

Las situaciones de lluvias torrenciales en el área mediterránea española y el Plan PREVIMET (I)

Ángel Rivera

(Jefe del Área de Predicción del INM)

Nota de la RAM. Este interesantísimo artículo fue publicado a primeros de los años noventa. Nos muestra las ideas que se manejaban en el INM en dichas fechas respecto a los planes de vigilancia meteorológica, después del impulso tecnológico realizado en dicha institución. El plan PREVIMET, que se cita, ya está obsoleto y superado pero las ideas técnicas y conceptos meteorológicos siguen mayormente vigente. En este trabajo se muestran las imágenes de satélite del **Complejo Convectivo de Mesoescala, CCM, que produjo las inundaciones del 20 Octubre de 1982**, así como **el Sistema Convectivo de Mesoescala, SCM, que generó el record de lluvias en 24 horas sobre Gandía (Valencia) el 3 de Noviembre de 1987**, con más de 800 mm/24 horas.

I. INTRODUCCION

La memoria histórica de las gentes de las regiones mediterráneas españolas está repleta de recuerdos de lluvias torrenciales y grandes inundaciones ocurridas sobre todo en el período otoñal del año. Estos sucesos han quedado unidos en muchas ocasiones al nombre del santo del día en que tuvieron lugar. Así, expresiones como la «nube de San Lucas» o las riadas de Santa Teresa, de San Calixto o de Todos los Santos, permanecen muy presentes en las mentes e incluso en el modo de vida de las gentes de estas tierras que han mantenido durante siglos una batalla continua con unos ríos y torrentes que al tiempo que vivifican espléndidamente sus tierras, han sembrado cíclicamente sus vidas de desgracias y en ocasiones de pérdida de seres queridos. Si bien es cierto que siempre se ha trabajado en mejorar las infraestructuras de estas zonas de modo que soporten mejor los tremendos aguaceros, la verdad es que cuando éstos se producen es difícil evitar completamente los terribles efectos de los mismos. Se hace, por tanto, también necesario planificar y conseguir una adecuada prevención de este tipo de catástrofes, lo que a su vez obliga a disponer la predicción meteorológica más exacta posible sobre cómo, cuándo y dónde se van a producir estos acontecimientos.

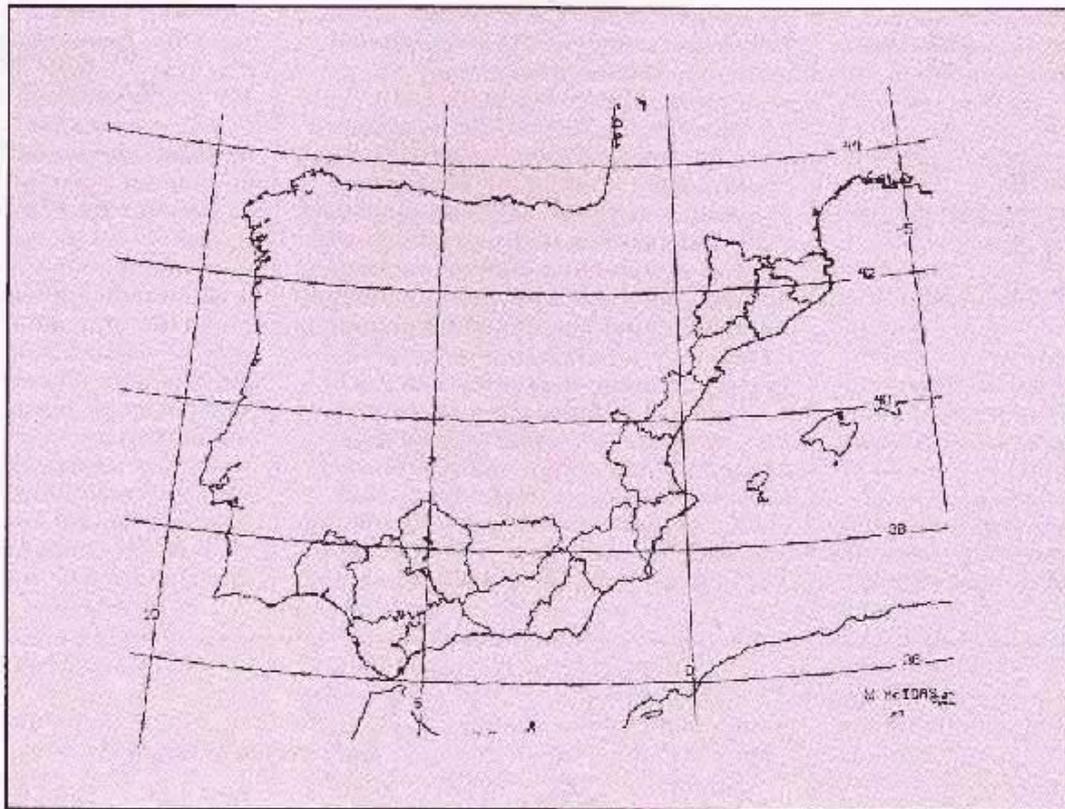


Fig. 1: El mapa refleja la situación de las provincias españolas afectadas por episodios de precipitaciones intensas que a veces llegan a afectar, como puede verse, a zonas no específicamente mediterráneas. Las precipitaciones más importantes suelen afectar al litoral o a zonas cercanas; sin embargo, la ocurrencia de precipitaciones abundantes y generalizadas en las cuencas media y alta de los ríos da lugar a que éstos ya arrastren caudales muy elevados cuando alcanzan la zona del litoral bajo, lo cual viene a complicar extraordinariamente la situación.

Desgraciadamente -y como tendremos ocasión de comprobar a lo largo de este artículo- nos encontramos ante un tipo de fenómenos atmosféricos caracterizados por una extremada irregularidad tanto espacial como temporal, mal resueltos todavía por las técnicas modernas de predicción y necesitados por tanto de una amplia y profunda investigación. Sin embargo, y como es lógico, la urgencia y gravedad del problema obliga a los meteorólogos a enfrentarse con la consecución de unas predicciones más adecuadas y a una vigilancia constante de este tipo de fenómenos mediante la realización de planes operativos especiales adecuados a las singularidades de estas situaciones.

En el presente artículo se pretende en principio revisar sucintamente la evolución de ideas y conocimientos científicos sobre este tema y establecer a continuación cuál es el estado actual de conocimiento y las vías de estudio que se están utilizando. En la última parte se revisará el plan operativo que el Instituto Nacional de Meteorología ha desarrollado para lograr la predicción y vigilancia más adecuadas posibles.

2. ALGUNOS DATOS SOBRE LAS SITUACIONES MEDITERRÁNEAS DE LLUVIAS INTENSAS

Este tipo de precipitación puede tener lugar en cualquier época del año. Sin embargo, la mayor incidencia e intensidad suele corresponder al otoño y sobre todo al período comprendido entre el 15 de septiembre y el 30 de noviembre, coincidiendo fundamentalmente (aunque no siempre) con las primeras irrupciones de masas de aire frío en altos niveles de la atmósfera hacia las latitudes medias. Para aquellos lectores no familiarizados con este tipo de situaciones es conveniente, antes de seguir adelante, recordar cuáles son las características principales de las mismas. El área geográfica más frecuentemente afectada es la compuesta por Cataluña, islas Baleares, Comunidad Valenciana, Comunidad Murciana y Andalucía Oriental, es decir, toda la fachada mediterránea de la península Ibérica junto con el archipiélago balear (fig. 1).

Como ya se apuntaba anteriormente, una característica importante de estas precipitaciones es su alta irregularidad tanto espacial como temporal. Es muy corriente que haya zonas con más de 200 mm. de precipitación al lado de otras en que apenas ha llovido o donde la cantidad registrada ha sido mucho más pequeña. Pueden también registrarse precipitaciones de 200 mm. de los cuales 150 pueden haberse recogido en el plazo de una o dos horas. Ello da lugar a inundaciones repentinas y avenidas devastadoras de los ríos y torrentes, así como a una tremenda erosión de los suelos.

Es de destacar por último, además de la extrema intensidad de los aguaceros, el elevado valor absoluto de las precipitaciones. Valores de 150 a 200 mm. en cinco o seis horas son absolutamente normales en estas situaciones. Quizá el registro más importante sea el de la ciudad de Gandía en la Comunidad Valenciana, que registró más de 1.000 mm. de precipitación en un período de treinta y seis horas con 400 mm. en menos de seis horas (fig. 2).

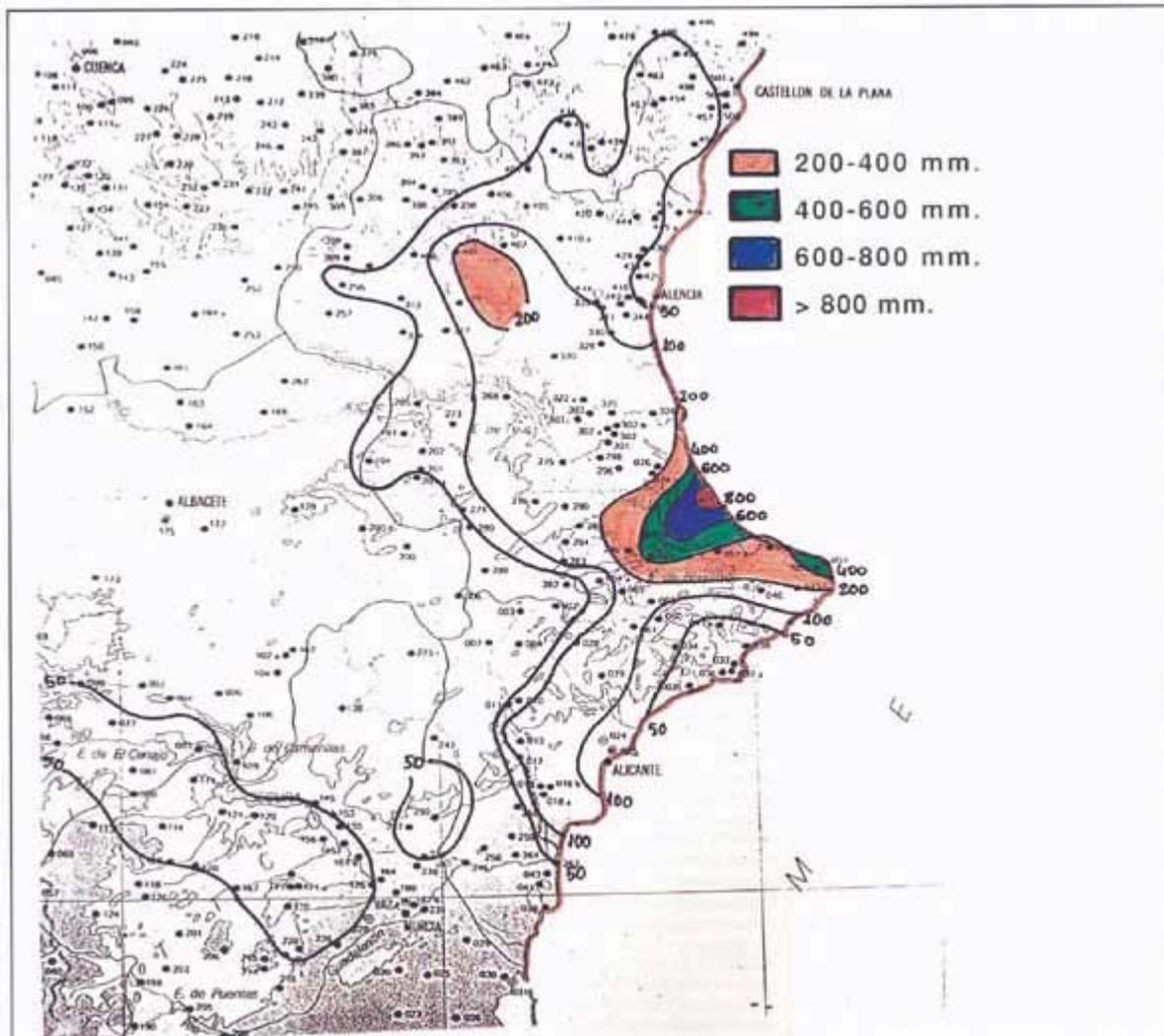


Fig. 2: Mapa pluviométrico correspondiente al episodio del 3 al 4 de noviembre de 1987 en la Comunidad Valenciana. Puede observarse cómo las mayores precipitaciones (que a su vez fueron las más intensas) corresponden a una zona litoral relativamente pequeña; sin embargo, la zona afectada por precipitaciones abundantes es muy amplia. (Tomado de Riosalido, Rivera y Martín, 1988, op. cit.)

3. EVOLUCION DE CONOCIMIENTOS E IDEAS CIENTIFICAS

En antiguas crónicas de los siglos XVI, XVII y XVIII se recogen noticias sobre grandes aguaceros e inundaciones en las zonas mediterráneas y no como hechos aislados sino como sucesos con una marcada periodicidad. Durante el siglo XIX comienzan a aparecer algunos trabajos en los cuales se incluyen descripciones de los sucesos acaecidos al tiempo que se ensayan teorías más o menos peregrinas sobre las causas de estos fenómenos. Es ilustrativo a este respecto recordar el interesante trabajo de mosén Salvador Bodi sobre el clima de La Ribera en el siglo XIX (Bodi i Congros, 1870).

Ya en el siglo XX, a finales de los años treinta aparecen los primeros trabajos del que ha sido considerado con toda justicia «patriarca» y «pionero» de la Meteorología mediterránea: José María Jansá Guardiola. Con un elevado conocimiento científico y una tremenda capacidad de trabajo, desarrolló a lo largo de una treintena de años un sinfín de trabajos sobre todo tipo de temas meteorológicos, pero muy en concreto sobre las especificidades atmosféricas del área mediterránea. Deben reseñarse, entre otros, sus estudios sobre las masas de aire mediterráneo (Jansá Guardiola, 1959) y el frente mediterráneo, considerado en general como una singularidad del frente polar atlántico-europeo (Jansá Guardiola, 1962), así como el de la corriente «en chorro» mediterránea (Jansá Guardiola, 1963) y la Meteorología mediterránea en general (Jansá Guardiola, 1966).

José María Jansá no sólo fue un pionero y excelente investigador de la Meteorología mediterránea, sino que dio lugar a la potenciación de una «escuela de Meteorología balear» que ha profundizado durante los últimos años en diversos aspectos mediterráneos y muy en especial sobre las causas de los intensos aguaceros. Cabe destacar a este respecto el interesante trabajo de Jaime Miró-Granada, en el que presenta un esquema conceptual bien construido de las causas básicas de estos fenómenos (Miró-Granada, 1974), y la magnífica labor investigadora y operativa -todavía en pleno desarrollo- de Agustín Jansá, a la que posteriormente volveremos a referirnos y que se centra fundamentalmente en dos campos: la relación entre inestabilidades, ciclogénesis mediterráneas y lluvias fuertes (Jansá CIar, 1978) y el del análisis meteorológico mesoscalar (Jansá CIar, 1980; Jansa CIar, 1990).

Fuera del entorno balear hay que reseñar interesantes trabajos de otros meteorólogos que, o bien se ocupan fundamentalmente de realizar estudios sinópticos detallados de situaciones atmosféricas de este tipo (García Miralles y Carrasco, Andreu 1958; y Tomás Quevedo, 1963) o profundizan en las causas generales de estos fenómenos y establecen criterios de predicción (Rodríguez Franco, 1958-1962); (Medina, 1980-1988); (García de Pedraza, 1983); (García Dana et al., 1982), (Linés, 1980). Deben también reseñarse los trabajos de varios geógrafos españoles que han estudiado desde su vertiente las características y efectos de las lluvias torrenciales. Cabe reseñar, por su extensión y profundización en los aspectos propiamente meteorológicos, varios trabajos de José Jaime Capel Molina (Capel, 1974, 1977, 1980, 1989).

A partir de 1983, la disposición rutinaria de imágenes de satélites geoestacionarios permitió estudiar el fenómeno de las lluvias torrenciales desde un punto de vista nuevo y revelador, pudiendo acceder a datos y detalles imposibles de captar en los mapas meteorológicos. Sin embargo, antes de referirnos a ello, es interesante resumir las ideas básicas que hasta esa fecha se habían establecido como causas y mecanismos del origen y localización de las lluvias torrenciales mediterráneas:

a) La singularidad térmica del mar Mediterráneo, con temperaturas superiores a las de las regiones circundantes durante buena parte del año, constituye una marcada reserva energética y origina la existencia sobre sus aguas, y hasta 1.000 ó 1.500 m. de altura, de una masa de aire («mediterránea») relativamente cálida, muy húmeda y con marcada inestabilidad.

b) La presencia al sur o suroeste de la península Ibérica de una depresión de niveles altos o «gota de aire frío» origina el escenario sinóptico más adecuado. La zona delantera de la depresión (área de difluencia) suele ser un área favorable para desarrollos ciclónicos en niveles bajos.

Si este desarrollo ocurre sobre el área mediterránea, suele aparecer un flujo cálido y húmedo del sureste que al chocar contra los relieves del litoral provoca la liberación de la inestabilidad y la aparición de grandes masas de cúmulonimbos que a su vez dan lugar a las lluvias torrenciales.

c) La estructura orográfica a pequeña escala juega un papel relevante condicionando el flujo cálido y húmedo de niveles bajos y provocando potentes convergencias locales donde dos o más de estas corrientes confluyen. Allí las precipitaciones son más abundantes y duraderas y por consiguiente se alcanzan los máximos de precipitación.

La utilización de imágenes de satélite permitió estudiar con detalle y por vez primera una situación de lluvias torrenciales como la acaecida en octubre de 1982 en la Comunidad Valenciana. El análisis detallado de las mismas (Rivera y Martínez, 1984) reveló que las precipitaciones más importantes estaban provocadas por la presencia de un sistema muy compacto a escala meso-a de nubosidad en buena parte convectiva, desarrollado durante la madrugada y que se mantuvo durante la misma zona geográfica más de diez horas con cantidades de precipitación muy elevadas y máximas del orden de 400 mm. (fig. 3). Estudios posteriores (Rivera y Riosalido, 1986), (Riosalido et al., 1988) permitieron identificar esta estructura como un complejo convectivo mesoscálico (Maadox, 1980) (*).



Fig. 3 (a): Imagen METEOSAT infrarroja perteneciente a las 8 TMG del 20 de octubre de 1982. Puede apreciarse en ella un extenso complejo convectivo sobre la mayor parte del cuadrante SE. de la Península Ibérica. Las precipitaciones superaron en algunos puntos los 400 mm. en pocas horas con avenidas e inundaciones catastróficas en la Comunidad Valenciana. La imagen está parcialmente realzada en color, de modo que los tonos blancos corresponden a temperaturas alrededor de -60°C , mientras que en el otro extremo el verde corresponde a -30°C , aproximadamente.

Era la primera vez que se documentaba en Europa la formación y evolución de una estructura mesoscálica de esta categoría. Posteriormente han sido estudiadas varias situaciones más mediante el estudio combinado de análisis sinópticos y de mesoscala e imágenes digitales de METEOSAT en los tres canales (Riosalido, Rivera y Martín, 1988b y 1988), (Jansá, 1987), (García-Moya y Martín, 1988), así como mediante una detallada diagnosis cuasigeostrófica (Jansá, Ramis y Alonso, 1986). También se ha realizado una climatología de las perturbaciones ciclónicas ibérico- mediterráneas (Genovés y Jansá, 1988) y se ha iniciado otra de sistemas convectivos y su relación con distintos parámetros atmosféricos (Riosalido, 1990 a, 1990b).



Fig. 3 (b): Imagen METEOSAT visible correspondiente a las 10 TMG del mismo día. El complejo convectivo ha perdido ya buena parte de s extensión máxima alcanzada durante la madrugada.

También durante los últimos años se han desarrollado en el Instituto Nacional de Meteorología algunos estudios experimentales de estas situaciones con el modelo numérico LAM tanto en su primera versión de 0,910 de longitud de rejilla (Hortal, Jansá y Gimeno, 1985), (Hortal, 1987) como con una segunda versión de resolución doble y parametrización de convección y radiación (Jansá et al., 1990). El fin de estos experimentos era determinar cuáles son los puntos clave para el desarrollo de ciclo génesis en el área Alborán/Palos/Argelia, así como la relación entre ciclogénesis y precipitaciones intensas. Cabe también añadir que desde el año 1987 el Servicio de Técnicas de Análisis y Predicción del Instituto Nacional de Meteorología ha realizado y publicado, en colaboración con los Centros Meteorológicos Regionales, notas técnicas anuales con estudios de las situaciones de lluvias torrenciales más importantes de cada año.

Pues bien, a partir de todos los estudios a que hemos hecho referencia puede ahora establecerse un resumen de cuál es en estos momentos nuestro estado de conocimiento sobre los mecanismos de disparo y localización de lluvias intensas, tanto desde el punto de vista sinóptico como mesoscálico.

4. ESTADO ACTUAL DE CONOCIMIENTOS

a) Situaciones sinópticas

En principio, y desde un punto de vista conceptual, pueden catalogarse hasta el momento seis tipos de situaciones en cuyo marco es muy probable que se registren precipitaciones de tipo torrencial en el área mediterránea. Son los siguientes:

Tipo 1

Depresión en niveles altos o borrasca fría al S o SW de la península Ibérica (fig. 4a). En este tipo de situaciones suele aparecer difluencia (y probablemente divergencia) sobre el área mediterránea en la zona de salida de la circulación de altura, con circulaciones transversales de ajuste y aparición o potenciación de remolinos ciclónicos de superficie. En ocasiones aparece una borrasca bien definida y un flujo bien marcado a niveles bajos de aire cálido y húmedo hacia la costa mediterránea (fig. 4b). Es precisamente en el seno de esa advección donde suelen aparecer Cb muy desarrollados con tormentas fuertes. Si posteriormente la estructura de la circulación de niveles altos no es muy difluente y sensiblemente paralela a la de niveles bajos (cizalladura

escasa), puede favorecerse el paso de Cb aislados a sistemas y complejos convectivos, aunque también se ha observado algún sistema convectivo en ambientes con marcada cizalladura vertical.

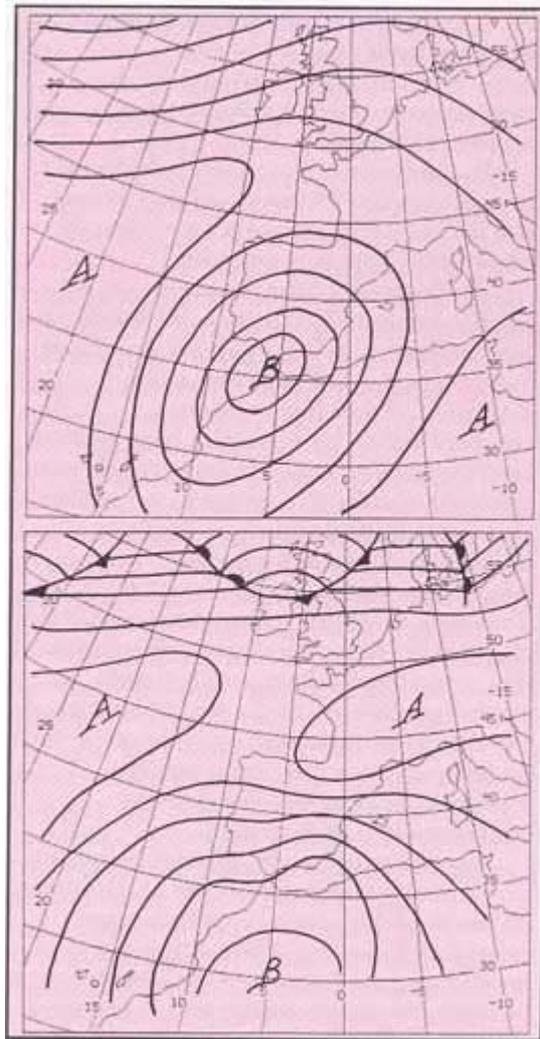


Fig. 4: Mapas esquemáticos de 500 hPa (a) y superficie (b) correspondientes a la situación tipo 1 (véase texto).

Tipo 2

Presencia de una depresión a niveles altos o borrasca fría al SW de la península Ibérica pero algo más alejada que en el caso anterior. Vaguada débil con eje E-W sobre la mitad N del área mediterránea y en lento desplazamiento N-S (fig. 5a). En niveles bajos aparece una zona de convergencia de flujo cálido del SE y frío del NE con formación de una frontera acusada (fig. 5b). En el seno de esa frontera suelen aparecer pequeños sistemas convectivos con gran intensidad de precipitación. Si las condiciones sinópticas son muy estacionarias y existe alguna focalización de tipo local, los sistemas convectivos pueden regenerarse en la misma zona durante varias horas con cantidades de precipitación muy elevadas.

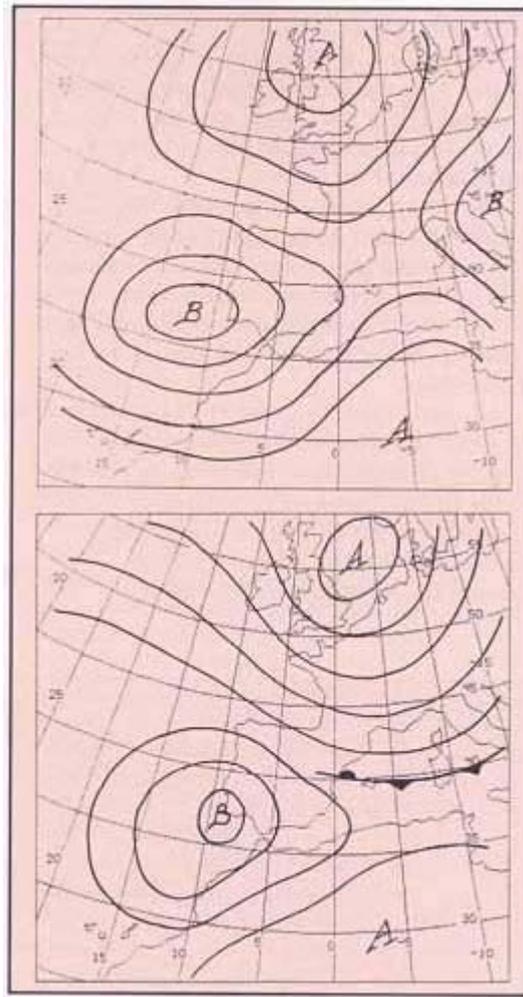


Fig. 5: Mapas esquemáticos de 500 hPa (a)) superficie (b) correspondientes a la situación tipo 2 (véase texto).

Tipo 3

Retrogresión de una vaguada o depresión de niveles altos desde Europa Central hasta el Mediterráneo (fig. 6). En este caso suele aparecer una marcada inestabilidad sobre Baleares y ocasionalmente sobre Cataluña y N de la Comunidad Valenciana con Cb muy desarrollados. No suelen aparecer grandes sistemas convectivos, al menos de un modo generalizado.

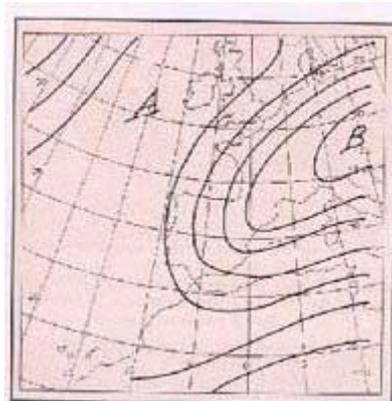


Fig. 6: Mapa esquemático de 500 hPa correspondiente a la situación tipo 3 (véase texto). En superficie (no mostrado) la situación queda muy poco definida, pudiendo aparecer un débil seno de baja presión entre Cataluña y Baleares.

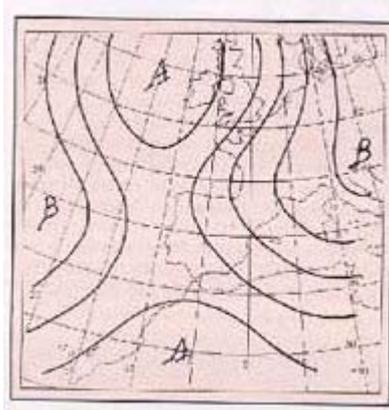


Fig. 7: Mapa esquemático de 500 hPa correspondiente a la situación tipo 4 (véase texto). En superficie (no mostrado) existe poco gradiente y aparecen capas de nubes bajas sobre las zonas costeras catalanas. En el seno de ellas pueden desarrollarse potentes cúmulonimbos.

Tipo 4

Paso de una vaguada de onda corta débil dentro de un flujo general del NW o N sobre el cuadrante NE peninsular (fig. 7). Aunque no es ésta una situación típica de lluvias torrenciales generalizadas, suelen aparecer chubascos tormentosos de gran intensidad en la costa catalana, probablemente al aparecer cierto forzamiento de niveles altos sobre una frontera de niveles bajos entre un aire

Tipo 3

Retrogresión de una vaguada o depresión de niveles altos desde Europa Central hasta el Mediterráneo (fig. 6). En este caso suele aparecer una marcada inestabilidad sobre Baleares y ocasionalmente sobre Cataluña y N de la Comunidad Valenciana con Cb muy desarrollados. No suelen aparecer grandes sistemas convectivos, al menos de un modo generalizado.

Tipo 4

Paso de una vaguada de onda corta débil dentro de un flujo general del NW o N sobre el cuadrante NE peninsular (fig. 7). Aunque no es ésta una situación típica de lluvias torrenciales generalizadas, suelen aparecer chubascos tormentosos de gran intensidad en la costa catalana, probablemente al aparecer cierto forzamiento de niveles altos sobre una frontera de niveles bajos entre un aire terrenal seco del NW procedente del valle del Ebro y un aire marino húmedo situado algo más al N.

Tipo 5 Paso de una vaguada profunda con eje orientado N-S con movimiento relativamente rápido de W a E sobre la península Ibérica (fig. 8). En esta situación suelen aparecer pequeños pero muy activos sistemas convectivos delante de la banda frontal que acompaña a la vaguada, sobre todo en el área de Cataluña. Estos sistemas suelen acabar embebidos en la propia nubosidad del frente y terminan siendo arrastrados por el mismo, aunque antes ha podido arrojar precipitaciones muy intensas en pocas horas.

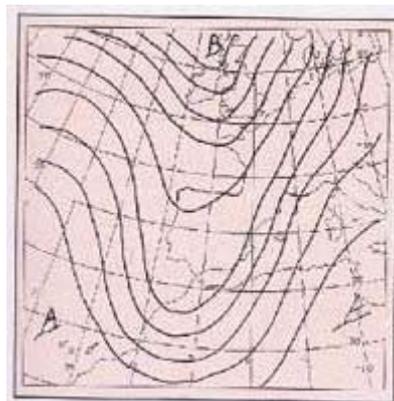


Fig. 8: Mapa esquemático de 500 hPa correspondiente a la situación tipo 5. En superficie suele existir flujo débil o moderado de Levante sobre el litoral mediterráneo. Cuando la zona frontal alcanza el litoral catalán puede desarrollarse un proceso de

ciclogénesis en esa zona.

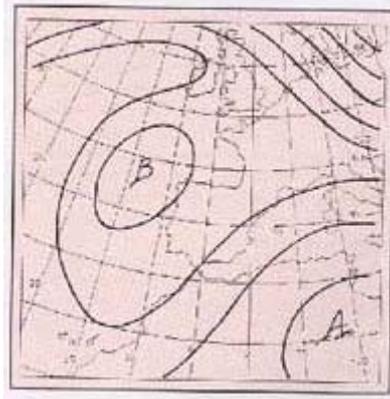


Fig. 9: Mapa esquemático de 500 hPa correspondiente a la situación tipo 6. En superficie (no mostrado) suele existir un flujo débil de Levante.

Tipo 6

Situaciones con baja fría al NW de la península Ibérica y muy poco gradiente en altura sobre el área mediterránea. En niveles bajos existe sobre esta zona un flujo débil a moderado de Levante (fig. 9). En esta situación, pequeñas convergencias de tipo mesoscálico pueden acabar venciendo la débil estabilidad del aire y dar lugar a la formación de potentes corrientes verticales y Cb, ya que el ambiente en niveles altos no se opone a ello. No suelen aparecer sistemas convectivos bien desarrollados, pero las tormentas locales pueden ser intensas con valores superiores en algunos casos a los 150 mm. de precipitación. También con situaciones de este tipo pueden desarrollarse tormentas en las sierras levantinas que a veces se intensifican al alcanzar la costa.

b) Experimentos numéricos

Las experiencias realizadas en el modelo numérico del área limitada del INM, y a las que ya se ha hecho referencia, ofrecen algunas conclusiones interesantes que confirman en gran medida investigaciones anteriores. Son de un modo resumido las siguientes (Jansá et al., 1990):

- 1) Un factor esencial para la generación de lluvias intensas es la existencia de una configuración bárbara en niveles bajos que posibilite un marcado flujo cálido de componente Este y que dé lugar a inestabilización y forzamiento orográfico. Si en el seno de este flujo aparecen regiones con vorticidad ciclónica, podrá además generarse convergencia interna.
- 2) La generación y presencia de una depresión en el mar de Argelia no es estrictamente necesaria para que exista una configuración de superficie adecuada a lluvias torrenciales. Sin embargo, su presencia puede ser de gran importancia a través del aporte de convergencia y como mecanismo orientador e intensificador del flujo de niveles bajos.
- 3) La predicción adecuada de lluvias torrenciales mediante modelos numéricos como el que dispone el INM es posible si:
 - Se aumenta la resolución espacial.
 - El análisis objetivo de partidas es capaz de reproducir la configuración bárbara mesoscálica que existe en la región, aunque en cualquier caso el modelo es capaz de generarla a lo largo de la integración.
- 4) El modelo dispone de una adecuada parametrización de la radiación.

c) Investigaciones sobre sistemas convectivos

A partir de algunos estudios realizados en el INM durante los últimos años y a los que también nos hemos referido anteriormente, pueden establecerse las siguientes conclusiones provisionales:

- Una vez establecidas las condiciones sinópticas adecuadas, los sistemas convectivos tienden a desarrollarse

sobre las zonas «fronteras» de temperatura potencial equivalente a niveles bajo y parece que tienden a moverse sobre las mismas hacia la parte donde se está produciendo mayor advección cálida.

-La aparición y desarrollo de sistemas convectivos parece requerir (al menos en buena parte de los casos) forzamientos dinámicos marcados en niveles bajos y más débiles o nulos en niveles medios.

-Bastantes sistemas convectivos parecen provenir de la interacción de grupos de cúmulonimbos. No está claro hoy por hoy qué factores atmosféricos gobiernan esta transición.

-El diámetro medio oscila entre 200 y 300 Km., pero en algunos casos llega a superar los 500 Km.

-La formación tiene lugar preferentemente durante la noche y sobre todo entre 18 y 00 TMG.

-Buena parte de ellos se inician en el área del golfo de Valencia y es importante destacar que muchos se inician en pleno mar sin forzamiento orográfico (fig. 10).

-Parecen existir dos tipos de sistemas con diferentes estructuras internas y probablemente también con diferentes estructuras de precipitación, tal y como se desprende del estudio de la evolución de las áreas de los topes nubosos con temperaturas inferiores a ciertos valores. En uno de los tipos la proporción de topes fríos suele llegar hasta el 80 por 100 del total del tamaño, mientras que en otros apenas supera el 30 por 100 (fig. 11).

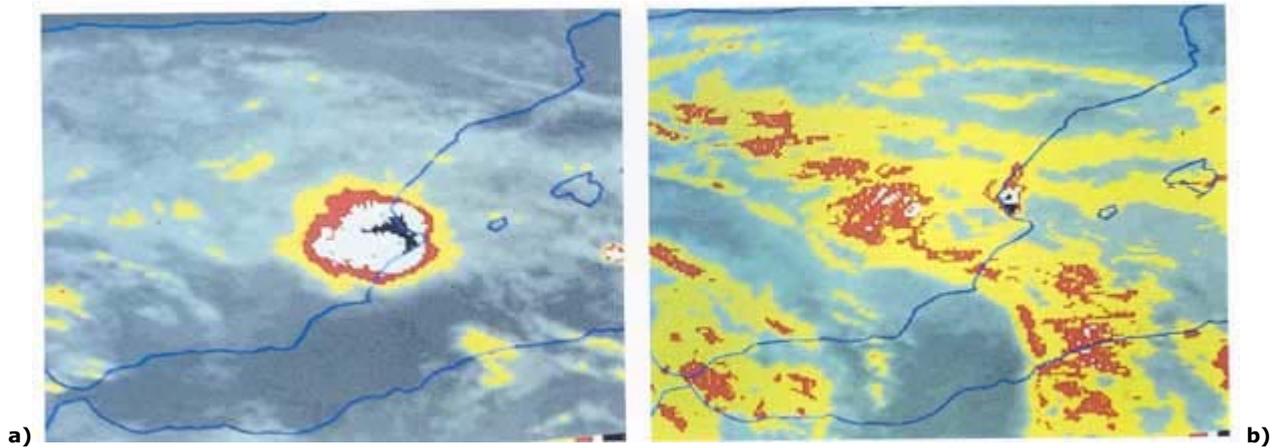


Fig. 10 (a): Imagen infrarroja METEOSAT correspondiente a las 6,30 TMG del 3 de noviembre de 1987. Junto a la costa valenciana aparece un pequeño sistema convectivo que acaba de surgir en pleno mar. Es una zona de fuerte gradiente de temperatura potencial equivalente. El sistema quedó «anclado» durante más de treinta horas en el área central de la provincia de Valencia y originó precipitaciones de más de 1.000 mm. en Gandía.

Fig. 10 (b): Aparece este sistema convectivo a las 5,30 TMG del 4 de noviembre, es decir veintitrés horas después del momento en que se obtuvo la imagen (a).

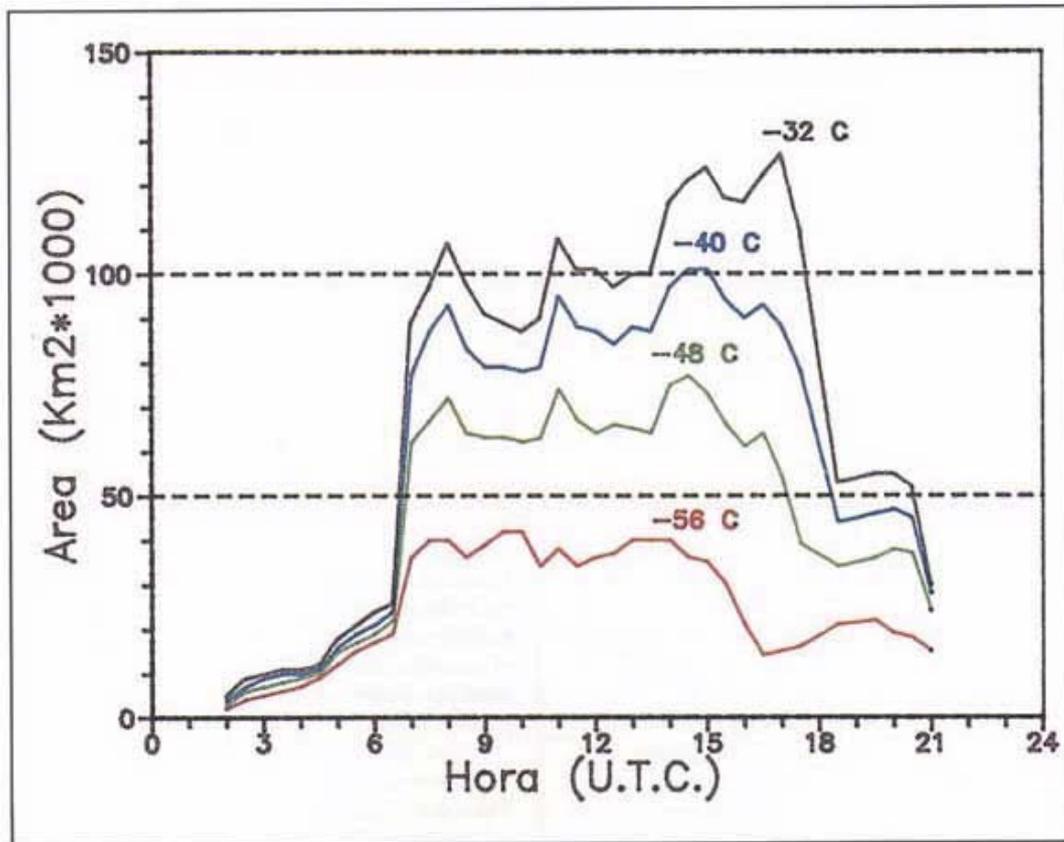


Fig. 11: Evolución temporal del área (en miles de km²) cubierta por cimas nubosas con temperaturas inferiores a -32, -40, -48 y -56 ° C para el sistema convectivo desarrollado el 16 de noviembre de 1989 (tomado de Riosalido, 1990a, op. cit.).

d) Criterios de predicción

Aunque en el apartado siguiente examinaremos con cierto detalle el problema de la predicción, puede hacerse aquí una somera revisión de los criterios empleados por los predictores del INM en la predicción y vigilancia de los sistemas convectivos, y que en buena parte provienen de los resultados que se han ido exponiendo en puntos anteriores.

d.1) A corto plazo (doce-treinta y seis horas)

-*Forzamiento sinóptico*. En general y como condición necesaria, que no se oponga, así como que sea bien marcado en niveles bajos y disminuya o desaparezca en niveles medios. Este forzamiento puede venir dado por la presencia de ondas cortas y/o máximos de viento.

-*Presencia de inestabilidad*.

-*En niveles bajos*, atención a todo tipo de fronteras, advecciones cálidas y posible ciclogénesis con elemento intensificador y localizador. También es interesante vigilar la posible convergencia del flujo de humedad.

d.2) Vigilancia y muy corto plazo (cero-seis horas)

-Si existe convección, vigilar posibles interacciones y fusiones de cúmulonimbos que puedan dar lugar a la formación de sistemas convectivos.

-Si ya existen sistemas convectivos, vigilar las posibles interacciones entre ellos o con otros elementos, tales como orografía o fronteras.

-Vigilar la formación de cualquier elemento que pueda aumentar la convergencia local.

-Tener en cuenta que la propagación de estos sistemas parece venir determinada por:
Alimentación del flujo de niveles bajos.

Preferencia a moverse sobre fronteras.

Flujo de niveles medios. Si es débil el sistema puede quedar cuasi estacionario.

Aproximación a zonas de deformación en altura.

Debe mantenerse una vigilancia continua sobre la evolución y cambios bruscos de algunos parámetros de superficie tales como viento, flujo de humedad y temperatura potencial equivalente.

Aunque se trate de un tema muy poco investigado, es interesante vigilar mediante imágenes de satélite, y muy en especial en las del canal de vapor de agua, posibles interacciones entre la circulación polar y subtropical, ya que en la zona de salida de la posible circulación conjunta pueden desarrollarse sistemas convectivos muy eficientes y que parecen arrojar cantidades de precipitación más elevadas que cuando se forman en caso de que no existan tales interacciones. Es curioso señalar que aunque se trata de una regla de carácter muy empírico, los predictores norteamericanos también la utilizan (Scofield, comunicación personal) (fig. 12).

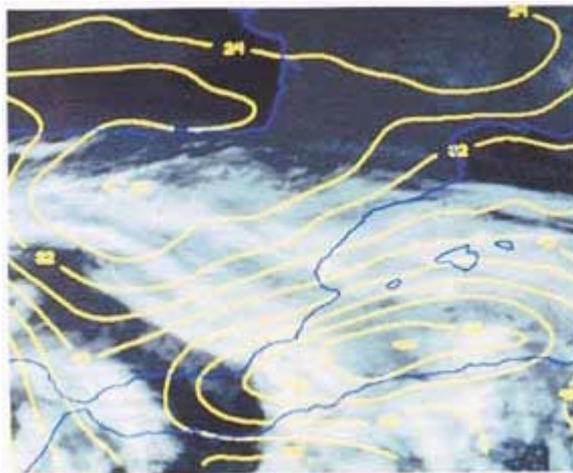


Fig. 12: Imagen METEOSAT obtenida en el canal de absorción de vapor de agua. La banda amarilla que proviene del SW corresponde a una marcada inyección de vapor de agua en niveles altos de la atmósfera que suele acompañar a las circulaciones subtropicales. La citada banda se curva ciclónicamente y en su seno aparecen sistemas convectivos (manchas rojas). Los colores azul y mostaza corresponden a zonas con poco vapor de agua unidos en estos casos a intrusiones de aire polar.

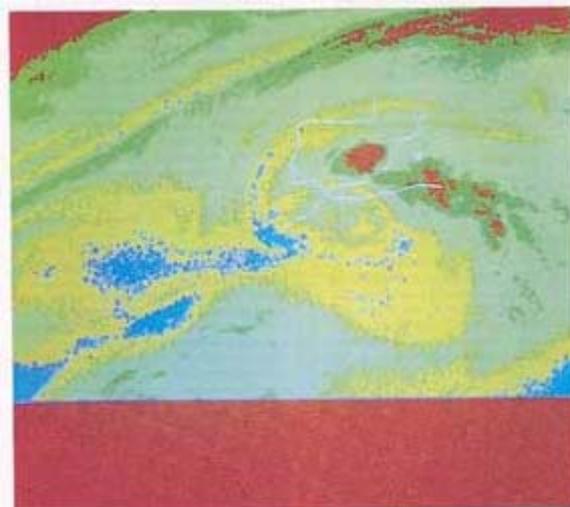


Fig. 13: El sistema McIDAS permite al predictor disponer de combinaciones de todo tipo de datos meteorológicos (convencionales de superficie, salidas de modelos numéricos, imágenes de satélite, etc.). En la imagen aparece como ejemplo la superposición de un análisis de temperatura potencial equivalente de 1.000 mb. procedente del modelo numérico del INM sobre la imagen infrarroja METEOSAT de la última hora.

(*) Debe recordarse que un complejo convectivo mesoscálico no es sino un sistema convectivo que cumple determinadas condiciones establecidas por Maadox. La definición de sistema convectivo más adecuada ha sido dada por Zipser (Zipser, 1981):

"Sistemas de nubes y de precipitación junto con su circulación asociada que incluye un grupo de cúmulonimbos durante la mayor parte de la vida del sistema. El grupo de cúmulonimbos debe permanecer durante las diferentes fases de vida de las nubes que lo constituyen (al menos dos horas) y debe contribuir en algún momento a la formación de un flujo de aire caliente de la tropósfera inferior. Además, las corrientes descendentes 1 escala convectiva deben mezclarse en algún momento para formar una zona continuada del aire frío en la tropósfera baja. Normalmente la precipitación estratiforme extensiva provendrá del flujo saliente, evaporándose en mayor o menor medida antes de llegar al suelo.»

BIBLIOGRAFIA

- Bodi i Congros, mosén Salvador (1870): *El clima de La Ribera en el siglo XIX*. Ayuntamiento de Carcagente, 1986.
- Capel Molina, J. J. (1974): *Génesis de las inundaciones de octubre de 1973 en el sudeste de la península Ibérica*. Rev. Cuadernos Geográficos, núm. 4. Universidad de Granada, pp. 149-166.
- Capel Molina, J. J. (1977): *Los torrenciales aguaceros y crecidas fluviales en los días 25 y 26 de octubre de 1977 en el litoral levantino y sur mediterráneo de la península Ibérica*. Paralela 37,1. Colegio Universitario de Almería. Dep. de Geografía, pp. 109- 132.
- Capel Molina, J. J. (1980): *Situaciones sinópticas típicas de lluvias torrenciales en el litoral mediterráneo español*. Anales de las Letras. Colegio Universitario de Almería, 1980, pp. 121-138.
- Capel Molina, J. J. (1989): *Las lluvias torrenciales de noviembre de 1987 en Levante y Murcia*. Estudios Románicos. Vol. 6. Universidad de Murcia, pp. 1551-1562.
- García Dana, F.; Font, R.; Rivera, A.; Peinado, A.; Almarza, C., y Gómez, E. (1982): *Situación atmosférica causante de lluvias torrenciales durante los días 19 al 21 de octubre de 1982 en el Levante español*. Instituto Nacional de Meteorología. Madrid.
- García de Pedraza, L. (1983): *Situaciones atmosféricas que provocan aguaceros torrenciales en comarcas del Mediterráneo español*. Estudios Geográficos, XLIV núms. 170-171, pp. 61-74.
- García Miralles, V., y Carrasco, A. (1958): *Lluvias de Valencia, Castellón y Alicante de los días 13 y 14 de octubre de 1957*. Servicio Meteorológico Nacional. Serie A (memorias), 30. Madrid.
- García-Moya, J. A., y Martín, F. (1988): *Previmet Mediterráneo 87. Estudio de las inundaciones de Peguera*. Memoria del I Simposio Nacional de Predictores. Madrid, pp. 85-95.
- Genovés, A., y Jansá, A. (1988): *Caracterización estadística de las perturbaciones mesoscálicas en la región ibérico-mediterránea*. Memoria del I Simposio Nacional de Predictores del INM. Madrid, pp. 39-47.
- Hortal, M.; Jansá, A, y Gimeno, C. (1985): *Spanish LAM Behaviour in two cases of mediterranean cyclogenesis. Scientific Results of the Alpine Experiment*. GARP Publications Series núm. 27. WMO/TD núm. 108, pp. 195-205.
- Hortal, M. (1987): *Experiments with the Spanish LAM over the Mediterranean. Workshop on Limited-Area Fine-Mesh Models for the Mediterranean Region*. WMO PSMP Report Series núm. 26, pp. 69-90.
- Jansá Clariá, A. (1978): *Inestabilidad baroclina y ciclogénesis en el Mediterráneo Occidental*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona, Resumen, UAB. Bellaterra.
- Jansá Clariá, A. (1980): *Alteraciones a mesoscala del campo de presiones en el Mediterráneo Occidental*. XI Jornadas Científicas y I Congreso de Meteorología Mediterránea. Asociación Meteorológica Española. Menorca-Mallorca, pp. 71-98.
- Jansá Clariá, A. (1987): *Saharian Advections in the West Mediterranean Algerian Cyclogenesis. Heavy Rain, Gravity Waves. Workshop on Limited Area Fine-Mesh Models for the Mediterranean Region*. WMO PSMP Report Series núm. 26, pp. 51-67.
- Jansá Clariá, A. (1990): *Notas sobre análisis meteorológico mesoscalar en niveles atmosféricos bajos*. Instituto Nacional de Meteorología. Madrid.
- Jansá, A.; García-Moya, J. A., y Rodríguez, E. (1990): *Numerical Experiments about Mediterranean Heavy Rain and Algerian Cyclogenesis*. Technical Report Instituto Nacional de Meteorología.
- Jansá, A.; Ramis, C., y Alonso, S. (1986): *Tormenta mediterránea del 15 de diciembre de 1985. Mecanismo de disparo*. Revista de Meteorología de la Asociación Meteorológica Española, núm. 8, pp. 7-20.
- Jansá Guardiola, J. M. (1959): *La masa de aire mediterráneo*. Revista de Geofísica, XIX. Madrid, pp. 35-50.
- Jansá Guardiola, J. M. (1962): *El frente mediterráneo*. Revista de Geofísica XXI. Madrid, pp. 249-259.
- Jansá Guardiola, J. M. (1963): *La corriente en chorro mediterránea*. Saitabi. Universidad de Valencia.
- Jansá Guardiola, J. J. (1966): *Meteorología del Mediterráneo Occidental*. Servicio Meteorológico Nacional. Serie A (Memorias), 43. Madrid.
- Juega, J. (1990): *Sistema de aprovechamiento integral de datos de satélite (SAIDAS)*. La Meteorología en el mundo iberoamericano, núm. 1, pp. 29-33.
- Lines, A.: *Situaciones sinópticas típicas de lluvias torrenciales en el sudeste español*. Urania, núms. 277-278.
- Lines, A. (1980): *Posible incidencia de las convergencias intertropicales en el Mediterráneo Occidental*. Memoria de las XI Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española y I Congreso de Meteorología Mediterránea. Mallorca-Menorca, pp. 99-107.
- Maadox, R. A. (1980): *Mesoscale Convective Complexes*. Bulletin American Meteorological Society. Vol. 69, pp. 1374-1378.
- Medina, M. (1980): *Criterios iniciales para el pronóstico de meteoros violentos en el Mediterráneo Occidental*. Memoria de las XI Jornadas Científicas y I Congreso de Meteorología Mediterránea. Menorca - Mallorca, pp. 149-170.
- Medina, M. (1988): *La predicción del tiempo basada en teoremas de la vorticidad*. Instituto Nacional de Meteorología, Madrid, 150 pags.
- Miro-Granada y Gelabert, J. (1974): *Les crues catastrophiques sur la Méditerranée Occidentale*. Flash Floods Symposium-Cruces Brutales. Actes du Colloque de Paris. IAHS- AISH, Publ. 112.

- Riosalido, R.; Rivera, A.; Martín, F. (1988a): *Identificación de un complejo convectivo de mesoscala en el área mediterránea española*. VI Asamblea Nacional de Geofísica y Geodesia. Madrid.
- Riosalido, R.; Rivera, A.; Martín F. (1988b): *Desarrollo de un sistema convectivo de mesoscala durante la campaña PREVIMENT MEDITERRANEO, 87*. I Simposio Nacional de Predictores del INM. Madrid, pp. 67-83.
- Riosalido, R.; Rivera, A.; Martín, F.; (1988c): *Development of a Mesoscale Convective System in the Spanish Mediterranean Area*. Proceedings of the 7th Meteosat Users Meeting, Madrid. pp. 375-378.
- Riosalido, R. (1990a): *Caracterización mediante imágenes de satélite de los sistemas convectivos de mesoscala durante PREVIMET MEDITERRANEO 89 en preparación*.
- Riosalido, R. (1990b): *Estudio sobre algunos parámetros atmosféricos asociados a la formación y evolución de Sistemas Convectivos de Mesoscala (en preparación)*.
- Rivera, A., y Martínez, C. (1983): *Tratamiento digital de imágenes Meteosat de alta resolución. Aplicación al caso de las inundaciones de Levante. en octubre de 1982*. Revista de la Asociación Meteorológica Española, núm. 2, pp. 67-79.
- Rivera, A., y Juega, J. (1986) -SIVIM: *An Integrated Weather Surveillance System for Spain*. Proceedings of Second International Conference of Interactive Information and Processing Systems for Meteorology Geography and Hidrology. American Meteorology Society, pp. 34-35.
- Rivera, A., y Riosalido, R. (1986): *Mediterranean Convective Systems as viewed by Meteosat. A case study*. Proceedings of VI Meteosat Users Meeting. Amsterdam.
- Rodríguez Franco, P. (1958): *Máximos de viento y formación de depresiones sobre la península Ibérica y mar Mediterráneo Occidental*. Revista de Geofísica, XVII, Madrid, pp. 275-304.
- Rodríguez Franco, P. (1962): *Influencia de la circulación atmosférica de la alta troposfera en el desencadenamiento de la inestabilidad sobre la península Ibérica*. Revista de Geofísica, XXI, Madrid, pp. 15-38.
- Suomi, V. (1983) -McIDAS 111: *A Modern Interactive Data Access and Analysis System*. Journal of Climate and Applied Meteorology, Vol. 22, núm. 5.
- Tomás Quevedo, A. (1969): *Causas meteorológicas de las inundaciones de septiembre de 1962 en el Bajo Vallés, Llano de Llobregat y La Maresma*. Estudios Geográficos, Madrid, pp. 137-146.
- Zipser, E. J. (1981): *Utilización de un modelo teórico del ciclo de vida de los sistemas convectivos de mesoscala para mejorar las predicciones a muy corto plazo*. Recogido en «Predicción Inmediata» (versión española de Nowcasting). Instituto Nacional de Meteorología. Madrid, 1990.

Fuente del texto:

La Meteorología en el mundo Iberoamericano. Año I, Octubre-Diciembre 1990. Nº 2. Publicación del INM.

ram@meteored.com