

ALGUNAS CONCLUSIONES FUNDAMENTALES SOBRE LA SITUACIÓN DE NEVADAS HISTÓRICAS EN ANDALUCÍA ORIENTAL EL 27 DE ENERO DE 2007.

Jesús Riesco Martín⁽¹⁾, Pablo Aguayo Maldonado⁽²⁾, Fausto Polvorinos Pascual⁽³⁾

⁽¹⁾AEMET, C/ Demóstenes, 2. Málaga 29010. España, jesus@inm.es

⁽²⁾AEMET, C/ Demóstenes, 2. Málaga 29010. España, aguayo@inm.es

⁽³⁾AEMET, C/ Demóstenes, 2. Málaga 29010. España, faustop@inm.es

1. Introducción

El día 27 de Enero de 2007 se registró una nevada copiosísima, de carácter excepcional en algunas zonas del interior de la parte más oriental de Andalucía, que afectó especialmente a la zona norte de las provincias de Almería y Granada, y este de Jaén. En este documento se intentan poner de manifiesto las características básicas de los episodios típicos de nevada con flujos marítimos inestables Andalucía Oriental, tanto desde el punto de vista predictivo como a partir de los indicadores fundamentales en la vigilancia operativa. Por otra parte se pretende realizar un balance de la distribución espacial de la nevada, estudiando además su carácter extraordinario en cuanto a cantidad de nieve caída se refiere.

El elemento precursor, desencadenante del episodio de la gran nevada del sábado día 27 de Enero de 2006, no es otro que el descuelgue de una baja retrógrada en niveles altos, que cruza la península de Nordeste a Suroeste durante el jueves 25 de Enero, produciendo una advección térmica muy fría, con descenso moderado de temperaturas. En las capitales jiennense y granadina no se superaron los 5 °C. Especialmente al paso de un sistema frontal, se registraron nevadas de intensidad moderada afectando a una zona bastante extensa. La cota de nieve fue muy baja, llegando a nevar hasta en Andujar (Jaén), a unos 200 metros de altitud.

En la siguiente figura se aprecia el paso del frente, así como una invasión gélida en 850 hPa, en la que se comprueba que toda Andalucía está encerrada a ese nivel isobárico, entre las isotermas de 0 y - 4 °C. La depresión tiene reflejo por delante en superficie, con una zona de bajas presiones con centro de 1008 hPa, sin flujo marítimo significativo en las capas inferiores de la troposfera. Esta situación caracterizada por la presencia de la perturbación en altura situada en el sur de la península, fue la nota dominante durante el final del día 25, y también de los días consecutivos.

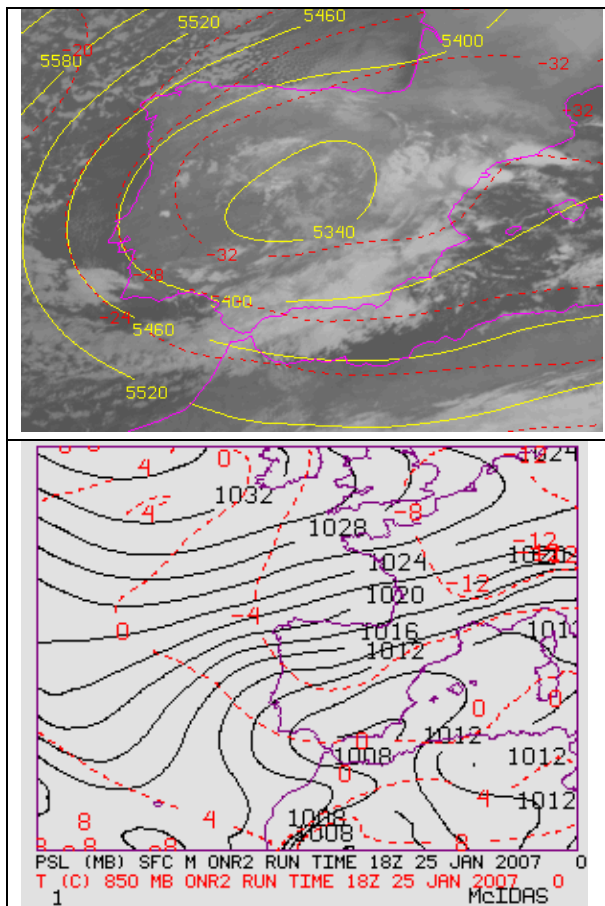


Fig. 1.- Arriba se observa el paso frontal en la imagen Infrarroja 10.8 de MSG, sobre el análisis básico en 500 hPa. Abajo se muestra un análisis del modelo Hirlam, de presión en superficie y temperatura en 850 hPa, a las 18 Z del día 25 de Enero de 2007.

2. Análisis meteorológico mesoescalar

Pero es el viernes 26 por la tarde, cuando comienza a “enroscarse” la banda nubosa delantera asociada a la perturbación, denotando un giro del viento, que comienza a adveccionar una masa de aire ya procedente del mar. Poco a poco el flujo cada vez va siendo más favorable de cara a la generación de precipitaciones. A las 0 Z del sábado 27, se observa perfectamente una entrada inestable, con una circulación intensa y húmeda en capas bajas. Los modelos numéricos ya presagiaban desde el día anterior, la eficiencia precipitante que realmente tuvo lugar durante el sábado 27.

En la siguiente imagen se presenta el perfil de viento VAD estimado por el radar de Almería, en el que se aprecia nítidamente el giro del viento al Este en niveles bajos, en primer lugar por encima de 2000 metros, y posteriormente a lo largo del día 27, ya en toda la vertical.

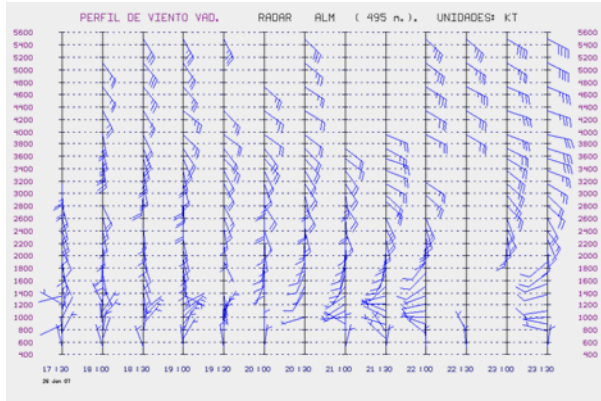


Fig. 2.- Perfil de viento VAD del radar de Almería.
26 de Enero de 17:30 a 23:30 Z.

Ya en la madrugada del sábado, se aprecia a partir de las imágenes de satélite, que la banda nubosa se encuentra posicionada de manera favorable para ocasionar precipitaciones en la parte oriental de Andalucía. Este flujo del este es corroborado por la presencia de un viento intenso del este en la topografía de 850 hPa.

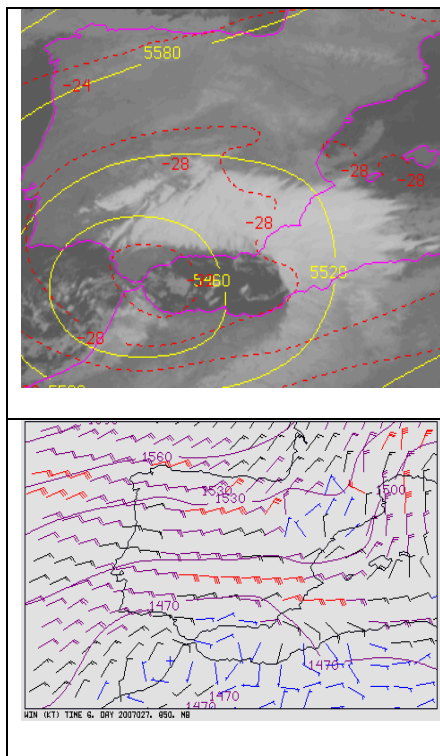


Fig. 3.- Banda nubosa en el canal de MSG IR 10.8, y flujo intenso en 850 hPa durante la madrugada del día 27.

Además de los ingredientes anteriores, se disponía de una masa de aire muy fría tanto en capas bajas como en capas altas, que fluía de este a oeste sobre una superficie marina relativamente cálida, a unos 15 °C aproximadamente. Por tanto sobre el mar existía un gradiente térmico vertical muy acusado en capas bajas, al existir valores térmicos negativos en 850 hPa en nuestra zona de estudio. Ello lógicamente indica una inestabilidad térmica muy destacable en los niveles inferiores, a lo que se unía la saturación de la masa de aire en capas bajas. Como referencia en superficie, la capital granadina tuvo una mínima de -1,4 °C.

En resumidas cuentas, se disponía durante el día 27, de una masa de aire fría y saturada, muy inestable en capas bajas, con circulación del este, intensa, persistente y acoplada en todos los niveles troposféricos. Este flujo incidía sobre zonas montañosas del este de Andalucía, con el consiguiente ascenso forzado. En el sondeo de Murcia, se aprecian las características de dicha masa fría, con valores no elevados de los índices clásicos de inestabilidad salvo el TT, pero que generó precipitaciones moderadas y persistentes, localmente fuertes.

El máximo de viento a las 0 Z en capas bajas, se encuentra a unos 1800 metros, y es del Este con una intensidad de 41 KT. A pesar de que la cantidad de vapor de agua disponible en las masas frías no suele ser muy elevado, tal y como atestigua por ejemplo, el valor de temperatura en 925 hPa que se quedó entre 0 y 2 °C. El flujo persistente e intenso con valores muy altos de q.v, es el responsable bien conocido de este tipo de precipitaciones de inestabilidad manifiesta en capas bajas, pero sin CAPE y sin apenas rayos. El valor de agua precipitable es prácticamente el máximo que podría contener esa masa en su vertical, debido a su saturación. La tropopausa estaba bastante baja, y no había una clara conexión entre la inestabilidad en capas bajas y el frío existente en niveles medios.

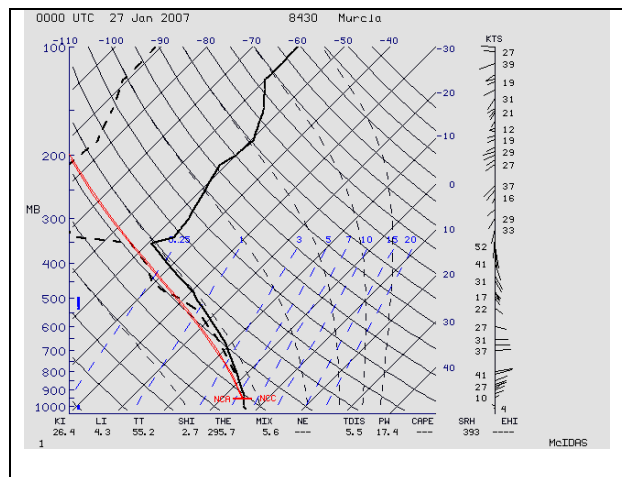


Fig. 4.- Sondeo de Murcia a 0 Z

El índice MDI, válido para caracterizar la inestabilidad termodinámica de una masa de aire sobre el mar, mostraba valores muy elevados (superiores a 6), denotando claramente un peligro latente.

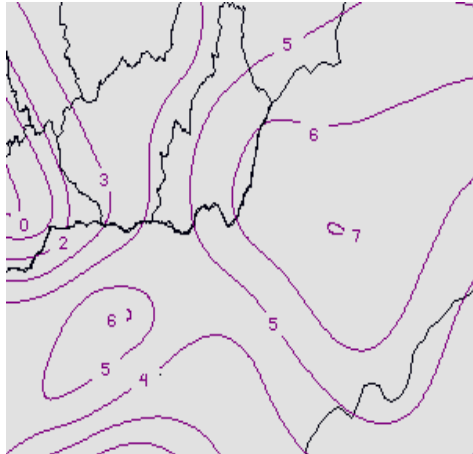
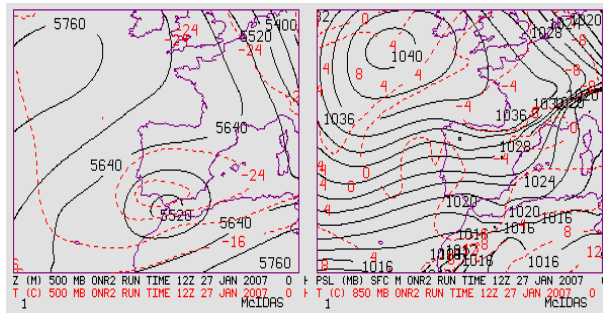


Fig. 5.- Análisis del índice MDI durante a 6 Z del día 27 de Enero de 2007

Por último se muestra el marco sinóptico que presentaba la situación a mediodía, con la depresión en capas altas centrada sobre el Estrecho, y el anticiclón de 1040 al oeste de las islas Británicas volteando una masa de aire fría e inestable sobre el mar Mediterráneo, llegando desde el este a la parte oriental de Andalucía.



$$COTA = 100 * T_{850} + 50 * T_{500} + 2100 \quad (1)$$

donde las Temperaturas en 850 y en 500 hPa figuran en grados centígrados y la cota en metros

El problema ocurre cuando por debajo de la superficie de 850 hPa, existe una anomalía térmica respecto a lo normal. Así cuando hay temperaturas muy bajas junto al suelo, por debajo de 850 hPa, la cota de nieve desciende respecto a lo marcado. La ecuación (1) se corrige para compensar las posibles desviaciones frías (cálidas) en niveles inferiores a 1500 metros aproximadamente, respecto a los valores usuales. Surge así la cota corregida, que puede utilizarse operativamente a partir de modelos numéricos, introduciéndose una nueva variable cual es la temperatura en 1000 hPa. Por ello la variable temperatura en 1000 hPa entra a tomar parte de la expresión, quedando como sigue.

$$COTA \text{ corregida} = 100 * T_{850} + 50 * T_{500} + 2100 - 500 + 50 * (T_{1000} - T_{850}) \quad (2)$$

Esta cota se viene utilizando operativamente dando buenos resultados, con desvíos casi siempre inferiores a 200 metros, cuando la cota real queda por debajo de altitudes de 1500 metros. Las mejores aproximaciones se producen en episodios de nevadas a altitudes muy bajas.

En Andalucía Oriental esta cota puede ser una referencia muy útil en episodios adversos precisamente por debajo de 1500 metros, dentro del ámbito de validez de fenómeno adverso según el Plan Meteoalerta de AEMET (antiguo INM). Da una idea aproximada de la altitud a la que cuaja la nieve sobre el terreno. Dicho algoritmo no debe ser utilizado para cumbres montañosas aisladas, por encima de la altitud anteriormente mencionada, donde hay que aplicar otros conceptos propios de meteorología de montaña. Finalmente hay que tener en cuenta que en algunos casos la cota puede quedar por debajo del valor altimétrico del lugar, algo que debe ser obviamente tenido en cuenta en tareas operativas.

Obviamente se supone que si el modelo no representa bien la entrada fría o se anticipa o atrasa respecto al momento de la invasión, la cota estimada presentará deficiencias derivadas de la imperfección de la simulación ofrecida por el modelo numérico.

Como ejemplo se presenta el valor de la cota estimada para el día 27 de Enero a las 6 Z. Se supone que debido a la relativa estacionariedad de la situación, y a la pequeña oscilación térmica durante el día en zonas del interior donde nevó copiosamente, las cotas que se muestran pueden ser suficientemente representativas del día 27.

En primer lugar veamos los cálculos para la cota en diversos puntos de rejilla del modelo en las proximidades de la zona afectada por la nevada.

T 500	T 850	T 1000	COTA
-28	-1	3	300
-28	-3	5	300
-28	0	6	500
-27	-3	5	350

Tabla 1: Temperaturas y cota estimada

Vista sobre el mapa, la cota estimada queda reflejada en la figura que aparece a continuación.

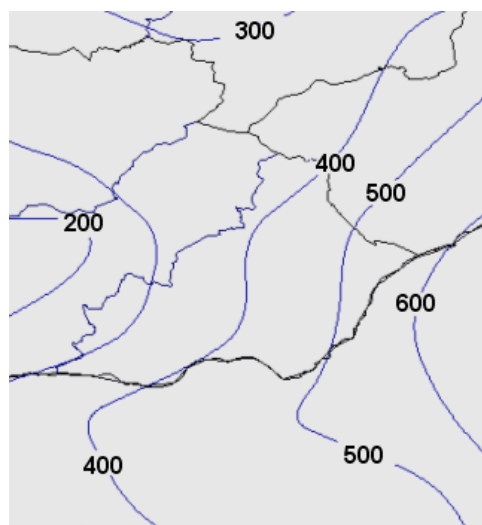


Fig. 8.- Cota estimada el 27 de Enero a 6 Z.

Esta cota es bastante coherente con los datos observados de cota de nieve, en las que llegó a nevar hasta en alguna altitud en torno a 400 metros aproximadamente.

Otra herramienta que se suele utilizar es la isocero del termómetro húmedo. Normalmente y como referencia media, la cota real de nieve suele quedar unos 200 ó 300 metros por debajo de esa isocero, aunque en muchas ocasiones esto no funciona adecuadamente. Este caso fue uno de ellos, en los que la isocero del termómetro húmedo se quedó hasta casi 500 - 600 metros por encima de la cota real.

En cualquier caso, la estimación de la cota de nieve va a ser dificultosa en bastantes ocasiones adversas, por lo que la vigilancia especialmente de las isoceros de los sondeos reales, así como las temperaturas de las estaciones automáticas en tiempo real deben servir para corregir, si fuese necesario, el valor de la cota prevista inicialmente.

4. Elementos típicos propios de la vigilancia de este tipo de situaciones

Uno de los primeros indicadores de la evolución de la situación, fue el “encurvamiento” de la banda nubosa, muy bien observable en radar. A partir de que los sistemas nubosos empezaron a entrar desde el este, comenzaron a registrarse precipitaciones importantes.

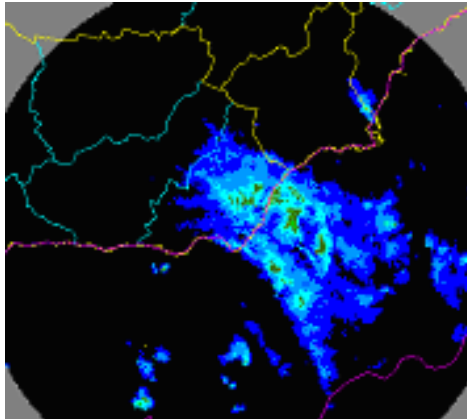


Fig. 9.- Reflectividad máxima del radar de Almería a últimas horas del día 26 de Enero.

En zonas litorales del Levante almeriense, empieza a llover de manera moderada a partir prácticamente del comienzo del día 27. Posteriormente la banda nubosa iría moviéndose de este a oeste, penetrando hacia el interior en cotas más elevadas, y encontrándose montañas a su paso, con el consiguiente realce de las precipitaciones en las zonas orientadas hacia el este.

Se trató de precipitaciones moderadas localmente fuertes, con ecos no muy intensos como suele corresponder a situaciones de nevadas, donde la reflectividad es más débil que la correspondiente a agua líquida. Se observa en el producto reflectividad máxima, cómo los ecos apenas llegan puntualmente a 40 dBZ en el antiguo sistema Ericsson.

La banda nubosa precipitante estuvo afectando a la zona durante un gran número de horas, con un flujo paralelo a sí mismo, a modo de tren convectivo de este a oeste, penetrando hasta áreas situadas bastante al interior debido a la intensa circulación existente. Por tanto se recogieron cantidades destacables de precipitación fruto de intensidades moderadas y larga duración.

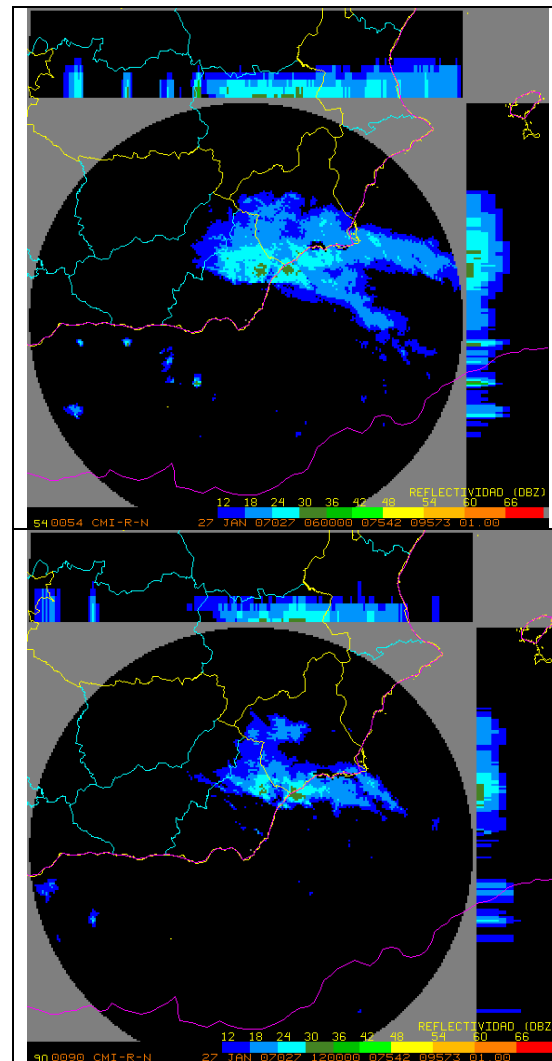


Fig. 10.- Reflectividad máxima a 6 y 12 Z del día 27 de Enero. Radar de Almería.

Además es reseñable que los ecos no presentan topos altos, y que debido a eso la capacidad de detección en la lejanía por parte de los radares de Almería y Murcia de las precipitaciones, era muy limitada, con una importante infravaloración de la nevada.

A eso hay que unir la compleja orografía reinante en la zona, con apantallamientos parciales que impiden en algunos sectores la identificación de los ecos.

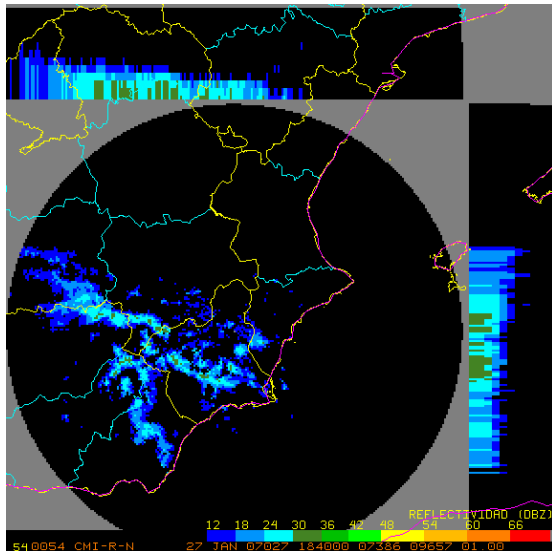


Fig. 11.- Reflectividad máxima a 18:40 Z del día 27 de Enero. Radar de Murcia.

En el mar, se produjeron rayos, fruto de la mayor inestabilidad de la masa de aire sobre él, especialmente en las proximidades del Cabo de Palos. No obstante debido a la reducida conexión inestable entre las capas bajas y las altas, el número de descargas fue limitado. Además de no haber muchas descargas tierra-nube, la proporción de descargas positivas fue muy superior a una situación normal, debido fundamentalmente al estado tan bajo de la tropopausa. Los rayos registrados en el mar de Alborán fueron producto de una entrada de levante inestable durante la segunda mitad del día, originándose alguna nevada en zonas del interior de la provincia de Málaga.

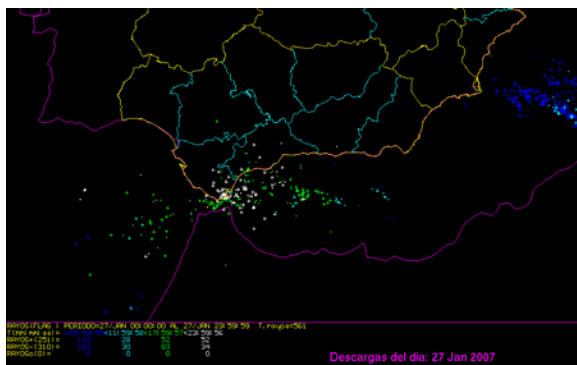


Fig. 12.- Descargas eléctricas nube-tierra durante el 27 de Enero de 2007.

5. Estudio climatológico

Las precipitaciones se produjeron principalmente desde la tarde del día 26 de Enero de 2007, y se extendieron a todo el día 27.

Las más cuantiosas fueron en forma de lluvia y correspondieron a la comarca del Valle del Almanzora, donde se recogieron más de 100 mm durante el periodo mencionado.

En cambio las nevadas más copiosas se dejaron sentir en las comarcas de María y los Vélez en la provincia de Almería, la comarca de Baza en Granada, y la de Cazorla en Jaén, con determinadas áreas donde se acumuló más de 1 metro de nieve sobre el terreno.

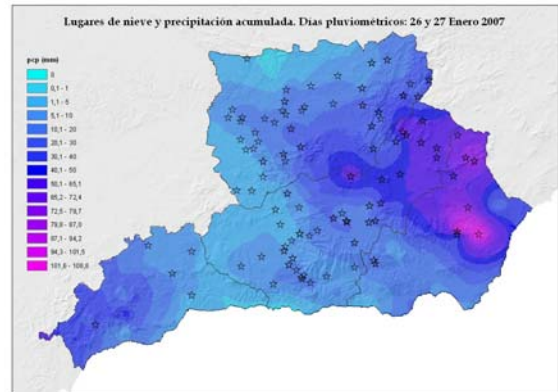


Figura 12: Precipitaciones recogidas durante los días pluviométricos 26 y 27 de Enero de 2007, y puntos donde se registró nieve.

Es precisamente en esas zonas afectadas por la nevada del 27 de Enero de 2007, donde hay un importante número medio de días de nieve al año tal y como se desprende de la climatología.

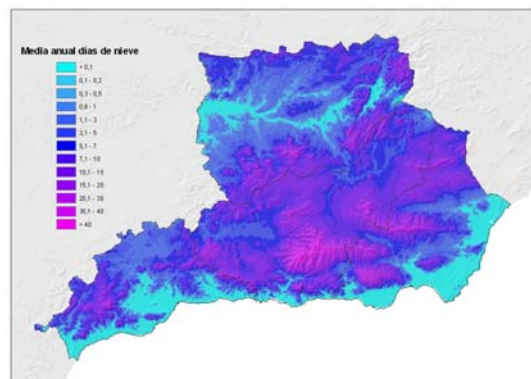


Figura 13: Número medio de días de nieve al año.

Pero lo realmente extraordinario del episodio del 27 de Enero fue la gran extensión de la nevada y la cantidad de nieve registrada, que la convierten en efeméride en algunas estaciones. Entre los lugares donde más nevó cabe citarse a Chirivel y Vélez Blanco en Almería, a Baza en Granada, y zona de Cazorla en Jaén.

Hubo gran cantidad de localidades aisladas, carreteras cortadas, e incluso se interrumpió durante algunas horas el suministro eléctrico en pueblos de la zona norte de las provincias de Almería, Granada y sureste de la de Jaén, viéndose afectadas varios miles de viviendas.

En Almería, además de en numerosas carreteras secundarias, el tráfico se cortó en la A-92, a la altura de la localidad de Vélez-Rubio. En esta comarca de los Vélez, muchos vecinos no recordaban una nevada de semejante magnitud, asegurando los más mayores que desde abril de 1958 no habían visto algo similar. En Chirivel sobre las 9:30 de la mañana el techo de una gasolinera se desplomó en parte debido al peso de la nieve acumulada y cayó sobre los coches, sus ocupantes y aquellas personas que estaban en los alrededores, con el resultado de 15 heridos. La carretera entre Albox y Chirivel, estuvo cortada toda la jornada. Precisamente en Albox cayeron algunos techos de casas cerradas y tejados de chapa y uralita.

En Granada, también estuvo cortada la A-92 a la altura de Baza, donde la nevada llegó a presentar un espesor cercano a 1 metro. Más aún se acumuló en Puebla de Don Fadrique con casi 1, 5 metros de nieve en algunas zonas.

En Jaén las localidades de Pozo Alcón e Hinojares y varias aldeas quedaron incomunicadas. En el entorno de Cazorla se superó el medio metro de nieve.

En el mapa siguiente se pueden comprobar las zonas más afectadas de las provincias de Almería y Granada. Se observan amplias zonas donde cayó más de 100 mm en forma de nieve (equivalentes aproximadamente a 1 metro de espesor acumulado sobre el terreno).

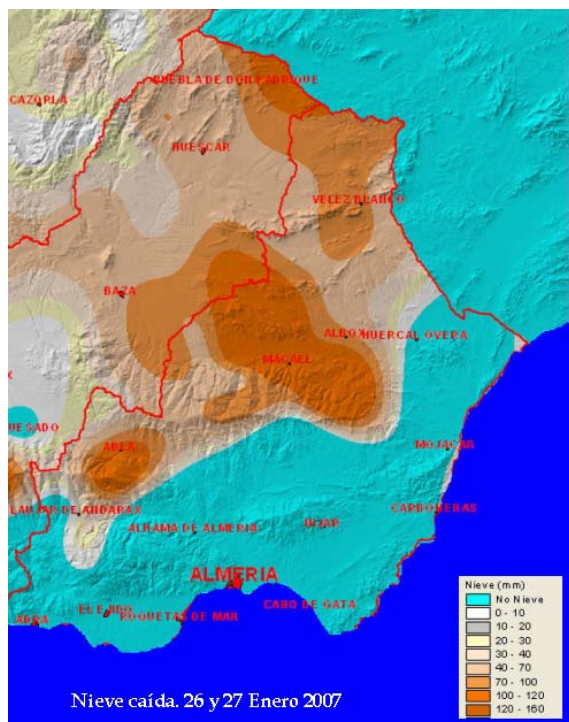


Figura 14: Nieve recogida durante los días pluviométricos 26 y 27 de Enero de 2007

Pocos días después, se aprecia sobre una imagen del sensor MODIS (NASA), las zonas donde se acumuló más cantidad de nieve sobre el terreno. Lamentablemente la visión de la nieve queda contaminada por la presencia de cirros en la zona de interés.



Figura 15: Imagen MODIS (NASA) de la zona de estudio, varios días después al evento de nieve.

El triángulo con vértices en Albox, Vélez Blanco y Baza coincide con el área donde fueron más copiosas las nevadas, a la que hay que añadir otra junto a Puebla de don Fadrique en el extremo meridional de la provincia de Granada.

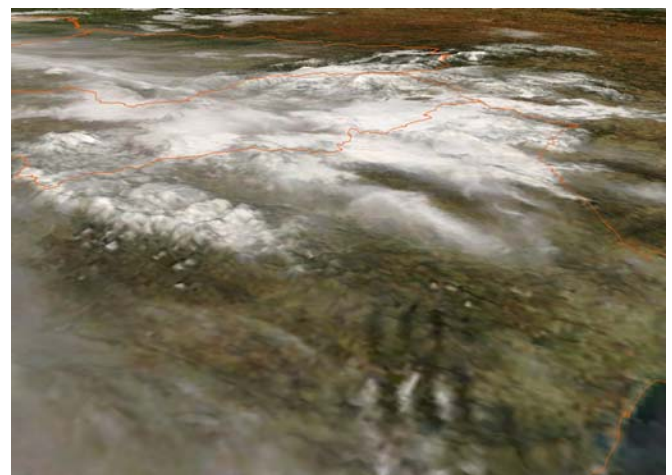


Figura 16: Vista en relieve de la zona afectada a partir de la imagen MODIS (NASA).

De los datos recogidos, se observa que la cota más baja se situó en torno a 400-500 metros durante el día 27, en la zona de Granada y Almería donde las nevadas fueron más copiosas, quedando más baja en zonas de la provincia de Jaén, aunque con cantidades de precipitación bastante inferiores.

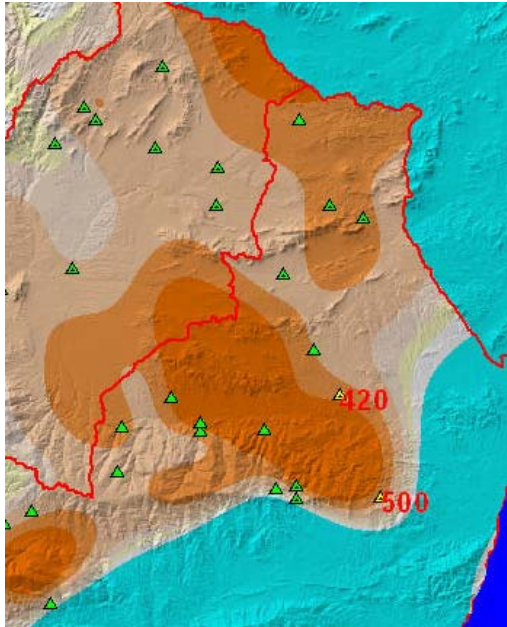


Figura 17: Cotas mínimas en torno a 400 - 500 metros en las provincias de Granada y Almería durante el día 27.

Hubo nevadas importantes durante los días pluviométricos 26 y 27. Lo más importante se debió recoger durante la tarde-noche del 26 y madrugada y mañana del día 27. A lo largo del día pluviométrico 26 de Enero, destacaron en la provincia de Granada, Huéscar (50 mm), y Dehesas de Guadix (41 mm), y en la provincia de Almería, las localidades de Lubrín, Benitagla y Chirivel, donde se midieron cantidades en torno a 40 mm aproximadamente. Durante el día pluviométrico siguiente, 27 de Enero, se recogieron en Benitagla (Almería), 58 mm, y en Zújar (Granada), 52 mm.

Por último comentar que durante el día 27 se produce una entrada de levante, muy inestable en Alborán, que genera importante actividad pluviométrica de carácter tormentoso, que produce nevadas en una zona muy delimitada de la parte interior occidental de la provincia de Málaga, sobre todo en la Serranía de Ronda y en la comarca de Guadalteba con una cota de nieve observada próxima a los 500 metros. En este mismo episodio, resulta bastante llamativa la espectacular granizada aunque fuese de tamaño pequeño, que cubrió de blanco algunos puntos cercanos al litoral, como ocurrió junto a Estepona. Se registraron rayos, con una proporción de descargas positivas superior a lo habitual, como suele ser típico de estas situaciones inestables de topes nubosos no muy elevados y tropopausa muy baja.

Haciendo balance en cuanto a cantidad de precipitación prácticamente en su totalidad en forma de nieve en la zona de mayor copiosidad delimitada por la parte norte de la provincia de Granada, y cuadrante noroeste de la de Almería, se puede decir que en 24 horas, este episodio fue por ejemplo el más importante en Albox (Almería) con datos desde 1957, y en Huéscar (Granada), con datos desde 1975. En segundo lugar en el ranking clasificatorio quedaron por ejemplo Chirivel en Almería (con datos desde 1968) y en Orce (Granada) desde 1971. La cantidad todavía sería anómalamente más elevada respecto a las series de cantidad de nieve en las estaciones de la zona de estudio, si considerásemos el episodio conjunto de 2 días consecutivos, cuales fueron el 26 y 27 de Enero de 2007.

Todo lo anterior lleva a catalogar al episodio como absolutamente extraordinario. Se muestran seguidamente se muestran tres fotos que dan fe de la espectacularidad de la nevada.



Figura 18: Fotos de la nevada en Chirivel, Baza y Cazorla. Fuente: Internet

6. Conclusiones

Estamos frente a un singular episodio histórico de nevadas que afectó especialmente a la zona norte de las provincias de Almería y Granada. El Grupo de Predicción y Vigilancia del Centro Meteorológico de Málaga (AEMET) elaboró una previsión y seguimiento del fenómeno adverso bastante ajustada, emitiéndose los correspondientes boletines de fenómeno adverso por nevadas en la zona, según el Plan Meteoalerta de AEMET (Instituto Nacional de Meteorología).

Las características de este tipo de episodios son perfectamente conocidas y responden a situaciones con represamiento previo de aire muy frío junto al suelo, y posterior colocación de la baja aislada en niveles altos de manera que de manera acoplada acabe produciendo un flujo intenso de origen marítimo. La gran inestabilidad de la masa de aire al sobrevolar el mar, produce desarrollos convectivos en zonas marítimas, y precipitaciones moderadas, localmente fuertes hacia el interior pero ya sin apenas descargas eléctricas, debido entre otras cosas, a lo baja que se encuentra la tropopausa en estas ocasiones.

En los sondeos no aparece CAPE, sino una columna de aire prácticamente saturado en toda la troposfera y una advección intensa de una masa húmeda e inestable en las capas bajas que penetra hasta bastante al interior. Las precipitaciones son persistentes, y los ecos detectados en los radares son poco intensos y con topes bajos. Para la estimación de la cota de nieve se propone el uso de una relación empírica basada en campos térmicos en niveles que los modelos numéricos suelen representar bastante bien como son 500 y 850 hPa, con una corrección que permite cuantificar lo anormalmente fría que está la capa comprendida entre el suelo y la superficie isobárica de 850 hPa. En este caso la cota estimada estaba en torno a 400 metros en la zona de mayores nevadas.

Por último cabe destacarse lo extraordinario de la situación en cuanto a intensidad y extensión de la nevada, pudiendo haber sido la más importante en la algunos lugares en al menos 50 años.

7. Referencias

- Buendía, Gabriel. "Deducción de una expresión para predecir la cota de nieve en Castilla y León". V Symposium Nacional de Predicción. INM. 2001
- Cline, Don. "Snow Hidrology". National Operational Hydrologic Remote Sensing Center.
- Office of Hydrology, NWS. NOAA. 1999
- Elizaga Fermín.: "Consideraciones sobre la predicción de nevadas. Resultados de la

campana 1991-1992". Nota Técnica STAP nº 6. INM. 1999

- Funk, Ted. "Precipitation Type Forecasting". WFO Louisville, 2001
- Martín León, Francisco, Elizaga F., Carretero O., San Ambrosio I. "Diagnóstico y predicción de la convección profunda". Nota Técnica STAP 35. INM
- Palacio García, José Ignacio: "Estudio para la determinación de la cota de nieve en la Comunidad de Madrid en función del espesor 925/850, y de la altitud de la isocero del húmedo". Proyecto del Equipo Técnico del CMT en Madrid. INM. 2003
- Polvorinos Fausto. "Curso sobre el radar meteorológico. Particularidades locales en Andalucía". Centro Meteorológico Territorial en Andalucía Oriental y Melilla. INM. Málaga. 2005
- Polvorinos Fausto. "Informe interno de seguimiento semanal de la predicción del 23 al 27 de Enero de 2007". GPV de Málaga. Centro Meteorológico Territorial en Andalucía Oriental y Melilla. INM. Málaga. 2007
- Pierre Bourgoiun. "A method to determine precipitation types". American Meteorological Society. Oct 2000
- Riesco Jesús, Alcover V. "El índice MDI: determinación de la inestabilidad de origen marítimo Mediterráneo. Nota Técnica CMT en Valencia. INM. Ministerio de Medio Ambiente. 2003
- Riesco Jesús, Núñez J.A., Alcover V. "Nevadas en la Comunidad Valenciana. Nota Técnica interna del GPV de Valencia. INM. 2005
- Sánchez-Laulhé José María. "Vientos y circulaciones mesoescales en el mar de Alborán". V Symposium Nacional de Predicción. INM. 2001

Nota final: Prácticamente todo el material que se muestra en este documento ha sido extraído de datos e información propia e interna del Centro Meteorológico de Málaga (AEMET). Se agradece especialmente al personal de su Grupo de Predicción y Vigilancia, la labor operativa realizada y sus conocimientos participados.