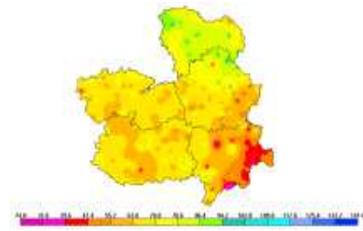
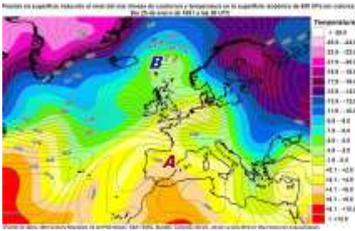


Selecciones del blog

AEMet 2016



Este documento contiene una selección de algunos de los mejores artículos publicados en el blog de AEMET durante 2016. 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 de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente
Agencia Estatal de Meteorología
Madrid, 2017

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

NIPO: 014-17-017-6
<https://doi.org/10.31978/014-17-017-6.2016>

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 2016

Índice

<i>El invierno que congeló Europa: 125 años de la gran ola de frío del año 1890-91,</i> por José Ángel Núñez Mora	5
<i>El “Quijote” desde el punto de vista de la meteorología,</i> por Manolo Mora	12
<i>El día D: la predicción meteorológica más importante de la historia,</i> por Sergi González Herrero	23
<i>1816, el año sin verano,</i> por Benito Fuentes	30
<i>De obispo a observador de Meteorología,</i> por Margarita Martín Giménez	42
<i>Meteorología forense: siguiendo los pasos de un tornado,</i> por Delia Gutiérrez y Juan de Dios Soriano	50
<i>1 de enero de 2016: I Centenario del Observatorio Atmosférico de Izaña (Tenerife),</i> por Fernando de Ory Ajamil	59
ÍNDICE ALFABÉTICO DE AUTORES	75

EL INVIERNO QUE CONGELÓ EUROPA: 125 AÑOS DE LA GRAN OLA DE FRÍO DEL AÑO 1890-91

José Ángel Núñez Mora
Técnico de AEMET

(publicado en el blog de AEMET
el 19 de enero de 2016)



Se cumplen 125 años de un invierno extraordinariamente frío. Hacemos un repaso por esta ola de frío de enero de 1891 que se prolongó con ligeros altos y bajos durante dos meses y mantuvo en vilo a todo Europa.

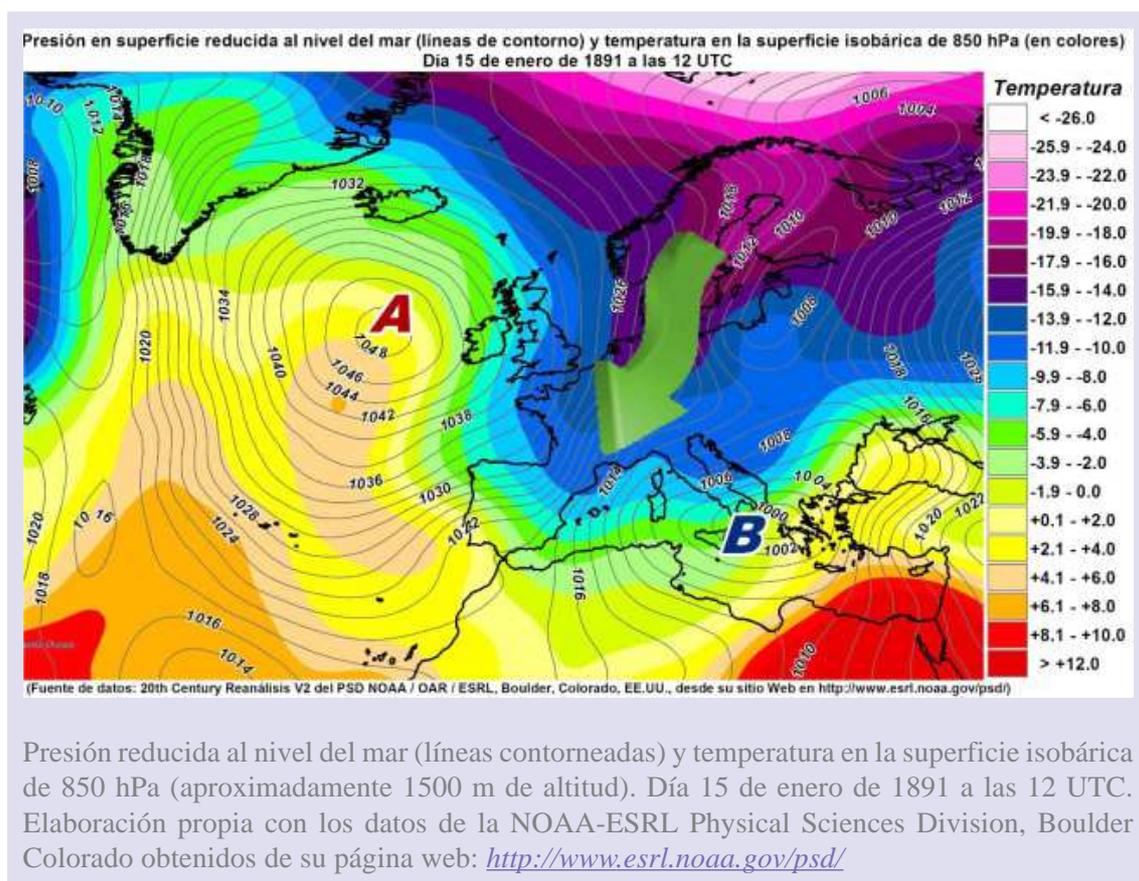
1. Introducción: un intruso se cuela en la campaña electoral

La ola de frío de enero de 1891, fue la fase final de un invierno extraordinariamente riguroso que ya comenzó a sentirse dos meses antes, el 26 de noviembre de 1890, mes en el que, por ejemplo, se llegaron a registrar en Madrid $-12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ el día 29, que es la temperatura más baja medida en la capital, lo cual lo convierten en extraordinario, sobre todo si tenemos en cuenta que se observó en el mes de noviembre, que no es el más frío del año.

Desde entonces no se ha vuelto a registrar un invierno como aquel; solo en la ola de frío de febrero de 1956 se registraron temperaturas similares a las de enero 1891, pero la ola de frío de 1956 no tuvo la duración de la del invierno de 1890-1891, ya que mientras este se prolongó con ligeros altos y bajos durante dos meses, con dos mínimos muy acusados, uno alrededor del día 29 de noviembre de 1890, y el otro en los días próximos al 18 de enero de 1891, la ola de frío de 1956 tuvo una duración de 2 semanas en el mes de febrero, y el resto del invierno (diciembre de 1955 y enero de 1956), resultó cálido o muy cálido.

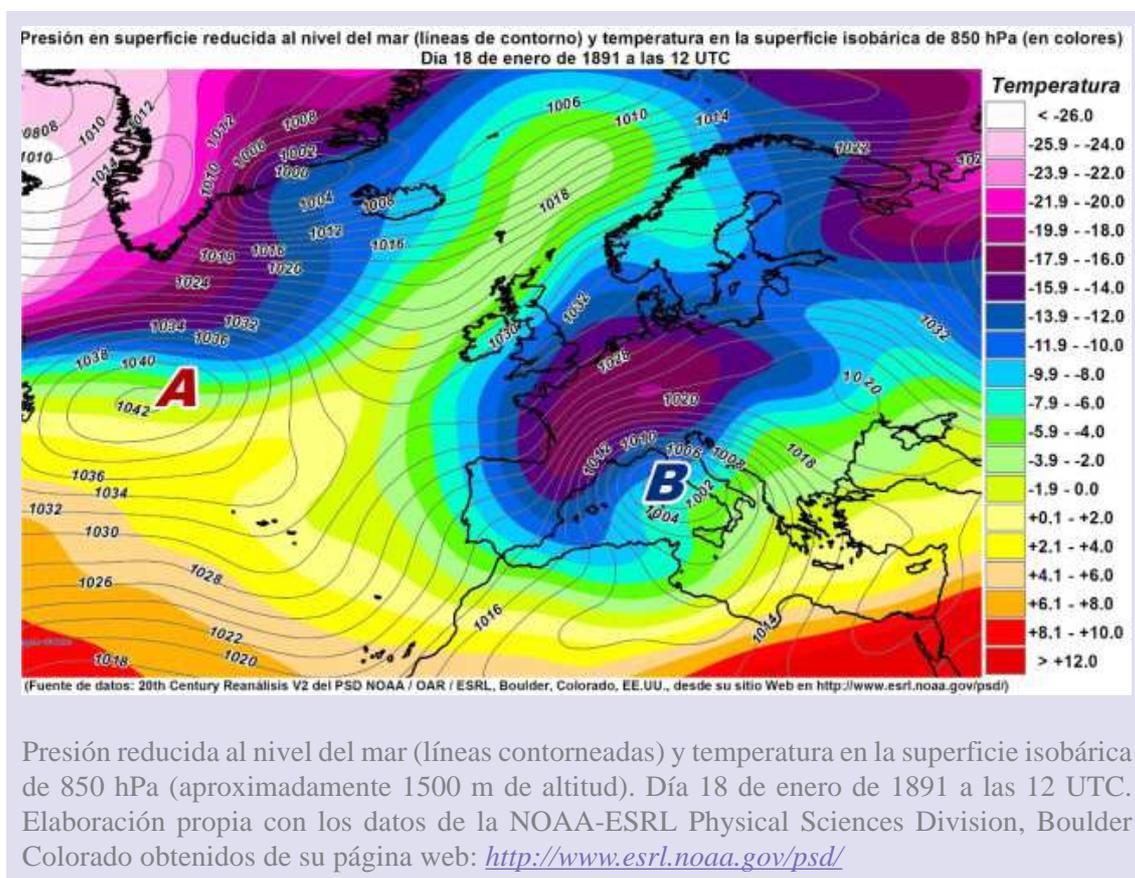
2. Una visión meteorológica de la ola de frío de enero de 1891

Los reanálisis para los días 15 al 18 de enero de 1891 muestran la típica situación de advección de aire ártico. El día 15 se identifica un centro de bajas presiones en el sur de Italia, y al oeste de Irlanda un potente anticiclón de bloqueo de 1048 hPa que canaliza por su flanco oriental aire muy frío con trayectoria de norte a sur. Sobre Escandinavia, una “lengua” de aire muy frío, con temperatura a unos 1500 m inferior a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, comienza a aislarse y a desplazarse hacia el sur.



Tres días después, cuando el aire más frío invadió Baleares y la Península por el nordeste, la baja del sur de Italia se había acercado a España, situando su centro en el golfo de Génova, mientras que el anticiclón se había debilitado y desplazado hacia el oeste. El fuerte gradiente de presión en la Península tuvo que generar un fuerte temporal de viento

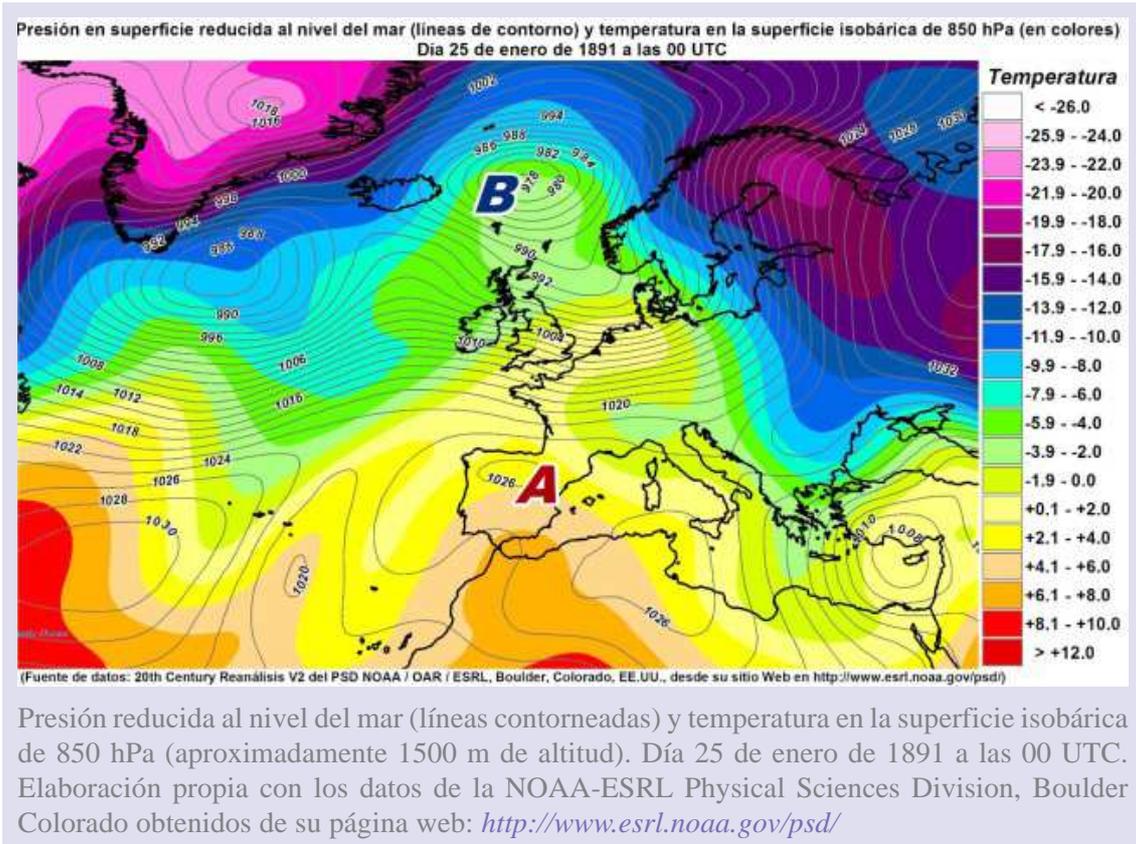
de componente norte, lo que es coherente con todas las noticias que recogía la prensa ese día, y que en muchos casos se llegaba a calificar como de huracán.



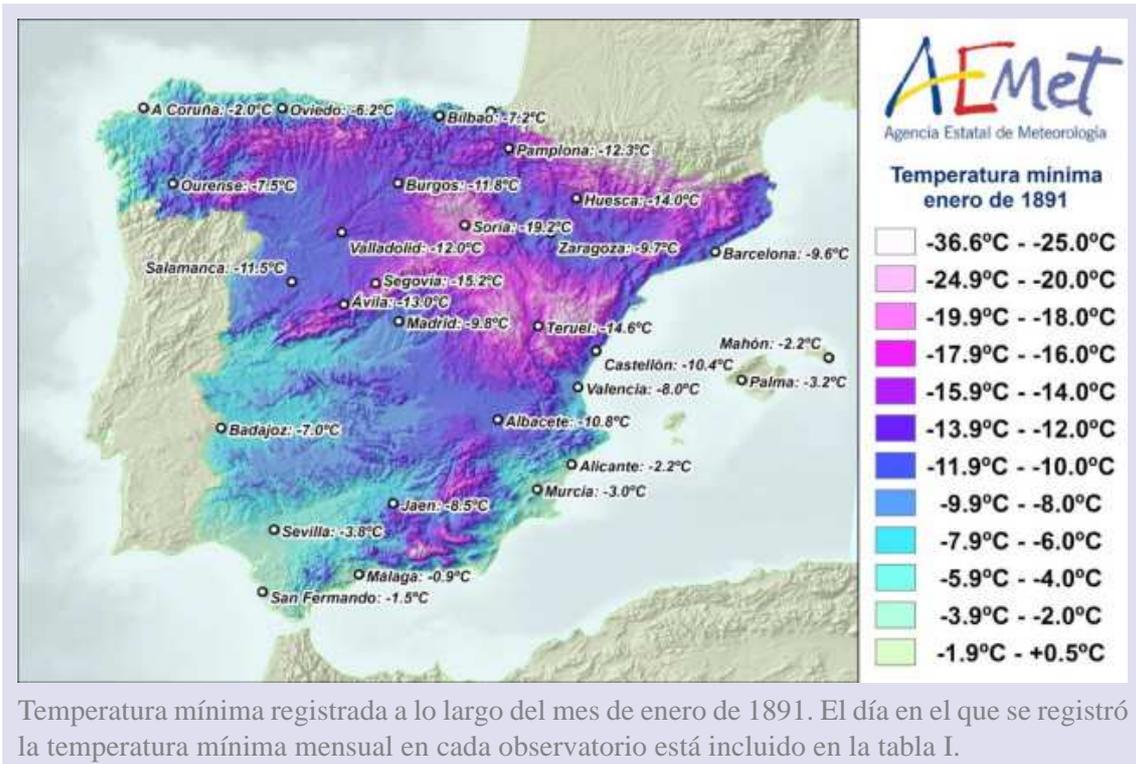
La masa de aire seguía progresando hacia el sur los días siguientes. La temperatura más baja cerca de la Península en el geopotencial de 850 hPa (unos 1500 m de altitud) se registró el día 18 (figura 4), el día de las grandes heladas, sobre todo en la mitad este peninsular, donde a ese nivel, la temperatura era inferior a $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

En los días posteriores la situación cambió rápidamente, con un brusco ascenso térmico que dio lugar a un rápido deshielo y por tanto a la crecida y desbordamiento de muchos ríos europeos que hasta ese día permanecían congelados. Noticias de catástrofes provocadas por las inundaciones debidas al desbordamiento de ríos llegaban de Francia, Países Bajos, Alemania... Y es que a partir del día 20 se rompió el bloqueo anticiclónico y se estableció una situación atmosférica zonal, con llegada de aire cálido del sur y del oeste a Europa Occidental.

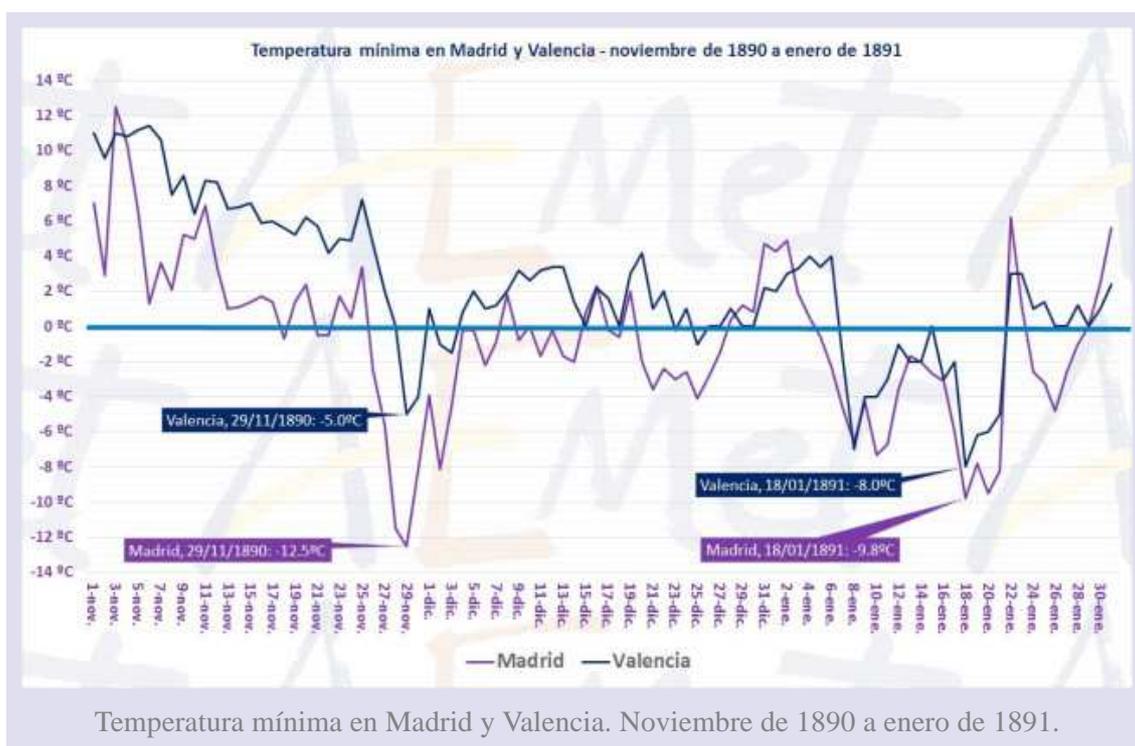
El día 25, la situación atmosférica mostraba altas presiones sobre la Península y una profunda baja al este de Islandia. Entre ambos centros de acción, la circulación en superficie canalizaba aire templado y húmedo del oeste, y en capas bajas, en el geopotencial de 850 hPa, una “lengua” de aire cálido penetraba por la península ibérica e invadía gran parte del territorio francés.



Las temperaturas mínimas registradas en el mes de enero de 1891 quedan reflejadas en el siguiente mapa:



Pero lo realmente excepcional del invierno 1890-1891 fue su gran duración, de casi 2 meses. La primera oleada fría se observó a final del mes de noviembre. El día 29 de ese mes se registró en el observatorio de Madrid la temperatura más baja registrada en la capital en toda su serie histórica, incluidos los meses de invierno: $-12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (hay datos digitalizados desde 1860). En Valencia se llegó a registrar ese día de final de noviembre $-5,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, que es el valor más bajo registrado en la ciudad fuera de los meses de enero y febrero. Luego, en diciembre, las temperaturas se mantuvieron frías, aunque no tan bajas como a final de noviembre, y finalmente en enero se registró una doble oleada fría centrada en los días 9 y 18. En total, entre noviembre de 1890 y enero de 1891, hubo 52 días de helada en Madrid y 20 en Valencia.



Los contemporáneos de esa gran ola de frío citaban casi de forma unánime el invierno 1829-1830 como antecedente más próximo a los fríos de 1891. El Ebro, por ejemplo, no se había helado en Tortosa desde el invierno de 1829-1830, y efectivamente, reconstrucciones paleoclimáticas realizadas empleando indicadores indirectos o "proxies" como la realizada por LUTERBACHER ET AL. (2004), que analiza datos del trimestre invernal (diciembre-enero-febrero) desde 1500 hasta el presente, llevan a la conclusión de que el invierno del 1890-1891 fue el más frío en la España peninsular y Baleares de al menos los últimos 500 años.

3. Impacto social: visita a la hemeroteca

Un fenómeno meteorológico de esta intensidad provocó un enorme impacto en la sociedad de la época, por lo que no solo debe de ser abordado con la visión estrictamente meteorológica o climatológica de los dos puntos anteriores, sino también aportando una visión

social, y para ello fue necesario acudir a la hemeroteca, donde se han extraído multitud de documentos que nos van a permitir valorar cuál fue el impacto de esos fríos en la sociedad de finales del siglo XIX.

Ese temporal de frío sobrevino un año antes de la edición de “El libro de la provincia de Castellón”, lo que dio lugar a que su autor, Juan A. Balbás, cronista de la ciudad, expresara sus emociones en las páginas en las que los comentaba: *“escribimos estos apuntes bajo la impresión de los enormes fríos que acabamos de sufrir; los mayores que se han sentido en este privilegiado país. ¡A -10,4 EN CASTELLÓN! (sic) Fecha memorable será la del 18 de enero de este año. El termómetro señalaba esa temperatura a las siete de la mañana, y todo el día se mantuvo bajo cero. Las consecuencias han sido terribles: se ha helado gran parte de la cosecha de la naranja, pendiente aún de los árboles, así como también algarrobos y las verduras. Aparecieron heladas todas las acequias de la huerta y la acequia mayor, el río Mijares y el Ebro, observándose además en el Grao un hecho rarísimo que causó la admiración de todos los que lo presenciaron: las olas del mar, al llegar a la playa, quedaban congeladas, formándose una inmensa faja de hielo a orillas del Mediterráneo”*.

No es de extrañar la forma en la que Balbás relataba los efectos del frío, entre exclamaciones, ya que la congelación de las olas del mar al llegar a la playa sería también en aquella época un fenómeno extraordinario. Revisando las hemerotecas de Europa, encontramos referencias a la congelación del agua del mar en ese invierno cerca de la costa en mares más septentrionales, como ocurrió en el puerto de La Rochelle (Francia), algo que no había pasado desde 1829, y en el mar del Norte, donde también se relata la congelación del puerto de Ostende (Bélgica).

Como comentaba Balbás en su crónica, el Ebro apareció congelado el 18 de enero en Tortosa lo que, según informa *La Lucha*, diario de Girona, no ocurría desde el 13 de diciembre de 1829, y por tanto, la mayoría de los habitantes de Tortosa nunca lo habían contemplado. Y no solo en Tortosa estaba helado el Ebro, también se heló en Zaragoza, en periódicos del día se informa de que el espesor del hielo del Ebro a su paso por Zaragoza llega a veinte centímetros en algunos puntos. También hay noticias que informaban de que en Soria los carros cargados atravesaban el Duero por el hielo, en lugar de dar la vuelta para ir al puente, en el Llobregat unos jóvenes de Barcelona se paseaban por él en velocípedo, en Toledo el Tajo también estaba helado, en Lleida el Segre, así como el río Aragón en Sangüesa y también el Ter, el Francolí, el Mijares, el Turia y muchos otros ríos españoles permanecieron helados durante esos días.

Pero evidentemente la parte lúdica de las noticias era una anécdota en comparación con el gran desastre que provocaron aquellos fríos. Lo más trágico tuvo que ser los efectos en la salud y los fallecimientos a causa del frío. *La Vanguardia* del día 19 de enero ya advertía que *“este descenso de temperatura ha de influir necesariamente en la salud, no ya de la gente enfermiza si qué (sic) aun de la sana y robusta. Las toses y resfriados abundan y de accidentes y muertes repentinas también se han dado casos. Se dio parte de dos de estas últimas, ocurridas en la vía pública. Una en la Rambla de Cataluña, cerca al carril de Sarriá, donde un caballero acompañado de su señora se sintió repentinamente indispuerto: conducido a una farmacia próxima falleció a los pocos instantes. La otra defunción ocurrió con circunstancias iguales en la calle del Hospital, frente al número 77”*.

Como se denominaba en la época, la parte peor se la llevaron los menesterosos: “los fríos de este invierno constituyen una verdadera calamidad pública. Todas las clases resultan igualmente perjudicadas. En este engranaje social, pierden el agricultor, el comerciante, el industrial y el obrero. A todos alcanza el daño, pero en primer término, a las clases menesterosas, cuya crítica situación demanda el auxilio y apoyo de los poderes públicos. Solo estos pueden acudir al socorro de tantas calamidades, dando todo el impulso posible a las obras públicas, así las que corresponden al Estado, como a las que están a cargo de las Diputaciones y ayuntamientos... en Madrid, los rigores de la estación son grandes, y a esto hay que unir la falta de trabajos; por fortuna, los auxilios de la caridad no se han hecho esperar, y hoy puede asegurarse que ningún menesteroso se queda sin comer. ¡Dios bendiga a los que lo hacen!” (Las Provincias, 20 de enero de 1891).

Los daños en el campo también fueron considerables. En la crónica de Balbás acerca de los fríos en la provincia de Castellón antes referida, ya se mencionaba que se había perdido gran parte de la cosecha de la naranja, pendiente aún de los árboles, así como también algarrobos y las verduras; de Alzira llegaban noticias de que se había helado por completo la naranja, y se temía igual fin para los árboles, con lo cual se agravaría enormemente la situación de los cosecheros. La destrucción del arbolado representaría la ruina para centenares de familias. En otros puntos de España, también llegaban noticias de desastres en el campo; en la provincia de Málaga, algunos arroyos se habían desbordado a causa de las lluvias, habiendo ocasionado grandes daños en aquellos campos y la caña se perdió. En Granada, Córdoba, Sevilla, Murcia, Almería, Toledo, León y otras provincias, las fuertes nevadas y los hielos destruyeron los campos.

Con tanto frío y tanta nieve, el súbito aumento de temperatura de la última semana de enero provocó un rápido deshielo, y a partir del día 21 de enero se cambiaron las informaciones acerca de los fríos por las informaciones acerca de las inundaciones, y llegaban noticias de los efectos del deshielo. Llegaban noticias de Alcoi que afirmaban que en menos de 24 horas había desaparecido la mayor parte de la nieve de las calles y de los campos vecinos, de forma que las calles estaban convertidas en lodazales por la gran cantidad de fango acumulado y por la muchísima agua que por ellas discurría. En Bilbao, el temporal del norte que provocó nevadas en la ciudad el día 18 y anteriores, dio paso a “un fuerte viento Sur huracanado” en la noche del día 21, que hizo desaparecer por completo la nieve de las calles. Según informaba *La mañana*, diario político de avisos y noticias, con motivo del deshielo “comunican los alcaldes, que los ríos afluentes al Nervión arrastran gran cantidad de agua, siendo esto un verdadero peligro para las embarcaciones surtas en la ría”, y en Navarra, la crecida del Aragón arrastró el puente de la vía férrea en el pueblo de Milagro.

El documento completo se puede ver en la página web de AEMET de este [enlace](#).

Referencia

LUTERBACHER, J., DIETRICH, D., XOPLAKI, E., GROSJEAN, M. & WANNER, H. (2004): “European seasonal and annual temperature variability, trends, and extremes since 1500”, en *Science*, nº 303, pp. 1499-1503, doi: 10.1126/science.1093877.

EL “QUIJOTE” DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA METEOROLOGÍA

Manolo Mora
Delegado Territorial de AEMET
en el Principado de Asturias



(publicado en el blog de AEMET
el 22 de abril de 2016)



Este año cervantino, en el que se conmemora el cuarto centenario de la muerte de Miguel de Cervantes Saavedra, tenemos una buena razón para releer su inmortal obra “Don Quijote de la Mancha”. Queremos rendir un homenaje meteorológico a Don Miguel de Cervantes. ¡Qué mejor manera que repasar su obra desde una frase de Borges!

Decía Jorge Luis Borges, en el prólogo de una obra de Dafoe, «que yo recuerde, no llueve una sola vez en todo el Quijote». ¿Qué hay de cierto en esta reflexión de Borges?

Es evidente que tras la lectura de tan extensa obra resulta imposible retener todos los detalles, máxime cuando solo existe una única referencia a la aparición de este hidrometeoro, así que bien podemos excusar a tan ilustre escritor, galardonado con el premio Cervantes en 1980, aunque llover, sí llueve en *El Quijote*, y además en dos ocasiones. Si bien las **referencias a la meteorología y al clima** en esta novela son muy escasas, desde luego que son muy interesantes.



Son muchos los estudios que existen sobre la obra más leída del mundo, no solo sobre aspectos literarios sino también sobre múltiples disciplinas que abarcan desde temas filosóficos, religiosos, sociales, culinarios, musicales, hasta relacionados con las ciencias (medicina, astronomía, matemáticas, etc.). Entre la **bibliografía** solo hemos podido encontrar dos estudios sobre la meteorología del Quijote, publicados por los meteorólogos **Inocencio Font Tullot** (1985) y **Alejandro Mora Piris** (1972).

Cervantes se muestra muy meticuloso en las referencias al tiempo cronológico, incluso en las ubicaciones de las distintas escenas, de tal forma que sabemos que el desarrollo de la acción, a lo largo de las tres salidas que realiza Don Quijote, transcurre en verano y fundamentalmente en la región de **La Mancha**. Es cierto que existen varias ediciones, donde figuran distintas fechas, y además, incluso dentro de la obra, existen ciertos anacronismos. Son numerosos los estudios cronológicos, pero en lo que todos coinciden, es que la acción transcurre en verano, las fechas exactas son hasta cierto punto irrelevantes para el objeto de nuestro estudio.

No podemos esperar en la novela de Cervantes el naturalismo del siglo XIX, las minuciosas y realistas descripciones de la naturaleza, que hacen de una obra como “La Regenta” de **Leopoldo Alas Clarín**, un completo tratado de climatología de Asturias. La ficción supera a la realidad en algunos aspectos, como la aparente profusión de verdes prados y bosques en la descripción del paisaje, que corresponden más bien a un escenario bucólico propio de la novela pastoril que al paisaje real de La Mancha. Resulta incompatible con los regímenes térmicos y pluviométricos que definen el clima de un lugar, que en un espacio tan reducido puedan convivir especies arbóreas, como las que se citan en la obra: álamos, olmos, fresnos, robles, castaños, hayas, encinas y alcornoques.

La **primera parte** de El Quijote (publicada en 1605) relata las dos primeras salidas, que tuvieron lugar por tierras de la Mancha y Sierra Morena, resultando plausible que esta primera parte se desarrollara entre el 28 de julio y el 3 de septiembre de 1602 (Casasallas, 1999). La **segunda parte** (1615), que ocupa su tercera salida, donde se recorren también tierras aragonesas y catalanas, podría abarcar el periodo comprendido entre el 24 de mayo y el 16 de agosto de 1614. En realidad, la segunda parte comienza refiriendo que ha transcurrido tan solo un mes desde el final de la primera parte, una prueba más del aparente anacronismo.

Desde el **punto de vista climatológico**, la vida de Cervantes (1547-1616) transcurre dentro del que se conoce como Pequeña Edad del Hielo (1550-1700), en la que se produjo un enfriamiento general en toda Europa y un incremento pulsante de fenómenos extremos (sequías, inundaciones, olas de frío, etc.), dando fin al Óptimo Climático Medieval, en el que imperaban temperaturas superiores a las actuales. Hubo cambios en la circulación



general de la atmósfera, que probablemente contribuyeran a la derrota de la Armada Invencible en el atípico verano de 1588, en el que al parecer las borrascas afectaron con especial virulencia la región del Atlántico norte. Según el historiador Geoffrey Parker, el desastre se origina en la batalla de Gravelinas, en el Canal de la Mancha. La flota española se ve atacada por la inglesa con brulotes (barcos incendiarios), sufriendo muchas bajas y teniendo que huir a toda prisa, cortando las anclas). La errónea decisión de viajar hacia el norte y rodear las islas británicas sin disponer de suficientes víveres, que les obligó a recalar en las peligrosas costas irlandesas rodeadas de acantilados, sin anclas y con el añadido de fuertes temporales marítimos, contribuyeron a completar el desastre con el naufragio de numerosos navíos. El mismo autor desmitifica la frase atribuida a Felipe II que según él nunca pronunció: «No he enviado a mis hombres a luchar contra los elementos», evidencia de que no toda la culpa del desastre fueron las condiciones meteorológicas.

Este periodo frío presenta gran variabilidad, espacial y temporal, y los años que nos ocupan precisamente no coinciden con los periodos más cálidos. De hecho, el periodo comprendido entre 1530 y 1570 tuvo en Europa veranos más cálidos que durante el periodo 1901-1995. (LUTERBACHER ET AL., 2001).

Otra característica es la alternancia de fenómenos extremos, sequías o periodos de lluvia persistente e intensa, por lo que en esa época era frecuente acudir a la intercesión de los santos mediante las rogativas, bien sea pro lluvia (para que lloviera) y o pro serenate (para que dejara de llover). Precisamente, en Cataluña, entre 1530 y 1570 parece que se incrementaron las rogativas pro lluvia, destacando la sequía del periodo 1565-1567 (BARRIENDOS, 1999). Esta sequía podría haber afectado también a otras zonas de España, y corresponder con la que se describe en el Quijote:

«Era el caso que aquel año habían las nubes negado su rocío a la tierra, y por todos los lugares de aquella comarca se hacían procesiones, rogativas y diciplinas, pidiendo a Dios abriese las manos de su misericordia y les lloviese; y para este efecto la gente de una aldea que allí junto estaba venía en procesión a una devota ermita que en un recuesto de aquel valle había» (c. 52-1).

En cuanto al aspecto térmico, entre 1575 y 1610, se produjo una pequeña glaciación en Cataluña, con frecuentes e intensos episodios de frío y grandes nevadas (BARRIENDOS, 1999).

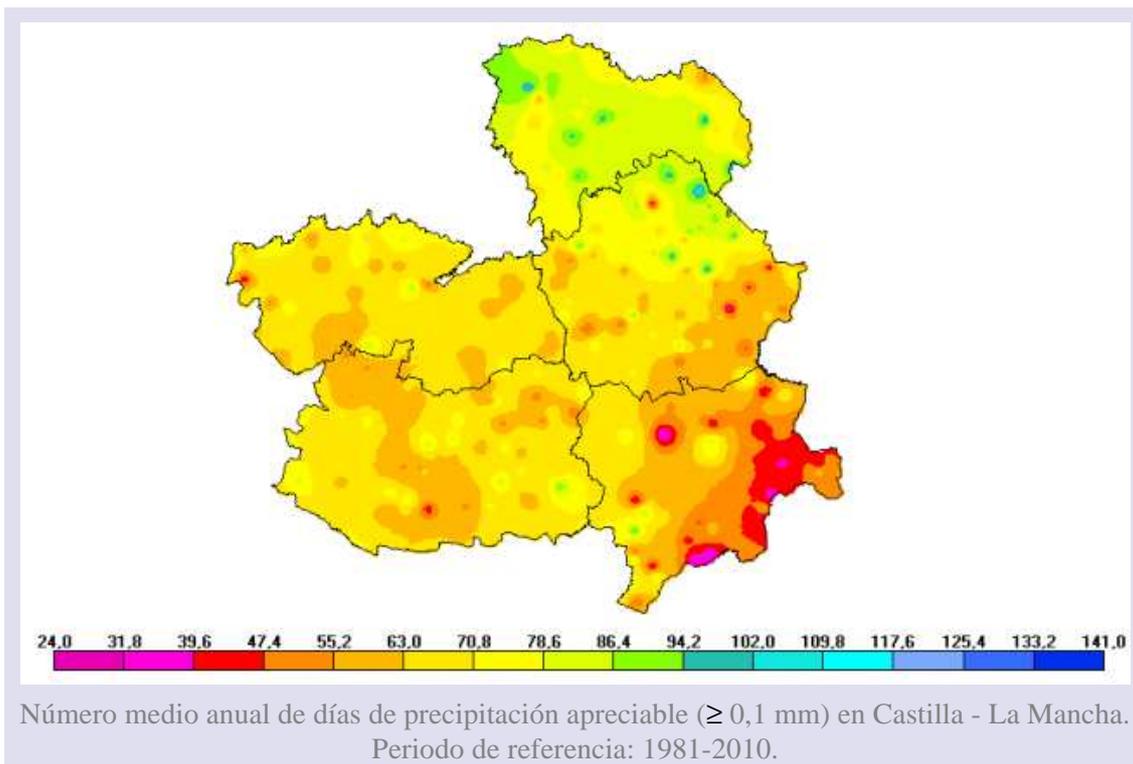
Bien pudiera ser que Cervantes, al mencionar a los habitantes de las distintas regiones, se estuviera refiriendo a catalanes y aragoneses que se hallaban en aquellas circunstancias:

«...los que tiemblan con el frío del silvoso Pirineo...» (c. 18-1).

También en Sevilla sopló más de una semana el viento norte, aunque no queda claro si lo que realmente sucedió es que quedó bloqueado el Giraldillo (1568):

«Una vez me mandó que fuese a desafiar a aquella famosa gigante de Sevilla llamada la Giralda, que es tan valiente y fuerte como hecha de bronce, y, sin mudarse de un lugar, es la más movible y voltaria mujer del mundo. Llegué, vila, y vencíla, y hícela estar queda y a raya, porque en más de una semana no soplaron sino vientos nortes.» (c. 14-2).

Sin embargo, no creemos que el clima de La Mancha en verano, tal como se describe en El Quijote, difiriera en exceso del actual, aunque sin duda sería algo más fresco. Quizás por ello, las salidas de don Quijote, como cualquier otro caballero andante, se producen en verano, con la esperanza de encontrar el mayor número de aventuras en los largos días



próximos al solsticio de verano, con tiempo más apacible y evitando sobre todo la incomodidad que supone la lluvia. En la región de La Mancha, es algo que está asegurando en verano, con escasos días de precipitación comparado con otras estaciones del año.

Entre 1587 y 1594, Cervantes ejerció como Comisario o Recaudador de abastos del rey Felipe II, primeramente en Sevilla y posteriormente en Granada, fijando su residencia en Sevilla, con alguna visita esporádica a Esquivias (Toledo), donde vivía su esposa. Recorrió por tanto las tierras manchegas y andaluzas, con comisiones en pueblos como Carmona, Montilla y Écija, conocida popularmente como la "sartén de Andalucía". Sin duda que la experiencia acumulada durante estos años de viajante, sometido a largas jornadas y a los rigores del tiempo, alojándose en todo tipo de ventas, tratando con campesinos, nobles y clérigos, debieron tener reflejo en su ilustre novela, y por qué no, también en la descripción del tiempo.

Quizás por ello las alusiones al calor en esta obra son muy frecuentes:

«Y así, sin dar parte a persona alguna de su intención, y sin que nadie le viese, una mañana, antes del día, que era uno de los calurosos del mes de julio»

y sigue más adelante:

«...caminaba tan despacio, y el sol entraba tan aprieta y con tanto ardor, que fuera bastante a derretirle los sesos, si algunos tuviera» (c. 2-1);

«...en mitad del ardor de la más enfadosa siesta del verano, tendido sobre la ardiente arena...» (c. 12-1);

«El calor, y el día que allí llegaron, era de los del mes de agosto, que por aquellas partes suele ser el ardor muy grande; la hora, las tres de la tarde» (c. 27-1);

«... y sin duda los desposorios se celebrarán en el frescor de la mañana, y no en el calor de la tarde» (c. 20-2);

«El caminar tan a la ligera lo causa el calor y la pobreza, y el adónde voy es a la guerra» (c. 24-2).

Destaca la descripción de lo que pudo ser una noche tropical (temperatura mínima superior a 20 °C), algo frecuente en el clima actual de La Mancha:

«Mató las velas; hacía calor y no podía dormir; levantóse del lecho y abrió un poco la ventana de una reja que daba sobre un hermoso jardín, y, al abrirla, sintió y oyó que andaba y hablaba gente en el jardín» (c. 44-2).

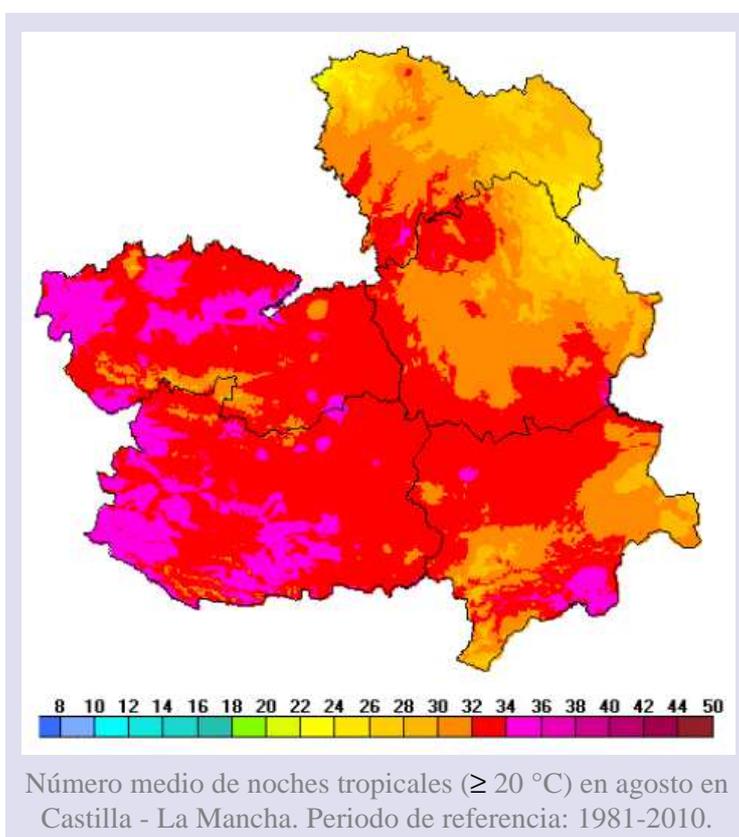
Más adelante continúa:

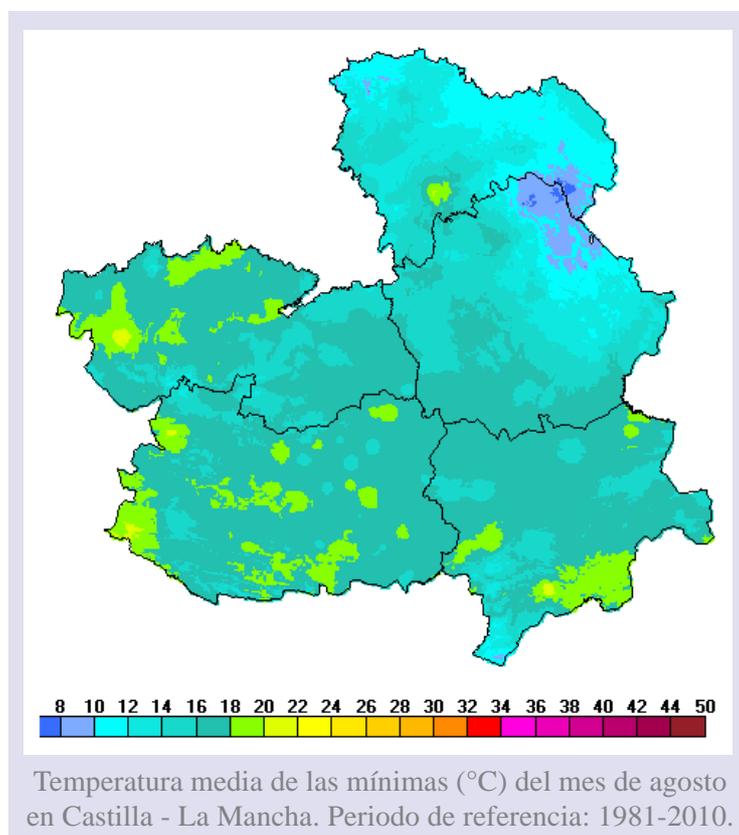
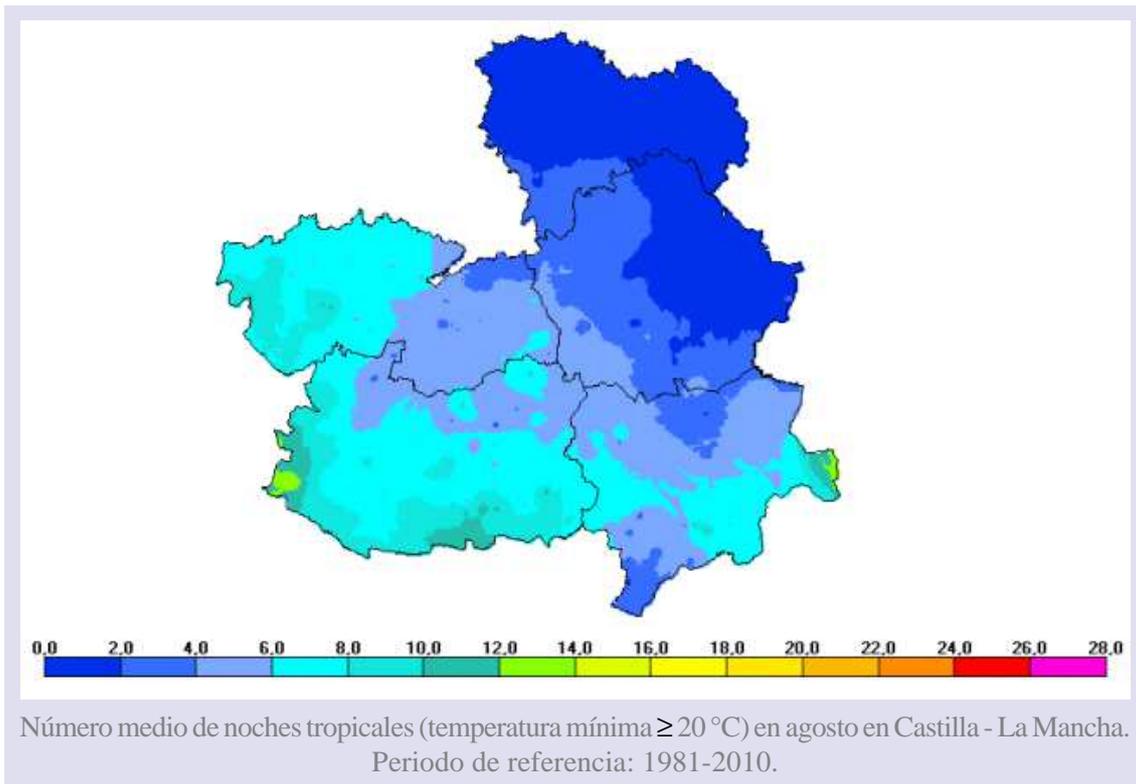
«No des en eso, Altisidora amiga —respondieron—, que sin duda la duquesa y cuantos hay en esa casa duermen, si no es el señor de tu corazón y el despertador de tu alma, porque ahora sentí que abría la ventana de la reja de su estancia, y sin duda debe de estar despierto; canta, lastimada mía, en tono bajo y suave al son de tu arpa, y, cuando la duquesa nos sienta, le echaremos la culpa al calor que hace» (c. 44-2).

También los personajes acostumbraban a buscar el fresco nocturno, algo que siguen haciendo los manchegos en verano, a tenor de la temperatura media de las mínimas:

«... Pusiéronle la mesa a la puerta de la venta, por el fresco, y trújole el huésped una porción del mal remojado y peor cocido bacalao...» (c. 2-1);

«Púsose el recién venido caballero a lo de verano, y, saliéndose al portal del mesón, que era espacioso y fresco, por el cual se paseaba don Quijote» (c. 72-2).





No todo son días calurosos, también hay referencia a días nublados y frescos.

«Las cuatro de la tarde serían cuando el sol, entre nubes cubierto, con luz escasa y templados rayos, dio lugar a don Quijote para que, sin calor y pesadumbre, contase a sus dos clarísimos oyentes lo que en la cueva de Montesinos había visto» (c. 23-2).

Tampoco faltan referencias al frío matinal del final del verano e incluso del inveral:

«En esto, parece ser, o que el frío de la mañana, que ya venía...» (c. 20-1).

«Y a veces suele ser su desnudez tanta, que un colete acuchillado le sirve de gala y de camisa, y en la mitad del invierno se suele reparar de las inclemencias del cielo, estando en la campaña rasa, con sólo el aliento de su boca, que, como sale de lugar vacío, tengo por averiguado que debe de salir frío, contra toda naturaleza» (c. 38-1).

El frío y el calor eran compañeros habituales de los caballeros andantes y sus escuderos en sus aventuras:

«La caza es una imagen de la guerra: hay en ella estratagemas, astucias, insidias para vencer a su salvo al enemigo; padécense en ella fríos grandísimos y calores intolerables» (c. 34-2).

«¿Quién más calor y más frío que los miserables escuderos de la andante caballería? Y aun menos mal si comiéramos, pues los duelos, con pan son menos; pero tal vez hay que se nos pasa un día y dos sin desayunarnos, si no es del viento que sopla» (c. 13-2).

«los caballeros andantes verdaderos, al sol, al frío, al aire, a las inclemencias del cielo, de noche y de día, a pie y a caballo, medimos toda la tierra con nuestros mismos pies» (c. 6-2).



También podría intuirse una descripción del clima de aquella época de Madrid, capital de la corte con Felipe II, (o tal vez de Valladolid, que fue capital de la corte entre 1601 y 1606), en ambos casos cálido en verano y frío en invierno.

«Este que canta, señora mía, es un hijo de un caballero natural del reino de Aragón, señor de dos lugares, el cual vivía frontero de la casa de mi padre en la Corte; y, aunque mi padre tenía las ventanas de su casa con lienzos en el invierno y celosías en el verano» (c. 43-1).

Algunos aspectos del clima parece que no han cambiado, ya que se utilizan expresiones populares que siguen empleándose en nuestros días:

«... y tan fresca como una mañana de abril» (c. 13-2);

«que ya sus insulanos le estaban esperando como el agua de mayo» (c. 62-2);

«Abrazó Sanchica a su padre, y preguntole si traía algo, que le estaba esperando como el agua de mayo» (c. 73-2).

También resulta curioso que Sancho no advirtiera el arcoíris cuando dice:

«yo he visto llover y hacer sol, todo a un mismo punto» (c. 19-2).

En la aventura de Clavileño se describe lo que bien podría ser el vuelo por el interior de un cumulonimbo:

«Sin duda alguna, Sancho, que ya debemos de llegar a la segunda región del aire, adonde se engendra el granizo, las nieves; los truenos, los relámpagos y los rayos se engendran en la tercera región, y si es que desta manera vamos subiendo, presto daremos en la región del fuego, y no sé yo cómo templar esta clavija para que no subamos donde nos abrasemos» (c. 61-2).

No faltan los litometeoros, como el polvo en suspensión:

«Hiciéronlo así, y pusiéronse sobre una loma, desde la cual se vieran bien las dos manadas que a don Quijote se le hicieron ejército, si las nubes del polvo que levantaban no les turbara y cegara la vista» (c. 28-1).

Y continúa más adelante:

«Y la polvareda que había visto la levantaban dos grandes manadas de ovejas y carneros que, por aquel mismo camino, de dos diferentes partes venían, las cuales, con el polvo, no se echaron de ver hasta que llegaron cerca» (c. 28-1).

Cervantes participó como soldado en la batalla de Lepanto, y pasó muchas jornadas embarcado. Quizás por eso, sin ser marino profesional, conocía la influencia de la meteorología en la navegación marítima, son múltiples las referencias al mar y al viento (además del conocido pasaje de los molinos de viento). En el capítulo 41 de la primera parte, nombra a uno de los vientos típicos mediterráneos y describe el estado del mar:

«Pero, a causa de soplar un poco el viento tramontana y estar la mar algo picada, no fue posible seguir la derrota de Mallorca» (c. 41-1);

«... sino puerto seguro de nuestro remedio, según andaba alterada la mar»;

«No fueron tan vanas nuestras oraciones que no fuesen oídas del cielo; que, en nuestro favor, luego volvió el viento, tranquilo el mar...»;

«entrando un poco en la mar, que ya estaba algo más sosegada».

Incluso parece que muestra ciertas dotes de predictor:

«...y si hay viento próspero, mar tranquilo y sin borrasca, en poco menos de nueve años se podrá estar a vista de la gran laguna Meona...» (c. 29-1).

Utilizando también términos de nuestro glosario meteorológico:

«...porque todos se anegaron en una gran borrasca que tuvimos a vista del puerto...» (c. 30-1).

Destaca también la referencia al naufragio de la Herradura, el 19 de octubre de 1562, del que existe un completo estudio meteorológico (SÁNCHEZ-LAULHÉ y SÁNCHEZ DE COS, 2013):

«que fue hija de don Alonso de Marañón, caballero del hábito de Santiago, que se ahogó en la Herradura» (c. 32-2).

Además de las referencias meteorológicas, hemos encontrado una referencia que se puede considerar fenológica:

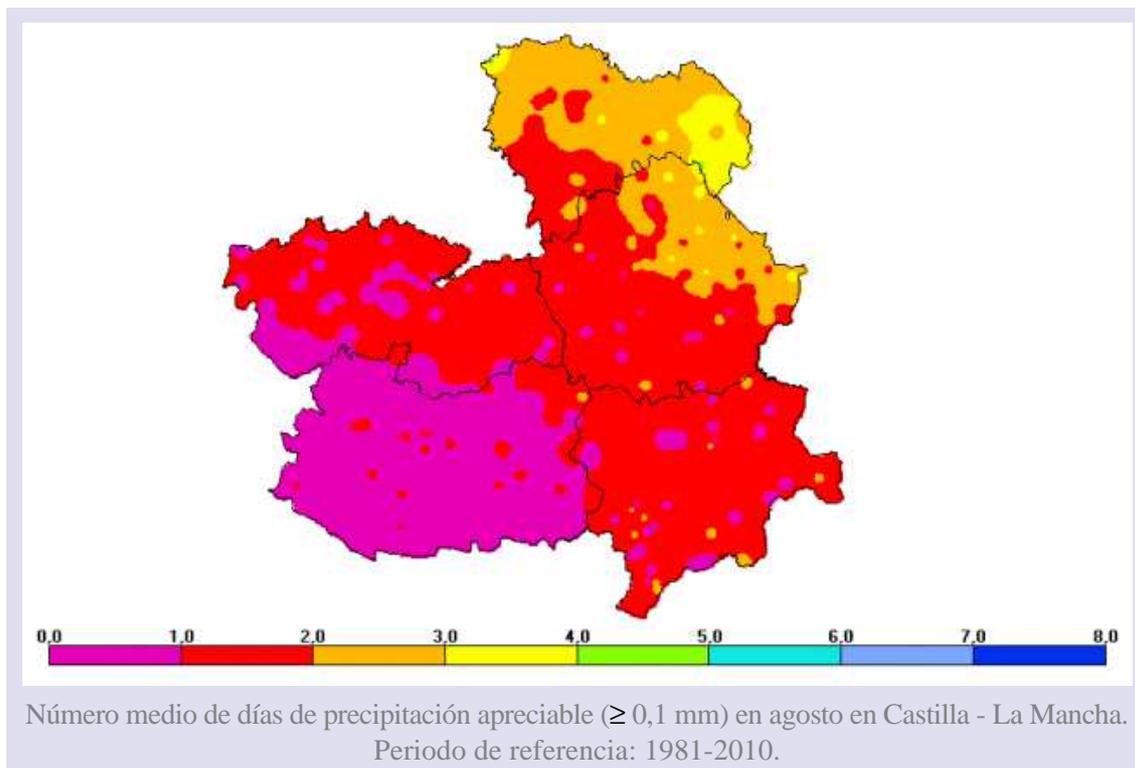
«—Señor, una golondrina sola no hace verano» (c. 13-1).

En este punto, animados por descubrir que a Cervantes sí le importaba el tiempo, nos atrevemos a atisbar los rayos crepusculares en esta escena:

«se les pasó el día y se les vino la noche, y no tan clara ni tan sesga como la sazón del tiempo pedía, que era en la mitad del verano; pero un cierto claroescuro que trujo consigo ayudó mucho a la intención de los duques; y, así como comenzó a anochecer, un poco más adelante del crepúsculo, a deshora pareció que todo el bosque por todas cuatro partes se ardía.» (c. 34-1).

Pero volvamos a la cuestión inicial, la lluvia en *El Quijote*. Este hidrometeoro aparece en el comienzo de la aventura del yelmo de Mambrino (c. 21-1):

«En esto, comenzó a llover un poco, y quisiera Sancho que se entraran en el molino de los batanes...»



La historia continúa y poco más adelante vuelve a aparecer la lluvia.

«...para lo cual venía el barbero, y traía una bacía de azófar; y quiso la suerte que, al tiempo que venía, comenzó a llover, y, porque no se le manchase el sombrero, que debía de ser nuevo, se puso la bacía sobre la cabeza; y, como estaba limpia, desde media legua relumbraba...»

Que no vuelva a llover más en toda la obra, no es más que un fiel reflejo de lo que pudiera ser el clima de La Mancha, que actualmente se caracteriza por los escasos días de precipitación en verano.

También se menciona este hidrometeoro en el primer capítulo de la segunda parte, cuando el barbero narra el cuento de la casa de los locos de Sevilla:

«No tenga vuestra merced pena, señor mío, ni haga caso de lo que este loco ha dicho, que si él es Júpiter y no quisiere llover, yo, que soy Neptuno, el padre y el dios de las aguas, lloveré todas las veces que se me antojare y fuere menester» (c. 1-2).

Como aficionado a la meteorología, recomiendo la lectura de estos pasajes con referencias meteorológicas como curiosidad, a tal efecto las citas están referenciadas (número de capítulo y primera o segunda parte), pero es evidente que el verdadero placer lo encontraremos en una lectura pausada de la obra completa.

Que disfruten de la lectura.

Agradecimientos

A César Rodríguez Ballesteros (AEMET) por su disposición y rapidez en elaborar los mapas climatológicos.

A mi padre, Alejandro Mora Piris, por su asesoramiento y permitirme continuar sus investigaciones.

Referencias

DENEZ, L. (2004): *Variaciones Borges*, 17.

CASASALLAS (1999): “Itinerario y cronología en la segunda parte de El Quijote”. Asociación de Cervantistas.

MARTIN, C.; PARKER G. (2011): “La gran Armada”. Planeta.

SÁNCHEZ LAULHÉ, J. M., SÁNCHEZ DE COS, M. C., 2013. *Boletín de la AME*, pp. 28-33.

LUTERBACHER, J., DIETRICH, D., XOPLAKI, E., GROSJEAN, M. & WANNER, H. (2004): “European seasonal and annual temperature variability, trends, and extremes since 1500”, en *Science*, n.º 303, pp. 1499-1503, doi: 10.1126/science.1093877.

BARRIENDOS, M. (1999): “La climatología histórica en el marco geográfico de la antigua monarquía hispana”, en *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Universidad de Barcelona, n.º 53, pp. 1-34.

MORA PIRIS, A. (1972): “[La meteorología en el Quijote](#)”, en *Revista de la AME*.

FONT TULLOT, I. (1985): “El clima y el paisaje de la Mancha en tiempos de don Quijote”, en *XVI jornadas científicas de la AME*.

EL DÍA D: LA PREDICCIÓN METEOROLÓGICA MÁS IMPORTANTE DE LA HISTORIA

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



(publicado en el blog de AEMET
el 6 de junio de 2016)



La fecha del 6 de junio de 1944 es recordada por “El desembarco de Normandía”, la mayor operación militar anfibia de la historia y el inicio de la liberación de Europa Occidental durante la Segunda Guerra Mundial. Este desembarco ha sido ampliamente reproducido en el cine y en documentales, pero menos conocida es la historia de algunos de los hombres que, aunque no se jugaron la vida en el campo de batalla, ayudaron a salvar la vida a muchos otros. En este artículo repasaremos, de forma muy breve, el trabajo de los meteorólogos encargados de asesorar al general Eisenhower para el desembarco y de cómo sus decisiones fueron concluyentes para el éxito de la operación “Overlord”.

Meteorólogos y meteorología anterior a “Overlord”

En 1943 existían ya dos frentes de batalla, el frente ruso y el frente italiano, en el escenario de operaciones europeo. A mediados de aquel año empezaron los preparativos para la apertura de un nuevo frente en Francia, lo que luego se llamaría “Operación Overlord”. El plan fue elaborado por Sir Frederick Morgan, jefe del estado mayor del COSSAC (*Chief of Staff to the Supreme Allied Commander*). Se estableció que se realizaría un desembarco conjunto de fuerzas norteamericanas y de la Commonwealth británica.

En ese momento, los servicios meteorológicos estaban gestionados por un gran número de **grupos independientes** que suministraban información meteorológica a sus respectivas unidades. Estos grupos basaban su información en las guías que les proporcionaba el servicio meteorológico de sus respectivos países. **En Dunstable se asentaba el equipo británico y en Widewing, el americano.** Ante la necesidad de coordinar las fuerzas de ambos países durante el desembarco, se estableció que la predicción meteorológica debería ser única. Esta labor fue encomendada al británico **James Stagg** nombrándole meteorólogo en jefe del COSSAC, que más tarde se llamaría SHAEF (*Supreme Headquarters of the Allied Expeditionary Force*).

El equipo estaba compuesto por Stagg, que contaba con una experiencia muy pobre en predicción, y su ayudante, el coronel Yates, jefe del servicio meteorológico del USAAF. El trabajo de ambos era sobre todo de coordinación, ya que no tenían personal a su servicio. Así los encargados de hacer y discutir las predicciones (véase imagen inferior) serían el británico Sr. Douglas y el noruego Dr. Petterssen¹ en Dunstable (Meteorological Office); los americanos Col. Krick y Col. Holzman en Widewing (USAAF); y para la predicción marítima los Inst. Cmdr. Wolfe Hogben y Thorpe, del Almirantazgo Británico. Los asesores de la comandancia naval y aeronáutica asistirían como oyentes. La responsabilidad más



Respectivamente Irving P. Krick, James M. Stagg y Sverre Petterssen, tres de los protagonistas de la predicción para la operación Overlord. Fuente: Caltech Archive y Wikipedia.

¹ Petterssen fue estudiante de Tor Bergeron de la escuela noruega de meteorología en Bergen. En 1939 fue contratado por el departamento de meteorología del MIT (USA). Después de la ocupación nazi de Noruega decidió ofrecer sus servicios al Meteorological Office en Gran Bretaña.

importante que tenían Stagg y Yates, aparte de la coordinación, era asesorar directamente al Comandante Supremo, en especial en los días críticos próximos al día D del desembarco.

La primera tarea del equipo fue reconocer el terreno. Para ello se consultaron las extensas climatologías del **Canal de la Mancha** para las zonas y épocas probables del desembarco. También se recabaron las necesidades de los distintos actores, que resultaron ser muy diversas. La marina necesitaba de buena visibilidad para bombardear y un mar poco agitado para poder desembarcar. El ejército necesitaba que no lloviera durante los días anteriores para no encontrar el terreno enfangado. La aviación necesitaba que los vientos no fueran muy fuertes y que el cielo no estuviera muy nuboso para poder orientarse, además cada tipo de avión tenía sus propias exigencias. También era necesario que hubiera luna llena para que las tropas aerotransportadas se pudieran orientar por la noche. Pero lo más importante era que la “Operación Overlord” necesitaba conocer el tiempo hasta 4 días antes del desembarco para poder realizar todas las operaciones previas.

La predicción meteorológica en esa época se basaba en extrapolar el movimiento y desarrollo de las borrascas y anticiclones en superficie, pero este sistema **solo era aplicable para el D+1 y muy raramente para el D+2**. Durante los primeros años de la década de los 40, las nuevas investigaciones mostraban que para extender la predicción a más días, la atmósfera se debía tratar de forma tridimensional. Por ello, se empezaron a desarrollar nuevas teorías de propagación de las borrascas, basadas en el estudio de los niveles altos de la atmósfera: Así comenzaron las **mediciones en esas capas superiores**.

Para realizar las predicciones, americanos y británicos usaban distintos métodos. Krick y Holzman habían creado un **método de predicción por análogos** que había funcionado bastante bien en Estados Unidos y lo intentaron importar para la predicción de las islas británicas. Para ellos, si una situación se parecía a otra pasada, sus evoluciones serían similares. En cambio, Petterssen, encargado de la alta atmósfera en Dunstable, usaba métodos más teóricos, basados en **advecciones de espesores y en analizar los cambios en la alta atmósfera**, más previsible que en la baja atmósfera. Después, relacionaba las estructuras en la alta atmósfera con la de la baja atmósfera mediante unos pocos modelos y mecanismos de acoplamiento que conocía. Cabe destacar que los británicos, en especial Douglas, el mayor experto en meteorología de las islas británicas, eran muy reticentes a una predicción a más de 3 días. No obstante, no realizarlas implicaba la prevalencia de la predicción de los americanos como modelo único, motivo por el cual se apresuraron a extender sus métodos hasta el D+5.

La predicción para “Overlord”

Durante los primeros meses de 1944 se empezaron a realizar pruebas semanales para la predicción a 5 días por petición expresa del general Eisenhower. Sin embargo, abril y mayo fueron extremadamente tranquilos para la época, por lo que las pruebas no llegaron a ser de gran utilidad.

Tanto el norteamericano Krick como el noruego Petterssen eran dos personas de carácter muy fuerte y con un discurso casi dogmático. Fueron frecuentes las confrontaciones entre ellos cuando representaban a sus respectivos centros en la misma conferencia. Así, los primeros días de junio de 1944 empezaron las discrepancias. **El desembarco se había decidido para el**

lunes día 5 de junio² y, mientras Petterssen preveía que las borrascas irían circulando hacia las islas británicas trayendo días muy húmedos y nubosos, Krick pensaba que el anticiclón de las Azores se extendería hacia el norte, protegiendo el Canal hasta el día 5.

2 de junio

El día 2 de junio de 1944 por la noche, Stagg debía presentar una predicción para el comandante supremo **Ike Eisenhower**. Por la mañana, los mapas y datos no daban esperanza de reconciliación entre americanos y británicos. Mientras que el anticiclón de las Azores se había desplazado algo hacia norte, el barómetro de Blacksoid Point, al noroeste de Irlanda, mostraba una bajada de presión. Las discrepancias eran tales que más tarde y de forma privada Yates, como jefe de Widewing, pidió a Kirck y Holzman que suavizaran sus diferencias con los británicos. Así, Stagg elaboró una predicción de compromiso que finalmente, y no sin discrepancias, aceptaron todos los participantes. La predicción híbrida se parecía más a la de Petterssen pero no era tan pesimista. Con todo, la predicción distaba mucho de ser óptima para realizar la operación, con muchas nubes bajas y vientos de fuerza 4 o 5 para el día del desembarco.

Después de presentar el informe a Eisenhower, este le preguntó a Stagg por el tiempo para el martes 6 y el miércoles 7. Tedder escribió en sus memorias que ese fue uno de los momentos más tensos de la serie de conferencias y que Stagg respondió después de una prolongada pausa «*If I answered that, sir, I would be guessing, not behaving as your meteorological adviser*»³. Así, se procedió a aplazar las decisiones hasta el siguiente día.

3 de junio

Por la mañana del día 3 las posiciones no habían cambiado nada. Los americanos de Widewing creían que la bajada de presión sobre Irlanda se debía al frente cálido de la borrasca L2⁴ y que la dorsal anticiclónica se formaría detrás de esa baja presión (véase el mapa del 3 de junio). En cambio, en Dunstable, Petterssen pensaba que el aire frío sobre la bahía de Hudson y Labrador activaría la depresión L3, que se movería rápidamente hacia el este e impactaría sobre las islas británicas durante la noche del día 4 al 5. En ese momento, todo dependía del incremento de la presión al SW de Irlanda. Si así fuera, los americanos habrían acertado.

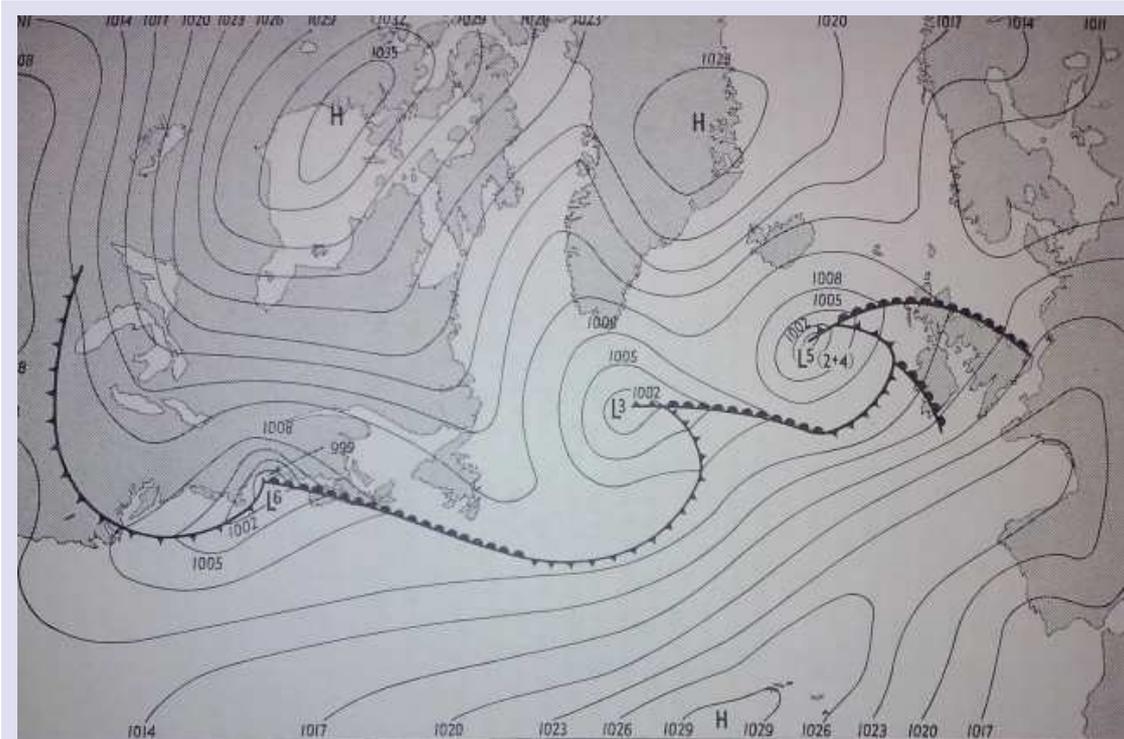
Finalmente, los mapas de la tarde del día 3 de junio dieron por primera vez cambios significativos que podrían desbloquear las discusiones. El más importante de ellos era que **la dorsal anticiclónica se estaba retirando** y diluía el pronóstico americano de que este hecho pudiese proteger el Canal.

En la reunión de esa noche, Stagg y Yates dieron las malas noticias: los detalles día a día no eran claros pero una serie de depresiones se estaban acercando e intensificando cerca de las islas británicas. Producirían cielos cubiertos de nubes bajas y vientos de hasta fuerza 6. La decisión definitiva se aplazó para la madrugada del día 4. Los americanos, sin embargo,

² Se establecieron los días 5, 6 y 7 de junio como fechas de posible desembarco ya que durante esos días la marea baja coincidía con las primeras horas de luz del día, permitiendo a las lanchas desembarcar delante de los obstáculos de la playa. De no poder desembarcar durante estas fechas, se aplazaría el desembarco para los días 18, 19 y 20.

³ Traducción: «Señor, si le respondiera a eso, estaría suponiendo y no actuando como su asesor meteorológico».

⁴ La borrasca L2 después se acoplaría a L4 formando la borrasca L5 que se ve en el mapa del 3 de junio.



Mapa sinóptico del sábado 3 de junio de 1944 a las 1300 GMT.

Fuente: STAGG, J. M., Forecast for Overlord.

todavía mantenían la esperanza de la formación de una dorsal, pensando que la predicción británica aún era demasiado pesimista. Finalmente, Stagg decidió presentar como buena la predicción de los británicos y Eisenhower aplazó la operación hasta el día 6.

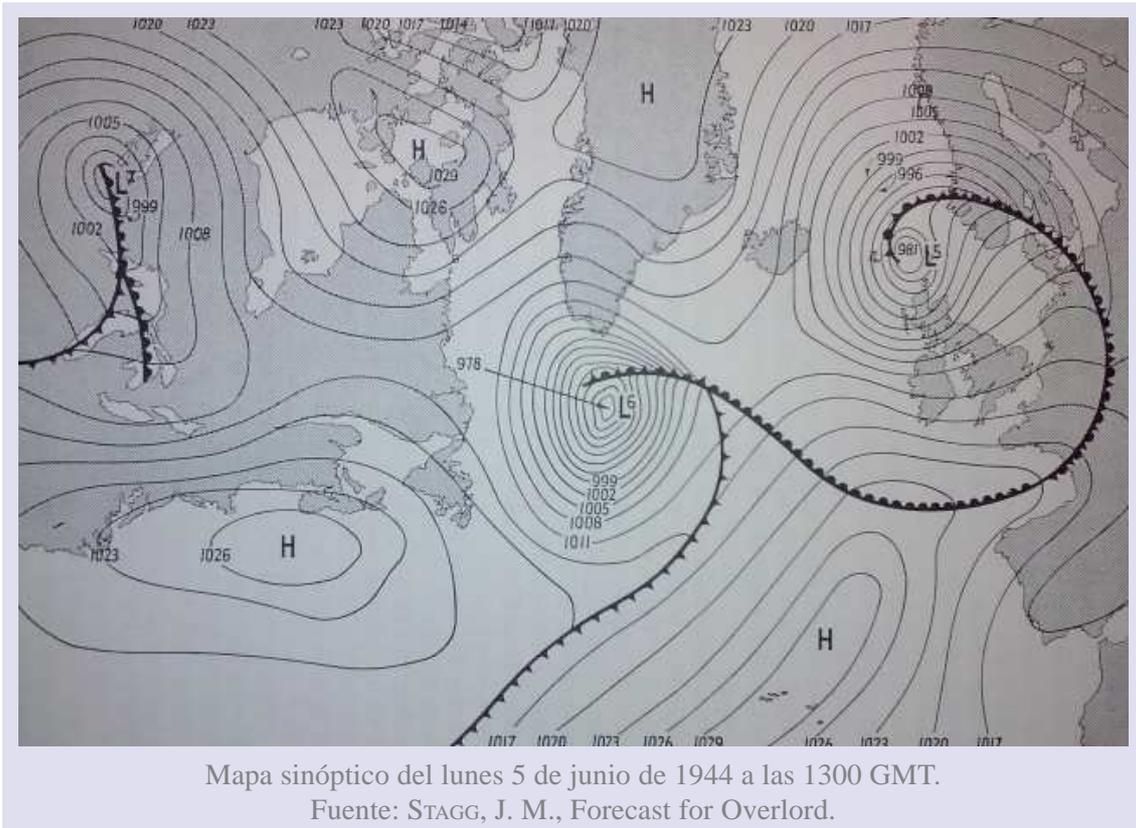
4 de junio

Así llegó el día 4, claro y soleado para sorpresa y espanto de los meteorólogos británicos. No obstante, poco a poco se fue nublando y el viento empezó a arreciar. El frente había aparecido y estaba cruzando Irlanda muy rápidamente.

En la conferencia de la tarde ya ninguno de los centros dudaba de que un frente frío cruzaría completamente el Canal durante la noche o la mañana del lunes, pero se discutía si una dorsal anticiclónica se situaría detrás de la baja o no. Mientras que los británicos creían que una nueva borrasca (L6) seguiría el mismo camino que la borrasca anterior, los americanos y el Almirantazgo británico apostaban por la entrada de la dorsal que frenaría L6 (véase el mapa del 5 de junio).

Finalmente, después de una reunión en privado con los asesores meteorológicos de las comandancias, se decidió presentar al Comandante Supremo una prognosis de mejora significativa de las condiciones meteorológicas. Finalizado el informe, Eisenhower preguntó la opinión a sus comandantes en jefe. Mallory y Tedder estaban preocupados por que las condiciones no fueran las óptimas para sus bombardeos, pero tanto Ramsay como Montgomery, se mostraron partidarios de zarpar. Ike Eisenhower cerró la reunión diciendo «Ok, let's go!»⁵.

⁵ Traducción: «Muy bien, ¡vayamos!»



5 de junio

Finalmente, en la conferencia de la madrugada del día 5, Petterssen admitió que L6 no avanzaría hacia el este y dejaba claro que la situación era apta para el desembarco. Así, Eisenhower pudo tomar la decisión final e irrevocable de desembarcar el día 6. Esa mañana el cielo estaba claro sobre Portsmouth, donde habían sucedido las reuniones de junio con Eisenhower. Sin embargo, del otro lado del Canal llegaron reportes de que el frente aún cubría de nubes la costa francesa y que durante la noche los vientos habían sido muy fuertes, por lo que, de no haberse aplazado el desembarco, la operación probablemente hubiese fracasado.

Consideraciones personales

Como es sabido, el desembarco fue todo un éxito⁶ e inició el camino de la liberación de Europa. Además, el hecho de que los **meteorólogos alemanes** hubieran pronosticado tormentas ayudó al desembarco, debido a que fueron cogidos por sorpresa. Incluso el general Erwin Rommel, que era el encargado de defender la costa francesa, se fue a Berlín pensando que los aliados no podrían desembarcar con esas condiciones. Con todo, la presión a la que estuvieron sometidos los protagonistas de esta historia para decidir el día del desembarco

⁶ Finalmente hubo efectos adversos en la meteorología, ya que los vientos, sobre todo en el este del Canal debido a la baja que pasó el día anterior, fueron algo mayores de los predichos, aunque la predicción en su conjunto fue buena.

fue enorme, tanto para los meteorólogos como para los comandantes aliados, en especial Eisenhower que tenía que tomar la decisión final.

Es poco conocido lo cerca que estuvo de fracasar la operación debido a las condiciones meteorológicas. Estudios posteriores demostraron que el día 5 no se hubiese podido desembarcar y Eisenhower estuvo a punto de posponer la operación una quincena hasta las siguientes mareas bajas, del 18 al 20 de junio. De haber sido así, la operación hubiera fracasado estrepitosamente ya que entre el día 19 y 22 se produjo una de las mayores tormentas de los últimos años en el Canal que, además, no fue predicha por ningún servicio meteorológico. La situación la expresó claramente Eisenhower en una carta dirigida a Stagg en la que le dijo: «*I thank the gods of war we went when we did*»⁷.

Centrándonos en la predicción, personalmente creo que ninguno de los métodos estaba suficientemente desarrollado para las prognosis con el nivel de detalle y antelación que se habían planteado. Ninguno de los equipos acertó completamente, ni siquiera hubo acuerdo para el D+1. Los británicos y, sobre todo, los americanos tenían confianza excesiva en sus métodos, pero aún tendrían que pasar 20 años para que Lorenz descubriera la naturaleza caótica de la atmósfera. Con todo, la tarea que emprendieron fue encomiable. Solo gracias a la unión (aunque a veces demasiado polémica) de todos ellos, con todas las limitaciones que tenían, lograron aconsejar acertadamente al Comandante Supremo para tomar una decisión crítica.

Este es un breve resumen de lo ocurrido durante aquellos días. Los autores relataron después muchas más anécdotas ocurridas en esos momentos que, por razones de extensión, no se han incorporado a este relato. Finalmente, quiero remarcar que este resumen está basado principalmente en el libro escrito por James Stagg “*Forecast for Overlord*” y, por lo tanto, presenta especialmente su visión de los hechos. Los protagonistas nunca se pusieron de acuerdo en los detalles de la historia.

Referencias

BATES, C. C. (2010): “Sea, swell and surf forecasting for D-Day and Beyond. The Anglo-American Effort, 1943-1945”. 37 pp. Disponible en: http://scilib.ucsd.edu/sio/hist/bates_sea-swell-surf.pdf

FLEMING, J. R. (2004): “Sverre Petterssen, the Bergen School, and the Forecast for D-Day”, en *Proceedings of the International Commission on History of Meteorology 1.1*, pp. 75-83. Disponible en: <http://www.meteohistory.org/2004proceedings1.1/pdfs/08fleming.pdf>

STAG, J. M. (1971): “Forecast for Overlord. June 6, 1944”, New York (W. W. Norton & Company Inc.), 128.

⁷ Traducción: «Doy gracias a los dioses de la guerra de que fuéramos cuando fuimos».

1816, EL AÑO SIN VERANO

Benito Fuentes

Delegación Territorial de AEMET en Valencia



(publicado en el blog de AEMET
el 23 de junio de 2016)

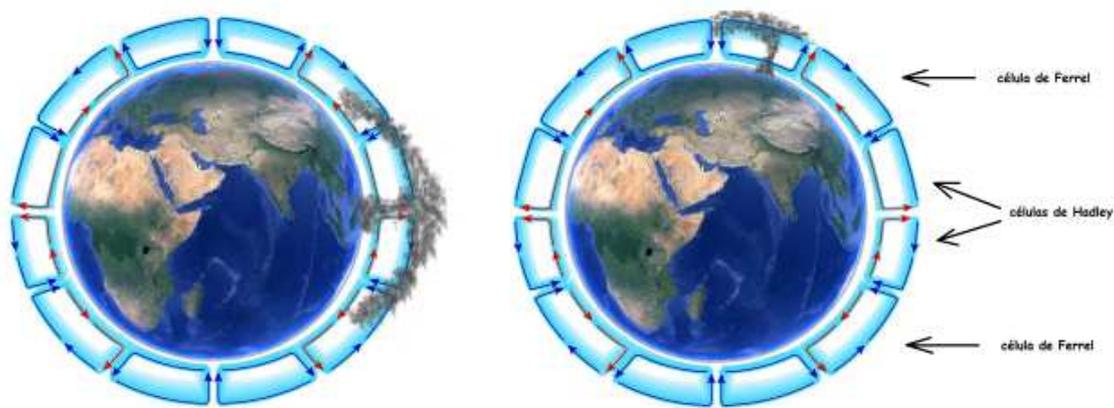


Figura 1. Representación aproximada y muy simplificada de la propagación meridional de las cenizas de un volcán en el ecuador (izquierda) y en el hemisferio norte (derecha).

En abril de 1815 se registró en Indonesia una de las peores erupciones volcánicas en la historia de la humanidad. La cantidad de gases y partículas liberadas a la atmósfera trajo consigo un cambio en el patrón de la circulación atmosférica que afectó al continente europeo el siguiente año, sobre todo durante la época estival y que comúnmente se conoce como “el año sin verano”. Las consecuencias ambientales, económicas, sociales y sanitarias fueron terribles. En el terreno artístico, ese inusual verano fue el germen de famosas canciones, novelas y nuevos géneros literarios y pictóricos.

(Nota: algunas palabras del artículo llevan enlaces asociados para ofrecer información adicional. Se recomienda su lectura).

1. Introducción

El año 1816 queda encuadrado en lo que se llama la [Pequeña Edad de Hielo](#), que abarca la época que va desde 1300 hasta 1850 aproximadamente. En esos cinco siglos y medio las temperaturas medias estuvieron por lo general más bajas de lo que habían estado antes y de lo que están ahora. Los episodios severos de frío eran mucho más frecuentes, hasta el

punto de que varias veces por siglo ríos como el Ebro podían llegar a congelarse incluso en su desembocadura. Aunque el frío era el protagonista no siempre fue perpetuo y también alternaba con algunos años calurosos y secos. Así por ejemplo, solo ocho años antes de 1816 las tropas napoleónicas sufrieron la falta de agua y un calor extremo en los días de julio previos a la batalla de Bailén, mermando su capacidad de combate.

Hay muchos [factores](#) que influyen en el [clima](#) y cada uno actúa a diferentes escalas espaciales y temporales. Uno de los menos “importantes” es el del vulcanismo porque sus consecuencias suelen ser muy poco significativas. Sin embargo, en ocasiones puede llegar a ser determinante. Esta parece ser la causa principal de aquel frío inusual de 1816 en el que confluyeron los rigores de la Pequeña Edad de Hielo (inmersa por entonces en el [mínimo de Dalton](#)), la variabilidad propia de la atmósfera y tres invitados de última hora: la gran erupción del volcán [San Vicente](#) (Caribe, 1812), la del [Mayón](#) (Filipinas, 1814) y la de nuestro protagonista principal, el volcán [Tambora](#) (Indonesia, 1815).

En una erupción volcánica se liberan a la atmósfera grandes cantidades de SO₂ hasta una altura de cinco a diez kilómetros que se transforman en aerosoles, partículas de tamaño comprendido entre 0,1 y 10 micras y que son capaces de reflejar la luz solar disminuyendo la cantidad que llega a nuestro planeta. La mayoría de ellas son eliminadas a las pocas semanas, ya sea por la gravedad (las más grandes) o arrastradas por la lluvia (las más pequeñas) de manera que apenas tienen tiempo para que esa disminución tenga consecuencias sobre el clima. Solo una [gran erupción](#) es capaz de inyectar una cantidad significativa de aerosoles y de hacerlo directamente a la estratosfera a una altura entre 20 y 25 kilómetros. Dada la alta estabilidad de esta capa atmosférica, los aerosoles más pequeños pueden permanecer hasta un par de años antes de ser eliminados y producir efectos en el clima unos seis meses después de la erupción dependiendo de la estación del año. Pero hace falta una condición adicional y es que este volcán se sitúe en latitudes tropicales.

En la figura 1 puede verse de forma simplificada cómo las cenizas de un volcán ecuatorial son arrastradas hacia ambos hemisferios gracias a las [células de Hadley](#). Una vez en latitudes medias, los vientos zonales de la troposfera alta y la estratosfera baja se encargarán de redistribuirlas por todo el globo. De este modo la temperatura global del planeta puede llegar a descender entre 0,5 y 1 °C durante el año siguiente. Si esa erupción se produjese lejos del ecuador las partículas estarían restringidas a un único hemisferio, la cantidad de radiación solar reflejada sería menor y los efectos en la temperatura global serían casi despreciables. En el caso que estamos narrando se produjeron tres grandes erupciones en zonas cercanas al ecuador y en el breve periodo de tres años lo que condujo a la inyección masiva de aerosoles durante un tiempo largo ya que cuando se eliminaban las partículas de un volcán otro entraba en erupción, provocando así cambios significativos que alcanzaron su cénit en el verano de 1816.

2. La erupción del Tambora

[Indonesia](#) es el país con mayor número de islas, unas 13 500 según el [Badan Informasi Geospasial](#) (isla arriba, isla abajo). Una de ellas es la de [Sumbawa](#), de superficie similar a la provincia de Albacete y en cuyo interior alberga la península de Sanggar donde se encuentra el volcán Tambora, que alcanza una altura de 2850 metros y un cráter de unos 6 kilómetros de diámetro y 1500 metros de profundidad.



Figura 2. La isla de Sumbawa, la península de Sanggar y el volcán Tambora vistos hoy día a través de Google Maps. La zona queda situada al sur de Indonesia, entre las islas mayores de Java (al oeste) y de Flores (al este).

El 5 de abril de 1815 tuvo lugar una gran erupción y sus explosiones pudieron escucharse incluso en las islas Molucas, a 1400 kilómetros de distancia. En la ciudad de Yogyakarta el gobernador [Sir Stamford Raffles](#) pensó que se trataba de un ataque y envió barcos de guerra en auxilio a los navíos y ciudades en apuros. La erupción continuó hasta la mañana del 6 de abril y se fue apagando poco a poco pero en realidad era solo el comienzo de lo que habría de venir. La lava del volcán era lo suficientemente fría y espesa para solidificarse justo al salir y taponó la salida aumentando la presión en su interior. Cuando la caldera no pudo aguantar el exceso de presión estalló de forma violenta. Esto ocurrió el 10 de abril a las 7 de la mañana. La explosión reventó parte de la montaña y pudo oírse a 2500 kilómetros de distancia. Fue tal su violencia que en Surakarta —en el este de la isla de Java— algunas casas se tambalearon. Una hora más tarde comenzó a caer piedra pómez de hasta 20 cm de diámetro y a las 9 le siguió una lluvia de ceniza. Poco después las tres columnas de fuego que habían surgido del volcán se fusionaron en una sola y provocaron un [flujo piroclástico](#) que descendió desde la montaña y arrasó toda la península acabando por sorpresa con las 12 000 almas que por aquellos entonces la habitaban y que no tuvieron oportunidad alguna para huir.

La columna de ceniza superó los 43 kilómetros de altura y ocultó el sol durante dos días en 600 kilómetros a la redonda. Se estima que la erupción liberó 160 km³ de material, aproximadamente unos 140 000 millones de toneladas. Para que nos hagamos una idea, si todo cayera sobre la ciudad de Nueva York quedaría sepultada bajo 1300 metros de ceniza. La figura 3 muestra una estimación de las regiones afectadas por la ceniza y el espesor en centímetros recogido en cada una de ellas. Para poder estimar mejor la inmensidad del evento se ha adjuntado un mapa de la península ibérica a la misma escala. 24 horas después de la erupción la nube de ceniza ya cubría un área similar a la de Europa.



Figura 3. Espesor estimado (en cm) para diferentes áreas afectadas por la erupción del Tambora. La ciudad de Yogyakarta está situada en el punto naranja de la isla de Java y nos da una idea de hasta dónde se escucharon las explosiones de la erupción del día 10. La ciudad de Surakarta está señalada en azul. La comparación con la península ibérica es aproximada ya que se han usado proyecciones distintas pero no se aleja mucho de la realidad. Fuente: CLIVE OPPENHEIMER, 2003.

La erupción finalizó el 15 de abril. La cantidad de fallecidos entre la explosión, los tsunamis y las hambrunas posteriores oscila según las fuentes entre 50 000 y 80 000. [Actualmente la población del país es 14 veces superior. Extrapolando de forma burda obtenemos que una erupción similar dejaría hoy casi millón y medio de muertes]. Pequeñas columnas de humo siguieron observándose hasta septiembre y en octubre aún seguían flotando grandes balsas de piedra pómez que incluso llegaron a alcanzar las costas de Calcuta (a 3600 kilómetros). La erupción del Tambora es la mayor registrada en la historia reciente de la humanidad y alcanza el valor 7 en una escala de 8. El volcán, que antes de la erupción medía 4300 metros, se vio reducido a 2850.

3. Consecuencias en el tiempo

Desde el verano de 1815 se observó en el cielo una “extraña neblina rojiza que a duras penas se disipaba”, fruto de la concentración de aerosoles en la estratosfera que provocaban que los amaneceres y los ocasos se tiñeran de un color rojo anaranjado más intenso de lo habitual. Nada hacía sospechar que tras esta belleza natural se escondía un futuro inmediato más cruel.

En invierno de 1816 las nevadas alcanzaron el sur de Italia y en toda Europa los copos tenían tonos amarillentos, marrones y rojizos. Los efectos comenzaron a ser más evidentes a mediados de la primavera y alcanzaron su punto álgido en verano y principios de otoño. Desde el punto de vista meteorológico la consecuencia más importante fue el cambio del patrón de circulación atmosférica, es decir, que las borrascas y las masas de aire frío asociado se desplazaron más al sur de lo que suele ser habitual en verano. Según LUTERBACHER y PFISTER, este cambio pudo ser consecuencia de un debilitamiento de los monzones asiático y africano.

La primavera estaba resultando fresca y los días cálidos se contaban con los dedos de la mano. Fue a partir de mayo cuando los efectos se hicieron más evidentes. En el oeste de Europa y el noreste de Norteamérica las heladas aún persistían a finales de ese mes afectando

incluso a las raíces de algunas cosechas. La población de los estados de Massachusetts, Maine, Nueva Inglaterra, Nueva York y Vermont, en Estados Unidos, no cesaba en su asombro cuando entre el 5 y el 10 de junio se registraron nevadas. En la ciudad de Quebec (Canadá) llegaron a recogerse 30 cm de nieve.

La figura 4 representa las anomalías de temperatura y precipitación de junio, julio y agosto de 1816 en Europa respecto a los valores normales del periodo 1951-1980. En el centro y oeste predomina el color azul que indica que la temperatura media del mes estuvo por debajo; en algunos territorios llega a estar más de 3 °C por debajo del periodo de referencia.

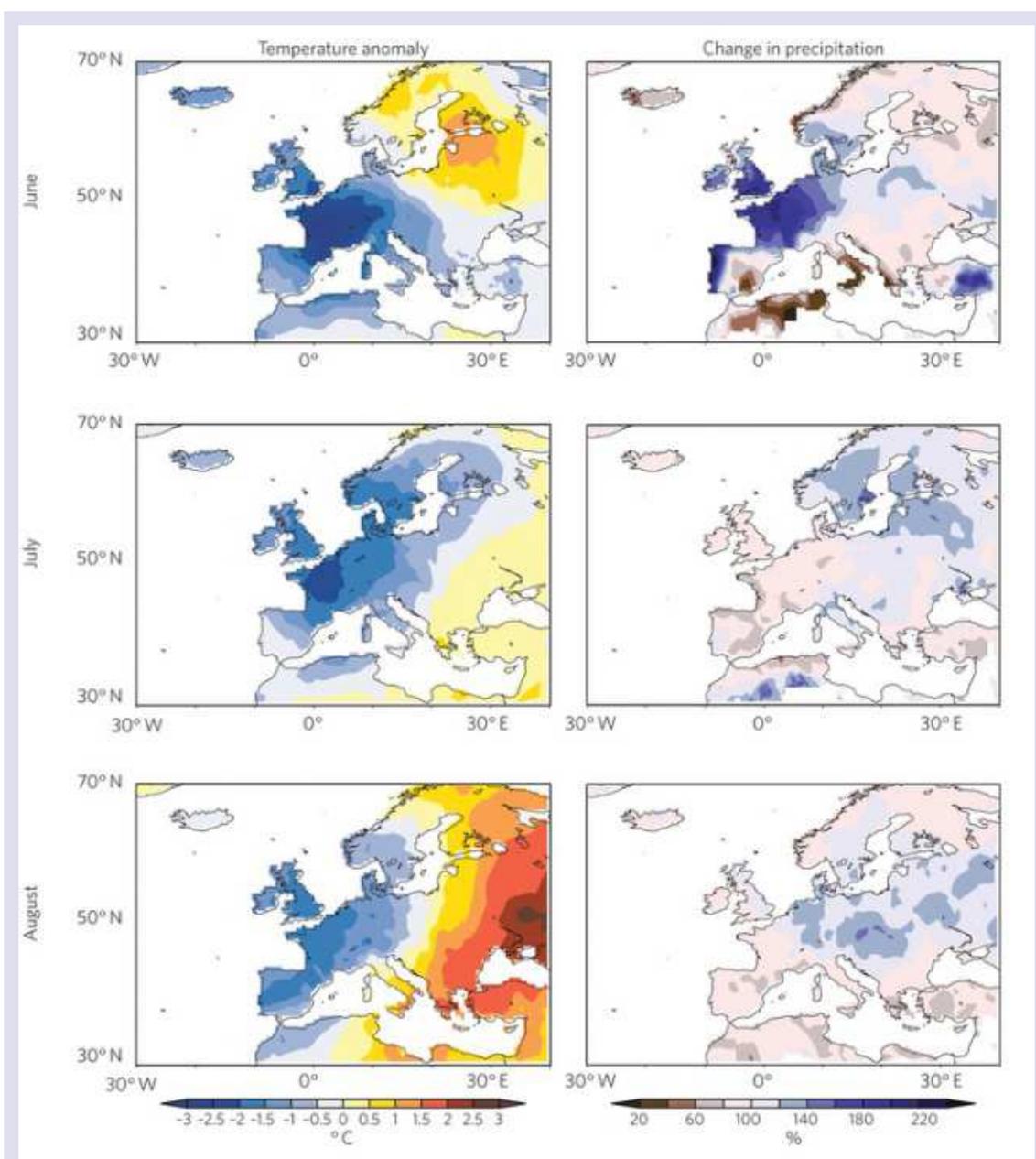


Figura 4. Anomalías de temperatura media mensual (izquierda, en °C) y variación de precipitación media mensual (derecha, en %) para los meses de junio, julio y agosto de 1816 respecto a los valores normales del periodo 1951-1980. Fuente: LUTERBACHER y PFISTER.

Aunque a priori parezca poco, meteorológicamente hablando es una diferencia muy grande. Si, además, se tiene en cuenta que el periodo actual resulta más cálido que el periodo 1951-1980, se puede hacer una idea de lo poco apacible que resultó aquel verano. La causa principal fue que el centro de Europa estuvo dominado por las bajas presiones durante buena parte de la estación lo que, además, trajo una mayor cantidad de precipitación. Algunos puntos de Gran Bretaña, Francia, Alemania, Suiza y el Benelux recibieron en junio más del doble de precipitación de lo que venía a ser habitual en el periodo 1951-1980. Julio fue menos húmedo y en agosto volvieron las precipitaciones abundantes.

No todos los días resultaron desapacibles. Si se hablara en el argot de la calle se diría que aquel verano no llegó a entrar del todo porque a días relativamente cálidos (25 °C) le seguían otros en los que la temperatura apenas alcanzaba los 10 °C (caso del este de EEUU) con el consiguiente perjuicio para las cosechas. Tampoco todas las zonas se vieron afectadas de la misma manera. En el este de Europa, Rusia y zonas de Escandinavia las temperaturas resultaron ser más altas de lo habitual (las bajas presiones en el centro del continente provocaban un flujo del sur cálido y persistente en esas áreas).

Los veranos de 1817 y 1818 también resultaron fríos. Según un estudio realizado por BRIFFA ET AL., de los últimos 600 veranos en el hemisferio norte el de 1816 alcanzaría el 2.º puesto, 1817 sería el 5.º y 1818 el 22.º.

4. El año sin verano en España

En la península ibérica el número de observatorios que medían temperatura y precipitaciones era mucho menor que en otras áreas de Europa, así que es más fiable el estudio realizado por TRIGO ET AL. merced a los pocos datos de estaciones complementados con multitud de testimonios, documentos que aluden a la producción agrícola, los precios y rogativas en las parroquias. [En efecto, aunque parezca extraño, una de las principales fuentes de información meteorológica de siglos pasados son los documentos parroquiales. Ante la escasez de agua o las inundaciones se sacaba al santo en procesión y se ofrecían misas, lo que nos da una idea de la duración de las sequías o lluvias y la extensión de las zonas afectadas. Las entregas del diezmo también quedan recogidas en estos documentos y nos informan sobre la producción agrícola y ganadera].

En Barcelona la población afirmaba que las temperaturas de agosto eran más propias de las del mes de abril. El Barón de Maldá habla de una nevada en el centro de la Península a mediados de julio. Aunque no hay más fuentes que lo contrasten y sea poco probable (seguramente se tratara de algún episodio de granizo) coincide con unos días en los que la temperatura mínima de Madrid alcanzó valores récord de 12-13 °C.

Observando la figura 5 se ve que si se comparan las temperaturas de 1816 con la media del periodo 1871-1900 (aún no afectado por el calentamiento global) las primeras están hasta 3 °C por debajo en algunas estaciones, siendo esta anomalía más marcada durante el verano. Los testimonios aseguran que en julio y agosto se registraron 13 y 10 días de tiempo frío respectivamente y que hubo multitud de tormentas, muchas de ellas acompañadas de granizo. La anomalía de temperatura se extendió también al otoño, donde hubo episodios más propios del invierno (por ejemplo nevadas en cotas muy bajas como en la sierra de Montserrat). El verano de 1817 también fue frío y terminó por agravar los problemas en la agricultura.

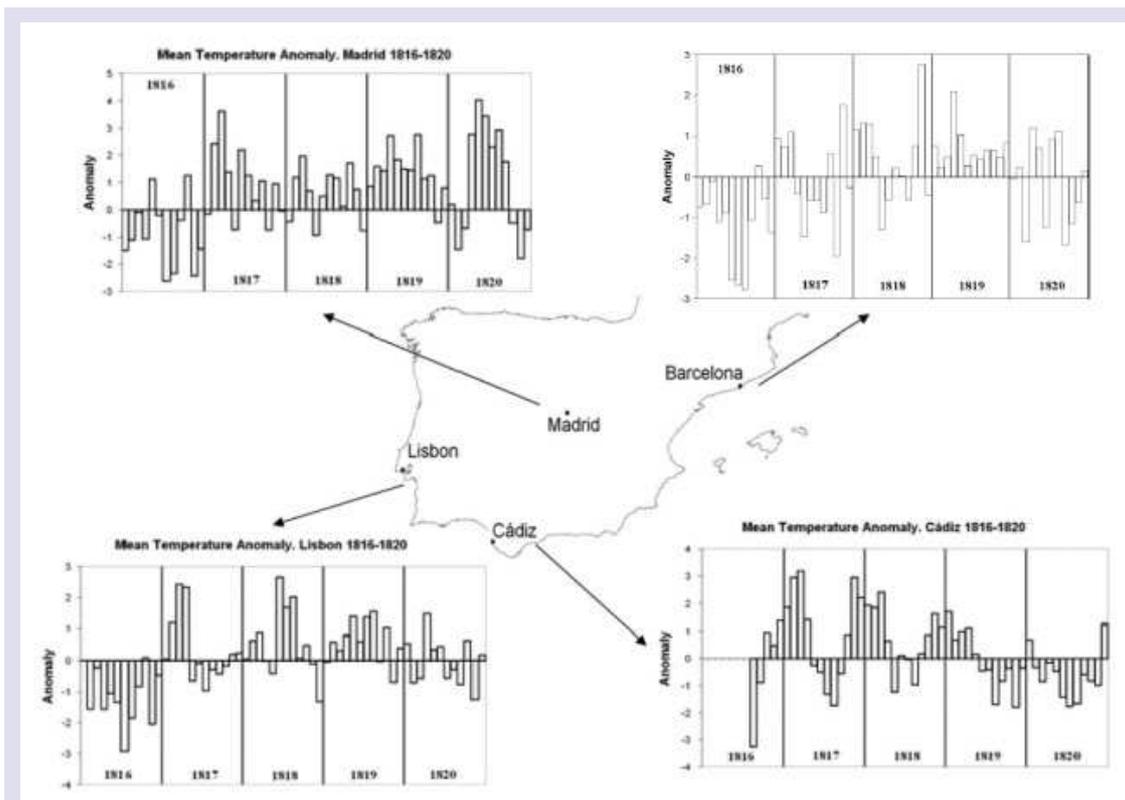


Figura 5. Anomalías de la temperatura media mensual (en °C) respecto al periodo 1871-1900 entre 1816 y 1820 para los observatorios de Lisboa, Madrid, Cádiz y Barcelona. Fuente: TRIGO ET AL.

En cuanto a las precipitaciones, cabe mencionar que la Península se vio afectada por una severa sequía entre 1815 y 1818 que en puntos del noreste peninsular se remontaba incluso a 1812. El verano de 1816 fue húmedo en la fachada atlántica y seco en el resto. No obstante, este carácter húmedo hay que tomarlo con precaución: en Lisboa la precipitación media mensual en julio y agosto está en torno a 5 mm. Si la precipitación aumentase un 300 % la cantidad de lluvia recogida sería 15 mm, que sigue siendo poca cosa. Debido a la compleja orografía de la Península y al carácter tan irregular de la precipitación es difícil inferir una relación clara entre la erupción del Tambora y las precipitaciones en cada región pero todo apunta a que en las fachadas atlántica y cantábrica estuvieron por encima de la media.

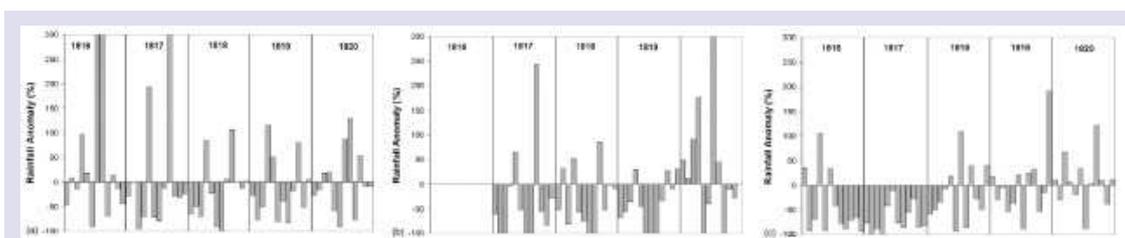


Figura 6. Variación de la precipitación mensual (en %) respecto al periodo 1961-1990 entre 1816 y 1820 para los observatorios de Lisboa (a) San Fernando (b) y Barcelona (c). Nótese cómo el periodo de sequía en el sur y el este peninsular se extiende al menos hasta 1818 y alcanza su punto álgido en 1817. Fuente: TRIGO ET AL.

5. Consecuencias sociales

En aquella época la mayoría de la población de Europa (y la del resto del mundo) dependía de la agricultura de subsistencia de manera que cuando las cosechas eran escasas se recurría a las pocas reservas que se habían podido acumular en los años anteriores. En 1816 las reservas eran casi inexistentes porque se habían consumido en las guerras napoleónicas que acababan de finalizar meses atrás. No es de extrañar que la consecuencia más inmediata fuese la tremenda escasez y hambruna que se instaló en la mayor parte del continente.

La mayoría de las cosechas no alcanzaron la madurez ante la falta de calor o fueron destruidas en las heladas tardías de mayo y junio. En Europa Central parte de los cereales se pudrió por culpa de la gran cantidad de lluvias. Hubo hambrunas en Irlanda, Gales e Inglaterra, donde en Londres se repartía diariamente una sopa económica a la gente más desfavorecida. Se registraron disturbios en buena parte de la isla y marchas con el lema “pan o sangre”. En Francia la producción cayó a la mitad y los precios subieron hasta tal punto que los carros que transportaban trigo debían ser escoltados por los militares para impedir su saqueo. La crisis perduró a lo largo de 1816 y 1817 y el precio del grano subió en todo el continente. La escasez fue menor en zonas de costa porque el transporte de cereales era menos caro y limitó la subida del precio. En ciudades del sur de Alemania y Suiza la gente no tenía más que patatas podridas que llevarse a la boca y deambulaban miles de personas pidiendo alimento. El hambre continuó durante todo el año siguiente, que vino a llamarse “el año de los mendigos”.

La emigración también fue una vía de escape durante ese año y los siguientes. Alrededor de 60 000 personas se embarcaron hacia América, en su mayoría de Irlanda y el Reino Unido, porque aquellos que vivían en Centroeuropa tenían más difícil el acceso a los puertos. Las condiciones en el puerto de Ámsterdam se volvieron tan deplorables que muchos de los que querían partir al nuevo mundo decidieron volver a sus casas. Los efectos del Tambora no fueron los mismos en todas las zonas y en aquellas que no resultaron tan golpeadas la gente mostró una solidaridad inusual y aumentaron las donaciones a la caridad. En Escandinavia y los países bálticos las cosechas fueron normales. En Rusia los impactos fueron tan leves que el emperador Alejandro I autorizó el envío de grano al oeste de Europa.

Por supuesto, la zona más golpeada fue el sur de Indonesia. A los efectos directos de la erupción (explosión, maremotos, ceniza, acidificación y contaminación de las aguas) hay que sumar la pérdida total de las cosechas y los hogares, la propagación de enfermedades, etc. En el sureste asiático el monzón se vio alterado durante tres años seguidos y, aunque no está lo suficientemente demostrado, muchos autores lo señalan como la causa principal que propició una tremenda [epidemia de cólera](#) en Bengala (India) en 1817 y que durante el siglo XIX se extendió a lo largo del globo matando a millones de personas.

En el noreste de Norteamérica los efectos fueron menores pero también hubo mucho sufrimiento. Los tres episodios de frío que se registraron en junio acabaron con parte del ganado ovino recién esquilado y redujeron en un tercio la época de crecimiento de las cosechas de maíz. En Terranova apenas tenían para subsistir y se cerraron los puertos a los inmigrantes procedentes de Europa.

En España se retrasaron las cosechas de cereales (trigo sobre todo) y algunas no maduraron por completo. La vendimia fue escasa y el vino de mala calidad. Parte de las frutas también resultaron inservibles.

Miles de personas murieron de hambre y tifus y cientos de miles quedaron sin hogar. La mortalidad en 1817 fue un 50% más elevada que en los peores momentos de 1815. No faltaron quienes interpretaron esos acontecimientos como señales de un inminente fin del mundo por haber sido apartados de la protección de Dios. Creyentes o no, entre la población se instaló un pesimismo generalizado y una falta de esperanza ante los años venideros.

Los primeros años del siglo XIX fueron fríos. El hambre, las guerras, las epidemias y la falta de recursos sentaron las bases posteriores para el comienzo de rudimentarias políticas sociales que se hicieran cargo de la población en momentos críticos como los que se vivieron en aquel entonces.

6. Consecuencias artísticas

No todas las repercusiones de aquel episodio fueron catastróficas. El terreno artístico nos dejó un rico y variado legado que aún hoy podemos seguir disfrutando.

Uno de los países más castigados fue Suiza. Entre abril y septiembre se registraron 130 días de lluvia provocando la subida de nivel del lago [Lemán](#) e inundando la ciudad de Ginebra mientras que en las montañas la nieve se resistía a fundirse. En el verano de 1816 [Lord Byron](#), Percy Shelley y su futura esposa [Mary Godwin](#), entre otros, se encontraban en la Villa Diodati, a orillas del lago. Debido al mal tiempo muy pocos días podían salir a remar o ir de excursión y la mayor parte del día la pasaban encerrados en casa. Para combatir el aburrimiento Byron sugirió que cada uno de los presentes escribiera una novela de terror. Mary Godwin (más tarde Mary Shelley) escribió su famoso “Frankenstein”, ambientado en un entorno fantasmagórico y tormentoso, quizás inspirado en el tiempo atmosférico que reinaba. El médico de Byron, [John William Polidori](#), escribió la novela “El vampiro”, precursora del género literario de vampiros y, por su parte, Byron compuso el poema “[Darkness](#)” (“Oscuridad”) en el que mezcla nostalgia y melancolía con los tintes apocalípticos y desoladores que se habían asentado entre los más pobres.

[Charles Dickens](#) nació en 1812 y aunque parece ser que su infancia no fue del todo desagradable, sí creció en la década más fría en Inglaterra desde hacía 120 años y vivió una época en la cárcel de Marshalsea, donde estaba ingresado su padre. Estos dos ambientes bien pudieron haber inspirado personajes y ambientes de sus novelas, tales como el severo y largo invierno que se describe en “[Cuento de Navidad](#)”.

Siguiendo con la Navidad, se dice que durante el frío año de 1818 se estropeó el órgano de la iglesia de San Nicolás en Oberndorf, en Austria. El sacerdote Joseph Mohr quería música para celebrar la misa del gallo y le pidió a Franz Gruber que compusiera una melodía para la letra de un poema que había compuesto en 1816 y la tocara con la guitarra. Así fue como nació el villancico más famoso: “[Stille Nacht, Heilige Nacht](#)” (“Noche de Paz, Noche de Amor”).

En el terreno pictórico el mejor legado que nos queda es el de [William Turner](#). Conocido como el pintor de la luz, se especializó en paisajes y se le considera el precursor del [impresionismo](#). Se cree que los intensos atardeceres de 1815-1816 inspiraron parte de su obra, en la cual refleja el poder de la naturaleza sobre el ser humano.



Figura 7. *El Temerario Remolcado a Dique Seco (The Fighting Temeraire Tugged to Her Last Berth to Be Broken up)*. William TURNER, 1836. The National Gallery, Londres. La pintura original muestra colores menos anaranjados pero este realce, muy difundido en la red, plasma a la perfección los ocasos que el autor quiere transmitir.



Figura 8. *Flint Castle*. William TURNER, 1838. Colección particular.



Figura 9. *The Slave Ship (Slavers Throwing Overboard the Dead and Dying, Typhoon Coming On)*. William TURNER, 1840. Museo de Bellas Artes, Boston.



Figura 10. *War: The Exile and the Rock Limpet*. William TURNER, 1842. Tate Gallery, Londres.

Bibliografía

LUTERBACHER, J. y PFISTER, C. (2015): “The Year Without a Summer”, en *Nature Geoscience*, nº 8(4), pp. 246-248, abril 2015.

TRIGO, M., VAQUERO, J. M.,ALCOFORADO, M. J., BARRIENDOS, M., TABORDA, J., GARCÍA HERRERA, R., LUTERBACHER, J. (2008): “Iberia in 1816, the Year Without a Summer”, en *Int. J. Climatol.*

FERNÁNDEZ, G.: “El Año sin Verano”, podcast de ciencias.com
(<http://cienciaes.com/neutrino/2015/04/24/el-ano-sin-verano>)

FAGAN, B. (2009): “La Pequeña Edad de Hielo”, ed. Gedisa.

OPPENHEIMER, C. (2003): “Climatic, Environmental and Human Consequences of the Largest Known Historic Eruption: Tambora Volcano (Indonesia) 1815”, en *Progress in Physical Geography*, 27, nº 2, pp. 230-259.

WOOD, G.: “1816, The Year Without a Summer”
(<http://www.branchcollective.org>)

NOAA: “The Year Without a Summer”
(https://www.ncdc.noaa.gov/paleo/ei/ei_reconsb.html)

GLOBAL VOLCANISM PROGRAM: “*Tambora*”. *Smithsonian Institution*.
(<http://volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=264040>)

DE OBISPO A OBSERVADOR DE METEOROLOGÍA

Margarita Martín Giménez
Delegada Territorial de AEMET en el País Vasco

(publicado en el blog de AEMET
el 24 de noviembre de 2016)



Bittor Garaigordobil durante la entrevista

Bittor Garaigordóbil Berrizbeitia, nacido en el caserío de Amaitermin, término municipal de Abadiño, Bizkaia, el 17 de octubre de 1915 (año del genocidio armenio y de la batalla de las Ardenas). Observador colaborador de Meteorología en la estación del Santuario de Urkiola.

Con el encargo de hacerle una entrevista me fui el viernes 8 de julio de 2016 al Santuario de Urkiola, en el sur de Bizkaia. Bittor es uno de los cinco obispos centenarios de la Iglesia Católica y el único de España. La entrevista se presentaba difícil, pues solo otras cuatro personas en el planeta podían presentar un currículum como el de Bittor. Pero, lo prometido es deuda. Había que hacer frente al desafío. El personaje impone, la verdad.

¿Por dónde empiezo?, me preguntaba, si este hombre es único en España. ¡Vaya responsabilidad!

Todo fácil. En cuanto llegué a la cita, Bittor ya me esperaba con su inseparable *txapela* (boina) y su *makila* (bastón), su semisonrisa y sus ojos vivísimos. Anda con pasos cortos y rápidos. La mirada iluminada, encantado de ser entrevistado. Bittor es delgado, tras el brillo de sus ojos asoma una gran actividad mental, que no siempre se traduce en palabras. Medita y reflexiona antes de cada respuesta. El castellano no es su lengua materna, lo que retarda un poco la contestación.

Para refrescarle la memoria está el sacerdote Joseba Legarza, compañero en las Misiones del Ecuador y en el Santuario de Urkiola. Tiene 84 años y una mente privilegiada.

Bittor; seminarista y soldado

—**M. M.: Bittor, naciste aquí al lado, ¿verdad?**

—B. G.: Sí, bajando la cuesta y a la derecha.

—**M. M.: ¿Qué nombre tenía tu casa?**

—B. G.: Txori (pájaro).

—**M. M.: ¿Erais muchos hermanos?**

—B. G.: Muchos, no sé cuántos.

—**M. M.: ¿Qué número hacías tú?**

—B. G.: El segundo.

—**M. M.: Así que tu familia siguió la tradición vasca: el mayor se queda con las tierras, el segundo se entrega a la Iglesia y las chicas para casar o para monjas.**

—B. G.: Eso es.

Aclara Joseba:

—J. L.: Fueron diez hermanos; dos murieron en la primera infancia; otra, que era monja, murió joven en el convento, en Pamplona; otro de 14 años murió en el bombardeo de Otxandio.

—**M. M.: ¿Te acuerdas de eso Bittor?**

—B. G.: ¡Cómo no!

—**M. M.: Eso ocurrió el 31 de marzo de 1937. ¿Cómo fue?**

—B. G.: Las bombas cayeron en una plaza, había mucha gente. Mi hermano estaba allí.

—J. L.: Murió mucha gente de Otxandio, por las bombas de la Aviación Nacional.

—**M. M.: ¿Tú estabas también en Otxandio, Bittor?**

—B. G.: No, yo estaba en el caserío.

—J. L.: Entonces había guerra y desde el verano del 36 Bittor estaba en su casa. No estaba en el Seminario, pero después de la toma de Otxandio se lo llevaron a la guerra. Estuvo hasta el final, haciendo de enfermero.

—B. G.: Sí, pero también estuve de fusil.

—**M. M.: ¿Un seminarista empuñando el fusil?**

—B. G.: En Teruel sí, estuve en la toma de Teruel. Un día me obligaron a tomar el fusil.

—M. M.: **¿Disparaste?**

Largo silencio, mira al suelo, las lágrimas asoman a sus ojos.

—B. G.: No, no creo que llegase a disparar.

—J. L.: ¡Vamos! ¡Dínoslo! ¿Mataste a alguien?

Silencio aún más largo.

—M. M.: **¿Cómo es que los nacionales obligaban a los seminaristas a disparar?**

—B. G.: En Teruel sí. En Asturias estuve de enfermero. Luego me mandaron a Cuenca. Los ojos húmedos y la mirada triste.

—M. M.: **¿Pasarías mucho frío en Teruel?**

—B. G.: (asiente con la cabeza) ¡Y hambre mucha más!



Bittor, entrando a una de las sesiones del Concilio Vaticano II (1964). «Una boina en el Concilio», titularon los medios.

—**M. M.: ¿Al terminar la guerra volviste al seminario?**

—J. L.: Sí, entonces en el seminario se estudiaban 12 años, incluyendo el Bachiller. Salíamos de allí con unos 25 años. Cuando terminó Bittor querían mandarle a Roma a seguir estudios, porque es muy inteligente, pero él renunció porque quería ser cura de pueblo.

«Quería ser cura de pueblo y me hicieron obispo»

—J. L.: Como pidió ser cura en una parroquia le dieron su primer destino en San Pedro de Deusto (junto a Bilbao). Después le hicieron director de la Casa de Ejercicios Espirituales de Santa Teresa en San Sebastián y su tercer destino —antes de Ecuador— fue como profesor en el Seminario de Vitoria. Pero su destino era ser obispo, a su pesar.

—**M. M.: Curioso, porque en el País Vasco no hubo más obispo que el de Vitoria hasta los años 50.**

—B. G.: Sí, pero yo no fui obispo aquí, sino en América.

—J. L.: No había obispos ni en Bilbao, ni en San Sebastián, porque el Vaticano lo quería llevar todo desde la diócesis de Vitoria.

Bittor peleón

—**M. M.: Sospecho que a Bittor esos destinos de “despacho” no le interesaban nada.** Bittor asiente otra vez.

—B. G.: Me fui a Ecuador.

—**M. M.: ¿Cómo llegó eso?**

—J. L.: Primero tuvo que vencer a los del “Instituto de Misiones Extranjeras” de Burgos. Estos sostenían que solo los que estaban integrados en una congregación religiosa podían ser misioneros. Bittor dijo que el mandato de Jesús a sus Apóstoles era que debían ser misioneros y, ¿cómo se explicaba que un sacerdote no pudiera ser misionero? Entonces Bittor planteó la cuestión en Roma. Pío XII le dio la razón.

Bittor pionero

—J. L.: El Papa envió a Bittor y a sus ocho compañeros a la Misión de Los Ríos en Ecuador, saltándose a los de Burgos. Así se creaban las Misiones Diocesanas que Bittor había propuesto.

Los ocho Misioneros Vascos fueron en 1948 a Ecuador, donde enfermaron todos de malaria.

—**M. M.: ¿Cómo pudiste superar esa grave enfermedad?**

—B. G.: (se ríe abiertamente por primera vez en la entrevista) Me bebí un sorbo de gasolina.

—**M. M.: ¿Qué dices? ¿Es verdad?**

—J. L.: Sí, se lo dieron. Le dijeron que debía hacer eso.

—**M. M.: ¿No te pusiste peor?**

—B. G.: No; me curé.

—**M. M.: Pero, ¿no se usaba entonces la quinina para la malaria?**

—B. G.: ¡Entonces no había nada de nada!

El clima de Ecuador

—**M. M.: ¿Cómo es el clima en la provincia de Los Ríos de Ecuador?**

—J. L.: Es un clima tropical. En el invierno hace mucho calor y llueve torrencialmente. En el verano hace menos calor y no cae una gota.

Solo hay dos estaciones, la seca y la lluviosa.

—B. G.: (se ríe de nuevo) O calor, o más calor aún.

—**M. M.: ¿Qué contraste para un vasco del Puerto de Urkiola!**

—B. G.: Allí teníamos que viajar mucho, por los pueblos y las haciendas y —se encoge de hombros— me acostumbré.

Bittor innovador

—J. L.: A Bittor le hicieron obispo tras la muerte de su superior en Los Ríos, Máximo Guisasola, en un accidente de coche. Sus compañeros le eligieron a él como Superior. Al cabo de unos años le hicieron obispo y fue al Concilio Vaticano II.

—**M. M.: ¿Qué hiciste en el Vaticano II?**

—B. G.: Estuve al final del Concilio. Fallecido ya Juan XXIII, con Pablo VI, el Papa Montini.

—B. G.: Bittor volvió a batirse, esta vez con el Vaticano.

—**M. M.: Se nota aún que has sido muy guerrero.**

—B. G.: Es que soy de Amaitermin.

—J. L.: Las aportaciones de Bittor fueron dos, muy importantes. La primera; su experiencia en las Misiones Diocesanas en Ecuador. Invitó a los obispos a ser misioneros y a que sus diócesis se convirtieran en misioneras. La segunda; la creación de los Consejos de presbiterio. Hasta entonces los obispos tomaban las decisiones por sí mismos. A propuesta de Bittor se crearon estos Consejos, uno compuesto solo por sacerdotes y otro mixto, sacerdotes y seglares. Los seglares entraban así en el gobierno de la Iglesia.

—**M. M.: Estoy asombrada. Nuestro Bittor era un innovador, además de combativo. ¡Enfrentarse a la Curia Vaticana!**

—B. G.: (vuelve a reírse) Sí, sí —dice— y mira hacia el cielo agitando la mano izquierda.

1976: Bittor detenido en Ecuador

Se convoca la Conferencia Episcopal en Riobamba (Ecuador) y Bittor es invitado por Monseñor Proaño. Reciente el golpe de estado en Argentina y en Chile. Ambiente turbulento en Sudamérica. Atmósfera revisionista en la Iglesia Sudamericana en relación a la Teología de la Liberación.

El Vaticano envió un visitador apostólico a Mñr. Proaño, para fiscalizarle. Bittor, inquieto, acude con otro sacerdote vasco y otro más como “guardaespaldas”. Los 17 obispos fueron detenidos y llevados a Quito. Soldados con armas cortas y perros les esperaban. El Nuncio de su Santidad les dice que no están detenidos, sino “invitados” a dialogar con el gobierno. Bittor era extranjero.

—No se le va a expulsar si firma este documento diciendo que ha venido engañado a la reunión y que se han tratado en ella temas subversivos —le indicó el General Jefe de la Policía, extendiéndole unas hojas de papel con textos considerados subversivos—.

—No firmaré —respondió Bittor—.

Por la tarde se presentó el Embajador de los Estados Unidos para dar la buena nueva de que estaban en libertad. Luego vino el Nuncio que, mirando a Bittor, dijo que los curas vascos dejaran de hacer cooperativas y de meterse en asuntos de tierras.

Afuera, Bittor señaló al cura-guardaespaldas.

—¡Vaya guardaespaldas!

1982: Bittor vuelve a casa

—**M. M.: Bittor, tú eras partidario de la salvación a través de la liberación. Decías que eran sinónimos. Presentaste tu renuncia, ¿a quién?**

—B. G.: Al Papa, como debía hacer.

—**M. M.: ¿A Juan Pablo II, el Papa Wojtyla?**

—B. G.: Sí.

—**M. M.: ¿Y te la aceptó?**

Bittor me mira de frente, triste, sin palabras. Lo entiendo todo.

—**M. M.: ¿Qué te parece el Papa actual, Francisco?**

—B. G.: Debe cuidarse mucho.

De obispo a observador de meteorología: el servicio al prójimo

Cuando regresó de la dura realidad de Ecuador, donde se había encarnado completamente, pasó meses enteros sintiendo de nuevo su tierra, sin hablar. Percibía los olores, sentía la lluvia, la nieve, el viento, escuchaba el crujir de los árboles mochados que rodean el Santuario de Urkiola. Tocaba las rudas piedras del Santuario. Se aficionó a coger *perretxikos* (setas). Por esta afición llegó a escaparse de la casa donde vive con otros sacerdotes retirados. Es la única ilusión que mantiene, junto con la de ir al pluviómetro a ver cuánto llovió el día anterior.

En 1982, según cuenta Joseba, pidió al Obispo de Bilbao (Larrea) que le asignara un lugar para hacer de cura rural. Larrea no podía hacerlo, porque era Obispo. Este cargo le pesó toda su vida:

—B. G.: Prefiero la *txapela* a la mitra.

—**M. M.: ¿Y cómo llegaste a tomar los datos de la estación meteorológica?**

—B. G.: Yo seguí el mandato de Jesús; “servir a los demás”. Hice de todo por solidaridad.

—J. L.: Eso es verdad. Él, que era obispo, a su vuelta de Ecuador trabajó de pastor para su familia, a nosotros nos preparaba el desayuno y los hábitos para decir misa, se ocupó del



Bittor con sus padres en su caserío (1943)

depósito de aguas municipal (echaba el cloro) y llegó Iberduero en 1985 a proponernos, a cambio de una pequeña remuneración, que tomáramos los datos de una estación meteorológica. Bittor, que era el más madrugador, se prestó encantado. La Comunidad necesitaba el dinero, porque habíamos reformado el Santuario.

—B. G.: ¡Bueno! No tanto por eso, sino para saber cuándo iban a brotar los *perretxikos*. ¡Ja, ja!

Las setas y la media del agua de lluvia son las obsesiones que ha conservado.

Desde 1985 hasta 2009 tomó los datos de la estación meteorológica manual. El INM relevó a Iberduero en 1995. Al fallarle las fuerzas a Bittor en 2009 se automatizó la estación. No obstante, sigue tomando los datos de lluvia cuando cae mucha agua. La curiosidad le gana.

Las setas, le pueden. La medida de la lluvia no la descuida. Va a ver su pluviómetro con la *makila* y alguno más que le ayude a caminar.

Él, que padeció las tremendas heladas de la Batalla de Teruel y el calor tropical, ¿cómo se iba a arrugar por las frecuentes nevadas y las suradas de su Urkiola natal? Ha realizado su labor de observador de Meteorología como hizo todas las demás, con una entrega total a los demás.

El legado de Bittor no ha terminado aún. Ha pasado por la vida sin hacer ruido, pero ha dejado huella. Cuando pedí la cita de la entrevista me advirtieron los curas que llevara el material de la estación manual.

Sorpresa y final feliz

Al terminar la entrevista, me recuerda Bittor el pasaje de la buena samaritana del Evangelio.

Se lo agradezco y le digo que me ha quedado claro que pelear da vida. Le digo que es un ejemplo para todos.

Entra Félix, el nuevo encargado de la casa-residencia, para decirme que en homenaje a Bittor él y su mujer se van a ocupar de tomar las medidas de la estación manual, tal y como hacía él, aunque haga falta ¡durante 200 años más!

Se reactiva la estación climatológica 1069E-Urkiola Santuario, en la divisoria de aguas de la vertiente cantábrica y mediterránea del País Vasco. Resultado no esperado de la entrevista.

Salgo del Santuario y veo ante mí, cerca del caserío natal de Bittor, el Amboto, la montaña mágica en la que mora Mari (deidad vasca que reparte tormentas, lluvias y sequías a su antojo) y le pregunto:

—¡Tú! ¿Tienes algo que ver con toda esta historia?

METEOROLOGÍA FORENSE: SIGUIENDO LOS PASOS DE UN TORNADO

Delia Gutiérrez y Juan de Dios Soriano 
Equipo de seguimiento de tornados de la
Delegación Territorial de AEMET en Andalucía

(publicado en el blog de AEMET
el 7 de diciembre de 2016)

Los tornados son fenómenos meteorológicos de los que en nuestro sistema SINOBAS hemos denominado “singulares”, es decir, se trata de fenómenos poco frecuentes, de escala muy reducida (del orden de decenas de metros) en comparación con la resolución de nuestros sistemas de observación, pero de intensidad significativa, y que puede tener un alto impacto social.

*Por tanto, el tornado es un fenómeno que tiene mucho interés, pero **escapa a nuestra capacidad de detección**. Por ejemplo, puede dar lugar a vientos muy intensos a lo largo de su recorrido pero, salvo que pasase por una estación meteorológica, nuestros registros en las estaciones vecinas no tendrán nada que ver con los valores del viento alcanzados a su paso. En cuanto a la señal en nuestros radares, en el mejor de los casos, si el radar no está muy lejos, y no hay obstáculos geográficos, meteorológicos, o de otro tipo, que limiten la señal, podemos encontrar indicios de rotación en una nube, pero no del tornado en sí.*

Nos proponemos con esta entrada ilustrar, con la descripción de un caso, el proceso que va desde que recibimos la noticia de un posible tornado en nuestra área de responsabilidad hasta que terminamos el informe al respecto.

Siguiendo los pasos de un tornado

A priori, podemos tener identificadas las áreas donde las condiciones atmosféricas son favorables, y vigilar su desarrollo. Sin embargo, **nuestros sistemas de vigilancia no nos permiten saber con certeza dónde y cuándo ha ocurrido un tornado**. Por esta razón, nos mantenemos muy atentos a las noticias de la posible ocurrencia de dicho fenómeno y, en la medida de nuestras posibilidades, tratamos de verificarlas a posteriori, no solo por el interés científico de una base de datos que nos permita avanzar en nuestra [climatología de tornados](#) y en el estudio de las características y condiciones favorables en nuestro país,

sino también por la condición de AEMET como autoridad meteorológica, responsable de emitir informes y certificaciones que son susceptibles, por ejemplo, de generar el pago de indemnizaciones por parte de entidades aseguradoras.

Para poder realizar dicha verificación es necesario hacer una **visita de campo** lo antes posible. Serán los datos obtenidos sobre el terreno, junto con el análisis de las condiciones meteorológicas reinantes, los que permitan determinar si pudo ocurrir un fenómeno local de viento muy fuerte, y de qué tipo, puesto que, además de los tornados, existen [otros fenómenos](#) como reventones, frentes de racha, etc. capaces de producir daños por viento que, por su escala, no dejen registros destacables en estaciones meteorológicas cercanas. Es muy importante también, tanto por el interés científico como para las certificaciones, determinar del modo más exacto posible la extensión del área afectada.

La noticia

Actualmente, son muchos los ciudadanos que, a la vista de un fenómeno meteorológico impactante, hacen una fotografía y la dan a conocer. Nuestras redes sociales y nuestro sistema SINOBAS pretenden, entre otras cosas, ser una vía por la que los ciudadanos nos puedan hacer llegar este tipo de noticias.



El pasado sábado 5 de noviembre, al paso de una banda tormentosa con precipitaciones intensas, varios vecinos de Arcos de la Frontera, Cádiz, avistaron a distancia una tuba colgando de la nube, y algunos de ellos pudieron fotografiarla y tomar vídeos. La noticia llegó a nosotros muy rápidamente, gracias a la participación de un colaborador muy activo en las redes, *La Línea Meteo*, que no solo tuiteó abundante y completa información del suceso desde el primer momento, sino que también reportó rápidamente el evento en nuestro sistema SINOBAS.



Preparando la visita

De este modo, el lunes por la mañana en la delegación de AEMET en Sevilla pusimos en acción al grupo de **seguimiento de tornados**. Es importante, antes de salir a realizar una inspección sobre el terreno o *visita de campo*, recopilar todos los datos disponibles. Nuestro colaborador ya había aportado mucha información de utilidad, en el reporte y en su propio [blog](#), pero indagamos en el Ayuntamiento de Arcos, vía telefónica, para conocer posibles datos de afectados. En esta ocasión, no había noticias de daños, lo que nos confirmaba la sospecha de que el tornado no habría afectado a ninguna zona urbana. Sin embargo, la policía municipal amablemente nos facilitó la información que conocía, que coincidía con nuestros datos previos, e incluso nos hizo llegar posteriormente fotos y vídeos del suceso.

Estudiada la información disponible, particularmente las referencias geográficas que nos permitían identificar la zona a explorar, y pertrechados con nuestras **notas, calzado cómodo** y teléfonos (¡que es como decir **cámara de fotos, mapa, brújula y cinta métrica!**), emprendimos el viaje esa misma mañana. Siempre es deseable realizar la visita cuanto antes, para que el rastro de daños no haya sido alterado y los testimonios estén aún frescos.

Buscando señales

Cuando llegamos a Jédula, pedanía de Arcos de la Frontera donde iniciamos la exploración, no estábamos seguros de si llegaríamos a encontrar algo, bien porque la tuba no hubiera llegado al suelo, bien porque hubiera pasado sobre tierra de labor donde difícilmente habría dejado rastro. Tomamos la carretera antigua que va de Jédula a Arcos casi paralela a la autovía, conduciendo lentamente a la búsqueda de cualquier indicio, pero el paisaje de tierras de cultivo sin apenas vegetación no ayudaba mucho. Fuimos parando en las fincas y establecimientos a nuestro paso, entrevistando a los pocos vecinos que en una zona tan despoblada podíamos encontrar. Sin embargo, es de agradecer el trato amable y la disposición a colaborar que, como en otras ocasiones, obtuvimos en las cinco fincas y la gasolinera que visitamos. Cualquier información es relevante para nuestro estudio, tanto saber por dónde **no** ha pasado, como hacia **dónde** lo han visto, como qué **hora** era, si oyeron algún **ruido** particular, si **llovía** o había **tormenta**... En este caso, las informaciones nos dirigieron a un olivar que se extiende sobre una loma que queda muy cerca de Arcos, en dirección hacia Jédula. Esto concordaba con los datos anteriores y con la posición de las señales más activas que había registrado nuestro radar.

Accedimos al interior de la finca, donde pudimos localizar al guarda, que nos confirmó el suceso, del que había sido testigo directo. Nos indicó la zona por donde vio llegar y salir el tornado, y nos autorizó para explorarla, cosa que él no había hecho todavía, ocupado en otras tareas como estaba.

En el pluviómetro ubicado en mitad del olivar recogieron 49 mm en 40 minutos, según el guarda. El tornado pasó sobre las 11:20 h, nos contaba, llegó del SW y, tras pasar por un eucaliptal, lo vio alejarse a la vez que le parecía que se iba disipando.



Siguiendo el rastro

Los eucaliptos que nos señaló el guarda se encontraban en un estado muy irregular. Muchos estaban tronchados y derribados, pero parecían secos y viejos, mientras que otros no mostraban daños.

Desde el eucaliptal hacia el SW se extendía el olivar. Frente a nosotros, los olivos parecían intactos, ¿o no? Pronto encontramos el primer olivo arrancado, y compartimos la noticia con nuestros seguidores de [@AEMET SINOBAS](#).



AEMet SINOBAS
@AEMET_SINOBAS

Siguiendo el rastro de los daños del #tornado de Arcos.



RETWEETS 12
ME GUSTA 16



12:46 - 7 nov. 2016



Uno de los troncos del olivo había sido arrancado desde su base y desplazado unos 7 metros, rompiendo una rama del olivo vecino por el impacto.

Desde allí, rumbo SW, fuimos siguiendo un rastro de hasta siete olivos dañados, seis de ellos arrancados desde la base, y dos de estos desplazados.



Olivo arrancado desde la base y desplazado 10 m. El tronco tenía más de un palmo de diámetro.



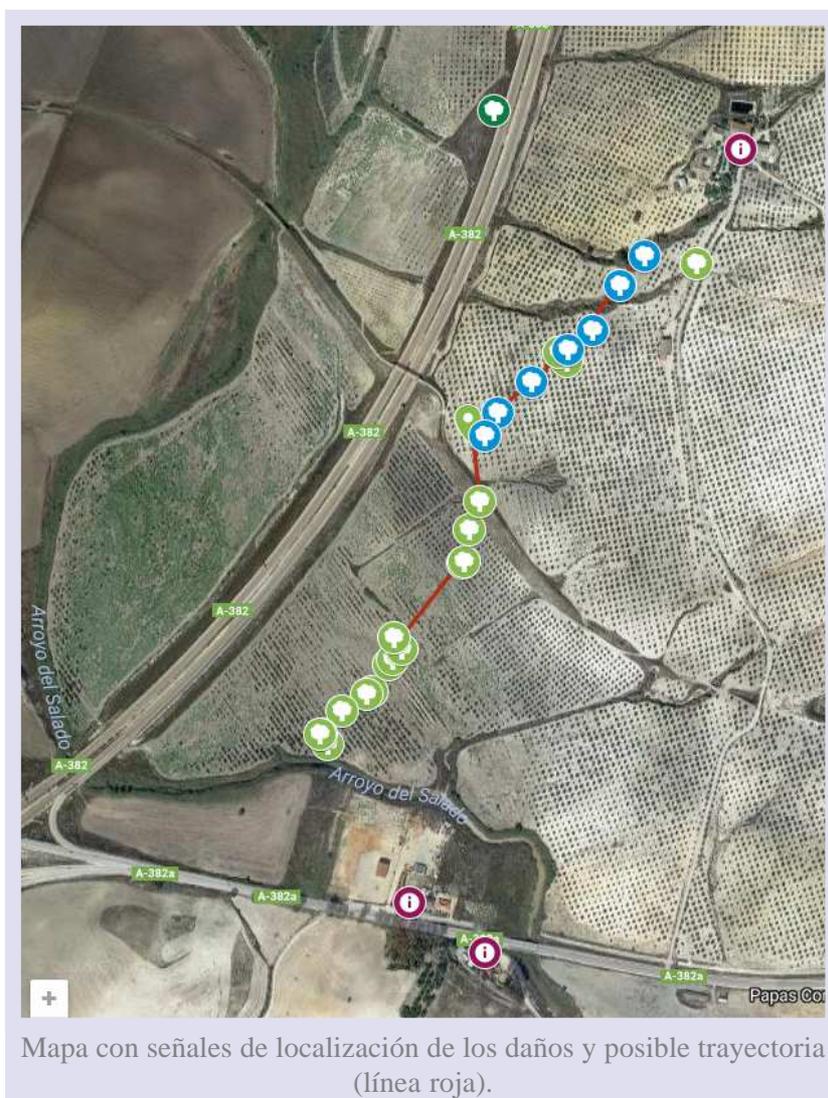
Uno de los olivos estaba tronchado y no arrancado. En la escala Fujita, es un nivel superior de daños. Se necesita un viento más intenso para tronchar un tronco sano que para tumbarlo.

Tuvimos que abandonar la exploración de esta finca, ya con mucho barro en los zapatos, al llegar a un arroyo que no estaba transitable. Indagamos de nuevo en la zona, vecina al olivar, por donde entró el tornado, pero, bien porque aún no tocara el suelo, bien porque lo hiciera sobre tierra de cultivo sin vegetación, no había indicios, ni más testimonios de su paso.

Aún prolongamos la visita en la dirección de salida de la trayectoria, por si a la salida del olivar aún hubiera algún rastro o testimonio, inspeccionando el paisaje desde la autovía que bordea la loma y tomando luego la carretera que sube hacia Arcos, donde también entrevistamos a una vecina; sin embargo, no tenemos constancia de que haya provocado más daños, lo que encaja con el testimonio del guarda de que se fue disipando desde su salida del eucaliptal.

De vuelta a la oficina

Después de la inspección *in situ*, nuestra tarea consiste en ordenar la información, localizándola en el **mapa** y preparando el [informe de la visita de campo](#).



Mapa con señales de localización de los daños y posible trayectoria (línea roja).

Los daños identificados en nuestra visita (*círculos azules*) abarcaban una extensión lineal de unos 400 metros. No obstante, dos días más tarde, una perito colaboradora del Consorcio de Compensación de Seguros (entidad con la que AEMET colabora en estos casos) llevó a cabo otra visita y pudo acceder al otro lado del arroyo, donde identificó 14 olivos más con daños similares (*círculos verdes*), algunos de ellos desplazados más de 20 m. Con estos nuevos datos, el recorrido total podría ser de al menos 1000 metros (como se ve en el mapa, la zona colindante a la finca, en la dirección en la que entró el tornado, es tierra de labor sin vegetación, por lo que no se puede valorar si previamente ya tocaba suelo).

La naturaleza de los daños que habíamos observado estaría entre el límite superior del nivel EF0 y el inferior del nivel EF1 de la [escala de Fujita mejorada \(EF\)](#).

Por lo débil que parecía el enraizamiento de los árboles arrancados, lo empapado que estaba el terreno, y lo irregular de los daños causados (árboles dispersos entre muchos intactos), nos inclinamos primero a estimar que se trató de un tornado de intensidad EF0 pero, finalmente, una vez identificada la trayectoria de al menos 1 km y mayores distancias de arrastre de los olivos arrancados, actualizamos las conclusiones aumentándolo a **categoría EF1**.

Posteriormente, el análisis de la situación meteorológica nos permite preparar un [informe preliminar](#) que queda archivado en AEMET, para un mejor conocimiento de las situaciones que dan lugar a estos fenómenos, y también para agilizar la atención a los usuarios que puedan solicitar un informe sobre el evento.

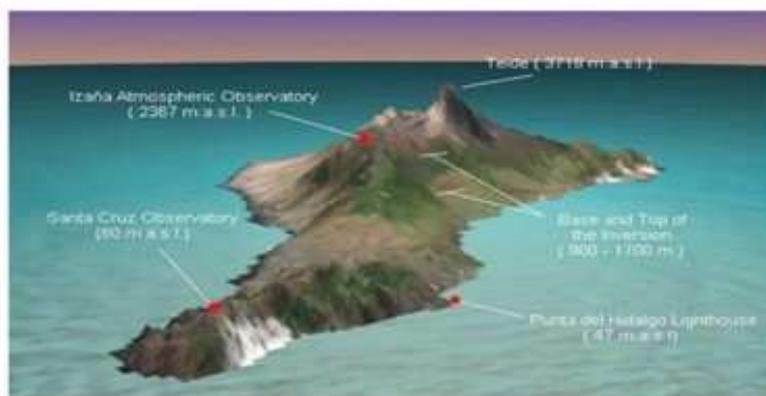
Por otra parte, la visita de campo nos ha permitido **validar y completar** el [reporte](#) en SINOBAS. No podemos dejar de **agradecer** a nuestro amigo *La Línea Meteo* la rápida y completa información que nos facilitó y, en su figura, a la de todos los entusiastas del tiempo que desinteresada y apasionadamente nos ayudan a vigilar los fenómenos, a veces violentos, pero siempre cautivadores, que la atmósfera nos ofrece.

1 DE ENERO DE 2016: I CENTENARIO DEL OBSERVATORIO ATMOSFÉRICO DE IZAÑA (TENERIFE)

Fernando de Ory Ajamil
Observatorio Atmosférico de Izaña
AEMET



(publicado en el blog de AEMET el 13 de diciembre de 2016)



Las islas Canarias fueron colonizadas a lo largo del siglo XIV y XV, y ya en el año 1492 se constituyeron como un enclave estratégico en la ruta marítima hacia las Indias. Tenerife, la isla más grande del archipiélago canario, es un territorio de enorme interés científico desde hace siglos y, más particularmente, desde que Alexander von Humboldt la visitara y realizara en ella diversas experiencias científicas en junio de 1799. Su singular emplazamiento geográfico y sus elevadas cumbres la configuraron como un lugar idóneo para las observaciones meteorológicas y astronómicas, destacando por ello en la historia universal de ambas disciplinas científicas.

En los primeros años del siglo XX, la comunidad científica europea mostró un decidido interés para establecer un observatorio permanente en las cumbres de la isla. Pero el

origen y la creación del observatorio de Izaña estuvo envuelto en arduas y en ocasiones tensas negociaciones en un período histórico convulso, como fue el anterior a la primera guerra mundial, y marcó importantes hitos en diferentes sentidos.

Un observatorio de esta naturaleza en las cumbres de Tenerife, a medio camino entre Alemania y sus colonias en África, se reveló como un enclave estratégico para el desarrollo y apoyo de la industria aeronáutica y naval germana, así como un lugar inmejorable para el establecimiento de las telecomunicaciones radiotelegráficas, por aquel entonces en sus inicios.

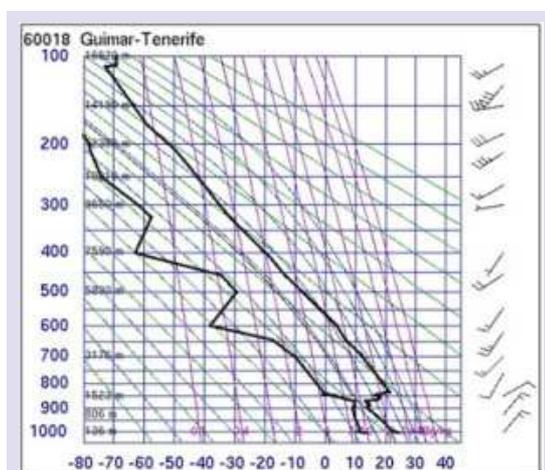
Primeras observaciones meteorológicas

Una genuina y muy interesante descripción en relación con la comprensión de la circulación general de la atmósfera, nos ha llegado de la mano de **Leonardo Torriani**. Este ingeniero cremonés al servicio de Felipe II, intuyó en el año **1592** la inversión de temperatura en las cumbres de la isla: *«el aire es tan seco que yo considero, por mi propia experiencia, que un hombre no podría permanecer allí más de 24 horas. Los vientos allá soplan fuertes... por lo que supongo que esta debe ser la parte más alta de la primera región del aire»*.

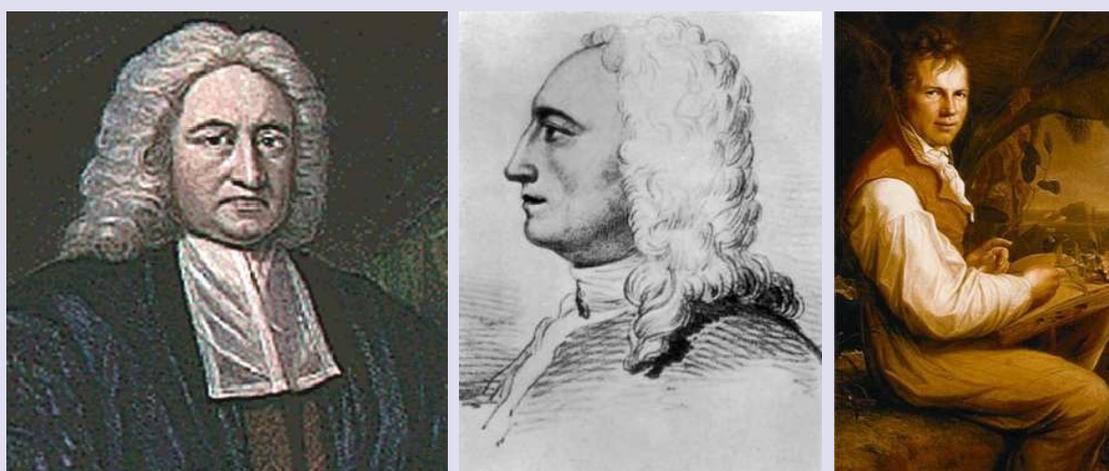
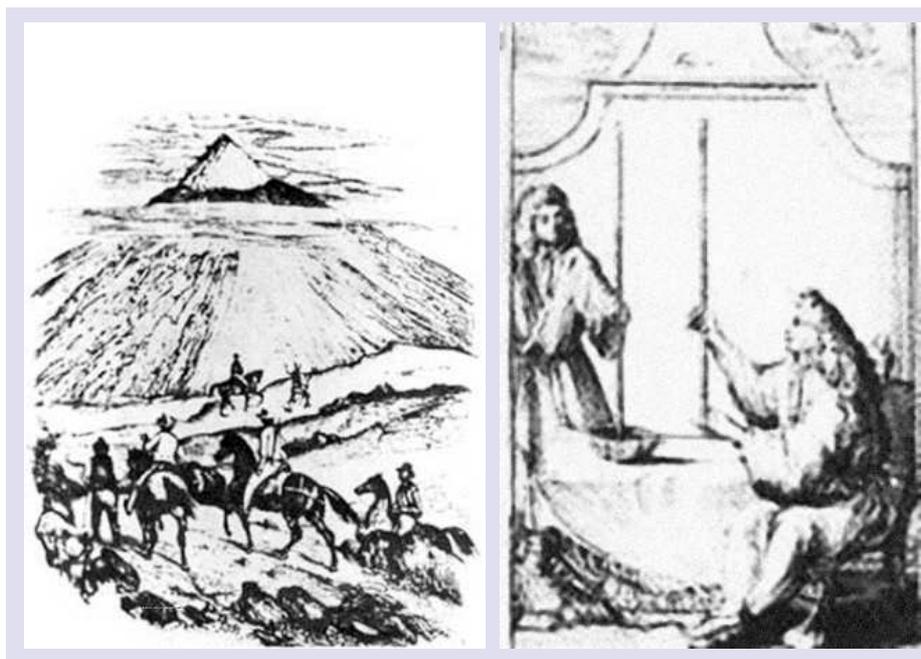
El antecedente científico más antiguo del que poseemos conocimiento data del año **1645**. Entonces la Royal Society of London requirió un permiso al embajador de España en Gran Bretaña, para que dos miembros de aquella sociedad se desplazaran a las cumbres de la isla para *«medir el peso del aire y la elevación de la atmósfera»*.

Recuérdese que solo dos años antes, **Evangelista Torricelli** realizaba las primeras medidas con el barómetro de su invención.

El régimen de los vientos alisios del NE, bien conocido por los navegantes españoles y portugueses desde el siglo XIV, fue **descrito con detalle en 1686** por el **astrónomo británico Edmund Halley**, quien publicó la “Primera Carta de Vientos”. En ella, **Halley desarrolló el primer modelo de circulación de la atmósfera entre el ecuador y los trópicos**, para el cual fueron determinantes las observaciones de viento del SW durante el verano en las cumbres de Tenerife. Este drástico cambio de dirección desde la costa de Tenerife a su cumbre, llamó ya poderosamente la atención de los científicos de la época.



Radiosondeo atmosférico convencional en la isla de Tenerife. La inversión de los vientos alisios se encuentra normalmente en una capa entre 800 y 1600 m. Esta inversión determina la altitud del “mar de nubes”. Por encima, la dirección del viento rola de NE a NW, y a mayor altura a SW, siendo mucho más seco que en las capas más bajas.



De izquierda a derecha, Edmund Halley, George Hadley y Alexander von Humboldt.

En **1735 George Hadley**, un curioso abogado británico aficionado a la Meteorología, teniendo en cuenta la latitud subtropical de la isla de Tenerife explicaba la dinámica de la atmósfera según la componente vertical, considerando además la rotación terrestre, para acabar estableciendo lo que se ha denominado la “Célula de Hadley”, como un factor determinante en la circulación general de la atmósfera.

El 21 de junio de 1799 Alexander von Humboldt ascendía al Teide tomando medidas de la temperatura del aire y la presión atmosférica, además de otras observaciones acerca de la flora y la vegetación isleña. Él fue el primero en determinar la altitud del mar de nubes —en verano sobre 1150 m— y sus principales causas: la humedad de los vientos alisios del NE y el efecto orográfico de la isla. Sin embargo, dado que no realizó una serie de medidas intermedias, no pudo constatar la inversión del alisio.

Charles Darwin arribó a Tenerife con la expedición del “*Beagle*” el 6 de enero de **1832**. Pero no le fue posible desembarcar debido al aviso de que el barco era portador de una epidemia de cólera originada en Inglaterra. No obstante, Darwin aprovechó la ocasión y **dató la recogida y medida del diámetro de partículas de polvo en suspensión, destacando con ello la importancia del viento procedente del Sáhara en la climatología de las islas.**

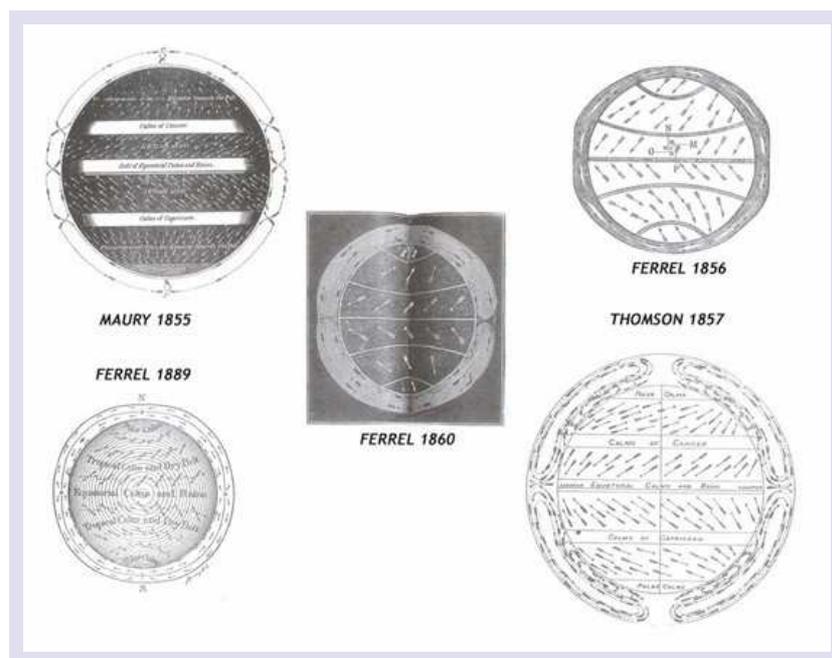
El primer trabajo sobre el clima de las islas Canarias fue escrito en 1823 por el geólogo alemán Leopold von Buch. En su libro sistematizó las observaciones del viento alisio en Canarias y en el pico del Teide, realizadas desde Halley. Expuso la idea de que el contralisio descendía al nivel del suelo cerca de los trópicos para desplazarse posteriormente a los polos, aunque sin explicar los mecanismos de la circulación atmosférica ni tampoco de dónde provenía el aire que alimentaba el alisio.

En 1847 los científicos franceses Arago y Desperrey realizaron un proyecto para el establecimiento de un observatorio en Tenerife con el apoyo del naturalista Sabin Berthelot, entonces cónsul de Francia en la isla. El interés del proyecto, al decir de las palabras de Berthelot, radicaba «*en su posición cercana al trópico, en la altura de sus montañas y en la pureza del aire para la realización de excelentes observaciones*».

Durante dos meses del verano de 1850 el astrónomo escocés Charles Piazzi Smith residió en un refugio de montaña llamado Altavista (3252 metros), cercano al cráter del Teide. Fue el primer investigador que llegó a establecerse de forma permanente en el pico, haciendo **las primeras observaciones meteorológicas y astronómicas sistemáticas.** **Descubrió** gracias a las observaciones realizadas durante dos días de rápido ascenso y descenso, **la inversión de la temperatura producida en la atmósfera sobre la capa húmeda del alisio.** Proporcionó además, algunos datos fundamentales sobre el viento y el clima de la cumbre:

Altitud (metros)	COSTA	460	960	1450	1890	2070	2410	2790	3060
25 de agosto de 1856									
Temperatura (°C)	22,8	23,5	29,2	23,5	22,5	22,5	18,8	18,7	17,0
Humedad relativa (%)	71	66	55	35	–	27	–	34	37
Dirección del viento	NE	NE	N	N	N	CAL	SW	W	SE
30 de agosto de 1856									
Temperatura (°C)	25,0	23,5	23,4	23,3	20,6	16,7	18,3	11,5	8,5
Humedad relativa (%)	80	83	80	51	–	46	–	64	78
Dirección del viento	–	–	–	NW	N	N	S	SW	SW

El norteamericano **William Ferrel** publicó en 1856 su modelo de circulación general de la atmósfera, casi parafraseando a otros científicos anteriores a él. Ferrel expuso en su primera teoría del año 1856 una explicación de los vientos del SW y NE en el pico del Teide, para reafirmar su modelo sobre la circulación general de la atmósfera, según la latitud, los máximos de presión y el desplazamiento de los vientos alisios según las estaciones. Años más tarde, en 1889 Ferrel, que como Hadley prestó su apellido a otra “célula”, simplificó su teoría sobre la circulación atmosférica tras la aportación hecha anteriormente sobre dicho objeto de estudio por Thomson.



Carl von Fristch, vicedirector del Instituto Meteorológico y Geodinámico Central de Viena (ZAMG), pasó un prolongado período durante **1864** estudiando y anotando el régimen de los vientos alisios y contralisios en la isla. Años más tarde **Julius von Hann**, director del ZAMG, publicó también diferentes estudios basados en las observaciones de Tenerife.

Una novedosa e importante serie de **medidas de ozono troposférico** fue llevada a cabo en la ciudad de Santa Cruz de Tenerife durante el invierno de los años **1862-1863** —con seguridad la primera de España—, con el propósito de analizar y paliar las causas y los efectos de un brote de fiebre amarilla.

Años después, en **1884**, **setenta y cinco observaciones de nubes** realizadas por el profesor sueco **H. Öhrwall** y por el alférez **Gustav Hultcrantz**, fueron recogidas por el meteorólogo austríaco Julius von Hann. A través de aquellas observaciones podían interpretar el régimen y la dirección de los vientos en la capa superior de la troposfera de las islas Canarias.

En **1888** **Ralph Abercromby** publicaba un interesante artículo titulado «*Observaciones eléctricas y meteorológicas en el Pico de Tenerife*». Había estado en la isla en 1887 y ascendido igualmente al Teide. Algunos años más tarde, los **meteorólogos Teisserenc de Bort y Hildebrandson** publicaron el Atlas Internacional de Nubes, para el cual dispusieron de algunas fotografías tomadas en Tenerife.

Basado en el estudio «*Acerca del límite ultravioleta del espectro solar; a partir de los clichés obtenidos por el Dr. Simony en el pico de Tenerife*», el francés **A. Cornu** publicó en el año 1890 los primeros resultados sobre la radiación ultravioleta medida hasta entonces.



El célebre sueco **Knut Angström** —de quien se tomó su apellido para dar nombre a la unidad de radiación— publicó en Upsala en 1895 los resultados de dos veranos de trabajo en el Teide. Angström publicó sus trabajos bajo el título «*La intensidad de la radiación solar a diferentes altitudes hechas en Tenerife en los años 1895 y 1896*». Angström y su colaborador O. Edelstamm hicieron una serie de medidas comparativas en la proximidad del pico del Teide (3692 m), en el lugar de observación conocido por Altavista (3252 m), en un lugar de Las Cañadas del Teide (2125 m) y en otro de la costa sur de Güímar (360 m). Además de estos resultados, en el informe anual del observatorio suizo de Sonnblick del año 1903 se encuentra una comparación de las intensidades de la radiación observadas entre el pico del Teide y los valores del observatorio suizo medidos por F. M. Exner.

Primeras solicitudes para el establecimiento de un observatorio en el Teide

Este anhelo fue citado por primera vez por el **marqués de Saint Aubin (1688-1746)**, quien en su «*Traité de l'opinion*» planteaba «*establecer algunos astrónomos en un Observatorio, plantado sobre la cumbre de este monte [y así] tal vez todas las distancias de los planetas y de las [estrellas] fijas, todas las magnitudes de los globos, toda la forma del universo y la colocación entera de los cielos recibirían una mutación portentosa, por medio de las nuevas observaciones*».

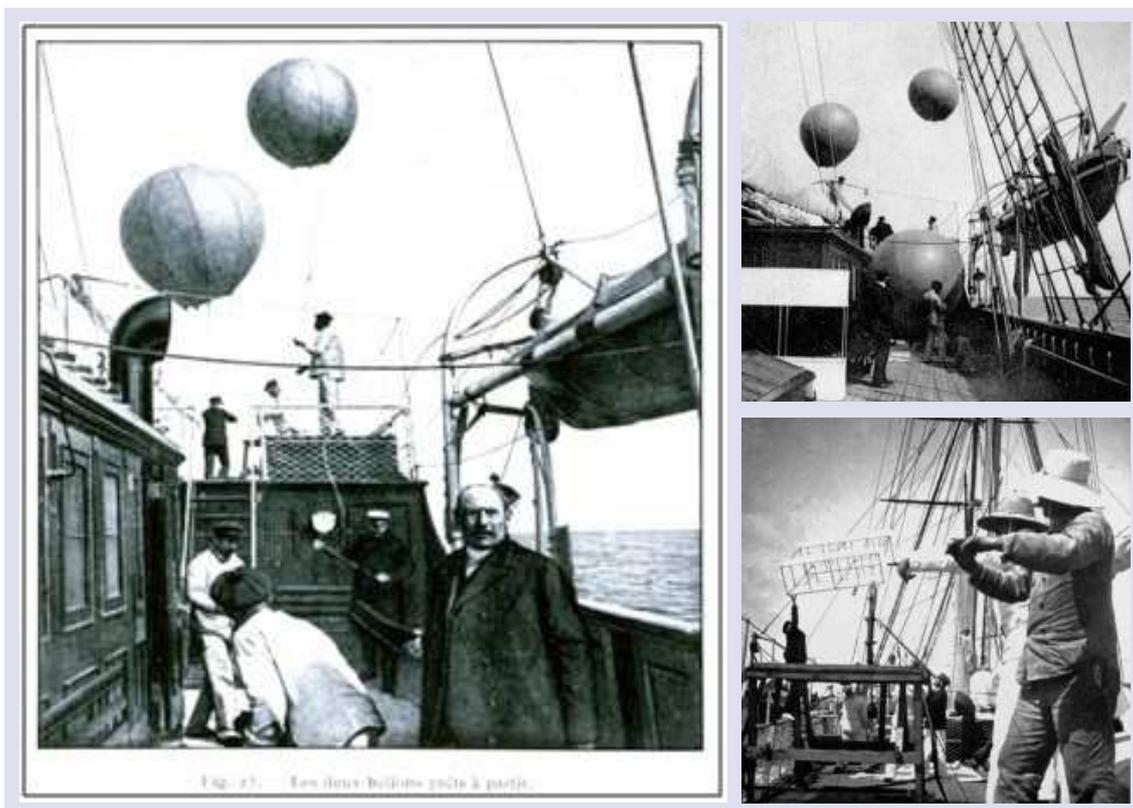
Igualmente en su conocida «*Descripción de las Islas Canarias*», el médico **George Glas** exponía en el año 1764 la necesidad y utilidad que reportaría un observatorio de montaña en Tenerife, pues «*no hay lugar en el mundo más apropiado para un Observatorio que La Estancia [se refiere al lugar llamado La Estancia de los Ingleses]; si se construyera allí una casa caliente y cómoda, o para instalar astrónomos cuando dura el buen tiempo, o sea todo julio, agosto y septiembre, podrían hacer sus observaciones, tomar nota acerca del viento y del tiempo por encima de las nubes, y observar su naturaleza y propiedades*».

Con idéntico parecer a la opinión de Glas se refiere un comentario del ilustrado naturalista canario Joseph Viera y Clavijo, escrito en 1776, al decir que «*el destino del Teide ha sido en todos los tiempos el de ser considerado como el sitio del mundo más a propósito para las observaciones del cielo y de la atmósfera*».

Las primeras observaciones aerológicas en Tenerife

Los nuevos métodos para la observación de la alta troposfera mediante **globos cautivos y cometas** aerológicas fueron **desarrollados a finales del siglo XIX**, y muy pronto varias campañas científicas llegaron a las aguas y la isla de Tenerife, atraídas por su emplazamiento y orografía. El primero y más destacado de aquellos científicos fue **el profesor Hugo Hergesell**, director del Observatorio de Estrasburgo y de Lindenberg a partir de 1914, catedrático en las universidades de Estrasburgo y Berlín, presidente desde 1896 de la Comisión Internacional para la Aerostación Científica (CIAC) además de asesor científico del conde Ferdinand von Zeppelin.

En agosto de 1904 y abril y septiembre de 1905, Hergesell realizó sus primeras campañas de sondeos en aguas canarias a bordo del yate “*Princesse Alice*”, propiedad de su amigo y compañero de expediciones científicas el oceanógrafo y príncipe Alberto de Mónaco, bien poco conocido investigador que llegó a descubrir la corriente marina del Golfo o *Gulf Stream*.



Otros dos pioneros de las observaciones de la alta troposfera, **el francés Teisserenc de Bort** —conocido por bautizar como tal al “Anticiclón de Las Azores”— y **el norteamericano Lawrence Rotch**, visitaron Tenerife en 1905 lanzando 40 globos cautivos desde el pico del Teide durante los días 8, 9 y 10 de agosto. Hicieron también cierto número de observaciones y sondeos atmosféricos sobre el mar desde el buque “*Otaria*” en febrero de 1906. Su objetivo primordial era determinar la influencia orográfica del macizo del Teide en el régimen de la circulación de la atmósfera.

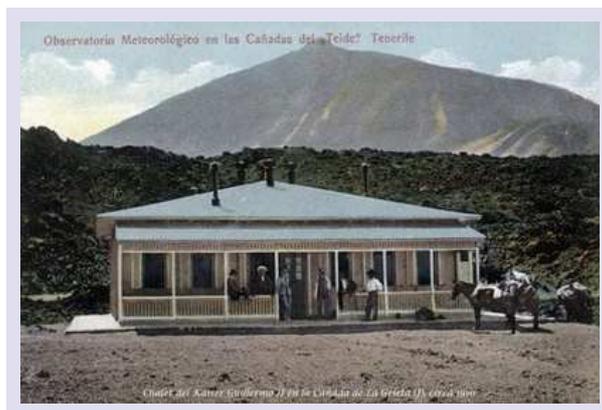
Los primeros sondeos simultáneos en Tenerife fueron llevados a cabo el 28 de julio de **1908**, siendo realizados por el **meteorólogo alemán Robert Wenger** en el **valle de La Orotava** mientras **Hugo Hergesell** los efectuaba en el mar desde el buque alemán “*Victoria Luisa*”.

El interés internacional por establecer un observatorio permanente en las cumbres del Teide creció enormemente durante aquellos años. Y así lo propuso **Teisserenc de Bort** a la Comisión Internacional de Aerostación Científica, reunida en Milán en 1906. El observatorio habría de formar parte de un ambicioso proyecto de una red de estaciones en el hemisferio norte. La delegación española, allí representada por el coronel de ingenieros Pedro Vives y Vich, recibió la propuesta de la CIAC y esta fue trasladada a sus autoridades, aunque fue recibida con muy poco interés.

El conflicto diplomático hispano-alemán en la Conferencia de Mónaco

Los sucesos transcurrieron rápidamente durante los primeros meses de 1909. En marzo de este año, dos construcciones portátiles iban a ser trasladadas a Las Cañadas del Teide, a una planicie situada a 2200 metros sobre el nivel del mar, con el auxilio de conocidas personalidades isleñas. Ellas intercedieron y arrendaron a título particular de Hergesell —y de un médico alemán llamado Gothald Pannwitz— al ayuntamiento de La Orotava 25 hectáreas de terrenos en un altiplano de Las Cañadas del Teide. Mientras tanto, en aquel mismo tiempo, el coronel Vives y Vich se hallaba de viaje oficial en Alemania, con el propósito de ponerse al día en cuanto se hacía en Europa sobre progresos aeronáuticos.

Estando Vives en Alemania Hergesell le informó acerca del establecimiento inmediato de un observatorio con «*medios provistos por la CIAC*», requiriendo al coronel el apoyo de las autoridades españolas. Pero lo cierto fue que ningún permiso ni noticia previa a todas estas iniciativas se habían dirigido al gobierno español, mientras el alemán ya había movilizado cuantiosos y muy costosos recursos materiales y humanos en torno al observatorio del Teide. Muy pocos días después se embarcaba en el puerto de Hamburgo todo el material con destino a Tenerife, encabezado por un chalé de madera donado por el Kaiser Guillermo II, uno de los dos que el mismo utilizaba durante los viajes de estado que realizaba en tren por el extenso imperio austro-alemán.



Estos acontecimientos fueron transmitidos rápidamente al gobierno español por medio de los canales diplomáticos, y las negociaciones con el gobierno alemán se condujeron en las siguientes semanas. A principios del mes de marzo de 1909 Hergesell viajó a Tenerife con todo el material oportuno, y tramitó de modo personal ante las autoridades locales los permisos para el establecimiento del observatorio en Las Cañadas del Teide.

Vives telegrafió a Hergesell el 20 marzo comunicándole que el gobierno español había decidido construir por sus propios medios un observatorio en Tenerife, y deseaba cooperar

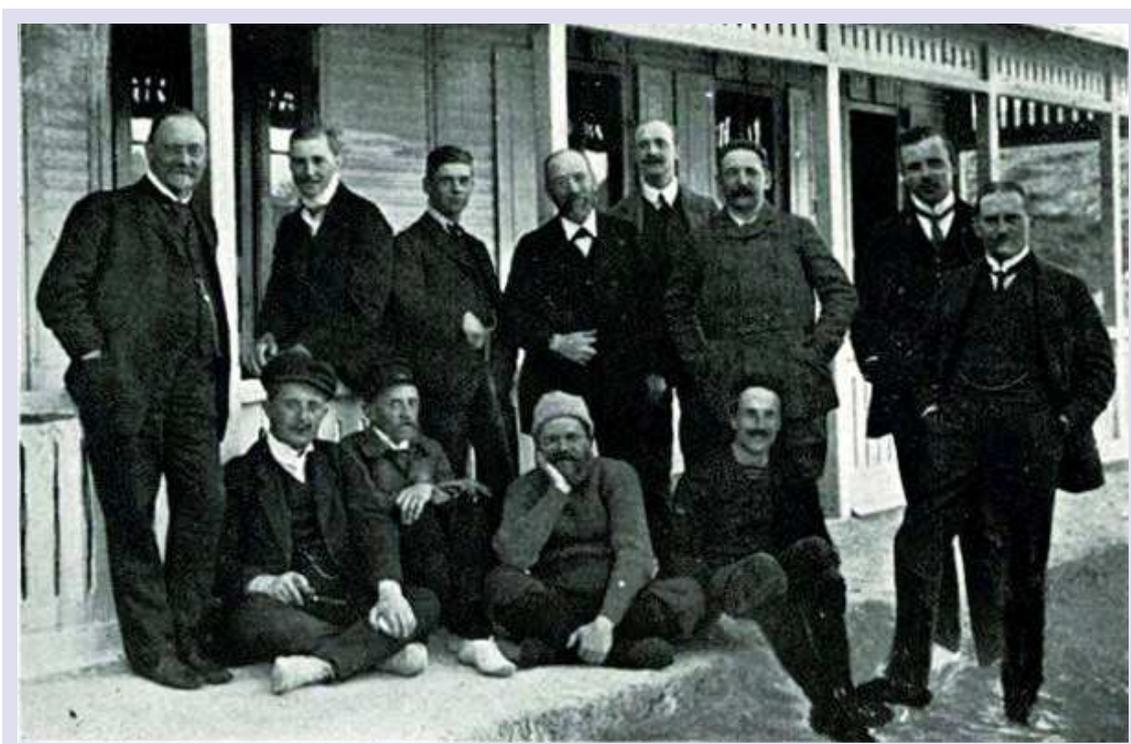
con la CIAC en los trabajos preliminares. Hergesell, entonces en Tenerife, preparaba su regreso pues sería el presidente de la próxima reunión de la CIAC que se celebraría en Mónaco a partir del 31 de marzo. Pero en lugar de viajar directamente a Mónaco, Hergesell celebró una reunión privada el 28 de marzo en Madrid con el coronel Vives y el ministro de Estado español.

El resultado de las negociaciones se comunicaría finalmente en la VI Conferencia de Mónaco. Hergesell anunciaría allí que se cedían de modo provisional al gobierno *español el uso de dos construcciones* «donadas por el emperador de Alemania». El coronel Vives, en calidad de delegado oficial de España, anunciaría que el gobierno español había decidido la construcción de un observatorio español permanente en las cumbres de Tenerife, complementándose con otro en el nivel del mar.

El curso de las negociaciones diplomáticas iniciadas por el gobierno español fue el único posible, toda vez que Hergesell arrendó los terrenos de Las Cañadas con arreglo a la legalidad municipal vigente, pero de modo particular y no ya como presidente de la CIAC. Aunque la cuestión fue discutida entre las más elevadas instancias políticas de ambos gobiernos —dos veces en consejos de ministros, una vez en sesión parlamentaria, otra en el consejo de estado—, y ocupó no pocos titulares en la prensa de la época, el resultado entre ambos gobiernos se anunció como el de una exclusiva cooperación científica internacional.

Pero una cuestión más relevante aún fue que para la construcción del observatorio de Izaña y para dotarlo de personal debidamente cualificado, hubieron de dictarse sendos reales decretos en los años 1912 y 1913, el segundo para crear el hasta entonces inexistente cuerpo facultativo de meteorólogos y de auxiliares de meteorología.

Antes, en octubre de 1911 una comisión científica del Instituto Geográfico Nacional se desplazó a la isla de Tenerife con el propósito de buscar el emplazamiento más apropiado para el



futuro observatorio. Encontró para el mismo la montaña de Izaña, en la cumbre de una dorsal que divide la isla en dos fachadas marcadas por la presencia de amplios valles, a 2367 metros sobre el nivel del mar. El anterior observatorio alemán de Las Cañadas del Teide fue extrañamente emplazado en una altiplanicie rodeada de montañas y al abrigo de los vientos.

El proyecto del observatorio de Izaña fue presentado a la CIAC en la conferencia de Viena de 1912 por el nuevo director del Servicio Meteorológico, José Galbis, quien participó activamente en el proyecto.

Antes de su construcción, durante estos años un ingeniero geógrafo y dos topógrafos destinados al observatorio de La Cañada de La Grieta colaboraron con los expedicionarios alemanes y un considerable número de científicos extranjeros. **El profesor Lüdeling y el Dr. Luyken del Königlich Meteorological Institute, el Dr. Dember, profesor del Dresde's Physics Institute, Martin Uibe, y W. Buchheim de la universidad de Leonardville hicieron observaciones sobre electricidad atmosférica, declinación magnética, radiación solar ultravioleta, polarización de la luz solar, ionización atmosférica, óptica, etc.** De acuerdo con la calidad de sus resultados, destacaron que debido a la escasa presencia de polvo y niebla *«el Teide era preferible para las investigaciones físicas y astrofísicas antes que las montañas de Suiza o Italia»*.

En 1913 los científicos alemanes permanentes en Tenerife abandonaron el observatorio provisional de La Cañada de La Grieta, y el ingeniero García-Lomas se hizo cargo del mismo, a donde prosiguió la visita de nuevos investigadores. Pero la actividad se redujo absolutamente una vez que se declaró la Primera Guerra Mundial y con la inauguración del observatorio en Izaña, las instalaciones de Las Cañadas del Teide fueron abandonadas.

La construcción de un observatorio en las cumbres de Tenerife resultó una tarea compleja y costosa para la administración española. La construcción se demoró y complicó con el transcurso del tiempo por nuevos e interminables retrasos de orden administrativo, político y económico.



Los trabajos duraron 3 años y tuvieron un presupuesto de 160 000 pesetas de la época, algo menos de 1000 €. Finalmente el observatorio de Izaña fue inaugurado el 1 de enero de 1916, desarrollando desde entonces su actividad sin más interrupción.

El Observatorio de Izaña tras su construcción

El momento en que el observatorio fue inaugurado no fue el más apropiado para la cooperación internacional. La guerra europea acabó con las campañas y estancias de científicos europeos, sobre todo de alemanes, a los que el Tratado de Versalles de 1919 impidió realizar cualquier actividad fuera de su territorio. Durante los años siguientes a 1920, la actividad en el observatorio se redujo a poco más que las observaciones aerológicas convencionales y a medidas de radiación.

Es entonces, sin embargo, cuando se revela una cuestión, quizás la esencial porque explica el interés y la presencia del gobierno y del kaiser alemán, además de un nuevo actor en escena: **el conde Ferdinand von Zeppelin**. En 1920, apenas cuatro después de la inauguración del observatorio de Izaña, el director del Servicio Meteorológico Nacional José Galbis escribió un extenso artículo en el diario "La Prensa" de Santa Cruz de Tenerife en el que «*llamaba la atención acerca de la importancia que las islas Canarias, por su especial situación, deben tener en todo programa de navegación aérea, y particularmente entre Europa y América del Sur (...) Tenerife está situada un poco más al N y al W que Las Palmas, y por lo tanto, tiene condiciones preferentes para la línea de navegación entre Europa y América (...) dentro de la isla de Tenerife se halla el Teide, que surgiendo por encima de las nubes, es un faro inmejorable para la orientación de los aviadores; y por último, en la misma isla se encuentra el Observatorio de Izaña, en el que aparte de realizarse utilísima labor en el estudio de los vientos alisios y contralisios, se observan constantemente los elementos meteorológicos en general, dirección y fuerza del viento en todo momento, y con visibilidad a 2300 metros, observación imposible de realizar en las estaciones bajas*».



La comunicación aérea entre España y América del Sur fue un asunto de enorme interés por múltiples razones. Mientras en barco a vapor la travesía no tardaba menos de dos semanas la firma Zeppelin garantizaba que el trayecto duraría menos de tres días. **En el año 1922** «**Antonio Goicoechea** [presidente de la Compañía Trasatlántica] requirió y obtuvo la cooperación de la Casa Zeppelin, por ser la única que tiene práctica en el establecimiento



y explotación de líneas aéreas con dirigibles (...) en la Memoria redactada por la Casa Zeppelin se demuestra el alto grado de seguridad que debe esperarse de la línea Sevilla-Buenos Aires, que en opinión de sus meteorólogos, es la más adecuada para el tráfico aéreo por dirigibles que puede encontrarse en el mundo».

La actividad científica del observatorio cesó prácticamente durante el período 1930-1960. Las consecuencias de la Guerra Civil española y de la Segunda Guerra Mundial se dejaron sentir en los recursos materiales y humanos, causando la ausencia prácticamente total de investigaciones especiales.

El meteorólogo canario Inocencio Font Tullot fue quien publicó en la década de los años 40-50 los mejores y más variados trabajos y artículos acerca de la climatología y meteorología de Izaña y de Canarias, así como estudios muy interesantes de vientos en altura basados en los sondeos realizados desde 1916 hasta 1935. Algunos científicos germanos publicaron trabajos similares, entre otros **von Ficker, Roschkott y Müller**.

Los sondeos aerológicos, mediante cometas y globos piloto, fueron interrumpidos en 1960. Desaparecieron las ventajas que reportaba su lanzamiento desde los observatorios de montaña, y comenzaron entonces los radiosondeos llevados a cabo desde la ciudad de Santa Cruz de Tenerife.

En el año 1958, coincidiendo con la apertura política del régimen franquista, **llegaron nuevamente científicos extranjeros a Izaña** con ocasión de un eclipse solar. Los astrónomos usaron el observatorio para llevar a cabo estudios sobre la transparencia de la atmósfera y para examinar su grado de idoneidad para las observaciones astronómicas.



Sondeo con cometa en el observatorio de Izaña. Circa 1950.

Pero es desde principios de **1961** cuando se inicia la primera colaboración extranjera del observatorio con el **Dr. Reydar Nydal, de la universidad de Trondheim (Noruega)**, realizando muestreos del aire a través de una disolución de hidróxido sódico para determinar la concentración y evolución de la radiactividad a partir del C^{14} .

Pocos años después, en octubre de **1968**, un equipo **de meteorólogos de la universidad de Mainz**, liderados por el **Dr. Christian Junge**, se alojaron en el observatorio para validar nuevos instrumentos con los que medir y analizar la contaminación química de la troposfera a bordo del buque “*Meteor*”, un buque oceanográfico y meteorológico que iba a realizar una campaña en aguas del Atlántico Norte.

En los veranos de 1973 y 1974, una serie de sondeos fueron llevados a cabo en Izaña para estudiar microturbulencias atmosféricas, en vista de su trascendental importancia para las observaciones astrofísicas. Otros estudios sobre transporte de aerosoles así como de componentes químicos en la atmósfera, se realizaron en el observatorio. A partir de los resultados



La campaña de Christian Junge y el inicio de la Estación BAPMoN (1968).



obtenidos tras una campaña para la medida de halocarbonos, realizada en 1979 por el **Dr. R. A. Rasmussen** del Oregon Graduate Center for Study and Research (USA), este escribió en una carta al Dr. Miguel Zalote, director entonces del observatorio de Izaña, que *«los datos que hemos obtenido en Izaña son los mejores del mundo»*.

Una vez más los científicos alemanes renovaron su interés por las condiciones naturales del observatorio de Izaña. En 1981 **los Dres. Schmitt y Balchtrusch**, comisionados por el servicio meteorológico alemán, realizaron diferentes pruebas para valorar la **idoneidad del observatorio como estación BAPMoN (Background Atmospheric Pollution Monitoring Network)**, representativa de la atmósfera libre en la región subtropical del hemisferio norte.

Fue en el año 1984, así pues 75 años después de aquel lejano año de 1909, cuando los gobiernos de España y Alemania firmaban de nuevo un acuerdo de cooperación mediante el cual el observatorio se sumaba al programa y a la red BAPMoN de la Organización Meteorológica Mundial.

En 1989 la red BAPMoN se fusiona con la red GO₃OS (Sistema Global de Observación de Ozono) para constituir el programa de la red GAW (Vigilancia Atmosférica Global) de la cual Izaña es una de sus principales estaciones. Las estaciones VAM de representación mundial están situadas en lugares remotos representativos de grandes áreas geográficas, con niveles de fondo muy bajos de contaminantes, y en ellas se miden numerosos parámetros atmosféricos de forma continua durante décadas. Estas estaciones se encuentran, la mayor parte de su tiempo, libres de efectos de contaminación local o regional. Los datos que se obtienen en estas estaciones son utilizados en modelos y programas de investigación sobre cambio climático y sobre destrucción de la capa de ozono.

En la actualidad, y como parte del Programa VAM en Izaña se miden, además de parámetros meteorológicos, O₃ superficial y en columna, CO₂, CH₄, CO, partículas en suspensión y distribución por tamaños, caracterización química de material particulado, espesor óptico de aerosoles, radiación directa, difusa, global y ultravioleta (UV) espectral.

Nuestro observatorio se encuentra, asimismo, integrado en la Red para la Detección del Cambio Estratosférico (NDSC: “Network for Detection Stratospheric Change”). Esta red mundial está formada por estaciones de alta calidad con programas de observación e investigación con el objetivo de entender el comportamiento de la estratosfera desde un punto de vista químico y físico, y alertar sobre cambios que se registren en la misma. En nuestro observatorio existen cuatro programas de la NDSC. El de ozono total en columna con espectrofotómetros Brewer y el de ozonosondeos, ambos llevados a cabo por Aemet. El programa de observación con tres espectrómetros DOAS (UV-VIS) para determinación de NO₂, BrO, OClO por parte del Área de Instrumentación e Investigación Atmosférica del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), y el programa de medida de gases traza en la estratosfera (O₃, H₂O, HDO, N₂O, CH₄, HF, HCl, ClONO₂, NO, NO₂ y HNO₃) así como perfiles verticales de O₃, NO, HCl y HF mediante la técnica FTIR (Fourier Transform InfraRed) llevado a cabo por el Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK) (Forschungszentrum Karlsruhe, Alemania). Estos cuatro programas juegan en estos momentos un papel crucial en validación de sensores atmosféricos a bordo de varios satélites de la Agencia Espacial Europea: GOME (satélite ERS2), GOMOS, SCIAMACHY y MIPAS (satélite ENVISAT).

Desde principios de 1991, y de forma ininterrumpida, se muestrean con frecuencia semanal matraces para la determinación *in situ* de CO, CO₂, CH₄ e isótopos en el observatorio de Izaña para el “Climate Monitoring & Diagnostics Laboratory-National Oceanic and Atmospheric Organization” (NOAA-CMDL, USA). En mayo de 2001 se inicia en el observatorio de Izaña un programa de observación de espesor óptico de aerosoles en colaboración con “World Radiation Center” (WRC; Davos) en el marco de la “high-altitude station global network” coordinada por la OMM. En colaboración con el Grupo de Física Atmosférica de la Universidad de La Laguna (ULL), y en el marco de varios proyectos de investigación del Programa de I+D del Ministerio de Ciencia y Tecnología, se mide desde octubre de 2001 radiación UV espectral en SCO y se realizan estudios sobre el efecto que los aerosoles marinos y africanos ejercen sobre la radiación UV.

En el marco del proyecto nacional I2A2 (Impacto de las intrusiones africanas sobre la calidad del Aire en las Islas Canarias) se inicia en enero de 2002 una estrecha colaboración con el Instituto de Ciencias de la Tierra “Jaume Almera”, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC, Barcelona) para la determinación y caracterización físico-química de material particulado tanto en el observatorio de Izaña como en Santa Cruz de Tenerife mediante varias técnicas.

Además de los programas científicos y de observación, nuestro observatorio lleva a cabo actividades operativas, entre las que cabe destacar el diseño, implementación y operación diaria del modelo de predicción nacional del índice ultravioleta. En él se ha implementado la red nacional de espectrofotómetros Brewer y planifica actualmente los programas de medida y de control de calidad de ozono total y radiación UV espectral.



Parte de las instalaciones del observatorio de Izaña tras la nevada. Circa 2005.

El observatorio de Izaña es un lugar privilegiado, tanto por su ubicación geográfica en la región subtropical, de enorme interés tanto a nivel estratosférico como troposférico, como por encontrarse a gran altura en el entorno del Parque Nacional de El Teide. Por esta circunstancia y por el hecho de desarrollarse un amplio programa de medidas, este observatorio es considerado lo que se denomina como “*super-site*”. Si además añadimos las posibilidades casi únicas a nivel mundial de poder disponer a escasa distancia de estaciones complementarias a nivel del mar, hace que este sistema de observación sea único en el mundo y estratégico para detectar cambios en la atmósfera de la Tierra. Tal sistema puede estudiar de forma casi exclusiva las invasiones de aire africano hacia el Atlántico, el transporte estratosférico ecuador-latitudes medias, procesos de intercambio estratosfera-troposfera, etc. Además, las estaciones “*super-site*” están llamadas a convertirse en centros de calibración y validación de grandes redes de observación de la Tierra. En este sentido, el observatorio de Izaña es a partir de 2004 el centro de calibración absoluto de ozono de la red europea de espectrofotómetros Brewer.

Pero donde realmente el observatorio de Izaña jugará un papel fundamental en las próximas décadas será en la validación y calibración de sensores de satélites, ya que la práctica totalidad de observación de la atmósfera será realizada desde el espacio, y un número muy pequeño de estaciones elegidas de muy alta calidad y con programas extensos de medida serán las que realicen el control de calidad.

Este es el resumen y el final feliz de una historia que comenzó hace ya casi cuatro siglos, y que recomienza año tras año de acuerdo con los nuevos retos y propósitos que la comunidad científica internacional toma en consideración. El Centro de Investigaciones Atmosféricas de Izaña (CIAI) ha tomado el relevo de aquel observatorio que vino a dar la luz a los meteorólogos españoles en el año 1916 para ser hoy quien forma a los investigadores de la atmósfera del futuro.

Os dejamos con el vídeo del centenario de Izaña y otro vídeo sobre el laboratorio de nubes en Izaña.



<https://youtu.be/eU7iIdfaz6g>



<https://youtu.be/5McbP8259DA>

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)

DE ORY AJAMIL, FERNANDO: 2016 (59).
FUENTES LÓPEZ, BENITO JOSÉ: 2016 (30).
GONZÁLEZ HERRERO, SERGI: 2016 (23).
GUTIÉRREZ RUBIO, DELIA: 2016 (50).
MARTÍN GIMÉNEZ, MARGARITA: 2006 (42).
MORA GARCÍA, MANUEL: 2006 (12).
NÚÑEZ MORA, JOSÉ ÁNGEL: 2016 (5).
SORIANO ROMERO, JUAN DE DIOS: 2016 (50).

AEmet