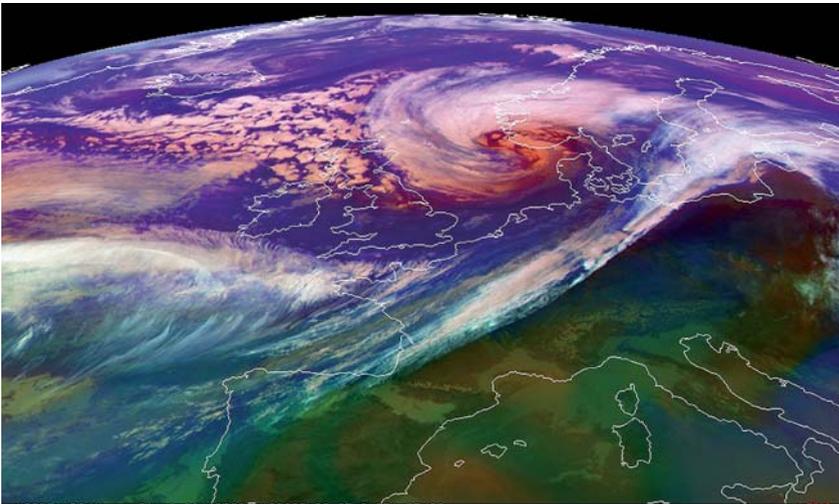


en España



LA TEMPESTAD

El ciclón extratropical se formó en el Atlántico en la tarde del jueves 22 de enero de 2009, localizándose su punto inicial al noroeste de las Islas Azores. La rapidez con la que el ciclón avanzó y ganó profundidad complicó su observación en los estadios iniciales.

Las primeras predicciones se basaban en modelos matemáticos, dado que la borrasca no era aún visible en las imágenes remitidas por los satélites. Desde el 22 de enero, las imágenes reportadas por el satélite Meteosat mostraron la formación de una fuerte

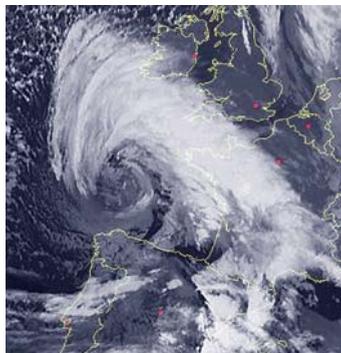
depresión en el Atlántico Norte, que hacía presagiar una potente tormenta en la zona del golfo de Vizcaya.

El ciclón avanzó de oeste a este, dirigiéndose por el mar Cantábrico hacia el golfo de Vizcaya a lo largo del día 23, mientras continuaba ganando intensidad. La presión barométrica en su centro era de 969 milibares a las 18:00 UCT, habiendo caído 30 milibares durante las 24 horas previas, y se desplazaba a una velocidad media de 130 km/h. En el transcurso de dicha jornada el ciclón se dejó sentir ya en las costas de Galicia, Asturias y Cantabria. Aquel día se midió, a 22 millas de la costa de Santander, una ola de 26 metros de altura, la mayor registrada en España.

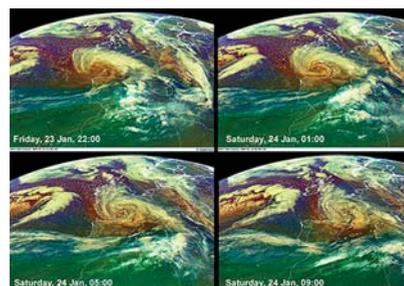
En la noche de los días 23 al 24, el centro del ciclón tocó tierra en las costas de Aquitania, en una trayectoria ligeramente más septentrional que la inicialmente prevista. En esos momentos el ciclón había alcanzado su máxima profundización y se encontraba asociado a una corriente de chorro en altura que alcanza velocidades de 300 km/h, lo que dejó velocidades de viento medias, en la zona del centro del ciclón, de entre 150 y 170 km/h.

Más al sur, en el norte de España, la extensión de masas montañosas provocó turbulencias que permitieron llegar a medir ráfagas de viento superiores a 200 km/h.

El día 25, el ciclón continuó su trayectoria por el mar Mediterráneo hasta el golfo de Génova, dirigiéndose posteriormente hacia Córcega y el sur de Italia, convertido ya en una fuerte



**SE CALCULA QUE EL CICLÓN
KLAUS CAUSÓ DAÑOS
POR VALOR DE 1.500
MILLONES DE EUROS EN
FRANCIA, 500 MILLONES
EN ESPAÑA Y 300 EN
ITALIA. CÁLCULOS
POSTERIORES ELEVARON
LA CIFRA EN ESPAÑA
HASTA LOS 800
MILLONES**



borrasca que descargó importantes lluvias en la zona.

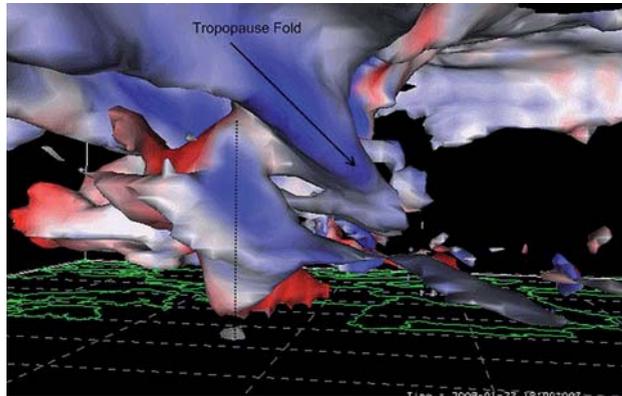
Respecto a los daños ocasionados por el ciclón Klaus, algunas fuentes calcularon tras el evento que las pérdidas podrían rondar los 1.500 millones de euros en Francia, 500 millones en España y unos 300 en Italia. Sin embargo, cálculos posteriores elevaron la cifra para España a 800 millones de euros, por lo que las cifras globales podrían ser superiores en la misma proporción.



¿QUÉ ES UN CICLÓN EXTRATROPICAL?

Los ciclones extratropicales consisten en centros de bajas presiones similares en apariencia a los ciclones tropicales o polares, pero que se forman en una franja de latitudes comprendida entre los 35° y los 70° tanto al norte como al sur del Ecuador. A diferencia de los ciclones tropicales, que toman su energía del mar, en el caso de los ciclones extratropicales la energía proviene del choque de masas de aire a distinta temperatura en la atmósfera.

El fenómeno de formación de este tipo de eventos climáticos, identificado como ciclogénesis, se produce cuando dos masas de aire con gran contraste de temperaturas —una de aire polar muy



EN UN CICLÓN EXTRATROPICAL, LOS VIENTOS MÁS FUERTES SE DISTRIBUYEN DE FORMA IRREGULAR POR LA PARTE EXTERIOR DEL SISTEMA LO QUE LOS DIFERENCIA RADICALMENTE DE LOS CICLONES TROPICALES



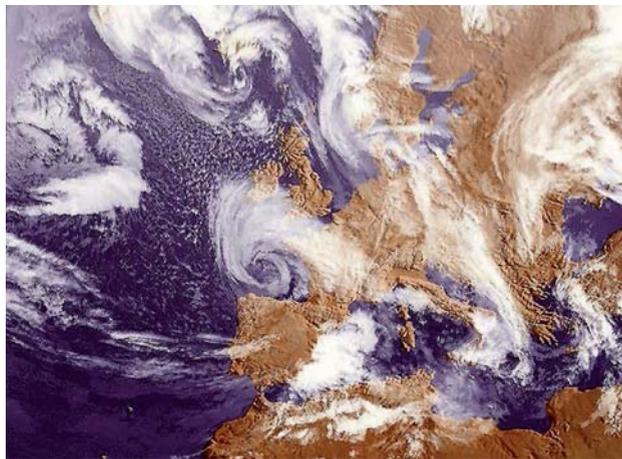
frío al norte y otra de aire húmedo y cálido al sur— chocan, generando fuertes vientos y abundantes precipitaciones. Si este proceso se produce en un corto periodo de tiempo, el fenómeno se denomina ciclogénesis explosiva.

Cuando este tipo de fenómenos se forman en el Atlántico Norte y afectan principalmente a Europa Noroccidental, suelen denominarse «tormentas invernales». Su época de máxima actividad se centra en los meses de diciembre a febrero, cuando el océano todavía se mantiene cálido y entra en contacto con masas de aire polar.

Si bien este tipo de tormentas suele tener trayectorias que los llevan por el sur de las Islas Británicas, para penetrar en el continente por la Bretaña francesa hacia el centro de Europa, en algunas ocasiones se desvían hacia el sur, pudiendo alcanzar a casi cualquier país de Europa. Los países más afectados incluyen a Noruega, Irlanda y Reino Unido, aunque prácticamente cualquier país en el norte, centro y especialmente el oeste de Europa es azotado ocasionalmente por este tipo de ciclones.

La característica principal de estas formaciones es la dispersión en los valores punta de la velocidad del viento, repartidos por la zona exterior de la perturbación. Esto implica que los vientos más fuertes se distribuyen irregularmente por la parte exterior del sistema, lo que los diferencia radicalmente de los ciclones tropicales.

En España el precedente más próximo se remonta a 1984, en el que el ciclón Hortensia alcanzó las costas de Galicia, si bien con una magnitud muy in-



EL CICLÓN KLAUS INICIÓ BÁSICAMENTE SOBRE TODA LA CORNISA CANTÁBRICA Y LOS PIRINEOS, AFECTANDO TAMBIÉN A VARIAS PROVINCIAS CONTIGUAS, ASÍ COMO AL SISTEMA CENTRAL, A LEVANTE, AL MAESTRAZGO Y A LAS BALEARES

ferior a la desarrollada por Klaus, ya que en su caso se trataba de los restos de un ciclón tropical debilitado que alcanzó la Península en forma de borrasca.

En el centro de Europa se recuerdan todavía los efectos de los ciclones Lothar y Martin, acacidos entre el 26 y el 28 de diciembre de 1999, que dejaron severos efectos en Francia, Suiza y Alemania. También el 18 de enero de 2007 se dejaron sentir los efectos del ciclón Kyrill. Estos eventos tuvieron una magnitud similar a la del ciclón Klaus, aunque su trayectoria fue la típica para este tipo de eventos.

Los nombres de los ciclones extratropicales son asignados en Europa por el Instituto Meteorológico de la Universidad Libre de Berlín. La práctica está inspirada en el Servicio Meteorológico Nacional de Estados Unidos, que asigna los nombres de huracanes y tifones, y que se inició durante la Segunda Guerra Mundial.

Conviene repasar la definición que el Consorcio de Compensación



de Seguros ofrece con respecto al concepto de tempestad ciclónica atípica: «tiempo atmosférico extremadamente adverso y riguroso producido por:

1°.- Ciclones violentos de carácter tropical, identificados por la ocurrencia y simultaneidad de velocidades de

viento superiores a 96 kilómetros por hora, igualmente promediadas sobre intervalos de 10 minutos, lo que representa un recorrido de más de 16.000 metros en este intervalo, y precipitaciones de intensidad superior a 40 litros de agua por metro cuadrado y hora.

2°.- Borrascas frías intensas con advección de aire ártico identificadas por la concurrencia y simultaneidad de velocidades de viento mayores de 84 kilómetros por hora, igualmente promediadas sobre intervalos de 10 minutos, lo que representa un recorrido de más de 14.000 metros en este intervalo, con temperaturas potenciales que, referidas a la presión del nivel del mar en el punto costero más próximo, sean inferiores a 6°C bajo cero.

3°.- Tornados, definidos como borrascas extratropicales de origen ciclónico que generan tempestades giratorias producidas a causa de una tormenta de gran violencia que toma la forma de una columna nubosa de pequeño diámetro proyectada de la base de un cumulonimbo hacia el suelo.

4°.- Vientos extraordinarios, definidos como aquellos que presentan rachas que superen los 135 kilómetros por hora. Se entenderá por racha el mayor valor de la velocidad

del viento, sostenida durante un intervalo de tres segundos».

Las dos últimas acepciones encajan con la descripción del fenómeno correspondiente a un ciclón extratropical.

EXTENSIÓN DE LOS DAÑOS EN ESPAÑA

Para hacernos una idea de la extensión geográfica de los daños causados por el ciclón Klaus, basta contemplar el mapa de municipios afectados publicada por el Consorcio de Compensación de Seguros. En dicho mapa se reflejan aquellas zonas donde se ha podido establecer que los vientos superaron la velocidad de 135 km/h.

A primera vista se constata cómo el ciclón Klaus ha incidido principalmente sobre toda la cornisa cantábrica y los Pirineos: Galicia en su práctica totalidad, Asturias, Cantabria, País Vasco al completo; la casi totalidad de Navarra, La Rioja, Huesca y Lleida, así como las comarcas más septentrionales de las provincias de Zamora, León, Palencia, Burgos y Soria. También se contemplan algunos municipios del cuadrante suroeste de la provincia de Zamora.

También aparecen marcadas las comarcas meridionales de Cataluña y las del Maestrazgo, entre las provincias de Castellón y Teruel, englobando superficies similares a ambos lados del curso final del Ebro. Las Islas Baleares fueron afectadas al completo, con la excepción de Menorca.

Separadas del resto de zonas marcadas, en áreas de montaña donde el re-

lieve potenció los efectos del viento, se encuentran marcados los municipios situados en torno al Sistema Central, entre las provincias de Madrid, Segovia, Ávila, Guadalajara y Soria. Del mismo modo, se han visto afectados los municipios situados en torno a la sierra de Mariola, en los límites de las provincias de Valencia, Alicante y Albacete.

No obstante la distribución anterior, que se corresponde con las zonas aceptadas por el Consorcio de Compensación de Seguros como áreas que han soportado directamente la acción de una tempestad ciclónica atípica, se han reportado daños directamente relacionados con el ciclón Klaus en la práctica totalidad de la península Ibérica, siendo los efectos de consideración en los tercios septentrional y central.

Tipo de daños sufridos por los Grandes Riesgos

INDUSTRIA

Los daños más generalizados en la industria han consistido en daños en las cubiertas de las naves industriales, bien por arranque total de los elementos de cubrimiento, bien por su desanclado parcial, lo que ha provocado la exposición de las líneas de producción y existencias en almacenaje a la lluvia y, en los casos de industrias situadas en las proximidades de la costa, la contaminación de las instalaciones con salitre, que ha requerido de acciones de descontaminación para garantizar su viabilidad tras el siniestro.

En algunos casos, los daños se han producido, además de en la propia edi-

ficación, por la diseminación de las existencias situadas en las campas exteriores de las naves. También se han registrado numerosas caídas de muros perimetrales.

REDES DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICAS

Las grandes redes de transporte eléctrico se vieron seriamente afectadas a lo largo de las provincias septentrionales, registrándose la caída de varios tramos de apoyos en líneas de alta tensión (220 kV).

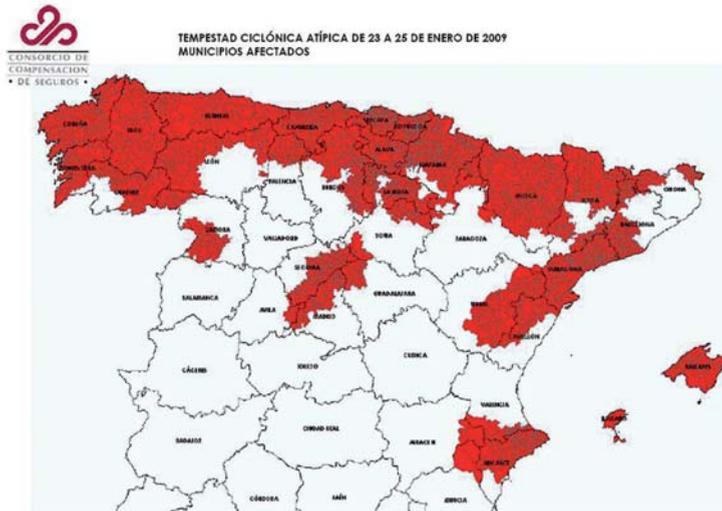
Los apoyos para este tipo de infraestructuras se diseñan para soportar vientos con velocidades sostenidas de



hasta 120 km/h, salvo en el caso de líneas de categoría especial, donde la velocidad de diseño es de 140 km/h, según fija el actual Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

A pesar de la dificultad que representa el hecho de que raramente se dispone de equipos de medición en las zonas atravesadas por este tipo de infraestructuras, se ha podido demostrar en prácticamente todos los casos que la velocidad del viento superó los valores de diseño, incluyendo los márgenes de seguridad introducidos que amplían la resistencia de las torres hasta 150 km/h en algunos casos.

Adicionalmente, debe tenerse en cuenta el hecho de que los vientos en un fenómeno de estas características presentan una variabilidad en su in-



tensidad que puede generar en este tipo de estructuras efectos de fatiga acelerada que precipiten su colapso.

A pesar del daño ocasionado en estas importantes infraestructuras, el mallado intrínseco de la red de transporte permitió continuar con el abastecimiento utilizando las líneas no dañadas de los respectivos anillos, por lo

que el impacto provocado al mercado eléctrico fue mínimo.

Mayor impacto tuvieron, a nivel local, los daños sufridos en algunas zonas por la red de distribución, principalmente en dos comarcas de la provincia de Barcelona, donde las líneas de baja, media y, en algunos casos de alta tensión, fueron impactadas por el arbolado existente en la zona. Los árboles, arrancados de raíz o partidos por el intenso viento, golpearon el cableado de las líneas, provocando que los apoyos metálicos, de hormigón o madera sufrieren fracturas o deformaciones que los hicieron irre recuperables para el servicio.

A pesar de que las distintas normativas fijan una separación mínima en el plano horizontal entre las masas de arbolado y las líneas (que puede variar entre 1 y 4,5 metros por ambos lados, según la tensión de la línea), en la mayor parte de los casos los ejemplares superan ampliamente la altura del ten-



↑ LAS GRANDES REDES DE TRANSPORTE ELÉCTRICO SE VIERON SERIAMENTE AFECTADAS POR EL CICLÓN KLAUS, QUE GENERÓ VIENTOS DE VELOCIDADES QUE SUPERARON EN CASI TODOS LOS CASOS LOS VALORES DE DISEÑO

dido, por lo que en el momento de su caída son capaces de provocar los daños que en esta ocasión se han registrado de forma generalizada.

Hay que aclarar que la caída de arbolado no afectó únicamente a las infraestructuras de distribución eléctrica. Las propias vías de comunicación se vieron cortadas por la importante caída, de forma que los retenes de reparación de las líneas eléctricas se vieron obligados a despejar en primer lugar los accesos a urbanizaciones completas, para poder acometer las tareas de reparación posteriormente.

AEROGENERACIÓN

Los parques eólicos de generación eléctrica han sufrido especialmente la acometida del ciclón. La propia ubicación de este tipo de instalaciones, en los lugares de mayor exposición al viento en cadenas montañosas, ha motivado que en muchos de ellos se hayan registrado mediciones de rachas de viento de velocidades superiores a las medidas por las estaciones de AEMET (en algunos casos se han registrado rachas superiores a los 220 km/h).

A pesar de que los aerogeneradores disponen de protocolos automáticos de autoprotección frente a este tipo de situaciones, situando las góndolas en la dirección del viento y las palas en posición de «bandera» (oponiendo la mínima resistencia al viento), los daños reportados han alcanzado a casi cualquier elemento de este tipo de equipos.

La mayoría de los daños registrados consisten en la desaparición de las



LOS PARQUES EÓLICOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA, SITUADOS EN LOS LUGARES DE MAYOR EXPOSICIÓN AL VIENTO EN CADENAS MONTAÑOSAS, SUFRIERON DE FORMA ESPECIAL LA ACOMETIDA DEL CICLÓN KLAUS

capotas de las góndolas y en roturas de las palas, bien por fractura directa, bien por haber sufrido una flexión tal que las ha llevado a impactar contra el fuste del aerogenerador.

Sin embargo, se han encontrado algunos casos donde los daños han sido sufridos por el generador, el equipo de potencia, la propia multiplicadora con rotura de los dientes de los engranajes, e incluso en las coronas de giro de las góndolas. En ciertas ocasiones el generador o el armario de potencia se ha desprendido de la góndola, apareciendo a decenas de metros de distancia de la base del aerogenerador.

Se han registrado casos en los que el grado de desintegración de la góndola ha provocado incluso su ignición, debido al contacto del aceite del sistema



hidráulico con los elementos en tensión. En el momento de inspeccionar los daños en el parque, los técnicos han encontrado algunas góndolas completamente carbonizadas por este motivo.

También en el caso de los parques eólicos se han registrado caídas de apoyos, tanto en las líneas de evacuación como en las de alimentación. Aun cuando la pérdida de la línea de evacuación provoca una merma económica considerable, dejando a uno o varios parques sin capacidad de producción aunque sus daños no fuesen de consideración, la caída de la línea de alimentación al parque ha supuesto consecuencias dramáticas en algún caso. Al verse privados de alimentación eléctrica, los aerogeneradores no han sido capaces de llevar a cabo el protocolo de posiciona-

**EL SECTOR DE LAS
TELECOMUNICACIONES
SE VIO AFECTADO DE
FORMA SEVERA POR
EL CICLÓN, QUE CAUSÓ
DAÑOS TANTO EN LAS
INSTALACIONES
DEDICADAS A
TELEFONÍA FIJA COMO
EN LAS DE TELEFONÍA
MÓVIL**

miento, quedando con las palas en posición de bandera, pero con la góndola cruzada al viento. Esto ha provocado que, al ofrecer las palas resistencia al paso del viento, se haya producido la deformación y colapso del fuste del aerogenerador, ocasionando la pérdida completa del mismo.

Parte de las pérdidas económicas sufridas como consecuencia del ciclón, aparte de aquellas directamente relacionadas con los daños, son las relativas a la inaccesibilidad de los parques, debido a las malas condiciones climáticas, así como al colapso del mercado de suministro de repuestos para este tipo de instalaciones, el cual no pudo dar respuesta inmediata a la demanda provocada por la reparación de los parques.



LA AMPLIACIÓN DE OBRAS PORTUARIAS, EN LAS QUE LA ACCIÓN DEL VIENTO FUE POTENCIADA POR LA ENERGÍA DE LAS OLAS, FUE EL ÁREA DE CONSTRUCCIÓN MÁS AFECTADA POR EL PASO DEL CICLÓN

TELECOMUNICACIONES

El sector de las telecomunicaciones también se vio seriamente afectado por el ciclón Klaus. En la parte de telefonía fija, el ciclón provocó daños en las instalaciones telefónicas integradas por redes urbanas e interurbanas, repetidores, generadores, apoyos de tendidos, cableados, cabinas telefónicas, equipos de abonados e incluso cables submarinos. De forma provisional pudo reponerse el servicio realizando tendidos provisionales de fibra óptica, a lo largo de las cunetas de las calzadas, entre las estaciones remotas de las distintas localidades afectadas.

Igualmente se han visto afectadas las instalaciones dedicadas a telefonía móvil, concentrándose los daños en las antenas, bien por caída de los mástiles que las soportaban cuando éstas están situadas en campo abierto, bien por desprendimiento de sus anclajes cuando éstas se encontraban instaladas en las azoteas de edificios. En este

último caso, se han producido daños además en edificios colindantes por el impacto en fachadas de las antenas desprendidas.

CONSTRUCCIÓN

Los daños más importantes registrados en el área de construcción se registraron en proyectos de ampliación

de zonas portuarias. La acción del viento, potenciada por la energía de las olas, provocó en varios lugares desplazamientos y descalces de líneas de cajones en la construcción de diques (algunos de ellos de hasta 40 metros de largo), así como la erosión y lavado de los sustratos acumulados para las banquetas y movimientos de bloques de guarda de hasta 40 Tm.

Conclusiones

Hasta el momento, en España este tipo de eventos climatológicos han sido poco frecuentes y habitualmente se han producido en amplios intervalos de tiempo. Para un evento de la magnitud del ciclón Klaus, el periodo de retorno debería ser todavía más dilatado. Si bien estadísticamente existe la posibilidad de que suceda de nuevo dentro de unos pocos años, la probabilidad es ciertamente baja. Sería necesario para ello que se repitiesen las condiciones, tanto para la formación de la ciclogénesis como para que su trayectoria sea tan meridional como la presentada por el ciclón Klaus.

Hasta la fecha no se ha establecido

una correlación entre el calentamiento global y los cambios en la formación de los ciclones extratropicales, incluyendo el aumento de su frecuencia, cambios de intensidad y de trayectoria, aunque ya se han desarrollado modelos climáticos que predicen una mayor tendencia a las trayectorias meridionales. La única conclusión cierta que se puede extraer de este suceso es que ya disponemos de la evidencia de que los ciclones extratropicales tienen la capacidad de visitar la península Ibérica. La próxima vez que nos encontremos con un fenómeno de la magnitud del ciclón Klaus debería encontrarnos mejor preparados. ■