

AVANCE SOBRE LAS INVASIONES DE AIRE CALIDO EN LA PENINSULA IBERICA: LOS MECANISMOS

JOSE JAIME CAPEL MOLINA

Universidad de Granada. Colegio Universitario de Almería. Departamento de Geografía.

SUMMARY: From the synoptic meteorological viewpoint we have examined the coinciding conditions in the formalisation of intense heat waves in the Iberian Peninsula.

According to the mechanisms which originate the heat waves, it is possible to establish three different types of hot periods: (1) those due to the invasion of tropical-continental winds, (2), those from the invasion of tropical-continental winds and continental-European winds which are reheated, (3) those originated by heating, by radiation from the earth's surface.

All three types show one common characteristic: the curvature of the airflow at 500 mb., is anticyclonic over the vertical of the Iberian Peninsula and North Africa. To the contrary on the surface the high pressures are substituted by low ones of thermic origin.

RESUME:

Dans cette étude on examine du point de vue de la météorologie synoptique, les conditions concourantes à la formalisation de périodes de chaleur, exceptionnellement intense dans la Péninsule Ibérique. Conformément aux mécanismes qui originent les vagues de chaleur il est possible d'établir 3 groupes différents de périodes chaudes: (1) celles dues aux invasions d'air tropical continental. (2) Celles qui ont pour origine les invasions d'air tropical continental et d'air continental européen réchauffé et. (3) Celles originelles du chauffage, par irradiation de la surface du sol.

Toutes montrent un trait commun: la courbe du flux aux 500mb est anticyclonique à la verticale de la Péninsule Ibérique et du Nord de l'Afrique; au contraire, en surface, les hautes pressions sont substituées par des baisses relatives d'origine thermique.

INTRODUCCION

El presente trabajo es la continuación y complemento del realizado en 1971, sobre las invasiones de aire frío a la P. Ibérica, y, está construido de acuerdo con los mismos principios metodológicos, que posteriormente expuse en la tesis; para evitar repeticiones remito a las páginas 18, 19 y 20 de aquél (1).

En este trabajo nos proponemos examinar, desde el punto de vista de la meteorología sinóptica, las condiciones concurrentes en la formalización de periodos de calor, excepcionalmente intenso, en la P. Ibérica. Para tal fin nos hemos servido de los mapas sinópticos y de los datos climatológicos correspondientes a los periodos 1960—1976 y 1940—1976, respectivamente.

Los calores más intensos se presentan durante los meses centrales del verano —julio y agosto— y con una asiduidad amortiguada en junio

y septiembre. Tanto en mayo como en octubre, e incluso abril, se presentan olas de calor que, en un sentido relativo, son también excepcionalmente intensas; pero en el sentido absoluto distan mucho de llegar a ser tan intensas como en el periodo junio-septiembre.

De mayo a octubre, la P. Ibérica se ve sometida normalmente a un régimen de altas presiones a todos los niveles de la troposfera; por un lado, el anticiclón subtropical de las Azores (dinámico y térmico), desplazado a latitudes septentrionales, aunque su centro se sitúa en el Atlántico (50° long. W.), una apófisis suya es enviada a Europa Occidental y P. Ibérica (aire polar marítimo tropicalizado) y, de otro lado, la formalización sobre la vertical de la Península y Mediterráneo Occidental de una dorsal cálida subtropical en altitud (700 mb., y mejor definida a los 500 y 300 mb.). Tanto el alta marítima como el alta subtropical del norte de Africa, se corresponden en altitud con un movimiento de subsidencia dinámico planetario

—cinturón de Altas Subtropicales—; el aire descendiendo comprimiéndose hacia el suelo, calentándose adiabáticamente y simultáneamente disminuye su humedad relativa, esto es, alejándose su temperatura del punto de rocío lo que contribuye a disipar las nubes. “Así se forma la llamada inversión de subsidencia, una especie de tapadera situada de 800 a 1.500 metros de altura que aísla la capa de aire recalentada que queda debajo, de la masa de aire más fría situada a niveles superiores” (2). A esto hay que agregarle el hecho de ser la época en que la verticalidad de los rayos solares es mayor, al mismo tiempo que la duración del día es más largo. Todos estos factores, se traducen en una intensa irradiación térmica, con un caldeoamiento fuerte de las capas bajas que eleva el mercurio a temperaturas realmente llamativas. Es un hecho relativamente frecuente, rebasar con facilidad los 40°C, en la época estival, en amplios territorios de nuestra geografía regional: Depresión del Guadalquivir, Extremadura, La Mancha, Sureste, Depresión del Ebro y Mediterráneo andaluz.

Una de las características del clima estival de la P. Ibérica es la posibilidad de periodos cálidos anormalmente intensos. En este trabajo trataremos de examinar los mecanismos que originan dichos periodos. Con arreglo a dichos mecanismos es posible establecer tres grupos diferentes de periodos o irrupciones cálidas.

- 1.— Los debidos a invasiones de aire tropical continental.
- 2.— Los originados por invasiones de aire tropical continental y de aire continental europeo recalentado.
- 3.— Los originados por el calentamiento por irradiación de la superficie del suelo.

Todos ellos muestran un rasgo común: la curvatura del flujo a los 500 milibares es anticiclónico. En superficie, por el contrario, se observa una depresión. La cresta anticiclónica de altitud o bien un anticiclón bien definido, cerrándose las isohipsas, cubren a menudo toda la P. Ibérica y norte de Africa.

En la mayor parte de la P. Ibérica como en el norte de Africa y Mediterráneo Occidental, se caracteriza el verano por un periodo de tiempo cálido y seco. En toda esta gran área de clima mediterráneo —Oriente Próximo, flanco Sur de Europa y Norte de Africa—, el rasgo más original es evidentemente la sequedad y temperaturas altas.

MATERIALES.

Como base de la investigación se ha tomado los mapas sinópticos correspondientes a las topografías de 500 y 300 mb., y superficie; de igual modo hemos consultado la topografía relativa de 1000/500 mb., interesante esta última porque refleja con claridad las irrupciones de aire cálido tropical hacia latitudes superiores, en las capas hasta unos 5.500 metros de altura.

Se han catalogado tres tipos de situaciones meteorológicas generales, que se corresponden con los diferentes mecanismos que provocan las olas de calor, relativo al periodo 1960—1976.

igualmente, se han analizado los datos termométricos y, en particular, las temperaturas máximas entre los años 1940—1976.

Todos los datos que hemos manejado y han dado pie a este artículo, proceden de los archivos de la Biblioteca del Servicio Meteorológico Nacional, y de los Boletines Mensuales Climatológicos y de los Resúmenes Anuales de Observaciones Meteorológicas, que publica el Servicio Meteorológico Nacional.

Somos conscientes de que el presente trabajo sólo es un apunte, a modo de introducción, a los Mecanismos de las invasiones de aire cálido en la P. Ibérica, trabajo que si requiriría un espacio más dilatado que estas escasas páginas. No hemos podido mostrar ahora, por falta de datos de temperaturas diarias, las frecuencias que cada tipo de situación posee, no sólo en la época cálida, junio-septiembre, sino en el resto del año; pues aunque las olas de intenso calor

(temperaturas máximas superiores a 35°C) se dan casi exclusivamente en los meses estivales, no es menos cierto que en invierno, y no digamos en primavera y otoño, se pueden registrar temperaturas por encima de los 20°C, e incluso 25°C. Ya que temperaturas máximas entre 20° y 25°C, durante el mes de enero se pueden considerar como ola de calor.

Así pues esperamos en un futuro próximo proseguir y completar el estudio.

CARACTERES DINAMICOS DEL VERANO PENINSULAR.

El tiempo meteorológico estival en la P. Ibérica está regulado por la posición de los centros de acción de la atmósfera, que constituyen los cimientos en los que se basa principalmente la circulación general atmosférica. Las altas presiones subtropicales y, en particular, la dorsal dinámica de las Azores, va a ser el centro motor que canaliza y dirige el comportamiento de las masas de aire.

Entre los "Centros de Acción" directrices del verano peninsular, están:
a.— *Anticiclón de las Azores.* —

Destaca por su permanencia a lo largo de la época cálida, mayo a septiembre. Emplazado en el anillo de altas presiones subtropicales, constituye una fuente importante de aire cálido hacia la Península. Es un anticiclón térmico y dinámico; pues resulta a la vez de un efecto dinámico (subsistencia dinámica planetaria propia de estas latitudes) y de un efecto térmico, a consecuencia de la adición de un ramal frío, desprendido de la corriente cálida del golfo de México, que aparece en su área oriental (corriente fría de Canarias). Anualmente, el alta de Azores se desplaza en latitud, de norte a sur, siguiendo el movimiento aparente del sol. En verano alcanza sus latitudes más septentrionales y, particularmente en agosto, con un retraso de dos meses sobre la marcha aparente del sol, de trópico a trópico. Rebasa los 45° de

latitud y con relativa frecuencia alcanza el paralelo 50° (apofisis de aire polar tropicalizado, soldado al anticiclón de Azores), aunque su centro se sitúa en pleno Atlántico, ligeramente al norte de las islas Azores (50° long. W.). El movimiento rítmico que experimenta el anticiclón presenta un valor extraordinario, "ya que a él debe fundamentalmente, el gran contraste que existe en la mayor parte de la P. Ibérica, entre el invierno y el verano" (3). Es uno de los responsables inmediatos de la sequía y de los ciclos de persistente calor estival, e incluso en otras épocas del año, cuando se estaciona largo tiempo en las inmediatas proximidades de la P. Ibérica.

b.— *Depresión térmica del Norte de Africa (Sahariana).*

Sobre el norte de Africa, las altas temperaturas estivales provocan un calentamiento diario, por efecto de la radiación de las capas bajas de la masa de aire que hay próxima al suelo, y, por tanto, la pérdida de densidad del aire, disminuyendo la presión. El centro de bajas térmicas se sitúa sobre el interior del desierto argelino, afectando únicamente, casi de un modo exclusivo, a la mitad meridional del territorio peninsular.

La depresión, que suele permanecer estacionaria de mayo a septiembre, está limitada a los niveles bajos, ya que "una banda de altas presiones es bien visible encima del Sahara sobre la topografía de los 700 mb. y 500 mb." (4). Su transgresión en latitud, hacia el norte, determina sobre la Península olas intensas de calor y, en particular, en Andalucía, Extremadura y Sureste.

c.— *Depresión térmica peninsular.* —

Se formaliza en el interior de la P. Ibérica como consecuencia del fuerte calentamiento de las capas bajas de la atmósfera; la pérdida de densidad del aire se traduce en una disminución de la presión. Aparece perfilada en superficie, preferentemente en los meses centrales

del verano —julio y agosto— y en menor grado en junio y septiembre y, de un modo más acentuado, en su mitad meridional. Su evolución es muy estacionaria, pudiéndose prolongar en el tiempo durante varias semanas.

Estas bajas de origen térmico tienen un débil significado pluviométrico, se trata de bajas relativas, con un gradiente bórico débil y afectan únicamente a las capas bajas. A la topografía de los 850 mb., se establece de nuevo una dorsal anticiclónica, muy bien definida a los 500 mb. y 300 mb., ligada al cinturón planetario de altas subtropicales, que desde el norte de Africa nos afectan. Casualmente puede surgir el brote tormentoso, aquí o allá, pero en todo caso tiene un marcado carácter estrictamente local y de duración e intensidad muy anárquicos.

La depresión térmica peninsular estival tiene un papel secundario en el juego general de la circulación general y dinámica atmosférica, por la presencia en altura de la alta subtropical. En relación con este fenómeno de niveles altos es comprensible que la depresión térmica peninsular tiene escaso valor como centro de convergencia. Numerosos autores han hecho incapie en este punto, entre otros: Gonzalez Quijano; Marin Sanz; Doporto; Masach Alavedra, que en 1954, señalaba la poca importancia de la baja térmica. “En esta depresión peninsular estival, el gradiente es escaso, y así mismo no es de gran envergadura la llamada de aire circundante” (5). Más tarde García Fernández, a quien cita López Gómez (6), estudiando “los centros de acción y tipos de tiempo, subraya que la baja térmica de verano se halla sólo en las capas inferiores”.

d.— *Dorsal subtropical del Norte de Africa, en altitud.*—

En esta época del año, el cinturón de altas presiones subtropicales, alcanzan sus latitudes más septentrionales, de tal forma que el Me-

diterráneo Occidental y P. Ibérica, queda afectada por una cresta anticiclónica, que a modo de expansión linguiforme, se extiende desde el norte de Africa.

El anticiclón en superficie se resquebrajaba y es sustituido por una baja térmica, como hemos visto anteriormente, sobre la Península; en cambio sobre el mar —Mediterráneo— aparecen altas presiones también en superficie.

La inversión de subsidencia que provoca el anticiclón cálido de altura, impide a pesar del calentamiento de las capas bajas (con un fuerte gradiente térmico) la formación y desarrollo de potente nubosidad cumuliforme y, que en todo caso, alcanza su máximo desarrollo en las horas centrales del día, cuando el calor acumulado por la actividad solar es mayor, de ahí la forma de las nubes con sus cimas achatadas y perfectamente recortadas, todas a una misma altura, son los llamados cúmulos de buen tiempo o evolución diurna, y, perdiendo vigor al estratificarse y disiparse a la puesta del Sol.

Estos centros de acción son los órganos de gobierno de las masas de aire, que con sus caracteres de humedad, presión, temperatura, visibilidad, etc., condicionan por su paso sobre la Península, el tiempo atmosférico: tanto cuando queda inmersa en el dominio de la masa de aire tropical marítimo, tropical continental, o aire continentalizado peninsular, el tiempo originante será distinto, debido a los distintos caracteres higrométricos de las masas de aire, aunque tienen como nota común dominante: las altas temperaturas y la sequedad.

En definitiva, la P. Ibérica, en verano, se ve afectada principalmente por tres masas de aire:

1.— La masa de aire que origina el anticiclón de Azores, alcanza la Península con altas temperaturas y valores relativamente altos de humedad y dando lugar a un tipo de tiempo seco y estable. Esta masa cálida y seca, se

formaliza a partir de masas de aire polar marítimo estancado bajo condiciones anticiclónicas o bien a través del flujo del Contraliso (en altura) que desciende por la cara septentrional de la alta de Azores. Por tanto la masa de aire tropical marítimo en régimen anticiclónico es estable a todos los niveles de la atmósfera, ya que todo anticiclón se ve animado de movimientos de subsidencia: el aire constantemente desciende y comprime hacia el suelo y diverge en superficie. Por otra parte, la masa de aire tropical marítimo al trasladarse hacia latitudes superiores —puede alcanzar el paralelo 50° en verano— se enfría por su base, se aleja del punto de rocío y, por tanto, aumenta su estabilidad.

2.— En cuanto al aire tropical continental, procede del Sahara (principal región manantial de aire cálido y seco), actuando como centro rector, la baja tropical sahariana o bien una alta cálida, apófisis del cinturón de altas subtropicales, situada sobre el Mediterráneo Occidental. En el primer de los casos, la baja térmica define por su flanco norte un flujo del Sureste, del Sur en su origen, hacia el tercio meridional peninsular y llega con componente Este o Sureste (Levante). En el segundo caso, el anticiclón formaliza por su flanco meridional un flujo del Sur o Sureste sobre la Península.

En uno y otro caso, la Península queda bajo el área de expansión de la masa de aire tropical continental, que alcanza con más regularidad, el tercio meridional y excepcionalmente toda ella. La advección de vientos del Segundo Cuadrante provoca un tiempo cálido y seco, con las máximas absolutas estivales. En todo caso el cielo permanece enturbiado por partículas de polvo, calima, procedente del norte de Africa o bien de nubes altas, en forma de filamentos (Cirros o Cirrostratos). Sin embargo, el prolongado régimen de altas temperaturas rompe este equilibrio, por el intenso recalentamiento, volviéndose convectivamente inestable en sus capas bajas y pudiendo dar lugar a nubes de desarrollo vertical (cumuliforme).

3.— Y finalmente, en la Península, las áridas tierras del interior actúan como “región manantial de aire cálido, creando una baja barométrica de carácter térmico que se mantiene días y días creando una agobiante sensación de bochorno” (7). Por lo elevado de las temperaturas. La presencia de la gran extensión superficial de la Península y la intensidad de los procesos de irradiación, permiten a las masas de aire adquirir unas características térmicas y dinámicas propias.

PERIODOS DE CALOR INTENSO SOBRE LA PENINSULA: SITUACIONES METEOROLOGICAS.

Los distintos dispositivos isobáricos que formalizan periodos de calor intenso sobre la Península, se pueden englobar, en lo que Zimmerchied (8), designa como “situación estival de buen tiempo” y Sánchez Egea denomina “circulación zonal alta” (situación de buen tiempo anticiclónico).

La intensa insolación y el calor a que se ve sometida el área peninsular en el verano se debe: Por un lado, a la perpendicularidad de los rayos del Sol, con la irrupción del solsticio de verano. De otra parte, el balanceo estacional de las altas presiones de Azores, ampliamente desplazadas hacia el norte, a consecuencia del movimiento aparente del Sol hacia el trópico de Cáncer. Normalmente el anticiclón se sitúa en pleno Atlántico, enviando una cresta o extensión hacia el golfo de Vizcaya, Oeste de Francia, Portugal y NW peninsular. Simultáneamente, una dorsal anticiclónica de aire tropical, en altitud se sitúa sobre la vertical del Mediterráneo Occidental, ligada al anillo circumplanetario de altas subtropicales (reflejado claramente en la topografía de los 500 mb.

Este es un factor determinante de la circulación general atmosférica del verano peninsular: dorsal anticiclónica que junto con el de Azores, bloquean hacia la P. Ibérica, el normal desplazamiento de las perturbaciones del flujo zonal

del Oeste. De aquí que el verano en la Península, salvo una estrecha área, ligada a Galicia, vertiente Cantábrica, País Vasco y Pirineos, alcanzada por los extremos inferiores de los frentes fríos que provocan un tiempo perturbado y lluvioso en Europa Occidental, al norte del paralelo 50°, se caracteriza por una época de buen tiempo y una aridez general como normativa, característica general de los países mediterráneos.

Esta situación anticiclónica de buen tiempo puede presentarse en cualquier época del año, aunque predomina en el solsticio de verano. "Frecuentemente se adelanta al último tercio del equinoccio de primavera, anticipando el verano, o se prolonga al primer tercio del otoño, alargando el estío, dando lugar a estiajes excepcionalmente largos" (9).

1.— IRRUPCIONES CALIDAS DE AIRE TROPICAL CONTINENTAL.

El campo de presión muestra el dispositivo siguiente: un amplio thalweg barométrico, apófisis de la depresión sahariana, afecta al sur de la Península. Paralelamente el alta de Azores, se sitúa al oeste de Portugal.

En altitud, las altas presiones subtropicales gravitan sobre la vertical de la Península y mares limítrofes.

La depresión térmica sahariana introduce aire cálido y seco del desierto, a través de las regiones del sur, resecaándose y calentándose en las zonas del interior, particularmente en el Guadalquivir, La Mancha y Extremadura (tanto el área española como portuguesa). La advención cálida tropical, se ve acompañada por vientos del Segundo Cuadrante, aunque pueda soplar del Este. Las temperaturas que le acompañan son elevadas y bajos índices de humedad relativa y el enturbiamiento del aire producido por calima más o menos espesa y, ya menos frecuentemente, por nubes de polvo fino.

La masa que nos invade —aire tropical continental— posee una estratificación estable; solamente en los bajos niveles, el gradiente térmico es fuerte, pero a partir de los 850 mb., aparece la inversión cálida de altitud, dando lugar todo ello a un tiempo claro y despejado.

Este factor, inversión térmica anticiclónica de altura, es el fundamental, frenando o paralizando, a pesar del fuerte recalentamiento del suelo, el desarrollo de potente nubosidad convectiva, la cual si aparece se limita a los núcleos orográficos del interior, donde el relieve favorece y acelera el mecanismo ascendente del aire. De todas formas, las posibles precipitaciones son débiles, ya que una de las características de dicha masa de aire es su sequedad, puesta generalmente de manifiesto no sólo por la disminución de la humedad relativa, sino también por la absoluta.

Tal situación es responsable de intensas olas de calor que azotan la Península y, en particular, en su mitad meridional.

OLA DE CALOR DEL 26 DE JULIO AL 2 DE AGOSTO DE 1968.

A partir del 26 de julio soplaron sobre la P. Ibérica vientos suaves del Sureste, en los bajos niveles, que provocaron una fuerte subida termométrica que afectó a toda España, con la excepción del litoral gallego, y Cantábrico. La depresión térmica sahariana, como suele acontecer, fue el motor de esta invasión continental norteafricano, con régimen de vientos del Segundo Cuadrante (Este, Estesureste, Sursureste y Sureste). Ver figura, n.º 1.

En altitud, una dorsal cálida, subordinada a las altas presiones subtropicales del norte de Africa nos invade, individualizándose un máximo sobre nuestra vertical en los días 30 y 31 de julio (Ver figura n.º 2), que el 1 de agosto se desplaza hacia el Mediterráneo Occidental, empujada por una vaguada atlántica.

AVANCE SOBRE LAS INVASIONES DE AIRE CALIDO EN LA PENINSULA IBERICA

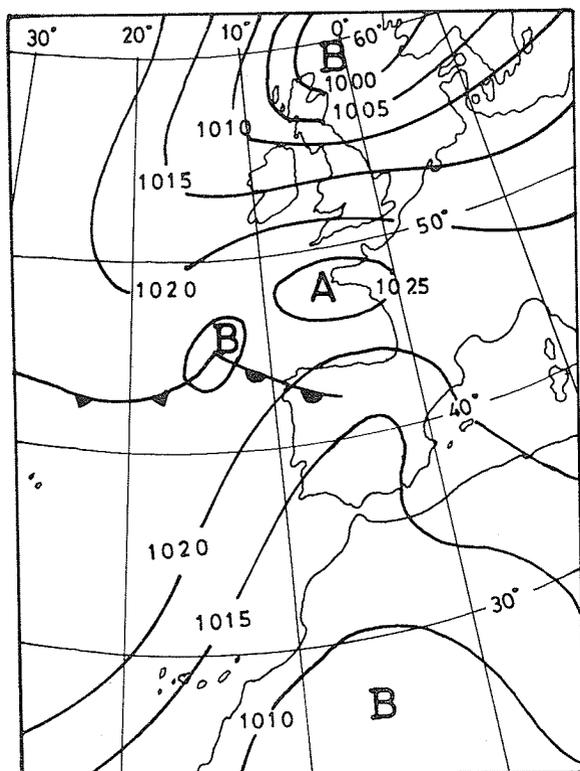


Figura n.º 1.— Mapa de superficie del 31—VII—1958, a las 00 horas (T.M.G.). Baja térmica sobre el norte de Africa que envía un thalweg barométrico a la P. Ibérica. Irrupción a la Península de aire tropical continental.

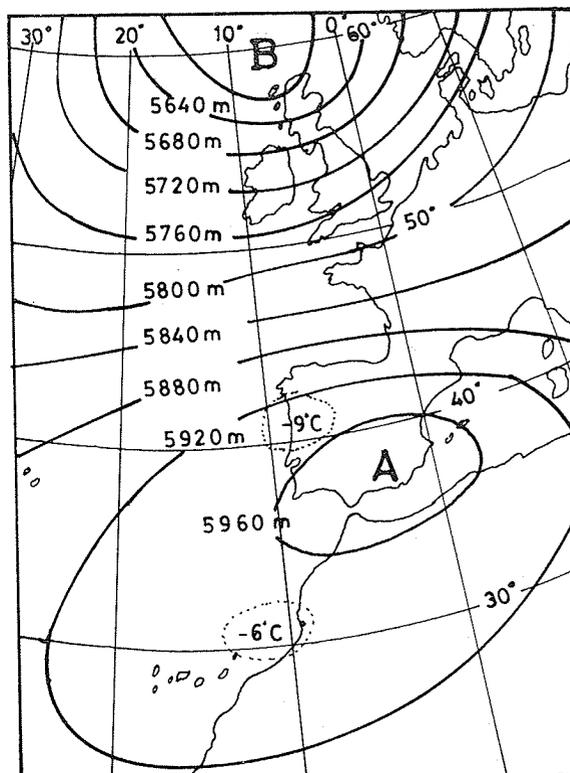


Figura n.º 2.— Mapa de 500 milibares del 31—VII—1958, a las 03 horas (T.M.G.). Anticiclón cálido subtropical, sobre la vertical del Estrecho Gibraltar.

A partir del 1 de agosto, la irrupción cálida del Sureste es interrumpida, acabando la ola de calor al ser desplazada la masa de aire continental por una más fresca de procedencia noratlántica.

En el 30 de julio se superan la frontera de los 40°C en amplias áreas de la mitad meridional peninsular, destacando: 43°C en Arenas de San Pedro (Avila) y Villarrobledo (Albacete). No obstante, las máximas absolutas tienen lugar en la cuenca baja del Guadalquivir: 46°C en Ecija; 45°C en Andújar; 44°C en Morón de la Frontera; 44,3°C en San Pablo (Sevilla).

Incluso, en el mismo litoral del golfo de Cádiz, Huelva registra 40,1°C.

Pero en el 31 de julio, es cuando culminan las temperaturas máximas de esta ola de calor. En la mayor parte de las regiones españolas, se superan los 40°C, alcanzándose las máximas absolutas del año:

—En la cuenca del Duero: Navatejera (León), 41°C.

—En la cuenca del Tago: 44°C en Trujillo (Cáceres). 43°C en Arenas de San Pedro (Avila) y Aranjuez (Madrid).

—En la cuenca del Guadiana: 48°C en Manzanares (Ciudad Real). 44°C en Jerez de los Caballeros (Badajoz). 43,2°C en Badajoz.

—En la cuenca del Guadalquivir: 49°C en Dehesa Norte (Isla Menor) Sevilla. 45,6° C en Sevilla (Universidad). 45°C en Miraflores (Córdoba). 44,5°C en Posadas (Córdoba). 43,2°C en Córdoba. 43°C en Arjona (Jaén).

—En el Sureste: 37,7°C en Almería, y 40°C en Cristal (Almería).

—En Levante y Cataluña: 40°C en Sallent (Barcelona). 39°C en Sils (Gerona).

—En la cuenca del Ebro: 40,8°C en Lérida. 40°C en Zaragoza.

Con la excepción de las vertientes norte y noroeste, que no alcanzan los 30°C. Destacando: 31,1°C en Santiago de Compostela; 32,5°C en Seoane de Carballino (Orense) y 28,8°C en Piedrafita (Lugo) y 31°C en el aerodromo de Labacolla.

En el día 1 de agosto, continúa los fuertes calores; refugiándose las máximas en Extremadura y La Mancha y, a continuación, Andalucía: 47°C en Montijo (Badajoz); 44°C en Almadén (Ciudad Real); 42,5°C en Caudete (Albacete) y 40°C en Granada.

2.— IRRUPCIONES CALIDAS DE AIRE TROPICAL CONTINENTAL Y AIRE CONTINENTAL EUROPEO RECALENTADO.

El mecanismo de los centros de acción es análogo a la situación anterior: depresión térmica sobre el norte de Africa, afectando a la Península, en su mitad meridional, con una expansión linguiforme. La diferencia estriva, en que el alta de Azores se sitúa sobre el Atlántico, extendiéndose, a modo de cresta anticiclónica, desde estas islas hacia Europa Central, a través del golfo de Vizcaya y Francia, afectando

también, a la mitad septentrional peninsular, de tal forma que las isobaras llevan dirección WSW—ENE, a través de la Península.

En altura, las condiciones anticiclónicas son idénticas, normativas del verano. Este dispositivo isobárico introduce un tipo de tiempo caracterizado por temperaturas muy elevadas, las máximas térmicas absolutas anuales. Ya que entonces, la Península queda sometida a un doble influjo: “aire seco y recalentado del Nordeste (procedente del continente europeo y deshidratado por efecto foehn al cruzar los Pirineos), invade Cataluña, Ebro y Centro; por otro lado la borrasca africana mete aire del desierto por Levante y Andalucía que se reseca y se recalienta en las zonas del interior (Guadalquivir, La Mancha, Extremadura)” (10). Ver figura n.º 3.

Un ejemplo característico de esta situación meteorológica, tuvo lugar en julio de 1967, muy llamativo por la duración e intensidad de la ola de calor.

1.— Ola de calor del 16 al 22 de julio de 1967.

Entre el 15 y el 22 de julio se desencadenó una intensa ola de calor, batiéndose marcas. “En algunos observatorios se alcanzan o se superan las más altas temperaturas registradas en el siglo actual” (11). El tiempo se mantuvo seco y extremadamente caluroso en todas las regiones y sólo la costa Cantábrica registra algunas precipitaciones y la temperatura es suave.

En altitud, a 500 mb., las altas presiones subtropicales del Norte de Africa se desplazan hacia la Península y la circulación del Atlántico queda al norte de ésta, lo que da lugar en la Península a una confluencia de vientos en altura, lo que estabiliza la atmósfera y produce un subida térmica muy acentuada.

Del 15 al 18 de julio, aparece dibujada una baja térmica cerrada sobre el interior de la

Península, que a partir del 19 de julio es reabsorbida por la depresión térmica del norte de Africa, que envía un thalweg barométrico. La depresión Sahariana introdujo, hacia la mitad sur peninsular un flujo de aire tropical continental, cálido y seco, que junto a las altas temperaturas provocadas por la intensa insolación, originaron una elevación acusadísima de las temperaturas, en particular, e, Extremadura, Andalucía, La Mancha, Sureste y cuenca del Ebro.

En el 19 de julio culminan las temperaturas máximas, de esta ola de calor, en la mayor parte de los observatorios; con la excepción del Cantábrico, se rebasan los 35°C, ampliamente.

—En la cuenca del Duero: 39,6°C en Linares del Arroyo. 38°C en Villagonzalo de Tormes. 36,5°C en Salamanca. 34,5°C en Burgos.

—En la cuenca del Tajo: 47,5°C en Aranjuez Castillejo. 47°C en Esquirias. 46°C en Pantano de Rosarito. 45°C en Presa de Valdeobispo.

—En la cuenca del Guadiana: 46°C en Torviscal. 45°C en Pantano de Cijara. 43°C en Zafra.

—En Cataluña: 40°C en Sallent. 41°C en Manresa.

—En Levante: 42°C en Bugarra. 40°C en Alcira.

—En la cuenca del Ebro: 43°C en Caparroso. 42°C en Lérida. 41,5°C en Agramunt.

Las temperaturas más altas se refugiaron en la cuenca del Guadalquivir y Sureste peninsular: 48°C en Canjayar. 47°C en Posadas. 46°C en Pantano de Jándula.

E incluso en el litoral suratlántico, San Fernando registra 42,6°C.

Es interesante, el consultar el mapa de la diferencia relativa entre las superficies a 1.000 y 500 milibares, porque refleja con claridad las irrupciones de aire frío hacia el Sur o cálido hacia latitudes septentrionales, en las capas hasta unos 5.500 metros de altura. Así, en la figura n.º 4, muestra el avance del aire cálido a modo de cresta desde el norte de Africa hacia la P. Ibérica y Mediterráneo Occidental.

Durante el día 20 de julio, continuaron las altas temperaturas, destacando:

- 48°C en Villamanrique.
- 47,8°C en Pantano Salado.
- 47°C en Ecija.
- 46,5°C en Pantano de Guadalen.
- 45,6°C en Córdoba.
- 45°C en Sevilla y Lora del Río.
- 42,6°C en Ciudad Real.
- 40°C en Madrid (Barajas).

En altitud, a 500 mb., las temperaturas son altas, destacan: —3°C sobre la vertical de Palma de Mallorca; —10°C en Madrid y La Coruña, según los radiosondeos de las 12 horas (T.M.G.).

Las temperaturas comienzan a descender el día 21, por la aproximación por el oeste de aire marítimo atlántico más fresco. No obstante, todavía se alcanzan valores muy llamativos, aunque en áreas menos extensas y, en particular, en el cuadrante Suroriental y cuenca baja del Ebro, destacan:

- 45°C en el Embalse del Cenajo.
- 44,5°C en Pantano de Rumblar.
- 44°C en Purchena.
- 43°C en Zaragoza y Tabernas.
- 42°C en Puerto Lumbreras.

3.— PERIODOS CALIDOS ORIGINADOS POR LA RADIACION DEL SUELO.

El dispositivo isobárico: no existe verdadero gradiente bórico sobre la P. Ibérica; y como

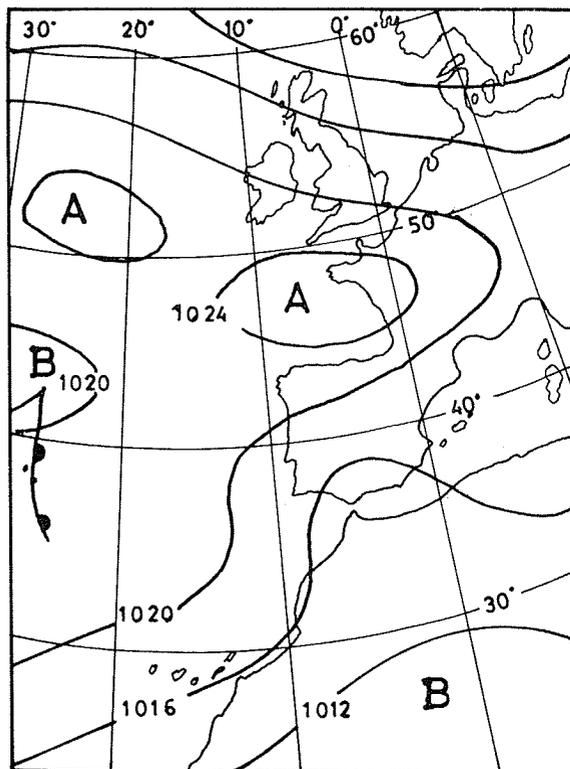


Figura n.º 4.— Mapa de la topografía relativa de 1000—500 milibares, a las 00 horas (T.M.G.) del 20—VII—1967. El aire cálido gravita sobre el norte de Africa, P. Ibérica y Mediterráneo Occidental.

consecuencia de este estancamiento, la masa de aire continental se ve fuertemente modificada por la intensa insolación estival y de distinta forma según las regiones. Interesa a ambas mesetas y a las depresiones del Guadalquivir y Ebro. En definitiva, en todo el interior peninsular, con las excepciones de las áreas litorales y cursos bajos de los ríos, donde las influencias moderadoras de los mares mitiga este proceso. Formalizándose una o más bajas térmicas, motivadas por las altas temperaturas superficiales, exclusivamente de junio a septiembre.

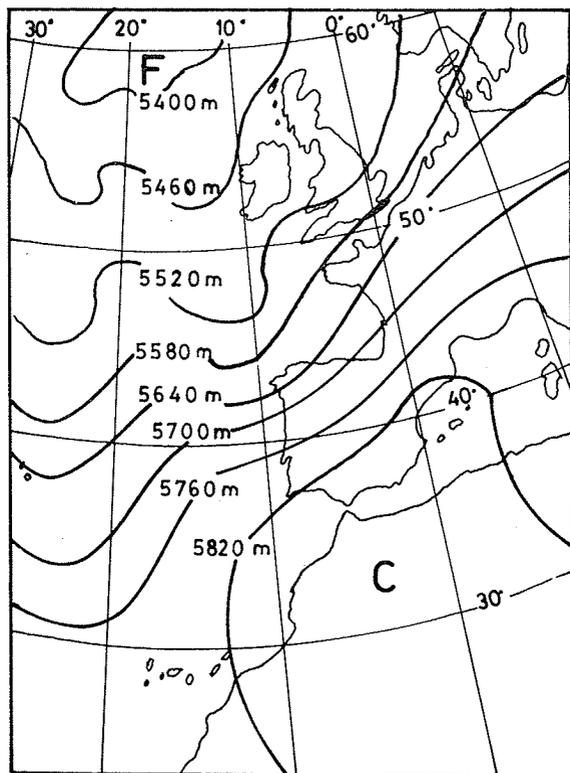


Figura n.º 3.— Mapa de superficie del 20—VII—1967, a las 12 horas (T.M.G.). El anticiclón marítimo define un flujo de aire seco y recalentado del NE (deshidratado por efecto foehn al cruzar los Pirineos) y la baja Sahariana formaliza un flujo del II Cuadrante (aire tropical continental).

En altitud, sobre la vertical peninsular y los mares limítrofes, están dominados por el cinturón cálido de altas Subtropicales. Como característica o resaltar de esta situación atmosférica, se formaliza en ocasiones gradientes adiabáticos, especialmente por la tarde en las zonas del interior hasta los 2500 a 3000 metros, sin que se llegue a divisar nubosidad alguna. Estos fuertes gradientes térmicos, desde el suelo hasta superadiabáticos, sólo pueden ser conocidos, a simple vista, por la presencia de remolinos de polvo, muy característico del sur de la Península.

En estas regiones, antes mencionadas, suelen ser numerosos los días de verano, en los que la temperatura máxima alcanza, por este motivo, valores relativamente altos. Pero para que podamos hablar de ola de calor, se requieren ciertas condiciones tales que las calmas del viento y los cielos despejados se mantengan durante varios días: la insolación y, consecuencia de ello, la radiación, hace todo lo demás.

En esta situación meteorológica anticiclónica, con baja térmica superficial y calma absoluta del viento en las capas de aire cerca del suelo, es mayor el calentamiento durante el día que la pérdida por irradiación durante la noche. Así, la masa de aire continental peninsular va caldeándose continuamente de un día para otro y la inversión de subsidencia del anticiclón actúa como barrera que aísla los ascensos verticales del aire en los bajos niveles; esto se traduce en un efecto, a modo de horno, en donde se suele alcanzar temperaturas máximas del aire de 35° a 40°C y las mínimas nocturnas entre 20° y 25°C, poco aptas para el descanso.

El tiempo originante se muestra con cielo despejado, ligeramente enturbiado por "calima" y la posibilidad de tormentas termoconvectivas. Incluso, "localmente pueden originarse también frentes de vida efímera" (12). En ambos casos, son posibles las precipitaciones, pero de producirse son débiles y con carácter aislado y anárquico, tanto en su distribución espacial como en el tiempo. Las áreas litorales, hasta 30 ó 40 kms de la costa, conoce a veces sobre todo nieblas nocturnas y matinales. La región costera conoce igualmente brisas, siendo la brisa de mar la que está mejor acentuada.

Normalmente la depresión térmica peninsular, que Sánchez Egea denomina "borrasca Manchega", llega asoldarse con la del Sahara atrayendo aire africano, hacia la Península, experimentando los termómetros una espectacular subida: surgiendo así, periodos de calor excepcionalmente intenso, con máximas entre 40° y

45°C, en el flanco meridional de la vertiente atlántica (Guadalquivir, Extremadura), La Mancha y área mediterránea, entre el Estrecho y valle del Ebro.

OLA DE CALOR DEL 9 AL 15 DE JULIO DE 1966.

Tras una advección de masas frescas de origen polar, del 5 al 8 de julio, "quedó la Península dentro de la corriente del Norte: se produjeron lluvias frontales y de estancamiento en el Cantábrico y el tiempo permaneció claro en el resto" (13).

A partir del 8 de julio, al elevarse la presión en el Mediterráneo, se produjo una advección del Sureste sobre la Península, particularmente intensa en los bajos niveles, con una alza muy notable de las temperaturas. Formalizándose sobre el interior peninsular, como es habitual en verano, una depresión barométrica de origen térmico.

Durante esta semana que dura la ola de calor, quedó muy bien definida en superficie (ver figura n.º 5) la baja relativa y no, el thalweg barométrico, ligado a la depresión sahariana, tan común en verano; mientras que en, altitud una cresta anticiclónica, subordinada al Cinturón de Altas Subtropicales, gravita sobre la vertical del norte de Africa y P. Ibérica (ver figura n.º 6), y paraliza los movimientos ascensionales del aire. El aire cálido se sitúa hasta las grandes alturas: -36°C sobre la vertical peninsular a 9.500 mts. y de -4°C a -8°C, a 5.500 metros.

El ambiente extraordinariamente seco —bajo índices de humedad relativa—, impidió la formación de tormentas, no obstante se originaron frecuentes amagos tormentosos de viento y polvo.

La advección cálida es bien visible en el mapa de 500/1.000 milibares, como larga lengua de

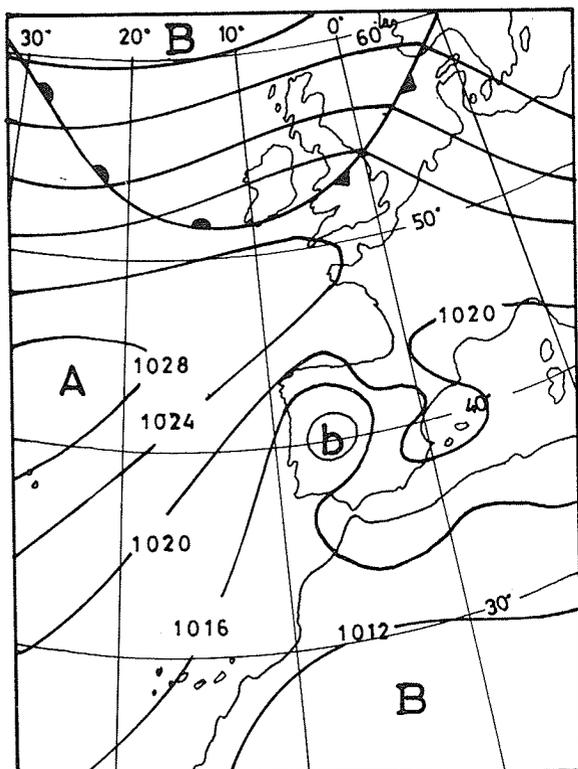


Figura n.º 5.— Mapa de superficie del 10—VII—1966, a las 00 horas (T.M.G.). Situación sinóptica, característica de verano. Alta Subtropical de Azores, al Oeste de la Península, baja térmica sobre el interior.

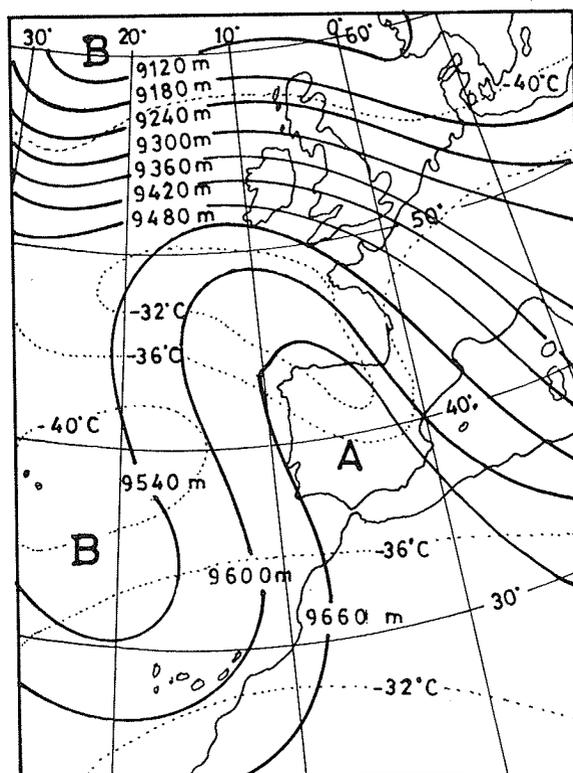


Figura n.º 6.— Mapa de 300 milibares del 12—VII—1966, a las 00 horas (T.M.G.). Dorsal cálida subtropical, sobre la vertical de la P. Ibérica y norte de África. Característico de la estación cálida.

aire cálido que avanza hacia el norte, englobando la P. Ibérica, Canarias y mares limítrofes (ver figura n.º 7).

En el día 12 de julio, se superan ampliamente los 30° y 35°C en numerosos puntos de todas las regiones: las máximas nacionales se registran en la Meseta Sur: 47°C en los Llanos del Caudillo (Ciudad Real); 45°C en Arenas de San Juan (Ciudad Real); 40,6°C en Madrid (Barajas); también destacaron, 44°C en Murcia y 43°C en Badajoz.

Durante el día 13 de julio, culminan las temperaturas máximas absolutas del verano, destacan:

- 47°C en Malpica del Tajo (Toledo).
- 46,5°C en Aranjuez Castillejos (Toledo).
- 46°C en Marmolejo (Jaén).
- 45°C en Manzanares (Ciudad Real) y Pantano de Iznajar (Córdoba).
- 44°C en Bailén (Jaén).

A partir del 16 de julio se debilita la advección de aire de procedencia sahariano y se perfila

una fuerte transgresión de aire polar marítimo atlántico, haciéndose por tanto la circulación meridiana, con temperaturas relativamente bajas.

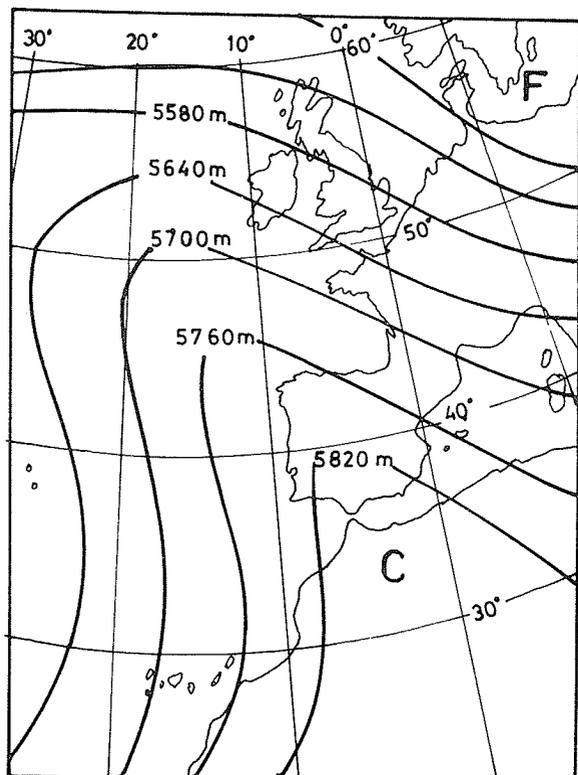


Figura n.º 7.— Mapa de topografía relativa de 1000—500 milibares a las 00 horas (T.M.G.) del 12—VII—1966. El aire cálido de origen tropical gravita sobre el norte de Africa y P. Ibérica.

Distribución vertical de la temperatura con la altura.

Al disponer de los sondeos termodinámicos de tres estaciones meteorológicas. La Coruña, Madrid (Barajas) y Palma de Mallorca (Son Bonet), podemos analizar la distribución vertical de la temperatura, en la invasión de aire cálido.

Estos datos los hemos llevado a un diagrama, tomando la temperatura como abscisa y la presión como ordenada, dándonos la curva de estado. Los datos de las tres estaciones corresponden a las 00 horas, con el fin de eliminar, al menos en parte, las influencias de las variaciones locales de la temperatura. En los ejemplos de la figura n.º 8, correspondientes al 12 de julio, aparece una inversión de temperatura, alcanzando unos 5°C en Madrid. La inversión se inicia a poca altura sobre el nivel del mar; generalmente por debajo de los 1.000 metros. En el observatorio de Son Bonet, la inversión se manifiesta a la altura a la cual la presión es de 950 mb. (500 metros), con un aumento de 2°C y se percibe todavía a 900 mb., que suele encontrarse a 1.000 metros.

En La Coruña, aparece ya a los 500 metros, la inversión y se acentúa a los 1.000 metros de altitud (17,8°C, frente a 16,4°C, en superficie).

SONDEOS A LAS 00 HORAS (T.M.G.), DEL 12 - JULIO - 1966

(Según datos del Boletín Mensual Climatológico, del S.M.N.)

	Sup.	950	900	850	800	700	600	500	300	200	milibs.
MADRID	26,8	—	21,7	25	22,8	14,8	5,1	-6,1	-27,8	-41,7	°C
LA CORUÑA	16,4	17,2	17,8	17	15,3	10	2,8	-6	-31,5	-50,3	°C
SON BONET	23,5	25,1	24,7	22	19,3	10,2	-1,1	-12,7	-39,8	-53,7	°C

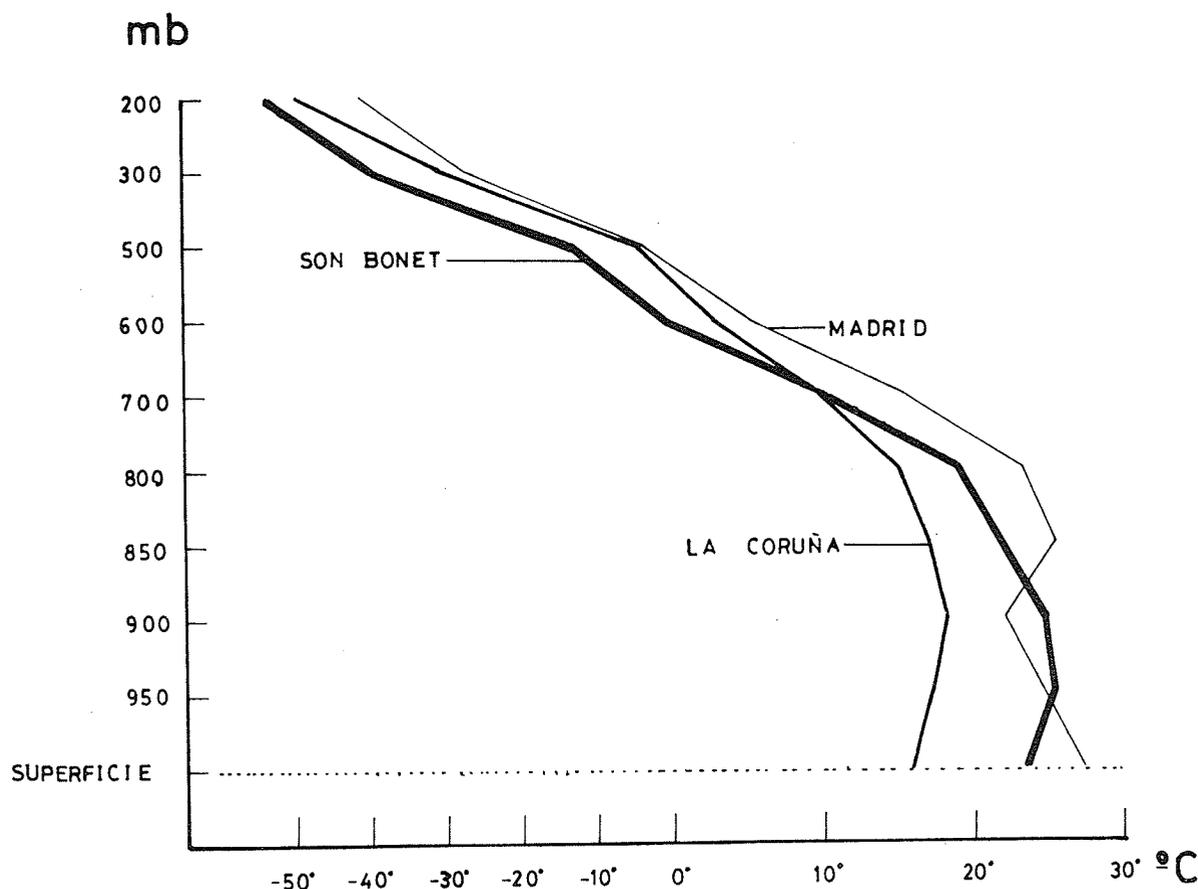


Figura n.º 8.— Ejemplo de la distribución vertical de la Temperatura durante las invasiones de aire cálido. Sondeos a las 00 horas (T.M.G.), del 12—VII—1966. (Según datos del Boletín Mensual Climatológico, S.M.N.).

Por el contrario en el sondeo termodinámico de Madrid (Barajas), la inversión cálida anticiclónica aparece bien definida a los 1.500 metros de altitud (850 mb.).

El aire cálido aparece hasta grandes alturas; a los 500 mb. (5.500 metros), la troposfera aunque presenta temperaturas negativas, es muy cálida sobre la vertical peninsular: -6°C sobre

La Coruña y $-6,1^{\circ}\text{C}$ en Madrid; en cambio, sobre Palma de Mallorca, es más fría, $-12,7^{\circ}\text{C}$, debido a la proximidad de una depresión fría que está centrada sobre Europa Central. Hecho que también se refleja a los 300 mb. (9.000 metros de altitud, aproximadamente), ver figura n.º 6, con -39°C sobre Son Bonet; $36,7^{\circ}\text{C}$ en Madrid y $-31,3^{\circ}\text{C}$ en la vertical de la Coruña, a consecuencia de la proximidad de la alta de Azores.

En todos los casos, la inversión desaparece a los 850 mb.

Dirección del viento en superficie y en las capas superiores.

En el sondeo de las 12 horas (T.M.G.), del 12 de julio de 1.966 (ver figura n.º 9), los vientos de superficie, en la Península, son variables: del ENE en La Coruña, del ESE en Palma de Mallorca y del SSW en Madrid. Lo que indica circulación ciclónica, contraria a las agujas del

reloj; desde 500 a 2.000 metros de altitud, son del Segundo Cuadrante (SE) en La Coruña, que se corresponde con la rama ascendente de la dorsal. En Madrid, desde el suelo hasta los 1.000 metros son del SW y entre los 1.000 y los 5.500 metros giran al W. En Palma de Mallorca, a partir de los 500 hasta los 1.500 metros de altitud, son variables, oscilando entre el Primer y Segundo Cuadrante, y, a partir de los 1.500 hasta los 5.500 metros del NW, como corresponde a la rama descendente de la dorsal.

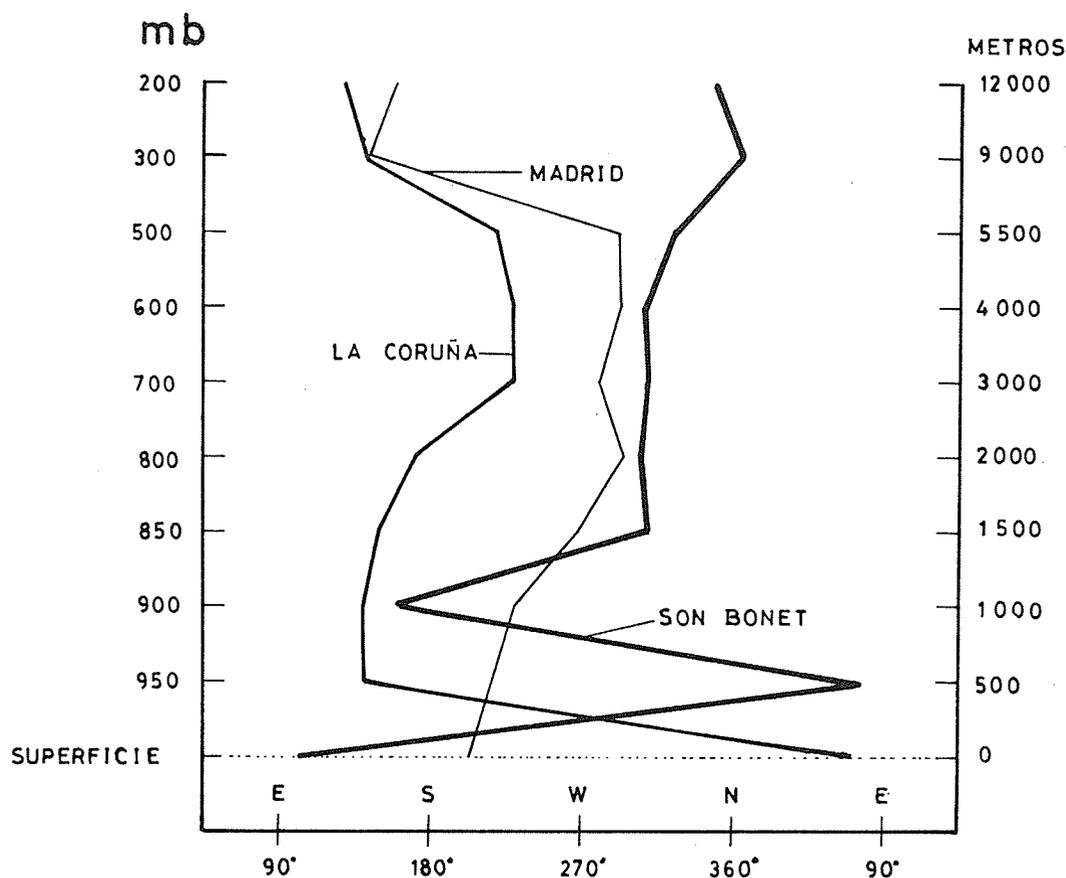


Figura n.º 9.— Sondeos a las 12 horas (T.M.G.), del 12—VII—1966. Ejemplo de la dirección del viento en superficie y en las capas superiores (Según los datos del Boletín Mensual Climatológico, S.M.N.).

En La Coruña y Madrid, los vientos giran al Segundo Cuadrante (SE), desde los 5.500 hasta los 12.000 metros de altitud, como corresponde a la vertiente occidental de la dorsal; en Cataluña, sur de Francia y Baleares, el viento toma componente Norte, como corresponde a la circulación en la vertiente oriental de la cresta anticiclónica.

SITUACION DE TORMENTAS.

Los periodos de calor intenso, ligados a la variante alta de la circulación zonal son poco duraderos y derivan con rapidez hacia situaciones tormentosas, con fuerte inestabilidad vertical del aire, por la llegada de aire más frío bien sea por superficie o en altitud:

1.—Por irrupciones frías en altura (gota o vaguada); “cuando la depresión térmica se propaga en altitud y da origen a un flujo del septentrión que acentúa la inestabilidad al enfriarse las capas altas de la atmósfera” (14) y, todo ello, va a facilitar la convección de origen térmico con tormentas.

2.— Por la advección de aire del Mediterráneo Occidental en las bajas capas, que aporta la humedad necesaria para que las corrientes convectivas creadas por la turbulencia térmica, originen condensaciones que desemboquen en fenómenos tormentosos.

3.— Y finalmente, las típicas tormentas convectivas o tormentas de calor. En ocasiones la fuerza de la columna ascendente es tan fuerte que logra atravesar la capa anticiclónica, desarrollando tormentas y chubascos.

En cualquiera de los casos, se forman potentes nubes de desarrollo vertical que rompen la capa de inversión y se desemboca en una situación tormentosa, cuyos aguaceros y chubascos refrescan el ambiente. En el primer caso, las precipitaciones son más importantes y generales, e interesan a la mayor parte de la Península; puesto que las irrupciones frías en altitudes

provocan una gran inestabilidad, con desarrollo vertical de las nubes:

A.— Intensa convergencia al este de una vaguada planetaria o gota fría.

b.— Fuerte gradiente térmico, como resultado de la superposición del aire frío sobre el aire cálido de las capas bajas.

CONCLUSION.

El verano se caracteriza en La Península, por un debilitamiento de la circulación zonal y un ascenso paulatino de las altas presiones atlánticas hacia latitudes más septentrionales; ello acontece religiosamente todos los años. Esto es, el anticiclón marítimo subtropical de Azores se desarrolla al máximo y se desplaza hacia el norte, aportando su influencia árida, lo que es suficiente para provocar esta reducción en la precipitación estival: las condiciones desérticas que prevalecen constantemente más al Sur (sur de Marruecos, Canarias, costas de Mauritania, etc.), controlan la situación y aportan una extremada sequedad.

Las altas temperaturas reinantes, a consecuencia de la fuerte insolación, provocan un calentamiento diario, que se traduce en la pérdida de densidad del aire y, por lo tanto, la disminución de la presión atmosférica. Sin embargo estas bajas, no se traducen en lluvias, como ocurre normalmente en la época fría. Y ello, motivado por su origen térmico, baja ligada a las bajas capas, mientras que en niveles altos, reaparecen sobre la vertical de nuestro espacio las condiciones de subsistencia dinámica anticiclónica.

Realmente, un área de altas presiones es bien visible sobre la vertical de España y norte de Africa sobre las topografías de -700, 500 y 300 mb.-, mientras que al nivel del mar, el anticiclón de Azores se sitúa al oeste de la P. Ibérica.

Lo importante es el carácter subsidente del aire, al descender: se comprime, se recalienta y se reseca, alejándose su temperatura del punto de rocío. Por tanto, el tiempo bueno, seco y soleado domina ampliamente a lo largo de la estación cálida. Lo cual no quiere decir que no se produzca días perturbados, con mal tiempo. Si los hay y, en particular, lluvias de tipo frontal son frecuentes en la vertiente Norte y Noroeste (Cantábrico, Galicia y Pirineos); pero en la mayor parte de las tierras peninsulares, la aridez es lo normativo.

Las temperaturas máximas absolutas de verano, tienen lugar en la mayoría de los observatorios de la Península, Baleares y Canarias, bajo invasiones de aire caliente africano, siendo particularmente notable los elevados valores de dichas máximas en comparación con los valores normales de las temperaturas máximas diarias. Así tenemos: en Almería una máxima de 42°C en julio, correspondiente a un periodo de 50 años, mientras que la media de las máximas diarias para dicho mes sólo es de 28,8°C.

En Miranda del Ebro, se registra una máxima de 42°C en julio, siendo la media de las máximas de ese mes de 27,3°C (periodo de 35 años). Y finalmente, en Sevilla (Universidad) —aunque sería numerosísimos los casos—, registra una máxima absoluta de 51°C en julio, correspondiente a un periodo de 100 años: 1870—1970, siendo de 37°C, la media de las máximas para julio.

En los últimos 100 años, citaremos como veranos extremadamente calurosos, los de los años: 1873; 1876; 1893; 1906; 1911; 1947; 1950; 1958; 1967 y recientemente en el verano de 1975.

Estos largos periodos de calor y sequía constituyen grandes sangrias hidrológicas para los campos y pantanos, debido a la enorme cantidad de agua perdida por evaporación. Por lo general, las olas de calor intenso finalizan con la llegada de masas de aire fresco y húmedo, bien sea por superficie o en altitud, que provocan una situación de fuerte inestabilidad atmosférica, con tormentas.

El motor del clima estival de la P. Ibérica, hay que indagarlo en las capas altas, cuyos mecanismos tiranizan y rigen el tiempo de las capas bajas.

El tiempo perturbado y las precipitaciones de verano que se originan a lo largo y ancho de nuestro espacio geográfico, dependen casi exclusivamente de procesos que tienen lugar en altitud y no en superficie. Sin embargo, tales precipitaciones son muy escasas y no se producen todos los veranos: la dorsal cálida en altitud paraliza los movimientos superficiales de convección térmica y es el principal factor de la sequía estival y del buen tiempo.

En estos anticiclones de verano —alta de Azores o alta subtropical del Norte de Africa—, sustituidos en los bajos niveles por una baja térmica, en las capas más bajas, próximas al suelo, es mayor el calentamiento solar durante el día que la pérdida de calor por la noche, recalentándose el aire continuamente de un día para otro, formalizándose movimientos verticales que paraliza la inversión de subsidencia térmica, de ahí la forma achatadas y recortadas de las nubes —Estratocumulos— a un mismo nivel, son las nubes cumuliformes de evolución diurna o buen tiempo.

En definitiva, el abrigo aerológico —anticiclón en altitud—, domina sobre las condiciones de superficie, baja térmica relativa.

Las figuras del texto han sido dibujadas por el propio autor.

NOTAS

1. CAPEL MOLINA, J.J.: El clima de la Cuenca Baja del Guadalquivir. Síntesis Geográfica. Tesis doctorales de la Universidad de Granada, 1976. Resumen Tesis Doctoral.
2. GARCIA DE PEDRAZA, L.: Olas de calor. Rev. Tempero, Zaragoza, 1960; p. 12.
3. I.F.P.: El anticiclón de las Azores.— Calendario Meteorofenológico. S.M.N., Madrid, 1957, p. 123.
4. P. ESTIENNE et A. GODARD.: Climatologie.— Armand Colin, Paris, 1970, p. 132.
5. MASACH ALAVEDRA, V.: "El clima". En Geografía de España y Portugal, dirigida por M. de Teran, Barcelona, 1954., Montaner y Simón, p. 40.
6. LOPEZ GOMEZ, A.: El supuesto monzón de la P. Ibérica.— Aportación española al XXI Congreso Geográfico Internacional. India. C.S.I.C. Patronato "Alonso de Herrera", Madrid, 1968.
7. GARCIA DE PEDRAZA, L.: Masas de aire. Olas de frío y calor.— Boletín Mensual Climatológico, abril, 1963, S.M.N. Madrid, p. 3.
8. ZIMMERCIED, W.: Acerca de las situaciones típicas de tiempo de la P. Ibérica.— S.M.N., Madrid, 1949.
9. SANCHEZ EGEE, J.: Situaciones de tiempo en la Península Ibérica.— Rev. de Aeronautica y Astronómica, n.º 327, 1968, Madrid.
10. GARCIA DE PEDRAZA, L.: Masas de aire. Olas de frío y calor.— Boletín Mensual Climatológico, abril, 1963. Madrid, p. 6. S.M.N.
11. S.M.N.: Boletín Mensual Climatológico, julio, 1967, p. 3.
12. LAUTENSACH, H.: La precipitación en la Península Ibérica.— S.M.N. Notas de Meteorología Sinóptica, Madrid, marzo, 1971.
13. SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL: Boletín Mensual Climatológico, Julio, 1969. Madrid, p. 3.
14. SANCHEZ EGEE, J.: Situaciones de tiempo en la P. Ibérica.— Rev. Aeronáutica y Astronómica, n.º 327, febrero, 1968. Madrid, p. 98.