

PREVIMET MEDITERRANEO 88: ESTUDIO DE LAS INUNDACIONES DE PEGUERA

García-Moya, J.A.
C.M.Z. DE BALEARES

Martín León, F.
(S.T.A.P.)

INTRODUCCION

Durante los días 15, 16 y 17 de septiembre se produjo la primera situación de alerta del Previment Mediterráneo 88. La situación vino provocada por la colocación de una baja fría en altura en el Norte de Italia, con un eje de vaguada que, según los mapas del Centro Europeo, iba a atravesar toda la región mediterránea el día 16 de septiembre.

En principio, el forzamiento dinámico parecía importante, pero no así el térmico, ya que en niveles bajos se esperaba una fuerte entrada de viento del Norte (Tramontana) sobre todo el Mediterráneo Occidental, lo que llevaría consigo una advección fría que tendería a contrarrestar la advección fría que se esperaba en 500 hpa, estabilizando ligeramente la atmósfera en la zona. Por todo ello, el día 15 de septiembre por la mañana se decidió establecer la alerta amarilla para la zona de Baleares (precipitaciones entre 10 y 30 mm en las siguientes 24 horas, con posibilidad de alrededor del 30% de que estuviesen entre 30 y 50 mm, y de alrededor del 15% de que fueran superiores a 50 mm, en algunos puntos del archipiélago), pronosticándose ya para el día siguiente "chubascos tormentosos de intensidad moderada que pueden ser localmente fuertes". Esta misma predicción y la misma alerta se mantuvieron durante todo el día 15 y el 16.

El resultado de la situación fueron chubascos tormentosos en todas las islas durante el día 15 con precipitaciones que alcanzaron los 65 mm/24 h. en Estellencs, pueblo de Mallorca situado en su Sierra Norte. Durante el día 16 continuaron las tormentas sobre todo en Mallorca. En la figura 1 puede observarse la distribución espacial de precipitaciones caídas en Mallorca entre las 07 UTC del día 16 y la misma hora del día 17. Las precipitaciones más abundantes (> 50 mm) se circunscriben a la parte SW de la isla (municipios de Andraitx y Calviá) y, sobre todo, a las estaciones pluviométricas que se encuentran en las laderas meridionales de la Sierra de Mallorca. La máxima precipitación registrada fue de 194 mm en la estación de S'Aquería a 235 m sobre el nivel del mar. Otras precipitaciones medidas fueron 132 mm en Son Fortuny, también del municipio de Calviá, y 120 en Andraitx. Las precipitaciones más abundantes correspondieron seguramente a la parte alta de la cuenca de desagüe de dos torrentes, el del Gorc y el de Salvat, que fueron los que más se desbordaron en sus desembocaduras en Peguera y el Puerto de Andraitx, respectivamente. Sin embargo, hay que hacer notar que si se estudia la distribución temporal de estas precipitaciones puede observarse que las más intensas cayeron durante la mañana y primera hora de la tarde (los torrentes se desbordaron a media tarde) mientras que las del resto de la isla de Mallorca (mucho menos intensas, como queda dicho) cayeron durante la noche del 16 al 17, y además no tuvieron una actividad convectiva tan fuerte como las de la mañana.

Aunque no hubo que lamentar desgracias personales se produjeron daños materiales en hoteles y otros establecimientos en el núcleo de Peguera y la carretera que une Palma con el pueblo de Andraitx quedó cortada durante algunas horas.

Sin embargo, hay que tener en cuenta, que en estos torrentes, la mayoría del año secos, se acumulan basuras y ramajes que impiden, llegado el momento, un correcto canal de desagüe, por lo que los desbordamientos suelen ser más aparatosos de lo que corresponde a la cantidad de precipitación caída.

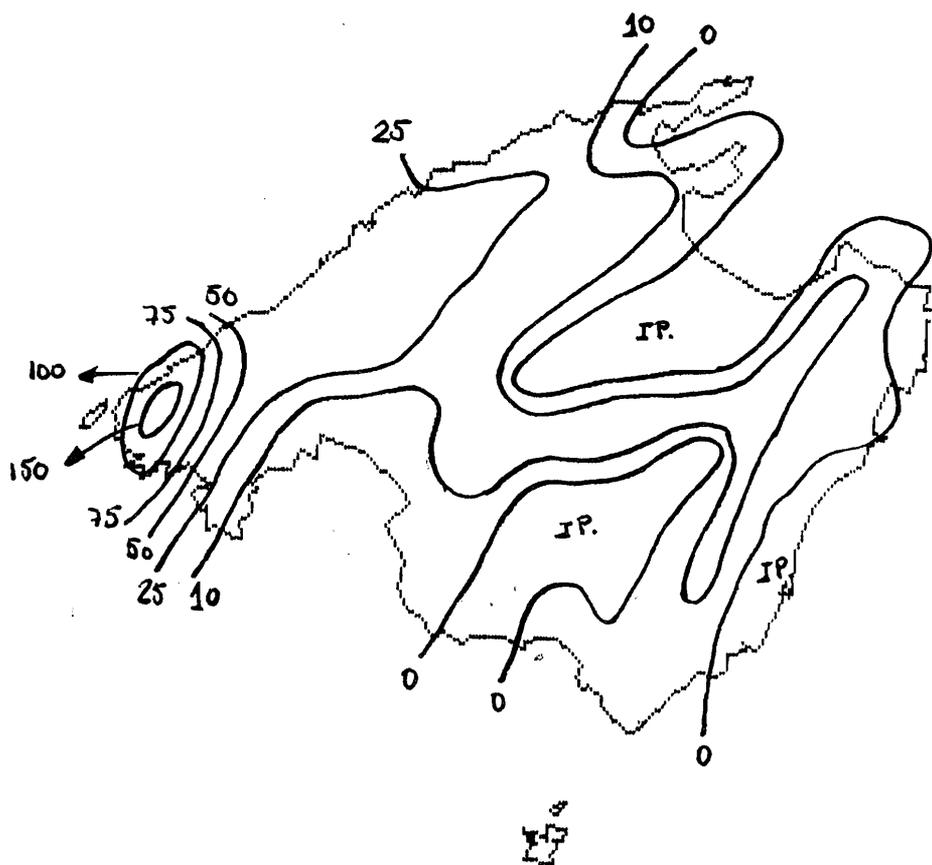


Figura 1. Precipitaciones en mm caídas en Mallorca entre las 07 UTC del día 16 y las 07 del 17.

EVOLUCION DE LA SITUACION

Como ya se ha dicho antes, en los mapas previstos del CEPPM, correspondientes a los últimos días de la primera quincena del mes de septiembre, aparecía una configuración en "omega asimétrica" que situaba a una baja en altura al NW de Galicia, alejada de la península, y otra segunda mucho más activa colocada sobre el Norte de Italia. Los mapas del día 15 a las 12 UTC (fig. 2) reflejan, a grandes rasgos lo previsto por el modelo. La baja en 300 hpa se sitúa sobre los Alpes con un eje de vaguada cruzando toda la península. Dos ramales de la corriente en chorro polar aparecen en este nivel a ambos lados de la vaguada. Los vientos son del orden de los 100 kt en la zona que afecta al Mediterráneo Occidental. En 500 hpa la situación es parecida, pero el campo térmico marca la presencia de un embolsamiento de aire frío en la zona del chorro que afectaba a la Europa Occidental y con temperaturas de hasta -26°C en el Norte de Italia y al Este de Francia. Una fuerte baroclinidad iba asociada a la parte delantera de la vaguada, observándose caídas de geopotencial de 30 y 40 mgp en 12 horas (desde el 15 a las 00 UTC) en toda la mitad Sur del Mediterráneo Occidental. Además, existe una capa muy seca en los niveles medios de la Troposfera con depresiones de punto de rocío hasta 44° en Murcia. Este es un factor que debe tenerse en cuenta en el desarrollo posterior del tipo de convección que se observó en el área mediterránea.

En 850 hpa el flujo de aire frío del Norte se canaliza a través del valle del Ródano irrumpiendo por el golfo de León en el Mediterráneo Occidental, donde difluje notablemente al llegar a la costa de Argelia, como indican claramente las calles de nubes que se pueden observar en la imagen del Meteosat en IR de las 12 UTC (fig. 3). Un sector obedece a la circulación de la baja del golfo de Génova mientras que el otro posee una componente del Este que es la que va a

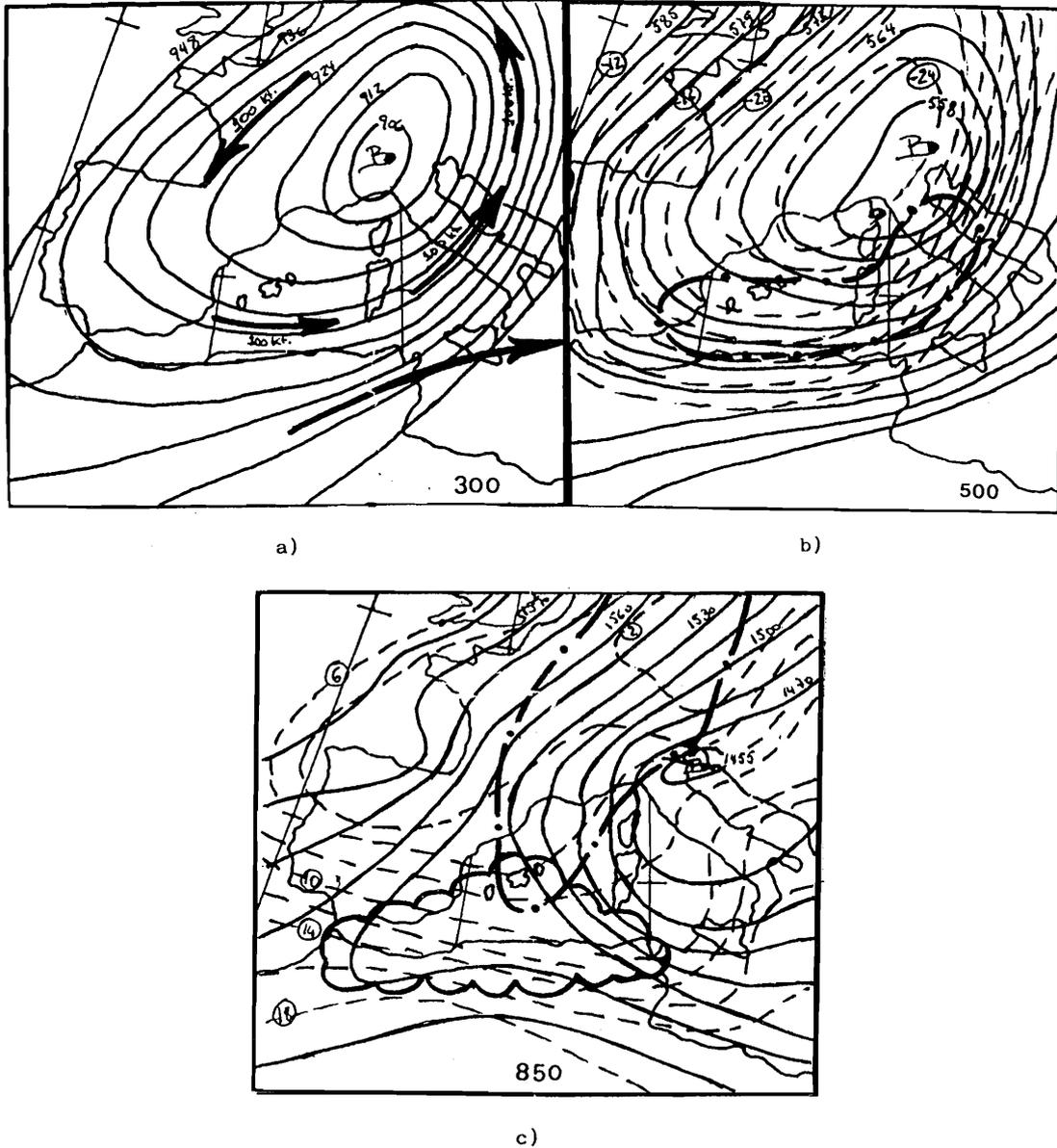


Figura 2. Análisis del día 15 a las 12 UTC. a) 300 hpa con la corriente en chorro (flechas). b) 500 hpa con isotermas (a trazos) e isolínea de 30 mgp decaída en las 12 h. anteriores (línea de trazo y punto). c) 850 hpa con isotermas (a trazos), isolínea de TT mayor de 50 (línea de trazo y punto) e isolínea de AP mayor de 2.5 mm (festoneada).

alimentar los complejos convectivos que se formen en la zona. Una especie de coma formada por nubes bajas se sitúa al Sur de Baleares y en ella pueden observarse los primeros desarrollos. El chorro asociado a la baja de Génova no interacciona con la circulación subtropical, como se observa en las imágenes del canal del vapor de agua (no mostradas aquí). Se observa también un desdoblamiento de la perturbación en niveles altos, uno de cuyos núcleos va a ser uno de los desencadenantes de la convección al iniciar un lento movimiento hacia el Sur. Analizando los valores de los índices de inestabilidad clásicos (Total de Totales y Showalter) y el

agua precipitable, podemos observar que en toda la mitad Sur del Mediterráneo Occidental coinciden áreas de $TT > 50$, $Show < 3,5$ y $AP > 25$ mm. Es, por tanto, ésta una zona propicia para grandes desarrollos convectivos, pero en ese momento falta aún el mecanismo que actúe como disparador de esas energías, y sólo se observan pequeños núcleos convectivos al Sur de las Baleares.

A partir de este momento comienzan a originarse los primeros sistemas convectivos en las que serán posteriores áreas de génesis de convección, la costa catalana y la murciana. En los Pirineos comienzan a aparecer los primeros sistemas convectivos que luego se moverán hacia el mar buscando la alimentación de vapor de agua necesaria para su desarrollo.

A las 18 UTC ya se observan perfectamente núcleos convectivos en las costas de Cataluña y Argelia y en el mar de Alborán (fig. 4). Mientras que los primeros se propagan hacia el Norte de las Baleares, buscando los flujos húmedos de niveles bajos que les alimentan, el movimiento de los otros es más una combinación entre la traslación pura hacia el NE, según el flujo de niveles medios, y la propagación hacia el Este buscando también los flujos que los alimentan (de acuerdo con el esquema típico de movimiento de un sistema convectivo, Doswell 1982). A partir de este momento aparecen también los primeros núcleos convectivos al NW de Mallorca que servirán de enlaces entre los que se originan en las costas catalanas y los que aparecen en la de Murcia. La imagen del canal de vapor de agua (no mostrada aquí) muestra un desplazamiento del centro de la baja de altura hacia el Sur y una progresión, también hacia el Sur, del ramal del chorro polar que va a penetrar en la Península Ibérica.

Los análisis del día 16 a las 00 UTC (fig. 5) muestran en 300 hpa que la baja se ha desplazado un poco más hacia el Sur, aunque el hecho más significativo es el movimiento hacia el Este de la dorsal produciendo un aumento de la circulación en la parte trasera de la baja. Aparece entonces un "streak" o paquete dentro del ramal del chorro polar que circula desde el Norte sobre Francia y alcanza los Pirineos. Este "streak" queda perfectamente diferenciado tanto por los datos del análisis de isotacas de 300 hpa, como por la banda de cirros que se observa en la imagen de IR de las 22,30 (fig. 6). Desgraciadamente, un problema de "eclipse" del Meteosat nos impide tener las imágenes entre las 23,00 h. del día 15 y las 02,00 h. del 16. La posterior llegada de este "streak" a las costas mediterráneas (que se puede seguir con un detalle gracias a la mencionada banda de cirros) es lo que, a juicio de los autores, servirá como causa desencadenante de la severa convección que dio lugar a las tormentas torrenciales que se registraron.

En 500 hpa, y sobre el eje de la vaguada se observan dos núcleos de 30 mgp de caída del geopotencial en las doce horas anteriores. Ambos coinciden con las dos zonas en las que se están generando los sistemas convectivos, el golfo de León y la costa de Murcia (como puede observarse tanto en el análisis de la figura 5 como en la imagen de la figura 6). Este nuevo parámetro analizado según las normas de la NOAA de los Estados Unidos (Doswell 1982), se va a demostrar muy importante en la localización de las zonas de forzamiento dinámico, ya sea por advección de vorticidad positiva de curvatura (eje de la vaguada), como de cizalladura (llegada del "streak" y, sobre todo, de la zona a la izquierda de su salida). En cuanto a los índices de inestabilidad, se encuentran valores altos ($TT > 49$ y $AP > 20$ mm) en todo el Mediterráneo Occidental. Sin embargo, la advección fría que tiene lugar en 850 hpa hace que el gradiente térmico en las capas medias sea más estable de lo que cabría esperar dada la actividad convectiva que se observa en todo el área. Esto es debido a que dicha advección fría, sobre un Mediterráneo muy caliente en esa época del año, lo que hace es originar capas con inestabilidad latente efectiva en los niveles bajos de la Troposfera. De hecho, el sondeo de Palma del día 16 a las 00 (no mostrado aquí) muestra inestabilidad latente efectiva entre la superficie y los 600 hpa.

A partir de este momento, prosigue el avance hacia el Mediterráneo del "streak" dentro de la corriente en chorro polar, alcanzando la costa hacia las 03 UTC del día 16 (fig. 7).

A las 06 UTC el aumento de curvatura del "streak" (fig. 8), que coloca su zona de salida sobre el golfo de Valencia provoca la aparición de nuevos sistemas convectivos al Sur de la costa catalana y entre Valencia e Ibiza, que, posteriormente, se fundirán en un solo sistema ya que tienen tendencia a moverse hacia el NE pero propagándose hacia el Este los de Valencia y hacia el SE los de Cataluña, buscando, como siempre, las corrientes de aire húmedo de niveles bajos que los alimentan.

En el análisis de mesoescala de las 06 UTC (fig. 9) se detectan claramente dos mesoaltas correspondientes a las zonas de descarga de aire frío de los sistemas convectivos principales. Una se encuentra al Norte de las Baleares y la otra entre Menorca y la costa de Argelia. En el aná-

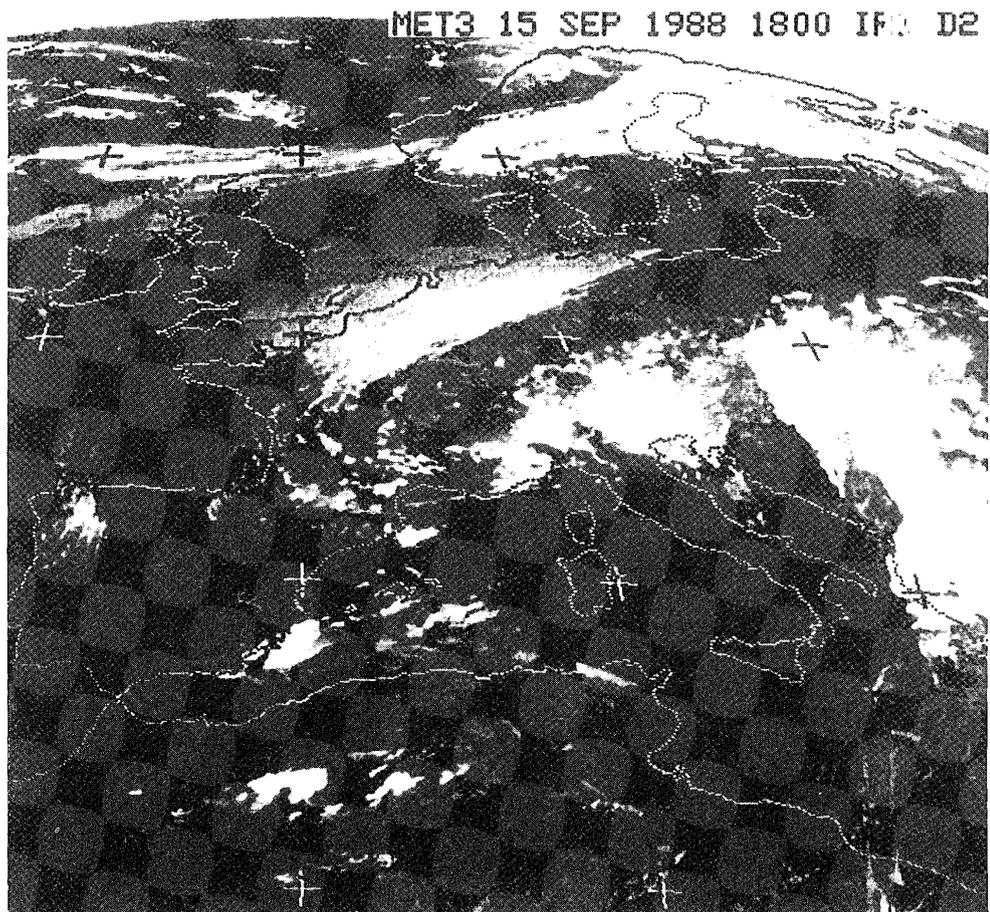
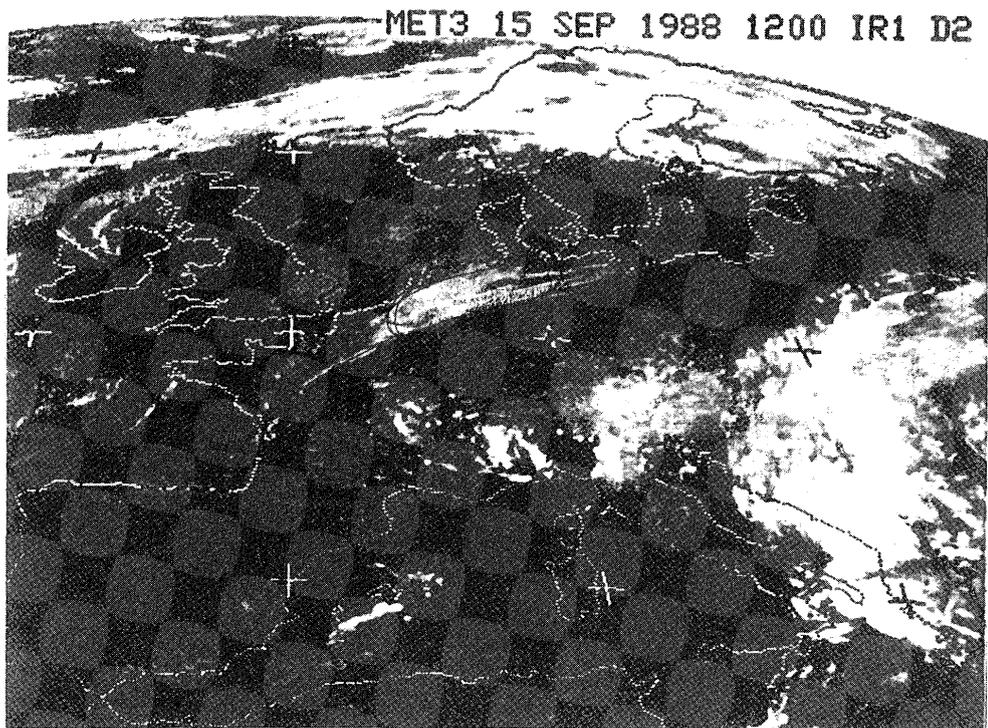
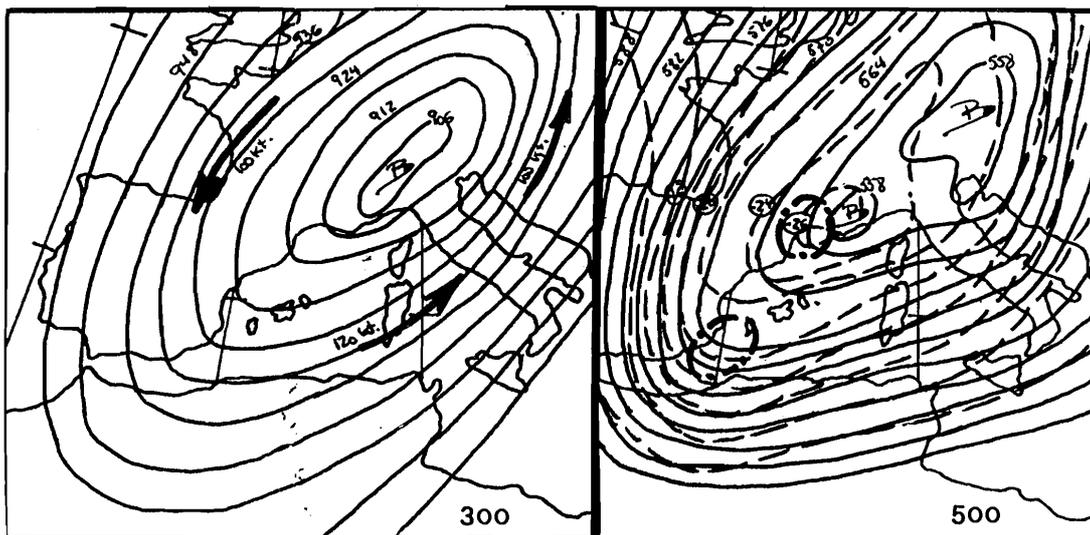
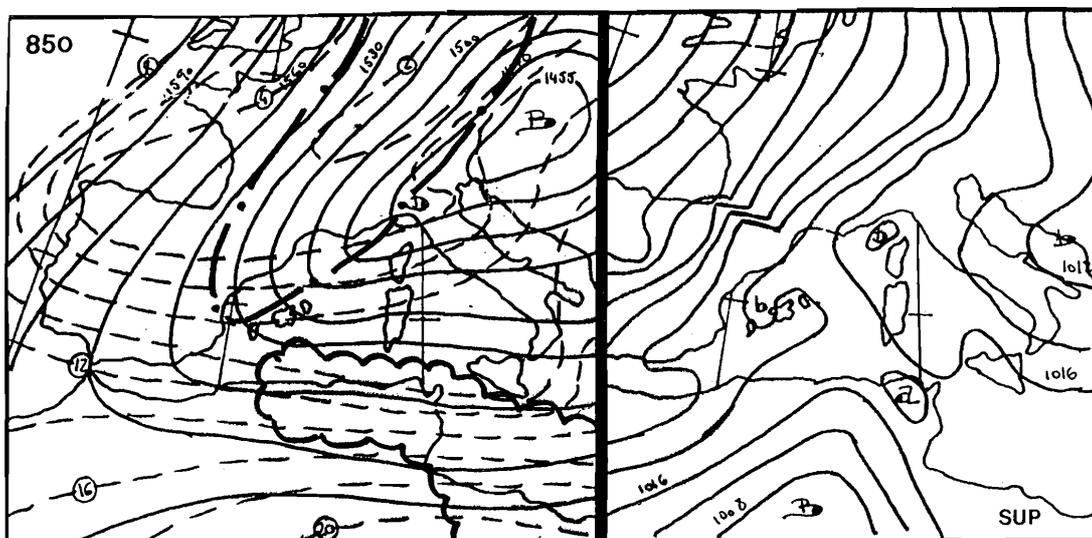


Figura 3. (Arriba) Imagen del IR del Meteosat del 15 a las 12 UTC.
Figura 4. (Abajo) Imagen del IR del Meteosat del 15 a las 18 UTC.



a)

b)



c)

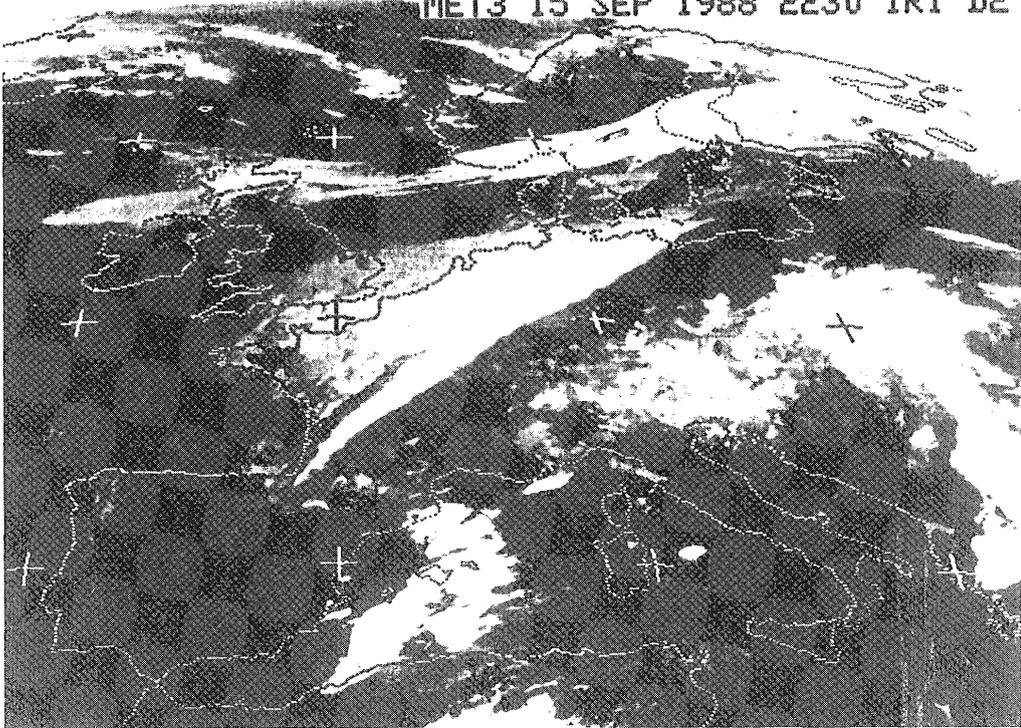
d)

Figura 5. Igual que la figura 2 pero para el 16 a las 00 UTC. d) Mapa de superficie.

lisis correspondiente a las 09 UTC (fig. 10) se puede observar que la mesoalta de la costa de Argelia se ha desplazado hasta Cerdeña, mientras que la del Norte de Baleares permanece casi estacionaria, lo mismo que el sistema convectivo que la origina. Es en este momento cuando parece que las precipitaciones sobre el SW de Mallorca son más copiosas, aunque en el resto de la isla todavía no llovía.

Tanto en los análisis del día 16 a las 12 UTC (fig. 11) como en la imagen del Meteosat correspondiente a la misma hora (fig. 12) se puede observar que el "streak" de la corriente en chorro se encuentra en la vertical de Murcia (120 kts), y apuntando hacia el Mediterráneo, mientras que en 500 hpa el embolsamiento de aire frío se centra entre el golfo de León y la isla de Córcega, afectando todavía a todas las Baleares, como demuestra el hecho de que el área con caídas de geopotencial superiores a 30 mgp en 12 horas abarca aún todo el Mediterráneo Occidental. En niveles bajos prosigue también la advección fría, habiéndose desplazado hacia el Este el área de $TT > 50$.

MET3 15 SEP 1988 2230 IR1 D2



MET3 16 SEP 1988 0300 IR1 D2

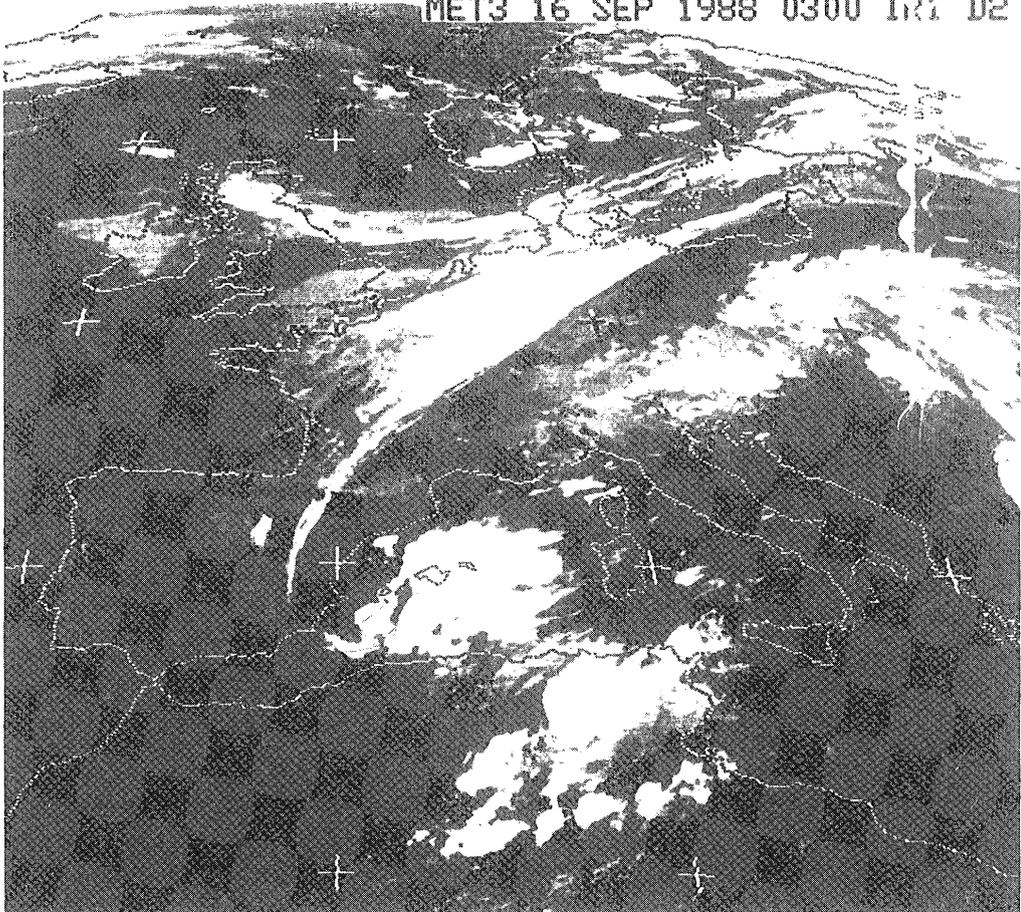


Figura 6. (Arriba) Imagen del IR del Meteosat del 75 a las 22,30 UTC.
Figura 7. (Abajo) Imagen del IR del Meteosat del 76 a las 03 UTC.

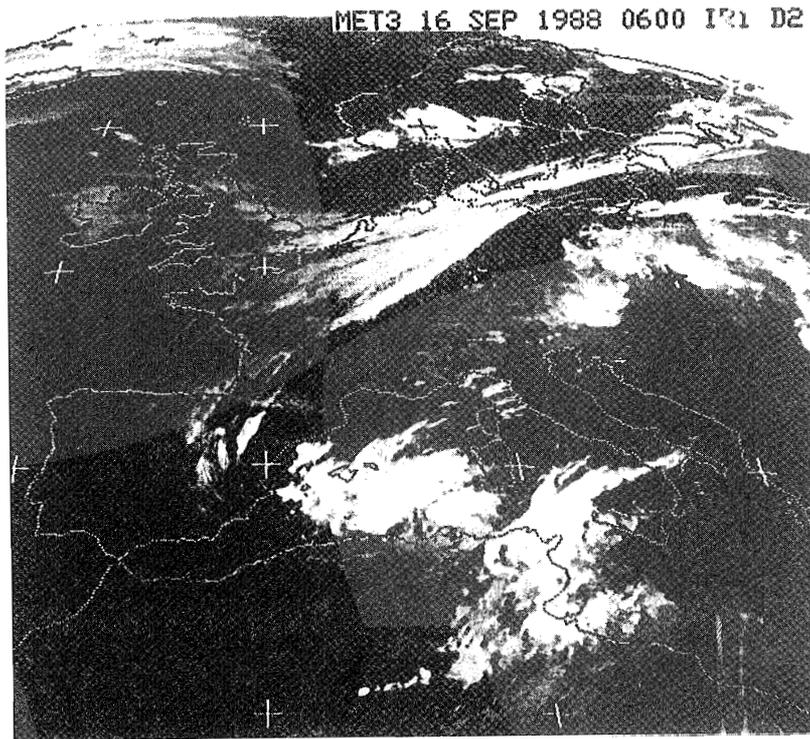


Figura 8. Imagen del IR del Meteosat del 16 a las 06 UTC.

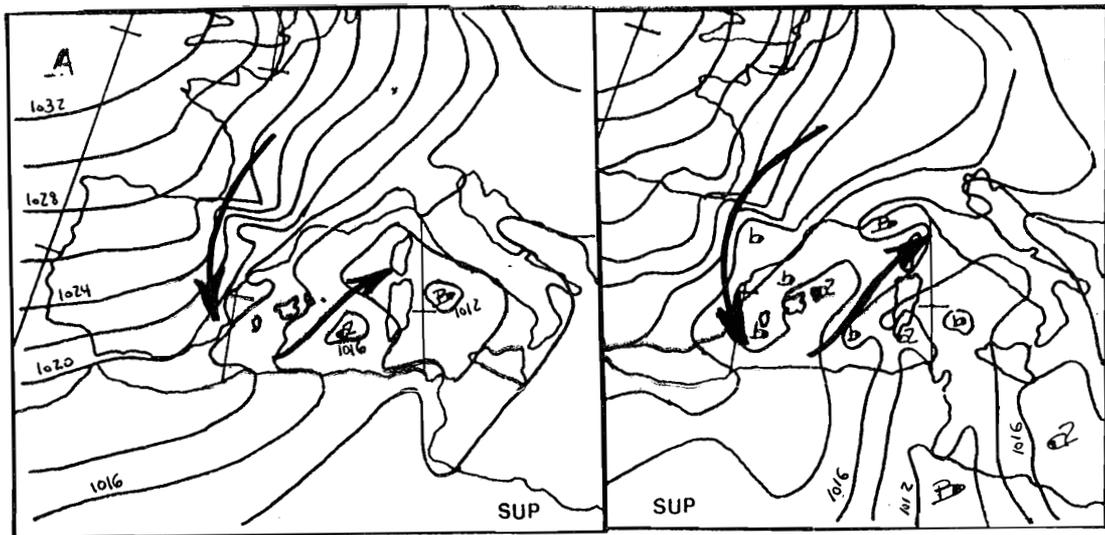


Figura 9. Mapa de superficie del 16 a las 06 UTC y posición del chorro en altura (flechas).

Figura 10. Igual que la anterior para el 16 a las 09 UTC.

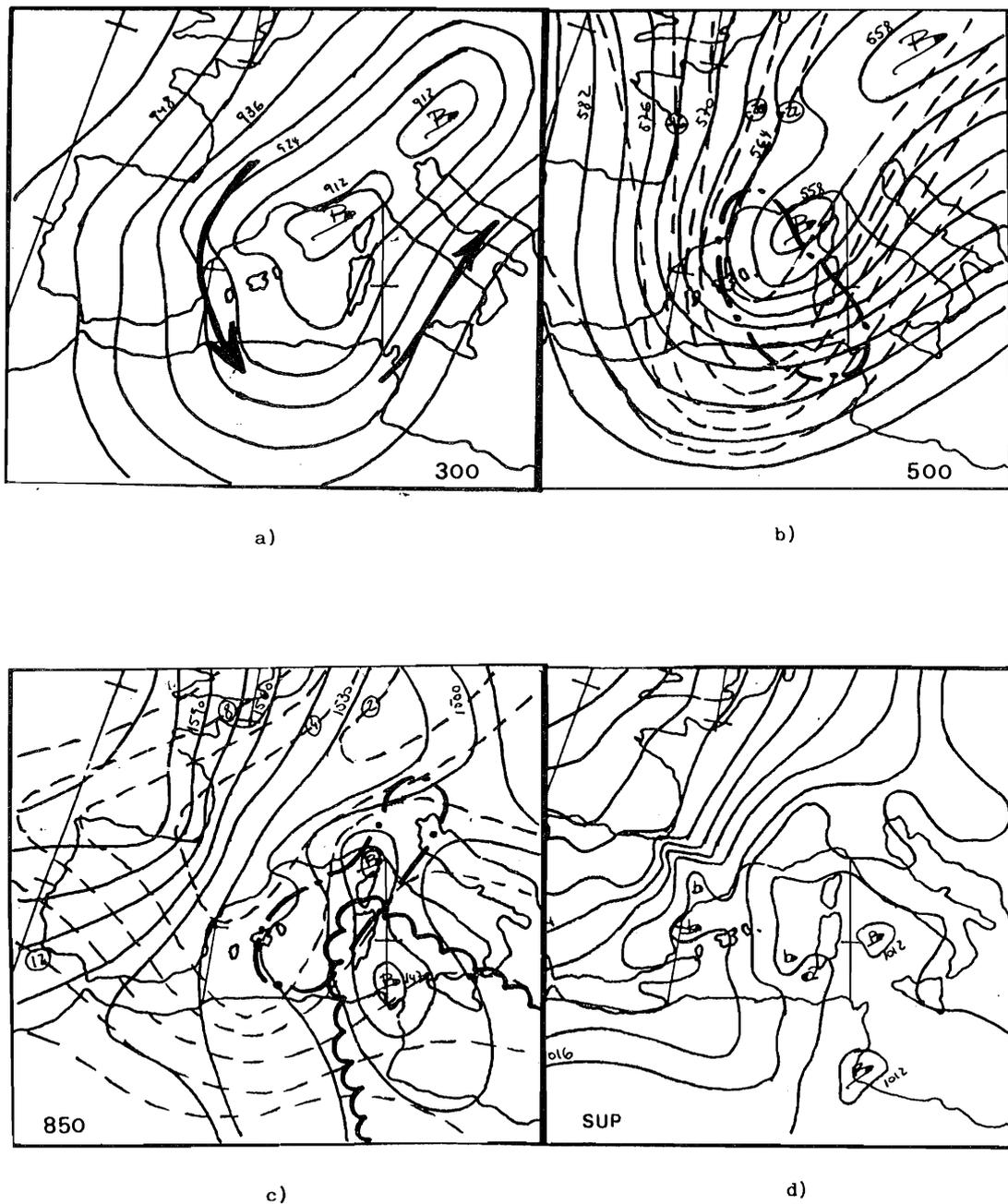


Figura 11. Igual que la figura 5 pero para el día 76 a las 72 UTC.

A partir de aquí, a medida que el "streak" de la corriente en chorro se va desplazando hacia el Este, la actividad convectiva se desplaza en igual medida, quedando todavía algunos sistemas sobre las Baleares como consecuencia de los restos de inestabilidad termodinámica que quedan sobre el área.

Después de todo lo dicho, falta aún por explicar por qué se produjeron precipitaciones abundantes en el SW de Mallorca y en un área tan localizada (si nos movemos 15 km hacia la costa las precipitaciones pasan de 194 mm a 61). Este hecho no puede ser analizado en detalle debido a la falta de registros, sobre todo de viento y presión, en el área, que permita conocer algún detalle de la evolución de los sistemas convectivos individuales y de sus corrientes de alimentación. Sin embargo, y como hipótesis de trabajo, los autores creen que se debió originar una corriente del Sur o Suroeste que condujera el aire húmedo contra las laderas de la Sierra,

disparando así la inestabilidad latente efectiva de la baja Troposfera y estacionando los sistemas convectivos en el mismo lugar durante mucho tiempo. Tal vez así pudo descargarse una cantidad de precipitación tan grande en una zona tan reducida. Evidentemente, faltan también datos de precipitación de otras zonas en las que la convección también fue muy severa y efectiva, pero que, desgraciadamente, están sobre el mar.

CONCLUSIONES

— Los sistemas convectivos originados en el área mediterránea fueron la consecuencia de dos factores principales:

El primero, el forzamiento dinámico consecuencia de la advección de vorticidad positiva sobre el área, producida por la colocación de una baja fría en altura sobre el golfo de León con un eje marcado que entró en el Mediterráneo desde el NW el día 16 a las 00 UTC.

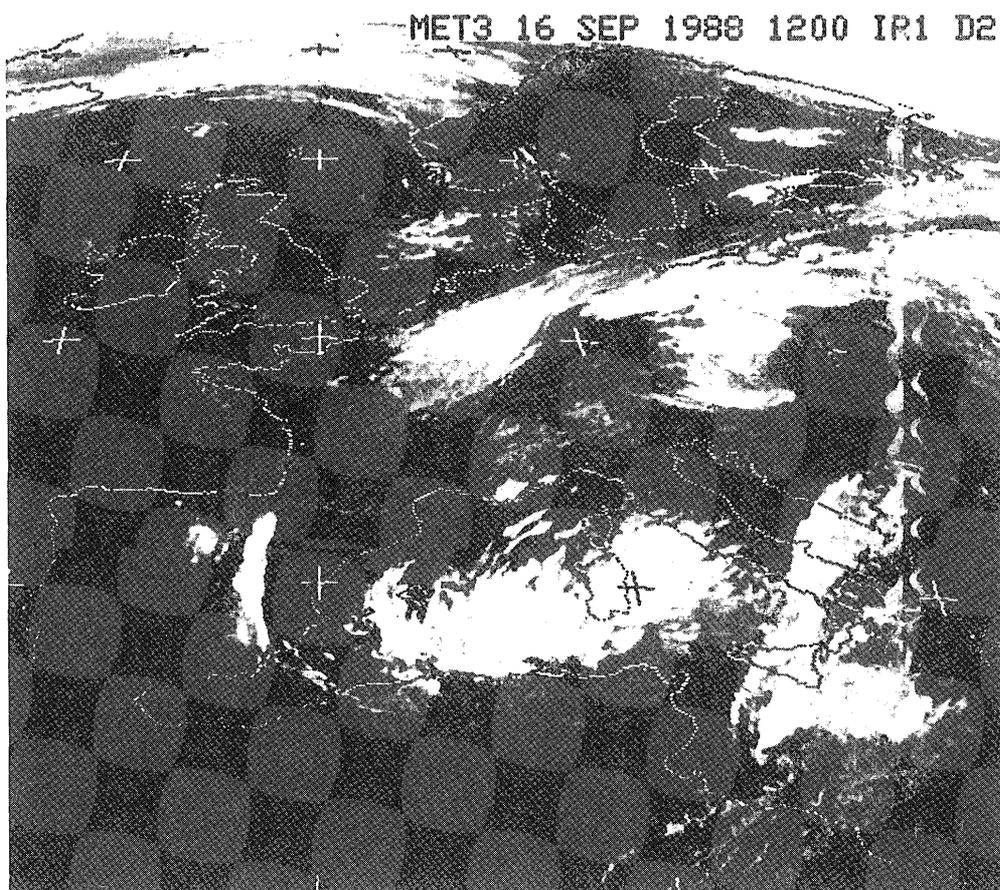


Figura 12. *Imagen de IR del Meteosat del día 16 a las 12 UTC.*

El segundo, la estabilidad latente efectiva de la baja Troposfera, consecuencia de la advección desde el Norte de aire frío (consecuencia del temporal de Mistral y Tramontana producido sobre todo el Mediterráneo Occidental) sobre un mar Mediterráneo muy caliente en esa época del año.

— La llegada de un paquete de chorro ("jet streak") parece aportar un nuevo forzamiento dinámico (a la izquierda de la zona de salida) fundamental para originar nuevos sistemas convectivos que se mezclan con los anteriores pudiendo realimentarse unos a otros, como lo demuestran las fusiones entre distintos sistemas que se pueden observar en la serie de imágenes.

nes del Meteosat presentada (figs. 3, 4, 6, 7, 8 y 12). Dichos sistemas convectivos parecen moverse hacia el Este a medida que el "streak" lo hace también.

— La aparición de una capa muy seca en niveles medios antes de iniciarse la convección parece haber servido para hacer ésta más severa. Sin embargo, los mecanismos por los que ésta ha sido posible deben estudiarse con más detalle.

— Los análisis de las caídas de geopotencial en las doce horas anteriores (sobre todo el área con caídas de más de 30 mgp en 500 hpa) parecen indicar bastante bien las áreas en las que los forzamientos dinámicos de niveles medios y altos están siendo intensos. Los autores proponen que se estudie la inclusión de este parámetro en los mapas ploteados operativamente en el I.N.M.

— También el ploteo y análisis de los índices de inestabilidad, como el Total de Totales (TT), índice k, Showalter y el agua precipitable presente en la columna, se han mostrado muy útiles a la hora de delimitar las áreas con forzamientos termodinámicos y suficiente vapor de agua en la Troposfera para que las precipitaciones sean importantes.

— La realización de los mapas compuestos según las normas de la NOAA ha servido a los autores para localizar áreas en las que coincidían forzamientos dinámicos, térmicos y agua precipitable en cantidades apreciables, en cada momento. En estas áreas comunes se originaron y amplificaron los principales sistemas convectivos.

— Las predicciones realizadas por el CMZ de Baleares para los días en cuestión puede calificarse de satisfactorias, aunque la alerta debió ser, como mínimo, roja de grado 2, sobre todo a la vista de las imágenes de satélite de la madrugada del día 16.

— Finalmente, el forzamiento orográfico que se ha creído detectar en esta situación es, todavía, sólo hipótesis y necesitará de más potentes medios de observación (sobre todo el radar meteorológico) para su verificación en otro caso similar.

BIBLIOGRAFIA

DOSWELL III, Ch. A. (1982): *The Operational Meteorology of Convective Weather*. Vol. I: Operational Mesoanalysis. Vol. II: Storm Sacle Analys. NOAA Technical Memorandum. Vol I: NWS NSSFC-5. Vol. II: ERL ESG-15.