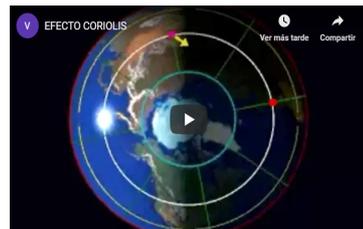
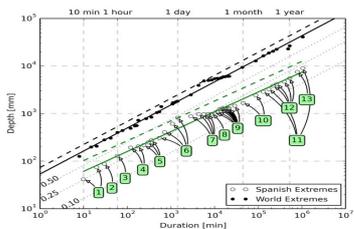
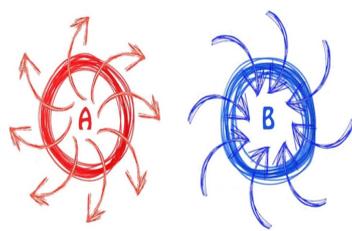
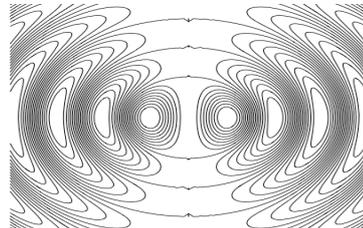
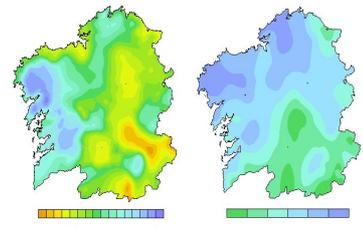
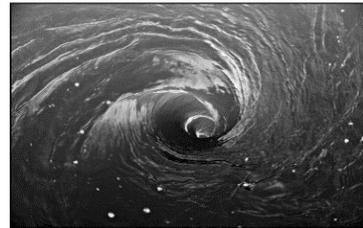
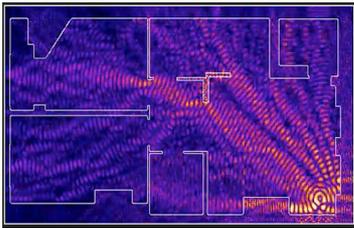


Selecciones del blog

AEMet 2017



Este documento contiene una selección de algunos de los mejores artículos publicados en el blog de AEMET durante 2017. Los artículos han sido adaptados ligeramente para su publicación en esta selección.



El blog oficial de la Agencia
Estatad de Meteorología

<https://aemetblog.es>

Las opiniones, observaciones, interpretaciones y conclusiones expresadas en los artículos de esta publicación son las del autor y no reflejan necesariamente las de AEMET.



Aviso Legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha, en su caso, de la última actualización

Edita:

© Ministerio para la Transición Ecológica
Agencia Estatal de Meteorología
Madrid, 2018

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:
<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

NIPO: 639-18-068-9
<https://doi.org/10.31978/639-18-068-9.2017>

Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)
C/ Leonardo Prieto Castro, 8
28040 Madrid

<http://www.aemet.es/>



@Aemet_Esp



<https://www.facebook.com/AgenciaEstatalMeteorologia>

Selecciones del blog

AEMet 2017

Índice

<i>¿Giran todos los remolinos del hemisferio norte en el mismo sentido?,</i> por Benito Fuentes	5
<i>Características de la precipitación en Galicia,</i> por la Sección de Climatología de la Delegación Territorial de AEMET en Galicia	12
<i>Efectos del cambio climático sobre las aves,</i> por Carlos Cano Barbacil y Javier Cano Sánchez	17
<i>¿Cuál es el récord de lluvias en España?,</i> por Sergi González Herrero	29
<i>¿Hace menos frío cuando nieva?,</i> por Andrés Pinar Solé	32
<i>Cómo afecta el tiempo a la conexión wifi y al teléfono móvil,</i> por Andrés Pinar Solé	39
ÍNDICE ALFABÉTICO DE AUTORES	45

¿GIRAN TODOS LOS REMOLINOS DEL HEMISFERIO NORTE EN EL MISMO SENTIDO?

Benito Fuentes

Delegación Territorial de AEMET en Valencia



(publicado en el blog de AEMET el 23 de enero de 2017)

La respuesta es **NO**. Si quieres saber por qué, sigue leyendo.

Existen multitud de leyendas urbanas y la meteorología tampoco escapa a ellas. Quizás el bulo más famoso y extendido en este campo es el que afirma que todos los remolinos del hemisferio norte giran en contra de las agujas del reloj y tal es su arraigo que incluso muchos profesionales de la ciencia así lo creen. Nada más lejos de la realidad y, para demostrarlo, la mejor manera es exponer ejemplos del caso contrario. Y a todas las escalas porque también hay quien piensa que es un fenómeno exclusivo de pequeños sistemas como los lavabos o grandes como las borrascas. Me centraré exclusivamente en el hemisferio norte porque es allí donde vivo pero también es extensible al hemisferio sur si inviertes el sentido de giro de todos los ejemplos que veremos a continuación. Lo triste es que incluso después de leer esta entrada aún habrá quien piense que la leyenda urbana sigue siendo cierta.

Los mandamases de la gran escala

¿Sabes qué es la fuerza de Coriolis? Lo primero que te interesa saber es que es una fuerza que te “empuja” hacia tu derecha conforme te desplazas y que su causa reside en la rotación terrestre. [Lee el anexo final si quieres saber más]. También le ocurre al aire en su movimiento, es constantemente empujado hacia la derecha de su trayectoria a medida que se desplaza. Sin embargo, esta fuerza es muy pequeña y para que la desviación sea perceptible necesita actuar durante mucho tiempo, lo que implica que la masa de aire ha de moverse durante mucho tiempo y, por tanto, recorrer mucho espacio. Dicho de otro modo, la desviación por la fuerza de Coriolis se nota a gran escala. ¿Y qué remolinos podemos encontrar de ese tamaño? Las borrascas y los anticiclones.

De forma natural el viento tiende a salir de los anticiclones y moverse hacia las borrascas. En este desplazamiento sufre una desviación hacia la derecha de su trayectoria de manera que la salida no se realiza en línea recta sino en una amplia curva que gira en el sentido de las agujas del reloj. En contra de lo que la mayoría piensa, **la fuerza de Coriolis** no ayuda

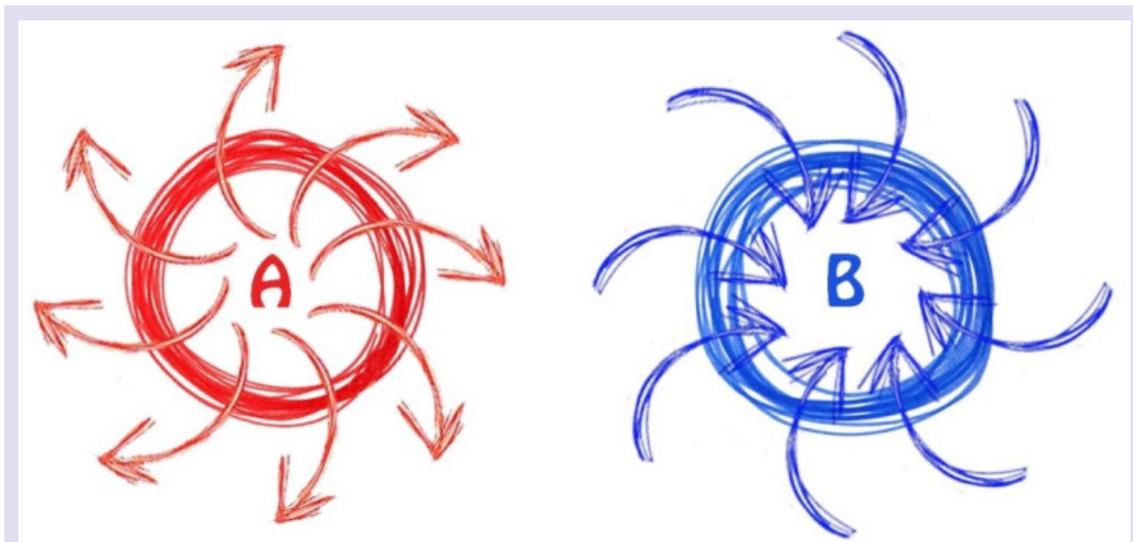


Imagen 1. La fuerza de Coriolis desvía el aire hacia la derecha de la trayectoria original y crea un sentido de giro antihorario en las borrascas (derecha) y horario en los anticiclones (izquierda).

exclusivamente a originar sistemas que giran en sentido contrario a las agujas del reloj (borrascas) sino que **también ayuda a originar sistemas que giran en el sentido de las agujas del reloj (anticiclones)**. En la gran escala los anticiclones son los mandamases meteorológicos y su tamaño puede ser fácilmente superior al de Europa. Y su giro es horario.

Lo más sorprendente es que las ecuaciones de la dinámica atmosférica permiten la existencia de borrascas que giren en sentido horario porque la fuerza de Coriolis no es la única que participa en el movimiento. Si todas las fuerzas que intervienen se pusieran de acuerdo podrían dar lugar a bajas presiones con circulación anticiclónica. Que yo sepa, aún no ha acontecido ninguna borrasca de este tipo; y mejor que no porque por un lado haría las delicias de los meteorólogos y periodistas pero por otro... solo de los que sobrevivieran.

Los remolinos más destructivos

Vamos a bajar la escala unas cien veces. Una tormenta típica suele ocupar el área de una ciudad mediana y en determinadas circunstancias puede llevar un giro asociado que por lo general es contrario al de las agujas del reloj. Raramente, bajo la base de esa tormenta, se desarrolla un tornado que suele tener un diámetro de unos pocos cientos de metros, un poder destructivo mayor y también por lo general un giro antihorario. Pero no siempre.

Existen casos de tornados en el hemisferio norte que giran en el sentido de las agujas del reloj. Algunos famosos son los de [Sunnyvale](#) (1998, California), [Simla](#) (2015, Colorado) o [Big Spring](#) (2016, Texas). En España no tengo constancia de ningún tornado anticiclónico pero sí de tormentas anticiclónicas en Las Hurdes (Cáceres), Calamocha (Teruel), Denia (Alicante), Albacete, la costa almeriense, etc.



Vídeo 1. Tornado anticiclónico grabado por Travis Cruz en Simla (Colorado) el 6 de junio de 2015.



Imagen 2. Izquierda: tornado anticiclónico en Sunnyvale, California, el 4 de mayo de 1998 (Greg Yannazzo). Derecha: pareja de tornados en Colorado el 4 de junio de 2015 (Kelly DeLay). El de la derecha gira en sentido contrario a las agujas del reloj (ciclónico) y el de la izquierda en el mismo sentido de las agujas (anticiclónico).

Entonces, ¿por qué casi todos los giros que observamos tienen preferencia por el sentido contrario a las agujas del reloj? La mayoría de los tornados y sus tormentas asociadas se forman en un ambiente que a gran escala ya gira en ese sentido y por lo tanto están «sugestionados y predispuestos» a seguir la misma tendencia. Pero a menor escala la fuerza de Coriolis es despreciable desde el punto de vista meteorológico y existen otras mucho más importantes: flotabilidad, diferencias horizontales y verticales de presión, fuerzas centrífugas, etc. En la mayoría de los casos estas otras fuerzas son pacíficas, no quieren meterse en líos y dejan que el sistema incipiente tormenta-tornado conserve esa tendencia (incluso la refuerzan) pero en algunas situaciones especiales no están de acuerdo, se rebelan contra el sistema establecido a gran escala y prefieren crear su propio subsistema de menor escala que gire en el sentido de las agujas del reloj.



Imagen 3. Tormentas acaecidas el 23 de junio de 2014 en Albacete (izquierda) y el 1 de agosto de 2014 en Huesca (derecha). Todos los indicios apuntan a que ambas llevaban un giro en el sentido de las agujas del reloj. En la segunda puede apreciarse claramente ese giro en este [vídeo](#). Fuente: <http://www.tiempo.com> (usuarios fobito y Wichita Supercell, respectivamente).

Los más famosos de la pequeña escala

De nuevo bajamos la escala unas cien veces y de paso me vuelvo un poco escatológico: vamos al váter y al lavabo.

Antes te dije que la desviación provocada por la fuerza de Coriolis solo se apreciaba si recorres un espacio del orden de miles de kilómetros. En realidad te mentí porque también es posible apreciarla si la velocidad a la que se mueve el objeto es alta. Pero sigue siendo cierto que esa desviación es muy pequeña si la comparamos con el espacio que recorre. Así, el agua de un váter o lavabo en nuestro país se desvía menos de una milésima de milímetro, insuficiente para comunicar al fluido una rotación apreciable en el tiempo que dura el vaciado. La desviación solo sería apreciable si el remolino girara a velocidad supersónica y tuviese un tamaño del orden de kilómetros. No me suena haber visto uno así.

Si surge un remolino es debido a otras causas que originan la aparición de fuerzas mucho más importantes que la de Coriolis: el diseño, un nivelado no exacto, imperfecciones en la superficie, el modo de llenado y vaciado, la temperatura, la corriente inicial del agua, burbujas de aire, etc. Si de verdad la fuerza de Coriolis influyese en un váter también debería hacerlo al lanzar un balón, correr, escupir, orinar, etc. A los hombres ya no nos valen las excusas científicas; si salpica fuera de la taza no es por la desviación de Coriolis sino por falta de puntería.

El siguiente vídeo muestra un ejemplo de cómo el remolino de un lavabo gira en distinto sentido según estemos en un hemisferio o en otro. Obviamente tiene truco. Te invito a que lo examines cuidadosamente y descubras cuál es. Si no eres capaz de averiguarlo mira la solución al final de esta entrada. Y ya de paso, no hagas caso de la explicación científica que ofrece el personaje.

¿Remolinos que giran en el sentido de las agujas del reloj? En la naturaleza puedes encontrar ejemplo en los famosos [remolinos de Naruto](#) en Japón o los [maelstroms](#) noruegos, ambos situados bastante al norte. También puedes ver en el [primer vídeo](#) y en el [segundo vídeo](#)



ejemplos de desagües que no originan remolino alguno y en [este otro](#) dos remolinos que giran cada uno en un sentido. Y también [aquí](#) puedes observar que al depositar tinta en un tanque rotatorio aparecen vórtices en el sentido de giro del tanque y también en el contrario. Si te fijas detenidamente encontrarás muchos casos de remolinos en la bañera y el lavabo que no hacen caso a la leyenda urbana.

No le des más vueltas. Verás vídeos, leerás blogs y escucharás a personas afirmando que todos los remolinos del hemisferio norte giran en sentido contrario a las agujas del reloj. Acuérdate entonces de ese tío de Aemet que una vez te mostró ejemplos de que no siempre es así. Y de paso, cada vez que una duda científica te asalte, recurre a webs y estudios serios de universidades, instituciones, etc.

¿Quieres aprender más? Sigue leyendo.

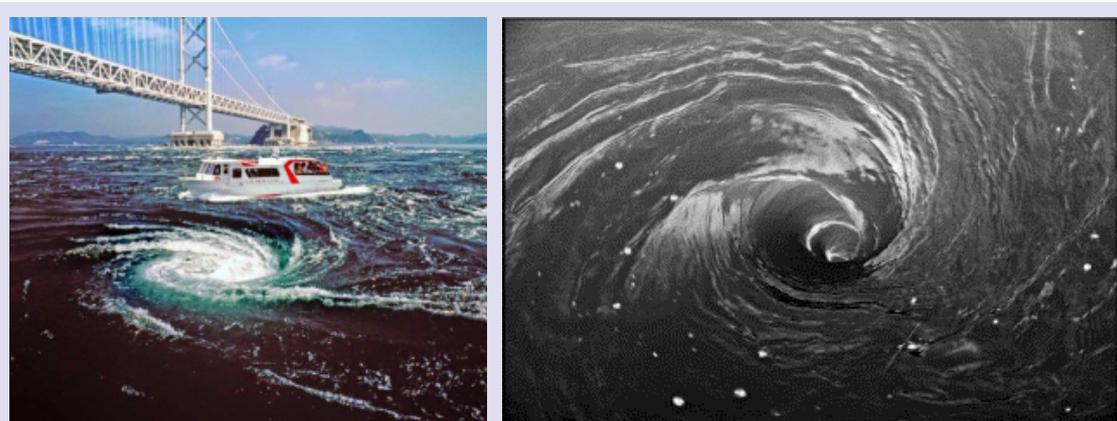


Imagen 4: Remolino de Naruto, Japón, a la izquierda y maelstrom en el norte de Noruega a la derecha (Nicolas Massé, 2007). Obsérvese en ambos casos el giro horario pese a estar situados en el hemisferio norte.

Solución al truco del lavabo

El video comienza con el agua en reposo en un lavabo que, seguramente debido a su forma, no tiene tendencia a originar remolino alguno. Cuando se dirige al hemisferio sur vierte el agua desde el lado izquierdo obligando a que se produzca un giro en el sentido de las agujas del reloj mientras se llena. Cuando vierte el agua en el hemisferio norte lo hace desde el lado derecho forzando a que gire en el sentido contrario a las agujas del reloj. Tú

también puedes hacer la prueba en el fregadero de casa siempre y cuando el desagüe se halle en el punto central.

La fuerza de Coriolis es nula en el ecuador y crece lentamente a medida que nos desplazamos hacia el polo. ¿Sabes cuánto vale la fuerza de Coriolis sobre ese remolino a dos metros del ecuador, que es la distancia a la que se aleja el lavabo? Vamos a suponer que hay 10 litros de agua. Si a la fuerza de la gravedad le otorgamos 981 unidades de fuerza, a la de Coriolis habría que darle 0,000 000 000 5 unidades. Para que te hagas una idea, el planeta Neptuno está situado a más 4300 millones de kilómetros de ese remolino y ejerce una fuerza diez veces mayor. ¿Alguna vez has escuchado que sea Neptuno el que causa el giro del agua en los lavabos? Sonaría a chiste.



Imagen 5. No te fíes de todo lo que ves en la tele y lees en internet. Fuente: listocomics.com

La fuerza de Coriolis

Imagínate que estás en el polo norte y tienes la suficiente fuerza para lanzar una piedra hasta el punto A de la península ibérica. Esperas que siga una línea recta como en la parte izquierda de la imagen 6 —y así lo hace— pero mientras esa piedra viaja hacia el sur el planeta ha girado y la piedra cae en el punto B del Atlántico. Desde tu punto de vista la piedra ha seguido una curva —parte derecha de la figura 6— y algo la ha desviado hacia la derecha de su trayectoria original. Ese algo es una fuerza que aparece en sistemas en rotación y cuyo tratamiento matemático llevó a cabo un hombre de cara muy seria llamado [Gaspard-Gustave de Coriolis](#).

El efecto es el mismo si lanzas la piedra desde el ecuador hacia el polo norte pero para explicártelo necesito que bajes un momento a la plaza de tu pueblo. Sitúate junto a la fuente central y da una vuelta alrededor de ella en 30 segundos. Ahora vete al extremo de la plaza y vuelve a rodear la fuente en esos mismos 30 segundos. ¿A que es casi imposible? Tienes que correr muchísimo. En ambos casos la velocidad con la que barres un ángulo de 360 grados es la misma, es decir, tu “velocidad angular” no cambia; pero la velocidad a la que corres, es decir, tu “velocidad lineal” es mayor en el segundo caso porque estás más

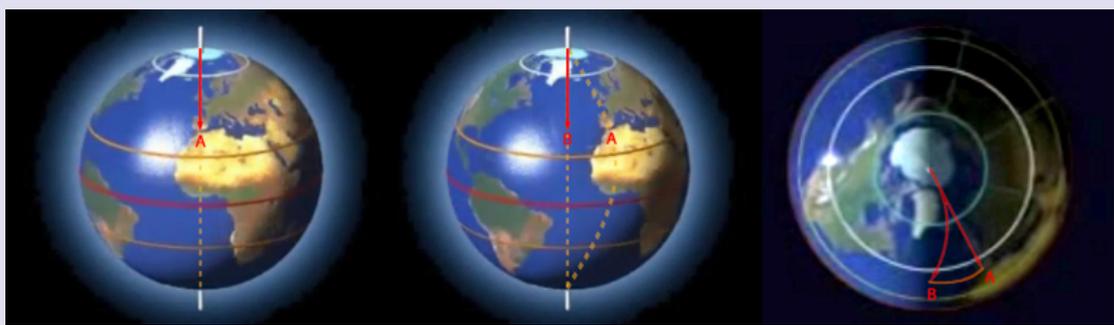


Imagen 6. La fuerza de Coriolis.

lejos de la fuente. En el caso de la Tierra sucede lo mismo: el polo norte y el ecuador barren un ángulo de 360 grados en el mismo tiempo (un día) pero el ecuador necesita una velocidad lineal hacia el este mucho mayor porque está más lejos del eje de rotación. Por eso la piedra que lanzas desde el ecuador parte con velocidad hacia el norte y hacia el este. A medida que asciende de latitud se va encontrando con un suelo que cada vez posee menos velocidad hacia el este y la consecuencia es que la piedra se va adelantando respecto al suelo que tiene debajo. Desde tu sistema de referencia algo ha desviado la piedra hacia la derecha de su trayectoria inicial aunque llegados a este punto ya sabías lo que iba a ocurrir y te planteas si ha merecido la pena hacer un viaje tan largo y caro hasta el ecuador solo para lanzar una maldita piedra al aire.

Para acabar puedes ver este vídeo explicativo del efecto Coriolis. Hasta la próxima.



Vídeo 3. The Coriolis effect (con subtítulos).

CARACTERÍSTICAS DE LA PRECIPITACIÓN EN GALICIA

Sección de Climatología
Delegación Territorial de AEMET en Galicia



(publicado en el blog de AEMET
el 15 de febrero de 2017)



Galicia aparece en su mayor parte incluida dentro del tipo Cs en la clasificación de Köppen para indicar, además del carácter templado de su clima, que las precipitaciones son relativamente escasas en verano. Durante los meses invernales, en cambio, suelen ser muy abundantes. En su mayor parte proceden de los frentes asociados a las depresiones que con mayor o menor frecuencia nos visitan a lo largo del año. Los vientos más ricos en humedad proceden de SW y encuentran en la salida de las Rías Baixas un primer obstáculo orográfico; como consecuencia de ello, la zona más lluviosa de Galicia se extiende desde Fisterra hasta Vigo, en una semicircunferencia que termina en Santiago. Dentro del área mencionada se superan los 1750 mm anuales, con zonas de más de 2500. Por el contrario, al este de la dorsal central de Galicia, con la excepción de las comarcas montañosas orientales, la precipitación se reduce notablemente, con valores inferiores a los 1000 mm anuales en los puntos donde el efecto de sombra pluviométrica resulta más acusado.

Distribución geográfica y estacional

Las sierras que separan las provincias occidentales de las orientales marcan una clara división entre una Galicia más húmeda al oeste y una, en general, más seca al este, además de contribuir apreciablemente a la intensificación de la precipitación. Al este de la mencionada barrera montañosa se extiende una zona de sombra pluviométrica con áreas en las que no se superan los 1000 mm anuales, interrumpida por un nuevo realce orográfico de la precipitación en las sierras orientales de las provincias de Ourense y Lugo (más de 1500 mm en O Courel y en Manzaneda).

Escasas son las precipitaciones en la zona de A Coruña, donde se superan ligeramente los 1000 mm y en el norte de la provincia de Lugo, en la zona de la Mariña lucense, con cantidades similares a las de A Coruña que solo en puntos muy concretos pueden elevarse hasta 1500 mm. Las comarcas de menor altitud de las provincias de Lugo y Ourense no registran cantidades mayores, pero se ha querido remarcar el hecho de que no necesariamente la cercanía del mar es garantía de zona lluviosa en cuanto a cantidad de precipitación. En resumen, puede decirse que la lluvia que recoge un determinado punto de la geografía gallega es función básicamente del relieve y de la mayor o menor exposición a los vientos húmedos del SW.

Las sierras que limitan las provincias de Pontevedra y Ourense, perpendiculares a los vientos húmedos del tercer cuadrante, provocan un realce orográfico de la precipitación del que las estaciones de Fornelos de Montes, Forcarei o A Lama constituyen un buen ejemplo, con cifras de precipitación anual que superan los 2000 mm.

El número medio anual de días de precipitación de más de 1 mm decrece, en general, de norte a sur, desde los más de 140 del norte de las provincias de Lugo y A Coruña hasta los 100 de las comarcas surorientales de la provincia de Ourense. La explicación es bastante

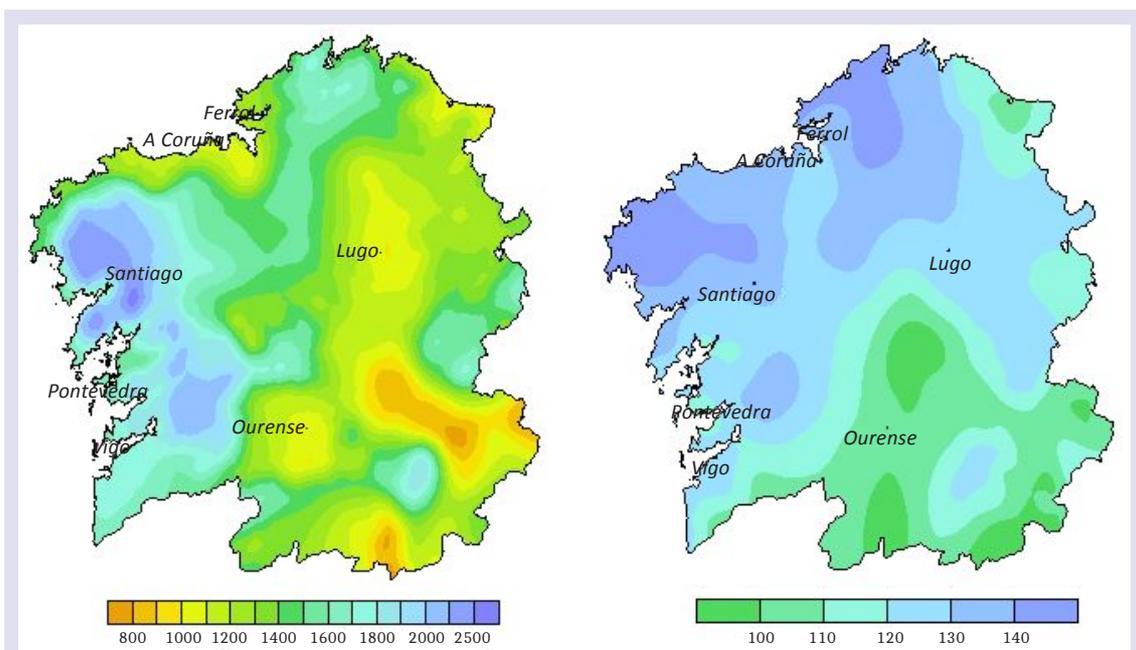


Figura 1. Precipitación total anual (mm) y número anual de días de precipitación mayor que 1 mm.

lógica si se tiene en cuenta que las comarcas más septentrionales reciben con más frecuencia el paso de sistemas frontales aunque estos sean poco activos y originen cantidades poco relevantes de lluvia. El sur, por un simple efecto de latitud, está menos afectado por el paso de frentes aunque estos cuando se presentan son más activos y generan una mayor cantidad de precipitación. Así, las Rías Baixas tienen un promedio anual de unos 120-130 días de lluvia mayor de 1 mm y, sin embargo, recogen cantidades apreciablemente superiores a las que se miden en las Rías Altas.

El esquema medio anual que acabamos de comentar es válido para el comportamiento del invierno, que es la estación en la que se recogen, por término medio, las mayores cantidades de precipitación. A medida que avanza la primavera, las diferencias entre las distintas regiones tienden a reducirse, es escasa en verano y crece de nuevo en otoño. La razón está en la importancia que cobra durante las estaciones intermedias, y sobre todo en verano, la precipitación convectiva. Mientras que los 14 días anuales de tormenta en A Coruña tienden a concentrarse en el invierno, los 10 de Ourense se agrupan en los meses veraniegos.

Entre los máximos pluviométricos de Galicia, llama la atención el correspondiente a Rois (A Coruña) con un promedio anual de 2900 mm. En Fornelos o A Lama, en la provincia de Pontevedra, se alcanzan promedios anuales del orden de 2500 mm. En el caso de estas últimas estaciones, el factor orográfico queda claro por la orientación de la Serra do Suido respecto de los vientos del tercer cuadrante y la posición de los observatorios a medio camino entre la costa y las cimas de unos 1000 metros de la cadena montañosa.

Valores extremos

En relación con las cantidades máximas en 24 horas, la siguiente tabla presenta los valores correspondientes a distintos periodos de retorno para un ajuste a la distribución de Gumbel de las cantidades máximas de precipitación en 24 horas de algunos observatorios gallegos. Para quien no esté familiarizado con lo que representan los periodos de retorno, aclaremos que la lectura de la tabla sería la siguiente: en el observatorio de A Coruña, por término medio, transcurren 25 años entre dos episodios consecutivos de más de 78 mm en un día. Puesto que las series de datos suelen tener una longitud de apenas algunas décadas, se hace necesario recurrir a un ajuste a una distribución estadística teórica.

	AÑOS		
	25	50	100
	Precipitación máxima en 24 horas (mm)		
A Coruña	78	87	95
A Coruña (aeropuerto)	72	79	85
Santiago (aeropuerto)	129	142	155
Lugo-Rozas	78	86	94
Vigo (aeropuerto)	124	136	147
Ourense	83	92	101
Pontevedra	110	120	130
Sobrado dos Monxes	94	103	111
O Carballiño	106	117	129
Allariz	67	74	81
Casas do Porto (Rois)	186	201	216
Chandrea de Queixa	104	114	123

Tabla 1. Periodos de retorno de cantidades máximas de precipitación en 24 horas (mm) calculados mediante ajuste a la distribución de Gumbel.

En tanto que para los observatorios del norte de la Comunidad y buena parte de los de la provincia de Ourense el valor límite (tomando como tal el correspondiente a periodos de retorno muy altos, del orden de 100 años) es de unos 100 mm, los de la mitad occidental se aproximan a los 150 mm. Valores similares a estos últimos se obtienen en las zonas montañosas interiores, donde el desarrollo de nubes convectivas en verano o la intensificación de la precipitación por el forzamiento orográfico durante el invierno generan importantes valores de precipitación en cortos periodos de tiempo. Es decir, que las zonas más lluviosas son también aquellas en que las cantidades en 24 horas resultan más altas. De hecho la estación de Rois destaca sobre el resto de los observatorios por los valores máximos de lluvia en un día, como ya destacaba para las cantidades totales mensuales. Las diferencias entre observatorios se atenúan para periodos de tiempo más cortos. Las lluvias intensas en periodos tan cortos suelen estar asociadas a tormentas y estas pueden darse en cualquier lugar del territorio, incluso son especialmente frecuentes en el interior en verano.

Algunos episodios importantes

Ourense. 21 de septiembre de 2002

Las depresiones interiores registran las lluvias de mayor intensidad durante los meses finales de la primavera o durante el verano, cuando las tormentas son más frecuentes. Pueden medirse grandes cantidades de lluvia, ocasionalmente acompañada de granizo, en cortos periodos de tiempo, como la registrada el 21 de septiembre de 2002 en Ourense. En esta fecha una tormenta deja en la ciudad una precipitación de más de 90 mm, lo que constituye el récord del observatorio hasta el momento. En tan solo 10 minutos se midieron 17 mm y la duración total de la precipitación fue de apenas 2 horas.

Periodo del 13 al 15 de octubre de 1987

El valor más destacado de precipitación en 24 horas, dentro de las estaciones principales y, por tanto, sin que quepa ninguna duda sobre la exactitud del periodo en que fue tomado, son los 218 mm que el 14 de octubre de 1987 midió el aeropuerto de Santiago. Un valor que, según la tabla de periodos de retorno del apartado anterior, ocurre, en promedio, menos de una vez cada 100 años. Entre el 13 y el 15 de octubre de 1987 se registran intensas precipitaciones en toda Galicia que, en particular, dejan en la comunidad el mencionado récord de lluvia. Un valor comparable a las cantidades que se pueden recoger en otoño en el área del Mediterráneo, pero mientras allí se requieren apenas unas horas, en Santiago fue necesario realmente un día entero.

Noviembre de 2000-marzo de 2001

Tan extraordinarias resultan las precipitaciones en el mes de diciembre de 1978 que el periodo diciembre 1978-febrero 1979 registra valores más altos incluso que el periodo noviembre 2000-enero 2001; en ambos casos estamos hablando de cantidades del orden de 1700 mm a lo largo de tres meses. Cuando extendemos la comparación a cinco meses consecutivos es cuando destaca el periodo comprendido entre noviembre de 2000 y marzo de 2001 como el más lluvioso con cantidades cercanas a los 2500 mm. En muchos aspectos, este periodo, en el que únicamente el mes de febrero se alejó de los valores máximos históricos de precipitación, resultó excepcional. No obstante, situaciones comparables, aunque con valores de precipitación notablemente inferiores, pueden hallarse en el ya mencionado invierno de 1978, así como en los de 1976 y 1960.

Evolución histórica

La figura 2 muestra los valores de precipitación anual, promediados para toda Galicia desde 1951. La línea naranja corresponde al valor medio del periodo 1971-2000.

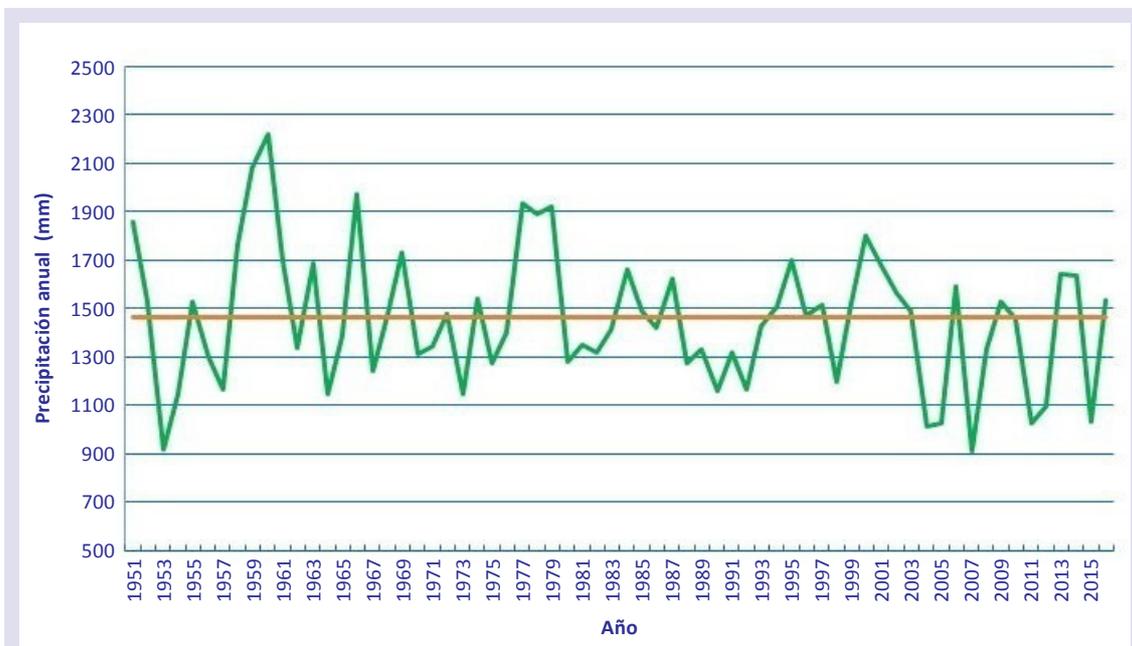


Figura 2. Valores anuales de precipitación promediados para toda Galicia entre 1951 y 2016.

Vemos como el año 1953 fue muy seco y, tras un largo periodo en el que la precipitación media anual no desciende de 1100 mm, encontramos una secuencia reciente de años secos: 2004, 2005, 2007, 2011, 2012 y 2015. Llama la atención la cercanía entre estos últimos. De hecho, la gráfica muestra una cierta tendencia decreciente, más allá de la significación estadística que se le pueda atribuir. Sin embargo, todos estos episodios secos son de escasa duración. Los máximos de precipitación, en cambio, presentan una extensión generalmente mayor. Especialmente el que se extiende entre 1958 y 1962, así como el que va de 1977 a 1979 o, en menor medida, el comprendido entre 1999 y 2003, que comprende el episodio extraordinariamente lluvioso del invierno 2000-2001, al que siguió una profunda sequía en el otoño siguiente que impidió que el promedio anual destaque más en la serie histórica.

EFFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LAS AVES

Carlos Cano Barbacil¹ y Javier Cano Sánchez²

¹Universidad Rey Juan Carlos

²Delegación Territorial de AEMET en Madrid

(publicado en
el blog de AEMET
el 24 de febrero
de 2017)

Se describen algunas de las consecuencias del cambio climático observadas en la naturaleza durante los últimos cien años y los impactos más importantes que producen en las aves, como por ejemplo los cambios detectados en el comportamiento, la anticipación en la fenología migratoria, alteraciones en la distribución geográfica y, el más grave de todos, el riesgo de extinción de especies. Se concluye que el calentamiento global es una gran amenaza para los ecosistemas del planeta y que las aves pueden ser vistas como precursoras de la detección del cambio climático.

Efectos del cambio climático sobre las aves. Introducción

El clima de la Tierra siempre ha estado cambiando a lo largo del tiempo, en una escala geológica de miles de años o, incluso, de millones, pero raramente tan rápido como lo ha hecho durante el pasado siglo y en particular en sus dos últimas décadas.

Pese a la controversia que todavía persiste sobre el calentamiento global, admitido por el 97 % de los científicos, las evidencias del cambio climático que se observan en la naturaleza, atribuidas a la variación en la composición de los gases de la atmósfera inducidos por la actividad del hombre, en lo que se denomina gases de efecto invernadero debido a la quema de combustibles fósiles, están provocando alteraciones en el sistema climático terrestre. Entre las consecuencias más significativas se encuentran el **derretimiento de los casquetes polares** de Groenlandia y la Antártida, el **retroceso de los glaciares** alrededor del mundo, muchos de los cuales desaparecerán en unas décadas de las regiones tropicales, primero, y de las zonas templadas, después, la **subida del nivel del mar**, entre 15 y 20 cm en el siglo XX y el **incremento en la temperatura** global de la superficie terrestre y oceánica de 0,85 °C durante el periodo 1880-2012 (STOCKER *et al.*, 2013), aunque este no se distribuye por igual sobre la superficie de la Tierra sino que experimenta un dramático aumento en altas latitudes del hemisferio norte, como Europa occidental, Mongolia y China, alcanzando hasta 1,5 °C, siendo especialmente marcado en el Ártico. Así, por ejemplo, el hielo del Ártico ha disminuido un 7,4 % por década durante el periodo de 1978 a 2005. Las precipitaciones en forma de nieve se han reducido en gran parte de Europa, y en especial

las de primavera. En muchas áreas de la cuenca mediterránea, el Sahel, el sur de África y el sur de Asia se están acelerando los procesos de desertificación. Los cambios en las variables climáticas producidos en el pasado siglo han sido mucho más rápidos que en el último milenio hasta el punto de producirse en las últimas décadas los años más cálidos registrados.

Otros efectos adicionales sobre el clima son el **aumento de sequías, tormentas tropicales y la alteración de las estaciones**, con inviernos más suaves y veranos cálidos, cada vez con más olas de calor. Estos fenómenos extremos están siendo en la actualidad más frecuentes, duraderos y acentuados. Según los climatólogos un fenómeno climático se considera extremo cuando ocurre con una frecuencia menor o igual al 5%, en relación con el periodo de referencia considerado. Sequías extremas, por ejemplo, aumentan los riesgos de incendios forestales, como los sobrevenidos en grandes áreas de Rusia y Ucrania en el verano de 2010.

Los seres vivos necesitan adaptarse gradualmente a las variaciones que se producen en los hábitats y ecosistemas (Moss, 1998). Sin embargo, la velocidad de ese cambio actualmente excede la de la propia adaptación, teniendo **consecuencias severas sobre todos los organismos** (WWF, 2001). Un aumento en la frecuencia de las tormentas tropicales tiene efectos negativos sobre las poblaciones asiladas y endémicas de las islas, ya que los organismos que allí viven no tienen otro lugar adonde ir; el mismo resultado se produce en las cimas de las montañas, donde viven una fauna y flora muy especializadas.

Tradicionalmente, las aves son el grupo animal que ha suscitado mayor interés en los ámbitos académico y naturalista a lo largo del último siglo. Esto permite disponer de gran cantidad de información que es esencial para poder llevar a cabo estudios que ayuden a entender los efectos del cambio climático sobre las aves y cómo están respondiendo a él mediante una adaptación del comportamiento. La biología del cambio climático es una ciencia joven, pues los primeros trabajos publicados sobre las aves aparecieron en 1991 (BERTHOLD, 1991). Desde entonces se han multiplicado los estudios, hasta alcanzar los 300

Cómo afecta el cambio climático en las aves		
Cambios en el comportamiento (ciclo biológico anual y fenología)	Reproducción Migración	Comienzan a cantar y a poner más temprano. Variaciones en las fechas de llegada y partida.
Cambios morfológicos	Microevolución	Variaciones en el color del plumaje y tamaño del ave.
Cambios en la distribución geográfica	Desplazamiento de ecosistemas, flora y fauna	Expansión/contracción. Desplazamientos latitudinales y altitudinales. Colonización (nuevas especies).
Cambios en la dinámica de poblaciones y en la diversidad de especies	Poblaciones y especies	Aumento/disminución de la población/ extinción/empobrecimiento/generalistas.

Tabla 1. Resumen de algunos de los efectos que produce el cambio climático en las aves.

artículos científicos en 2010 (MØLLER, 2011). Las aves, como la mayoría de las criaturas vivientes del planeta, se ven afectadas en alguna medida por las condiciones atmosféricas y sus cambios. Al ser muy sensibles a estas variaciones, **las aves proporcionan** con su presencia, o ausencia, **información clave sobre el estado del medio ambiente**, en general, y un mayor número de evidencias científicas sobre el impacto del cambio climático, en particular. Pocas dudas hay de que el cambio climático puede afectar al comportamiento, reproducción, supervivencia, migración y distribución geográfica de las aves. Se sabe, por observación directa, que cambios en el tiempo reducen la disponibilidad del alimento causando fracasos en la reproducción y que un tiempo extremo de frío o precipitaciones intensas causan elevadas mortandades en muchas especies. En este trabajo se va a describir, principalmente, de qué manera el cambio climático afecta a las aves (tabla 1).

Cambios en el comportamiento de las aves y en su fenología

El ciclo biológico anual de las aves depende en gran medida de la duración de los periodos de reproducción, muda y migración. Solamente la construcción del nido implica una cantidad de tiempo significativo, un estudio sobre 200 especies europeas indica que las hembras, machos o ambos sexos emplean entre 2 y 105 días (SOLER *et al.*, 1998). La época de reproducción está definida como el periodo en el cual las condiciones ambientales permiten criar descendencia con éxito, y suele durar una temporada en la mayoría de especies, aunque el caso más extremo de reproducción es el del cálao terrestre sureño en el que cada grupo familiar saca adelante, como media, un único pollo cada nueve años (DEL HOYO *et al.*, 2001; FERNÁNDEZ, 2016).

En ciertas ocasiones, los efectos del cambio climático pueden ser difíciles de observar y, por tanto, muy complicados de predecir, como ocurre con el éxito reproductor de las aves. En cambio, la **fenología**, disciplina que estudia la relación recurrente que hay entre el clima y las variaciones producidas en los registros de fenómenos biológicos, como la fecha de llegada de las aves migratorias, puede servir como una poderosa herramienta para su detección de una manera sencilla y precisa. Los estudios fenológicos son esenciales como parte de la estrategia nacional de lucha contra el cambio climático. **Cualquier ciudadano puede convertirse potencialmente en un observador** y, por tanto, en una valiosa fuente de datos fenológicos. La mayoría de países de nuestro entorno, Reino Unido, Alemania, Suiza, Holanda, etc., están creando redes fenológicas (HUDSON y KEATLEY, 2010). La presente red fenológica de AEMET debería potenciarse para que pudiera ser considerada una pieza importante en la estrategia española para la adaptación al cambio climático.

En la actualidad, los estudios sobre migración de aves proporcionan algunos de los ejemplos más claros y evidentes de los efectos del cambio climático. En 1749 Carlos Linneo organizó el registro de la llegada de seis especies de aves a Finlandia (cuco común, vencejo común, alondra común, golondrina común, lavandera blanca y pinzón vulgar) siendo la serie fenológica más larga, ya que continúa desde entonces (figura 1). En ella se pueden apreciar claramente los patrones correspondientes a dos cortos periodos de años cálidos, 1860-1889 y 1930-1940 (LEHIKONEN *et al.*, 2004), que las pautas migratorias de todas las especies coinciden al unísono y que la tendencia en las aves es de adelantarse en los últimos decenios. **En España, la serie fenológica más larga conocida se localiza en Tortosa** con registros sobre la llegada de la golondrina desde 1908 (GORDO y SANZ, 2005; figura 2).

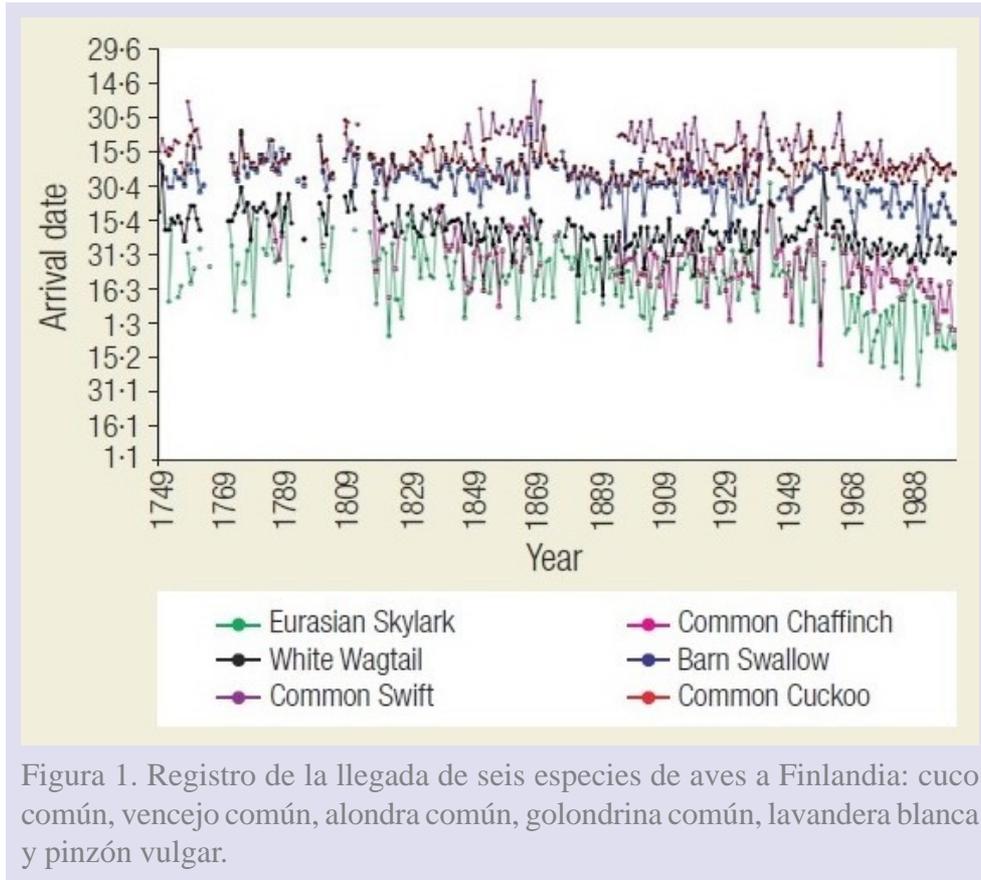


Figura 1. Registro de la llegada de seis especies de aves a Finlandia: cuco común, vencejo común, alondra común, golondrina común, lavandera blanca y pinzón vulgar.

En la década de los 90 del siglo pasado el estudio de registros fenológicos históricos ofrece las primeras pruebas de cómo la naturaleza responde al cambio climático hasta el punto de que en algunos servicios meteorológicos la fenología ha sido adoptada como un indicador del cambio climático. Varios trabajos revisados muestran que **el 59 % de 68 especies europeas y de Norteamérica han adelantado la fecha de puesta** en las últimas décadas, coincidiendo con el incremento de las temperaturas observado, siendo el rango promedio de 0,3 días por año (MØLLER, 2011).

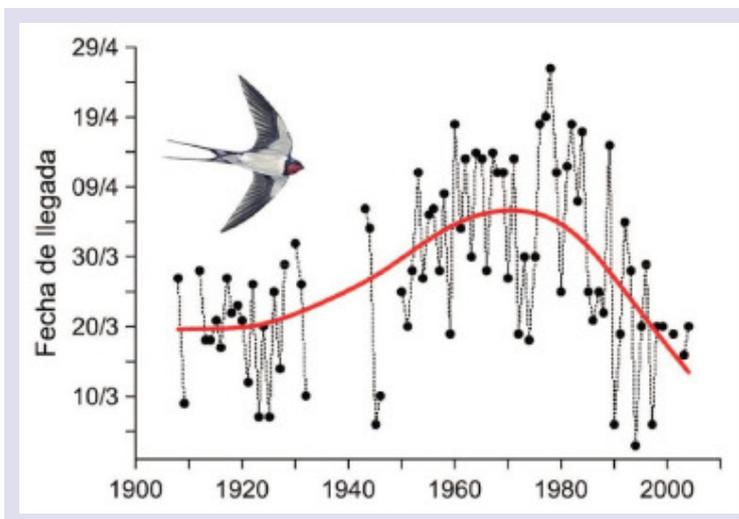


Figura 2. Serie fenológica de la llegada de la golondrina a Tortosa, la más larga conocida en España.

En Europa se ha estimado un **adelanto del orden de 2,8 días por década** en las fechas de llegada primaveral desde los años 70 (LEHIKONEN y SPARKS, 2010). En otro estudio, realizado por la Royal Meteorological Society (SPARKS, 2002), la fecha de llegada de la golondrina común está correlacionada con la temperatura, adelantándose dos días por cada grado Celsius de aumento, si bien, esto es considerablemente menor que los 6-8 días observados en las plantas. En algunas especies, como el carbonero común, el herrerillo común, los papamoscas cerrojillo y collarino, y el porrón osculado, se ha demostrado que están realizando sus puestas más temprano que en el pasado. **En la península ibérica, la llegada primaveral de las aves migratorias se ha adelantado en torno a una semana** desde mediados de los años 70 (GORDO, 2015). En la zona centro-sur de la Comunidad de Madrid se ha encontrado, para cuatro especies estivales, un adelanto promedio de 2,4 días por década, y de 1,2 días por década para dos especies invernantes, según las observaciones efectuadas en el periodo comprendido entre 1978 y 2016 (figuras 3 y 4). Por tanto, las variaciones que se produzcan en los registros fenológicos en las próximas décadas indicarán el grado de alteración en el comportamiento de las aves en relación a los nuevos escenarios climáticos.

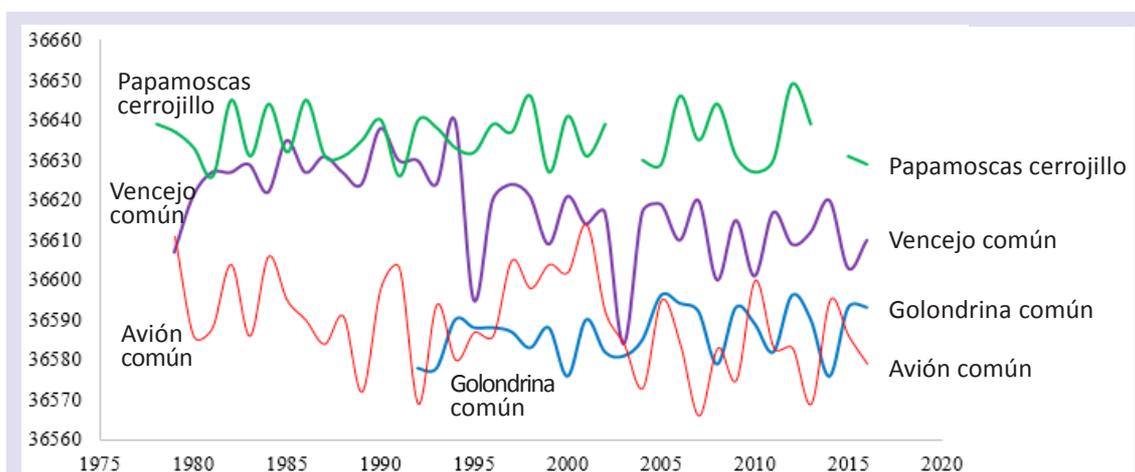


Figura 3. Serie fenológica de la llegada del vencejo común, la golondrina común, el avión común y el papamoscas cerrojillo a la zona centro-sur de la Comunidad de Madrid.

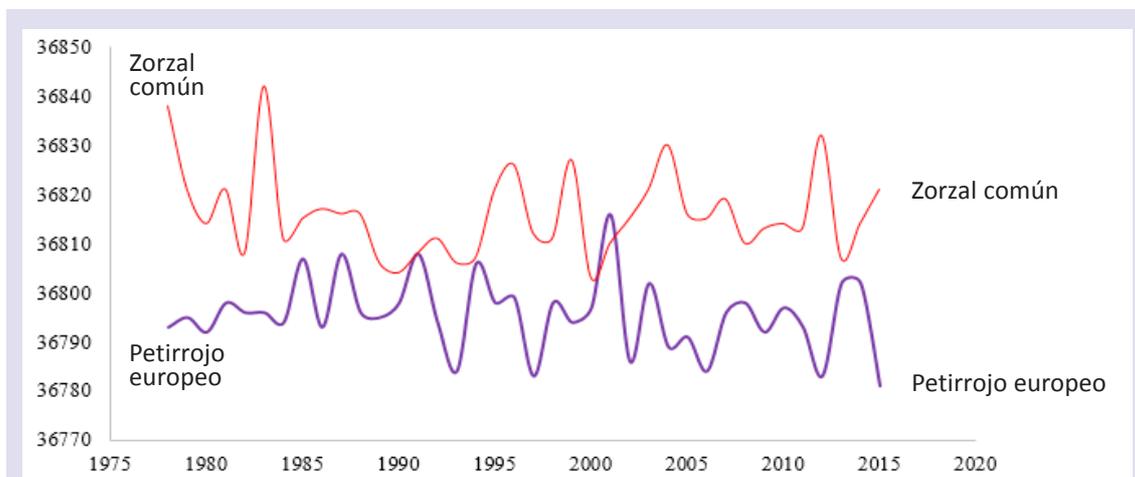


Figura 4. Serie fenológica de la llegada del petirrojo europeo y del zorzal común a la zona centro-sur de la Comunidad de Madrid.

La **migración anual** es una adaptación cuyo objetivo es optimizar los recursos que ofrece la naturaleza en cada una de las estaciones y está **determinada por las condiciones ambientales** de todas las áreas geográficas por las que atraviesan. Las aves migratorias se encuentran bajo una intensa selección debido, en primer lugar, a que los individuos que más temprano llegan tienen más posibilidades de encontrar territorio, emparejarse y reproducirse con éxito que los ejemplares que lo hacen más tarde y, en segundo lugar, porque las aves migratorias de larga distancia dependen en gran medida del grado de **sincronización** entre el periodo de migración y el de los ciclos biológicos de las plantas y animales de los que dependen. Si alguno de esos factores cambia entonces la estrategia migratoria podría llegar a no ser viable.

Especies con diferente ecología en migración no responden de igual forma al cambio climático; la respuesta a las variaciones es menor en los de larga distancia que en los de corta distancia. Esto parece ser debido, en primer lugar, al desfase fenológico que puede encontrarse en las áreas de reproducción, ya que sus cuarteles de invernada a menudo están a miles de kilómetros de distancia y es difícil ajustar la llegada porque las aves no saben en qué condiciones pueden encontrarse los territorios de reproducción, como les ocurre al colirrojo real y al papamoscas cerrojillo. En segundo lugar, **migrantes de larga distancia**, como la curruca zarcera o el mosquitero musical, a quienes las sequías en África les causan serios problemas de supervivencia, **tienen que atravesar cada vez un desierto del Sahara más extenso**. Hay alguna evidencia que sugiere que anomalías en la temperatura en África afectan las fechas de llegada de las aves estivales europeas (SAINO et al., 2007). Además, todas estas especies se encuentran amenazadas por la **pérdida de hábitats** causados por prolongadas y periódicas sequías, tanto en sus territorios de invernada como en sus lugares de reproducción, así como en las zonas de parada y descanso de sus rutas migratorias.

Numerosas especies han alterado sus estrategias de migración durante los últimos cien años, e incluso durante los últimos 20 años, pues a partir de 1990 el cambio climático comenzó a hacerse más severo. Un gran número de especies visitantes invernantes dejarán de hacerlo, porque los inviernos más suaves permitirán tener un hábitat libre de hielos en latitudes más septentrionales que los actuales, pudiendo quedarse en invierno más cerca de las áreas de reproducción. Esto es lo que puede ocurrirles al cisne cantor, al ánsar careto o a la serreta chica, que crían en el Ártico ruso, Islandia y Groenlandia, y pasan el invierno, una buena parte de su población, en Escocia e Inglaterra.

Otros cambios, como los que se puedan producir en los **patrones de vientos** y en la **circulación general** de la atmósfera, tendrán efectos sobre las especies divagantes o raras, que arriban ocasionalmente empujadas por vientos fuertes o por fenómenos meteorológicos extremos como huracanes, olas de frío polares o de calor africano.

Cambios morfológicos

El cambio climático actúa como un fuerte agente selectivo, tanto en el aspecto externo como en el tamaño de la especie. En el año 2002, los británicos Peter y Rosemary Grant publicaron en la revista *Science* los resultados de un estudio de treinta años sobre los

pinzones de Darwin en la isla Daphne Mayor, perteneciente al archipiélago de las Galápagos (Ecuador). En ese corto periodo de tiempo, en el que se sucedieron solo seis generaciones de pájaros, varios periodos de sequía extrema alteraron el tipo y la abundancia de las semillas que componen su alimento, provocando que la población evolucionara en tres ocasiones cambiando el tamaño corporal, así como las dimensiones del pico (GRANT y GRANT, 2002). Entre las conclusiones a las que llegaron los biólogos destaca la de que **los cambios morfológicos** de una generación de pinzones a la siguiente **son impredecibles**, en la medida que **responden a fluctuaciones climáticas azarosas**; así, sequías de variable intensidad en años diferentes pueden favorecer cuerpos y picos distintos. Es un claro ejemplo de lo que se llama evolución rápida, evolución contemporánea o microevolución.

Otro caso diferente es el cárabo común en Finlandia, aunque en este los efectos del cambio climático afectan a la coloración del plumaje (KARELL *et al.*, 2011). Esta especie, bien distribuida por casi toda Europa, puede tener dos tonalidades en su plumaje: gris o marrón (figura 5). En inviernos con mucha nieve, hay una fuerte selección natural en contra de la variedad marrón, frente a los grises que sobreviven mejor, independientemente de la profundidad de la capa de nieve. Como los inviernos con abundancia de nieve se están haciendo raros, y el aumento de las temperaturas provoca una **reducción en el espesor de la nieve**, está provocando que los **cárabos de plumaje marrón hayan incrementado su frecuencia** desde el 12 %, en la década de 1960, hasta el 42 % entre 2005 y 2010.



Figura 5. Cárabos comunes.

En el siglo XIX el biólogo alemán Carl Bergmann estableció una regla que señala que las subespecies o razas geográficas tienden a ser más grandes y pesadas en climas más fríos, ya que un tamaño mayor reduce la superficie de contacto en relación al volumen, perdiendo menos energía. Por esa razón, los búhos reales del norte de Siberia son más grandes que los de la península ibérica (figura 6). De producirse un incremento en las temperaturas debido al calentamiento global se podría predecir que, bajo ese cambio climático, **la masa corporal de las aves tendería a disminuir**.



Figura 6. Ejemplar de búho real de la subespecie ibérica. (Fuente: J. Cano).

Cambios en la distribución geográfica

El efecto global más preocupante que el calentamiento está provocando en los seres vivos es el desplazamiento de los ecosistemas donde viven, comprometiendo la supervivencia de grupos tan diversos como anfibios, insectos y plantas con flores (BRIGGS, 1997). Entre los hábitats más vulnerables y severamente amenazados por el cambio climático destacan los de **alta montaña**, las **islas** y los **ecosistemas litorales**. Las especies que allí habitan, muy especializadas, son las más sensibles y **podrían desaparecer en los próximos 50 años** como consecuencia de la degradación de sus hábitats y la dominación de las especies generalistas. Para el año 2050 se prevé que el nivel del mar ascienda 37 cm; y para el 2100, los 65 cm, según el IPCC (STOCKER *et al.*, 2013), inundando permanentemente algunos ecosistemas como manglares, marismas, estuarios y deltas. Un aumento de 1 °C en la

temperatura equivaldría a un desplazamiento de las isoterms de entre 150 y 300 km de latitud o, su equivalente, 150 m de altitud (BARKHAM, 1994).

La distribución de muchas especies de aves ha cambiado a lo largo de las últimas décadas con el fin de encontrar nuevos emplazamientos que se ajusten a sus requerimientos ecológicos, como queda demostrado en recientes estudios, atlas y mapas de distribución en Norteamérica, Europa y África. Así por ejemplo, el pato colorado ha colonizado gran parte del territorio europeo durante la segunda mitad del siglo XIX y comienzos del XX como resultado de un cambio en las colonias de nidificación (TUCKER y HEATH, 1994). Estas variaciones correspondieron con un periodo largo de calentamiento del clima, cuyos cambios en la vegetación acuática resultaron beneficiosos para la especie. Esta expansión se ha producido en ciclos de 30-45 años, interrumpidos por algún decrecimiento, siendo las más rápidas del siglo las producidas durante las décadas de los años 30 y, especialmente, los 60. Por otro lado, los abejarucos aparecen en lugares donde no estaban citados o lo estaban como divagantes ocasionales, empezando a criar de forma regular en Alemania (NUTTALL y DEDA, 2007). **En la península ibérica, especies norteafricanas han comenzado recientemente a reproducirse**, como el corredor sahariano (DE JUANA, 2002), y a expandirse desde el sur, como el vencejo cafre (BARRIOS, 2003), o el sureste ibérico como el camachuelo trompetero (ARAÚJO *et al.*, 2011).

Cambios en la dinámica de poblaciones y en la diversidad de especies

La respuesta a las variaciones de población por el cambio climático es grande, causando en muchas especies un fuerte impacto negativo. Desde la década de 1980 las precipitaciones en el norte de África han descendido sensiblemente **haciendo avanzar al desierto del Sahara** en todo su perímetro. Esta situación extrema perjudica a los individuos en peores condiciones físicas de varias especies reproductoras europeas, entre las que destacan golondrinas y currucas, que han de atravesar el desierto hacia sus áreas de invernada en el centro y sur del continente africano, provocando **importantes mortandades**. El **pingüino emperador**, que se reproduce en la plataforma de **hielo antártico**, ha sufrido un **dramático descenso en el tamaño de su población** asociado con la reducción de la capa cubierta por el hielo en los últimos años. El cisne chico ha reducido su presencia en áreas tradicionales de invernada o ha desaparecido de ellas, en Reino Unido, sospechándose que por la suavización del clima en Europa y la ausencia de vientos del noreste que le ayudaban a migrar (NUTTALL y DEDA, 2007). Otro ejemplo lo encontramos en el eider de anteojos, un ave acuática septentrional que está en riesgo debido a sus necesidades especiales. Toda la población mundial se congrega en invierno en una reducida y fría zona del mar de Bering, rica en nutrientes para alimentarse de almejas y demás fauna marina. Pero con la retirada de los hielos, el hábitat de esta anseriforme y su acceso a las fuentes de alimento en las zonas de invernada están cambiando. Y los cambios en el litoral están alterando su área de cría en los humedales de la tundra (HOLLAND, 2015). Por último, un **incremento de periodos secos en el clima** durante el siglo XX puede haber contribuido al descenso de la población de avefría social tanto en sus lugares de cría como de invernada (DEL HOYO *et al.*, 1996).

En un futuro cercano, según los niveles de gases de efecto invernadero emitidos y la respuesta climática que tenga lugar, la vulnerabilidad de las poblaciones de aves provocará

que un gran número de especies corran un alto riesgo de extinción, siendo esta la consecuencia más grave. Los pronósticos más recientes, elaborados por [BirdLife International](#) y [National Audubon Society](#) (2015), sugieren que el 10% de las especies de aves del mundo pueden estar en peligro en el próximo siglo debido al calentamiento global. Las especies de aves sufrirán reducciones en sus áreas de distribución y otras muchas no podrán adaptarse a la rapidez y magnitud con las que cambia el clima. En general, la composición de las comunidades de aves sufrirá un **empobrecimiento en cuanto a diversidad**.

Finalmente, tras laboriosos estudios y seguimientos a medio y largo plazo realizados en muchos países del mundo, especialmente en Europa y Norteamérica, los investigadores concluyen que las aves han demostrado ser **uno de los mejores bioindicadores** de los cambios ambientales que se están produciendo. En este sentido, las aves pueden ser vistas como precursoras de la detección del cambio climático.

Bibliografía

ARAÚJO, M. B. *et al.* (2011). Impactos, vulnerabilidad y adaptación de la biodiversidad española frente al cambio climático. 2. Fauna de vertebrados. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, Madrid.

BARKHAM, J. (1994). Climate change and British wildlife. *British Wildlife*, 5: 169-180.

BARRIOS, F. (2003). Vencejo Cafre, *Apus caffer*. En, R. MARTÍ y J. C. DEL MORAL (Eds.): Atlas de las Aves Reproductoras de España, pp. 340-341. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología. Madrid.

BERTHOLD, P. (1991). Patterns of avian migration in light of current global “greenhouse” effects: a central European perspective, pp. 780-786. En: BELL, B. D., COSSEE, R. O., FLUX, J. E. C., HEATHER, B. D., HITCHMOUGH, R. A., ROBERTSON, C. J. R. & WILLIAMS, M. J. eds. (1991). Acta XX Congressus Internationalis Ornithologici. New Zealand Ornithological Congress Trust Board, Wellington, New Zealand.

BIRDLIFE INTERNATIONAL y NATIONAL AUDUBON SOCIETY (2015). The messengers: what birds tell us about threats from climate change and solutions for nature and people. Cambridge, UK y New York, USA: BirdLife International and National Audubon Society.

BRIGGS, B. (1997). Climate Change and Wildlife: summary of international workshop at Boulder, Colorado, September 1997. Disponible en RSPB.

BURTON, J. (1995). Bird & Climate Change. Christopher Helm, London.

CRICK, H. (2004). The impact of climate change on birds, pp. 48-56. En: *Ibis*, 146. British Ornithologists' Union, United Kingdom.

DE JUANA, E. y COMITÉ DE RAREZAS DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ORNITOLOGÍA (2002). Observaciones de aves raras en España, año 2000. *Ardeola*, 49: 141-171.

DEL HOYO, J., ELLIOTT, A. y SARGATAL, J. (eds. 1996). Handbook of the Birds of the World. Vol. 3. Hoatzin to Auks. Lynx Edicions, Barcelona.

DEL HOYO, J., ELLIOT, A. y SARGATAL, J. (eds. 2001). Handbook of the Birds of the World. Vol. 6. Mousebirds to Hornbills. Lynx Edicions, Barcelona.

ELKINS, N. (2004). Weather and Bird Behaviour. T & A D Poyser, London.

FERNÁNDEZ Y FERNÁNDEZ-ARROYO, F. J. (2016). Argutorio 36 — II semestre 2016 (56-57).

GORDO, O. y SANZ, J. J. (2005). Phenology and climate change: a long-term study in a Mediterranean locality. *Oecologica*, 146: 484-495.

GORDO, O. (2015). Impactos del cambio climático en la migración de las aves ibéricas, pp. 153-161. En: HERRERO, A. & ZAVALA, M. A., editores. Los bosques y la biodiversidad frente al cambio climático: impactos, vulnerabilidad y adaptación en España. Informe de evaluación. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.

GRANT, P. R. y GRANT, R. (2002). Unpredictable evolution in a 30 year study of Darwin's finches. *Science*, 296: 707-711.

HOLLAND, J. (2015). ¿Quién saldrá bien parado? En: *National Geographic*, noviembre de 2015, 110-119.

HUDSON, I. y KEATLEY, M. R. (2010). Phenological research: methods for environmental and climate change analysis. Springer, Heidelberg.

HUNTLEY, B. *et al.* (2007). A Climatic Atlas of European Breeding Birds. Durham University, The RSPB and Lynx Edicions, Barcelona.

KARELL, P. *et al.* (2011). Climate change drives microevolution in a wild bird. *Nature communications*, 2 (208): 1-7.

LEHIKONEN, E., SPARKS, T. H. y ZALAKEVICIUS, M. (2004). Arrival and departure dates, pp. 1-31. En: MØLLER, A. P., FIEDLER, W. & BERTHOLD, P. eds. Birds and Climate Change. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.

LEHIKONEN, E. y SPARKS, T. H. (2010). Bird migration, pp. 89-112. En: MØLLER, A. P., FIEDLER, W. & BERTHOLD, P. eds. Effects of Climate Change on Birds. Oxford University Press, Oxford.

MØLLER, A. P. (2011). Climate Change and Birds, pp. 13-39. En: DEL HOYO, J., ELLIOTT, A. & CHRISTIE, D. A. eds. 2011. Handbook of the Birds of the World. Vol. 16. Tanagers to New World Blackbirds. Lynx Edicions, Barcelona.

MOSS, S. (1995). Birds and Weather. Hamlyn, London.

MOSS, S. (1998). Predictions of the effects of global climate change on Britain's birds. *British Birds*, 91: 307-325.

NUTTAL, N. y DEDA, P. (2007). La fauna migratoria sufre ya el cambio climático, según la ONU. En: *Quercus*, 251: 58-59.

SAINO, N. *et al.* (2007). Temperature and rainfall anomalies in Africa predict timing of spring migration in trans-Saharan migratory birds. *Climate Res.*, 35: 123-134.

SOLER, J. J., MØLLER, A. P. y SOLER, M. (1998). Nest building, sexual selection and parental investment. *Evol. Ecol.*, 12: 427-441.

SPARKS, T. *et al.* (2002). Birds, weather and climate, pp. 399-410. En: *Weather*, Vol. 57. Royal Meteorological Society, United Kingdom.

STEPHENS, P. A., *et al.* (2016). Consistent response of bird populations to climate change on two continents. *Science*, Apr. 1; 352 (6281): 84-7.

STOCKER, T. F. *et al.* (2013). Resumen técnico. En: Cambio climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [STOCKER, T. F., D. QIN, G.-K. PLATTNER, M. TIGNOR, S. K. ALLEN, J. BOSCHUNG, A. NAUELS, Y. XIA, V. BEX y P. M. MIDGLEY (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.

TUCKER, G. M. y HEATH, M. F. (1994). Birds in Europe: their conservation status. Cambridge, U.K.: BirdLife International (BirdLife Conservation Series no. 3).

WWF (2001). Bird Species and Climate Change. A Summary of the Global Status Report. WWF-Australia, Sydney, Australia.

¿CUÁL ES EL RÉCORD DE LLUVIAS EN ESPAÑA?

Sergi González Herrero
Analista Predictor,
Delegación Territorial de AEMET en Cataluña

(publicado en el blog de AEMET
el 20 de julio de 2017)

¿En dónde se dan las mayores lluvias de España? Seguro que esta pregunta la habéis leído más de una vez. Yo recuerdo haberla oído más de una vez cuando estudiaba y las respuestas que me daban eran distintas cada vez. Aparte de la tradicional “¡Galicia!”, a veces oía afirmar a un amigo “¡en la sierra de Grazalema en Andalucía!” o a otro decir “¡en las comarcas de la Safor y la Marina Alta entre Valencia y Alicante!”. ¡No solo las respuestas eran totalmente distintas, sino que además algunas te las ponían en medio de las comunidades autónomas más secas de España!

Supongo que la curiosidad me llevó un día a quererlo investigar, y por fin encontré la respuesta. Y para mi sorpresa descubrí que nadie se equivocaba. La respuesta correcta es “depende”. Y para concretar más: depende de la escala temporal. Por ello, la mayor lluvia en 1 hora no se dará en el mismo lugar que la mayor cantidad de lluvia recogida en 15 días.

En mi estudio me dediqué a buscar entre las bases de datos digitalizadas de AEMET (hay bases de datos mensuales, diarias, o incluso diezminutales) las mayores lluvias registradas en escalas desde 10 minutos hasta 2 años. Muchos de estos valores se tuvieron que calcular, como el dato de lluvia en 3 horas.

Finalmente y después de analizar más de 100 millones de registros obtenidos entre principios del siglo XIX y el 2015 hemos obtenido la tabla¹ 1, con los récords de lluvias registrados en España por la red climatológica de AEMET (figura 1).

Como podéis observar, para escalas cortas, las mayores precipitaciones se reparten por gran parte del territorio español, con un denominador común, ser zonas próximas al mar y con algo de orografía. A medida que la escala temporal crece, las precipitaciones se acaban concentrando en los lugares antes citados: al sur de Valencia y norte de Alicante para escalas entre 9 horas y 5 días, en la sierra de Grazalema para las escalas que van desde 7 hasta 20 días, y en la zona gallega para las escalas por encima de 1 mes. Por lo tanto podemos afirmar que ninguno de mis amigos se equivocaba. Solo les faltó decir la escala.

¹ Debido a las lluvias extremas ocurridas en octubre de 2018 esta tabla quedó desfasada. Se puede consultar la versión más actualizada en el siguiente artículo del blog de AEMET (publicado el 28/12/2018): <https://aemetblog.es/2018/12/28/un-octubre-de-record/#more-15914>

Duración	Valores extremos de España				Extremos mundiales		
	ID	Lugar	Altura (mm)	Fecha	Lugar	Altura (mm)	Proporción (%)
10 min	1	Cuevas de Nerja (Málaga)	41,6	21 sep 2007	N/D	N/D	N/D
20 min	1	Cuevas de Nerja (Málaga)	74,2	21 sep 2007	Rumanía	206	36,0
30 min	2	Sineu (Islas Baleares)	87,8	12 oct 2012	China	280	31,4
60 min	3	Santa Cruz de Tenerife	129,9	31 mar 2002	China	401	32,4
2 horas	4	San Sebastián (Guipúzcoa)	193,0	1 jun 1997	China	489	39,5
3 horas	4	San Sebastián (Guipúzcoa)	204,7	1 jun 1997	EEUU	724	28,3
4 horas	5	Huércal-Overa (Almería)	216,3	28 sep 2012	N/D	N/D	N/D
5 horas	5	Huércal-Overa (Almería)	248,3	28 sep 2012	N/D	N/D	N/D
6 horas	5	Huércal-Overa (Almería)	275,0	28 sep 2012	China	840	32,7
9 horas	6	Oliva (Valencia)	306,4*	3 nov 1987	La Reunión	1087	28,2
12 horas	6	Oliva (Valencia)	408,5*	3 nov 1987	N/D	N/D	N/D
18 horas	6	Oliva (Valencia)	612,8*	3 nov 1987	La Reunión	1589	38,6
1 día	6	Oliva (Valencia)	817,0	3 nov 1987	La Reunión	1825	44,8
2 días	7	Jávea (Alicante)	878,0	1-2 oct 1957	India	2493	35,2
3 días	7	Jávea (Alicante)	978,0	1-3 oct 1957	La Reunión	3929	24,9
4 días	7	Jávea (Alicante)	978,0	1-3 oct 1957	La Reunión	4869	20,1
5 días	7	Jávea (Alicante)	978,0	1-3 oct 1957	La Reunión	4979	19,6
6 días	8	Sauces (Santa Cruz de Tenerife)	984,8	24-29 feb 1988	La Reunión	5075	19,4
7 días	9	Grazalema (Cádiz)	1023,2	14-20 dic 1958	La Reunión	5400	18,9
8 días	9	Grazalema (Cádiz)	1099,2	14-21 dic 1958	La Reunión	5510	19,9
9 días	9	Grazalema (Cádiz)	1226,2	14-22 dic 1958	La Reunión	5512	22,2
10 días	9	Grazalema (Cádiz)	1273,6	13-22 dic 1958	La Reunión	5678	22,4
11 días	9	Grazalema (Cádiz)	1277,2	12-22 dic 1958	La Reunión	5949	21,5
12 días	9	Grazalema (Cádiz)	1280,0	12-23 dic 1958	La Reunión	5949	21,5
13 días	9	Grazalema (Cádiz)	1282,2	11-23 dic 1958	La Reunión	6072	21,1
14 días	9	Grazalema (Cádiz)	1282,2	11-23 dic 1958	La Reunión	6082	21,1
15 días	9	Grazalema (Cádiz)	1284,8	9-23 dic 1958	La Reunión	6083	21,1
20 días	9	Grazalema (Cádiz)	1454,1	3-23 dic 1958	N/D	N/D	N/D
31 días	10	Cortes de la Frontera (Málaga)	1674,0	3 nov 1987	N/D	N/D	N/D
1 mes natural		Caldera de Taburiente (Santa Cruz de Tenerife)	1626,1	1-31 ene 1979	India	9300	17,5
2 meses	10	Cortes de la Frontera (Málaga)	2420,0	dic 1995 - ene 1996	India	12 767	19,0
3 meses	11	Casteloais (Orense)	2866,8	nov 1959 - ene 1960	India	16 369	17,5
4 meses	11	Casteloais (Orense)	3269,9	nov 1959 - feb 1960	India	18 738	17,5
5 meses	12	Casas do Porto (La Coruña)	3835,8	nov 2000 - mar 2001	India	20 412	18,8
6 meses	12	Casas do Porto (La Coruña)	4176,1	oct 2000 - mar 2001	India	22 454	18,6
9 meses	12	Casas do Porto (La Coruña)	4680,1	ago 2000 - abr 2001	N/D	N/D	N/D
12 meses	12	Casas do Porto (La Coruña)	5503,4	abr 2000 - mar 2001	India	26 461	20,8
18 meses	13	Dodro (La Coruña)	7523,6	oct 1984 - mar 1986	N/D	N/D	N/D
24 meses	11	Casteloais (Orense)	8991,5	feb 1958 - ene 1960	India	40 768	22,1

Tabla 1. Extremos de lluvia registrados en España por la red climatológica de AEMET y su comparación con los valores mundiales.

Este trabajo se completa con un análisis de cómo se comporta el escalado de las lluvias en España. Y es que las grandes lluvias tienen una característica muy curiosa, si utilizamos un gráfico llamado log-log ¡siguen una línea recta! Os lo muestro en la figura 2.

Si queréis leer un análisis más técnico del estudio podéis descargaros el estudio original en el siguiente enlace: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/joc.5144/full>

O la versión libre en este otro: <https://repositorio.aemet.es/handle/20.500.11765/7267>



Figura 1. Extremos de lluvia registrados en España por la red climatológica de AEMET.

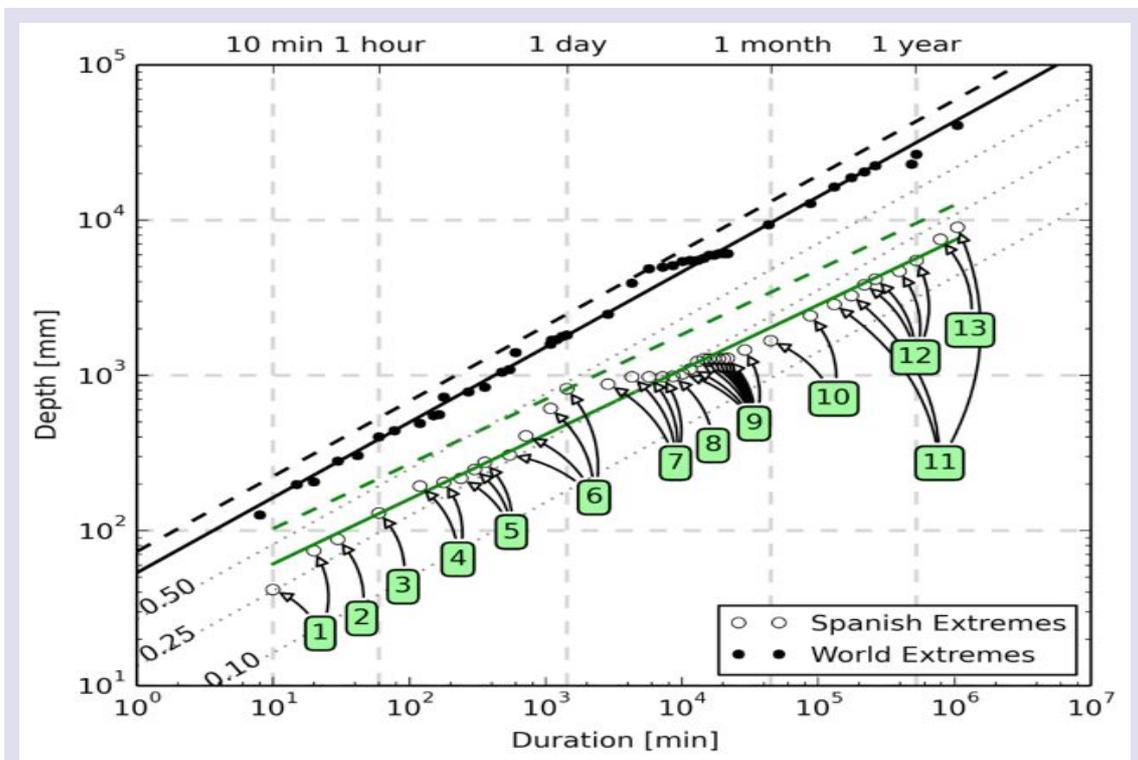


Figura 2. Gráfico log-log de la altura de la precipitación (mm) frente a la duración (min).

¿HACE MENOS FRÍO CUANDO NIEVA?

Andrés Pinar Solé

Alumno en prácticas,

Área de Información Meteorológica y Climatológica AEMET



(publicado en el blog de AEMET
el 28 de agosto de 2017)



En invierno, una noche de narices rojas, bufanda y manta en torno a la chimenea es una ocasión ideal para contar historias mientras la nieve se acumula en el quicio de la ventana. Algunas de estas leyendas pueden ser ciertas, otras son invenciones para no dormir; a continuación veremos a cuál de ellas pertenece la cuestión que nos ocupa: ¿hace frío cuando nieva?

En primer lugar, ¿cuándo nieva? Para que este fenómeno tenga lugar han de darse algunas condiciones particulares, y habremos de familiarizarnos con el concepto de **inversión térmica**.

Prácticamente todos los fenómenos meteorológicos ocurren en la troposfera, que es la capa inferior de la atmósfera. Es la más densa, acumula casi todo el vapor y se prolonga hasta una altura de diez kilómetros, variando con la latitud. La temperatura de la troposfera disminuye con la altura, por lo tanto es natural que el aire frío se localice en la parte más alta.

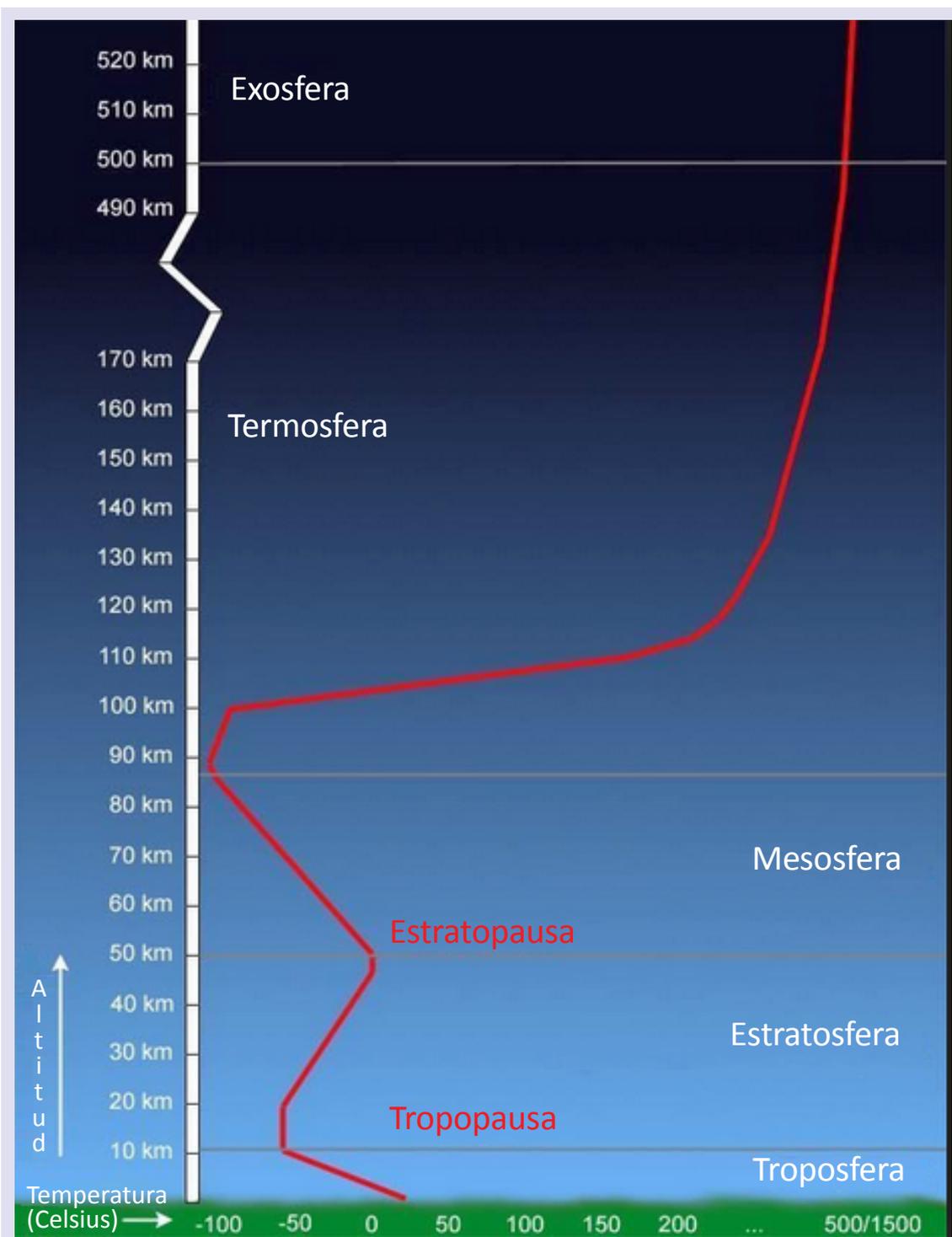


Figura 1. La temperatura varía según la altura en cada capa de la atmósfera.

Alguna mente inquieta podría incomodarse cuando decimos que al ascender baja la temperatura; lo normal es que los fluidos calientes tiendan a elevarse. Sin embargo, la superficie terrestre actúa como un radiador que templó el aire circundante, y si hay nubes, estas se comportan como una manta que mantiene la radiación entre ellas y la superficie. Por esto, cuando más frío hace es con cielos azules, despejados; las capas altas están barridas por vientos fortísimos y muy fríos, y en las capas bajas nada frena a la radiación terrestre cuando es emitida.

Volviendo a las inversiones térmicas, estas sucederán cuando una masa de aire cálido se sitúa sobre una masa de aire frío mediante una situación de **cizalladura**: la masa cálida se monta sobre la fría y a su vez asciende. Generalmente este proceso es el responsable de la formación de las nubes y más tarde de los meteoros por la interacción entre humedad y temperatura, como explicamos en el artículo “¿Por qué el aire cálido contiene más vapor que el frío” (<https://aemetblog.es/2017/08/10/por-que-el-aire-caliente-puede-contener-mas-vapor-que-el-frío/>). Al elevarse y enfriarse una nube cálida decrece su capacidad de retener vapor, aumenta su humedad relativa y es más probable la condensación y precipitación.

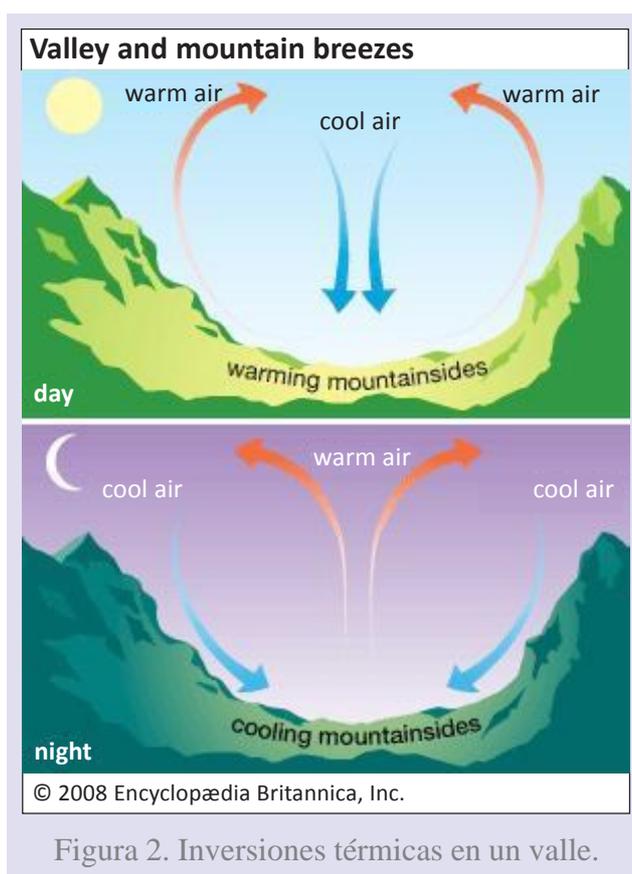
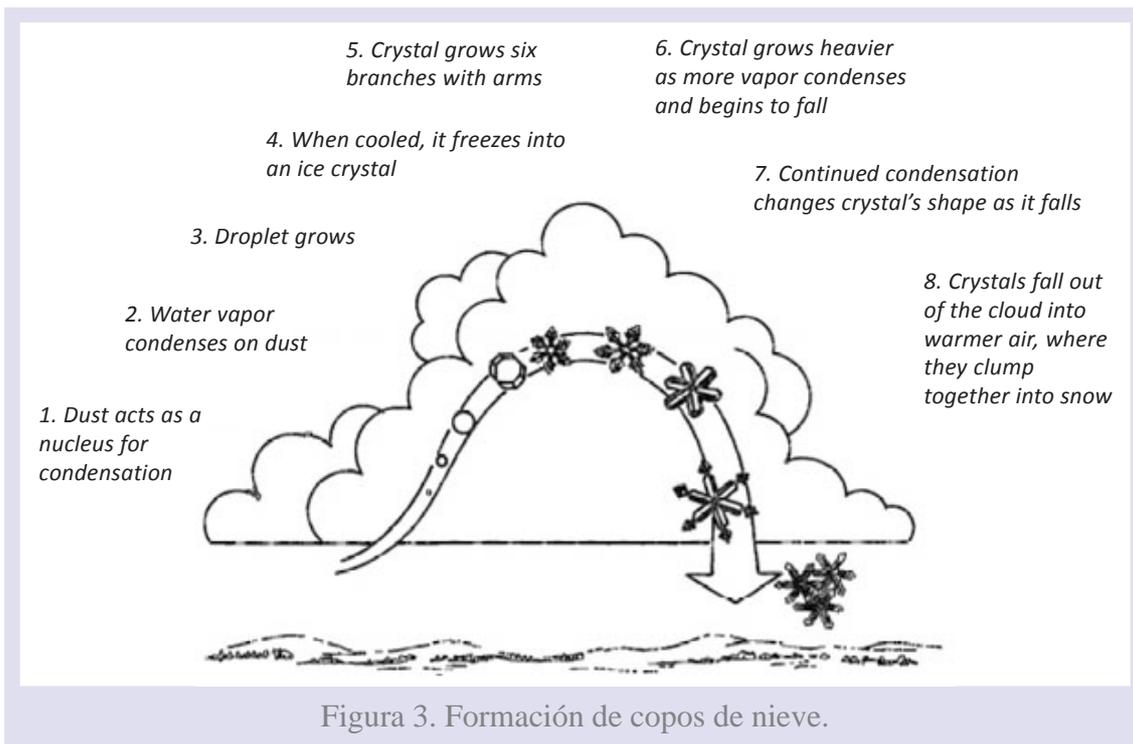


Figura 2. Inversiones térmicas en un valle.

Bien, pero, ¿qué es necesario que ocurra para que nieve? Condensación y aire frío. En las montañas altas, la superficie húmeda por la vegetación y los vientos cálidos que ascienden por la ladera de barlovento humedecen el ambiente naturalmente frío de la cumbre, saturándolo y provocando precipitación.



Para que nieve, el agua condensada ha de encontrarse con una bolsa de aire muy frío que congele las gotas. En la montaña no es un problema, allí arriba el aire ya es muy frío y no es muy complicado que las pequeñas gotas condensadas se hielen y caigan cuando su tamaño es suficiente. Y, ¿qué sucede cuando nieva en altitudes menores, como en las capitales de provincia de interior?



En invierno, ciudades como Salamanca, Cuenca o Zaragoza pueden registrar varios grados bajo cero de manera continuada, con un ambiente muy frío y seco. Si masas de aire más cálido y húmedo entran en la Península y se produce inversión térmica, es posible que se produzca precipitación. Las gotas pueden congelarse y caer, o bien permanecer en estado líquido hasta que entran en la capa fría que la inversión térmica ha situado bajo la capa más cálida, y se congelan por el camino dando lugar a la nevada.

¿Y qué ocurre entonces, cuando el suelo está blanco? En las provincias del interior, la nevada se ha debido a la entrada de un frente cálido, por lo tanto la temperatura puede ascender durante y tras la nevada, dando crédito a la leyenda. No obstante, la meteorología es una ciencia que se caracteriza por su variabilidad, y nunca se debe generalizar. Si tras el frente el cielo queda limpio, la nieve reflejará toda la luz y se enfriará la superficie, dando lugar a una bajada de la temperatura que da al traste con la leyenda, en este caso.

Por otro lado, deberíamos considerar a nuestros amigos norteños que padecen un frío de bigote tras una nevada copiosa, fruto de una fenomenología diferente a la del interior peninsular.

En efecto, existen más fenómenos relacionados con las nevadas, en este caso, en los lugares cercanos a grandes depósitos de agua. Si una corriente de aire muy fría atraviesa un lago grande o viaja sobre el mar, el aire frío puede saturarse de humedad y provocar alta inestabilidad al impactar contra la costa, más cálida, convocando nevadas y otros meteoros extremos a su paso.

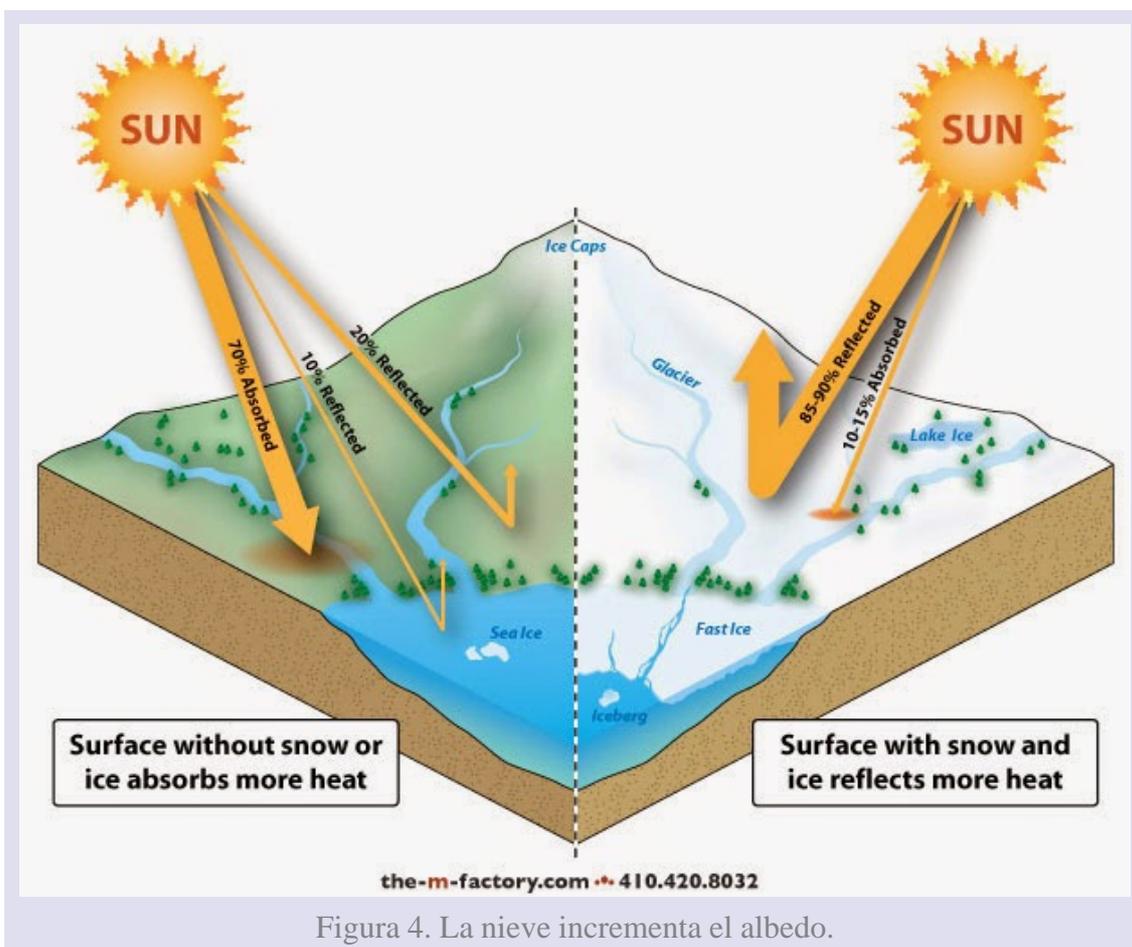


Figura 4. La nieve incrementa el albedo.



Pueblo nevado en los Pirineos.

En la zona norte de España se conoce como **nortadas** a rachas de viento muy frío y húmedo que puede provocar nevadas muy intensas seguidas de días muy fríos, conforme la bolsa de aire frío barre la zona afectada. Este fenómeno está también presente en los alrededores de los grandes lagos, por ejemplo, los situados en la frontera de Estados Unidos y Canadá, o las inmediaciones del mar Negro, susceptibles ambos de vientos polares que pueden cargarse de humedad.

Uno podría pensar que cuanto más frío hace, más probabilidades hay de que nieve porque el ambiente puede saturarse más rápido. Para que nieve se necesita frío, en efecto, sin embargo llega un punto en el que el aire es tan frío que no puede contener humedad, cuando alcanza los cuarenta grados bajo cero, y la precipitación es imposible.

Para finalizar, voy a mencionar un argumento desesperado que emiten los que afirman que tras la nevada hace menos frío en general: mantienen que la temperatura asciende debido a la congelación del agua en nieve. Si bien es cierto que tanto la condensación como la congelación emiten calor (el sistema se ordena en ambos casos reduciendo la energía cinética y vibratoria de las partículas individuales, es decir, su energía interna), no es un fenómeno apreciable ni responsable de la subida de las temperaturas tras la nevada; la capa de nieve no tiene masa suficiente como para competir en causalidad con la masa de aire de la atmósfera o la de tierra de la superficie.

Con esta última apreciación respondemos a la pregunta inicial: cuando nieva pueden subir o bajar las temperaturas dependiendo de las condiciones climatológicas, no existiendo una regla general, si acaso local.

Bibliografía

<https://aemetblog.es/2017/08/10/por-que-el-aire-caliente-puede-contener-mas-vapor-que-el-frio/>

<https://www.meneame.net/story/dice-hace-demasiado-frio-para-nieve>

https://es.wikipedia.org/wiki/Atm%C3%B3sfera#Capas_de_la_atm.C3.B3sfera_de_la_Tierra

<https://www.muyinteresante.es/curiosidades/preguntas-respuestas/ipor-que-disminuye-la-temperatura-al-subir-de-altura>

Imágenes

<http://1esocnn.blogspot.com.es/2010/11/capas-de-la-atmosfera.html>

<https://www.pmfias.com/temperature-inversion-types-economic-implications-temperature-inversion/>

<https://pictures.4ever.eu/nature/mountains/snowy-mountains-192567>

<http://cmcmarcosrubentena.blogspot.com.es/>

<http://www.lugaresdenieve.com/?q=es/reportaje/descubre-el-snowpark-de-piau-engaly-gorka-oller>

<http://www.strangefarmer.com/content/item/183885.html>

CÓMO AFECTA EL TIEMPO A LA CONEXIÓN WIFI Y AL TELÉFONO MÓVIL

Andrés Pinar Solé

Alumno en prácticas,

Área de Información Meteorológica y Climatológica AEMET



(publicado en el blog de AEMET
el 30 de agosto de 2017)



Foto: Molinos de Versos.

Más de una vez, y más de dos, nos hemos visto tentados de lanzar el aparato de wifi por la ventana cuando se toma sus pequeños descansos, y al asomarnos al exterior notar que una ligera llovizna impregna el ambiente. “Ah, claro, es que está lloviendo”, decimos, “por eso no hay wifi”, y el cacharrito se gana su perdón. ¿Estamos en lo cierto? Ahora lo veremos.

En primer lugar deberíamos comprender cuál es la extraña magia que nos permite conectarnos a internet sin cable alguno, o hablar con nuestra familia aunque estemos visitando

Japón. Sí, es radiación electromagnética, concretamente ondas de radio, muy parecidas a las que usamos para escuchar los partidos de segunda regional, completamente inocuas e inútiles para cocinar palomitas de maíz: la cantidad de energía radiada por un wifi o un móvil es ridícula y son aparatos completamente seguros. Pero sigamos.

Los móviles y los aparatos de wifi utilizan las ondas de radio para codificar señales en binario. No nos asustemos, es sencillo si recordamos la naturaleza de la radiación electromagnética explicada en el artículo “¿Por qué el cielo es azul?” (<https://aemetblog.es/2017/08/09/por-que-el-cielo-es-azul/>); las crestas y valles de las ondas encienden y apagan los sensores, de manera que una cresta es un “1” y un valle es un “0” grosso modo, así que la información puede codificarse y enviarse de manera telemática.

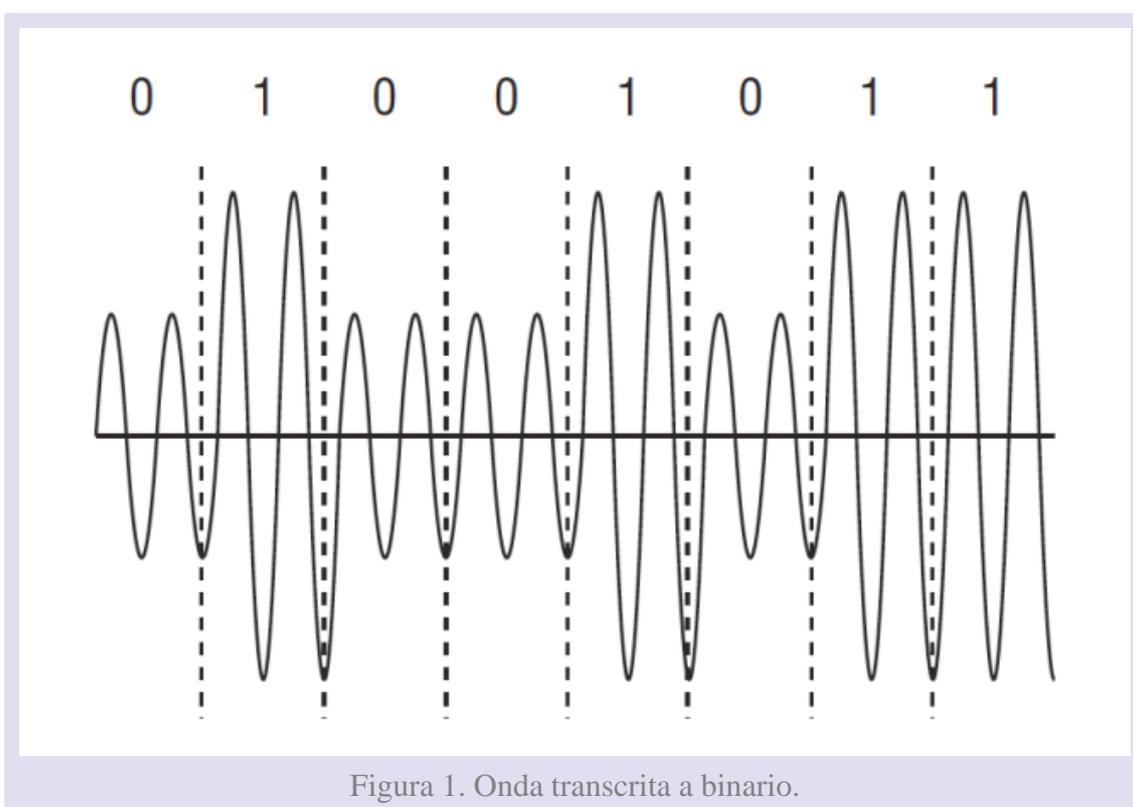


Figura 1. Onda transcrita a binario.

Los sensores de los que hablo son **antenas**, y lejos de profundizar en su funcionamiento, solo indicaremos que se componen de un dipolo, es decir, un elemento metálico con dos extremos cargados con diferente signo (en las antenas eléctricas, las magnéticas son algo más complicadas) que oscila, dando lugar a una perturbación electromagnética con forma de *donut*, y al propagarse se transforma en una onda casi esférica, capaz de alcanzar prácticamente cualquier punto en su radio de acción. El cómo una vibración eléctrica se transforma en un impulso electromagnético lo dejamos para otra ocasión, siendo un tema realmente interesante, y muy relacionado con las **auroras boreales**. Cuando la onda electromagnética de radio alcanza otra antena, reproduce la vibración eléctrica en ella, de manera que la señal se transforma en corriente y podemos interpretarla.

Cabe indicar que las ondas esféricas, como las que crea una piedra en un estanque, se dilatan y crecen aumentando el radio con la distancia; esto ha de implicar que su energía se disipa conforme recorren espacio. Por ello, existen **antenas repetidoras** que reemiten las señales para que no se pierdan por el camino, y **satélites de comunicaciones** que rebotan la señal emitida hacia el espacio para que alcance un punto distante en la Tierra. ¿Cómo sino iba a poder hablar desde Japón con mi madre en Madrid? También es posible reflejar las ondas en la atmósfera para conseguir el mismo resultado.

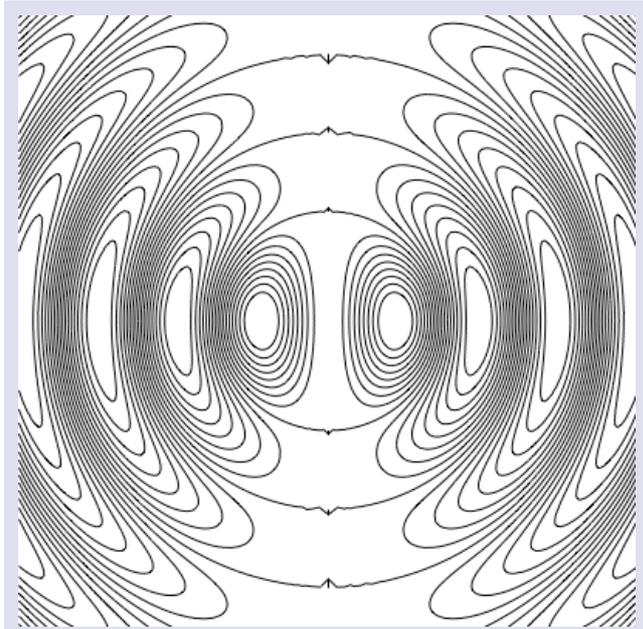


Figura 2. Radiación de una antena dipolar.

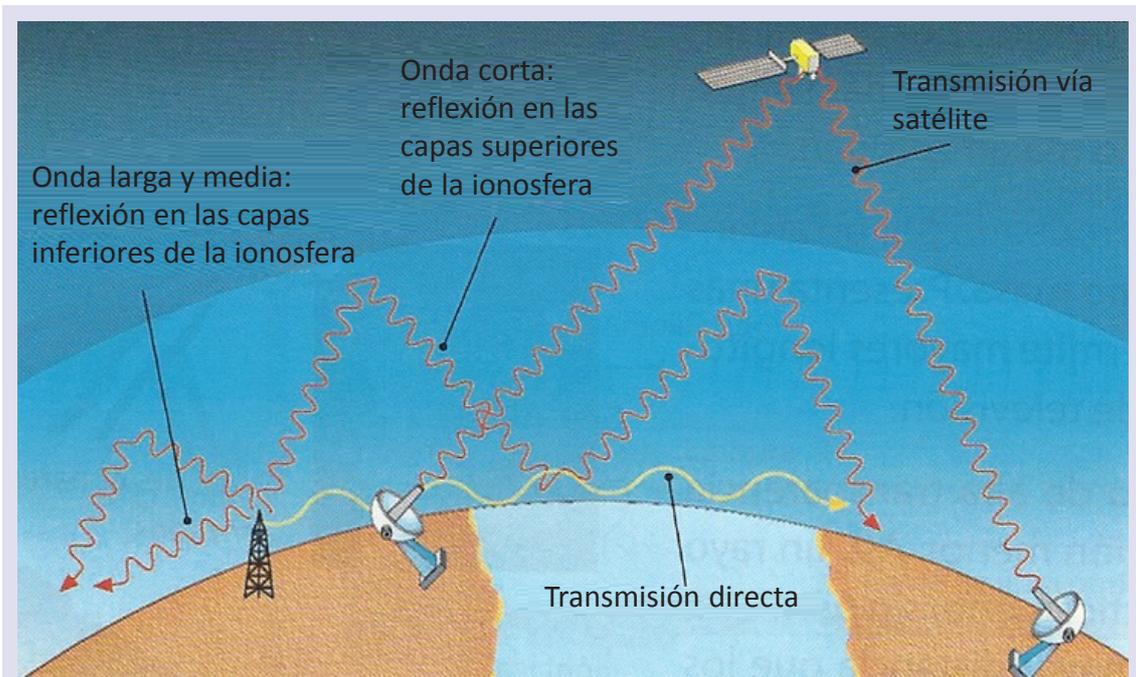


Figura 3. Transporte y reemisión de ondas de radio.

En un régimen más local, también existen repetidores para wifi, aunque en estancias no muy grandes puede bastar solo con el aparato wifi; no olvidemos que las ondas son capaces de doblar esquinas, aunque su modo más óptimo de transmisión sea la línea recta, en la que recorren menos espacio y se disipan menos.

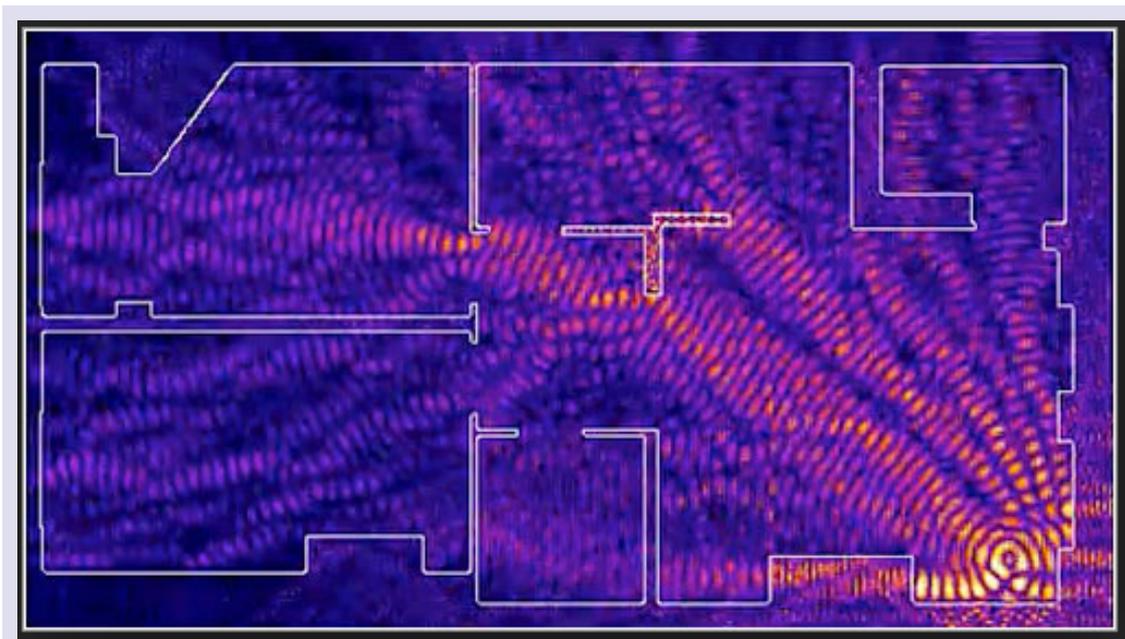


Figura 4. Intensidad de señal wifi en un domicilio.

Una vez comprendemos más o menos cómo funcionan estos dispositivos, veamos cómo les afectan las condiciones meteorológicas. Aunque el wifi y los móviles utilicen ondas de radio, estas no son de la misma longitud de onda, por ello sufrirán interferencias de manera distinta.

Una onda es dispersada cuando encuentra en su camino elementos de tamaño similar a su longitud de onda que la difracten, o bien cuerpos polares (no eléctricamente neutros) que interactúen electromagnéticamente con la señal, debilitándola o distorsionándola. El agua es una molécula fuertemente polar, como podemos apreciar en el vídeo 1:



Vídeo 1. Doblando el agua con un peine (experimentos caseros)

Los móviles utilizan una longitud de onda del orden de decenas de centímetros, y las de wifi algo menores. Veamos ahora diferentes condiciones meteorológicas y cómo afectan a la conexión:

Viento

Si bien el viento son partículas moviéndose a gran velocidad, estas no tienen carga ni velocidad suficiente como para generar campos magnéticos (mediante la ley de Lorentz, para los curiosos), por lo tanto no afecta a la conexión wifi ni móvil, a no ser que haga oscilar las antenas, sin embargo están diseñadas para que esto no ocurra.

Niebla

Gotitas microscópicas de agua en suspensión coloidal, disueltas en el aire. Su longitud es mucho menor que la longitud de onda del wifi o el móvil, y su concentración no es suficiente como para atenuar las ondas de radio, por lo que no afecta a las comunicaciones.

Lluvia

En este caso, dependerá de la intensidad y el tamaño de las gotas. La lluvia puede reflejar y dispersar las ondas de radio, es por esto que podemos ver las tormentas en un radar, y la comunicación móvil durante un día de lluvia será pobre. En cuanto al wifi, sucederá lo mismo si está situado en el exterior, pero en el interior de una vivienda no se ve afectado.

Granizo

De nuevo, dependerá del tamaño y la intensidad. Una piedra de granizo refleja más radiación que una gota de agua, pero caen en menor cantidad, el balance dependerá de la situación, sin embargo la interferencia con el móvil o wifi será muy probable. Dentro de una vivienda, de nuevo, el wifi no se verá afectado.

Nieve

Afectará muy poco por su baja densidad y cantidad, además los copos de nieve son menos densos que el agua líquida. Nevadas muy fuertes pueden debilitar la señal, pero sería un fenómeno extremo.

Tormentas eléctricas

Si bien una nube no es suficiente como para causar interferencia, una tormenta eléctrica sí lo es. Los rayos emiten ondas que pueden perturbar la señal, y la energía estática de las nubes provocará distorsiones durante el proceso tormentoso. En este caso, el wifi de casa podría sufrir algún altibajo cuando un rayo golpee el suelo cerca, aunque no debería sufrir demasiado.

Nubosidad

Al igual que la niebla, no producirá interferencias.

Auroras boreales

Son interacciones del campo magnético solar con la ionosfera, alterándola y creando vórtices magnéticos en torno a la Tierra. Si este fenómeno es capaz de emitir luz, desde luego podrá bloquear cualquier tipo de comunicación en un amplio rango de acción.



Aurora boreal

Aparte de estos meteoros, cabe añadir los bosques como fuente de interferencia; cargados de agua en sus ramas y troncos podrán ser un obstáculo para la señal, sobre todo en invierno, cuando están cubiertos de follaje húmedo.

Bibliografía

https://es.wikipedia.org/wiki/Ondas_de_radio

<https://aemetblog.es/2017/08/09/por-que-el-cielo-es-azul/>

<https://www.outsideonline.com/2186591/how-weather-affects-your-phones-signal>

<https://www.techwalla.com/articles/can-weather-affect-wi-fi>

<http://www.aowireless.com/blog/bid/34066/Does-Weather-Effect-Wireless-The-5-Misconceptions-Part-1>

Imágenes

<https://www.instagram.com/p/BYYLjmJH0F3/>

<https://wifiguy.mx/2017/07/02/fundamentos-de-la-comunicacion-inalambrica/>

<http://wolfig-techblog.blogspot.com.es/2015/04/>

<http://omegazenittecnologia.blogspot.com.es/2011/07/tecnologias-de-la-comunicacion.html>

<http://www.blogdelfotografo.com/guia-fotografiar-auroras-boreales/>

ÍNDICE ALFABÉTICO DE AUTORES

(con indicación del año y del número de página en que el artículo de cada autor aparece en la Selección del blog)

CANO BARBACIL, CARLOS: 2017 (17).
CANO SÁNCHEZ, JAVIER: 2017 (17).
DE ORY AJAMIL, FERNANDO: 2016 (59).
FUENTES LÓPEZ, BENITO JOSÉ: 2016 (30), 2017 (5).
GONZÁLEZ HERRERO, SERGI: 2016 (23), 2017 (29).
GUTIÉRREZ RUBIO, DELIA: 2016 (50).
MARTÍN GIMÉNEZ, MARGARITA: 2006 (42).
MORA GARCÍA, MANUEL: 2006 (12).
NÚÑEZ MORA, JOSÉ ÁNGEL: 2016 (5).
PINAR SOLÉ, ANDRÉS: 2017 (32, 39).
SECCIÓN CLIMATOLOGÍA (DT GALICIA): 2017 (12).
SORIANO ROMERO, JUAN DE DIOS: 2016 (50).

AEmet