

# INFLUENCIA DE LA OROGRAFIA Y LA CONDENSACION EN LA CICLOGENESIS DE ARGELIA

J. A. García-Moya, y A. Jansá, (C.M.Z. de Baleares)  
R. Díaz-Pabón, y E. Rodríguez, (Serv. de Predicción Numérica)

## 1. INTRODUCCION

Aunque las ciclogénesis que tienen lugar en el mar de Argelia no son las más frecuentes de entre las que se producen en el Mediterraneo Occidental (Reiter, 1975; Genovés y Jansá 1989), sí son las que están más directamente relacionadas con los episodios de lluvias fuertes e inundaciones repentinas en las costas del levante español (Linés, 1974; García-Dana y otros, 1982). Esto parece ser debido a la manera que tienen de interactuar en esa zona los procesos baroclinos y convectivos (Ramis y otros, 1986; Jansá y otros, 1986; García-Moya, Jansá, Díaz-Pabón y Rodríguez, 1989). En principio, el proceso podría describirse partiendo de una perturbación formada en el seno de una corriente baroclina y en cuya aparición parece ser la orografía la que juega el papel más importante.

Con flujo general del Sur, el choque de aire cálido y seco del desierto contra la Cordillera del Atlas en la costa mediterránea de Argelia y su posterior caída sobre el mar, con el consiguiente sobrecalentamiento adiabático, puede dar lugar a la formación de bajas presiones de longitud de onda pequeña en dicha costa. Cuando estas bajas están irimersas en una banda baroclina funcionan como perturbación inicial que puede crecer a partir de una conversión baroclina de la energía modulada, en algunos casos, por la liberación de calor latente en la zona.

Entonces pueden ocurrir dos cosas, una que la baja dé lugar a la formación de un L.L.J. (Low Level Jet o Chorro de Niveles Bajos) de aire cálido y húmedo que, viniendo del Este, choque violentamente contra la costa de levante de la Península Ibérica y contra la advección de aire frío que viniendo del Oeste acompaña a la onda baroclina. Este choque funciona como disparador de la energía termodinámica, dando lugar al ascenso violento del aire mediterráneo y la consiguiente formación de corriplesjos convectivos. Estos complejos suelen ser muy eficientes en la generación de precipitación debido a la continua alimentación de aire cálido y húmedo que aporta el L.L.J. Precipitaciones de 400 ó 500 mm en 24 horas no son extrañas en las regiones del levante español. En este caso podría afirmarse que no hay interacción entre la convección y la baja argelina. Esta se forma simplemente por un proceso de inestabilidad baroclina y sirve para encauzar el flujo de aire cálido y húmedo que alimenta los complejos convectivos.

En el otro caso, las especiales condiciones termodinámicas en el Mediterraneo Occidental hacen que la convección aparezca sobre el mar antes de que la baja tenga tiempo de formar el L.L.J. Dicha convección parece tener lugar tanto en el interior del núcleo de bajas presiones como en sus alrededores y entonces parece que la liberación de calor latente que tiene lugar en los núcleos convectivos del interior de la perturbación hace que ésta crezca más de lo que le correspondería por la conversión baroclina de energía que tiene lugar en esa zona. La convergencia de humedad en el núcleo de la perturbación sirve para alimentar los núcleos convectivos de la zona y esa interacción contribuye, tanto a la regulación del ciclo de vida de la

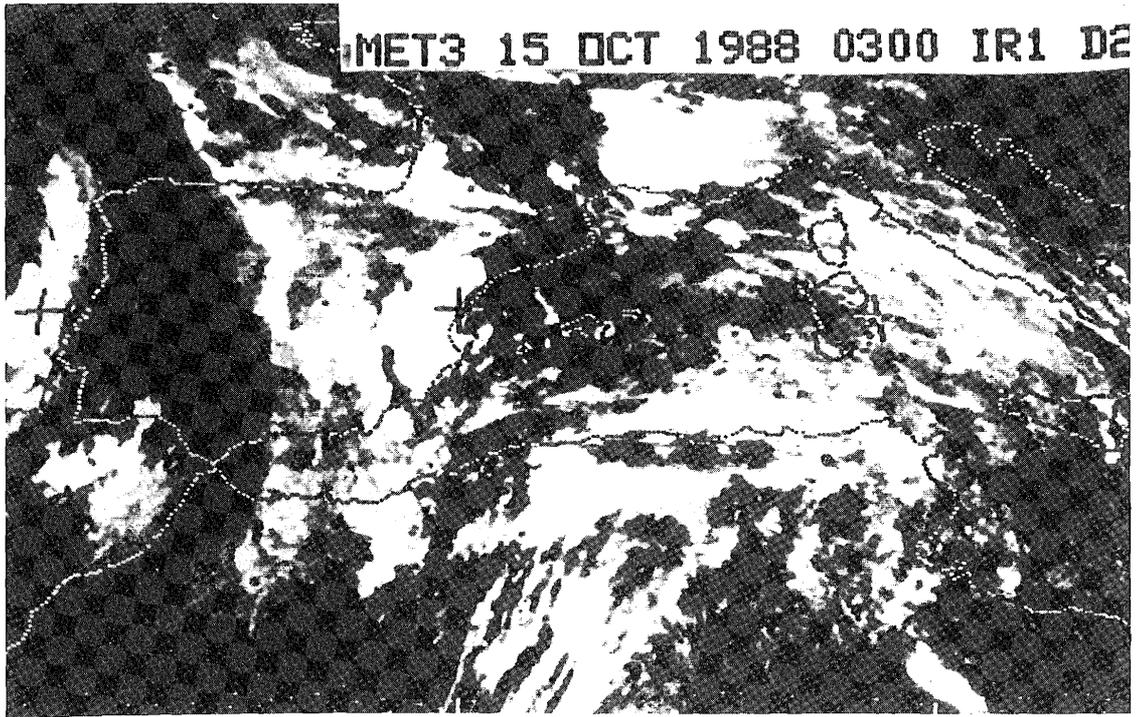


Figura 1. Imagen en I.R. del Meteosat del día 15 de octubre de 1988 a las 03 UTC.

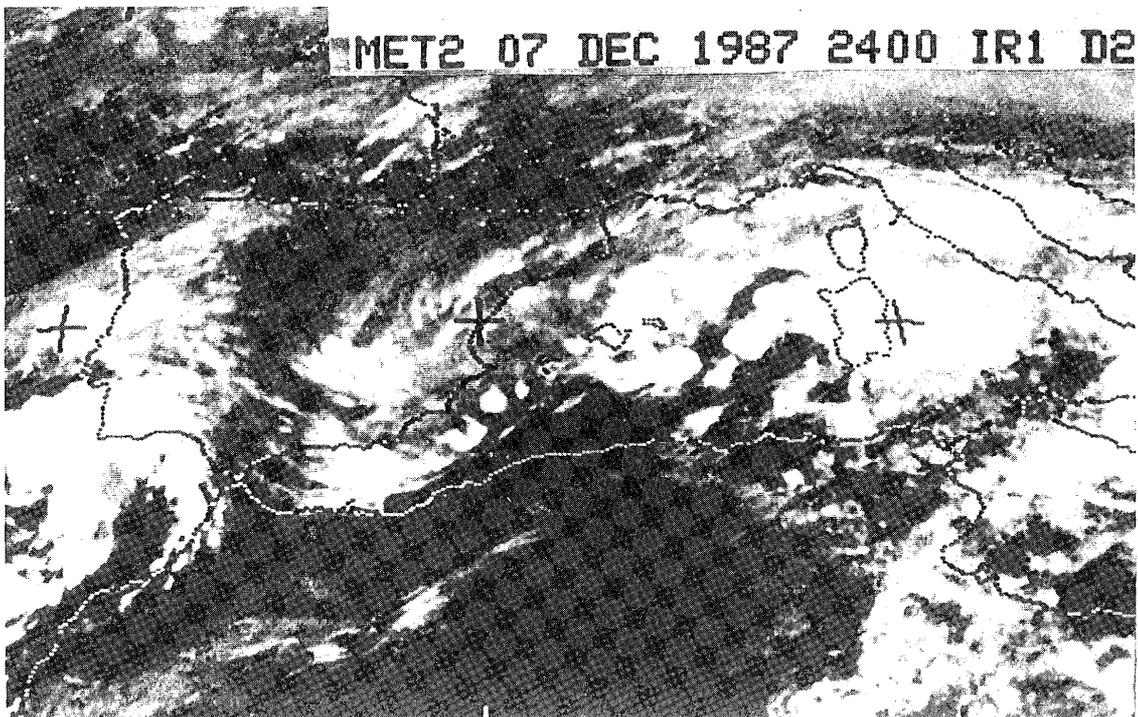


Figura 2. Imagen en I.R. del Meteosat del día 8 de diciembre de 1987 a las 00 UTC.

perturbación como a la amplificación de la convección. En este caso parece que sí se produce interacción directa entre la convección y la perturbación.

El objetivo de este trabajo es tratar de comprobar las hipótesis anteriores. Para ello se han elegido dos casos de estudio (cada uno de ellos representativo de uno de los tipos antes mencionados) y se han realizado diversos experimentos numéricos con el modelo de área limitada (L.A.M.) del I.N.M.

Los casos elegidos no son muy intensos debido a que el archivo de datos del L.A.M. del I.N.M. abarca sólo los dos últimos años.

## 2. CASOS DE ESTUDIO

El primero corresponde al 14 de octubre de 1988. La situación comienza con una onda baroclina moviéndose hacia el Este desde el Océano Atlántico, delante de ella aparece una borrasca en el Mar de Argelia en la zona afectada por la advención cálida Sahariana (fig. 3). En este momento, comienza la convección producida por la interacción del chorro de niveles bajos, la orografía y, tal vez, el débil frente frío que viene del Oeste. Después de esto el área abarcada por la convección profunda se extiende por toda la costa mediterránea e incluso el valle del Ebro, pero la borrasca no se desarrolla más. No se observa en las imágenes de satélite convección sobre el mar.

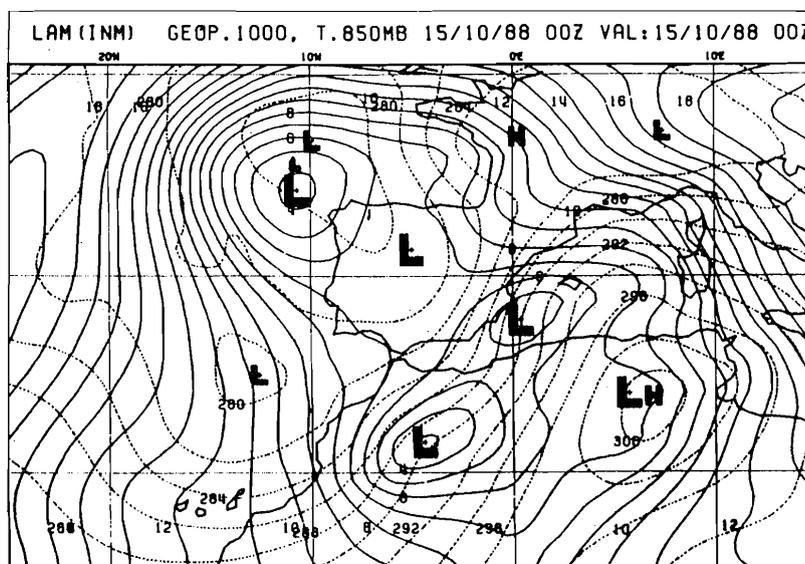


Figura 3. Análisis de 1.000 hpa del día 15 de octubre a las 00 UTC.

El segundo caso corresponde al 8 de diciembre de 1987, y tenemos otra vez una onda baroclina moviéndose hacia el Mediterráneo, en este caso, desde el SW de la Península Ibérica. Al mediodía del día 7 de diciembre se forma una perturbación baroclina en la región del Atlas, moviéndose después hacia la costa mediterránea de Argelia, donde se profundiza moderadamente. En este momento aparecen varios núcleos convectivos dentro del área de la borrasca (día 8 a las 00 UTC, figs. 2 y 4). Después de esto, tanto la borrasca como los sistemas convectivos se mueven hacia el Norte hasta alcanzar las Islas Baleares y, después, hacia el Este hasta Córcega y Cerdeña donde se produce un rápido proceso de desaparición de ambos, hecho que ocurre el día 8 a las 12 UTC.

## 3. EL MODELO DE AREA LIMITADA DEL I.N.M.

El modelo de área limitada del I.N.M. (L.A.M.) es una versión del L.A.M. del Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio con una resolución de  $0.91^\circ$  en latitud y longitud y con 15

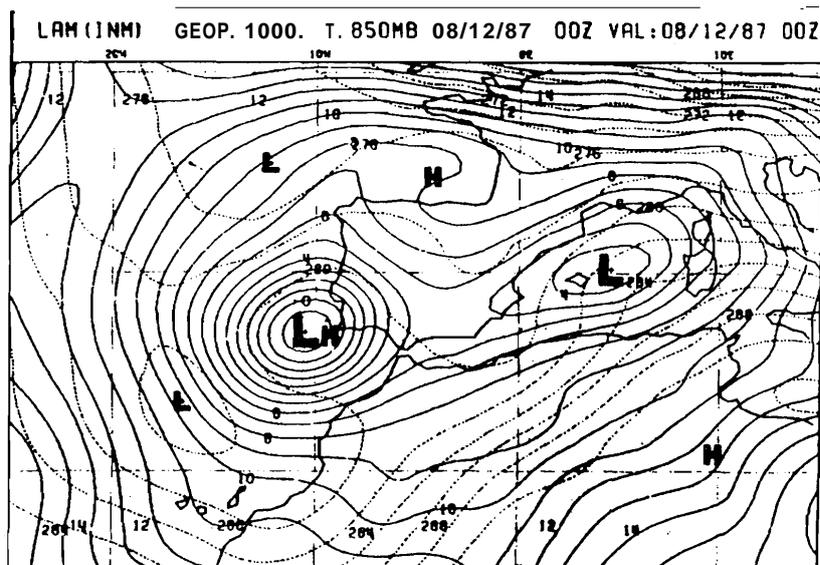


Figura 4. Análisis de 1.000 hpa del día 8 de diciembre a las 00 UTC.

niveles sigma en la vertical, en lo que se refiere a la predicción. La orografía usada es la orografía media obtenida del archivo de la Marina de los Estados Unidos. El análisis está basado en el esquema operativo del Instituto Meteorológico Sueco. Para más detalles se puede acudir a Hortal 1987.

#### 4. LOS EXPERIMENTOS

Para poder distinguir los efectos de la orografía y la condensación en las ciclogénesis ocurridas en los dos casos de estudio, hemos ejecutado cuatro experimentos variando las condiciones de parametrización del modelo en cuanto a orografía, condensación a escala sinóptica y condensación en la convección.

Como la versión del L.A.M. del I.N.M. no incluye actualmente la parametrización de la radiación hemos ejecutado los distintos experimentos usando las condiciones del suelo tomadas del C.E.P.P.M., tanto de las 00 como de las 12 UTC, para poder estudiar así cuál es la influencia de este cambio en los resultados. (Sin embargo, como un estudio más detallado de estas influencias se puede ver el trabajo de E. Rodríguez 1989, en este mismo volumen, no comentaremos aquí nada sobre ello.)

En la siguiente tabla podemos observar las especificaciones de cada uno de los experimentos:

Experimentos	Condensación	Orografía
Control	Escala Sinóptica	Operativa
N.º 1 Orográfico	Escala Sinóptica	0.3 × Oper.
N.º 2 Seco	No	Operativa
N.º 3 Convectivo	Esc. Sin. + Conv.	Operativa

#### 5. RESULTADOS

La figura 5 permite comparar las evoluciones del experimento de control y del orográfico para el caso de octubre. En el experimento orográfico, una baja africana se mueve hacia el

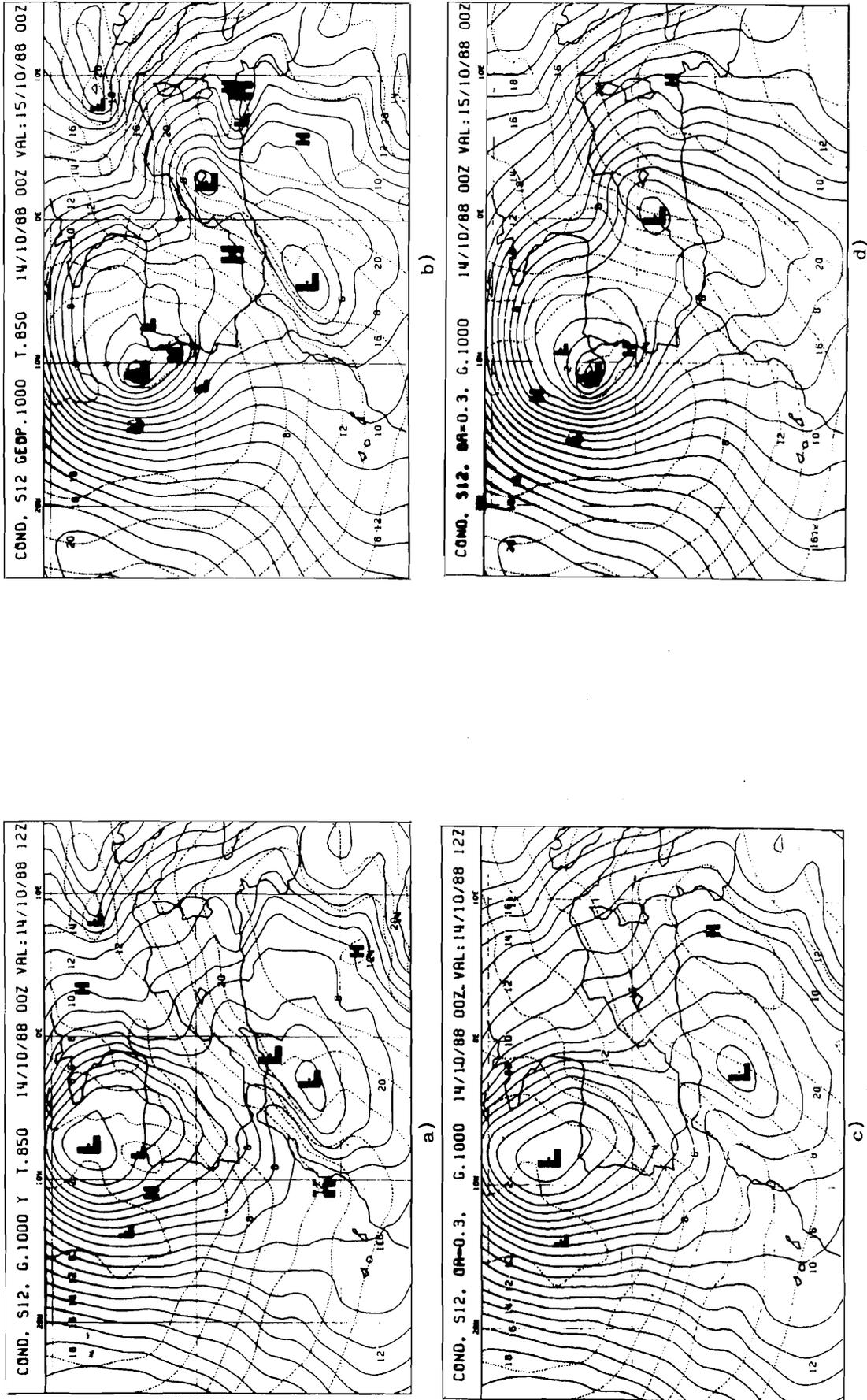


Figura 5. Predicciones a 12 y 24 horas del Experimento de Control (a y b) y del Orográfico (c y d) para el caso de octubre.

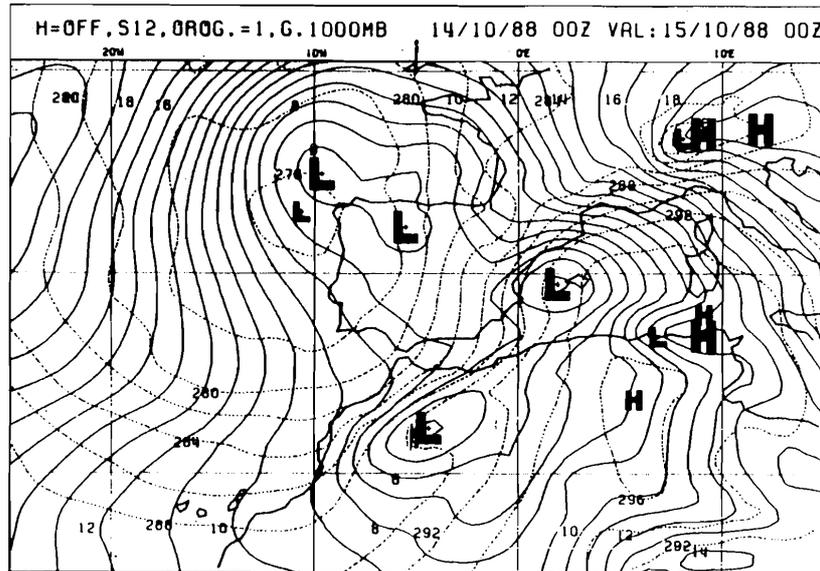


Figura 6a. Predicción a 24 horas del Experimento Seco para el caso de octubre.

Mediterráneo desde el 14 a las 12 hasta el 15 a las 00 UTC con una pequeña ciclogénesis. Por el contrario, en el experimento de control la borrasca africana permanece en el mismo lugar y aparece una baja secundaria en la costa de Argelia que tiene un desarrollo baroclino significativo dentro del Mediterráneo.

En la figura 6 (resultados de los experimentos Seco y Convectivo) podemos observar que hay muy pocas diferencias entre los dos experimentos, y entre ellos, el experimento de Control y el análisis de verificación (figura 3). Esto puede ser debido al pobre papel jugado por los procesos de condensación (tanto de escala sinóptica como convectivos) en el proceso de ciclogénesis de este caso de estudio.

Esto parece estar de acuerdo con la observación de las imágenes del Meteosat (fig. 1) que nos indican que los sistemas convectivos se originan fuera de la zona de la ciclogénesis, no pareciendo haber procesos de retroalimentación desde la convección a la borrasca. En estos experimentos, tanto la localización como la intensidad de la borrasca y del chorro de niveles bajos (L.L.J.) parecen estar bien representados.

En la figura 7 podemos observar las predicciones a 24 horas de los cuatro experimentos para el caso de diciembre. Comparándolas con el análisis de verificación (figura 4) podemos

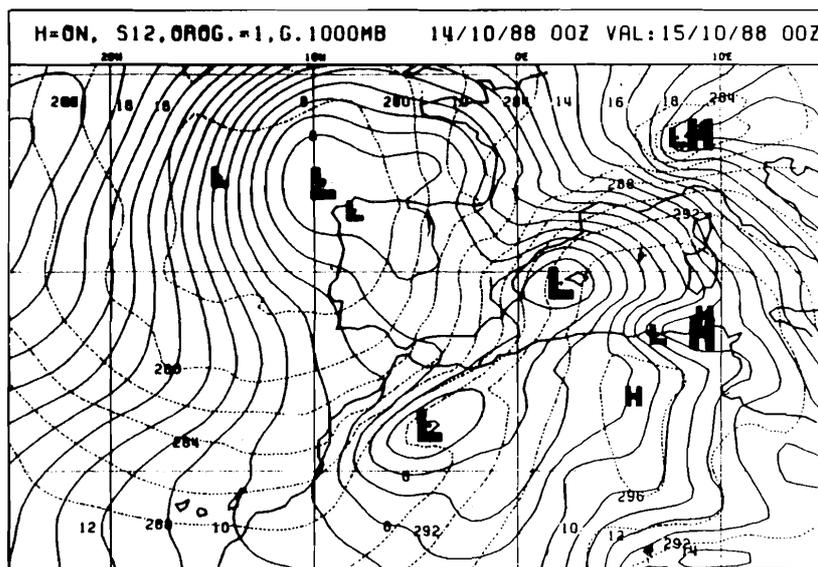


Figura 6b. Igual que la 6a, pero para el Experimento Convectivo.

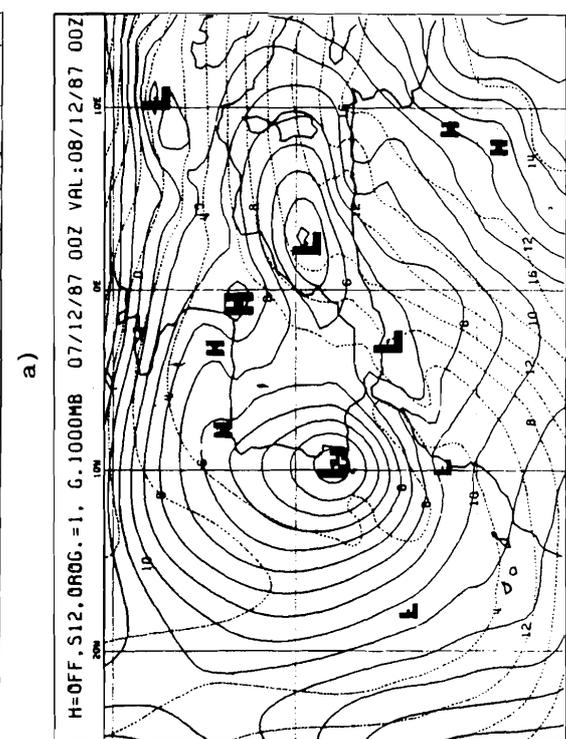
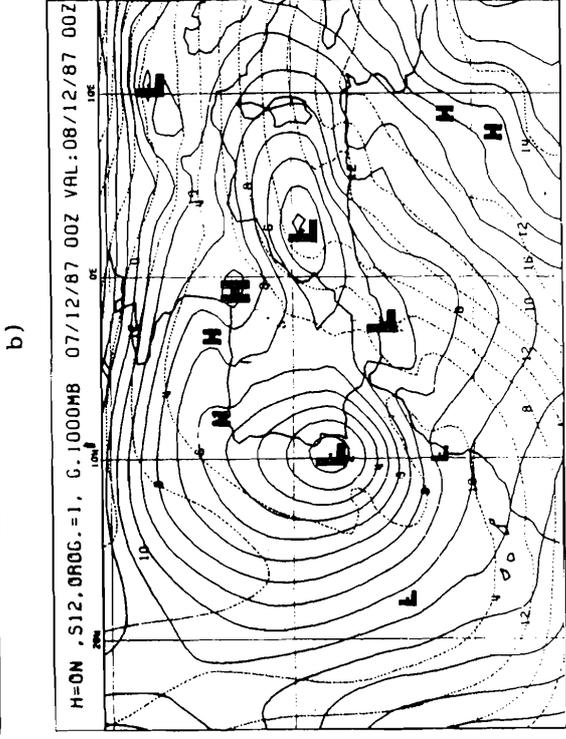
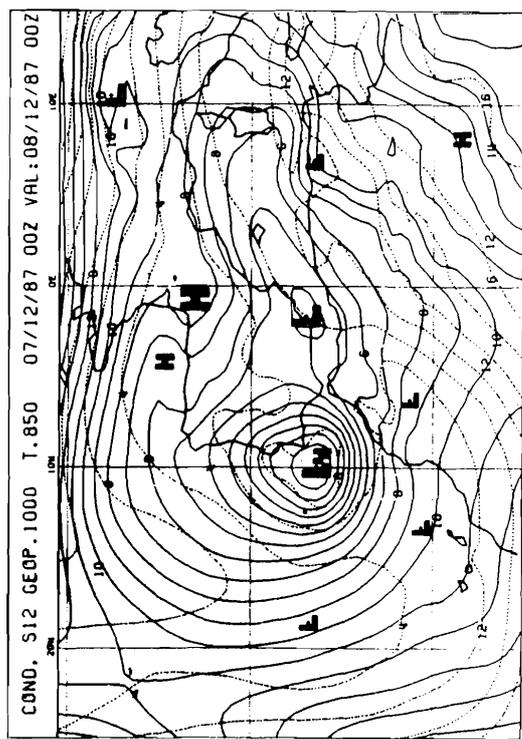
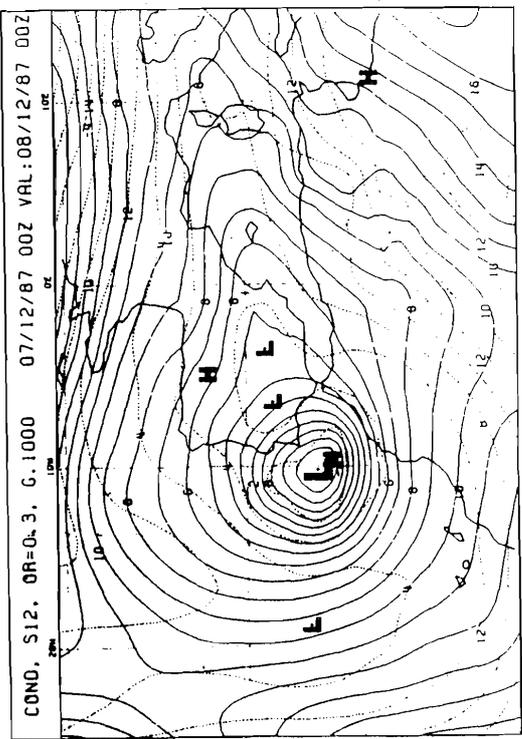


Figura 7. Predicciones a 24 horas de los Experimentos, de Control (a), Orográfico (b), Seco (c) y Convectivo (d) para el caso de diciembre.

deducir que la localización del centro de la borrasca es bastante buena (un poco al SW) en los experimentos seco y convectivo. En ambos el geopotencial central es 10 mgp mayor que el valor obtenido en el análisis.

En el experimento de control el valor central es el mismo que en el análisis, pero la localización es completamente errónea. Durante las siguientes 12 horas de integración en este experimento (el mapa no se muestra aquí) el centro de la baja se dirige hacia su posición correcta, pero el geopotencial cae 30 mgp más que en el análisis.

Hay, por lo tanto, algunos hechos difíciles de explicar en este caso. El primero sería el retraso en el movimiento de la perturbación y su exagerado desarrollo observados en el experimento de control (que sólo incluye los procesos de condensación a gran escala). El segundo sería el hecho de que se obtenga un desarrollo más adecuado a la realidad cuando introducimos la parametrización de la convección manteniendo los procesos de condensación a escala sinóptica. Parece, por tanto, que la convección actúa oponiéndose, parcialmente, a los efectos producidos por la condensación a escala sinóptica en el desarrollo baroclino de la perturbación. En el futuro tenemos que tratar de mejorar nuestro conocimiento de la parametrización de la convección que usa el L.A.M. del I.N.M. para poder discernir cuál es el tipo de interacción proclivada entre ambos tipos de condensación.

## 6. CONCLUSIONES

— La orografía parece ser responsable de la formación de la perturbación inicial en el flujo baroclino, ya que ciliando efectivamente los experimentos reduciendo la orografía al 30 por 100 de su valor normal no aparece ningún desarrollo en los experimentos.

— Hay un débil desarrollo baroclino en los dos casos de estudio.

— En el caso de octubre no parece haber interacción entre la convección y el desarrollo baroclino. Esto parece ser la razón principal de que se observen evoluciones similares en todos los experimentos salvo en el orográfico.

— En el caso de diciembre la mayor parte de la condensación producida por los sistemas convectivos tiene lugar en la zona donde está el centro de la perturbación y, tal vez, ésta sea la razón por la que se observa un mayor desarrollo en el experimento de control. Sin embargo, no está claro cuál es el papel que juega la liberación de calor latente en la convección de este caso. Es decir, si la inhibición del desarrollo que se produce al introducir en el experimento la parametrización de la convección se debe a un hecho físico o a un deficiente ajuste de la rutina de parametrización al modelo.

## BIBLIOGRAFIA

GARCIA-DANA y otros (1982). **"Situación atmosférica causante de lluvias torrenciales durante los días 29 al 27 de octubre de 1982 en el levante español"**. Documento Interno, Instituto Nacional de Meteorología, 1982.

GARCIA-MOYA, J. A.; JANSÁ, A.; DIAZ-PABON, R., y RODRIGUEZ, E. (1989). **"Factors Influencing the Algerian Sea Cyclogenesis"**. Comunicación a la XIV Asamblea de la Sociedad Geofísica Europea, Barcelona, 13-17 de marzo de 1989.

GENOVES, A., y JANSÁ, A. (1989). **"Statistical approach to mesoscale non-alpine West Mediterranean cyclogenesis"**. Comunicación a la XIV Asamblea de la Sociedad Geofísica Europea, Barcelona, 13-17 de marzo de 1989.

HORTAL, M. (1987). **"Experiments with the Spanish L.A.M. over the Mediterranean"**. Workshop on Limited-Area Fine-Mesh Models for the Mediterranean Region. WMO. P.S.M.P. Report Series núm. 26, 69-90, 1987.

- JANSA, A. y otros (1986). "**Tormenta mediterránea del 15 de diciembre de 1985. Mecanismo de disparo**". Revista de Meteorología (A.M.E.) núm. 8, diciembre de 1986, 1-20.
- LINES, A. (1974). "**Situaciones sinópticas de lluvias torrenciales en el Sudeste Español**". Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, Madrid 1974.
- RAMIS, C. y otros (1986) "**Convección sobre el Mediterráneo Occidental. Estudio sinóptico y observación remota**". Revista de Meteorología (A.M.E.), núm. 7, junio 1986, 59-82, 1986.
- REITER, E. (1975). "**Handbook for forecasters in the Mediterranean**". Nav. Wea. Res. Fac., 1975.
- RODRIGUEZ, E. (1989). "Sobre la elección de los campos que parametrizan el suelo en un modelo sin ciclo diurno". En este mismo volumen, 1989.