

## Nuevas investigaciones sobre los eventos luminosos transitorios de la alta atmósfera

FUENTE: IAA-CSIC (INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE ANDALUCÍA)

**H**ace dos décadas se descubrió un asombroso fenómeno: se observaron intensos destellos en la mesosfera, una región de la atmósfera situada a partir de los cincuenta kilómetros por encima del suelo y que se creía carente de actividad. Relacionados con los rayos de tormenta pero situados decenas de kilómetros sobre las nubes, resultaba inexplicable que algunos de estos destellos, los conocidos como *sprites* retardados, se produjeran con retraso con respecto al rayo que los desencadenaba. Un trabajo, desarrollado por los investigadores del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC) Alejandro Luque y Francisco J. Gordillo y publicado en *Nature Geoscience*, aporta la clave que faltaba en los modelos de iniciación de los *sprites*.

Los *sprites* son eventos luminosos que duran centésimas de segundo y que muestran una parte

ahora aseguraban que era necesario cierto campo eléctrico para que se produjeran más electrones de los que se destruían”, señala Alejandro Luque (IAA-CSIC).

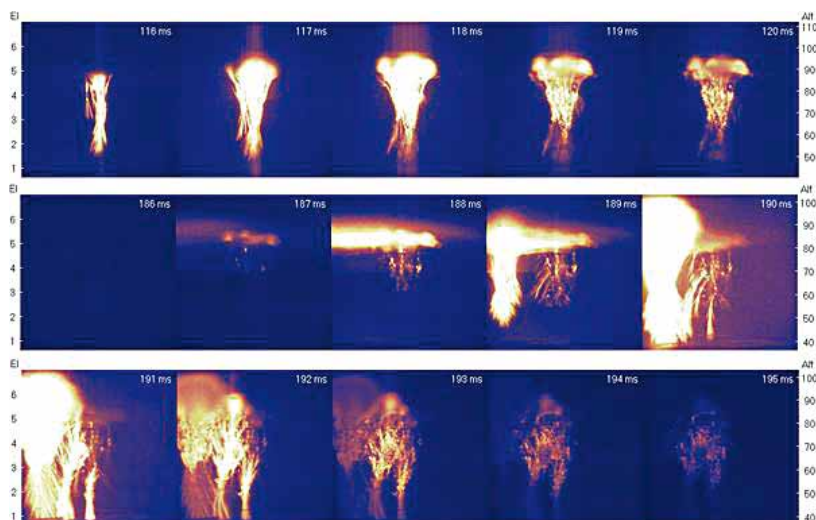
“Esto funciona a presión atmosférica, es decir, en las capas bajas de la atmósfera, pero no era suficiente para estudiar las descargas en la mesosfera, mucho más alta y con una presión considerablemente menor”, observa Luque. Los científicos del IAA hallaron que, para alturas de más de quince kilómetros, entraba en juego una tercera reacción, la de desprendimiento asociativo, que ponía electrones en circulación y completaba las teorías existentes. “Esta reacción nos permite explicar el retraso de algunos *sprites*, porque su tiempo característico concuerda con los retrasos observados”, concluye Francisco J. Gordillo.

Un *sprite* se produce del siguiente modo: una nube de tormenta presenta carga eléctrica negativa en la parte inferior y positiva en la superior. Generalmente, los rayos emergen de la región inferior y muestran polaridad negativa, pero en ocasiones surgen rayos con polaridad positiva, mucho más potentes y peligrosos. Estos últimos producen un campo eléctrico que asciende hacia las capas altas atmosféricas y que desencadena el *sprite*.

Los *sprites* constituyen un tipo dentro una amplia familia de fenómenos eléctricos que tienen lugar en la mesosfera, que se conocen como Eventos Luminosos Transitorios (TLEs, en sus siglas en inglés) y entre los que se encuentran también los *elves*, los halos, los *blue jets* o los *gigantic blue jets*. El descubrimiento de estos eventos cambió radicalmente la imagen de la mesosfera, que se consideraba carente de fenómenos físicos relevantes. La influencia de los TLEs en las propiedades químicas y eléctricas de la alta atmósfera es actualmente objeto de investigaciones realizadas por grupos de todo el mundo.

“La mesosfera, demasiado tenue para sostener un globo sonda y demasiado espesa para orbitar un satélite, ha recibido muy escasa atención científica -de hecho, algunos científicos la conocen como ignorosfera-”, comenta Alejandro Luque (IAA-CSIC). Cada uno de estos fenómenos luminosos revela información que ayuda a entender la actividad eléctrica y química de la región y permite completar nuestro conocimiento del circuito eléctrico global del planeta.

El Instituto de Astrofísica de Andalucía cuenta con el *Group of Transient Plasmas in Planetary Atmospheres*, (<http://www.trappa.iaa.es/>) liderado por Francisco J. Gordillo y que investiga los Eventos Luminosos Transitorios.



Secuencia temporal del inicio y desarrollo de un *sprite*, donde se aprecia la complejidad del fenómeno. Los fotogramas están tomados con una cámara de alta velocidad que toma mil fotogramas por segundo y muestran una porción de la alta atmósfera a alturas de entre cuarenta y cien kilómetros. Crédito: H. C. Stenbaek-Nielsen and M.G. McHarg, *Journal of Physics D: Applied Physics* 41 (2008) 234009.

superior difusa y una región inferior poblada de “tentáculos” (filamentos de aire ionizado de entre diez y cien metros de grosor). Pueden extenderse desde los cuarenta hasta los casi cien kilómetros sobre el suelo y se producen simultáneamente al rayo que los desencadena o con cierto retraso. “Los *sprites* retardados eran la prueba de que nuestro conocimiento era incompleto: no podíamos explicar que, en lugar de producirse entre dos y tres milisegundos después del rayo, se demoraran hasta 150 milisegundos”, apunta Francisco J. Gordillo (IAA-CSIC).

Para que se produzca una descarga en la mesosfera es necesaria la existencia de electrones libres, partículas que surgen y se eliminan a través de dos reacciones conocidas como ionización por impacto y fijación asociativa. “Los modelos empleados hasta

# Atmósfera primigenia oxidante

FUENTE: NEOFRONTERAS (WWW.NEOFRONTERAS.COM)

Contrariamente a lo que hasta ahora se había asumido, la atmósfera primigenia terrestre que dio origen a la vida no era reductora, sino más bien oxidante. Recientemente, un equipo de científicos del *New York Center for Astrobiology* ha utilizado los minerales terrestres más antiguos conocidos para reconstruir cómo eran las condiciones atmosféricas al poco tiempo de formarse la Tierra. Este estudio, publicado en *Nature*, proporciona las primeras pruebas de cómo pudo ser esa at-

mósfera y contradice la hipótesis comúnmente aceptada hasta ahora de que esa atmósfera era rica en metano.

La atmósfera al cabo de 500 millones de años después de la formación de la Tierra no sería rica en metano como se creía, sino que tendría una composición similar a la actual. Esto tiene fuertes implicaciones en nuestra comprensión de cómo y cuándo apareció la vida en este planeta o en otros posibles lugares del resto del Universo. Durante décadas la comunidad científica ha creído que la atmósfera de la Tierra primitiva era altamente reductora (lo contrario a oxidante), con una presencia de oxígeno muy limitada. Esas condiciones pobres en oxígeno habrían dado lugar a una atmósfera compuesta por metano, monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno y amoníaco. Las teorías actuales sobre el origen de la vida se basan en esta presunción. De hecho, el experimento clásico de Miller sobre la síntesis de aminoácidos se basó en esta premisa. Si la composición atmosférica fuera levemente oxidante, cualquier compuesto orgánico que se formara se habría oxidado y no se habría producido la complejidad necesaria en la química orgánica como para dar con la vida.

El referido estudio contradice esta hipótesis y propone una atmósfera más oxidante de lo que hasta ahora se asumía. En esa atmósfera habría, entre otros compuestos, vapor de agua, dióxido de carbono y dióxido de azufre. Según Bruce Watson, participante en el estudio, se puede afirmar que aquellos que han estudiado el origen de la vida simplemente eligieron la atmósfera equivocada.

El hallazgo se basa en la teoría, ampliamente aceptada, de que la atmósfera terrestre primigenia se formó gracias a los gases liberados por la actividad volcánica. Hoy en día, al igual que pasó en el origen de la Tierra, el magma que fluye desde



Imagen de la atmósfera terrestre captada desde la Estación Espacial Internacional. FUENTE: NASA

## Nuevo informe del IPCC sobre gestión de eventos de riesgos extremos y desastres para avanzar en la adaptación al cambio climático

FUENTE: MMARM (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, MEDIO RURAL Y MARINO)

Este Informe Especial es especialmente relevante para España, debido a la alta vulnerabilidad que presentan nuestros sistemas naturales y muchos sectores socioeconómicos a los extremos climáticos. Uno de los autores líderes encargados de la elaboración de este Informe ha sido un científico español -Prof. Gerardo Benito- del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). El profesor Moreno, de la Universidad de Castilla-La Mancha, también ha par-

ticipado, como revisor editorial.

El Informe consta de 9 capítulos que analizan los eventos extremos en el marco del cambio climático como una nueva dimensión para el riesgo de desastres junto a la exposición y la vulnerabilidad. También se analizan los cambios observados de los extremos climáticos en el medio físico natural, los sistemas humanos y los ecosistemas, así como sus proyecciones futuras además de la gestión de los riesgos en el

ámbito local, nacional e internacional y su integración a través de diferentes escalas. El estudio presenta también los temas claves para avanzar hacia un futuro sostenible y resistente y analiza varios casos de estudio.

Este Informe va acompañado de un Resumen para Responsables Políticos en el que se recogen los mensajes principales del documento, referidos a experiencias pasadas relativas a la gestión de los riesgos extremos, sus impactos y pérdi-

el interior terrestre contiene gases disueltos. Cuando el magma alcanza la superficie, esos gases son liberados a la atmósfera. Aunque algunos científicos discuten si esta aportación fue o no la única. Así, por ejemplo, no se sabe muy bien cuál fue la aportación de los cometas.

Para Watson y sus colaboradores, si queremos saber cómo fue la atmósfera primitiva tenemos que determinar qué gases están presentes en los magmas que contribuyeron a esa atmósfera. Según se aproxima el magma a la superficie terrestre, puede producirse una erupción o permanecer en la corteza, en donde interacciona con las rocas circundantes, entonces se enfría y finalmente cristaliza. Estos magmas enfriados y los elementos que contienen pueden ser un buen registro de la historia geológica de nuestro mundo.

Una pieza importante de ese registro lo constituyen el zircón o circón, un mineral que es un silicato de zirconio ( $ZrSiO_4$ ) de color variable. A diferencia de otros minerales que se destruyen por la erosión y subducción a lo largo de millones de años, éste es lo suficientemente resistente como para estar presente tal cual fue formado hasta hoy en día, incluso desde la época de formación de la Tierra. Este grupo de investigadores buscó la química de la atmósfera primigenia a través del nivel de oxidación del zircón presente en los magmas de aquella época. Al parecer es la primera vez que se consigue determinar qué clase de atmósfera era esa gracias a este método.

Los investigadores recrearon la formación de zircón en el laboratorio a diferentes niveles de oxidación. Literalmente, crearon lava en el laboratorio. Los resultados obtenidos revelan que la atmósfera de aquel entonces tenía un nivel de oxidación superior a las condiciones actuales. Este hallazgo proporciona un punto de partida para futuros estudios sobre el origen de la vida, pues las condiciones de oxidación determinan el tipo de moléculas orgánicas que se pueden formar.

Pero una atmósfera oxidante, a pesar de que es buena



**Colada de lava, en un entorno similar al que dominaba en la Tierra primitiva. FUENTE: USGS**

para la vida una vez que ésta existe, no es un buen punto de partida para crear la misma vida. Una atmósfera reductora compuesta por metano y otros gases, tal y como Miller demostró en su momento, es un mejor punto de partida. El oxígeno y sus compuestos tienden a romper los enlaces químicos de las moléculas orgánicas complejas, como pueden ser los aminoácidos o las bases de ADN. Así que hay algo que no se comprende bien sobre el origen de la vida.

Watson dice que este resultado quizás de alas a aquellos que proponen teorías sobre la formación de vida fuera de la Tierra y que ésta llegó aquí gracias a algún proceso de panspermia. De todos modos, este resultado no contradice la existencia de teorías biológicas, según las cuales primero evolucionó la vida anaeróbica y luego la aeróbica. La presencia de compuestos de oxígeno en la atmósfera primitiva no significa que hubiera oxígeno libre, éste se formó más tarde gracias a la fotosíntesis. Una vez hubo suficiente oxígeno libre la vida aeróbica pudo evolucionar y más tarde dio lugar a la vida compleja. Pero ésta es otra historia...

das económicas (disponible en [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)).

Es de destacar que el Informe señala que ya hay evidencia de que algunos eventos extremos han cambiado como consecuencia del crecimiento de la concentración de los gases de efecto invernadero en la atmósfera y los modelos proyectan cambios futuros significativos en los eventos extremos como consecuencia del cambio climático. Muy probablemente, la longitud, frecuencia e intensidad de las olas de calor continuará creciendo en la mayoría de las regiones. Hay también una confianza media de que la sequía se intensifique en algunas estaciones y re-



**Las sequías severas y los episodios de calor extremo son algunos de los riesgos climáticos a los que se enfrenta España en las próximas décadas.**

giones, como la mediterránea.

En el Informe se destaca que la gestión integrada del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático se debe centrar en reducir la vulnerabilidad y la exposición y en

aumentar la resistencia a los impactos potencialmente adversos de los extremos climáticos. Esta gestión será efectiva si se contempla un conjunto de acciones de amplio rango que pueden ir desde respuestas basadas en la construcción de infraestructuras hasta el refuerzo institucional.

Se reconoce también que las pérdidas económicas de los desastres relacionados con fenómenos meteorológicos y climáticos están aumentando.

Los eventos extremos tendrán mayores impactos en el futuro en aquellos sectores más directamente relacionados con el clima, tales como la agricultura, el agua o el turismo entre otros.

# 2011 fué el año más cálido de la serie histórica en España

FUENTE: AEMET (WWW.AEMET.ES)

2011 resultó ser un año muy cálido a extremadamente cálido en prácticamente toda España. Solamente en Baleares y parte de Canarias las anomalías térmicas, aunque positivas en todo caso, no alcanzan el valor de +1 °C. En el resto de España el valor de la anomalía media oscila entre +1 °C y 2 °C, alcanzando los valores más elevados, en torno a +2º C, en el sur de Castilla-La Mancha y algunas zonas del País Vasco y Cataluña.

Los dos primeros meses del año fueron algo más cálidos de lo normal y en ambos las temperaturas medias se situaron en promedio 0,5 °C por encima de los correspondientes valores normales. Tras un mes de marzo de temperaturas prácticamente normales, tanto el mes de abril como el de mayo fueron extremadamente cálidos en toda España, con unas temperaturas medias que superaron respectivamente en 3,9 °C y 2,9 °C los correspondientes valores normales. El mes de abril de 2011 fue el más cálido en el conjunto de España de toda la serie histórica (desde 1951), con más de un grado de diferencia respecto al año 1997, que había sido el abril más cálido hasta el presente, mientras que mayo fue el tercer mes de mayo más cálido de la citada serie histórica sólo superado por los de los años 1964 y 2006.

En cuando al trimestre, veraniego, se destaca que los meses de junio y agosto fueron muy cálidos, con unos valores de la anomalía térmica media sobre España de 1,5 °C y 1,4 °C respectivamente, mientras



Tras un mes de julio fresco e inseguro en muchas regiones españolas, en la segunda mitad de agosto el calor apenas dio tregua, siendo también muy significativo el episodio de intenso calor ocurrido durante la primera quincena de octubre, con numerosos récords de máxima batidos.

que el mes de julio por el contrario fue de temperaturas en torno a las normales en conjunto, y fue curiosamente el único mes del año con una anomalía térmica negativa (-0,1 °C), lo que hizo que fuera el mes de julio menos cálido desde el año 2002. Finalmente el trimestre septiembre-noviembre, siguiendo la misma tónica que viene observándose desde el inicio del año 2011 ha resultado muy cálido, alcanzando las temperaturas medias promediadas sobre el conjunto de España un valor que supera en 1,8 °C el valor medio normal siempre tomando como referencia el período 1971-2000. El valor más elevado entre los de las anomalías térmicas medias mensuales se observó en octubre con 2,1 °C, seguido de septiembre con 1,8 °C y noviembre con 1,6 °C.

Las temperaturas más elevadas del año 2011 se registraron al final de la segunda decena de agosto, alcanzándose el día 19 los valores extremos de 42,5 °C en Morón de la Frontera y de 42,0 °C en Sevilla-San Pablo y Badajoz-Base de Talavera la Real. También cabe reseñar las elevadas temperaturas registradas en la última decena de junio, especialmente entre los días 26 y 29 en el centro y norte peninsulares, registrándose 41,0 °C en Bilbao-aeropuerto el día 27 de junio y 40,9 °C en Orense el día 2. Por otro lado, son de destacar las temperaturas diurnas excepcionalmente altas que se registraron en la primera decena de abril con un valor máximo de 37,4 °C en Murcia el día 9 de abril, así como en la primera quincena de octubre, alcanzándose valores máximos por encima de 35 °C en el oeste de Andalucía, con un máximo de 36,5 °C en Jerez el 12 de octubre.

El episodio de frío más importante del año fue el que afectó a la península en la última decena de enero, en el que el frío fue especialmente intenso entre los días 22 y 23. Las temperaturas descendieron por debajo de -10 °C en zonas montañosas y algunos puntos de las dos mesetas. El valor mínimo en estaciones principales se registró el día 23 de enero en Molina de Aragón con -13,6 °C. Entre capitales de provincia destacan los valores registrados en Teruel, con -13,0 °C el día 23 de enero y Soria, con -10,4 °C el día 26 de enero.

## Congreso extraordinario de la OMM en 2012

FUENTE: SERVICIO DE RELACIONES INTERNACIONALES DE AEMET

Los estados miembros de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) han acordado las fechas del Congreso Extraordinario (el primero no ordinario que se celebra en los 60 años de historia de la Organización) para tomar decisiones sobre el Marco Mundial de los Servicios del Clima. Las fechas definitivas son los días 29 a 31

de octubre de 2012 en Ginebra. El Congreso será precedido por una conferencia técnica los días 26 y 27 de octubre.

Su celebración responde principalmente a la falta de un acuerdo concreto sobre el tema en el Congreso ordinario celebrado en mayo de 2011. En ese congreso muchas delegaciones observaron que la propuesta del

Comité de "Alto Nivel" que se había formado para estudiar el tema, integrado mayoritariamente por políticos (por España participó la ex-ministra Cristina Narbona) no había elaborado satisfactoriamente los aspectos técnicos de la cuestión, y en particular no reconocía apenas el papel fundamental que, en buena lógica, debe corresponder a los Ser-

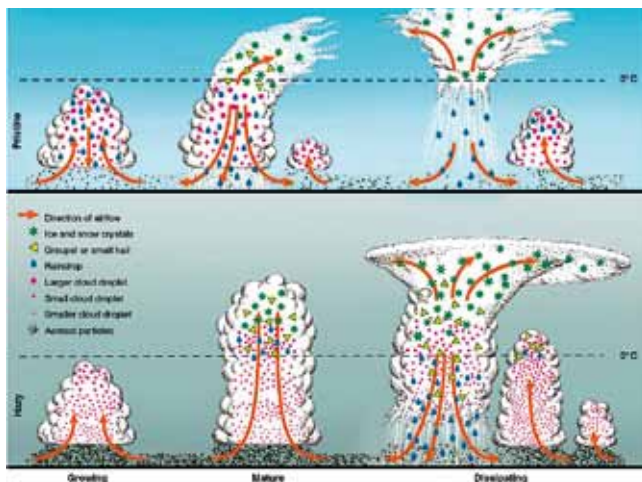
# Conexiones climáticas al descubierto

FUENTE: UNIVERSIDAD DE MARYLAND

El aumento de la contaminación del aire y de otras partículas en la atmósfera puede afectar fuertemente al desarrollo de las nubes, de manera que se reduzcan las precipitaciones en las regiones secas o de las estaciones, al tiempo que aumenten la lluvia, las nevadas y la intensidad de las tormentas severas en las regiones húmedas o en las distintas estaciones, según un nuevo estudio liderado por un equipo de investigadores de la Universidad de Maryland.

La investigación proporciona la primera evidencia clara de cómo los aerosoles –el hollín, el polvo y otras partículas pequeñas presentes en la atmósfera– pueden afectar al tiempo y al clima, y los resultados tienen implicaciones importantes para la disponibilidad, la gestión y el uso de los recursos hídricos en distintas regiones del mundo.

El uso de un conjunto de datos de 10 años de mediciones de la atmósfera en el sur de las Grandes Llanuras de EEUU, ha permitido descubrir por primera vez, a largo plazo, el impacto neto de los aerosoles en el espesor de las nubes y en su altura, y los consiguientes cambios en la frecuencia de las precipitaciones y de la intensidad. El estudio encontró que bajo condiciones de gran suciedad, la altura media de las nubes en las que se produce convección profunda es más del doble de la altura media que alcanzan en condiciones de aire limpio. “La probabilidad de lluvias fuertes prácticamente se duplicó de condiciones de aire limpio a sucio (con muchos aerosoles), mientras que la probabilidad de lluvia débil se reduce en un 50%”, dice Li Maryland, de la Universidad Normal de Beijing y participante en el estudio.



**Esquema comparativo del desarrollo de tormentas con el aire más limpio (arriba) y más sucio, con presencia de más aerosoles en el aire (abajo)**

Los científicos obtuvieron un apoyo adicional para estos resultados con datos coincidentes obtenidos mediante un modelo numérico de nubes de resolución. “Estos nuevos descubrimientos de impactos a largo plazo, que hemos obtenido a partir de medidas regionales de suelo, también son consistentes con los hallazgos se obtuvieron de un análisis de datos globales de satélites de la NASA, de un estudio independiente. Juntos, dan fe de las necesidades de abordar tanto los cambios en el clima como los medioambientales, tan importantes para nuestra vida diaria”, dice Li.

“Nuestros hallazgos tienen importantes implicaciones políticas para el desarrollo sostenible y los recursos hídricos, especialmente en aquellas regiones en desarrollo susceptibles de padecer eventos extremos como sequías e inundaciones.”

Tony Busalacchi, presidente del Comité

Científico Mixto, Programa de Investigación Mundial sobre el Clima, señala la importancia de los nuevos hallazgos. “Comprender las interacciones entre las nubes, los aerosoles, y la precipitación es uno de los grandes desafíos para la investigación del clima en la próxima década, como se señala en una reciente conferencia mundial del clima. Los resultados de este estudio representan un avance significativo en nuestra comprensión de estos procesos, con importantes implicaciones para la ciencia del clima y el desarrollo sostenible”, dice Busalacchi, quien también es profesor y director del Centro Interdisciplinario de Ciencias del Sistema Terrestre de la Universidad de Maryland.

Este estudio realizado por Li y sus colegas muestran que las partículas finas, la mayoría de la contaminación del aire, inhiben las lluvias débiles, mientras que potencia el desarrollo de las tormentas severas. Se hace aún más apremiante la necesidad de controlar las emisiones a la atmósfera de azufre, nitrógeno y de hidrocarburos. De acuerdo con el científico Steve Ghan del *Pacific Northwest National Laboratory*, “Este trabajo confirma lo que estudios previos con modelos de nubes habían sugerido, que a pesar de que las nubes se ven influidas por muchos factores, los aerosoles aumentan la variabilidad de las precipitaciones, la supresión de las débiles y la intensificación de las fuertes. Esta influencia compleja está completamente ausente de los modelos climáticos, poniendo en duda su capacidad para simular la respuesta de la precipitación a los cambios en la contaminación por aerosoles”.

vicios Meteorológicos Nacionales (SMN), coordinados bajo la OMM.

En mayo del año pasado, la opinión mayoritaria en los miembros de la OMM fue que si bien el Marco Mundial debe ser una estructura global donde se integren muchas instituciones implicadas, resultaría un error prescindir de las redes de observación y las infraestructuras ya establecidas por los Servicios Meteorológicos para el estudio del clima, y sería muy complicado y costoso duplicarlas. Sin embargo, en 70 de los 189 países

miembros, los SMN no efectúan labores específicas en estudio del clima, por lo que existe una necesidad de establecer o reforzar las infraestructuras necesarias para ello. Se espera que todas estas cuestiones sean tratadas en el Congreso extraordinario del próximo mes de octubre.

**Participantes del XVI Congreso Meteorológico Mundial, celebrado en Ginebra entre los días 16 de mayo y 3 de junio de 2011.**

FUENTE: OMM

