

# Fenómenos Meteorológicos adversos (I)

RAMÓN PASCUAL, AEMET, CATALUÑA

El artículo, debido a su extensión, será publicado en dos partes en números consecutivos de Tiempo y Clima. En esta primera parte se describen los fenómenos meteorológicos adversos asociados a las temperaturas extremas, nevadas en cotas bajas, y precipitaciones fuertes y/o abundantes. En la segunda parte se describirán los asociados a tormentas, vientos fuertes, nieblas, aludes y temporales marítimos.

## Introducción

Las condiciones meteorológicas influyen en significativa medida en muchas actividades socioeconómicas y en la vida humana de las personas, en general. Cuando estas condiciones son extremas, en el doble sentido de muy poco frecuentes y especialmente adversas, el impacto sobre el territorio y las actividades que en este se desarrollan puede ser importante. El concepto clave es aquí el de adversidad, en la acepción de desfavorable. Los fenómenos o condiciones meteorológicas adversos tienen un impacto negativo de menor o mayor grado según las características del fenómeno.

En un sentido similar se puede hablar de condiciones o fenómenos meteorológicos peligrosos, aquellos que pueden producir algún mal. Los riesgos meteorológicos son el resultado de la combinación de la actuación de un fenómeno peligroso sobre unos elementos vulnerables expuestos a dicho fenómeno. La vulnerabilidad y el grado de exposición son elementos de la ecuación general del riesgo que se han de evaluar convenientemente para estimar el impacto esperado de un determinado suceso meteorológico sobre un lugar. En ocasiones se utiliza el término sensibilidad (a un fenómeno) para referirse a la vulnerabilidad, o posibilidad de sufrir una herida o lesión, en sentido amplio y figurado.

Las tareas de predicción meteorológica tienen como objetivo conocer con antelación cuales son las condiciones meteorológicas que se esperan para un lugar o zona determinados y un momento o periodo concretos. Reviste especial importancia el anuncio (aviso) de la posible ocurrencia de fenómenos meteorológicos adversos ya que en ese caso se pueden tomar precauciones tanto a nivel particular como colectivo, por parte de los organismos competentes. La adversidad se puede mitigar en muchos casos si se toman una serie de medidas específicas para cada tipo de fenómeno. A modo de ejemplo, prohibir el estacionamiento de vehículos en los cauces de ramblas si se esperan lluvias fuertes o limitar e incluso prohibir la circulación de vehículos en determinadas carreteras del litoral, si se espera un temporal marítimo con su fuerte oleaje asociado. En otro tipo de situaciones de riesgo, por ejemplo episodios de temperaturas muy altas o muy bajas, se difunden consejos para prevenir alteraciones agudas

en el estado de salud de la población, especialmente de los grupos de riesgo.

El riesgo asociado a un fenómeno meteorológico adverso está ligado de una doble manera a su probabilidad de ocurrencia. Por un lado, la peligrosidad de un fenómeno aumenta al crecer su frecuencia de aparición pero por otro, si esta frecuencia es baja, es decir, si se trata de un fenómeno raro (inhabitual) en un lugar y/o época determinados, probablemente la capacidad de respuesta por parte de la población o de las instituciones sea menor. Por ello, en el establecimiento de los distintos fenómenos meteorológicos adversos por parte de los servicios meteorológicos se tiene en cuenta, aunque de forma aproximada, el periodo de retorno de los fenómenos o de las intensidades que los definen. Así, una nevada de cierta intensidad se considera un fenómeno adverso si se produce por debajo de una determinada cota de altitud pero no si se produce por encima.

El nivel del aviso emitido por un servicio meteorológico asociado a un fenómeno meteorológico adverso previsto estará en consonancia con la magnitud que se espera para dicho fenómeno o con los valores que se espera que alcancen determinadas variables meteorológicas (temperatura, velocidad del viento, intensidad de la precipitación,...). A las situaciones de carácter extraordinario, en el sentido de muy baja frecuencia de aparición, se les reserva el nivel más elevado de aviso, simbólicamente representado habitualmente por el color rojo.

En la cadena de organismos que intervienen en la gestión de los riesgos meteorológicos ocupan un lugar destacado los servicios de Protección Civil los cuales, a partir de la recepción de un aviso de fenómeno meteorológico adverso, actúan según sus protocolos con el fin de minimizar los impactos asociados al fenómeno (reducción de daños materiales y personales, incluidas víctimas mortales). Aunque la variabilidad interanual del número e intensidad de los fenómenos meteorológicos adversos en España es elevada, estos sucesos representan un riesgo natural a tener en cuenta (Olcina, 1995; Taboada, 2010; García y Nájera, 2013).

En España la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) es la institución encargada de elaborar y emitir los avisos de fenómenos meteorológicos adversos y de hacerlos llegar a Protección Civil y al público en general. Además AEMET ha desarrollado el proyecto SINOBAS (Sistema de Notificación de

Observaciones Atmosféricas Singulares) con el fin de crear una base de datos de fenómenos meteorológicos singulares algunos de los cuales pueden ser considerados adversos.

En este artículo se hará una breve descripción de los fenómenos meteorológicos adversos más comunes en España y de algunos otros que, sin ser propiamente atmosféricos, tienen una clara vinculación con las condiciones meteorológicas presentes o pasadas.

## Temperaturas extremas

Las situaciones meteorológicas en las que se registran temperaturas muy elevadas o por el contrario, muy bajas, comportan un riesgo para el estado de salud de las personas y de forma indirecta pueden estar ligadas a accidentes. También la agricultura y el medio natural pueden sufrir afectaciones notables. Entre ellas es destacable la proliferación de incendios forestales en el caso de los episodios cálidos.

En el caso de las temperaturas altas, tanto los valores elevados de las mínimas como de las máximas tienen repercusión en el bienestar y en la salud de las personas. Para las mínimas hay un umbral comúnmente aceptado, 20 °C, que define una noche como tropical. Valores por encima de este umbral y especialmente si van acompañados de humedades elevadas (sensación de bochorno) dificultan notablemente el descanso nocturno. Por otro lado, cuando las temperaturas máximas superan determinados valores, en torno a los 36 °C, las actividades físicas al aire libre o en entornos no refrigerados suponen un peligro para las personas. Bajo estas circunstancias los golpes de calor pueden tener consecuencias muy graves e incluso provocar fallecimientos.

Los entornos meteorológicos que establecen episodios de temperaturas elevadas en España pueden ser advecciones cálidas de escala sinóptica, asociadas a vientos de componente sur (a veces de origen sahariano, muy secos); periodos anticiclónicos con fuerte subsidencia y elevada insolación; fuertes y bruscos ascensos de la temperatura debidos a efectos locales, como el viento föhn o microrreventones cálidos de origen convectivo. Los episodios cálidos más significativos se producen entre los meses de mayo a septiembre.

En cuanto a las temperaturas muy bajas los umbrales para los cuales se consideran condiciones adversas dependen, como en el caso de las temperaturas muy altas, de la zona afectada. Así, mientras que unas temperaturas inferiores a -1 °C ya se consideran adversas en las zonas litorales, hay amplias zonas de la mitad norte peninsular en las que el umbral se sitúa

entre -4 °C y -6 °C. Por tanto, por definición, son situaciones en las que se producen heladas, con los riesgos asociados correspondientes para ámbitos tan dispares como el tráfico de vehículos, las operaciones aeroportuarias o la agricultura. En situaciones de este tipo se despliegan medidas preventivas especiales como la acogida de personas sin techo con el fin de evitar casos de hipotermia. Las congelaciones son también un riesgo a considerar. Cuando las temperaturas bajas se combinan con vientos moderados o fuertes la sensación de frío (*windchill*) aumenta notablemente.

Los episodios de temperaturas muy bajas en España están ligados fundamentalmente a advecciones frías de origen continental europeo (flujos del nordeste) y a periodos anticiclónicos invernales, a menudo continuación de advecciones frías (Cuadrat *et al.*, 2013), en los que las temperaturas descienden notablemente durante la noche debido a la fuerte irradiación favorecida por cielos despejados y los vientos flojos. En este segundo tipo de situaciones es frecuente la aparición de inversiones térmicas de forma que las temperaturas más bajas se registran en áreas deprimidas como fondos de valle o mesetas rodeadas de montañas. Los episodios de frío más riguroso se registran en los meses de enero y febrero.

Conectados con la idea de las temperaturas extremas como fenómeno adverso hacen su aparición los conceptos de ola de calor y ola de frío. Para definirlos se introducen parámetros como el área afectada por el episodio y su duración y la relación de los valores registrados con la climatología (AEMET). No existe, sin embargo, consenso respecto a sus definiciones precisas. Se utilizan a veces los conceptos de *día de calor extremo* y *día de frío extremo*, definidos como aquellos días en los que la temperatura máxima supera el percentil 95% de la serie de las temperaturas máximas diarias de los meses de junio, julio y agosto, para el primer caso y aquellos en los que la temperatura mínima se encuentra en el percentil 5% de la serie de temperaturas mínimas diarias de los meses de diciembre, enero y febrero para el segundo (Cuadrat *et al.*, 2013).

## Nevadas en cotas bajas

Las nevadas son un fenómeno relativamente poco frecuente en España salvo en las partes más elevadas de las principales cordilleras, por encima de los 2000 m y en sectores del Sistema Ibérico y de la Meseta Norte. En los litorales, en el fondo del valle del Ebro y en casi toda la mitad sur peninsular es un fenómeno casi inexistente (Capel Molina, 2000). En la mayor parte de España se considera que las nevadas se comportan

*En España la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) es la institución encargada de elaborar y emitir los avisos de fenómenos meteorológicos adversos y de hacerlos llegar a Protección Civil y al público en general. Además AEMET ha desarrollado el proyecto SINOBAS con el fin de crear una base de datos de fenómenos meteorológicos singulares algunos de los cuáles pueden ser considerados adversos.*

## Fenómenos meteorológicos adversos (1)



Nevada intensa. Pirineo. Autor: R. Pascual.

como un fenómeno adverso, por su rareza, por debajo de los 1500 m de altitud si bien es obvio que las nevadas especialmente copiosas también son un fenómeno altamente perturbador aunque se produzcan en zonas montañosas más o menos habitadas.

La adversidad de una nevada viene dada por el ritmo de acumulación de la nieve en el suelo que depende de la intensidad de la precipitación, la temperatura del aire, la velocidad del viento y el tipo de nieve que cae. Los mayores ritmos se observan en situaciones en las que cae nieve seca, de baja densidad, y sin viento, si bien, cuando el viento es fuerte se producen grandes sobreacumulaciones en lugares concretos. A temperaturas cercanas a los 0 °C o ligeramente superiores la nieve que cae es húmeda y tiene la particularidad de engancharse con facilidad a los objetos (nieve pegajosa). Se pueden calificar las nevadas de fuertes cuando el ritmo de acumulación de nieve en el suelo es igual o superior a 4 cm/h pero no es, en absoluto, necesaria esta intensidad para que el fenómeno se considere adverso. Nevadas débiles pero que “cuajan” pueden conllevar afectaciones muy importantes.

La cota (altitud) por encima de la que la precipitación es sólida es un elemento de gran importancia, característico de las nevadas, que establece en buena medida el impacto que tiene el fenómeno. En España, la inmensa mayoría de la población, de las industrias y de las infraestructuras de todo tipo se encuentra en cotas bajas, por debajo de los 1000 m. La combinación de precipitaciones generalizadas con temperaturas bajas, inferiores a los 5°C, da lugar a episodios de nevadas extensas que afectan a amplias zonas peninsulares, incluidas cotas bajas, y que perturban el desarrollo normal de las actividades socioeconómicas, en sentido amplio. La casuística es muy variada: afectación en las carreteras y como consecuencia de ello en el transporte de mercancías o el transporte escolar, acumulación de nieve en las líneas de alta tensión con posibles desperfectos (especialmente si la nevada va acompañada o seguida de viento), afectación en los aeropuertos, etc.

Las variadas situaciones meteorológicas que producen nevadas en cotas bajas en España tienen en común la entrada de

una masa de aire frío de origen marítimo polar, ártica o polar continental pero tras haber sufrido un proceso de humidificación por paso de la masa de aire sobre el golfo de Vizcaya o sobre el golfo de León. Habitualmente son situaciones de tipo depresionario con o sin paso de frentes bien definidos. En ocasiones se produce la llegada de un frente cálido tras un periodo anticiclónico muy frío. En estas circunstancias las precipitaciones frontales son en forma de nieve debido a la presencia de la capa inferior de aire frío previamente desarrollada.

A menudo las nevadas en cotas bajas van asociadas a olas de frío simultáneas o posteriores a la precipitación, por ejemplo, tras el paso de oeste a este por el norte peninsular de una borrasca activa y la posterior entrada de una cuña anticiclónica atlántica. Entre la dorsal y la borrasca situada sobre el Mediterráneo Occidental se establece un flujo sinóptico del nordeste que advecta una masa de aire muy fría y seca de origen continental. Uno de los efectos inmediatos es la congelación de la nieve acumulada en el suelo, su endurecimiento y como consecuencia, una mayor permanencia.



Tormenta de nieve en Barcelona el 8 de marzo 2010. Autor: R. Pascual.

### Precipitaciones fuertes y/o copiosas

Las precipitaciones fuertes y/o copiosas es uno de los fenómenos adversos más comunes en España. Sea debido a su intensidad, a su persistencia o a una combinación de ambas,

son causantes de afectaciones importantes en muchos ámbitos y en casos extremos pueden ser, como ya ha ocurrido en el pasado, causa directa o indirecta de verdaderos desastres y provocar víctimas mortales. La eventual torrencialidad de las precipitaciones en la península Ibérica es un elemento característico de su régimen hídrico, especialmente en su fachada oriental y en el ámbito balear (Martín-Vide, 2013). Las precipitaciones fuertes van ligadas muy a menudo con el fenómeno de las tormentas debido a que es en el seno de corrientes convectivas intensas donde se producen las condensaciones más rápidas y abundantes. Sin embargo, las tormentas fuertes tienen asociada además otra fenomenología que será tratada en el siguiente apartado.

Las precipitaciones fuertes generan una elevada escorrentía que lleva a un aumento más o menos rápido del caudal de los cursos fluviales, de diferentes tipos, existentes en la zona afectada por las lluvias. Los aumentos bruscos de los cauda-

horas como periodo de referencia y se manejan valores como 60 mm/día o 100 mm/día. Esto se hace así porque la mayoría de los datos de los que se ha dispuesto tradicionalmente son valores de precipitación diaria, sin embargo, para valorar la intensidad de la precipitación es mucho más adecuado considerar periodos de una hora e incluso inferiores (30'). Así, se puede clasificar una lluvia como fuerte si supera los 15 mm/1h, muy fuerte entre 30 mm/1h y 60 mm/1h y torrencial por encima de este valor. Por otro lado, un periodo de referencia usado para la valoración de la importancia de unas precipitaciones persistentes es el de 12 horas, aunque para cuencas especialmente extensas puede ser necesario considerar periodos superiores a un día.

Como ya se ha dicho las situaciones meteorológicas propicias a las lluvias fuertes son, con frecuencia, aquellas en las que está favorecido el desarrollo de convección profunda. Sin embargo, en ocasiones, se producen precipitaciones muy intensas con nubes de desarrollo vertical moderado, de tipo "cálido", sin o con muy pocas descargas eléctricas. Sin duda, los sistemas convectivos de mesoescala, altamente organizados, son las estructuras con mayor capacidad para producir grandes cantidades de precipitación en periodos de tiempo relativamente cortos, lo que los hace especialmente peligrosos. También algunas supercélulas tienen asociados chubascos de fuerte intensidad y persistencia que acumulan grandes cantidades de precipitación en espacios reducidos.

Tanto en el caso de las precipitaciones fuertes de tipo convectivo como en el de las estratiformes persistentes juega un papel fundamental la orografía, como factor de forzamiento vertical o de disparo y como focalizador. Muchas de las zonas más lluviosas de la península Ibérica se encuentran en enclaves con orografía significativa: sierra de Aitana, vertiente sur de Gredos, sierra de Grazalema, etc. pero además, a escala episódica, los máximos históricos de precipitación se han registrado en zonas montañosas cercanas al litoral mediterráneo.

Son variadas las situaciones meteorológicas que pueden dar lugar a precipitaciones fuertes y/o copiosas: ríos atmosféricos incidiendo en la península Ibérica (Ramos et al, 2015), frentes fríos activos, DANAs sobre la península Ibérica o en su entorno, ondas cortas en altura, flujos persistentes de origen marítimo en capas bajas (asociados o no a ciclogénesis relativamente cercanas), fuerte calentamiento diurno en un ambiente inestable o fuertes convergencias locales en niveles bajos. En todas ellas el ritmo de transformación del vapor de agua en agua de nube y posteriormente en gotas de lluvia (eficiencia) y la magnitud del flujo de humedad determinarán la intensidad y la cantidad final de precipitación.



Inundaciones. Navarra. Autor: R. Pascual.

les (avenidas, crecidas o riadas) pueden traducirse en inundaciones de variada extensión y profundidad. Las afectaciones pueden ser debidas a las inundaciones o a la propia avenida, como en el caso de la destrucción de puentes. Se pueden clasificar las inundaciones según la intensidad y duración de las precipitaciones, desde las inundaciones relámpago (*flash floods*), afectando a pequeñas cuencas de muy breve tiempo de respuesta, hasta las producidas por lluvias muy persistentes de intensidad moderada que afectan a grandes cuencas (Llasat, 2013). La escorrentía es función de distintas variables como los tipos de suelo y de vegetación, la inclinación del terreno o su grado de humedad previa.

Hay discrepancias en cuanto a la definición de las precipitaciones fuertes y en el establecimiento de umbrales a partir de los cuales considerar al fenómeno adverso. En los estudios sobre precipitaciones fuertes a menudo se toman 24

horas como periodo de referencia y se manejan valores como 60 mm/día o 100 mm/día. Esto se hace así porque la mayoría de los datos de los que se ha dispuesto tradicionalmente son valores de precipitación diaria, sin embargo, para valorar la intensidad de la precipitación es mucho más adecuado considerar periodos de una hora e incluso inferiores (30'). Así, se puede clasificar una lluvia como fuerte si supera los 15 mm/1h, muy fuerte entre 30 mm/1h y 60 mm/1h y torrencial por encima de este valor. Por otro lado, un periodo de referencia usado para la valoración de la importancia de unas precipitaciones persistentes es el de 12 horas, aunque para cuencas especialmente extensas puede ser necesario considerar periodos superiores a un día.

Como ya se ha dicho las situaciones meteorológicas propicias a las lluvias fuertes son, con frecuencia, aquellas en las que está favorecido el desarrollo de convección profunda. Sin embargo, en ocasiones, se producen precipitaciones muy intensas con nubes de desarrollo vertical moderado, de tipo "cálido", sin o con muy pocas descargas eléctricas. Sin duda, los sistemas convectivos de mesoescala, altamente organizados, son las estructuras con mayor capacidad para producir grandes cantidades de precipitación en periodos de tiempo relativamente cortos, lo que los hace especialmente peligrosos. También algunas supercélulas tienen asociados chubascos de fuerte intensidad y persistencia que acumulan grandes cantidades de precipitación en espacios reducidos.

# Fenómenos Meteorológicos adversos (2)

RAMÓN PASCUAL AEMET CATALUÑA

El artículo, debido a su extensión, lo hemos publicado en dos partes en números consecutivos de Tiempo y Clima. En la primera parte se describían los fenómenos meteorológicos adversos asociados a las temperaturas extremas, nevadas en cotas bajas, y precipitaciones fuertes y/o abundantes. En esta segunda parte se describen los asociados a tormentas, vientos fuertes, nieblas, aludes y temporales marítimos.

## Tormentas

En buena parte de la geografía española las tormentas son un fenómeno relativamente frecuente destacando en este sentido la actividad tormentosa en los Pirineos, en algunas áreas del Sistema Ibérico y en el nordeste peninsular junto con el mar Balear (Pérez y Zancajo, 2008). Las tormentas ordinarias van acompañadas habitualmente de chubascos fuertes pero además no es rara la aparición de rachas fuertes de viento y granizo. Cuando las estructuras convectivas tienen una gran profundidad y un elevado grado de organización se pueden producir en superficie fenómenos severos: vientos muy fuertes, granizo de gran tamaño (pedrisco) e incluso reventones y tornados.

Aunque los rayos representan siempre un peligro la consideración de las tormentas como un fenómeno meteorológico adverso tiene en cuenta además características como la generalización de las tormentas y su grado de organización que, como se ha dicho, condiciona el tipo de fenomenología observada. Es decir, no se consideran como fenómenos adversos todas las tormentas.



Cielo tormentoso. Barcelona. Autor: R. Pascual.

La organización de las tormentas se manifiesta en el desarrollo de estructuras de muy variadas dimensiones espaciales capaces de mantenerse activas durante varias horas. Los sistemas multicelulares, habitualmente dispuestos en línea (líneas de turbonada), las supercélulas y los sistemas convectivos mesoscalares cuasi-circulares son estructuras organizadas asociadas a entornos convectivos con elevada inestabilidad en la estratificación y notable cizalladura vertical del viento aunque también es frecuente en España el desarrollo de tormentas organizadas en en-

tornos con alta cizalladura y bajo CAPE (Energía potencial convectiva disponible). Los entornos sinópticos y mesoscalares son comunes, en muchos casos, a los asociados a los episodios de lluvias fuertes, enumerados en el apartado anterior.

El granizo, especialmente a partir de los 2 cm de diámetro, es un fenómeno con gran impacto en la agricultura y en menor medida en los objetos y estructuras situados en el exterior. Aunque en las áreas de media y alta montaña y en la franja cantábrica de la península Ibérica es donde probablemente la frecuencia anual de granizo sea superior (Capel, 2002), es en algunas de las principales zonas agrícolas llanas de España donde el granizo tiene mayor impacto. En el valle del Ebro, en concreto, la elevada frecuencia de tormentas desarrolladas en las montañas que lo rodean favorece este dañino fenómeno que ocasiona unos daños que representan un 10% de la producción agrícola (Ceperuelo, 2008). La temporada de granizo grande se extiende en España desde el mes de mayo hasta septiembre.

En Gayà (2013) o Riesco *et al.* (2015) se muestra que se han observado tornados en casi todas las provincias españolas si bien hay zonas en las que el número es significativamente mayor, por ejemplo, en el este de Cataluña, el sudoeste de Andalucía y las islas Baleares. Sin embargo, las estadísticas sobre tornados son muy sensibles a la capacidad de observación en un territorio, directamente ligada a la población. La mayoría de los tornados en España se han detectado entre septiembre y diciembre. Los tornados tienen, según su intensidad, una diferente capacidad destructiva. Los tornados más violentos de los que se tiene constancia en España han sido de nivel F3 en la escala de Fujita de 5 niveles pero la gran mayoría han sido de niveles F0 y F1 (Gayà, 2013), con velocidades máximas comprendidas entre los 60 y los 180 km/h. Se han observado tornados nacidos en supercélulas, con presencia de mesociclón, pero quizás los más abundantes hayan sido los generados en áreas con fuerte cizalladura horizontal en niveles bajos. En ocasiones los tornados son el resultado de la penetración de mangas marinas (más frecuentes) tierra adentro.

Finalmente, también hay que citar los vientos fuertes de origen convectivo generados en reventones y microreventones (*downburts* y *microburts*), resultado de la interacción con la superficie de fuertes corrientes descendentes en el seno de las tormentas. Al igual que los tornados, también producen desperfectos en las edificaciones y las infraestructuras, en general, y daños notables en los bosques. Además estos fenómenos pueden afectar de forma muy importante las maniobras de despegue y aterrizaje de las aeronaves.

## Vientos fuertes

Los vientos fuertes de origen no convectivo constituyen, sin duda, un fenómeno adverso que puede afectar a extensas áreas y durante periodos de tiempo relativamente prolongados. Cuando la velocidad del viento supera determinados umbrales, del orden de 70-80 km/h, se empiezan a producir daños tanto a las estructuras artificiales como al medio natural y también afectaciones sobre las actividades realizadas al exterior. La circulación de vehículos y la de trenes de alta velocidad es altamente sensible a los vientos fuertes y el suministro eléctrico o telefónico también puede verse afectado.



Árbol arrancado por el viento. Barcelona. Autor: R. Pascual.

Existen zonas en España afectadas con elevada frecuencia por vientos fuertes debido a su ubicación y a la configuración del terreno. Hay zonas litorales como el norte de la costa gallega, el área del Estrecho de Gibraltar o el norte de la Costa Brava, en Girona, y también zonas interiores como el valle del Ebro, con su conocido cierzo, o áreas del noreste de Castilla y León (Piserra y del Río, 1994). También las zonas de media y alta montaña son especialmente venteadas. Sin embargo, los vientos fuertes de escala sinóptica, asociados al paso de bajas profundas o al establecimiento de un marcado régimen zonal (*westerlies*), pueden soplar en cualquier región. Por otro lado, a escala local se pueden registrar vientos fuertes asociados a descendencias bruscas en zonas de orografía compleja ligadas a roturas de ondas de montaña. A menudo estas descendencias van acompañadas de ascensos térmicos (efecto *föhn*) pero también pueden registrarse vientos impetuosos fríos, tipo Bora.

De cara a la consideración del viento como fenómeno meteorológico adverso se tiene en cuenta, en concreto, el valor de la racha máxima, ya que puntualmente es la manifestación de máxima energía cinética del viento. Como ocurre con otras variables, el umbral para considerar una racha como adversa depende de la zona geográfica teniendo en cuenta la climatología del fenómeno: cuánto más frecuente sea el viento fuerte en un área mayor será el umbral.

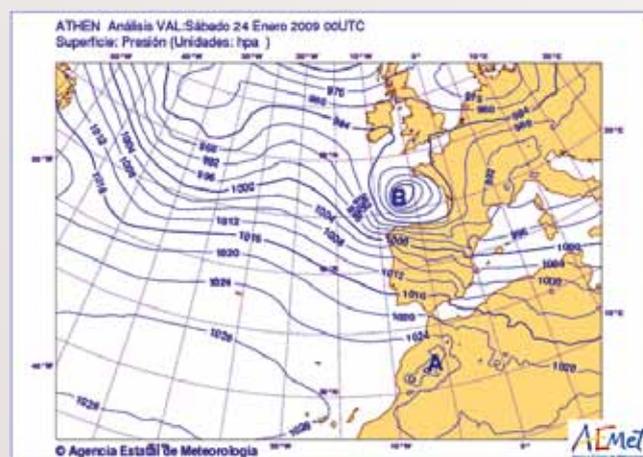
Los mayores temporales de viento, por extensión, duración e intensidad, que afectan a España están producidos por depresiones profundas de origen atlántico y paso rápido. Algunas de estas depresiones tienen nombre propio debido a su intensidad (p.e.

Klaus (2009), Xynthia (2010)) y ocasionalmente son el resultado de procesos de ciclogénesis explosivas. En el ámbito mediterráneo también hay situaciones sinópticas o mesoscalares caracterizadas por la presencia de una profunda depresión capaz de generar vientos fuertes en zonas extensas. En esas ocasiones las islas Baleares y la fachada mediterránea peninsular sufren los efectos del vendaval. Los temporales de levante y los del norte son los eventos más conocidos en este ámbito (Jansà, 2013).

Determinadas situaciones sinópticas en superficie dan lugar a estructuras mesoscalares en el campo de presión que a su vez dan lugar a vientos fuertes recurrentes en áreas geográficas muy concretas. Es el caso, por ejemplo, de la tramontana que afecta la comarca catalana de l'Empordà o al norte de las islas Baleares o los vientos de Poniente y Levante en el Estrecho de Gibraltar.

## Nieblas

Las nieblas, de distintos tipos, son un fenómeno frecuente en algunas regiones de España y tienen un claro impacto en la sociedad. Provocan afectaciones en el tráfico por carretera, en los aeropuertos y en el tráfico marítimo y también en la salud humana (Cuxart, 2013). Aunque, en una cierta medida, sus efectos siempre están presentes se las considera un fenómeno meteorológico adverso cuando son densas, extensas y duraderas. Las nieblas pueden ser además engelantes, es decir, capaces de producir depósitos significativos de hielo en los objetos por congelación de las gotitas de agua subfundida que las conforman. Estos depósitos pueden significar sobrecargas importantes en estructuras artificiales como cableado o en el arbolado y producir roturas y caídas de ramas, cables o torres. La reducción de la visibilidad horizontal a menos de 1000 m, definitoria de la niebla, o incluso a distancias notablemente inferiores, es un notable factor de riesgo en la conducción estando asociada a accidentes en las carreteras y retrasos en los puertos y aeropuertos.



Mapa de presión en superficie que muestra el ciclón Klaus en enero 2009. Fuente: AEMET.

Los principales tipos de niebla son las de irradiación y las de advección existiendo además nieblas de evaporación y mezcla y orográficas. Las nieblas de irradiación se generan bajo periodos anticiclónicos con escasa nubosidad y vientos flojos y en la época en la que las noches son más largas (de noviembre

## Fenómenos meteorológicos adversos (2)

a marzo). Estas condiciones favorecen una pérdida radiativa importante desde la superficie y el consecuente enfriamiento del aire en contacto con ella, llevándolo a la saturación. Las nieblas de irradiación pueden cubrir durante días extensas áreas de los fondos de las principales depresiones ibéricas interiores como las llanuras de la Meseta Norte y el valle del Ebro. Cuanto más extensa sea una niebla más difícil será de disipar por el calentamiento diurno solar. Si además la niebla se desarrolla en una época en la que el Sol está bajo sobre el horizonte (noviembre, diciembre, enero) la probabilidad de que no se levante aumenta.

Por su parte, las nieblas de advección más comunes se desarrollan al circular una masa de aire cálido sobre una mar relativamente fría. Aunque esta circunstancia es más probable que se de en primavera también es posible en otras épocas del año. Las nieblas de advección están presentes, lógicamente, en áreas marítimas y en las costas circundantes y aunque pueden extenderse ampliamente sobre el mar normalmente solo afectan a una franja estrecha de la zona litoral. Sin embargo, debido a la elevada densidad de infraestructuras en esta zona, el impacto del fenómeno es elevado.

Los anticiclones otoñales e invernales potentes y persistentes (anticiclones de bloqueo) establecen las condiciones óptimas para el desarrollo de nieblas de irradiación, al cabo de unos días de iniciarse la situación. Aunque no es frecuente, en el área mediterránea peninsular se pueden dar simultáneamente episodios de nieblas de irradiación (depresión del Ebro y otras cuencas interiores del nordeste) y nieblas de advección, si existe un débil flujo de componente sur. Los episodios más intensos de nieblas de advección se dan en primavera cuando un flujo marcado del sur se establece sobre un relativamente frío Mediterráneo occidental. En la cornisa cantábrica y en Galicia son comunes las nieblas de advección en verano.

### Aludes

Las avalanchas de nieve o aludes son un riesgo de tipo nivológico vinculado en buena medida a las condiciones meteorológicas presentes o pasadas. Esta vinculación es más o menos clara dependiendo del tipo de alud. El desencadenamiento de los aludes de nieve reciente depende, como su nombre sugiere, de la intensidad y la copiosidad de las nevadas ocurridas en las pasadas horas. Los aludes de fusión están directamente ligadas a la presencia de lluvias sobre el manto nivoso y/o al aumento de las temperaturas. Finalmente, el desencadenamiento de aludes de placa es el resultado de una fuerza externa actuando sobre una estructura particular del manto nivoso. Esa fuerza externa es a menudo el sobrepeso asociado al paso de personas.



**Aludes de nieve húmeda. Pirineo catalán.**  
Autor: R. Pascual.

El efecto de los aludes de nieve está a menudo limitado a la alta montaña pero en episodios nivosos excepcionales o en situaciones de fuerte fusión en mantos nivosos muy desarrollados las avalanchas pueden afectar a vías de comunicación, edificios y otros tipos de infraestructuras en estaciones de esquí e incluso a los núcleos de población más elevados. Una situación de avalancha se considera de aviso cuando la probabilidad de ocurrencia de grandes aludes es elevada en cotas medias-altas. La estabilidad del manto nivoso y la probabilidad de ocurrencia de los aludes (incluyendo su distribución espacial) están sintetizadas en un número y en un icono en la Escala Europea de Peligro de Aludes, de 5 niveles. Las situaciones de aviso son aquellas en las que el nivel de peligro es 4 ó 5 y la altitud en la que se inicia el desencadenamiento es tal que los aludes pueden provocar afectaciones importantes.

Los aludes en España se producen en invierno y primavera en las cordilleras más elevadas, especialmente en el Pirineo y en la cordillera Cantábrica. En número mucho menor también se han registrado aludes en montañas como el Moncayo, la sierra de Gredos, el macizo de Peñalara o Sierra Nevada.

Los episodios de nevadas abundantes y en especial aquellos en los que las precipitaciones son fuertes, son propicios a la generación de aludes de nieve reciente (fresca) que pueden movilizar la nieve caída y parte del manto nivoso subyacente previo. Si la temperatura es baja, la probabilidad de desencadenamiento espontáneo del alud se mantiene elevada durante varios días después de la nevada. Por otro lado, los periodos con temperaturas relativamente elevadas y/o lluvias sobre el manto nivoso son favorables a la caída de aludes de fusión. Es típica su aparición en las horas centrales del día de los meses primaverales. El tipo de alud que con mayor frecuencia produce accidentes en alta montaña es el de placa. Estos aludes son posibles en cualquier situación meteorológica siempre que exista un manto nivoso con estructura de placa (placa dura superior superpuesta a una capa frágil) y un elemento externo que represente una sobrecarga (Sanz *et al.*, 2013).

### Temporales marítimos

España tiene algo más de 7900 kilómetros de costas, incluyendo los de las islas Baleares y Canarias. Las costas españolas están sometidas en ocasiones a temporales marítimos que son fruto de episodios de viento fuerte presentes en la zona afectada por el temporal (mar de viento) o a periodos con notable mar de fondo asociada a temporales más o menos lejanos. También es posible una mar combinada entre mar de viento y mar de fondo. Por otro lado y con mayor frecuencia, las áreas de alta mar sufren también periodos de fuerte oleaje acompañados en ocasiones con mal tiempo general.

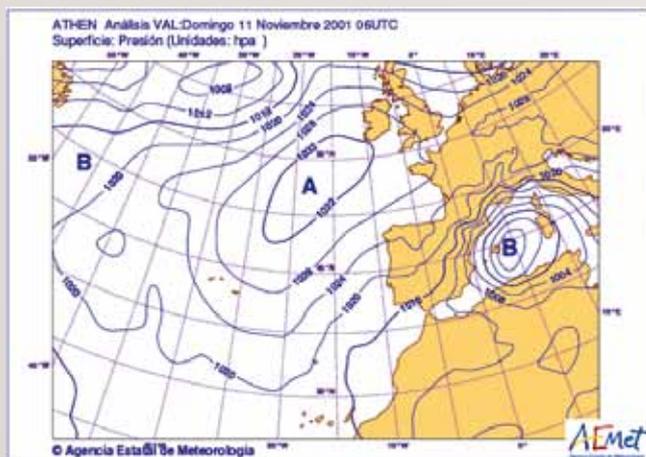
## Referencias

Los temporales marítimos afectan a la navegación y producen desperfectos en infraestructuras situadas en la línea de costa además de destruir playas que debido a su frecuentación turística son reconstruidas artificialmente, con el consiguiente coste económico. Obviamente estas condiciones adversas son un peligro para las vidas de las personas que se encuentran navegando o en puertos y playas.

La climatología de los temporales es claramente distinta entre las zonas atlántico-cantábrica y la mediterránea, siendo el oleaje mayor en las primeras que en las segundas. Ello implica que el umbral de altura de olas para considerar una situación marítima como adversa sea mayor en las primeras zonas (4-5 metros frente a 3-4 metros). Además se considera que para que el fenómeno sea adverso la velocidad del viento debe de ser de al menos fuerza 7 en la escala Beaufort (50-61 km/h).

Los temporales atlánticos, con vientos de componente oeste y gran *fetch*, son los que afectan con mayor virulencia a las costas de Galicia y del Cantábrico. En la fachada mediterránea peninsular y en las Baleares son los temporales de levante, también con largo recorrido marítimo, los que tienen un mayor impacto en las costas. En ambos casos con frecuencia están presentes profundas depresiones sinópticas, subsinópticas o mesoscalares de orígenes y tipos diversos (frontales, orográficas, exhuracanes, ciclones cuasitropicales mediterráneos). Existen además vientos regionales fuertes que afectan recurrentemente a determinadas áreas (por ejemplo, la tramontana en el área situada entre el golfo de León, la costa catalana y la isla de Menorca) que tienen asociados notables temporales marítimos. En el Cantábrico existe el fenómeno de las galernas, típica y frontal, consistente en un incremento brusco en la velocidad del viento sobre mar y sobre tierra que se traduce en un empeoramiento también brusco del estado de la mar.

Los diferentes tipos de temporales reseñados en el párrafo anterior tienen una distribución mensual muy variada. Mientras que los temporales atlánticos tienen una clara preferencia por los meses invernales, los temporales de levante son más frecuentes en otoño. Las *tramuntanadas* son propias de la época fría del año y las galernas pueden aparecer en verano o en invierno dependiendo de su tipología.



Mapa de presión en superficie que muestra el temporal de levante de noviembre 2001. Fuente: AEMET.

- AEMET. *Olas de calor en España desde 1975 [en línea]*. <[http://www.aemet.es/documentos/es/conocerlas/estudios/Olas\\_Calor\\_ActualizacionMay2015.pdf](http://www.aemet.es/documentos/es/conocerlas/estudios/Olas_Calor_ActualizacionMay2015.pdf)>. [Consulta: 8 enero 2016].
- Capel Molina, J. J., 2000. La nieve y su distribución espacial en la península Ibérica. *Nimbus*, 5-6, 6-12.
- Capel Molina, J. J., 2002. Tormentas y tornados en la península Ibérica. Meteoros adversos extremos que le caracterizan. *Nimbus*, 9-10, 5-16.
- Ceperuelo, M., 2008. Identificación y cuantificación del granizo y modelos de predicción de los parámetros radar. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona. 232 pp.
- Cuadrat, J. M., Serrano, R., y E. Tejedor, 2013. Olas de calor y de frío en España. 324-340. *Fenómenos meteorológicos adversos en España*. Carlos García-Legaz y Francisco Valero (ed.). Consorcio de Compensación de Seguros.
- Cuxart, J., 2013. La niebla y su impacto en la sociedad. 200-216. *Fenómenos meteorológicos adversos en España*. Carlos García-Legaz y Francisco Valero (ed.). Consorcio de Compensación de Seguros.
- García, C. y A. Nájera, 2013. El consorcio de compensación de seguros y la cobertura de los riesgos meteorológicos adversos. 363-373. *Fenómenos meteorológicos adversos en España*. Carlos García-Legaz y Francisco Valero (ed.). Consorcio de Compensación de Seguros.
- Gayà, M., 2013. Los tornados en España: características e impactos. 67-80. *Fenómenos meteorológicos adversos en España*. Carlos García-Legaz y Francisco Valero (ed.). Consorcio de Compensación de Seguros.
- Jansà, A., 2013. Los ciclones mediterráneos y sus impactos en España. 17-33. *Fenómenos meteorológicos adversos en España*. Carlos García-Legaz y Francisco Valero (ed.). Consorcio de Compensación de Seguros.
- Llasat, M. C., 2013. Una aproximación holística al conocimiento de las inundaciones. 219-231. *Fenómenos meteorológicos adversos en España*. Carlos García-Legaz y Francisco Valero (ed.). Consorcio de Compensación de Seguros.
- Martín-Vide, J., 2013. Concentración diaria de la precipitación en la España peninsular. Un mapa de riesgo de precipitaciones torrenciales. 156-168. *Fenómenos meteorológicos adversos en España*. Carlos García-Legaz y Francisco Valero (ed.). Consorcio de Compensación de Seguros.
- Olcina, J., 1995. Factor climático y la ordenación del territorio: los riesgos climáticos. 15-69. *Situaciones de riesgo climático en España*. José Creus Novau (ed.). Instituto Pirenaico de Ecología.
- Pérez, F. y C. Zancajo, 2008. La frecuencia de las descargas eléctricas en España. *Boletín de la AME*, 21, 37-44.
- Piserra, M. T. y J. del Río, 1994. Estudio sobre la peligrosidad del fenómeno de vientos fuertes en España. *Informes de la Construcción*, 430, 5-12.
- Ramos, A. M., Trigo, R. M., Liberato, M. L. R. y R. Tomé, 2015. Daily precipitation extreme events in the Iberian Peninsula and its association with atmospheric rivers. *J. Hydrometeorol*, 16, 579-597.
- Riesco, J., Polvorinos, F., Núñez, J. A., Soriano, J. y C. Jiménez, 2015. *Climatología de tornados en España Peninsular y Baleares*. [en línea]. [http://www.aemet.es/documentos/es/conocerlas/publicaciones/Climatologia\\_tornados/Climatologia\\_tornados.pdf](http://www.aemet.es/documentos/es/conocerlas/publicaciones/Climatologia_tornados/Climatologia_tornados.pdf). [Consulta: 8 enero 2016]
- Sanz, G., Rodríguez, J. y S. Buisán, 2013. Los aludes en España: el papel de la Agencia Estatal de Meteorología. 247-263. *Fenómenos meteorológicos adversos en España*. Carlos García-Legaz y Francisco Valero (ed.). Consorcio de Compensación de Seguros.
- Taboada, J. J., 2010. Riesgos asociados a fenómenos meteorológicos extremos. *Riesgos naturales en Galicia*. Urbano Fra Paleo (ed.). Universidade de Santiago de Compostela. Consorcio de Compensación de Seguros.