EPISODIO DE LLUVIAS TORRENCIALES DEL 21 DE SEPTIEMBRE DE 2007. LAS INUNDACIONES DE ALMUÑÉCAR

JOSÉ ANTONIO OLMEDO COBO* Y MIGUEL ÁNGEL VILLACRECES SÁEZ**

Recibido: 15-9-07. Aceptado: 14-1-08. BIBLID [0210-5462 (2008-1); 42: 123-148].

PALABRAS CLAVE: litoral, lluvias torrenciales, inundaciones, balance de daños
KEYS WORDS: coast, torrencial rain, floods, damages balance
MOTS-CLEFS: littoral, pluies torrentielles, inondation, bilan des dommages

RESUMEN

Las lluvias torrenciales del 21 de septiembre de 2007 fueron de las más intensas registradas en Andalucía en los últimos años. Por sus abultados registros pluviométricos y por sus efectos sobre la población, este temporal será especialmente recordado en la provincia de Granada. Entre los municipios afectados destaca Almuñécar, que vio cómo la mayor parte de su casco urbano resultaba anegado por las aguas desbocadas de los ríos Seco, Verde y Jate. Una persona resultó muerta y las pérdidas materiales fueron millonarias. Muy dañados resultaron las plantaciones agrícolas del litoral y prelitoral, especialmente en los pueblos del valle del río Verde, Los Guájares y Valle de Lecrín.

ABSTRACT

The torrential rainfall in Andalucía on the 21st of September, 2007, was one of the highest recorded in recent years. Due to its intensity and the damage that it caused in Granada this storm will be particularly remembered by its residents. Almunecar was one of the towns most affected where the urban area bore the brunt of the flooding due to the rivers Seco, Verde and Jate bursting their banks. There was one fatality and the material damage caused amounted to millions. Crops along the coastline were destroyed particularly in the Rio Verde and the Lecrin Vally regions and the area of Los Guajares.

RÉSUMÉ

Les pluies torrentielles du 21 septembre 2007 ont été des plus intenses inscrites l'Andalousie dans dernières années. Par ces registres pluviométricos et par ses effets sur la population, cette tempête sera spécialement rappelée dans la province de Grenade. Entre les municipalités affectées Almuñécar se fait remarquer, qui a vu comment la plupart de son casque urbain semblait

* Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física. Universidad de Granada. jaolmed@correo.ugr.es

** Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física. Universidad de Granada. mvs@ugr.es

inondée par les eaux débridées des rivières Sèches, Vertes et de Jate. Une personne a semblé morte et les pertes matérielles ont été millionnaires. Très endommagées, elles ont semblé, les plantations agricoles du littoral et prelitoral, spécialement dans les peuples de la vallée de la rivière Verte, des Guájares et la Vallée de Lecrín.

1. EPISODIOS DE LLUVIAS TORRENCIALES ASOCIADOS A DEPRESIONES AISLADAS EN NIVELES ALTOS

Las secuencias de lluvias torrenciales con efectos de inundación es el fenómeno meteorológico de efectos territoriales más llamativos y pérdidas económicas más cuantiosas para la actividad agraria, junto a la sequía, de los que tienen lugar en nuestro país. El fuerte impacto social causado a lo largo de los años por los llamados episodios de «gota fría», sobre todo en el Levante peninsular, ha quedado impreso en la memoria colectiva, asociando «gota fría» a tragedia o catástrofe. Este concepto de «gota fría» es utilizado desde hace décadas, muy popularizado por los medios de comunicación. Sin embargo, el término adecuado sería el de Depresión Aislada en Niveles Altos (DANA). Se trata de una entidad meteorológica específica, con apenas o sin reflejo en los mapas meteorológicos de superficie y centrada a 500 mb[1] de presión (unos 5.500 m de altura). Las intensas circulaciones atmosféricas a niveles altos que acaban aislándose de las fuentes originarias (polar o subtropical) y, posteriormente, se cierran sobre sí mismas dan lugar a un embolsamiento frío en altura o DANA. Sin embargo, no todas las situaciones de embolsamiento de aire frío en altura determinan una situación inestable de lluvias copiosas en el área mediterránea. Para que esto suceda deben converger una serie de factores:

- El comportamiento tardo-estival de las aguas del Mediterráneo (inercia térmica) suele ser la materia prima esencial. Las temperaturas superficiales del agua alcanzan los valores más elevados del año a finales del verano y principios del otoño. Se establecen mecanismos de transferencia de calor latente y sensible entre la atmósfera y la superficie de las aguas. Se pone de manifiesto la capacidad higrométrica del aire suprayacente, auténtica fuente de alimentación de nubosidad convectiva. Este hecho queda evidenciado con los elevados índices medios de los valores de tensión de vapor medidos en el litoral mediterráneo en septiembre y octubre.
- En ocasiones, la fuerte carga de humedad del aire es la responsable de que las mayores precipitaciones tengan lugar directamente sobre el mar o en la línea de costa. En otras ocasiones, el disparo vertical del aire propiciado por el relieve, acentuado en el litoral mediterráneo, da lugar a precipitaciones orográficas de gran intensidad horaria, sobre todo en el prelitoral y zonas próximas, cuando el aire frío en altura coincide con presencia de aire

1. El milibar (mb) es una unidad de presión que se corresponde con 0,64 mm de mercurio normal (mmHg). Actualmente está en desuso a favor del Hectopascal (hPa). 1mb = 1 hPa

cálido y húmedo en la zona de la troposfera más cercana a la superficie terrestre.

- El desarrollo sucesivo de núcleos convectivos de menor tamaño que convergen en un punto a favor de determinadas condiciones sinópticas, dan lugar a los denominados Sistemas Convectivos de Mesoescala (en adelante SCM), complejo entramado meteorológico, dotado de características específicas y que es, en primera instancia, responsable de los diluvios eventuales descargados en poco espacio de tiempo sobre el área mediterránea peninsular. Estos sistemas suelen presentar grandes dimensiones y desencadenan precipitaciones torrenciales del orden de los 100 mm en 24 h.

En palabras de Houze (1993) podemos decir que «un SCM es una estructura nubosa formada por un conjunto de focos convectivos que aparentemente contribuyen todos a conformar un área de precipitación común del orden de 100 Km o más, al menos en una dirección». Las estructuras tormentosas bien organizadas en latitudes medias y constituidas por un conjunto de focos convectivos de distinto desarrollo se pueden clasificar en:

- Las Líneas de Turbonada (LT), sistemas nubosos de origen convectivo que presentan una estructura lineal.
- Los Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCM), con formas más redondeadas.
- Los Complejos Convectivos de Mesoescala (en adelante CCM), similares a los segundos pero de mayores proporciones y que cumplen los criterios de Maddox (1980).

Los SCM y CCM, se observan en latitudes medias, tropicales y ecuatoriales. Muchos SCM tienen forma circular, elíptica y otros en forma lineal (cuando hay fortísimos vientos a nivel de los Ci[2], como es el caso de SCM americanos de primavera-verano o algunos en nuestras latitudes[3]). El concepto de línea de turbonada (LT) se refiere a una característica forma de línea de tormentas, fácilmente observable en la actualidad gracias a los mosaicos de imágenes ofrecidas por la red de radares meteorológicos.

En los episodios de lluvias intensas con efectos de inundación, los factores atmosféricos y la descarga de los aguaceros torrenciales son sólo una parte del proceso. Otra parte, quizá la más importante en cuanto a daños a la población, es el estado y comportamiento de la cuenca receptora de las precipitaciones, en cuanto a su tamaño, geometría o diseño:

2. Ci: Abreviatura de Cirro, tipo de nube compuesta de hielo y en forma de alargados filamentos blanquecinos. Se sitúan a gran altitud.

3. En el caso de España, el episodio de lluvias torrenciales de octubre de 1982 en el Levante peninsular, causante de la catástrofe de Tous, sentó precedentes en cuanto a la observación e identificación de los Sistemas Convectivos de Mesoescala a través de las imágenes de satélite.

- Cuencas hídricas, compuestas de diversos aparatos fluviales y con orografía compleja acogen en ocasiones riadas de gran envergadura en poco espacio de tiempo. Los cauces, en ocasiones, son incapaces de evacuar con celeridad y acaban desbordándose.
- En otras ocasiones, cuencas muy ramificadas y de gran tamaño convergen en un único punto final, concentrándose ahí el grueso del caudal[4].
- No obstante, en la mayoría de las ocasiones, ocurre que la cuenca se encuentra, si no en su mayor parte, al menos en su desembocadura, urbanizada. La interposición de elementos antrópicos en la salida natural de las ramblas, torrenteras y ríos mediterráneos es la causa principal de las catástrofes asociadas a episodios de lluvias torrenciales.

2. EL EPISODIO DE LLUVIAS TORRENCIALES DEL 21 DE SEPTIEMBRE DE 2007

2.1. *Contexto geográfico*

El ámbito de estudio se localiza fundamentalmente en el litoral y prelitoral de la provincia de Granada, si bien en el análisis del fenómeno meteorológico que nos ocupa abarcaremos un ámbito mayor que se extiende desde la costa malagueña por el interior hasta las comarcas centrales de Granada y Almería.

La zona más afectada por las lluvias torrenciales y posteriores inundaciones se corresponde con el extremo oriental del litoral malagueño y sector occidental de la costa granadina. Se trata de un ámbito de orografía compleja y abrupta, donde la profusa red fluvial de cursos generalmente sinuosos se encaja y desciende hacia el mar a través de profundos barrancos que actúan como rápidos colectores. La montaña prelitoral (Sierras de Almijara, Cázulas y Los Guájares…), agreste y bastante elevada, cae directamente al mar en forma de acantilados, alternados con pequeñas playas y calas, tan solo más desarrolladas en las plataformas de desembocadura de los principales ríos. La vegetación, salvo algunos núcleos forestales, es rala en las sierras, abundando el monte bajo mediterráneo en una zona muy afectada históricamente por los incendios.

En cuanto a las condiciones climáticas, nos encontramos ante un ámbito de clima mediterráneo subtropical, donde la característica fundamental es la elevada temperatura media anual, en torno a los 18 ºC, y el carácter muy templado del invierno, no bajando en la línea de costa de los 11 ºC de media en febrero. Los veranos son calurosos, destacando especialmente los valores térmicos mínimos, cercanos o superiores a los 20 ºC durante varios meses consecutivos. Las precipitaciones rondan los 400 o 500 mm, con máximos anuales otoñales o invernales, y mínimo acusado de verano, correspondiente a la típica sequía estival mediterránea. Las lluvias están asociadas, principalmente, a la llegada de sistemas frontales asociados a borrascas atlánticas que centran su acción

4. Como sucede en el caso de la rambla de Albuñol (Granada)

sobre el Golfo de Cádiz y, en ocasiones, sobre el propio mar de Alborán, afectando a la fachada meridional andaluza. En el caso de los relieves prelitorales, las condiciones climáticas se corresponden con las de un ámbito montañoso mediterráneo, más continentalizado, de ombroclima subhúmedo con valores pluviométricos que, en las cumbres, pueden alcanzar los 1000 mm y temperaturas medias y extremas más bajas, especialmente durante el invierno, momento en que incluso no es extraña la aparición de nieve. El régimen térmico anual de la comarca presenta una característica propia de áreas costeras: la llegada de la temperatura media mensual máxima y mínima en agosto y febrero, respectivamente, como consecuencia del efecto amortiguador y atemperante del mar. Las aguas mediterráneas acusan asimismo una acumulación de calor en los últimos días del verano y primeras semanas del otoño, aumentando sensiblemente la carga de humedad del aire. Estas jornadas bochornosas post-estivales suelen resolverse en fenómenos tormentosos que descargan en ocasiones lluvias torrenciales.

2.2. *Situación sinóptica el 21 de septiembre de 2007*

Los días previos a la tormenta del 21 de septiembre la situación meteorológica estuvo gobernada por las altas presiones, destacando tan solo el paso de una vaguada poco profunda durante los días 16 y 17 rozando el extremo septentrional peninsular de la que un pequeño núcleo queda desgajado y encerrado en el ámbito de las altas presiones, colocándose el día 19 al oeste del cabo de San Vicente, con una atmósfera en capas medias bastante seca.

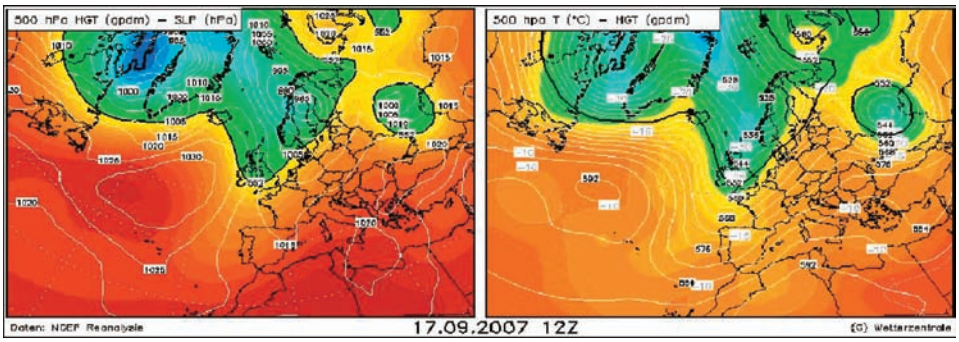
La clave de la formación de las tormentas que descargaron sobre Andalucía desde la tarde del día 20 pero, sobre todo, a partir de la madrugada del día 21 de septiembre, estuvo en el tránsito de esa «gota fría» o Depresión Aislada en Niveles Altos (DANA), del suroeste hacia el sureste peninsular desde las últimas horas del día 20, junto al aporte de vientos de levante, húmedos y cálidos, sobre nuestra latitud los días 20 y 21, todo lo cual propició la formación de fuertes tormentas sobre la costa suroriental y parte del interior oriental andaluz, que el día 21-22 se extendieron hasta Murcia y la Comunidad valenciana.. A continuación, lo vemos con más detalle.

El día 17, la vaguada en altura, asociada a una profunda depresión escandinava, afecta al N y NO de la Península Ibérica, con -15 ºC a 5.500 msnm[5]. Sobre España, en general, la presión no es muy alta, entorno a 1.015 hPa, con dos centros anticiclónicos cercanos, uno al S de Italia, 1.020 hPa, y otro en el Atlántico, al N de las Azores, con 1030 hPa. (Ver fig. 1).

Es entre estos dos anticiclones por donde penetra la vaguada en altura hacia el S y, debido al desplazamiento de la alta de las Azores hacia el E el día 18, parte de la vaguada se rompe y se individualiza frente a Portugal, con una temperatura de -14º/ -15 ºC a 5.500 msnm, mientras que en el resto de la Península las temperaturas son algo más altas a esos niveles, en torno a -12/-13 ºC. En superficie, la baja no tiene

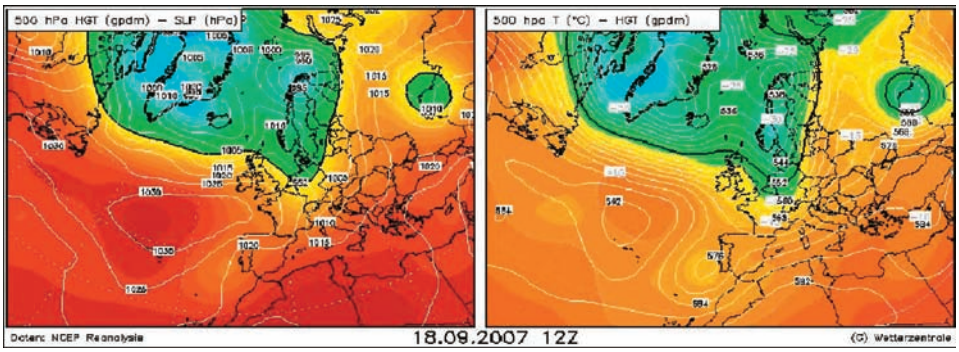
5. msnm: metros sobre el nivel del mar. A unos 5.500 m se corresponden unos 500 mb de presión aproximadamente.

Figura 1. *Situación 12Z*[6] *del día 17/09/2007: Presiones superficiales y Altura Geopotencial a 500 hPa y Temperatura al nivel atmosférico de 500 hPa*



Fuente: www.wetterzentrale.de.

Figura 2. *Situación 12Z del día 18/09/2007: Preiones superficiales y Altura Geopotencial a 500 hPa y Temperatura al nivel atmosférico de 500 hPa*



Fuente: www.wetterzentrale.de

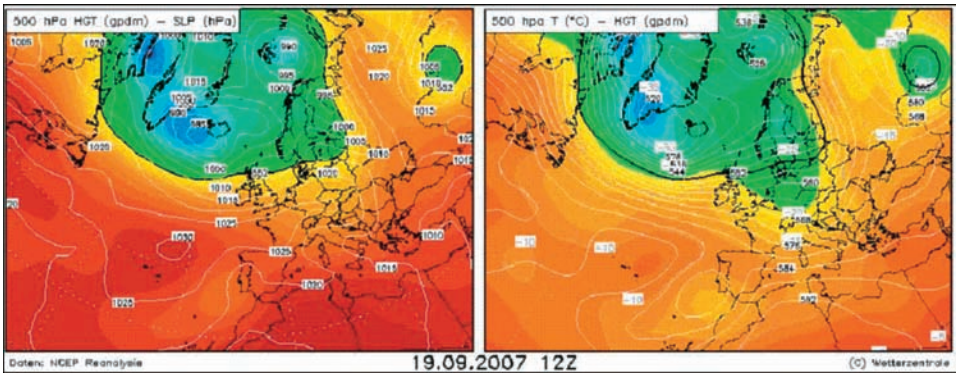
reflejo, y las presiones son algo más altas que el día anterior, en torno a 1.020 hPa, con vientos que, aunque muy débiles, ya empiezan a ser de levante en buena parte del E y S peninsular (Ver figura 2).

El día 19 la situación sigue evolucionando lentamente, con un leve desplazamiento de la DANA hacia el S, posicionándose en el Golfo de Cádiz, con -14/-15 ºC, a la altura de 500 hPa, en su centro, predominando la isoterma de -12 ºC en la Península.

6. 12Z, se refiere a la hora solar, que se correspondería con las 14h UTC, hora local.

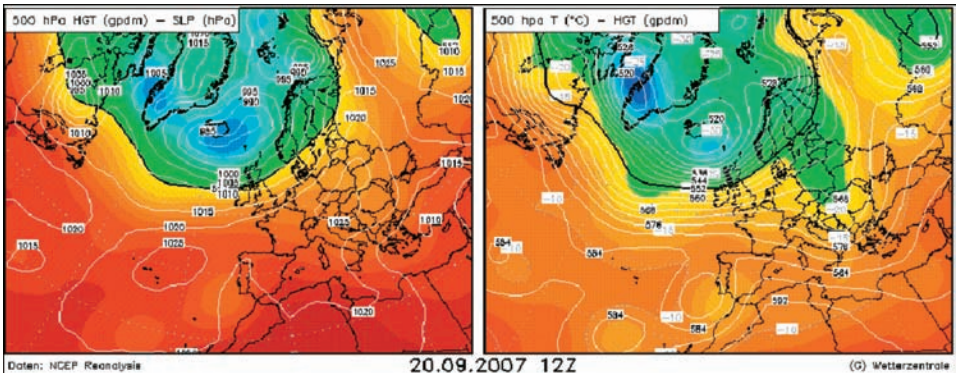
Los vientos en altura siguen siendo cálidos y algo húmedos procedentes del S mientras que, en superficie, sigue la tónica de altas presiones (1.020-1.025 hPa) y vientos algo más marcados de levante que el día anterior, si bien aparece un pequeño reflejo de la baja en altura, con presiones algo menores en el SO que en el resto del país a la misma latitud. A su vez, la posición del embolsamiento frío provoca que siga llegando aire cálido en niveles medios de la atmósfera: a la altura normal de 850 hPa de presión, unos 1.400 msnm, sobre la vertical de Almería entre los días 17 y 19 se registran +16/+18 ºC, con un gradiente térmico de unos 30 ºC entre ese nivel y la altura normal de 500 hPa, unos 5.500 msnm. (Ver figura 3).

Figura 3. *Situación 12Z del día 19/09/2007: Presiones superficiales y Altura Geopotencial a 500 hPa y Temperatura al nivel atmosférico de 500 hPa*



Fuente: www.wetterzentrale.de

Figura 4. *Situación 12Z del día 20/09/2007: Presiones superficiales y Altura Geopotencial a 500 hPa y Temperatura al nivel atmosférico de 500 hPa*



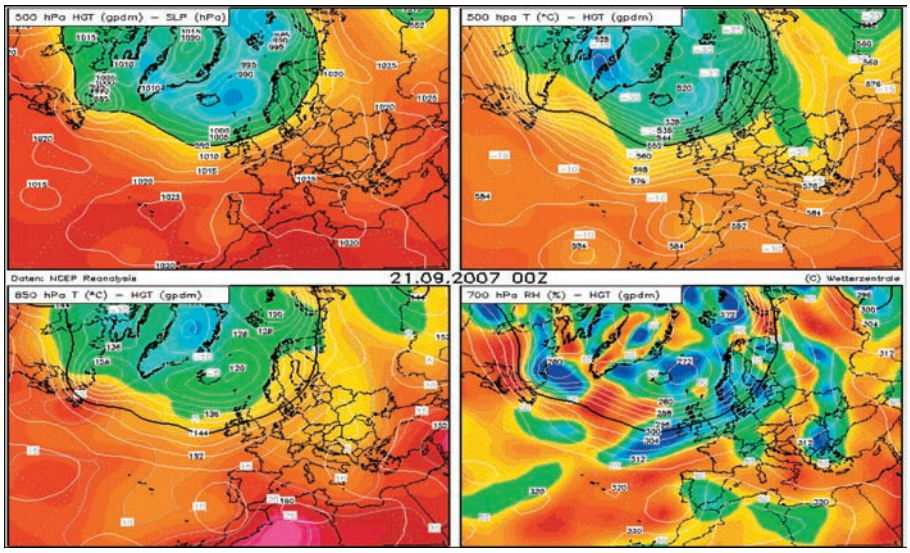
Fuente: www.wetterzentrale.de

El día 20 la situación evoluciona y el embolsamiento de aire frío se mantiene en el Golfo de Cádiz aunque cada vez más cerca del Estrecho de Gibraltar, con vientos en altura que siguen siendo del S, mientras que en superficie la presión es algo más baja para el conjunto del país, entre 1.020 y 1.022 hPa, acentuándose la torsión de las isobaras por el SO, claro reflejo de las bajas presiones en altura, si bien el tiempo sigue siendo predominantemente anticiclónico.

Los vientos de levante se mantienen en superficie, suaves en general, aunque su persistencia hace que ya la masa de aire en niveles medios sobre el S y SE peninsular sea bastante húmeda, con una tasa del 50% a la altura de 700 hPa, unos 3.000 msnm (Ver figura 4).

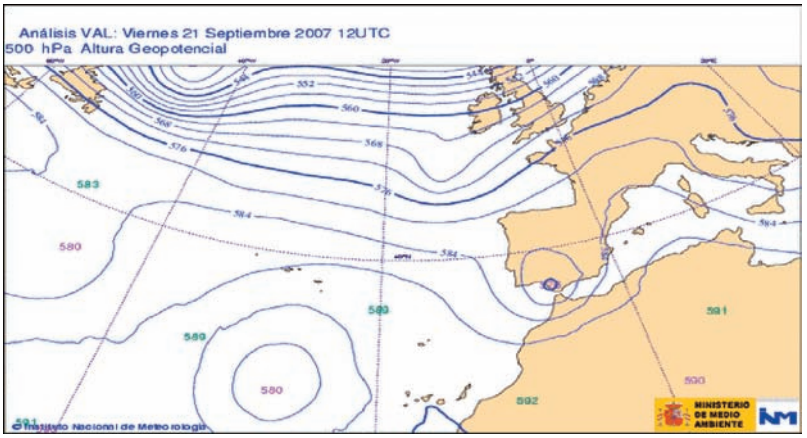
El día 21 de madrugada, mapa de las 00Z, la DANA comienza a cruzar el Estrecho con una temperatura constante de -14/-15 ºC en su centro, y un reflejo ya claro en superficie en cuanto a la presión, con 1.018 hPa en el Golfo de Cádiz, y sobre 1.022 hPa en la mitad oriental peninsular, continuando el régimen de vientos superficiales de levante. En altura (3000 msnm), la humedad ya es muy alta, con valores próximos al 80% en el S y SE, mientras que el movimiento de la DANA contribuye a que la masa de aire cálida que llega desde el S se refuerce, de tal manera que la isoterma a 850 hPa (1.400 msnm) en todo el SE es de +18 ºC y de +20 ºC, con lo que el gradiente térmico va subiendo (Ver figura 5).

Figura 5. *Situación 00Z del día 21/09/2007: Presiones superficiales y Altura Geopotencial a 500 hPa. Temperatura al nivel de 500 hPa; Temperatura a 850 hPa; Humedad al nivel de 700 hPa*



Fuente: www.wetterzentrale.de

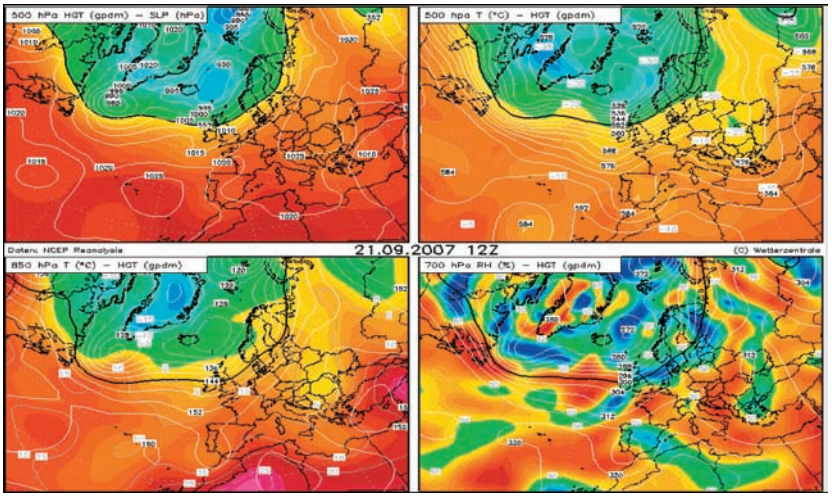
Figura 6. *Mapa de altura correspondiente a las 12h del 21-9-07*



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología (INM).

Hacia las 12 Z del día 21 (ver figura 7), el embolsamiento de aire frío, en su traslación al E, vuelve a englobarse en una vaguada que viaja por el Atlántico Norte y va asociada a las borrascas situadas al sur de Groenlandia y norte de las Islas Bri-

Figura 7. *Situación 12Z del día 21/09/2007: Presiones superficiales y Altura Geopotencial a 500 hPa; Temperatura al nivel de 500 hPa; Temperatura a 850 hPa; Humedad al nivel de 700 hPa*



Fuente: www.wetterzentrale.de

tánicas y que forman el jet polar que a esas alturas de año aún se coloca en latitudes muy norteñas. Es ese movimiento al E de la DANA que va encontrándose con un masa de aire bastante húmeda y más cálida lo que provoca la formación de tormentas importantes durante la mañana.

2.3. *Desarrollo del episodio a mesoescala: génesis del sistema convectivo y precipitaciones torrenciales*

El episodio tiene su origen en la formalización de un Sistema Convectivo de Mesoescala (SCM), asociado a una baja fría en altura, aislada en un primer momento del jet polar (DANA, Depresión Aislada en Niveles Altos) que desde el Golfo de Cádiz fue atravesando el Estrecho hacia el E dando origen a una fuerte inestabilidad de tipo convectivo en el litoral y prelitoral mediterráneo, afectando incluso a zonas del interior. Esta situación dio origen a intensas precipitaciones de hasta 200 mm[7] en pocas horas, para poco a poco ir desplazándose hacia el E inmerso de nuevo en el jet polar, del que se desgajó el embolsamiento en un primer momento y, fruto de esa dinámica, el SCM se convirtió en un Complejo Convectivo de Mesoescala (CCM), de mayores proporciones y con más núcleos activos pero menos intensos y más dispersos, que afectó principalmente a la provincia de Almería y zonas marítimas próximas.

El jueves 20, durante la tarde, se desarrollaron potentes núcleos tormentosos frente a las costas de Andalucía occidental y zonas del interior del cuadrante suroeste. La nubosidad fue desplazándose hacia el E a lo largo de la noche, y atravesando progresivamente el Estrecho de Gibraltar. Durante la madrugada (ver figura 8), se registraron fenómenos tormentosos en el extremo occidental de la Costa del Sol, interior de Cádíz y zonas de Córdoba, con precipitación moderada y abundante aparato eléctrico.

En las primeras horas de la mañana del día 21 se desplaza hacia el E la nubosidad más compacta y se desencadenan tormentas acompañadas de granizo en el litoral malagueño. Sobre las 9h cayó en la ciudad de Marbella (Málaga), una extraordinaria granizada con pedrisco del tamaño de pelotas de golf, causando una treintena de heridos y daños a más de quinientos vehículos[8]. Hasta las 10 h, algunas cantidades de precipitación en las provincias de Cádiz y Málaga son las siguientes: Charco Redondo, 40,6 mm, Pujerra, 35,0 mm, Ojén, 51 mm, El Torcal, 37,0 mm, Partidor de Guadarranque, 50,2 mm, Depuradora de Marbella, 43,7 mm, Coin, 47,0 mm, Emb. de Guadalteba, 51,7 mm, Emb. Conde Guadalhorce, 48,1 mm, Emb. de La Concepcion, 47,9 mm.

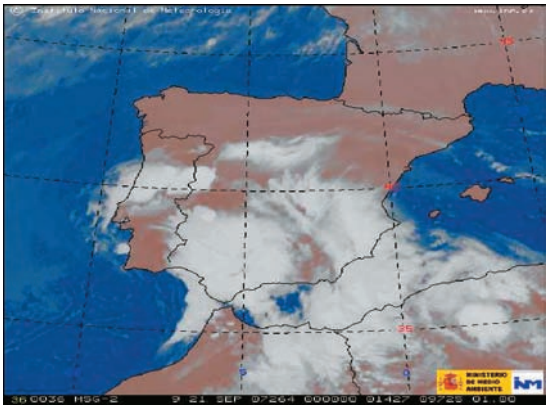
A lo largo de la mañana, los núcleos tormentosos se fueron extendiendo por gran parte de Andalucía Oriental, alcanzando gran desarrollo en la provincia de Granada (ver figura 9), formalizándose un activo SCM que en el transcurso de varias horas descarga de manera persistente[9]. Los raudales de agua y granizo fueron acompañados

7. (mm = litro/metro cuadrado).

8. La excepcional granizada descargó a las 9 h, momento en que los escolares entraban a los colegios, por lo que el número de heridos fue mayor.

9. Los aguaceros, en ocasiones muy fuertes, descargaron entre las 10 y las 16 h distribuyéndose en dos o tres intervalos de lluvia torrencial, uno sobre las 10 h, otro a las 12 h y un tercero y último, el más intenso en el litoral, sobre las 15 h.

Fig. 8. *Imagen del satélite Meteosat correspondiente a las 0h del 21/09/07. Génesis convectiva sobre el SO de la Península*



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología (INM).

de abundante aparato eléctrico y fuertes rachas de viento[10]. Las cantidades de agua oscilaron entre los 50 y 200 mm, destacando los algo más de 190 mm del Valle de Río Verde (Granada), los 180 mm de Nerja (Málaga), 160 mm en Los Guájares y 140 mm en Ítrabo (Granada).

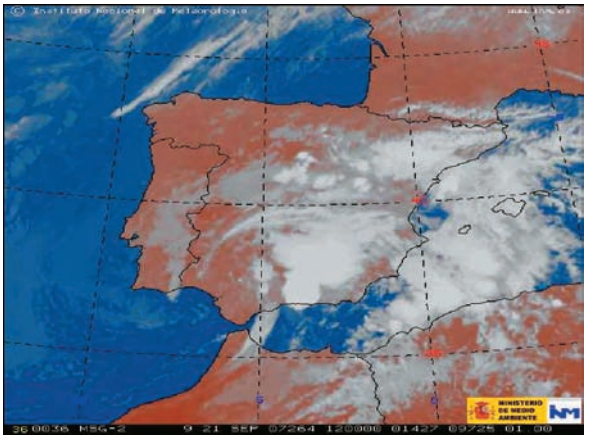
Es sobre todo a partir de las 10h de la mañana cuando la situación inestable adquiere la categoría de SCM frente a las costas de Torrox-Nerja, con una formación tormentosa que se extiende desde su origen hacia el N-NE llegando al centro de la provincia de Granada. Los dos primeros intervalos de lluvia intensa se producen hacia las 11 h y 12.30 h, con aguaceros de notable intensidad horaria. A partir de las 13h las precipitaciones se intensifican aun más en todo al área litoral entre Torrox-Nerja y Almuñécar, penetrando hacia el interior por el entorno de los Acantilados de Maro-Cerro Gordo, deparando enormes cantidades de precipitación en poco espacio de tiempo (fig. 10 y 11).

Al alcanzar los relieves prelitorales de las sierras de Almijara, Cázulas y Los Guájares, se reforzó la actividad tormentosa por el efecto orográfico (foto 2), desencadenándose entonces tremendos aguaceros de gran intensidad horaria. A mediodía, el sistema tormentoso alcanzó zonas interiores, afectando desde esa hora y hasta las 16h a la depresión de Padul-Granada y relieves próximos, llegando incluso a la depresión de Guadix, mientras el núcleo origen de la tormenta se deslizaba lentamente por el litoral hacia el E, perdiendo algo de fuerza.

En la franja horaria desde las 14 h a 15 h, la estación de Cerro Cañuelo registra 45,6 mm, totalizando 123 mm hasta ese momento. Tras una primera hora de lluvia torrencial

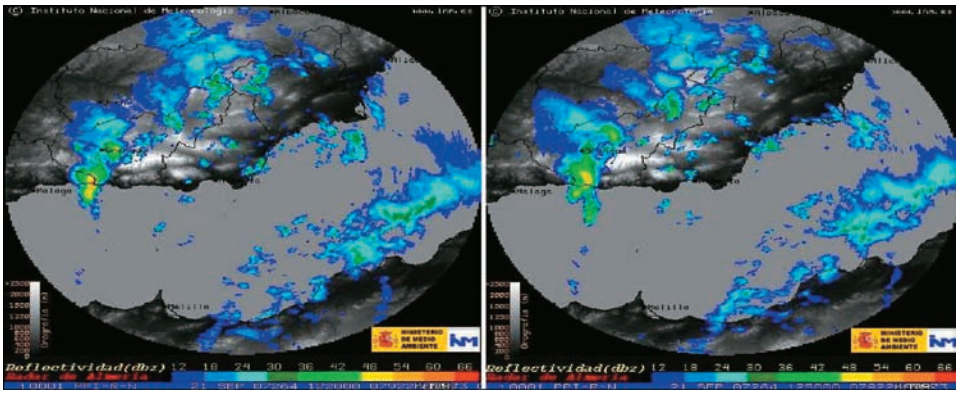
10. En la playa de Salobreña se alcanzaron rachas de hasta 70 km/h.

Fig. 9. *Imagen del satélite Meteosat a las 12h del 21-9-07. Extraordinario desarrollo de núcleos tormentoso entorno a la provincia de Granada*



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología (INM).

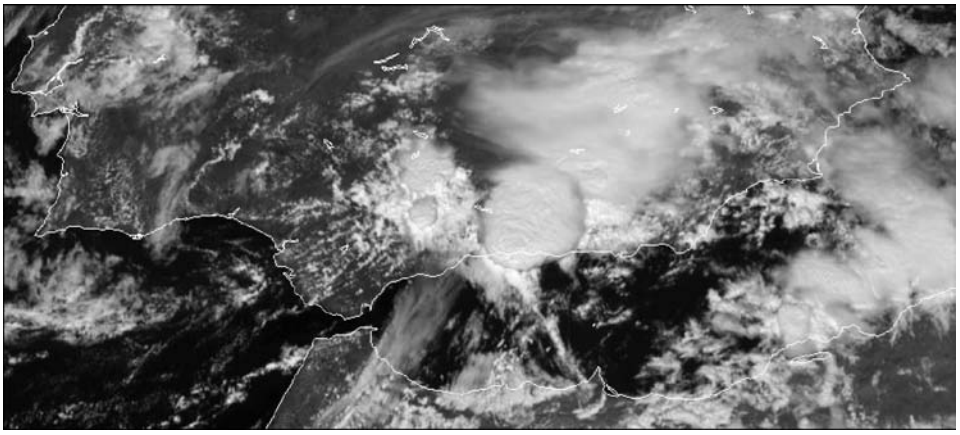
Fig. 10. *Composición de las imágenes del radar de Almería correspondiente al periodo 12.20-12.50Z*



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología (INM).

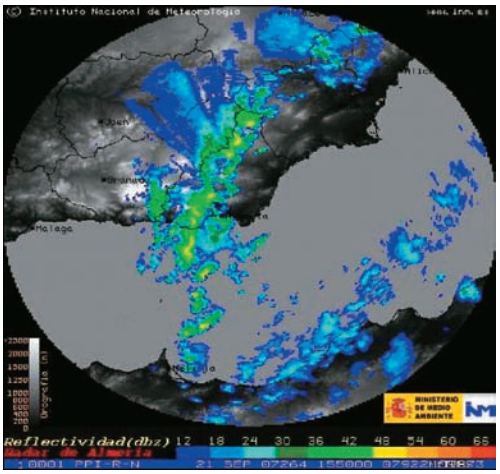
en la zona de Nerja y sierras prelitorales cercanas, hacia las 15 h el núcleo tormentoso empieza a moverse al E con mayor dinamismo. Es el momento en el que Almuñécar recibe mayor precipitación, si bien es aún más determinante para el desencadenamiento de la catástrofe, la crecida que experimentaron los ríos que desde la sierra bajaron muy crecidos, tras haber recibido, y continuar haciéndolo, una ingente cantidad de agua.

Figura 11. *Imagen de satélite de las 12h del día 21/09/07 Aspectodel SCM a modo de gran foco tormentoso*



Fuente: Satélite Meteosat.

Figura 12. *Imagen del radar de Almería correspondiente a las 15.50Z*



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología (INM).

En la imagen de radar de la figura 12, vemos cómo el SCM se traslada por la costa hasta alcanzar Almería afectando a buena parte del interior provincial, a la vez que el sistema alcanza grandes dimensiones longitudinales. El tren tormentoso afecta

desde Melilla hasta el S de la provincia de Albacete casi ininterrumpidamente. En su desplazamiento hacia el E, se aprecia una disminución de la reflectividad en el radar, con valores que no alcanzan ya los 60 dbz[11] como en imágenes anteriores, lo que indica un ligero debilitamiento de la tormenta y de las precipitaciones que la acompañan. Hacia las 16h el SCM empieza a mostrar signos de cambio, con una transición hacia una formación con un mayor número de núcleos tormentosos, pero con espacios entre ellos sin precipitación. Podemos decir que el SCM ha desaparecido al mutar a CCM, diferenciándose del anterior básicamente en su multiplicidad de núcleos convectivos principales, dejando precipitaciones aún intensas pero más irregulares en su distribución geográfica.

2.4. *Efectos territoriales de las lluvias torrenciales*

Los mayores volúmenes de precipitación, más de 190 mm, se registraron en Nerja y en las partes altas de las sierras del prelitoral granadino, sobre todo en la cabecera de Río Verde y en las estribaciones montañosas de Jurite-Chaparral. Como consecuencia de semejantes diluvios se produjo la crecida súbita de ríos, arroyos y barrancos. Resultó espectacular la crecida de los ríos Verde, Seco y Jate en Almuñécar; La Toba en Los Guájares; Saleres, Dúrcal, Torrente, Ízbor, así como numerosos arroyos y barrancos en El Valle de Lecrín; y el Guadalfeo en casi todo su recorrido. En la Vega del Genil experimentaron un fuerte aumento de caudal los ríos Genil, Beiro y Darro a su paso por la capital, el Monachil y el Dílar, a punto de desbordarse en algunos tramos, el Salado en las inmediaciones de Chauchina o Santa Fé, y otros muchos arroyos y acequias. En el caso concreto de río Verde, su caudal pasó desde los escasos 20 cm que llevaba antes de empezar a llover hasta más de metro y medio a las cuatro de la tarde del día 21. A su paso por Otívar y Jete la riada arrasó los márgenes cultivados del río, arrastrando abundante material río abajo camino de la desembocadura (ver cuadro 1).

La confluencia de varios factores explica la catástrofe de Almuñécar: en primer lugar, la gran intensidad horaria de la tormenta (hasta 200 mm/pocas horas), lo que se traduce en una enorme cantidad de agua recogida en poco espacio de tiempo por los pequeños cauces y torrenteras de los relieves prelitorales (ver cuadro 1); en segundo lugar, el carácter semidesnudo de las laderas de estas montañas que caen directamente al mar, con escasa vegetación natural de porte considerable; en tercer lugar, la fuerte pendiente del relieve; en cuarto lugar, la presencia de unos cauces habitualmente secos o con poca agua y frecuentemente invadidos por escombros y deshechos, cundo no completamente obstruidos por la propia vegetación (maleza, cañaverales, etc…); en quinto lugar, el cierre parcial de la salida natural de estos cauces ya sea por la urbanización masiva de la línea de costa por construcciones, ya sea por el estrechamiento notable de las desembocaduras, siempre ocupadas por puentes de escasa altura sobre el nivel del lecho fluvial.

11. Unidad adimensional de la reflectividad del radar que representa la proporción logarítmica de la potencia (en decibelios, o dB) con respecto al factor de la reflectividad del radar, Z.

La crecida de los ríos Seco y Verde en Almuñécar fue espectacular y en pocos minutos se produjo la inundación parcial de la ciudad por desbordamiento de los cauces. Las zonas más afectadas fueron el entorno de la carretera N-340, principal entrada de acceso a la localidad, los barrios de La Carrera y La Chana, los paseos de San Cristóbal y Puerta del Mar. En estos dos últimos casos, los puentes que salvaban la desembocadura de los ríos Seco y Verde, cedieron al empuje de las aguas.

El arrastre de gran cantidad de tierra y arena causó graves daños en las playas. Se inundaron chiringuitos, restaurantes, locales comerciales y decenas de urbanizaciones. Hubo que desalojar algunos edificios, como el hotel Almuñécar Playa al anegarse toda la planta baja y quedar prácticamente bloqueada por el barro la entrada principal del establecimiento. En los barrios de La Carrera y La Chana y en buena parte del centro de la ciudad, las calles se convirtieron en auténticos torrentes desbocados donde el agua arrastró a decenas de vehículos, amontonando unos sobre otros, taponando calles y arrasando los bajos de los edificios (foto 6). Algunos vehículos cayeron al monumental foso del Acueducto Romano de La Carrera (foto 5), que quedó literalmente enterrado bajo varios metros de barro y maleza, otros llegaron al mar y quedaron semienterrados en la orilla (foto 7). La extraordinaria cantidad de agua, barro y cañaveras en las calles y plazas impedía en algunos casos la salida de los vecinos de sus edificios. Decenas de negocios quedaron destrozados y algunos institutos, como el IES Al-Andalus sufrieron graves daños.

La carretera nacional N-340 en el entorno del recinto ferial quedó cubierta por las aguas, permaneciendo incomunicada la comarca de la Costa por carretera con Málaga durante algunas horas. Numerosos vehículos quedaron atrapados en el barro con sus ocupantes dentro y otros muchos tuvieron que detenerse antes de llegar a ese punto, por lo que la circulación se interrumpió en ambos sentidos. También se interrumpió el suministro de agua potable al sufrir graves daños las estaciones de abastecimiento y las canalizaciones. Asimismo gran parte de la ciudad quedó a oscuras.

En La Herradura, la salida desbocada del río Jate partió por la mitad el puente sobre el paseo marítimo, dejando incomunicada la localidad con la zona de Cerro Gordo. Se inundaron los jardines y bajos de numerosas urbanizaciones y parte de la playa quedó destrozada. Hasta la orilla llegó arrastrado por el agua gran cantidad de maleza e incluso árboles enteros arrancados de raíz río arriba. Algunas embarcaciones fueron llevadas desde la arena hasta el mar, formando un delta junto a la tierra, troncos y cañaveras arrastradas.

En otros relieves prelitorales, como las sierras de Bodíjar, Jurite, Chaparral o Guájares, los raudales de agua también provocaron una fuerte crecida de los cauces hídricos. La rambla de Molvízar alcanzó un caudal considerable, arrastrando mobiliario urbano y causando graves daños en la carretera de acceso a Ítrabo y Molvízar. En Los Guájares experimentó una súbita crecida el arroyo de La Toba. En Guájar Alto fueron arrastrados por la corriente algunos vehículos, se anegaron viviendas y se interrumpió el suministro eléctrico y telefónico.

La red de caminos rurales y los accesos a las poblaciones sufrieron graves desperfectos, así como decenas de hectáreas de cultivos, destrozados sobre todo por el granizo que en estas zonas alcanzó un considerable tamaño. El río Guadalfeo, hasta donde van

Cuadro 1. *Estimación de caudales máximos para una precipitación aproximada de 180 mm*

CUENCA	*SUPERFICIE (km²)*	*CAUDAL (m³/seg)*
RÍO VERDE	101,93	669
RÍO JATE	25,68	234
RÍO SECO	21,5	90

Fuente: Germán Ríos, ingeniero jefe. Agencia Andaluza del Agua. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Elaboración a partir del método de racional expuesto en la instrucción 5.2 ICE de drenaje superficial de la Dirección General de Carreteras.

a parar las aguas del río de La Toba y La rambla de Molvízar, conoció a media tarde una espectacular crecida, la mayor en varios años. En Salobreña se inundó la parte baja del pueblo y también hubo algunas inundaciones en Motril y anejos próximos.

2.4.1. Incidencia de las lluvias torrenciales en otras comarcas

En la comarca del Valle de Lecrín los daños fueron muy importantes, sobre todo en los márgenes de los ríos Saleres o Albuñuelas, Dúrcal, Torrente e Ízbor. Todos ellos experimentaron fuertes ascensos de caudal que arrasaron numerosas fincas. Además, hubo destrozos en la red de caminos de toda la zona. En Padul, el desbordamiento de las ramblas que cruzan el municipio, inundó campos y parte del casco urbano, obligando al desalojo de algunos vecinos y anegando bajos y comercios.

El arroyo de La Laguna creció considerablemente y la fuerza del agua causó daños en el municipio de Villamena, en los alrededores de Cozvíjar. Quedaron dañados caminos rurales y los accesos a cortijos y fincas. El violento aguacero provocó desprendimientos de tierra en la carretera N-323 Bailén-Motril, a la altura de Ízbor, quedando interrumpido el tráfico en ese punto varias horas[12].

De igual modo, las lluvias intensas descargaron en la depresión de Granada y zonas próximas, causando estragos. La red de desagües y alcantarillado del área metropolitana de Granada, no soportó el aguacero. Se anegaron viviendas, cocheras y comercios en localidades como Otura, Alhendín, Gójar, Huétor-Vega y Armilla. Las inundaciones en La Zubia se debieron al desbordamiento del arroyo Carvales, mientras que en Cájar y el Barrio de Monachil, el Malacabí, en su desagüe de La Cañá y La Calleja, anegó calles y viviendas. El río Monachil alcanzó un considerable caudal y el Dílar a punto estuvo de desbordarse en la vega. En algunas calles reventaron las canalizaciones y en los accesos y rotondas de entrada y salida de la A-395 y A-44 se formaron grandes balsas de agua, obligando al corte de la circulación en algunos momentos.

12. Este punto de la antigua carretera N. 323 ha sido un lugar habitual de fuertes deslizamientos de tierra. Durante el lluvioso invierno de 1996-97 la vía quedó cortada por completo durante varias semanas.

En la capital la descarga de la tormenta provocó numerosas incidencias y los bomberos tuvieron que realizar cientos de salidas, con inundaciones en numerosos puntos. La autovía A-92 quedó cortada al tráfico a la altura de Santa Fe al acumularse gran cantidad de agua en la calzada quedando completamente inundada debido al desbordamiento del arroyo Salado. Hubo que romper la mediana de la autovía para permitir el flujo natural del agua en búsqueda de su salida al río Genil. El mismo río Salado provocó inundaciones en Chauchina, antes de su paso por el pueblo.

En la comarca del Temple, hubo inundaciones en La Malahá y en Jayena se desbordaron los ríos Grande y Granada, dañando la carretera de acceso al pueblo. Igual sucedió en Fornes y zonas próximas, con daños en fincas y caminos. En la zona de Los Montes hubo daños en Iznalloz, sobre todo en la carretera de acceso. En la Hoya de Guadix el aguacero fue más breve pero descargó gran cantidad de agua, causando la inundación de buena parte del centro de la ciudad accitana, provocando daños en el centro de salud y experimentando una fuerte crecida del río Verde. En Baza, la tormenta causó inundaciones en los accesos al hospital comarcal y en el barrio de las cuevas.

2.5. *Resumen de daños en Almuñécar y zonas próximas. Medidas de ayuda*

Los graves daños ocasionados en la localidad de Almuñécar trascendieron el impacto inicial causado por la tormenta, permaneciendo durante semanas los rastros de la catástrofe. Los servicios de limpieza no daban abasto para retirar las grandes

Cuadro 2. *Evaluación de pérdidas en los municipios costeros afectados por las lluvias*

Municipio	*Daños*
ALMUÑÉCAR	Más de 2400 damnificados 1300 vehículos perdidos 480 fincas destrozadas 290 cocheras anegadas (el 80% con vehículos en su interior) 60 comunidades de vecinos anegadas 90 establecimientos comerciales afectados
OTÍVAR	300 fincas dañadas 23 viviendas afectadas 2 locales comerciales afectados
JETE	200 fincas afectadas
LENTEGÍ	Daños en 3 has de aguacates, 5,2 has de nísperos, 6 de olivar y más 92000 euros de pérdidas en otros frutales.
ÍTRABO	100 fincas dañadas 4 viviendas dañadas en su estructura

Fuente: Diario «IDEAL» de 29/10/2007.

Cuadro 3. *Primeras ayudas aprobadas para paliar los efectos de las inundaciones*

Sector	*Partidas (en euros)*
MEDIO AMBIENTE (aguas y servicios)	18 millones para obras de abastecimiento y depuración
AGRICULTURA	7,3 millones. Previstas 70 actuaciones para arreglar caminos rurales y acequias.
INFRAESTRUCTURAS	1104000 euros para el puente de río Verde, 200000 euros para la reconstrucción del puente de río Seco y 690000 euros para el de río Jate, rotos todos con la riada.
OBRAS PÚBLICAS	2,8 millones para rehabilitación de viviendas en los barrios de La Paloma, La Carrera, Nª Sª de Arjona y Los Marinos.
EDUCACIÓN	181000 euros para la reconstrucción de los institutos Al-Andalus, Puerta del Mar y colegio San Miguel.
CULTURA	150 000 euros para las obras de limpieza de la Necrópolis de Puente de Noy, el Acueducto Romano de La Carrera y el Parque del Majuelo.

Fuente: Junta de Andalucía. Diario «IDEAL» de 07/10/2007.

cantidades de barro acumulado. El ambiente, con gran cantidad de polvo en suspensión, se hizo irrespirable y numerosos vecinos tuvieron que salir a la calle provistos de mascarillas.

Se celebró con urgencia un pleno extraordinario del Ayuntamiento con el fin de solicitar un Decreto de Emergencia, actual mecanismo administrativo más adecuado para declarar los daños ocasionados, las pérdidas sufridas y las ayudas que se precisan desde instancias gubernamentales tras una catástrofe de tal envergadura. Tres días después de la tragedia, se produjo la visita de las consejeras de gobernación y justicia de la Junta y, más de dos semanas después, acudió a visitar las zonas afectadas el presidente Manuel Chaves. El balance de daños se elevó a varios millones de euros en infraestructuras hídricas, según Aguas y Servicios, y en equipamientos, mobiliario urbano, edificios, viviendas, etc. En el campo, COAG elevó las pérdidas a unos 23 millones de euros en el conjunto de la Costa y Valle de Lecrín. En gran parte del Valle del Río Verde, se perdió el 100% de la cosecha de subtropicales (ver cuadro 2).

Además de esta evaluación de daños, se pudieron estimar también las pérdidas sufridas por el sector hostelero. El mes de septiembre es propicio para la llegada a la ciudad de Almuñécar de turistas que encuentran en esta época mayor tranquilidad que en el albor estival. El día de la tormenta, los hoteles presentaban una buena ocupación y, tras la riada, algunos tuvieron que ser desalojados y cerrados temporalmente,

como ocurrió con el Almuñécar Playa, anegado en toda su planta baja por las aguas desbocadas de río Seco[13].

2.6. *Algunas claves de la catástrofe*

- La ocupación masiva de la llanura de inundación y las desembocaduras naturales de los ríos (foto 1) fue la causa principal de las graves inundaciones de Almuñécar. El estrechamiento de los cauces, sobre todo, en sus últimos tramos de salida al mar a la altura de los paseos marítimos, y la urbanización en torno a los márgenes fluviales determinó, en unos casos, la destrucción de infraestructuras de comunicación y graves destrozos en las playas y, en otros, la inundación completa del casco urbano. La disposición en cuesta de gran parte de la ciudad vieja propició la acumulación de grandes cantidades de agua en la zona más baja y llana, que se corresponde con el centro urbano y de servicios, área comercial y más populosa. Los barrios de La Carrera y La Chana recibieron aportes desde las partes altas de la ciudad y desde el cauce del río Seco mientras que el río Verde causó estragos en su desembocadura, afectando a las construcciones aledañas.
- Los estrechos cauces fluviales, encerrados entre las construcciones levantadas en sus márgenes y aun incluso desviados de su recorrido original, terminaron desbordados (fotos 3 y 4). Al desbordarse el cauce del río Seco se inundaron los polígonos industriales adyacentes. La fuerza del agua derribó uno a uno los muros que fue encontrando a su paso hasta entrar con fuerza en las urbanizaciones, y las calles se convirtieron en auténticos torrentes con gran capacidad de arrastre. El asfaltado y la ligera pendiente hicieron el resto para que el agua arramblara con vehículos y mobiliario urbano.
- La excesiva confianza que transmite un cauce habitualmente seco propicia el estacionamiento de vehículos en el propio lecho fluvial e incluso el uso del río a modo de camino o pista. La crecida súbita del caudal arrastró hasta el mar a vehículos que estaban aparcados. Sin embargo, no es posible explicar este comportamiento en una zona frecuentemente afectada por tormentas intensas —sobre todo al final del verano—, y que ha conocido recientes crecidas de estos ríos, aunque no con consecuencias tan funestas.
- La existencia de cauces con elevado riesgo de avenidas de posibles efectos catastróficos, no fue suficientemente atendida por las diferentes administraciones. De hecho, la Junta no incluyó a la zona de Almuñécar como prioritaria en las intervenciones para evitar posibles inundaciones. En el Plan de Prevención contra Avenidas e Inundaciones en cauces urbanos de 2002, de la Consejería de Obras Públicas, con financiación de la Junta, Gobierno y ayuntamientos,

13. Además, algunas playas como la de Puerta del Mar tuvieron que cerrarse al baño por seguridad al producirse vertidos de aguas residuales. Todo el litoral presentó durante días un aspecto dantesco, con las orillas cubiertas de maleza y cañaveras arrastradas por las corrientes.

Cuadro 4. *Cantidades de precipitación (en mm) registradas el 21 de septiembre de 2007*

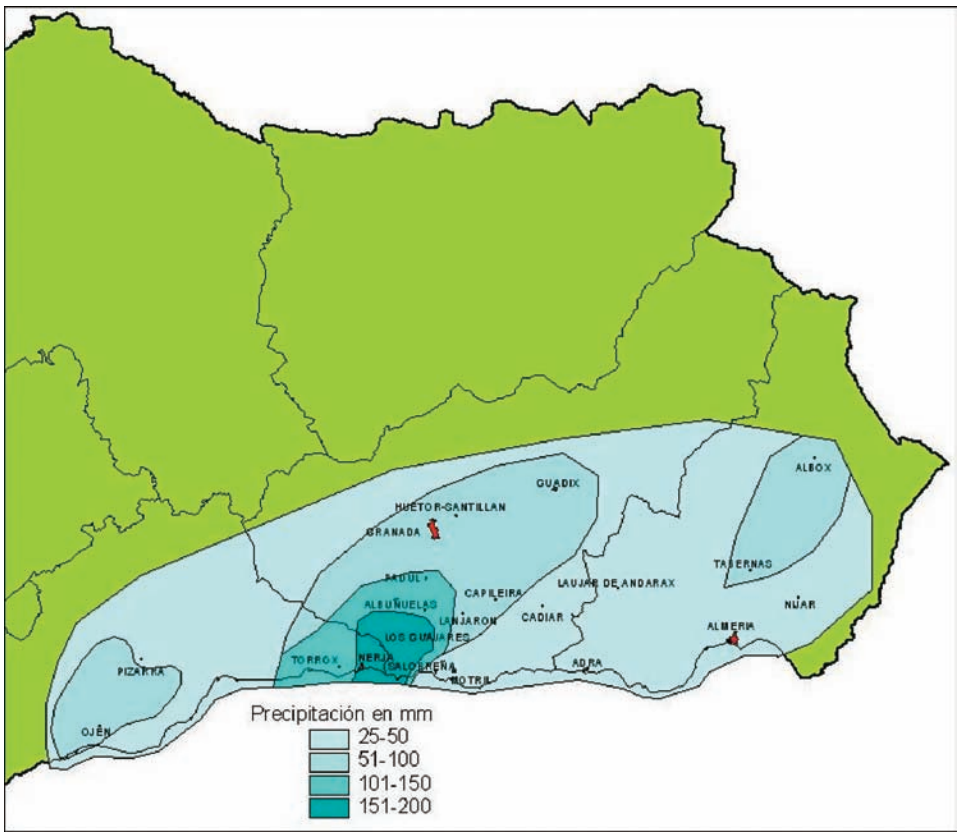
Estación	*Precipitación*	*Estación*	*Precipitación*
RÍO VERDE (Granada)	197	GUADIX	55,8
NERJA (Málaga)	188	EL VALLE-Lecrín (Granada)	53,6
LOS GUÁJARES (Granada)	160	OJÉN (Málaga)	52,3
CÁZULAS (Granada)	136	CAPILEIRA (Granada)	52
CERRO CAÑUELO (Granada)	127	LA CONCEPCIÓN (Málaga)	49,1
TORROX (Málaga)	126	LANJARÓN (Granada)	47
ALBUÑUELAS (Granada)	121	CALAR ALTO (Almería)	43,8
LA CABRA (Granada)	114	PIZARRA (Málaga)	43
TORROX (Málaga)	113,4	CÁDIAR (GRÁNADA)	42,4
PADUL (Granada)	106	ALMERÍA	42,4
PADUL (Granada)	88	HUÉRCAL-OVERA (Almería)	39,6
GRANADA-Lancha del Genil	74	NÍJAR (Almería)	37
ALBOX (Almería)	73,5	ADRA (Almería)	37
EMBALSE DE BÉZNAR (Gr.)	73,3	FIÑANA (Almería)	37
BASE AÉREA ARMILLA (Granada)	69,3	SALOBREÑA (Granada)	35,8
E. GUADALTEBA (Málaga)	65,9	LAUJAR DE ANDARAX (Almería)	34,3
GRANADA (*)	64	NÍJAR (Almería)	32,2
H. SANTILLÁN (Granada)	61,4	J. MARQUESADO (Granada)	29,8
LANJARÓN (Granada)	61,3	LA MOJONERA (Almería)	28,2
EMB. C. DEL GUADALHORCE (Málaga)	60,8	CUEVAS DE ALMANZORA (Almería)	28,2
TABERNAS (Almería)	60	IZNALLOZ (Granada)	28,0
C. DE LA ENCANTADA	57,9	MOTRIL (Granada)	25,1

FUENTES: Instituto Macional Meteorología, Consejería de Medio Ambiente, Confederación Hidrográfica del Sur, Emasagra y datos particulares.

se estimaba un riesgo elevado de nivel B en la cuenca del río Verde, aunque tan sólo se adjudicaba un riesgo medio, nivel C, al río Seco y bajo, nivel D, al río Jate, desbordados ambos durante la tormenta del 21 de septiembre.

- De igual modo, en este episodio de Almuñécar se apreció una discutible capacidad de respuesta. Aunque de cara a recibir ayudas económicas, los Decretos de Emergencia se solicitaron con relativa celeridad, lo cierto es que algunos representantes políticos tardaron hasta dos semanas en acudir a visitar las zonas afectadas. Asimismo, las tareas de limpieza de calles y edificios las llevaron

Figura 13. *Mapa de isoyetas. Precipitación recogida el día 21/09/2008*



Fuente: Elaboración propia.

a cabo los servicios municipales y los propios vecinos, sin actuación alguna de la Unidad Militar de Emergencias dependiente del Ministerio de Defensa, que sí actuó en cambio en las inundaciones de la Comunidad Valenciana de mediados de octubre.

Varias estaciones batieron su récord de precipitación máxima diaria para el mes de septiembre y, de entre las principales, destaca la Base Aérea de Armilla, que registró 69,3 litros, pulverizando el registro máximo anterior, que era de 48 litros medidos el 3 de septiembre de 1963, y no sólo eso, sino que la efeméride del 21 de septiembre se convierte en la mayor precipitación recogida en esta estación desde que en ella se toman datos, hace más de 60 años.

3. CONCLUSIONES

El episodio de lluvias torrenciales de septiembre de 2007 demostró el carácter extraordinariamente irregular del clima del litoral mediterráneo. En pocas horas descargó una cantidad de agua similar a la mitad de lo que suele llover en un año. Como consecuencia de esta gran intensidad horaria los cauces crecieron de forma súbita, desbordándose en algunos puntos y provocando inundaciones.

Pero más allá de los elementos naturales que explican lo sucedido, este triste episodio puso de manifiesto una vez más la deficiente ordenación de las poblaciones asentadas en la costa. Almuñécar, como sucede en todo el arco mediterráneo, es claro ejemplo de la urbanización desmedida en el entorno de la desembocadura natural de dos cauces fluviales. Lo que en un pasado eran marjales cultivados con frutales, ahora son urbanizaciones de varias alturas, rodeadas de calles asfaltadas y numerosas construcciones que, a modo de presas, intensificaron los efectos de la riada.

El carácter esporádico de este tipo de sucesos hace que en numerosas ocasiones resulte difícil concienciar a la población de los riesgos que conlleva sobrepasar los límites de las áreas inundables. En una sociedad donde se ha logrado un alto nivel de conocimiento acerca del medio natural y sus procesos ocurre en realidad que la llamada cultura territorial, aquélla que respeta y se adapta al medio haciendo uso de los recursos y conociendo su comportamiento natural, en los últimos tiempos ha quebrado, debido en buena medida a la irresponsabilidad de las administraciones, sobre todo municipales, gobernadas en numerosos lugares por la corrupción y las prácticas urbanísticas en general poco acordes con el respeto al entorno.

Foto 1. *Imagen de la playa de San Cristóbal, previa a la riada de septiembre de 2007. Se observa la fuerte urbanización, destacando la construcción de un gran hotel en la desembocadura del Río Seco*

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente.

Foto 2. *21/09/07. Imagen tomada desde la playa de Salobreña. Cumulonimbo en forma de arco (Cb arcus) entrando por la costa, formando una supercélula que descarga violentas precipitaciones sobre Almuñécar*

Fuente: Pedro C. Fernández Sanz - www.cazatormentas.net

Foto 3. *21/09/07. Desembocadura del río Verde. Las aguas desbocadas arrasaron la parte baja de los edificios y partieron por la mitad el puente del paseo marítimo*

Fuente: www.ideal.es.

Foto 4. *21/09/07. Desembocadura del río Seco. En el muro de la izquierda, desplomado poco después, se observa la marca de la altura alcanzada por el agua*

Fuente: www.ideal.es.

Foto 5. *21/09/07. El Acueducto de La Carrera en Almuñécar completamente cubierto por las aguas. Varios vehículos fueron arrastrados hasta el interior del foso monumental*

Fuente: www.ideal.es.

Foto 6. *22/09/07. La fuerza del agua amontonó unos vehículos sobre otros y arrastró por las calles mobiliario urbano y gran cantidad de maleza*

Fuente: Daniel Villacreces Bascuñana.

Foto 7. *22/09/07. Algunos vehículos fueron arrastrados hasta la orilla del mar*

Fuente: Daniel Villacreces Bascuñana.

4. BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

CAPEL MOLINA, J. J. (1981): *Los Climas de España*. Colección Ciencias Geográficas. Barcelona.

—, (1987): «El Clima de Andalucía» en Geografía de Andalucía. Ed. Tartessos. Vol. II.

CASTILLO REQUENA, J. M. (1989): *El Clima de Andalucía*. Instituto de Estudios Almerienses y Diputación Provincia de Almería.

DÍAZ DEL OLMO, F. (1987): «El Relieve de Andalucía» en Geografía de Andalucía. Ed. Tartessos. Vol. II.

FRONTANA GONZÁLEZ, J. (1984): *El Clima de la Costa del Sol granadina*. Universidad de Granada.

—, (2002): *Agua y Territorio. Recursos y usos compartidos en Andalucía y en la costa de Granada.* Universidad de Granada. Instituto de Desarrollo Regional.

MANCEBO ATIENZA, D. (2005): «Inundaciones del 14 de noviembre de 1989 en Málaga». *Revista del Aficionado a la Meteorología (RAM)*. N.º 28.

MARTÍN LEÓN, F: «Las Gotas Frías/DANAS. Ideas y conceptos básicos». Servicio de Técnicas de Análisis de Predicción del Instituto Nacional de Meteorología. Ministerio de Medio Ambiente.

OLCINA, J. (1994): *Riesgos climáticos en la Península Ibérica*. Madrid.

PITA LÓPEZ, M.ª F. (1990): *Riesgos Hídricos en Andalucía: sequías e inundaciones.*

VV AA (1999): *Las unidades de paisaje en la provincia de Granada*. Diputación Provincial de Granada. Área de Cooperación Local.

RIVERA, A., jefe del Área de Predicción del Instituto Nacional de Meteorología (2002): «Las situaciones de lluvias torrenciales en el área mediterránea española y el plan PREVIMET». *Revista del Aficionado a la Meteorología*. N.º 6.

Diputación de Granada (2007): *Atlas de los Riesgos Naturales de la provincia de Granada*.

Hemeroteca diarios IDEAL y Granada Hoy: 22-9-07, 23-9-07, 24-9-07, 25-9-07, 26-9-07, 27-9-07, 28-9-07, 29-9-07, 30-9-07, 2-10-07, 3-10-07, 8-10-07, 9-10-07, 23-10-07, 24-10-07, 29-10-07

Imágenes de satélite y mapas de altura y superficie procedentes del Instituto Nacional de Meteorología (INM)

Fuentes digitales:
www.inm.es
www.ogimet.com
www.cazatormentas.com
www.eumetsat.int
www.sat24.com
www.wetter-zentrale.de