

Libros



The Emergence of Numerical Weather Prediction (Richardson's Dream).

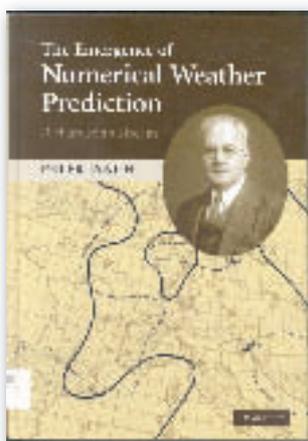
Peter Lynch. Cambridge University Press, primera edición 2006, 279 págs.

PETER Lynch es Catedrático de Meteorología en el University College de Dublin (UCD) y director del centro de Meteorología y Clima del UCD. La actividad académica de Lynch es reciente y posterior a muchos años de ejercer la profesión en el Servicio Meteorológico de Irlanda (*Met Eireann*) principalmente como especialista e investigador en predicción numérica. Lynch es uno de los máximos expertos internacionales en el campo y durante varios años fue director del programa europeo HIRLAM, que constituye la base para predicción operativa del tiempo de varios Servicios Meteorológicos europeos, entre ellos el español. Durante mucho tiempo ha compatibilizado esas actividades con su interés por la historia de la meteorología, especialmente por el desarrollo de la predicción numérica, sobre lo que ha publicado numerosos trabajos.

El libro comentado reúne el interés histórico del autor con su conocimiento práctico de la Predicción Numérica en la época actual. Peter Lynch compendia en este libro su dedicación de muchos años al tema y muy especialmente su viejo interés por el primer ensayo de una predicción numérica del tiempo realizado por Lewis F. Richardson. El autor confiesa estar interesado por el histórico trabajo de Richardson desde los tiempos de su tesis doctoral y ya en 1992 publicó *Richardson's barotropic forecast: a reappraisal* en el boletín de la *American Meteorological Society*. El análisis del experimento de Richardson constituye de hecho el núcleo central del libro de Peter Lynch, subtítulo "el sueño de Richardson" y en cuya portada destaca un retrato del genial matemático y meteorólogo británico.

En el primer capítulo Lynch presenta el problema de las diferentes escalas de influencia que afectan a las variables atmosféricas, como un preludio a la razón principal para el fracaso en los resultados que obtuvo Richardson, analizado con detalle en un capítulo posterior. A continuación hace un recorrido por los primeros antecedentes de la idea de abordar la predicción del tiempo en base a integrar las ecuaciones que definen la variación temporal de las variables atmosféricas. La primera declaración explícita sobre esa metodología científica se encuentra en el famoso pro-

grama de Vilhelm Bjerknes de 1904 que proponía la predicción del tiempo como un problema de valores iniciales: conocimiento preciso del estado atmosférico en un instante dado y conocimiento de las leyes que definen su evolución. Bjerknes ofrecía con rigor la base de partida: un sistema de siete ecuaciones en derivadas parciales con siete variables básicas: las tres componentes del viento, la densidad del aire, la presión, la temperatura y la humedad. El primer miembro de cada ecuación era la derivada parcial con respecto al tiempo de cada una de las variables.



Bjerknes renunció a abordar él mismo el programa, tanto por la imposibilidad en su época de obtener observaciones tridimensionales y precisas de las variables atmosféricas como por la enorme dificultad del problema matemático representado por un sistema de ecuaciones no lineales sin soluciones analíticas. Sin embargo, como recuerda Lynch, el genial noruego era optimista sobre la futura solución de ambas dificultades mediante los avances técnicos y científicos que acabarían por llegar. Como posible método propuso aplicar métodos gráficos o numérico-gráficos, basados en las ecuaciones, sobre una malla tridimensional de puntos atmosféricos para los cuales los datos de observación puedan definir con buena aproximación el estado inicial de la atmósfera. Lynch menciona también el trabajo del austriaco Felix Exner en 1908 que siguió una línea diferente a la de Bjerknes, reduciendo el problema a una simplificación basada en un flujo geostrofico con forzamiento térmico constante en el tiempo lo que le permitió realizar una predicción matemática descrita en su libro de 1917, aún reconociendo que el método era poco realista. Finalmente Lynch añadió a su libro, cuando estaba ya en pruebas para la edición, una breve nota sobre un trabajo precursor del meteorólogo americano Cleveland Abbe a principios del siglo XX.

Tras la breve descripción de esos antecedentes Peter Lynch se dirige enseguida, ya en ese primer capítulo, a la investigación en predicción numérica de Lewis Fry Richardson comenzando por una breve semblanza sobre su vida y trabajo (para más detalles sobre la interesantísima



figura del científico británico, que reúne mucho más interés que su notable trabajo en meteorología, Lynch recomienda la biografía de Oliver M. Ashford *Prophet or Professor? The life and work of Lewis Fry Richardson*. Richardson, nacido en 1881, había investigado ampliamente la aplicación de los incrementos finitos para encontrar soluciones aproximadas de ecuaciones en derivadas parciales sin solución analítica y hacia 1911 comenzó a pensar en la aplicación del método al problema de la predicción del tiempo. Tras ingresar en el Servicio Meteorológico británico en 1913 emprendió seriamente ese trabajo. En 1916 solicitó la baja para prestar servicios como conductor de una ambulancia en el frente de guerra en Francia durante dos años. Fue en ese período de frecuentes penalidades y peligros, cuando Richardson realizó con la única ayuda de una regla de cálculo, los largos cálculos necesarios para ofrecer un ejemplo que demostrase como poner en práctica sus ideas. La aplicación de los métodos “numéricos” desarrollada por Richardson dio nombre a la Predicción Numérica que para su puesta en práctica tuvo que esperar más de treinta años a la aparición de los primeros ordenadores, capaces de realizar en poco tiempo la enorme cantidad de cálculos necesarios. Como escribe Lynch al final del prólogo de su libro, puede asumirse razonablemente que el trabajo de Richardson fue la base de la predicción moderna del tiempo y el clima.

Richardson describió los fundamentos teóricos de su método junto con una relación detallada del experimento práctico que realizó en *Weather Prediction by Numerical Process*, publicado en 1922, y calificado por Peter Lynch como “uno de los libros sobre meteorología más notables que se hayan escrito jamás”. Al final del primer capítulo de su libro, y en los ocho siguientes, Peter Lynch analiza con detalle el libro de Richardson al mismo tiempo que va conjugando y discutiendo sus conceptos con las nociones teóricas y los procedimientos prácticos que originaron y desarrollaron la predicción numérica varias décadas después. El resultado es muy atractivo, especialmente para quienes estén implicados o interesados en la teoría de la predicción numérica, pero también para muchos otros lectores con buena base en meteorología teórica y matemáticas.

El segundo capítulo analiza las variables y ecuaciones empleadas por Richardson para representar las evoluciones atmosféricas. Lynch hace ver las enormes aportaciones que produjo Richardson, entre ellas la llamada aproximación hidrostática que permite evitar el problema de la falta de observaciones sobre velocidad vertical. Lynch traduce las formulaciones básicas que se emplean hoy en día a las formas usadas por Richardson pero empleando la notación actual.

El tercer capítulo se desvía un poco del análisis del trabajo de Richardson y está dedicado a discutir las oscilaciones atmosféricas y su representación mediante la simplificación de las ecuaciones lineales para “aguas poco profundas” que empleó Laplace para el estudio de las mareas costeras. Este capítulo, que presenta investigaciones modernas, es especialmente intrincado debido al interés de Lynch

en utilizar los conocimientos actuales para explicar las causas concretas del fallo del experimento de Richardson.

El Capítulo 4 describe el ejemplo introductorio de integración numérica que Richardson incluyó al comienzo de su libro de 1922 con un sistema de ecuaciones linealizadas equivalente al de las ecuaciones para aguas poco profundas, a partir de condiciones iniciales idealizadas para un único nivel atmosférico. Lynch supone que la inclusión de este ejemplo, mucho más sencillo que el experimento principal que Richardson describió más adelante, fue sugerida a éste por W. H. Dines que había leído y revisado el borrador del libro, a fin de ofrecer una explicación inicial clara del método numérico y su uso en una rejilla de puntos geográficos. En la segunda parte del capítulo Lynch presenta los resultados obtenidos por él utilizando las mismas ecuaciones y datos iniciales de Richardson en un modelo numérico barotrópico y global y los compara con los de Richardson. Son muy interesantes las conclusiones finales, entre ellas el recuerdo de que Richardson rechazaba la utilidad de los modelos barotrópicos (este término fue introducido más tarde por V. Bjerknes) de un solo nivel para representar la atmósfera y solo los había utilizado como ejemplo del método numérico. La influencia de Richardson hizo, según Lynch, que en Gran Bretaña la predicción numérica operativa se retrasara hasta poder modelizar los efectos baroclinos.

El Capítulo 5 presenta el sistema completo de ecuaciones en forma algebraica y el método básico de integración numérica sobre variables con valores discretizados en espacio y tiempo sobre puntos de rejilla, que debe conocerse para comprender el trabajo de Richardson y el algoritmo que él empleó, con especial atención a su método de “salto de rana” para los pasos temporales. El procedimiento de Richardson se analiza paso a paso. El Capítulo 6 describe la preparación de las condiciones iniciales y contiene un sugestivo repaso sobre los avances en observación atmosférica durante la primera parte del siglo XX que relaja la lectura tras el abundante aparato matemático de los capítulos anteriores. Al final se ofrecen los detalles de la rejilla usada por Richardson, limitada a Europa central con cinco niveles verticales, así como el conjunto completo de datos de observación empleados, que Richardson tomó de archivos de Hergesell y de los mapas aerológicos que Bjerknes había producido en Leipzig. Al mismo tiempo Lynch los compara con los mismos datos reanalizados según técnicas modernas (págs. 114 y 115).

El experimento de Richardson, que tenía como resultado el valor final de las variables al cabo de 6 horas sobre dos puntos centrales de su rejilla (viento en uno de ellos y las demás variables en el otro), arrojó un incremento de la presión en superficie de 145 hPa. Richardson no dudó en mantener el ejemplo en su libro a pesar de ese fracaso tan evidente, achacándolo a errores en los datos de viento iniciales y no al método en sí. En los capítulos 7 a 9 del libro que comentamos Peter Lynch aborda las causas verdaderas de ese resultado catastrófico (más bien anastrófico, como bromea Lynch). Después de reproducir con un



ordenador la predicción de Richardson usando los mismos valores iniciales para comprobar que no tuvo errores significativos en los cálculos manuales, Lynch examina alguna de las asunciones parcialmente erróneas o factores que no tuvo en cuenta Richardson. Uno de ellos pudo haber sido advertido si hubiera conocido el trabajo previo del austriaco Max Margules sobre la facilidad de cometer errores prediciendo los cambios de presión mediante el uso directo del principio de conservación de masa (definido en una de las ecuaciones del sistema). Lynch relata cómo en una revisión manuscrita de su trabajo años después, Richardson escribió “que quizá el cambio más importante a introducir deba ser eliminar la ecuación de continuidad” y propuso introducir en su lugar la componente vertical de la vorticidad, una anticipación visionaria de lo que hizo Charney en la primera predicción numérica con éxito de 1950.

Para concretar aún más lo que Richardson no tuvo en cuenta Lynch analiza en el capítulo 8 el proceso de Inicialización. Aunque Richardson había dedicado tres páginas de su libro a la necesidad de “suavizar” los datos por distintas razones físicas no llegó a vislumbrar esa técnica fundamental en la Predicción Numérica moderna para filtrar los datos evitando la influencia de las oscilaciones de gran amplitud ya mencionadas en el Capítulo 1. En el capítulo 9, sin duda el más emotivo de su libro, Lynch describe la reconstrucción de la predicción numérica de Richardson aplicando una técnica simple de Inicialización por Filtros Digitales a sus datos. Los resultados obtenidos son ya realistas, no solo en el periodo de 6 horas, sino en una extensión a 24 horas del experimento, demostrando que los resultados inverosímiles que obtuvo Richardson se debían a la introducción espúrea de divergencia en las componentes del viento y un balance inapropiado entre la masa y el momento. Salvo la necesidad de introducir la Inicialización, el procedimiento era básicamente correcto.

El capítulo 10 no está ya dedicado al trabajo de Richardson sino al siguiente hito histórico en la Predicción Numérica cuando la colaboración de Von Neumann con Jule Charney y los demás miembros del *Meteorology Project*

produjeron en 1950 la primera predicción numérica operativa en la computadora ENIAC desarrollada por Von Neumann. Los “hombres de Princeton” trabajaron sin embargo pisando firmemente el camino labrado por Richardson. Aunque corto, el capítulo es de gran interés y contiene una descripción del modelo que emplearon. Se completa con una descripción del desarrollo de los modelos con las ecuaciones primitivas y perspectivas sobre los modelos de circulación general y la modelización del clima.

En el penúltimo capítulo, más de actualidad que de historia, Lynch repasa diversos aspectos del desarrollo moderno de la Predicción Numérica tales como el sistema mundial de observación, los métodos de análisis, el crecimiento exponencial de la potencia de computación y, como ejemplo de una cadena de éxito reconocido, las operaciones del Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio. Incluye también resúmenes muy sugestivos sobre la modelización actual de mesoescala, las implicaciones de la teoría del caos sobre la predecibilidad atmosférica y la predicción probabilística mediante sistema por conjuntos.

Finalmente el último capítulo, *el cumplimiento del sueño* es más que nada un epílogo que recuerda de nuevo la figura inolvidable de Lewis Fry Richardson. Hemos traducido las últimas frases: *No fue el único en prever la aparición de la predicción numérica. Berjnes tuvo un papel crucial formulando la predicción del tiempo como un problema científico y Helmholtz había contribuido anteriormente para completar el sistema de ecuaciones a través de su desarrollo de la termodinámica. Pero fue Richardson quien realmente tuvo la visión y la audacia de poner a prueba de forma práctica lo que científicos anteriores solo habían contemplado en un contexto teórico. Solo por eso merece nuestra admiración.*

Quienes lean con cierto detenimiento el libro de Peter Lynch, o al menos la mayor parte, reconociendo que algunos capítulos exigen en demasía un conocimiento altamente familiarizado con la modelización atmosférica, llegarán a la misma conclusión después de pasar más de un buen rato con su lectura.

Manuel Palomares Calderón

Earth under Fire. How global warming is changing the world. Gary Braasch. University of California Press, Berkeley 94704, Impreso en China, 267 páginas

COMO se lee en la sobrecubierta, en el año 1999 Gary Braasch comienza un viaje alrededor del mundo para observar y documentar los cambios ambientales surgidos como consecuencia del calentamiento de nuestro planeta. Con este libro, en cierta forma, nos acompaña y nos convierte en testigos de primera mano de todo lo que vio en sus travesías sobre ambos círculos polares, los *trekkings* a más de 15.000 pies en los Andes, las inmersiones en los arrecifes de coral dañados y su seguimiento a científicos en cuatro continentes.

El libro supera el centenar de ilustraciones, y el texto que las acompaña examina la ciencia que hay detrás del cambio climático e introduce a los nativos, a los observadores de toda la vida, científicos y a todos aquellos que están documentando los cambios que están sucediendo en este preciso instante.

Apoyándose en imágenes, textos cortos pero impactantes y en los ensayos de científicos eminentes que tratan sobre los impactos del cambio climático en los océa-



nos, la biodiversidad, las aguas dulces, los cultivos de montañas, las plantas y los animales, y nuestra salud, *Earth under Fire*, ofrece un resumen inteligente de cómo podemos reducir nuestra dependencia de los combustibles fósiles y disminuir las consecuencias de esa dependencia utilizando tecnologías, fuentes de energía, y eficiencias que tenemos actualmente en las manos. Quizás sea la guía ilustrada más completa disponible en la actualidad, acerca de los efectos del cambio climático. Esencialmente, el libro es una descripción de los efectos causados por el hombre en un planeta que es muy vulnerable. Muy bien escrito, con la belleza que proviene de la concisión y de la exactitud. La calidad de las fotografías e ilustraciones es tal que, en muchas ocasiones, se produce la sinestesia. Edición sumamente cuidada, donde ningún detalle se ha dejado al azar: calidad del papel, empleo de amplios márgenes, tipo y tamaño de letra, etc.

Gary Braasch, el autor, es fotógrafo y periodista. Recibió el premio “Ansel Adams” y es miembro de la Liga Internacional de Fotógrafos dedicados a la Conservación. Es autor de *Photographing the Patterns of Nature* y co-autor de *Secrets of the Old-Growth Forest*; *Entering the Grove* y *Northwest*. Son numerosas sus contribuciones en *Time*, *US News*, *Natural History*, *Life*, *Scientific American*, *GEO*, *American Photo*, *The BBC News website* y otras publicaciones.

El diseño de la cubierta del libro ha corrido a cargo de Nicole Hayward. La portada muestra cómo se quema el gas natural en un campo de petróleo en Nuevo México; fue una foto tomada por el autor del libro en marzo de 2006. La contraportada es plenamente reveladora al mostrar a Gary Braasch en 1999, sosteniendo en la mano una foto tomada en 1932 en el mismo lugar, un valle próximo a Huascarán (Perú) por el geólogo y montañero australiano, Hans Kinzi; el glaciar Broggi es apenas ahora una delgada placa de hielo.

El libro empieza con 10 espléndidas fotografías (Antártida, Bangladesh, Canadá, Florida, etc.), acompañadas de un texto muy breve, que constituyen un resumen gráfico de la esencia del cambio climático. La dedicatoria concisa y expresiva, está dirigida a su hijo Cedar, a su generación y a la generación que la seguirá: que tal vez vean, la promesa humana cumplida.

La estructura de la obra se articula en una introducción y cinco capítulos: Fuego en el hielo, El deshielo polar, Rompiendo los límites de la vida, El clima de hoy en el mañana, Escogiendo un mundo más limpio, más seguro y refrigerado. Capítulos que contienen entre 1 y 3 ensayos. Tras el último capítulo, el epílogo, un segundo epílogo (emplea textualmente “*afterword*”), los agradecimientos, las menciones a todos los que han contribuido en el libro, las notas donde se identifican las fuentes más utilizadas, las referencias, los créditos de las ilustraciones, y, finalmente, el índice.

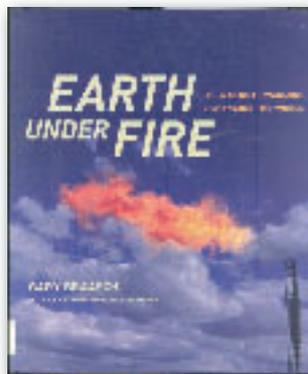
Un libro es como un poliedro de infinitas caras, admitiendo, por tanto, múltiples y diferentes formas de aproximación, pero en este caso que nos ocupa, diría que es obligatorio empezar por la introducción. En ella, aprendemos que este libro es un mensaje de muchos de los lugares donde se están viendo los efectos del cambio climático tan rápido y donde los científicos están estudiando lo que está acaeciendo. Es también un reportaje de lo que significan esos cambios y de lo que podemos hacer al respecto. El autor se reconoce como un testigo del cambio climático, menciona los sitios que ha recorrido pero donde uno siente escalofríos es cuando menciona que ha sentido la angustia en las voces de los nativos de Alaska al describir cómo sus pueblos son barridos, etc. El calentamiento global está afectando al mundo entero, desde el placton de los océanos hasta los humanos en las ciudades y la flora y la fauna de las cuencas de los ríos y de las cordilleras montañosas.

El autor quiere mirar a la Tierra y como periodista que es, quiere ir más allá de las estadísticas desnudas, de los argumentos políticos, y hablar directamente con los científicos que están documentando el cambio; estas personas dedicadas y mal retribuidas que están dedicando sus carreras a medir lo que está sucediendo e interpretando los resultados.

Continúa en su análisis insistiendo en que estamos alterando de maneras insospechadas hace tan sólo unos decenios, los sistemas biológicos y físicos de nuestro mundo en escalas fundamentales. Nos obsequia con una prueba de su sencillez y ausencia de vanidad al añadir que las fotografías no son ciencia; sin embargo, pueden proporcionar pruebas directas de que el cambio global está sucediendo ahora en todo el mundo. Las fotografías muestran también los efectos que el cambio global están teniendo lugar en los paisajes más bellos y sensibles de la Tierra, especialmente en las extremidades del planeta, en los polos, en las altas cordilleras y en los ambientes oceánicos ricos. Las fotografías se convierten en testigos del hecho de que culturas enteras, ecosistemas y especies se están viendo forzadas a la transición y su existencia amenazada por nuestras actividades.

Resulta claro para el autor que lo que está documentando es un suceso decisivo del siglo XXI, que no tiene parangón en los siglos previos de la civilización humana. Tendremos que aprender a adaptarnos al cambio climático así como a cambiar las causas que lo están produciendo. Y acaba con un canto a la esperanza, afortunadamente se pueden hacer muchas cosas y muchos de nosotros ya han empezado.

El epílogo lleva un subtítulo “Misión: Posible”. La delicadeza y fuerza de su estilo queda patente en el primer párrafo: “*The Earth is warming rapidly, and climate change effects are spreading faster than most of us realize. For thousands of years, human civilization has flourished on a hospitable Earth, but that*





hospitality is waning. Everyone in every nation, and the entire natural world, will be affected". Crear un mundo más seguro, más limpio y más frío, ésta es la dirección que apunta para el cambio. Las naciones del mundo reconocerán en el calentamiento global un peligro común para sus pueblos, sus culturas y la Tierra que sostiene lo anterior. Relaciones políticas y económicas internacionales cambiarán hacia nuevas alianzas y reflejarán una nueva cooperación regional. La cuestión es que las herramientas y el conocimiento que necesitamos para traer un planeta mejor, más frío y más humano están en nuestras manos. Y lo que es más importante, nuestra salud, seguridad y bienestar depende del uso que hagamos de ellos.

El segundo epílogo, bastante inhabitual, pero muy ilustrativo en este caso, corre a cargo de Bill McKibben, becaario del *Middlebury College* y autor de nueve libros, entre los que se incluye *The End of Nature* y *Deep Economy*. Menciona el año 1989, cuando estando escribiendo *The End of Nature*, entrevistó al Profesor Kerry Emanuel (Instituto Tecnológico de Massachusset), científico de primer orden en el estudio de los huracanes y autor de uno de los primeros trabajos que apuntó que el aumento fortuito de las temperaturas oceánicas podría aumentar la intensidad de las tormentas tropicales. Se acordó de esta entrevista al leer la última publicación de K. Emanuel donde mostraba que los huracanes son actualmente un 50% más intensos que en la generación anterior.

El libro de G. Braasch muestra cómo los signos del cambio brotan en cualquier rincón del planeta: fusión de los hielos, elevación de los mares, producción de mosquitos, etc. La velocidad del deterioro de la estabilidad del planeta es, como Emmanuel apuntaba, mucho más rápida y extensa de lo previsible en el principio. Pero añade, se ha cometido otro fallo: se ha sobreestimado la velocidad a la que reaccionarían los sistemas políticos al mayor de todos los cambios.

Muchos de los cambios no son técnicos, son de actitud. Por ejemplo, los europeos usan aproximadamente la mitad de energía *per cápita* que los americanos. Con una ironía suave, subraya no porque vivan en cuevas o lleven un estilo de vida con más privaciones. Las casas europeas suelen ser más pequeñas porque comparten sus ciudades, no necesitan coches grandes, a veces, ni siquiera coches, porque disponen de sistemas públicos de transportes decentes.

Una de las cuestiones claves es si China e India adoptarán el ejemplo de Europa o bien el de América. Y con una honradez, digna de encomio, subraya que cuánto antes se aparten del modelo americano, mejor, porque cada año que pasa; las opciones se restringen. Y acaba, casi como un guiño a *'Blowing in the wind'* de Bob Dylan, ¿cuántos huracanes tendrán que pasar, para qué el mensaje empiece a llegar a su destino?.

El apartado de agradecimientos, ocupa cuatro hojas, y acaba manifestando que sentiría profundamente el haber

olvidado mencionar a alguien. Se responsabiliza de cualquier error de hecho u omisión. Planeó, fotografió, investigó y buscó dinero para el proyecto.

En resumen, es difícil encontrar un libro con menos pretensiones y que te sumerja tan profundamente en su lectura.

M^a Asunción Pastor Saavedra



Boletín de la AME



SUSCRIPCIONES

Para suscribirse a este Boletín, completar el formulario: "Suscripciones al Boletín AME", que se encuentra disponible en la página Web de la AME: www.ame-web.org y enviarlo firmado a la dirección postal: Boletín AME, Leonardo Prieto Castro, 8. 28040 MADRID.

El precio de la suscripción anual es de 28 euros.

Información adicional se puede solicitar en la dirección de email: boletin@ame-web.org

	MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO
AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA	
<i>Servicio telefónico permanente de información meteorológica (24 horas al día)</i>	
GENERAL PARA ESPAÑA 807 170 365	
PROVINCIAL Y AUTONÓMICA 807 170 3 ■ ■ ■ <small>(Completar con las dos cifras del código provincial)</small>	
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