

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-



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.

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.