

OLAS DE FRÍO Y DE CALOR DURANTE EL CAMBIO DE SIGLO EN EL OBSERVATORIO DE ÁVILA

PABLO DÁVILA, F. de; TOMÁS SÁNCHEZ, C. y RIVAS SORIANO, L.

*Departamento de Física General y de la Atmósfera.
Facultad de Ciencias. Universidad de Salamanca*

RESUMEN

En este trabajo se analizan y comparan las mediciones efectuadas en el observatorio de Ávila en referencia a dos acontecimientos meteorológicos de gran importancia ocurridos en el inicio del siglo XXI: la ola de frío de diciembre de 2001 y la ola de calor sufrida durante el verano de 2003, que han dado origen a nuevos registros históricos de las temperaturas máximas y mínimas en dicho observatorio.

INTRODUCCIÓN

Las olas de frío y de calor son episodios meteorológicos que, con frecuencia diversa, provocan una esporádica alteración del ritmo térmico normal en distintos ámbitos planetarios. Sin duda, sus efectos son más notorios en latitudes medias, pero ello no supone que en ciertos lugares del cinturón intertropical las desconozcan. La mayor o menor intensidad de estos dos sucesos meteorológicos extremos se manifiesta, además de por una alta variabilidad de los registros térmicos, por sus efectos catastróficos asociados, especialmente significativos por los daños económicos y pérdida de vidas humanas.

Aunque las expresiones de «olas de frío o calor» desde un punto de vista estrictamente meteorológico resultan desacertadas, son muy utilizadas por los medios de comunicación y han calado rápidamente en la opinión pública, que identifica al instante los efectos asociados a dichos fenómenos extremos. La Organización Meteorológica Mundial define técnicamente «ola de frío» como un fuerte enfriamiento del aire (helada de radiación) o una invasión de aire muy frío (helada de advección) que se extiende sobre un amplio territorio geográfico. Por su parte, una «ola de calor» sería una invasión de aire muy cálido que se expande sobre una gran superficie de terreno. Si bien de forma más correcta habría que hablar de «golpes de frío o calor» o de episodios anormalmente fríos o cálidos.

Varios son los rasgos que caracterizan estos eventos atmosféricos:

- Breve duración: no suelen exceder los 3 días, aunque excepcionalmente pueden prolongarse una semana y más.
- Extensión territorial: afectan un amplio espacio (el que queda bajo el campo de acción de la configuración atmosférica causante de los episodios).
- Registros atmosféricos extremos: el desarrollo de estos episodios se salda no sólo con las temperaturas más bajas o más altas, respectivamente, del año meteorológico, sino que asimismo, las olas de frío suponen, habitualmente, nevadas abundantes, mientras las olas de calor se acompañan de valores mínimos de humedad relativa.

Aunque los efectos no son tan llamativos como los causados por inundaciones, huracanes o tornados, las olas de frío y calor provocan cuantiosas pérdidas materiales y de vidas humanas en el territorio afectado. Así, la actividad agraria se ve perjudicada por temperaturas anormalmente bajas o altas que hacen perder los cultivos de temporada por congelación o asurado, respectivamente. Más graves aún son las secuelas de temperaturas negativas en los cultivos arbóreos, puesto que si éstas son muy bajas y prolongadas causan la deshidratación de los tejidos y en consecuencia su muerte, de manera que suponen la necesidad de replantar los campos.

Por su parte, las olas de calor provocan trastornos en los organismos vivos por la deshidratación que originan las altas temperaturas asociadas. Las zonas cultivadas y los seres humanos soportan con dificultad registros superiores a 40 °C, resultando letales para la mayoría de cultivos cuando se superan los 50 °C. El desarrollo de una ola de calor suele acompañarse, además, de otro fenómeno de graves consecuencias ambientales como son los incendios forestales, puesto que las altas temperaturas y el ambiente seco favorecen su generación y propagación. Así, es muy habitual que los países

del sur de Europa se vean azotados en verano por grandes masas de aire sahariano, que motiva incrementos súbitos de las temperaturas y un descenso de la humedad relativa del aire.

Los registros de sucesos extremos asociados al tiempo y el clima vienen manifestándose de manera permanente en nuestro planeta y los estudios científicos más recientes indican como la temperatura global continúa aumentando (la temperatura media global se ha incrementado en 0,6 °C durante el s. XX) pudiendo ser atribuido este incremento a un posible cambio climático. Ante esta tendencia es de esperar por tanto que el número y la intensidad de los eventos atmosféricos extremos, entre los que cabe resaltar las olas de calor y frío, puedan incrementarse en un futuro.

EL OBSERVATORIO DE ÁVILA

Ávila de los Caballeros está situada sobre una colina al pie de la Sierra de Guadarrama, teniendo por fondo el pico de la Paramera y bañada por las aguas del Adaja. Ávila tiene una altitud de 1.127,9 m siendo por tanto la capital de provincia española que se encuentra a mayor altura sobre el nivel del mar.

Las observaciones meteorológicas en la ciudad de Ávila comienzan de forma documentada y registrada durante el año 1882 cuando se instala un observatorio meteorológico en el Instituto de Enseñanza Media, situado entonces en la calle de Vallespín, frente al Palacio de Polentinos, actualmente Academia de Intendencia.

Las observaciones eran llevadas a cabo por el personal docente del centro, que rellenaban unas hojas en las que se reflejaban los datos que eran observados. Como se puede suponer, eran muy pocas el número de variables meteorológicas que se recogían habitualmente. Al final de cada hoja se hacía una pequeña descripción de las incidencias meteorológicas que hubieran tenido lugar durante ese día y, según consta en dichas hojas, estas eran llenadas por el entonces Catedrático de Física del Instituto D. Juan Guerras Valseca.

Posteriormente hacia el año 1911, el Observatorio fue trasladado de emplazamiento al Instituto General Técnico y hasta 1912 las medidas fueron muy deficientes debido a que ni los instrumentos utilizados ni las instalaciones eran adecuadas. En dicho año se reformó por completo la estación, instalándose todos los instrumentos recomendados para las estaciones meteorológicas de primer orden. El pluviómetro de tipo Hellman se colocó en una terraza a 14 m de la calle y con la boca a 1 m sobre el piso. Las coordenadas en esos momentos eran: latitud: 40° 39' N, longitud: 04° 42' W, altitud: 1.126 m.

En el año 1931, las observaciones empiezan a ser tomadas por personal observador asignado por el propio Servicio Meteorológico Nacional y se amplía el número de los variables observadas tales como la presión, viento, humedad... Es en enero de 1953 cuando se traslada el Observatorio a una torreta situada en la parte superior del edificio del Ayuntamiento, en el que ha permanecido hasta el mes de marzo de 1982, complementándose las anotaciones de las observaciones con la elaboración de hojas climatológicas.

En marzo de 1982 se suspenden las observaciones con motivo de las obras de reparación de cubiertas de la Casa Consistorial, que obligan a desmontarlo. Aprovechando esta circunstancia, la Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología, decide buscar un emplazamiento más idóneo para el Observatorio, pues su situación hasta ese momento en el centro del casco urbano y ubicado en la última planta del edificio, no se considera adecuada para obtener unos datos suficientemente fiables, a cuyo fin se solicita de la Corporación Municipal facilite un terreno en lugar idóneo, donde construir el nuevo Observatorio, al que se piensa dotar del equipo completo de aparatos fijados para los de la Red Sinóptica Nacional.

A estos efectos, el Ayuntamiento proporciona una parcela de terreno situada en la margen izquierda de la carretera N-110, dirección Madrid a Villacastín, frente al cruce de la N-403, carretera de Toledo a Valladolid, en la que se procede a efectuar el vallado provisional y a la instalación de los aparatos, reanudándose la toma de algunas observaciones en febrero de 1983.

Durante el tiempo que existen unos aparatos situados en el Ayuntamiento y otros en el solar referenciado, el personal Observador se ve obligado a desplazarse para tomar los datos de ambos lugares, con la consiguiente diferencia de horario en los mismos y por lo tanto deficiencia en su observación.

Finalmente, en 1988 es construido por el INM el edificio del actual Observatorio en los terrenos cedidos por el Ayuntamiento, siendo la situación geográfica del nuevo emplazamiento (Jiménez Gutiérrez et al., 2000):

- Latitud geográfica: $\phi = 40^{\circ} 39'$
- Longitud geográfica respecto a Greenwich: $\lambda = 04^{\circ} 42' W$
- Longitud geográfica respecto a Madrid: $\lambda = 54' 17'' W$
- Altitud del suelo de la estación: $H_s = 1.131 m.$

- Altitud de la cubeta del barómetro: $H_b = 1.132$ m.
- Altura sobre el suelo del depósito del termómetro: $h_t = 1,6$ m.
- Altura sobre el suelo del anemómetro: $h_a = 10$ m.
- Altura sobre el suelo de la veleta: $h_d = 10$ m.
- Altura sobre el suelo de la boca del pluviómetro: $h_r = 1,5$ m.

OLA DE FRÍO DEL MES DE DICIEMBRE DE 2001

Esta ola de frío disparó el consumo eléctrico y provocó grandes apagones en gran parte de España. Según el diario El Mundo (18 de diciembre, 2003) ... los graves apagones que se produjeron en Cataluña el pasado fin de semana y que dejaron sin luz a más de 200.000 ciudadanos se extendieron ayer a numerosas zonas de Madrid y de Levante. La ola de frío tuvo las mismas consecuencias en los países del entorno, en Francia tuvieron el mismo problema y el Gobierno se vio obligado a reducir las exportaciones de electricidad hacia España. A consecuencia de ello, el mercado español tuvo que aumentar las importaciones de Marruecos, señaló a este diario el secretario de Estado de Economía y Energía, José Folgado... El extraordinario tirón de la demanda disparó el precio del kilowatio hasta las 100 pesetas en el mercado alemán y hasta las 40 en el francés, frente a una media habitual de ocho pesetas.

Según el Instituto Nacional de Meteorología (INM, www.inm.es) esta ola de frío marco nuevos mínimos en los registros de temperaturas en diferentes observatorios de la Península. Los episodios de frío intenso que padeció el Nordeste y Centro durante los días 16-17 y 24-25, han dado origen a nuevos mínimos de temperatura en observatorios como Barajas (Madrid) -10,5 °C los días 16 y 17 inferior a la mínima de -10,0 °C registrados en 1962; El Prat (Barcelona) -3,6 °C el día 25, mínimo histórico, el anterior era de -2,8 °C en 1938: Zaragoza estableció nuevo mínimo cincuentenario el día 25 con -9,5 °C que es inferior a los -7,7 °C de 1973; Teruel el día 26 registró -18,2 °C próxima a la mínima histórica del 2 de enero de 1918 con -20,0 °C; etc...

En el observatorio de Ávila los episodios fríos presentaron mayor incidencia sobre las temperaturas mínimas que respecto de las máximas, como puede apreciarse sin más que comparar las figuras 1 y 2, donde se muestran las evoluciones de las $T_{\text{máx.}}$ y $T_{\text{mín.}}$ diarias junto a los correspondientes valores promedio o climatológicos.

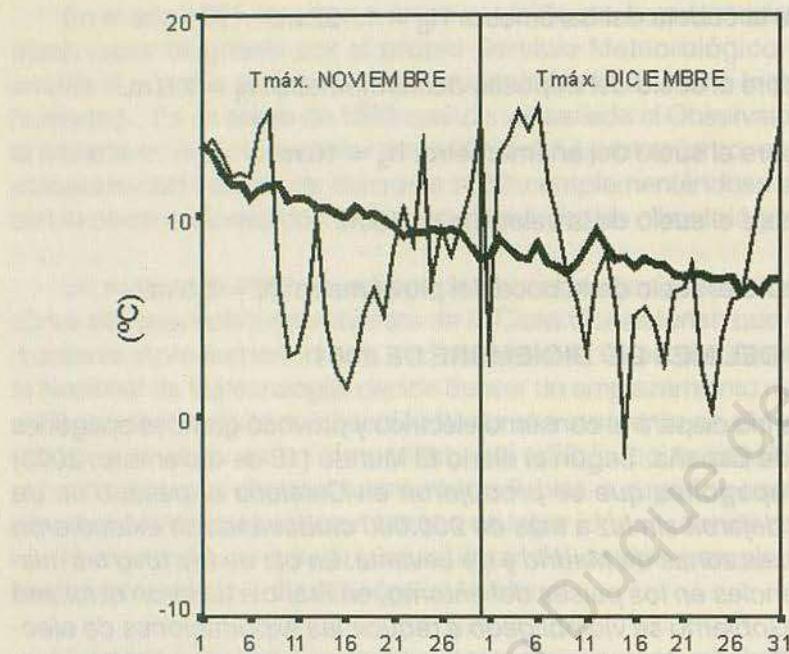


Figura 1. Valores climatológicos diarios (1957-2000) (grueso) y valores diarios (2001) (fino) de las temperaturas máximas. Noviembre y diciembre.

El análisis de la figura 1 revela que los días 15 y 24 de diciembre los valores de las temperaturas máximas presentaron desviaciones de $-9,7^{\circ}\text{C}$ y $-6,6^{\circ}\text{C}$, respectivamente, respecto a los valores climatológicos. El día 15 es el único día del mes en que la temperatura máxima fue inferior a 0°C ($-1,4^{\circ}\text{C}$). Por último la temperatura media mensual resultó ser de $7,5^{\circ}\text{C}$ valor inferior al normal $8,0^{\circ}\text{C}$ del periodo 1971-2000 (INM, 2001).

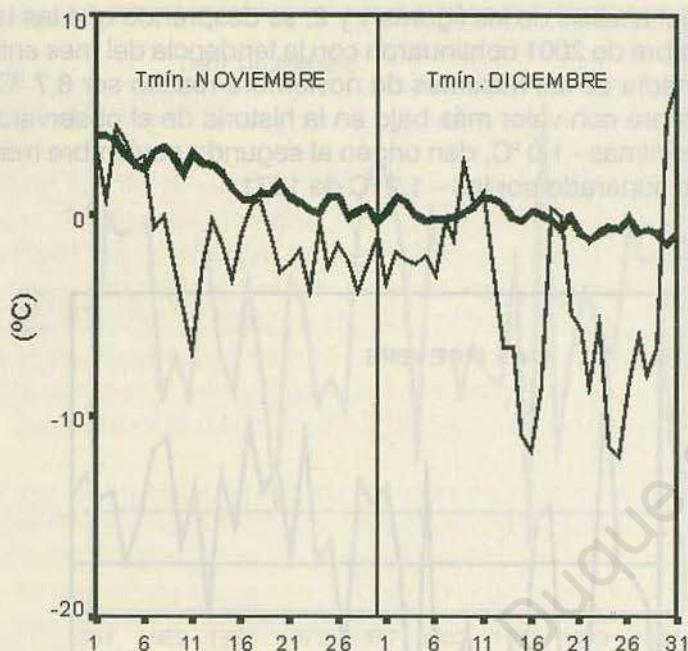


Figura 2. Valores climatológicos diarios (1957-2000) (grueso) y valores diarios (2001) (fino) de las temperaturas mínimas. Noviembre y diciembre.

Con respecto a las temperaturas mínimas diarias de dicho mes (figura 2) puede afirmarse que existieron dos períodos de frío intenso. El primero del 13 al 17 con desviaciones respecto a los valores climatológicos comprendidas entre los $-6,5^{\circ}\text{C}$ del día 15 a $-12,0^{\circ}\text{C}$ del día 16. El segundo, del 20 al 29 de diciembre, con desviaciones comprendidas entre los $-4,5^{\circ}\text{C}$ del día 23 a los $-11,4^{\circ}\text{C}$ del día 25. En este período se registró en Ávila el valor extremo de la temperatura mínima de $-12,1^{\circ}\text{C}$ el día 25, que no alcanzó a los valores históricos de $-15,0^{\circ}\text{C}$ en 1962 y $-13,4^{\circ}\text{C}$ en 1985.

Estos episodios de frío intenso unidos a los demás valores de temperaturas mínimas diarias han dado origen a un valor de temperatura media mínima mensual de $-4,0^{\circ}\text{C}$ que se aparta del valor normal de $-0,1^{\circ}\text{C}$ del período 1971-2000 (INM, 2001) y de los valores medios mensuales en el período 1957-2000 (figura 4).

También del análisis de las figuras 1 y 2, se desprende que las temperaturas de diciembre de 2001 continuaron con la tendencia del mes anterior. La temperatura media de las máximas de noviembre resultó ser 8,7 °C (sexto mes de noviembre con valor más bajo en la historia de el observatorio) y la media de las mínimas - 1,0 °C, dan origen al segundo noviembre más frío en la historia, solo superado por los - 1,2 °C de 1971.

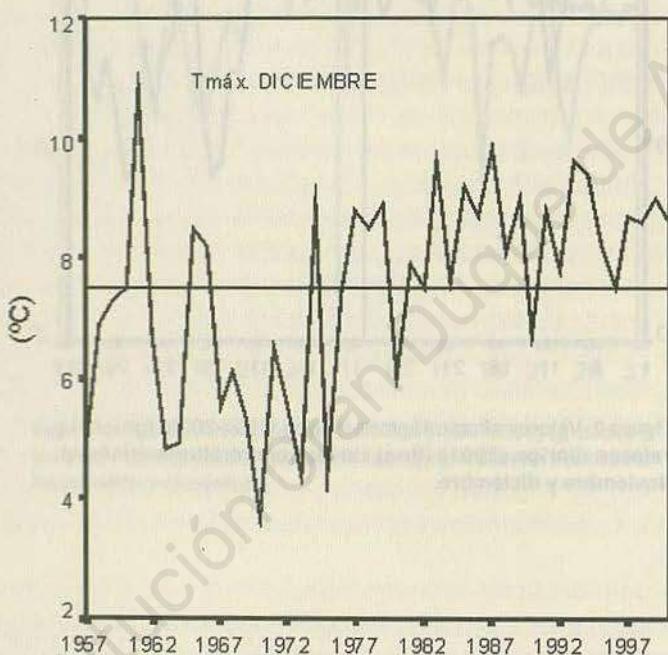


Figura 3. Valores medios mensuales (diciembre) de las temperaturas máximas. 1957-2000. En línea recta el valor medio de diciembre de 2001 (7,5 °C).

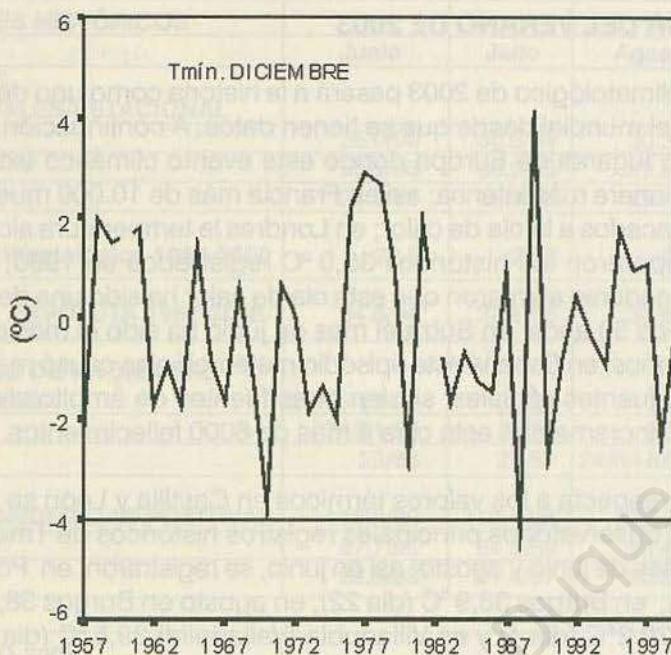


Figura 4. Valores medios mensuales (diciembre) de las temperaturas mínimas. 1957-2000. En línea recta el valor medio de diciembre de 2001 (- 4,0 °C).

Con el fin de resaltar el carácter excepcional del mes de diciembre de 2001 en el observatorio de Ávila, en la tabla 1 se presentan los valores de la precipitación mensual (R), del número de días con precipitación $> 0,1$ mm (D_R) y del número de días de helada (D_H) de dicho mes, junto a los correspondientes valores climáticos (promedios) del periodo 1971-2000.

| | Dic. 2001 | Dic. 1971-2000 |
|--------------|-----------|----------------|
| R (mm) | 12,7 | 44,4 |
| D_R (días) | 7 | 7 |
| D_H (días) | 25 | 15 |

Tabla 1. Valores R , D_R y D_H para el mes de diciembre de 2001 junto a los correspondientes valores climáticos del periodo 1971-2000.

OLA DE CALOR DEL VERANO DE 2003

El verano climatológico de 2003 pasará a la historia como uno de los más calurosos a nivel mundial desde que se tienen datos. A continuación mencionamos algunos lugares de Europa donde este evento climático extremo se manifestó de manera más intensa: así en Francia más de 10.000 muertos han podido ser achacados a la ola de calor; en Londres la temperatura alcanzó los 35,4 °C que superaron los históricos 35,0 °C registrados en 1990; en Italia muchos investigadores afirmaron que esta ola de calor ha sido una de las peores de los últimos 50 años; en Suiza el mes de junio ha sido el más cálido en los 250 últimos años; en España este episodio meteorológico causó más de 100 muertos según fuentes oficiales, si bien otras fuentes de ámbito científico y epidemiológico incrementan esta cifra a más de 6000 fallecimientos.

Por lo que respecta a los valores térmicos en Castilla y León se alcanzaron en algunos observatorios principales registros históricos de temperaturas absolutas en los meses de junio y agosto; así en junio, se registraron: en Ponferrada 38,4 °C (día 21), en Burgos 36,9 °C (día 22), en agosto en Burgos 38,8 °C (día 4), en Zamora 39,2 °C (día 4) y en Villanubla (Valladolid) 39,5 °C (día 3). También en esta región se alcanzaron los niveles más elevados de ozono troposférico desde el verano de 1996; en Ponferrada, Salamanca, Valladolid y Venta de Baños se rebasó el umbral de información a la población por ozono, establecido por la normativa española y europea en 180 mg/m³ como promedio horario.

Con objeto de estudiar con qué grado de intensidad esta ola de calor se manifestó en el observatorio de Ávila, hemos analizado individualmente cada uno de los tres que la engloban y su conjunto (verano) según los valores diarios registrados de las temperaturas máximas (tabla 2) y mínimas (tabla 3), comparando los resultados respecto de los valores históricos acaecidos durante el periodo 1957-2000. Además de las temperaturas medias mensuales y sus valores absolutos registrados con indicación del año en que se detectan, hemos incluido los resultados obtenidos respecto a dos parámetros relacionados con temperaturas extremas como son: el número de anomalías positivas registradas por mes (entendiendo por anomalía la desviación respecto a su media) y las correspondientes sumas de estas desviaciones que son utilizadas para indicar de forma indirecta el índice de persistencia y el grado de intensidad del fenómeno analizado.

| VALORES HISTÓRICOS | | | | |
|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| MEDIAS MENSUALES/ESTACIONAL | Junio | Julio | Agosto | Verano |
| | 26.0/00 | 30.8/94 | 30.3/91 | 28.3/94 |
| | 25.5/96 | 30.0/89 | 29.2/98 | 28.1/91 |
| | 25.3/91 | 29.9/67 | 29.1/94 | 27.8/98 |
| Media climatológica 1957-2000 | 22.5 | 27.2 | 26.7 | 25.5 |
| T. MÁX. ABSOLUTA 1957-2000 | 34.8/94 | 37.6/95 | 36.8/87 | 37.6/95 |
| NÚMERO DE ANOMALÍAS POSITIVAS | 26/95-99-00 24/91-98 23/86 | 30/94 28/89 27/67 | 29/91 25/98 24/85-88-94 | 75/94 73/91 72/89 |
| SUMA ANOMALÍAS POSITIVAS | 116.8/00 97.7/91 92.9/86 | 114.4/94 94.0/89 91.4/67 | 117.4/91 95.4/98 93.3/94 | 300.2/94 298.0/91 266.1/71 |

| VERANO 2003 | | | | |
|-------------------------------|-------|-------|--------|--------|
| | Junio | Julio | Agosto | Verano |
| Medias mensuales/estacional | 28.3 | 29.4 | 30.8 | 29.5 |
| Tmax. absoluta | 32.6 | 34.4 | 36.2 | 36.2 |
| Número de anomalías positivas | 28 | 24 | 28 | 80 |
| Suma de anomalías positivas | 179.8 | 87.7 | 137.0 | 404.5 |

Tabla 2. Valores históricos y climatológicos de las Tmáx. y parámetros relacionados de los meses de junio, julio y agosto; y del verano astronómico (parte superior). Valores mensuales y del verano del 2003 (parte inferior). En cursiva y negrita, nuevos valores históricos.

| VALORES HISTÓRICOS | Junio | Julio | Agosto | Verano |
|--|-------------|-------------|-------------|----------|
| MEDIAS MENSUALES/ESTACIONAL | | | | |
| | 13.0/65 | 15.8/59 | 30.3/91 | 28.3/94 |
| | 12.9/60 | 15.3/67-69 | 14.8/98 | 13.4/59 |
| | 12.4/02 | 15.1/64 | 14.7/57 | 13.3/61 |
| Media climatológica 1957-2000 | 9.9 | 12.8 | 12.6 | 11.8 |
| T. MÍN. MÁS ALTA 1957-2000 | 21.8/68 | 23.4/75 | 23.0/65 | 23.4/75 |
| NÚMERO DE ANOMALÍAS POSITIVAS | 26/76 | 26/69-99 | 26/73 | 67/62 |
| | 24/60 | 25/64-67 | 24/62-98 | 65/69 |
| | 23/62-65-79 | 24/59-63-71 | 23/57-80-81 | 64/76 |
| SUMA ANOMALÍAS POSITIVAS | 105.5/65 | 103.8/59 | 90.8/98 | 212.3/62 |
| | 99.1/60 | 92.4/69 | 88.4/62 | 195.5/61 |
| | 76.96/76 | 85.6/67 | 83.6/73 | 194.4/64 |

| VERANO 2003 | Junio | Julio | Agosto | Verano |
|--------------------------------------|--------------|-------|--------------|--------------|
| Medias mensuales/estacional | 14.4 | 13.6 | 16.3 | 14.8 |
| Tmín. más alta | 19.6 | 18.5 | 22.0 | 22.0 |
| Número de anomalías positivas | 30 | 16 | 29 | 75 |
| Suma de anomalías positivas | 136.3 | 87.7 | 115.2 | 294.2 |

Tabla 3. Valores históricos y climatológicos de las Tmín. y parámetros relacionados de los meses de junio, julio y agosto; y del verano astronómico (parte superior). Valores mensuales y del verano del 2003 (parte inferior). En cursiva y negrita, nuevos valores históricos.

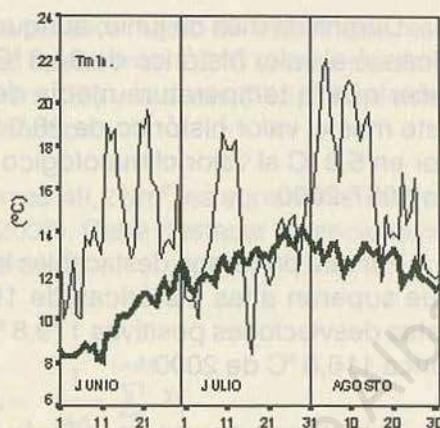


Figura 5. Valores diarios (fino) de Tmáx. (parte superior) y Tmín. (parte inferior) junto a los correspondientes valores climatológicos (grueso) del periodo 1957-2000.

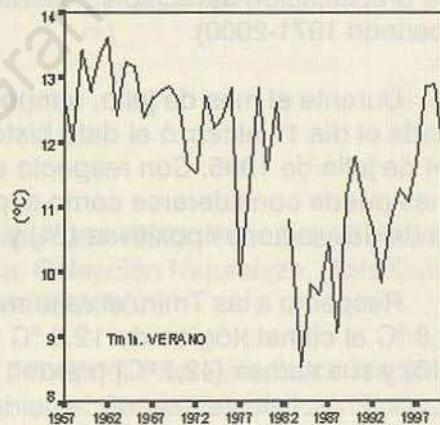
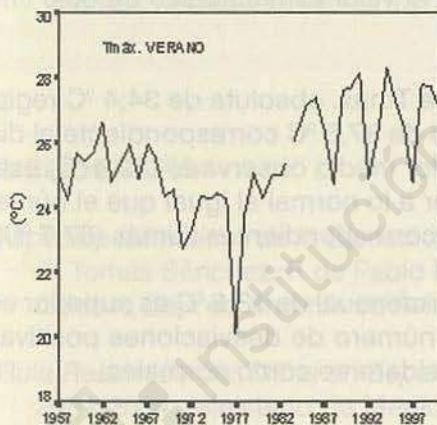


Figura 6. Valores medios de las Tmáx. (superior) y Tmín. (inferior) de los veranos, periodo 1957-2000.

Durante el mes de junio, aunque la Tmáx. absoluta 32,6 °C del día 19 no alcanzó el valor histórico de 34,8 °C del 30 de junio de 1994, hay que destacar que la temperatura media de las máximas 28,3 °C superó el hasta este mes el valor histórico de 26,0 °C de junio de 2000 y resulta ser superior en 5,8 °C al valor climatológico medio mensual de 22,5 °C en el periodo 1957-2000.

Por otra parte, son destacables las 28 anomalías positivas diarias del mes que superan a las históricas de 1995-99-2000 y sobre todo la suma de estas desviaciones positivas 179,8 °C muy superior a la hasta este mes histórica 116,8 °C de 2000.

Al igual que ocurre en la Tmáx., la Tmín. más alta de 19,6°C del día 22 no alcanzó a la histórica de 21,8 °C registrada el día 29 de junio de 1968; sin embargo el valor medio mensual de las Tmín. (14,4 °C) sí supone un nuevo registro histórico al igual que el número de desviaciones positivas (30) y su suma (136,3 °C).

La precipitación registrada en este mes 13,8 l/m², resultado de seis días de precipitación apreciable, es inferior al valor climatológico de 36,0 l/m² (periodo 1971-2000).

Durante el mes de julio, tampoco la Tmáx. absoluta de 34,4 °C registrada el día 11 alcanzó el dato histórico de 37,6 °C correspondiente al día 24 de julio de 1995. Con respecto al valor medio observado (29,4 °C) este mes puede considerarse como superior a lo normal al igual que el número de desviaciones positivas (24) y sus correspondientes sumas (87,7 °C).

Respecto a las Tmín. el valor medio mensual de 13,6 °C es superior en 0,8 °C al climatológico de 12,8 °C y el número de desviaciones positivas (16) y sus sumas (42,7 °C) pueden considerarse como normales.

No se registró precipitación apreciable en todo el mes, siendo el valor climatológico de 14,0 l/m².

Finalmente durante el mes de agosto la Tmáx. absoluta alcanzada (36,2 °C) el día 2 no alcanzó el registro histórico de 36,8 °C observado en 1987 (día 12). Con respecto al valor medio de las Tmáx. correspondiente a este mes (30,8 °C) resulta ser 0,5° C superior al hasta ahora histórico 30,3 °C alcanzado en agosto de 1991. Lo más relevante respecto a las Tmáx. es la suma del número de anomalías positivas 137,0 °C, que resultan ser históricas.

Respecto a las Tmín. el mes presenta un valor medio de 16,3 °C que resulta ser histórico en el periodo analizado, es superior en 1,2 °C al valor medio de agosto de 1962 y 1973. Otra vez el número (29) y la suma (115,2 °C) de desviaciones positivas de las Tmín. son históricos.

La precipitación registrada en este mes 49,2 l/m², es superior al valor climatológico de 17,0 l/m² (periodo 1971-2000). Cabe destacar la precipitación del día 27 donde se registraron 29,8 l/m².

CONCEPTOS

$$\text{Media climatológica 1957-2000: } \mu = \frac{1}{44} \sum_{i=1}^{i=44} \chi_i$$

$$\text{Anomalía positiva diaria: } \delta = \chi_i - \mu \Leftrightarrow \delta > 0$$

$$\text{Suma anomalías positivas mensual: } S = \sum_{i=1}^{i=31} \delta i \Leftrightarrow \delta i > 0$$

BIBLIOGRAFÍA

Aspectos Climáticos de la Ciudad de Ávila (1961-1997), F. Jiménez Gutiérrez, C. Tomás Sánchez, F. de Pablo Dávila. Colección Naturaleza. Obra Cultural de la Caja de Ahorros de Ávila, AV-100-2000.

Guía Resumida del Clima en España. 1971-2000. Plan Estadístico Nacional 2001-2004. Ministerio de Medio Ambiente. Series Estadísticas. Publicación D25.3 del INM. Madrid, 2001.

Información Climatológica Mensual de Castilla y León. Noviembre y Diciembre, 2001 y Junio, Julio y Agosto, 2003. Ministerio de Medio Ambiente. Instituto Nacional de Meteorología. Centro Meteorológico Territorial en Castilla y León.