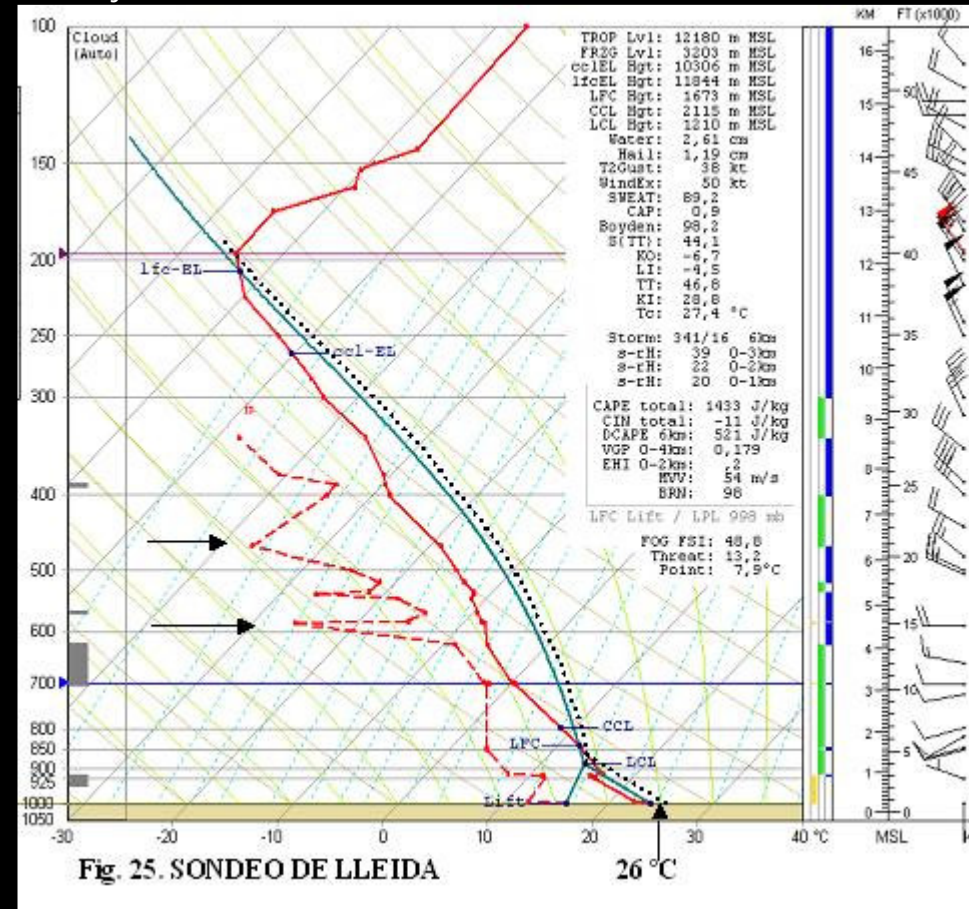


Fig. 25. SONDEO DE LLEIDA

### 7.2. Mapas de índice de elevación (LI) Y CAPE

El modelo MASS para ese día (fig. 26) ofrecía un mapa favorable para los episodios convectivos.

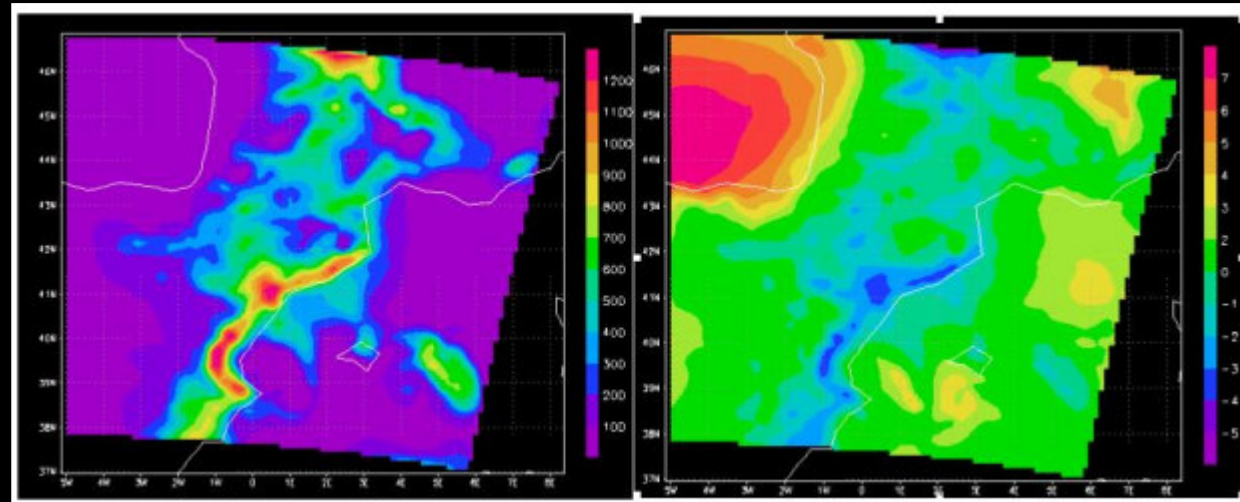


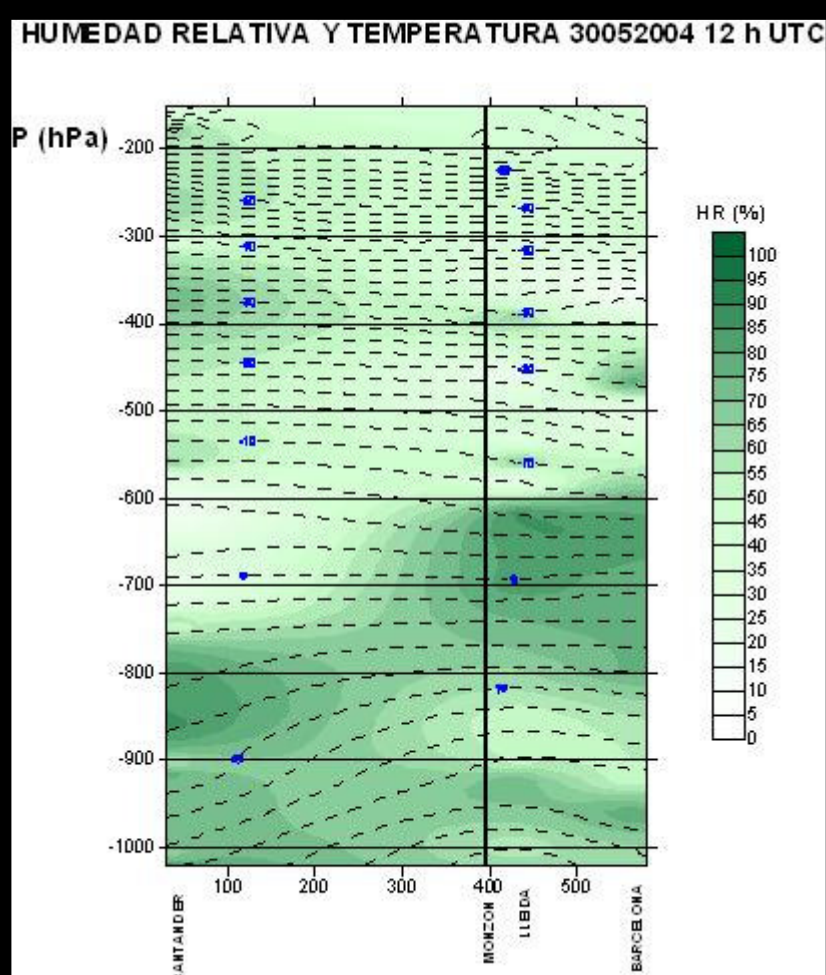
Figura 26. A la izquierda CAPE, a la derecha LI, a las 12 h UTC.

Los máximos valores para ambos parámetros se localizaban en las zonas donde hubo máxima actividad tormentosa.

### 7.3. Cortes atmosféricos a partir de radiosondeos.

Se analizan las variables temperatura ambiente, humedad relativa , temperatura potencial y potencial equivalente

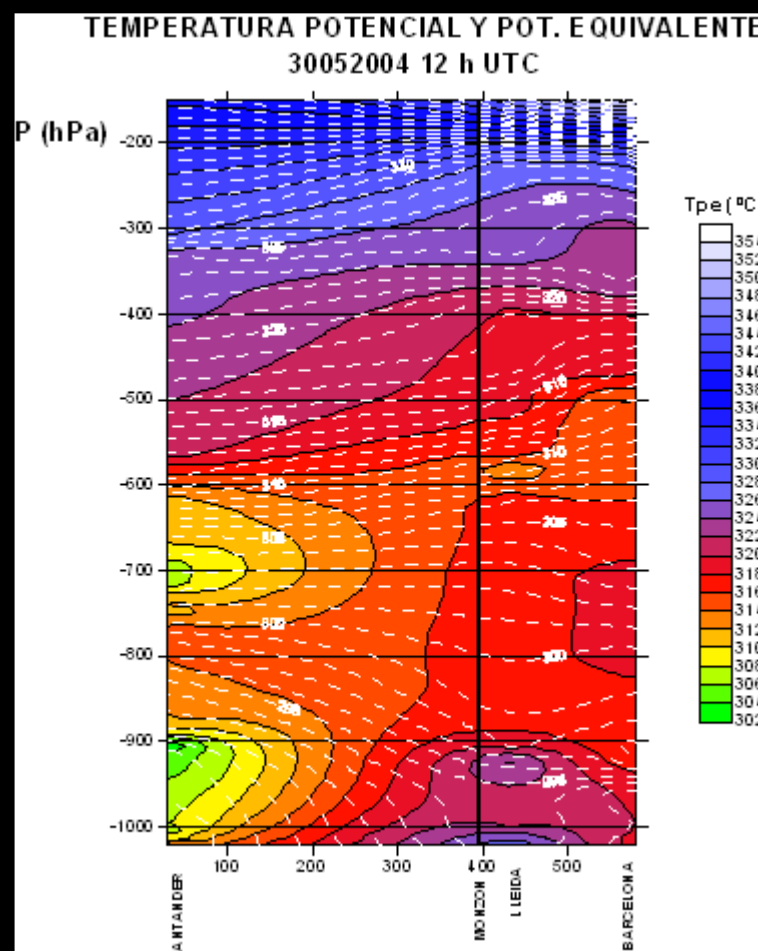
#### 7.3.1. WNW-ESE (Santander-Lleida-Barcelona). Humedad relativa y temperatura (elaboración propia).



El análisis de temperatura y humedad en esta dirección a la altura de Monzón nos muestra:

- Ø Dos capas húmedas a nivel de 950 y 700 hPa y capas secas a 850 y a partir de 600 hPa, aunque con advecciones contrarias en 850 y 700 hPa provenientes del W-WNW.
- Ø Vaguada térmica a nivel de 500 hPa, que con el calentamiento diurno produce un fuerte gradiente térmico en el estrato sfc-500 hPa.

### 7.3.2. WNW-ESE (Santander-Lleida-Barcelona). Temperatura potencial y potencial equivalente (elaboración propia).



Del siguiente mapa se obtiene la siguiente información:

- Ø Fuerte gradiente de temperatura potencial equivalente en las capas bajas de la vertical de Monzón, con elevada inestabilidad potencial.
- Ø Elevación gradual de las masas de aire, siguiendo las isolíneas de temperatura potencial en las capas que incluyen la dirección de viento, esto es, en la capa superficial (viento del SE) y en capas medias (viento del WNW).

## 8. Imágenes de satélite

### 8.1. Imagen visible

La imagen visible de alta resolución (250 m) (fig. 27) de las 13,38 h UTC muestra una gran célula tormentosa sobre la zona de estudio, que corresponde con la célula embrión A de la fig. 11. Se aprecia como existen cirros en forma de flecos en dirección SSE, reflejando los máximos de viento que se estaban produciendo a su derecha corriente abajo.

Por otra parte, la imagen coloreada (fig. 28) muestra la nubosidad con menor temperatura, en azul (mayor desarrollo o mayor altitud), diferenciándose la actividad convectiva del Cinca Medio, muy desarrollada verticalmente (hasta 14 km), con overshooting (la tropopausa se encontraba a 12100m) y de l'Anoia también muy desarrollada, de la que se estaba produciendo en la zona del prelitoral tarraconense, de mucha menor entidad.

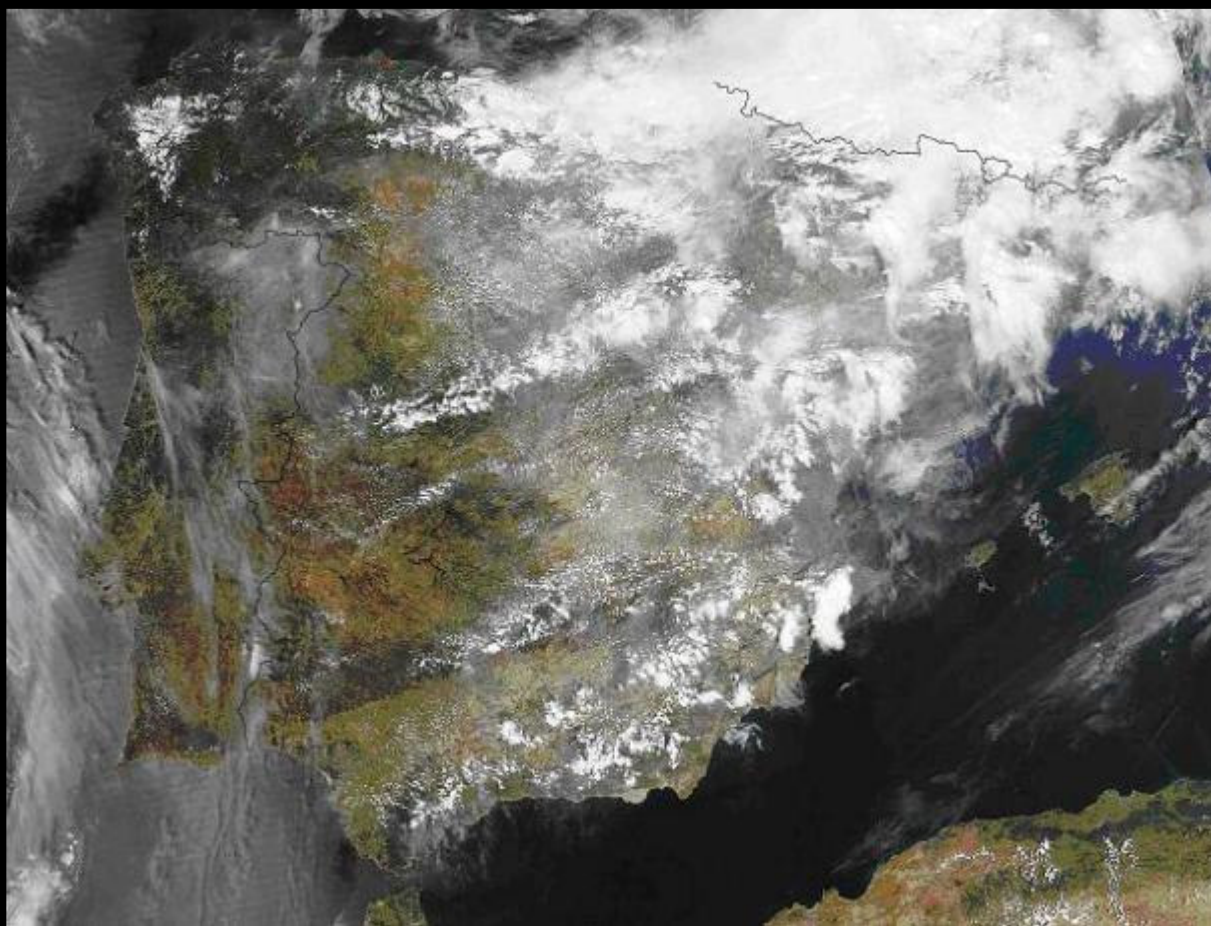


Figura 27. Imagen visible MODIS (satelite Aqua)de las 13,38 h

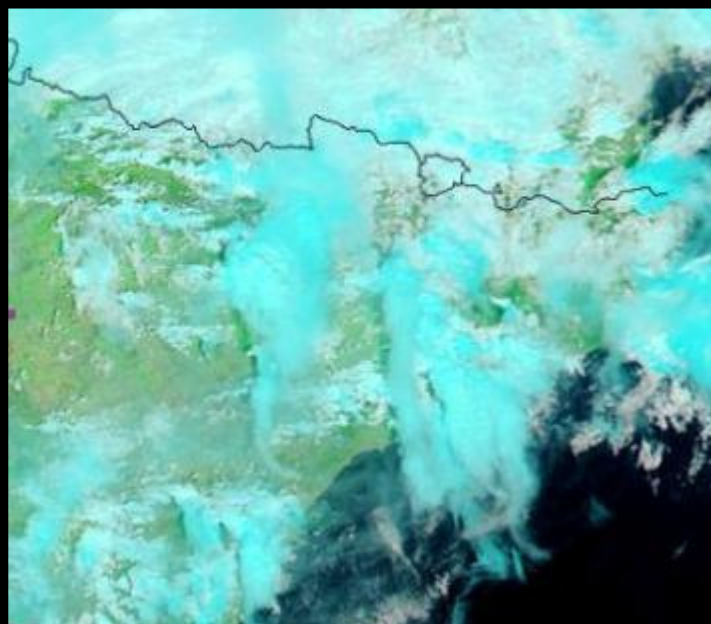


Figura 28. Detalle ampliado del NE de la península. Canal visible coloreado

## 8.2. Imagen WV

En la imagen del satélite, canal de vapor de agua, (fig. 29) se aprecia como 8 horas antes del episodio, se encuentra entrando por los Pirineos navarros una lengua de aire seco (marcada con la flecha), asociada a máximos de viento en altura. Más tarde, se desarrollaría convección profunda en la parte delantera de este ramal de la corriente en chorro.

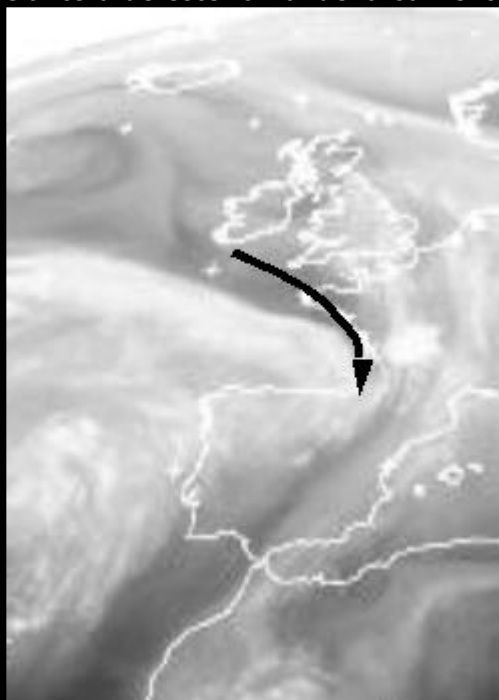


Figura 29. Imagen de vapor de agua de las 6 h UTC.

## 9. Mapa de rayos: actividad tormentosa

Un último detalle de la inestabilidad y la actividad convectiva que se produjo ese día lo muestra el mapa de rayos (fig. 30).

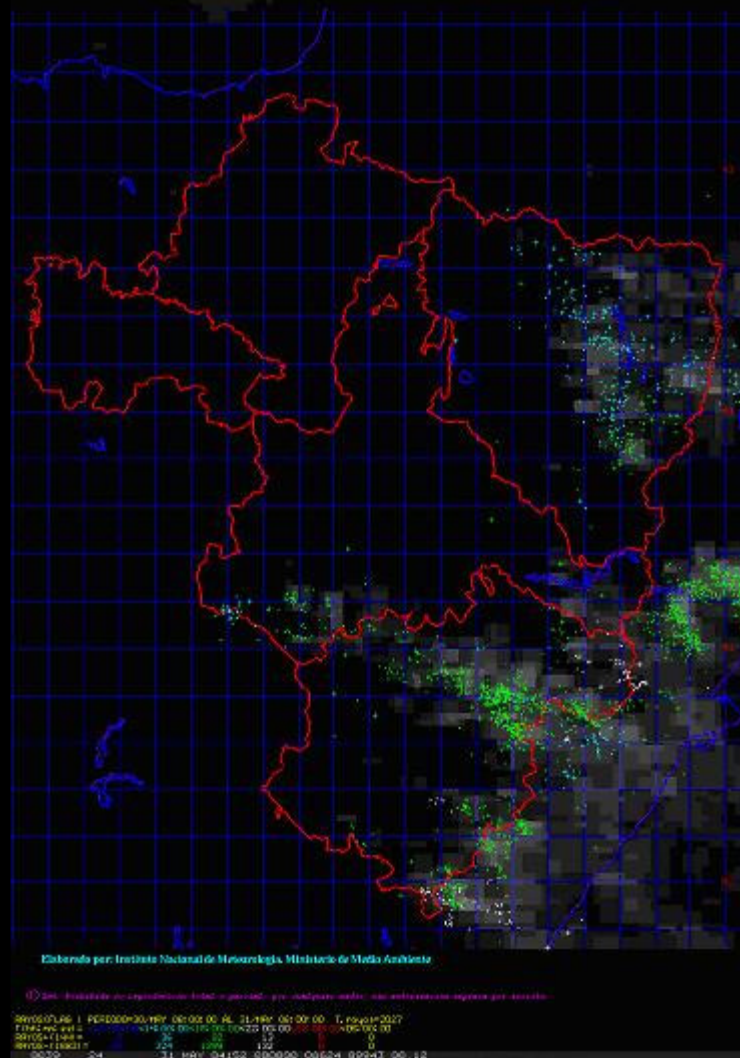


Figura 30. Mapa de rayos y de precipitación (INM).

En este mapa podemos constatar que la totalidad de la actividad tormentosa y de precipitación se centro en el cuadrante NE de la península, con máximos en la zona del Maestrazgo, prelitoral catalán, franja oriental de la provincia de Huesca y Pirineo catalán. Si observamos las zonas con píxeles de tonalidad grisácea, donde hubo alguna precipitación, podemos concluir que los sistemas nubosos que dieron lugar a las tormentas en la zona del Maestrazgo, tenían zona estratiforme (interpretación radar), pues existe precipitación sin actividad eléctrica, sin embargo en la zona de la franja oriental de Huesca no se constata este hecho.

## 10. Daños ocasionados

El episodio no fue extremo, principalmente por su escasa duración, pero aun así los efectos se dejaron notar, principalmente en los cultivos y en menor magnitud en las poblaciones.

En la población de Monzón hubo inundaciones en bajos y en los pasos inferiores del ferrocarril, se hundió el tejado del kiosco de la estación, numerosos árboles cedieron a las fuertes rachas de viento y multitud de persianas quedaron atravesadas tal y como reflejan las siguientes fotos (fig.31).



Figura 31. Imagen del efecto del granizo sobre las persianas de las viviendas

La imagen superior nos sirve para constatar la dirección sostenida (WNW) de las rachas de viento asociadas a la caída del granizo. Las persianas orientadas en las otras dos direcciones apenas muestran impactos de granizo.

Los daños en el campo fueron mayores y de mayor repercusión, ya que quedaron arrasadas hasta 2500 Has de cultivos de maíz, alfalfa, cebada y frutales entre los municipios de Binaced y Monzón. Las imágenes siguientes muestran el eco de la prensa subestimando los daños que finalmente se produjeron.

○ CINCA MEDIO IMPORTANTES DAÑOS EN FRUTALES, ALFALFA Y CEREAL

## La tormenta del domingo arrasó una superficie de más de 500 hectáreas

Monzón y el núcleo de Valcarca sufrieron especialmente el tiempo

F.J.P.

**MONZÓN.** Una franja de poco más de un kilómetro de anchura, limitada al oeste por el término de Monzón y al este por las tierras de Valcarca, y de unas 500 hectáreas de superficie según la primera estimación de los agricultores, fue la más afectada por la tormenta de granizo que descargó sobre las cuatros de la tarde del domingo en el Cinca Medio, y de no más un cuarto de hora de duración en su apogeo de virulencia. La capital comarcal y el núcleo de Valcarca sufrieron particularmente los efectos de la tromba de agua y piedra (fundaciones de sótanos y parkings, y daños en urdites, toldos y persianas), mientras que en Binaced, el área de Ripoll cercana al cauce del Cinca, Alrombla de San Juan (al norte) y el monte de Espús, apenas se vio el hielo de tamaño "garbanzo".

Las plantaciones de meloc-



La fruta quedó así de dañada. G.F.F.

el siniestro es total".

Los frutales jóvenes se resentirán del "puñetazo" del hielo, los

mico" encharcamiento del paso de la avenida de Fonz bajo el puente de la vía férrea Lérida Za

### El pedrisco arrasa 700 hectáreas en el Cinca Medio

La tormenta de pedrisco que el pasado sábado afectó a la comarca del Cinca Medio ha arrasado 700 hectáreas de frutales en la pedanía de Valcarca, alrededor del 40 % de la producción de la zona, destruyó el cereal y ha causado daños a los cultivos de alfalfa y maíz. Son las primeras estimaciones realizadas ayer por el Consistorio de Binaced, que destacó que el gran tamaño de la piedra caída provocó daños en los frutales que condicionarán su desarrollo vegetativo en los próximos años.

### EL TAMAÑO DEL GRANIZO

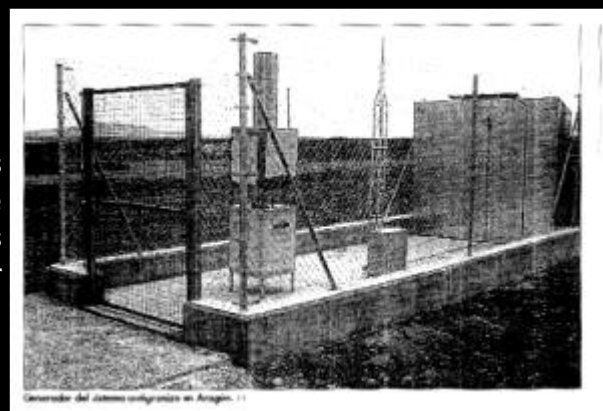
La mayor parte del granizo caído fue de menos de 1cm de diámetro y presentaba una tonalidad blanquecina y opaca, producto de las fuertes corrientes convectivas de la tormenta. (Fig. 32).



Figura 32. Detalle del granizo caído.

### REPERCUSIONES

La mancomunidad antigranizo de Aragón se creó el año 2002, con la pretensión de desarrollar una red de prevención activa contra las precipitaciones de granizo en los campos de cultivo. Entre las medidas que lleva asociada esta la instalación de cañones de yoduro de plata en los municipios susceptibles de sufrir este tipo de episodios y el seguimiento por radar de las tormentas de cara a activar el sistema vía telemática.



ALTO ARAGÓN LA MANCOMUNIDAD QUIERE EXTENDER SU RADIO DE ACCIÓN AL SUR DE LA PROVINCIA

# Poco interés de los municipios del Alto Aragón por la red antigranizo

Salvo Ballobar, Belver y Fraga, ninguna localidad se ha mostrado proclive a implantar este sistema

Municipios del sur del Alto Aragón muestran un nulo interés, al menos por el momento, por integrarse en la Mancomunidad Antigranizo de Aragón salvo Ballobar, Belver de Cinca y Fraga, que decidieron adherirse a esta corporación desde que inició su andadura. La Mancomunidad ha propuesto extender su radio de acción a la provincia de Huesca, pero si las localidades no son partidarias, colocará el sistema en otras zonas de Aragón más proclives a esta iniciativa.

M.C.B.

**HUESCA.** La ampliación que plantea la Mancomunidad Antigranizo de Aragón beneficiaría a un total de 27 localidades situadas en la zona su. de la provincia de Huesca como Albalade del Cinca, Albalade del Cinca, Albalade del Cinca, Binéfar, Casalonga, Chalameza, Espiús, Monzón, Orriñena, Torralba de Aragón y Tardienta, en



Emisión del congreso de Agricultura y representantes de las zonas integradas en la Mancomunidad Antigranizo. 11

En la fecha del episodio, los municipios de Binaced y Monzón todavía no se habían adherido pese a que la Mancomunidad ya había planteado su integración junto con otros 25 municipios del Alto Aragón. Tras este episodio ambos municipios se integraron al proyecto y para el verano del 2005 ya se tiene previsto que entren en funcionamiento los equipos.

## 11. Reseña climatológica

A continuación se detallan algunos aspectos climatológicos referidos a la serie 1991-2004 de la estación del INM de Binéfar.

	DIAS GRANIZO	DIAS TORMENTA	PREC. ANUAL (mm)	PREC. MAX 24h (mm)
1991	1	19	337,3	37,3
1992	2	30	408,3	35,1
1993	4	30	404,1	39,6
1994	3	22	398,2	50,1
1995	1	17	221,7	19,3
1996	4	31	554,4	42,2
1997	4	23	615,4	35,8
1998	1	21	272,7	37,0
1999	4	29	441,2	33,8
2000	5	23	442,3	58,5
2001	2	20	410,4	47,0
2002	3	27	437,0	37,8
2003	0	28	608,7	48,5
2004	4	15	362,8	33,7
<b>MEDIA</b>	<b>2,6</b>	<b>24,6</b>	<b>427,1</b>	<b>39,7</b>
<b>MAX</b>	<b>5</b>	<b>31</b>	<b>615,4</b>	<b>58,5</b>
<b>MIN</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>221,7</b>	<b>19,3</b>

(Elaboración propia)

Ø La media anual de días de tormenta es de casi 25, de los cuales 2,6 descargan en forma de granizo.

Ø El periodo de retorno de precipitación de 30 mm en 24 h es de 1 año y de 2 años para 45 mm (INM periodo 65-89)

	DIAS GRANIZO	DIAS TORMENTA	PREC. MEDIA (mm)	PREC. MAX 24h (mm)
ENERO	0,0	0,1	28,7	42,2
FEBRE	0,0	0,0	13,1	24,7
MARZO	0,2	0,8	26,4	37,3
ABRIL	0,5	1,6	46,0	47,0
MAYO	0,8	4,7	51,2	35,1
JUNIO	0,2	2,8	27,6	58,5
JULIO	0,2	3,3	17,4	37,8
AGOST	0,4	5,4	25,0	32,0
SEPTIE	0,2	3,5	51,9	43,2
OCTUB	0,1	1,5	58,6	50,1
NOVE	0,0	0,8	46,6	41,9
DICEM	0,1	0,2	34,7	48,5
<b>SUMA</b>	<b>2,6</b>	<b>24,6</b>		
<b>MEDIA</b>			<b>35,6</b>	<b>41,5</b>

	INTENSIDAD (mm/h)			TOTAL
	30-50	50-100	>100	
2002	3	3	4	10
2003	5	1	1	7
2004	3	0	1	4

Ø Por meses, mayo es el más proclive con diferencia a sufrir granizadas y también el segundo más tormentoso, seguramente por el fuerte contraste térmico que se produce entre el calentamiento de la superficie y las incursiones frías en altura.

Ø En la tabla de la derecha se observa como son comunes los episodios con intensidades fuertes, con periodo de recurrencia anual, aunque siempre de muy corta duración.

## 12. Conclusiones

Del estudio del episodio se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- El episodio fue intenso, pero no crítico. Aunque el sistema mostró eficiencia pluviométrica, apenas duró 12 minutos, mostrándose móvil en todo momento.

- El hecho de que ocurriera en domingo y en la sobremesa ayudó a minimizar trastornos urbanos e incluso daños personales



y materiales.

- La acumulación de precipitación hasta la fecha del episodio (2003-2004 fue un año agrícola muy húmedo), no permitió apenas la infiltración en los cultivos de cierta pendiente y hubo mucha escorrentía, incrementando los efectos negativos del granizo.

- Aunque el concepto de Supercélula esté asociado por su naturaleza a grandes sistemas convectivos de las llanuras de EEUU, diversa bibliografía relativa a la Península, permite aplicar el nombre de Mini-Supercélula o simplemente supercélula, cuando las características dinámicas y termodinámicas son similares, como es el caso, aun siendo el tamaño y duración sensiblemente inferiores a aquellas. Parece demostrado que se formara, al menos un mesociclón con rotación ciclónica, embebido en la supercélula que afectó la comarca el Cinca Medio

- La causa de que mayo sea uno de los meses con más episodios de granizo asociados a convección profunda, parece estar relacionada con las incursiones tardías de aire frío en altura y el recalentamiento de las capas bajas por radiación solar.

#### Agradecimientos

A Tomeu Rigo por sus magníficos cortes de imágenes radar y el radiosondeo de Lleida. A Joan Bech por el loop de imágenes compuestas de radar. A Bernat Codina por los ficheros "grads" de un modelo de predicción a mesoscala. Al Ayuntamiento de Binaced, Dirección General de Tráfico y Protección Civil de Monzón por los datos facilitados.

#### Referencias y bibliografía

- Estudio de la situación que dio origen a un tornado en Montesclaros (Toledo). J.I.Palacio y otros.

( [http://www.inm.es/web/sup/ciencia/divulga/vsimposio/trabajos/pdf/A7-MAD\\_Tornado.pdf](http://www.inm.es/web/sup/ciencia/divulga/vsimposio/trabajos/pdf/A7-MAD_Tornado.pdf).)

- El tornado de Sigüenza. Martín, F, L. de Esteban, R. Riosalido. (1995).Nota técnica nº25 INM

- Uso de modelos numéricos de predicción operativa de convección severa. Elizaga, F., Francisco Martín Leon.

( [http://www.inm.es/web/sup/ciencia/divulga/vsimposio/trabajos/pdf/C9-STAP\\_rayos.pdf](http://www.inm.es/web/sup/ciencia/divulga/vsimposio/trabajos/pdf/C9-STAP_rayos.pdf).)

- Todas las figuras referidas a la formación del mesociclón han sido sacadas de los módulos COMET, University Corporation for Atmospheric Research (UCAR),

COMET (Cooperative Program for Operational Meteorology, Education and Training) <http://www.comet.ucar.edu>

- Predicción de precipitaciones intensas de origen marítimo mediterráneo en la Comunidad Valenciana y la Región de Murcia.

Riesco, J., Víctor Alcocer. Nota técnica del CMT en Valencia (2003)

- Modulos Tempoweb (INM): <http://www.inm.es/web/sup/ciencia/divulga/tempoweb/main.html>

- Houze, R. A. Jr., B. F. Smull and P. Dodge, 1990: Mesoscale organization of springtime rainstorms in Oklahoma. Mon. Wea. Rev., 118, 613-654.

- Schiesser, H.-H., R. A. Houze und H. Huntrieser, 1995. The mesoscale structure of severe precipitation systems in Switzerland. Mon. Wea. Rev. 123, 2070-2097.

- "**Storm-Splitting**" con generación de dos posibles Mini-Supercélulas, "high topped", simétricas. Madrid/Guadalajara 7-

Septiembre-2004. Quirantes, J.A.. (Web:Spain Severe Weather:( [ver-reportaje.php?id=57](#).)

- Las precipitaciones máximas en 24 horas y sus periodos de retorno en España. Volumen 4 INM (2000).

- Reanálisis:

<http://www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis.html>

<http://www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis.derived.html>

<http://www.arl.noaa.gov/ready-bin/arlplot1a.pl>

- Imágenes de Satélite:

<http://www.sat.dundee.ac.uk/abin/pass/map>

<http://www-grtr.u-strasbg.fr/index.shtml>

<http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/subsets/>

-Datos de superficie:

<http://xarxes.meteocat.com/xac/xac.nsf/entrada.htm>

<http://oficinaregante.aragon.es/pw/datos/mapa.php>

- Mapas de rayos y echotop: fuente INM

**Víctor Castillo (Fagüeño)**

**Nuestras Web**

El tiempo · Juegos · Anuncios Gratis · Coches de Ocasión · Anuncios Clasificados · Diseño web y publicidad

