

LA FRECUENCIA DE LAS TORMENTAS ELÉCTRICAS EN ESPAÑA

Francisco Pérez Puebla y César Zancajo Rodríguez

Agencia Estatal de Meteorología

Introducción

Se presentan aquí ciertos resultados hasta ahora inéditos que sin duda contribuirán a la descripción más detallada de los diferentes regímenes anuales de tormentas eléctricas que se dan en España. Se entiende como tal régimen de tormentas, la descripción de la distribución espacial y temporal de las mismas durante la totalidad del año o su variación de mes en mes. En las próximas líneas se trata de responder a las preguntas clásicas sobre cómo, dónde y cuándo se presenta la mayor o menor probabilidad de ocurrencia de días de tormenta en territorio peninsular y zonas marítimas próximas. Se evalúa la frecuencia media anual de tormentas con una resolución de celdilla cuadrada de 10 kilómetros de lado. Esta frecuencia se ha obtenido de las observaciones automáticas realizadas con la red de descargas eléctricas durante un periodo de ocho años: desde el 1 de enero de 2000 al 31 de diciembre de 2007, ambos incluidos.

Desgraciadamente las valoraciones que aquí se hacen no contienen datos del archipiélago de Canarias porque la instalación de las estaciones de detección en Canarias se realizó durante el mes de junio del año 2005 de modo que apenas alcanza el volumen de datos al tercer año de registro. Por tanto, aún no se dispone de un número suficiente de años para poder hacer un análisis interanual preliminar. Sin duda en los próximos años verá la luz una primera valoración interanual significativa de Canarias como la que aquí se presenta para el conjunto de la península ibérica y sus mares adyacentes.

Metodología

Para la realización del mapa con número medio de días de tormenta que se presenta en el Mapa 1, se ha seguido un método sencillo. En primer lugar se dividió el ámbito de influencia peninsular, tanto marítimo como terrestre, en pequeñas celdillas cuadradas procediéndose de modo automático al conteo del número total de los días en que se observó alguna descarga en el interior de las celdillas. A continuación, se dividió el resultado entre el número de años considerado obteniéndose el valor medio anual observado de días de tormenta en cada celdilla de la malla durante el periodo. Este proceder se repitió posteriormente accediendo a la misma base de datos de descargas eléctricas seleccionando los datos por meses para obtener así la valoración mensual media de cada mes del año. El conjunto de los doce mapas que se presenta justo al final de la contribución constituye el régimen anual medio de tormentas del periodo.

Adicionalmente se ha realizado una cuantificación provincial por provincia durante la totalidad del periodo para la obtención de la densidad provincial de descargas por unidad de superficie (Mapa 2) y del número total de días de tormenta registrados por provincia (Mapa 3) Se obtiene también la clasificación provincial según un orden decreciente en el valor de estas magnitudes (el orden se presenta sobreimpreso en cada provincia sobre cada mapa con la consideración de las islas por separado)

Origen de los datos

Los datos de observación considerados han sido proporcionados por un total de 29 estaciones de radiodetección (15 españolas, 10 de Francia y otras 4 de Portugal) Todas las estaciones están dotadas de tecnología GPS y de otro instrumental que evalúa las características más notables del campo eléctrico y magnético de cada señal. Las detecciones son agrupadas temporalmente por un sistema de concentración y cálculo para determinar cuales corresponden al mismo suceso.

Un rápido proceso iterativo de cálculo determina, casi en el mismo instante de producirse el meteoro, las coordenadas de la posición de la descarga atmosférica original. En el mismo proceso de cálculo se identifican otras particularidades como la intensidad de la corriente, su polaridad, el instante en que llegó al suelo con una millonésima de segundo de precisión. También se obtiene la precisión espacial del posicionamiento junto a otros parámetros de calidad y confianza del proceso. Es tal la rapidez del reconocimiento, que a veces puede observarse en la pantalla de los ordenadores de vigilancia del servicio meteorológico nacional la posición de descargas próximas justo antes de que se oiga el trueno.

Limitaciones en la calidad de los datos

El error medio de localización de una descarga depende de muchos factores entre los que se encuentra la distancia a las estaciones de la red que la detectaron. El error es también función del número de estaciones que intervinieron en su localización y varía dependiendo de la disponibilidad de las mismas. En ausencia de incidencias esa precisión suele ser del orden de pocos centenares de metros.

El indicador de calidad más importante de una red es su eficiencia. Se entiende por tal, el porcentaje del número de rayos identificados respecto al total de los que se realmente se han

producido. Para la validación de este parámetro de calidad las redes más importantes del mundo realizan campañas de medida en pequeñas regiones de fácil exploración con sistemas electromagnéticos totalizadores que miden todas las perturbaciones en su interior. En ausencia de tales validaciones, la estimación de la eficiencia en el interior peninsular oscila entre el 70% y el 90% sin la presencia de incidencias operacionales como cortes eléctricos o de comunicaciones. En las zonas marítimas la eficiencia baja conforme nos alejamos de la línea poligonal formada la unión de los sensores más exteriores de la red. Así en el mar de Argel o las localidades del norte de África la mejor eficiencia posible de la red, dependiendo de la lejanía, puede situarse entre el 40 y el 70% de los rayos.

El que se dé una gran variación en la eficiencia de descargas en las zonas analizadas no es óbice para que los resultados sobre el número de días de tormenta tengan una alta fiabilidad porque rara vez aparecen descargas aisladas sin que en su proximidad aparezca alguna otra. En cualquier caso, tanto mayor es la fiabilidad cuanto más interior a la poligonal de la red esté el lugar donde se fije nuestra atención.

Del total de datos manejados se han rechazado los correspondientes a las descargas interiores a las nubes que no alcanzan el suelo y que han podido ser identificadas como tales. Esto se debe a que la red está configurada para la detección y localización de descargas entre nube y tierra aunque en algunos periodos haya funcionado bajo pretensiones de observación mayores (localizando además las descargas internas en las nubes) De modo que en aras a considerar un criterio de trabajo homogéneo se han tratado sólo las descargas que han alcanzado el suelo. Evidentemente, este modo de proceder supone que los resultados obtenidos son una aproximación por defecto a la frecuencia del fenómeno que pretendemos analizar.

A pesar de las limitaciones del sistema anteriormente discutidas y de los errores de la metodología usada para la fijación de la posición de las descargas contamos con una de las mejores herramientas disponibles hoy en día en el mundo para el correcto seguimiento de las tormentas eléctricas. La buena valoración y apreciación de sus resultados viene sobradamente avalada por la utilización rutinaria de sus datos y productos que en tiempo real y en diferido hacen los particulares y empresas para la protección de sus intereses y propiedades en España.

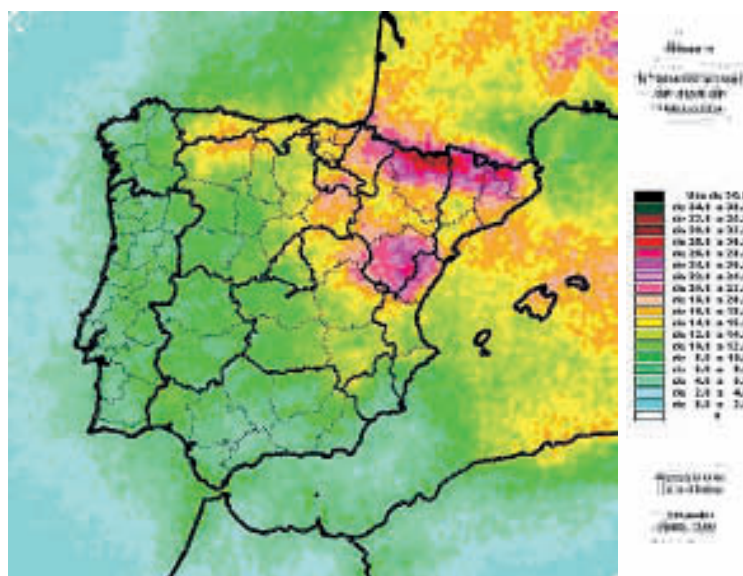
Mapas anuales

Como ocurre en la generalidad de los océanos y mares del planeta se observa en el Mapa 1 que las tormentas son más frecuentes sobre las zonas continentales peninsulares que sobre las marítimas circundantes. También aparecen más abundantemente las tormentas sobre las áreas marítimas mediterráneas con aguas más cálidas que en las atlánticas.

La distribución de los días de tormenta del Mapa 1 exhibe una máxima frecuencia de días con actividad eléctrica en los sistemas montañosos del interior peninsular con mínimos relativos locales en las cuencas de los ríos; más perceptibles alejándonos de las cuencas de recepción de aguas; es decir, los cursos medios y bajos de los grandes ríos y de sus afluentes tributarios se caracterizan por su relativa menor actividad.

Se aprecia en el Mapa 1 la existencia de un gradiente en el número de días de tormenta con dirección del suroeste al noreste en la península. La línea diagonal peninsular que va desde Finisterre hasta el cabo de Gata determina dos mitades de caracteres eléctricos muy diferentes. Esta subdivisión está a su vez matizada por la especial predilección de las tormentas hacia las zonas más elevadas. En la mitad noreste peninsular se presentan la mayoría de los núcleos de máxima frecuencia del fenómeno; son los denominados “nidos de tormentas”. Particularmente, en las laderas pirenaicas de Aragón se registran los valores extremos absolutos de treinta e incluso más días de tormenta al año.

La distribución del número de días de tormenta es bastante simétrica respecto a las divisorias de aguas y cordales de las grandes cadenas montañosas. Sin embargo, pueden apreciarse ciertas asimetrías en los sistemas montañosos del norte peninsular, una de ellas muy acusada en Pirineos donde los “nidos de tormenta” se localizan casi exclusivamente en la parte español-



la de la gran barrera montañosa. Esta anomalía se debe probablemente al resultado combinado de la dirección del flujo dominante en las situaciones de tormenta y también a la mayor frecuencia e intensidad del régimen de brisas de montaña en las laderas de solana respecto a las de la umbría de la vertiente norte de los Pirineos.

La influencia atenuadora atlántica en la frecuencia anual de días de tormenta se deja sentir sobre todo en las comunidades del oeste y del sur peninsular, justo en la mitad suroeste de la diagonal anteriormente imaginada. Este influjo se manifiesta como una disminución acusada en el número de días con tormenta al sur de la diagonal. Además, la atenuación atlántica es prácticamente inexistente en el Cantábrico, sobre todo en su parte más oriental, debido al mayor peso de la contribución de los sucesos tormentosos originados en interior peninsular que se desplazan habitualmente hacia latitudes más al norte como consecuencia del arrastre del flujo atmosférico dominante.

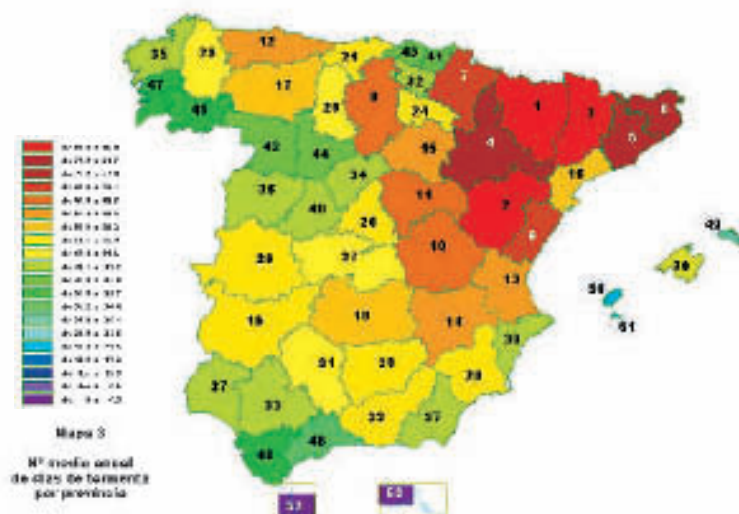
La actividad eléctrica más débil en la península se da en la mitad sur. Concretamente se localiza en el valle del Guadalquivir con apenas de seis a ocho días de tormenta al año. La frecuencia eléctrica es muy baja incluso en la cordillera Penibética donde se produce una anómala escasez de tormentas respecto



a las características observadas en los demás sistemas montañosos situados más al norte incluso respecto a los más próximos de las sierras de Cazorla y Segura.

Entre el mar de Alborán y la zona marítima de Palos se localiza el mínimo absoluto de tormentas, que oscila entre dos a cuatro días de tormenta al año. Este mínimo ceráunico denota unas características térmicas muy diferentes respecto a las demás zonas marítimas del Mediterráneo occidental. Probablemente ese enfriamiento de la superficie marítima sea el origen de la acusada estabilidad atmosférica regional que motiva la escasez de tormentas en los sistemas penibéticos del sur. Contrasta claramente este resultado con las elevadas frecuencias ceráunicas de las zonas marítimas de Baleares, Menorca, Cabrera y Argel.

Por otro lado, se ha valorado la densidad de descargas eléctricas entre nube y tierra registradas por unidad de superficie pero agrupándolas por provincias. Esta evaluación aparece reflejada en el Mapa 2 y ha permitido cuantificar exactamente por primera vez el número real de descargas observadas sobre el suelo peninsular español. Según la valoración realizada se han registrado 756.597 descargas por año en la superficie española peninsular e islas Baleares. Es Aragón la comunidad en la que más abundan las descargas: un total de 164.204 y le sigue Cataluña con 115.362.



En el Mapa 2 se indica la clasificación provincial ceráunica referida a la densidad promedio de descargas por unidad de área tal cual se especifica en su escala adjunta. Así podemos apreciar que Teruel presenta el valor extremo más elevado seguido inmediatamente después por Barcelona y Castellón en segundo y tercer lugar respectivamente. Todas estas provincias alcanzan valores elevadísimos de densidad eléctrica con 4 descargas por año llegando al suelo en cada km². En el polo opuesto al eléctrico nordeste, las densidades mínimas suceden en las provincias occidentales de Galicia y en las del sureste peninsular tanto de Andalucía como en Murcia. En ellas la densidad es un orden de magnitud inferior al del máximo peninsular oscilando entre valores 3 y 5 descargas por cada 10 km². El mínimo provincial se bate en La Coruña seguida de cerca por Málaga y Melilla.

Atendiendo al número de días de tormenta por provincia recogido en el Mapa 3 resulta que la comunidad de Aragón también está a la cabeza al ser en este caso Huesca la primera y la segunda Teruel donde se registran por término medio más de 80 días de tormenta al año. Zaragoza se coloca en un cuarto lugar inmediatamente después de Lérida. Cataluña también mantiene valores muy elevados de actividad con Gerona y Barcelona en un quinto y sexto lugar de la clasificación ceráunica provincial con promedios superiores a 75 días de tormenta al año cada una.

En el otro extremo, las plazas del norte de África han registrado el menor número de días de tormenta, junto con las pequeñas islas de Ibiza y Formentera. Obviamente, en este resultado ha influido primordialmente sus pequeñas dimensiones puesto que las islas Baleares presentan valores medios y elevados de actividad eléctrica conforme a la cartografía anual anteriormente discutida.

Mapas mensuales

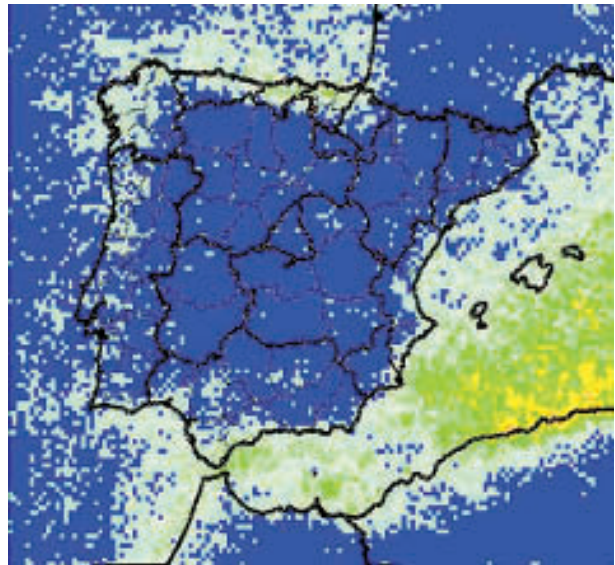
Los resultados anuales discutidos anteriormente cobran mayor interés cuando se analizan como producto de la integración y evolución del comportamiento medio mensual caracterizado en cada uno de los doce mapas mostrados a continuación. Junto a cada mapa se encontrará una breve descripción con un resumen de sus características generales y una frase de síntesis a modo de titular de cada mes. Ahora describimos las características obtenidas de análisis de la evolución de la totalidad de mapas presentados.

La evolución de la actividad ceráunica a lo largo del año presenta caracteres cíclicos. Siempre se observa un máximo de actividad en los meses del verano y un mínimo en los inviernos. En la proximidad de los equinoccios se produce una inflexión en el número de días de tormenta indicada por una cierta homogeneización de la actividad sobre la tierra y el mar.

Durante el final del otoño, el invierno y el inicio de la primavera la máxima actividad se centra en las áreas marítimas con las consiguientes particularidades en cuanto al desarrollo de un régimen diario de actividad muy uniforme (equiprobabilidad del riesgo eléctrico en cualquier hora del día). En esta época del año las tormentas prácticamente desaparecen del interior peninsular reduciéndose el riesgo eléctrico natural al mínimo continental. Por el contrario de marzo a octubre, la actividad eléctrica se ciñe al interior peninsular comenzando en el suro-

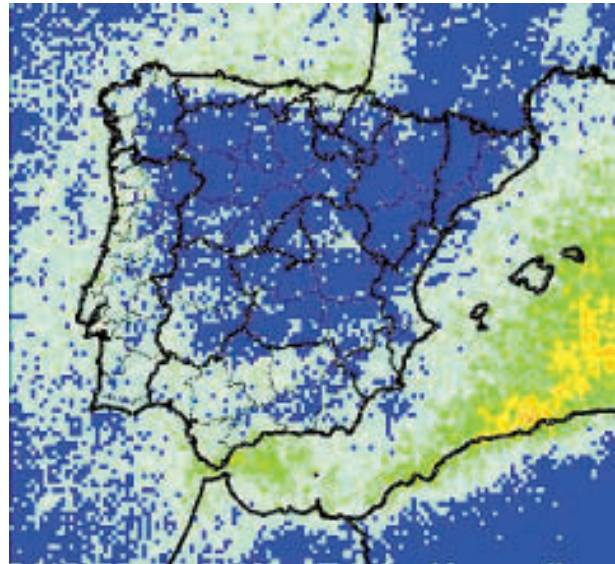
ENERO: Mínimo mensual en la actividad eléctrica anual

Comienza el año con un mínimo en la actividad tormentosa provocado por la reducción en la captación solar y el consiguiente mínimo de temperaturas del aire junto al suelo. La máxima actividad se presenta en las zonas marítimas cuya temperatura es bastante mayor que las continentales gracias al alto calor específico del agua. La estabilidad térmica del agua del mar a lo largo del día determina la equiprobabilidad horaria en el inicio de las tormentas. En zonas litorales próximas al mar se mantiene un débil grado de actividad eléctrica frente a la práctica inexistencia en comunidades y provincias del interior peninsular. El registro revela un máximo de poco más de un día de tormenta en las comarcas litorales de Cantabria, País Vasco, Andalucía oriental, Murcia y sur de la Comunidad Valenciana. En Baleares y las zonas marítimas de la parte más meridional del Mediterráneo occidental se presenta el máximo absoluto de días de actividad eléctrica (casi dos días) probablemente como resultado de la superior temperatura del agua del mar respecto al Atlántico.



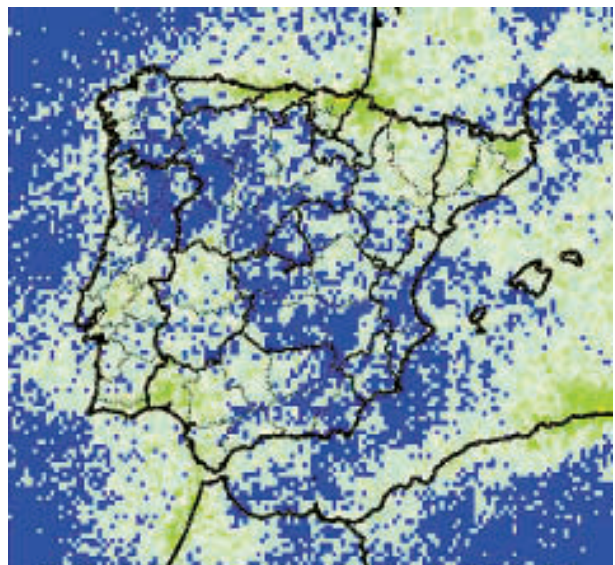
FEBRERO: Primeros indicios de actividad en el suroeste

Se mantiene la tónica del comienzo del año con un mínimo en la actividad tormentosa en el interior peninsular. Se aprecia claramente la llegada de las perturbaciones atlánticas por el suroeste. Aunque sigue habiendo baja actividad eléctrica, en las zonas litorales se observa que en Portugal, Andalucía, Extremadura, Murcia y Cataluña esa débil actividad alcanza tierras más del interior y es algo más intensa que en Enero. El número de tormentas ha pasado ya por el mínimo anual y comienza a remontar en todas las comunidades y provincias colindantes con las mesetas del interior peninsular. El débil régimen de tormentas del sur peninsular presenta un leve incremento de actividad respecto al riesgo eléctrico del mes anterior sobre todo en las comarcas litorales del Mediterráneo de Cádiz y de Málaga. También se observa un ligero repunte de la actividad en Menorca, el mar de Argel y sus zonas marítimas colindantes donde persiste el liderazgo invernal de actividad cerámica con un máximo absoluto de días de actividad eléctrica muy semejante al del mes precedente probablemente como consecuencia del sostenimiento del diferencial térmico respecto al Atlántico.

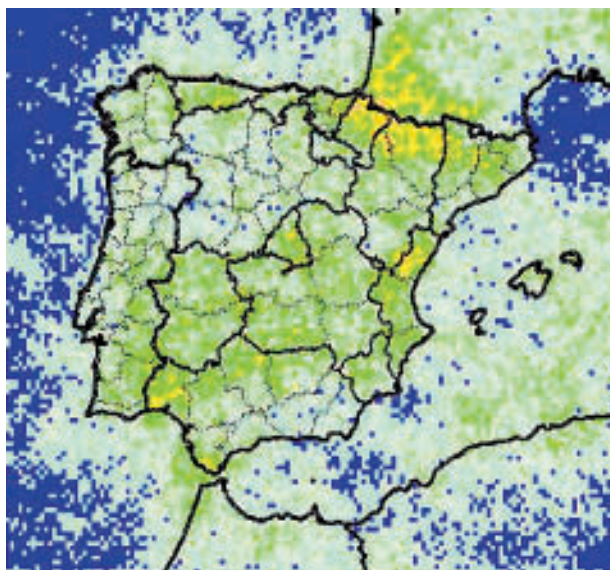


MARZO: Inicio del periodo activo anual por el suroeste y nordeste

El tono de escasez de tormentas eléctricas es semejante al de los dos meses precedentes observándose una reducción significativa de los días de actividad registrados en las zonas marítimas mediterráneas junto a un ligero aumento en el interior continental hasta hacerse muy similar el número de días de tormenta registrados sobre el mar al de la tierra. Continúa la mayor frecuencia de días eléctricos en las áreas marítimas mediterráneas, sobre todo en el mar de Argel donde aún debe persistir la anomalía térmica. Mientras tanto en las zonas marítimas del Estrecho, Alborán, el Cabo de Palos y otras comarcas costeras del sur de Valencia y de Murcia desciende la actividad respecto al mes precedente. A pesar de lo cual sigue prevaleciendo la actividad Mediterránea sobre la del resto de las zonas marítimas Atlánticas que rodean la península ibérica. Se intensifica en marzo levemente la actividad sobre Huelva y Extremadura, y también en Guipúzcoa, Navarra, La Rioja, Aragón y Cataluña con el lento despertar de la convección térmica primaveral.



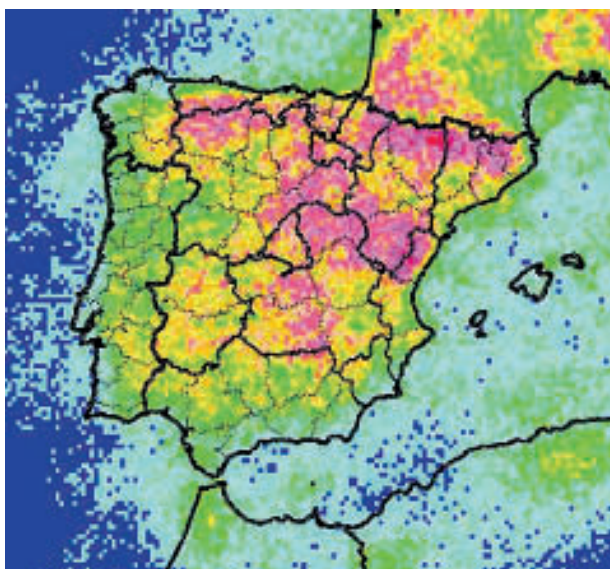
Resoluc



ABRIL: Prevalecen las tormentas en el interior peninsular

El albor de la primavera se muestra ahora claramente en todas las zonas terrestres peninsulares con la generalización e intensificación de la convección en el interior. Durante el mes de abril se produce un claro contraste en el número de días de tormenta sobre zonas terrestres y marítimas. Mientras el número de tormentas eléctricas en el interior peninsular va aumentando paulatinamente llegándose a dos tormentas mensuales durante abril en la periferia marítima continúa reduciéndose. En las zonas marítimas tanto mediterráneas como atlánticas se mantiene el bajo nivel de actividad de los meses precedentes salvo en las áreas marítimas del Estrecho y del Golfo de Cádiz donde se produce una leve intensificación respecto al mes anterior. La máxima frecuencia de tormentas en abril se da en los valles pirenaicos de Navarra y Aragón donde se superan los dos días activos. También se alcanzan cotas cerámicas semejantes en las estribaciones asturianas de la Cordillera Cantábrica, en las madrileñas del Sistema Central, en Sierra Morena y en la parte más oriental del Sistema Ibérico.

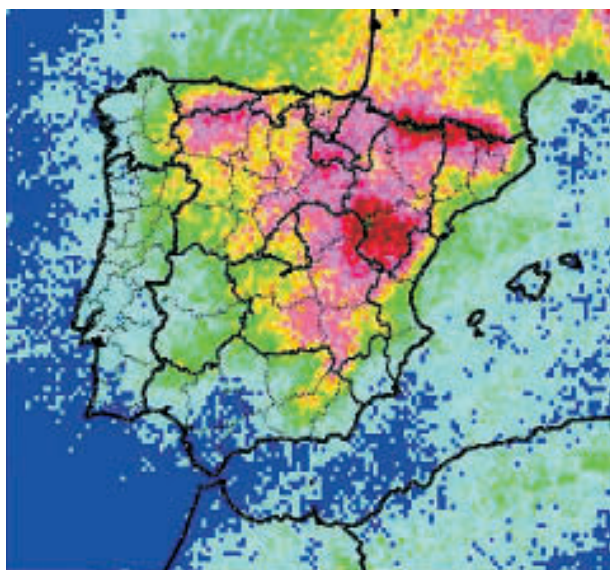
más de 7.00
de 6.00 a 7.00
de 5.50 a 6.00
de 5.00 a 5.50
de 4.50 a 5.00
de 4.00 a 4.50
de 3.50 a 4.00
de 3.00 a 3.50
de 2.50 a 3.00
de 2.25 a 2.50
de 2.00 a 2.25
de 1.75 a 2.00
de 1.50 a 1.75
de 1.25 a 1.50
de 1.00 a 1.25
de 0.75 a 1.00
de 0.50 a 0.75
de 0.25 a 0.50
0.0



MAYO: Intensificación tormentosa en las zonas continentales

La “explosión” convectiva primaveral incrementa y extiende por el interior peninsular los sucesos tormentosos. Tan sólo las comarcas litorales bañadas por el Atlántico mantienen los bajos nivel de actividad del mes precedente con excepción de las del Cantábrico donde aumenta levemente la frecuencia tormentosa (menos en las costas gallegas) En las provincias del litoral sureste peninsular, a pesar de la habitual débil actividad, se alcanza uno de los dos periodos anuales álgidos en la frecuencia de tormentas aunque menos intenso que el otro máximo de septiembre (o junio y agosto en las sierras de Cazorla y de Segura) La actividad se intensifica acentuadamente en las provincias peninsulares con relieve más montañoso triplicándose y hasta cuadruplicándose el número de días de tormenta respecto al mes de abril. Mayo es el mes con mayor número de tormentas del año en amplias zonas del interior de las comunidades con fuerte influencia atlántica como Extremadura, Castilla la Mancha, Andalucía y Galicia. En otras como Asturias, Cantabria y el País Vasco el incremento de la actividad eléctrica se mantendrá hasta Junio.

10 x 10 km

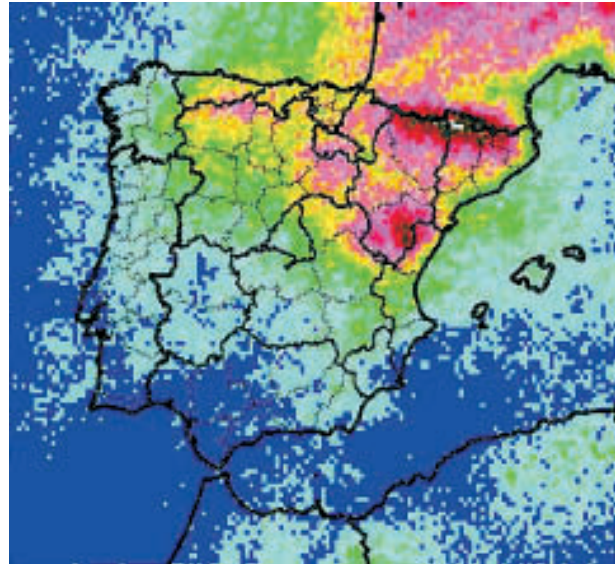


JUNIO: La máxima actividad confluye en la cuenca del Ebro

La convección estival se instala definitivamente con máxima frecuencia en los grandes “nidos de tormentas” eléctricas peninsulares (Sistemas Ibérico y Pirenaico). El centro de gravedad de la máxima actividad se desplaza hacia el noreste como resultado del debilitamiento de la actividad en Andalucía occidental y Extremadura frente al crecimiento explosivo en las tierras altas de todas las cuencas hídricas peninsulares. Se alcanza una intensidad cerámica elevada manteniéndose en las zonas de montaña durante la totalidad de los meses de verano en porcentajes superiores al 15% de los días con tormenta anual. La Rioja y Navarra alcanzan en su primer máximo anual durante Junio. El número de días de tormenta alcanza un valor máximo entorno a 6 días de tormenta en el Pirineo central y las estribaciones turolenses del sistema Ibérico. La actividad en Castilla la Mancha se desplaza hacia el noreste alcanzándose los valores máximos anuales en las serranías alcarreñas y conquenses. Las cuencas altas del río Segura y del Guadalquivir presentan un valor anual extremo de algo más de dos días de tormenta en el mes. El resto de comunidades y comarcas mantienen la moderada actividad alcanzada ya en mayo.

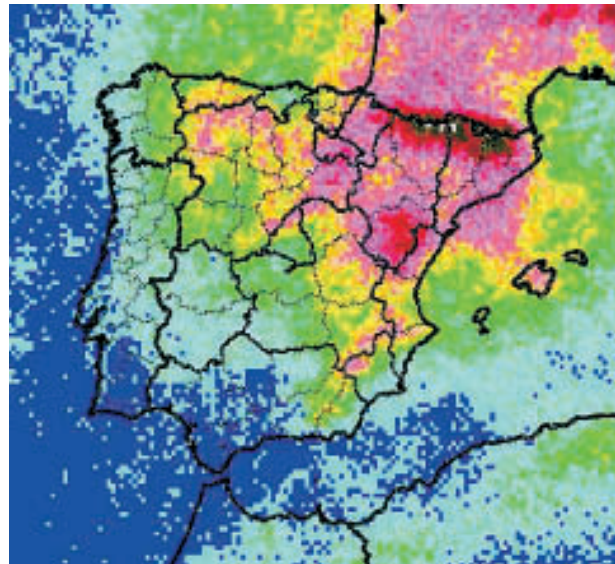
JULIO: Se agudiza el contraste tormentoso en el interior continental

Se hace notorio un extremo contraste en la frecuencia tormentosa entre la mitad nordeste y la suroeste peninsular por el gran debilitamiento de la actividad en la mitad sur peninsular particularmente acusado en Andalucía donde prácticamente desaparecen las tormentas alcanzando su mínimo anual. Al mismo tiempo arrece la convección en el nordeste peninsular batiéndose los máximos mensuales absolutos en el Pirineo leridano y en los Montes Malditos con más de 7 días de tormenta en el mes. Observamos otro máximo secundario en la Sierra de Gúdar y el Maestrazgo con un promedio de unos 6 días de tormenta. En Teruel se mantiene la actividad en los valores elevados alcanzados en Junio pero moviéndose el centro de máxima intensidad hacia el límite con Castellón. Disminuye sensiblemente la actividad en las dos mesetas. Se contiene la frecuencia de “días eléctricos” en las comunidades aledañas al Cantábrico y en al curso medio-alto del Ebro alcanzándose un mínimo local en la ribera baja de Navarra con un tercio de días tormentosos respecto a frecuencia en los valles del pirineo navarro. Se inicia el incremento de la actividad en las zonas marítimas próximas a Valencia y Cataluña tras el repunte en el Cantábrico durante los dos meses anteriores.



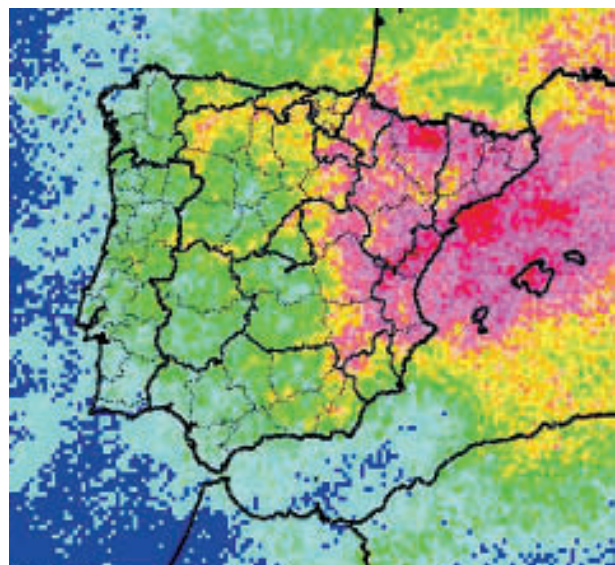
AGOSTO: Se alcanza el máximo anual de días de tormenta en Pirineos

El máximo cerámico mensual se alcanza en las vertientes meridionales de los Pirineos oscenses y leridanos. Aragón y Cataluña llegan a un máximo de actividad anual en la mayoría de sus comarcas salvo en el sur de Zaragoza y Teruel donde el máximo se alcanzó el mes anterior y ahora la actividad se mantiene elevada por cuarto mes consecutivo pero dando las primeras señales de remisión. En Tarragona se alcanza también la máxima frecuencia de días de tormenta por mes y se extiende la elevada actividad por el mar Mediterráneo hasta alcanzar Baleares. Tras la uniformidad en los meses precedentes se incrementa el número de días de tormenta en todas las islas del archipiélago Balear. Vuelve a aumentar también la frecuencia de días de tormenta a valores próximos a los de junio en las dos Castillas, La Rioja, Navarra, Murcia, Comunidad Valenciana e incluso las estribaciones béticas de Andalucía oriental y Murcia. Las comunidades vecinas del Cantábrico incluida Galicia mantienen la frecuencia de días de tormenta muy semejante a la del mes anterior salvo en Cantabria y las comarcas próximas de alrededor donde se reduce a la mitad. El mínimo cerámico del valle del Guadalquivir empieza a remitir.

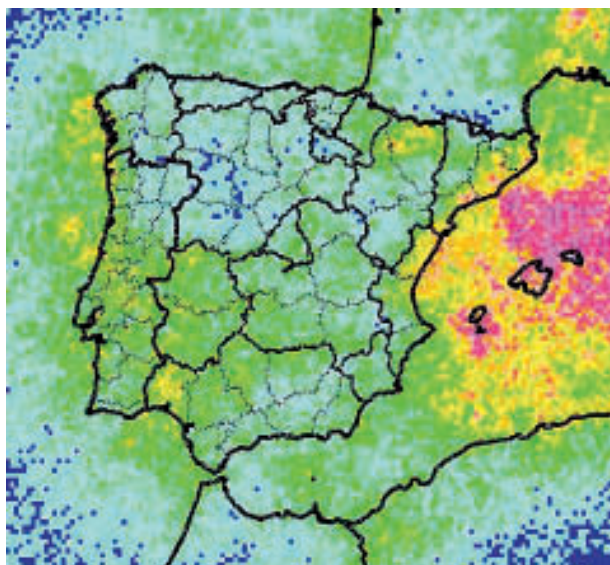


SEPTIEMBRE: La máxima actividad se desplaza al delta del Ebro

En la antesala del otoño vemos que el centro de la actividad se sitúa en la desembocadura del Ebro. Por quinto mes consecutivo se observa una frecuencia elevada de días de tormenta en el Pirineo aragonés y en el Maestrazgo. En las zonas marítimas de Baleares y Menorca se observa de modo uniforme cotas en el número de tormentas de 4 ó 5 días al mes. Las comunidades de Baleares y Valencia junto con las zonas costeras de Barcelona y Tarragona alcanzan sus frecuencias máximas anuales con valores entorno a 4 días de tormenta. Asimismo, en Murcia y Andalucía oriental la actividad eléctrica repunta y marca un segundo mes anual de máximo número de días eléctricos como ocurriera en Junio. Acompaña a esta moderada intensificación un débil incremento de la actividad en algunas comarcas del interior peninsular con influencia atlántica: Andalucía, Extremadura y Castilla la Mancha. Se recupera sensiblemente la actividad eléctrica en Cantabria mientras en el resto de comunidades de influencia Cantábrica apenas si hay cambios respecto a agosto. Por último, reaparecen las tormentas en las zonas marítimas de Palos, Alborán, Estrecho y golfo de Cádiz después de tres meses de práctica desaparición.



Resolucio



OCTUBRE: Prevalcen las tormentas en la periferia marítima, situándose el máximo sobre Baleares.

El núcleo de máxima actividad eléctrica se sitúa sobre las áreas marítimas de Baleares, Cabrera y Menorca desplazándose ahora en dirección sureste y disminuyendo su frecuencia de días de tormenta marítimos respecto al mes precedente. Las islas del archipiélago Balear mantienen aún valores moderados de actividad (entre dos y tres días de tormenta al mes) La convección es ahora un fenómeno primordialmente marítimo sobre todo en el Mediterráneo pero también viene acompañada de un notorio resurgir en las zonas marítimas atlánticas de Oporto, San Vicente y Golfo de Cádiz y las regiones continentales de influencia Atlántica del centro y sur peninsular: Portugal, Andalucía occidental, Extremadura y zonas occidentales. En las restantes comunidades se inicia el declive tormentoso remitiendo la convección a excepción de las áreas marítimas de Alborán y Estrecho y las zonas costeras próximas tanto al norte como al sur (incluidas las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla) donde se da un leve incremento de los días de actividad eléctrica que se mantendrá durante el final del otoño y la mayor parte del invierno.

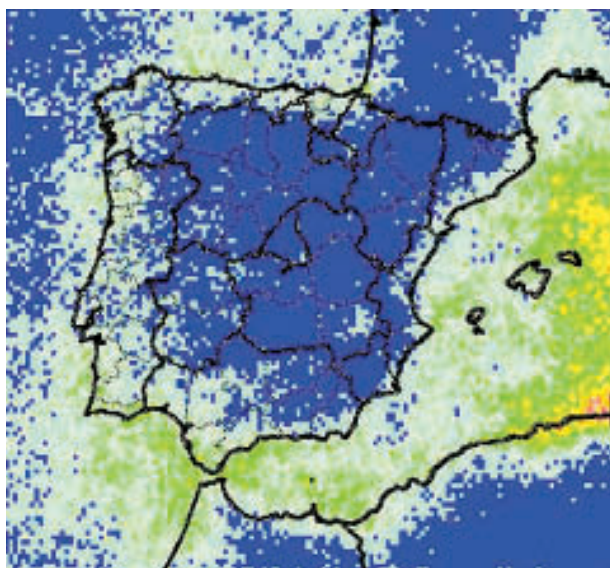
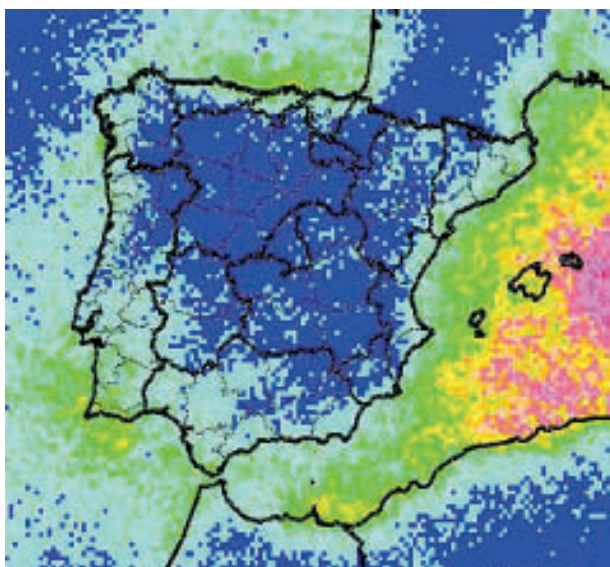
NOVIEMBRE: Se invierte el contraste observado en primavera entre el interior continental y la periferia marítima.

Prosigue el alejamiento del núcleo de actividad convectiva hacia el sureste del Mediterráneo occidental agudizándose el descenso de días de actividad en el Mediterráneo y en las comarcas costeras donde la actividad es casi residual. Ahora el máximo se da sobre las zonas marítimas de Menorca y Cabrera y el área de Argel. Hay una desaparición casi total de la actividad eléctrica en el interior peninsular y tan solo las comarcas costeras presentan débil actividad. Se inicia así un largo periodo de inactividad en el interior peninsular que puede alcanzar los cuatro o cinco meses. Destacan las zonas litorales próximas al Cabo de San Vicente, al Estrecho de Gibraltar y a Pontevedra en el Atlántico por ser las de máxima actividad peninsular aunque sea débil (alrededor de 2 días de tormenta como mucho). En el Mediterráneo destaca el máximo de Melilla con casi dos días de tormenta. Tan sólo en alguna zona litoral al Norte se alcanzan valores semejantes, determinando un régimen anual complejo y variable de las comarcas de montaña a las litorales. Se hace de nuevo extremo el contraste en el número de tormentas entre el mar y las zonas continentales tal como ocurrió en la primavera, aunque en sentido inverso.

DICIEMBRE: La actividad en el interior peninsular se desploma

Se consolida la pérdida de actividad del núcleo convectivo residual en el Mediterráneo central ocasionada por el enfriamiento marítimo otoñal que continuará durante el trimestre invernal hasta alcanzar en marzo la máxima homogeneidad térmica entre continente y océano. Sin embargo, durante diciembre persiste una clara asimetría en la actividad convectiva entre las zonas marítimas atlánticas y las mediterráneas como reflejo de la diferencia térmica entre las dos zonas. Este contraste viene determinado por el carácter cerrado del Mediterráneo al que no afluyen corrientes marítimas tan frías como los ramales de la corriente del golfo de México que alcanzan las zonas marítimas occidentales de la península. En el golfo de Vizcaya se ha reducido claramente el número de días de tormenta para alcanzar valores semejantes al resto de las zonas Atlánticas. En las comarcas litorales se mantiene la reducción del número de días de tormenta eléctrica con la excepción de las zonas costeras de influencia del mar de Alborán, el estrecho y el golfo de Cádiz así como las ciudades autónomas del norte de África. El máximo de actividad de diciembre se registra también en el mar de Argel y en la zona marítima de Menorca.

más de 7.00
de 6.00 a 7.00
de 5.50 a 6.00
de 5.00 a 5.50
de 4.50 a 5.00
de 4.00 a 4.50
de 3.50 a 4.00
de 3.00 a 3.50
de 2.50 a 3.00
de 2.25 a 2.50
de 2.00 a 2.25
de 1.75 a 2.00
de 1.50 a 1.75
de 1.25 a 1.50
de 1.00 a 1.25
de 0.75 a 1.00
de 0.50 a 0.75
de 0.25 a 0.50
0.0



10 x 10 km

este y en los sistemas montañosos al inicio de la primavera. Los centros de máxima actividad en el verano se centran en las zonas montañosas de la mitad norte sobre todo al norte de la diagonal de Finisterre al cabo de Gata. La máxima frecuencia tormentosa se da habitualmente en Pirineos y el sureste del Sistema Ibérico donde la actividad persiste durante la mayor parte del periodo eléctrico activo. Sin embargo, en los polos de mínima actividad esta desaparece durante el mes de julio o al menos se reduce ostensiblemente lo que provoca un régimen anual de actividad con dos máximos: uno en primavera y otro durante el otoño.

Resumen

Se aprecia claramente un ciclo en el desplazamiento anual del centro de máxima actividad desde el mar a la tierra.

La actividad comienza débilmente en primavera en las comarcas atlánticas del golfo de Cádiz y de Vizcaya y se va extendiendo hacia el interior por los sistemas montañosos de la mitad norte y por ambas mesetas.

En el inicio del verano, la actividad máxima se centra en los sistemas montañosos de la cuenca del Ebro y continúa desplazándose durante el verano hacia el este, hasta que al final de la estación, por la captación de energía del Mediterráneo, el máximo se centra sobre el mar, frente al delta del Ebro.

En el otoño, la actividad cerámica acerca su máximo sobre el mar Balear y el número de días eléctricos va remitiendo lentamente al mismo tiempo que se va enfriando la superficie marítima afectada hasta que, avanzado el invierno prácticamente se iguala la actividad marítima atlántica con la mediterránea.

Conviene destacar que la evolución de la actividad cerámica a lo largo del año presenta una clara asimetría en el otoño respecto a la primavera debido a la intensificación de la actividad en las zonas marítimas de Baleares a final del verano y el otoño. Por ese motivo, el inicio del otoño manifiesta mucha mayor actividad eléctrica que el despertar de la primavera, hasta el punto de que ha habido años en los que el máximo de actividad anual se ha presentado en septiembre, justo al final del verano e inicio del otoño.

Referencias

Cooperación entre las redes de rayos de España y Portugal. Francisco Pérez Puebla. XXVIII Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española (AME). Badajoz. Febrero 2004.

Web: www.ame-web.org/JORNADAS/perezp.pdf

El valor de la información sobre electricidad atmosférica. Francisco Pérez Puebla. Revista Ambiente. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. Noviembre de 2005. Web: http://www.mma.es/portal/secciones/biblioteca_publicacion/publicaciones/revista_ambiente/n49/index.htm

Aproximaciones al concepto de tormenta eléctrica. Francisco Pérez Puebla, César Zancajo Rodríguez y Jorge González Márquez. Calendario meteorológico 2008. Instituto Nacional de Meteorología. Diciembre 2007.

Los niveles de la actividad eléctrica atmosférica en España. Francisco Pérez Puebla y César Zancajo Rodríguez. XXX Jornadas Científicas de la AME. Mayo de 2008. Web: www.ame-web.org

Teletempo

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO

AGENCIA ESTATAL
DE METEOROLOGÍA

*Servicio telefónico permanente
de información meteorológica
(24 horas al día)*

GENERAL PARA ESPAÑA
807 170 365

PROVINCIAL Y AUTONÓMICA
807 170 3
(Completar con las dos cifras del código provincial)

MARÍTIMA

Baleares	807 170 370
Mediterráneo	807 170 371
Cantábrico/Galicia (costera)	807 170 372
Canarias/Andalucía Occidental (costera)	807 170 373
Atlántico alta mar	807 170 374

DE MONTAÑA

Pirineos	807 170 380
Picos de Europa	807 170 381
Sierra de Madrid	807 170 382
Sistema Ibérico	807 170 383
Sierra Nevada	807 170 384
Sierra de Gredos	807 170 385