

CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN BIOCLIMÁTICO MEDIO DEL ÁREA METROPOLITANA DE MADRID, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA TEMPERATURA FISIOLÓGICA (PET)

Felipe FERNÁNDEZ GARCÍA¹, Domingo RASILLA ALVAREZ², Encarna GALÁN GALLEGO¹,
Rosa CAÑADA TORRECILLA¹

¹ Grupo de Investigación GEOCLIMA, Universidad Autónoma de Madrid

² Grupo de Investigación GEOCLIMA, Universidad de Cantabria

felipe.fernandez@uam.es, domingo.rasilla@unican.es, encarna.galan@uam.es, rosa.canada@uam.es

RESUMEN

En este trabajo hemos caracterizado el bioclima del área madrileña a partir de los datos diarios del observatorio del aeropuerto de Barajas. Hemos obtenido la temperatura fisiológica (PET), máxima y mínima diaria, durante el periodo 1985-2004 y los diferentes umbrales de confort, siguiendo la metodología propuesta por la comisión 6 de la ISB. Se observa que, a partir de 2000, han aumentado los días extremadamente cálidos y se han adelantado estas situaciones a los meses de mayo y junio, descendiendo significativamente en septiembre.

Palabras clave: *Bioclima, Madrid, Temperatura fisiológica equivalente*

ABSTRACT

In this paper we have characterized the bioclimate of Madrid from the daily data of the observatory at the airport of Barajas. We have obtained the daily maximum and minimum physiological temperature (PET), during the period 1985-2004. And also the different thresholds of comfort, following the methodology proposed by the committee 6 of the ISB. It shows an increase of extremely hot days from 2000 and an advance of these situations to the months of may and june, as well as a significant decline in september.

Key words: *Bioclimatology, Madrid, Physiological Equivalent Temperature (PET)*

1. INTRODUCCIÓN

En el último informe del IPCC se indica que el calentamiento observado desde el pasado siglo se mantendrá a lo largo de éste, al tiempo que aumentarán los días muy cálidos y las olas de calor. En las ciudades el aumento térmico se verá incrementado como consecuencia de la isla de calor y sus efectos serán especialmente graves sobre la salud y el bienestar de los habitantes. Diversos estudios muestran que las olas de calor provocan un incremento de las tasas de ingresos hospitalarios y un aumento de la mortalidad (Medina *et al.*, 2000; García, J.C. y Alberdi, J.C., 2004; Fischer *et al.*, 2004, Raso, 2007). Otros autores (Coppe *et al.*, 2004, Taha *et al.*) sostienen que estos periodos cálidos, junto con la contaminación atmosférica, son los mayores riesgos de origen natural en las áreas urbanas.

El área metropolitana de Madrid es una zona eminentemente urbana, con una ciudad de más de dos millones de personas y una serie de núcleos periféricos con poblaciones superiores a cien mil habitantes. En conjunto son más de cinco millones las personas que se concentran en un radio no superior a 50 km en torno a la ciudad, de los cuales el 20%, en torno a un millón con edades inferiores a 5 años o superiores a 65, entran dentro de la categoría de *población de riesgo*; además, estudios recientes sobre el clima de la zona (Fernández García y Rasilla Álvarez, 2008), demuestran que en los últimos años se está produciendo un incremento en la frecuencia y duración de las olas de calor. En este contexto presentamos nuestro trabajo, cuyo objetivo se centra en caracterizar las condiciones medias o *normales* de la zona, derivadas de los factores naturales del clima regional, como paso previo para poder evaluar la incidencia de la ciudad. Esta caracterización se realiza desde la óptica bioclimática, es decir tratando de definir las diferentes situaciones de estrés térmico a las que se ve sometido el organismo humano, para lo cual es necesario el empleo de índices capaces de integrar las diferentes variables físicas (temperatura, humedad y viento) que, de forma conjunta, contribuye al mismo.

El trabajo se ha estructurado en dos apartados: en el primero analizaremos los métodos de estudio y los focos de interés de la actual bioclimatología; en el segundo se presentan las características bioclimáticas del entorno madrileño, a partir de la temperatura fisiológicas (PET: *physiological equivalent temperature*), uno de los índices que está alcanzando mayor difusión en el contexto de la bioclimatología europea (Hoppe, 1999; Matzarakis, 2002).

2. LA EXPERIENCIA BIOCLIMÁTICA EN ESPACIOS ABIERTOS.

El objetivo de las investigaciones en el campo de la bioclimatología es cuantificar las sensaciones térmicas, mediante la elaboración de índices que integran diversas variables meteorológicas y establecer escalas, que permitan determinar las respuestas de la persona ante unas condiciones climáticas específicas. Los primeros índices aparecen a finales del siglo XIX y en la actualidad se pueden contabilizar más de 150, la mayor parte de ellos tienen como objetivo determinar las condiciones de confort en el interior de los edificios, pero con importantes limitaciones a la hora de aplicarlos en espacios abiertos (Fernández García, 2003).

Desde la segunda mitad del siglo pasado se viene trabajando en una línea tendente a la búsqueda de nuevos índices capaces de integrar las complejas relaciones que se producen entre el hombre y su ambiente atmosférico. Especialmente interesantes han resultado los estudios llevados a cabo para el acondicionamiento de espacios abiertos en Sidney con motivo de los Juegos Olímpicos (Pickup, J. y Dear, R., 1999) y en Sevilla con motivo de la Expo 92 (Álvarez *et al.*, 1992); o los aplicados a la planificación (Jendritzky, G. y Grätz, A., 1998) y en los estudios sobre la salud y la calidad ambiental en zonas urbanas (Höppe, P. 1999; Kalstein y Green, 1997; Blazejczyk, 1994 y 1996). Desde el año 2001, la Organización Meteorológica Mundial (WMO) y la Sociedad Biometeorológica Internacional (ISB), están potenciando actuaciones dirigidas a integrar los diferentes grupos de trabajo para intentar buscar un índice válido para cualquier tipo de clima, época y lugar y susceptible de ser adaptado a las diferentes condiciones ambientales (Jendritzky, G. *et al.*, 2001, 2002).

Su principal objetivo consiste en establecer unas pautas metodológicas que permitan integrar a la bioclimatología en las nuevas líneas de investigación desarrolladas en el ámbito de la climatología urbana y adaptarla a las nuevas demandas sociales, como la prevención, a corto plazo, de situaciones de riesgo asociadas a los eventos climáticos extremos y, a medio y largo plazo, la mejora y adecuación a las condiciones ambientales de las áreas edificadas.

El objetivo principal de estos trabajos es la revisión y puesta al día de tres aspectos:

1.- La modelización del balance energético del cuerpo humano en espacios exteriores y la identificación de las variables meteorológicas que influyen en este balance, con especial referencia a los flujos de radiación y la temperatura radiante. En espacios abiertos los factores de estrés térmico son mucho más complejos que en espacios cerrados y, esta complejidad es especialmente alta en la ciudad, donde los diferentes componentes del escenario urbano (asfalto, paredes de los edificios, zonas verdes etc.) se convierten en los principales protagonistas del estrés térmico, especialmente durante los periodos cálidos cuando a la temperatura del aire se añade la radiación emitida por todos estos componentes. Es fundamental, por ello, que tanto el modelo como el índice seleccionado, reproduzcan lo más fielmente posible esta complejidad (Fiala et al. 1999 y 2001).

2.- La elección del índice que mejor se adecúe a las diferentes y variadas condiciones ambientales y que integre, además de las variables meteorológicas, otras como el tipo de vestido o las diferentes actividades que el ciudadano desarrolla. Se ha optado por la temperatura fisiológica equivalente o PET, en sus siglas en inglés (Physiological Equivalent Temperature), que tiene en cuenta la temperatura del aire, la radiación solar y la radiada por los diferentes materiales, además de la humedad y el viento (Höppe, 1999; Matzarakis et al. 1999; Svenson, M.K. et al, 2002; Andrade, 2003; Jendritzky et al. 2002; Gratz et al., 1992; Friedrich et al., 2001; Matzarakis and Rutz, 2005; Gulyas et al., 2003).

3.- La formulación de las escalas de sensaciones y los umbrales que mejor representen la percepción ambiental. Es este un tema de discusión y estudio, puesto que están muy influenciadas por factores psicológicos o personales que dificultan su generalización.

Inicialmente, los umbrales se fijan a partir de las correlaciones entre las variables físicas y las sensaciones que experimentan grupos de individuos, sometidos a diversas situaciones de estrés y en ambientes controlados. La realidad exterior es mucho más compleja, por lo que estos umbrales no pueden ser interpretados en términos absolutos y la misma escala puede dar lugar a sensaciones térmicas diferentes, debido a la capacidad de adaptación del organismo humano. Los estudios sobre la relación entre temperatura y mortalidad demuestran que la mayor tasa de mortalidad ocurre a temperaturas más elevadas en las regiones con temperaturas más altas, es decir, se produce un proceso de adaptación a las circunstancias habituales de su medio físico (Alberdi et al. 1998, Díaz et al., 2002). Para hacer frente a esta situación, se han propuesto dos tipos de umbrales para establecer la escala de sensaciones a partir del índice PET:

- *umbral absoluto*, basado en los valores en los que se produce el equilibrio térmico, según las pautas establecidas en los modelos experimentales y
- *umbral relativo*, que tiene en cuenta el factor de adaptación, en función de los valores típicos de cada época o región climática, obtenidos a partir de los estadísticos de largas series climáticas.

El grupo 6 de la IBS fija la *escala absoluta* en 18°C y 23°C, como los límites del intervalo para el cual se obtiene la neutralidad térmica, de acuerdo con los resultados obtenidos por el modelo de simulación de Fiala: una PET de 18°C representa el umbral inferior de confort (*LCC, Lower Constant Comfort*), por debajo del cual comienzan a manifestarse sensaciones de frío; 23°C es el umbral superior o *UCC (Upper Constant Comfort)* e indica el valor a partir del cual comienzan a manifestarse sensaciones de malestar asociadas al calor (Tabla 1).

PET (°C)	Sensación térmica	Nivel de estrés
Sup. 41	Muy cálido (bochornosos)	Extremo
35 a 41	Caluroso (muy cálido)	Fuerte, intenso
29 a 35	Cálido (caluroso)	Moderado
23 a 29	Ligeramente cálido (cálido)	Ligero
18* a 23**	Confortable	Nulo
13 a 18	Ligeramente frío (suave)	Ligero
8 a 13	Fresco	Moderado
4 a 8	Frío	Fuerte, intenso
Inf. 4	Muy frío	Extremo

** Umbral superior del intervalo de confort (UCI, en sus siglas en inglés)

* Umbral inferior del intervalo de confort (LCI)

Tabla 1: UMBRALES ABSOLUTOS DE LA TEMPERATURA FISIOLÓGICA, BASADO EN EL MODELO DE BALANCE ENERGÉTICO DE FIALA.

La escala relativa se construye modificando el umbral superior e inferior del intervalo de confort, mediante la siguiente expresión:

Umbral inferior = $18 + (PET_{min} - 18) \cdot 0.33$

Umbral superior = $23 + (PET_{mx} - 23) \cdot 0.33$

PET_{mx} y PET_{min} son los valores resultantes tras aplicar a los datos diarios, obtenidos con las temperaturas máximas y mínimas, un filtro que tiene en cuenta los valores de los 30 días anteriores. Se basa en el hecho de que los cambios que se producen en el organismo, a fin de aclimatarse a las fluctuaciones de corto plazo, tienen lugar en un intervalo de una o dos semanas, pero desaparecen en el intervalo de un mes. Por su parte, 0.3 es un factor, que trata de incluir a la parte de la población que no se adapta completamente a los cambios y cuya contribución corresponde a un 1/3 del valor total del índice (Jendritzky, G. *et al.*, 2001, 2002).

3. RÉGIMEN BIOCLIMÁTICO MEDIO DEL ÁREA METROPOLITANA DE MADRID.

3.1. Valores de la PET y umbrales de confortabilidad

El índice PET se ha calculado con la aplicación para PC del modelo RAYMAN (Matzarakis *et al.* 2000; Matzarakis y Rutz, 2005) y los valores utilizados han sido: las temperaturas máximas y mínimas diarias; la velocidad del viento, medidas a las 7 y 18 horas; la humedad relativa máxima y mínima; la nubosidad media y la radiación. Los cálculos se han realizado para dos supuestos: en el primero con una temperatura radiante igual a la temperatura del aire y el otro con la temperatura media radiante calculada por el modelo Rayman.

Así mismo se ha tenido en cuenta el tipo de vestimenta requerido, aplicando a cada mes el valor medio del índice clo, obtenido a partir de las condiciones climáticas medias típicas de la zona, cuyos valores se parecen en la Tabla 2.

Mes	Valor medio	Valor máximo	Valor mínimo
Enero	1.3	1.9	1.0
Febrero	1.2	1.8	0.8
Marzo	1.1	1.8	0.6
Abril	1.0	1.6	0.4
Mayo	0.8	1.3	0.3
Junio	0.6	1.2	0.1
Julio	0.4	1.1	0.0
Agosto	0.4	1.1	0.0
Septiembre	0.6	1.3	0.1
Octubre	0.9	1.4	0.4
Noviembre	1.1	1.7	0.6
Diciembre	1.3	1.9	1.0

Tabla 2. FACTOR DE AISLAMIENTO DE LA ROPA DEL ÁREA METROPOLITANA DE MADRID.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de temperaturas máximas y mínimas diarias de Barajas (1985-2004)

Con los datos diarios del periodo 1985-2004 registrados en el observatorio de Barajas y aplicando la metodología descrita en el apartado anterior, se han obtenido los diferentes umbrales de confort y, a partir de ellos, el régimen medio para cada uno de los 365 días del año (figura 1), así como los valores mensuales (figura 2).

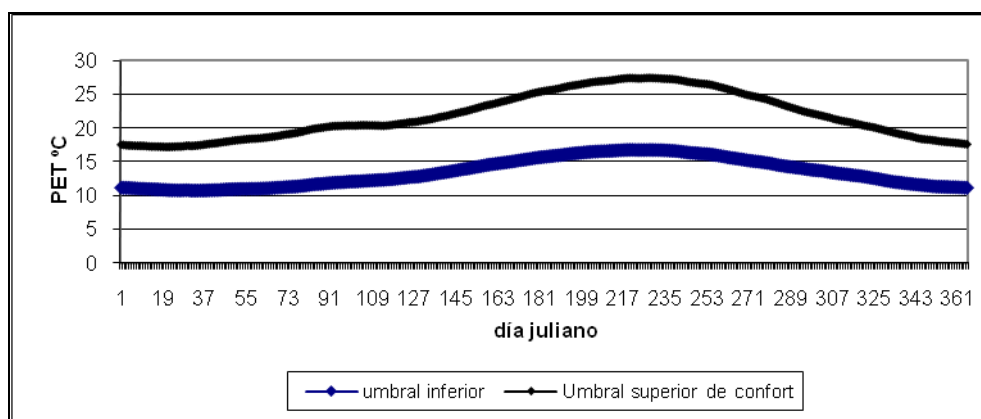


Figura 1: VALORES MEDIOS DIARIOS DE LOS UMBRALES DE CONFORT EN BARAJAS (1985-2004)

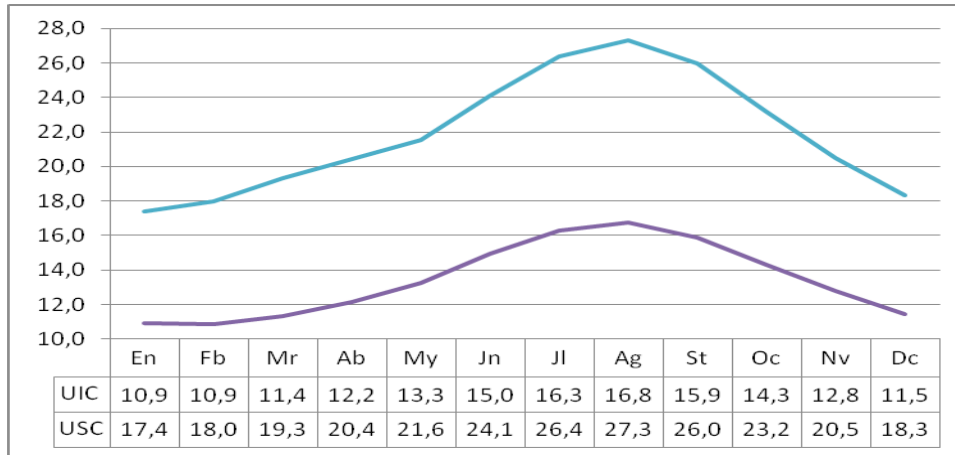


Figura 2: INTERVALOS DE CONFORT MEDIOS MENSUALES EN EL ÁREA METROPOLITANA DE MADRID (PET MÁXIMA Y MÍNIMA MEDIA DE BARAJAS, 1985-2004)

Como se puede observar, los umbrales varían a lo largo del año, de tal modo que en enero las sensaciones de confort térmico se alcanzan con unos valores de la PET comprendidos entre los 11.6°C y 17.8°C, mientras que en agosto el intervalo de confortabilidad se sitúa entre los 17.1°C y 25.5°C.

3.2. Caracterización del régimen bioclimático medio

El año medio, representado por la frecuencia de días clasificados de acuerdo con las diferentes sensaciones térmicas (figura 3), muestra un claro contraste entre un verano corto, pero muy cálido y un invierno bastante más largo y frío. Junio, julio y agosto son los tres meses en los que las sensaciones cálidas y muy cálidas representan más del 50% de los días y los que tienen la máxima probabilidad de que se alcancen situaciones de máximo estrés térmico; otro rasgo característico del verano es la práctica desaparición de días confortables, compensado por un aumento de las noches con estas características, salvo un porcentaje muy débil de noches cálidas. Desde noviembre a marzo las sensaciones frías y muy frías alcanzan valores superiores al 40%, con un máximo en enero, mes en el que el 80% de los días tienen estas características. Abril y octubre, mayo y septiembre, presentan un ritmo bioclimático muy similar con un aumento de los días confortables o ligeramente cálidos, disminución de las noches frías y presencia de algunos días cálidos y calurosos, más frecuentes en mayo y en septiembre; en estos dos meses, además, la duración del periodo del confort es bastante largo al aumentar las noches confortables.

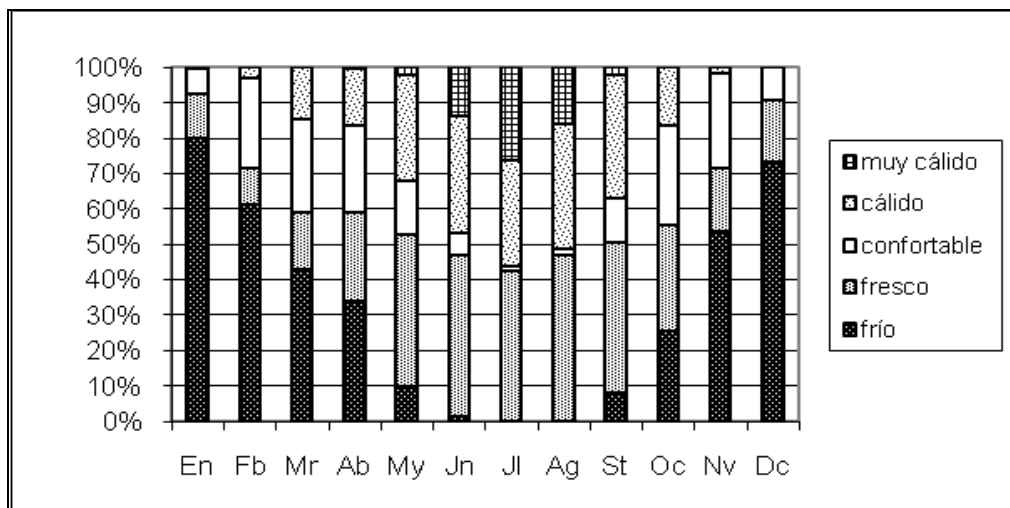


Figura 3: RÉGIMEN BIOCLIMÁTICO MENSUAL: FRECUENCIA DE DÍAS DE CADA MES, CLASIFICADOS SEGÚN LAS SENSACIONES DE CONFORT (1985-2004)

3.3. Tendencias

En el área de Madrid sin influencia urbana, en el periodo de 20 años analizado (1985-2004), las sensaciones muy cálidas y muy frías constituyen un rasgo distintivo de nuestro clima y todos los años se registran estas situaciones en un número que varía entre 40 y 100, en las muy frías y 15 a 60 las muy cálidas, pero sin una tendencia claramente definida.

No ocurre lo mismo con los días extremadamente cálidos, en los que (figura 4) se observa que hasta 1996 se distribuyen de forma más o menos aleatoria y con una frecuencia no muy elevada, de ahí su carácter excepcional; sin embargo los cuatro primeros años del siglo actual han registrado todos ellos situaciones muy cálidas, con un máximo de nueve días en 2003, coincidiendo con la ya nombrada ola de calor de este año. Parece confirmarse, por tanto, la previsiones del IPCC de la mayor frecuencia de situaciones cálidas, que se están convirtiendo en habituales en el clima de nuestro entorno (Fernández y Rasilla, 2008).

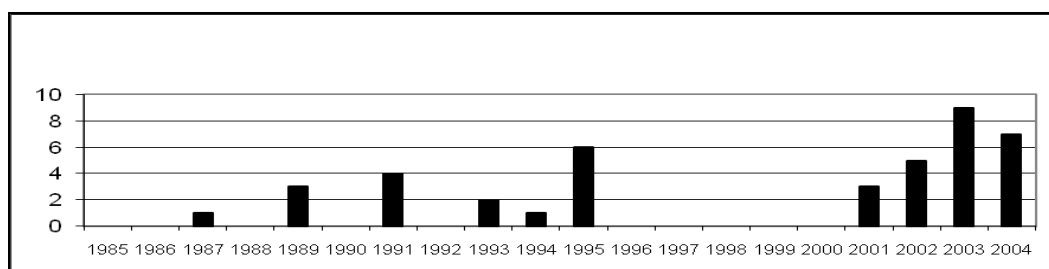


Figura 4: FRECUENCIA DE DÍAS EXTREMADAMENTE CÁLIDOS EN BARAJAS DURANTE EL PERIODO 1985-2004

Se observa, también, un cambio de tendencia en los meses en los que se producen tales situaciones, de tal modo que hasta el año 2000 (figura 5) julio y agosto fueron los meses en los que estas situaciones alcanzaron mayor frecuencia, mientras que en junio únicamente se registró un día (en 1994); a partir de 2000, comienzan a ser frecuentes también en junio, lo que sugiere que los días de calor excesivo, no sólo se han hecho más habituales, sino que además afectan a los tres meses estivales, reforzando el carácter estival de junio.

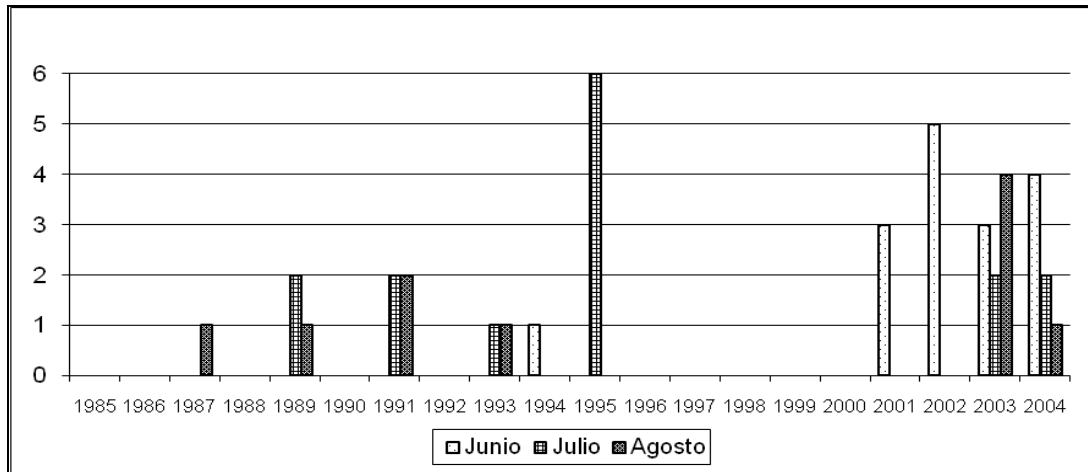


Figura 5: EVOLUCIÓN INTERANUAL DE DEL TOTAL DE DÍAS EXTREMADAMENTE CÁLIDOS EN LOS TRES MESES ESTIVALES

Además, a partir del año 2000 (figura 6) han aumentado el número de días muy cálidos en mayo, a la vez que disminuye su frecuencia en septiembre. Parece, por tanto, que se está produciendo un cambio de tendencia en el comienzo de la estación cálida: las situaciones típicas del verano comienzan su aparición en mayo y junio desbanca a septiembre como el tercer mes estival.

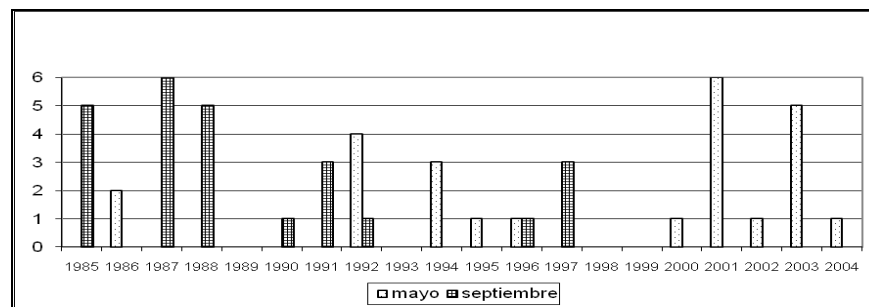


Figura 6: EVOLUCIÓN INTERANUAL DEL TOTAL DE DÍAS MUY CÁLIDOS EN MAYO Y SEPTIEMBRE

4. CONSIDERACIONES FINALES

El estudio bioclimático del área de Madrid, que acabamos de realizar, trata de cubrir una laguna importante en el conocimiento del clima de nuestra zona, sigue una de las líneas de investigación de gran actualidad, como es la bioclimatología, y los resultados obtenidos son comparables a los de otras zonas de nuestro entorno, al utilizar una metodología similar.

El clima del área metropolitana madrileña se presenta en términos del estrés térmico al que se ven sometidos los habitantes de la zona: la temperatura fisiológica es la nueva variable que integra todas aquellas que contribuyen al confort térmico y el año bioclimático medio, que hemos definido, nos da una visión de las condiciones de confort o malestar que se suceden a lo largo del año.

A diferencia de otros índices, la escala de sensaciones se establece teniendo en cuenta el factor de adaptación a las condiciones climáticas del entorno, de tal manera que los umbrales varían a lo largo del año.

Las aplicaciones potenciales de este índice son muy variadas y entre ellas, destacamos: la caracterización de situaciones extremas, como olas de calor, que pueden provocar riesgos para la salud de las personas, tomando como referencia los valores diarios de la temperatura fisiológica; también, la estimación de los consumos energéticos, en calefacción o refrigeración, necesarios para mantener unas condiciones de confort aceptables y la definición del potencial climático-turístico de la zona.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto de investigación CGL2009-10057(subprograma CLI), financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

6. BIBLIOGRAFÍA

ALBERDI JC, DIAZ J, MONTERO JC, MIRON I. (1998): “*Daily mortality in Madrid community 1986-1992: relationship with meteorological variables*”. Eur. J. Epidemiology 14:571-578.

ÁLVAREZ, S. Y COLS. (1992): *Control climático en espacios abiertos*, Madrid, U. de Sevilla, Junta de Andalucía - CIEMAT, 195 pp.

ANDRADE, H.; ALCOFORADO, M.J. (2008): Microclimatic variation of thermal comfort in a district of Lisbon (Telheiras) at night. Theoretical and Applied Climatology, 92(3-4): 225-237.

ATZARAKIS, A. RUTZ, F. Y MAYER, H. (2002): “Validation of modelled radiant temperature within urban structures”, *Fourth Symposium on the urban environment*, 20-24 May, Norfolk, Virginia, 7.3, pp. 72-73.

ATZARAKIS, A Y RUTZ, F (2005): *Visual manual RaymanPro*. Universidad de Freiburg, 58 pp.

BLAZEJCZYK, K. (1994): “New climatological and physiological model of the human heat balance outdoor (MENEX) and its applications in bioclimatological studies in different scale”, en Blazejczyk and Krawczyk (ed.): *Bioclimatic research of the human heat balance*. Zeszyty, IGIPZ PAN, 28, 2.

BRAGER, G. y DE DEAR, R. (1998): “Thermal adaptation in the built environment: a literature review”. *Energy and Buildings*, 27, pp. 83-96.

BRUSE, M. (1999): *Simulating microscale climate interactions in complex terrain with a high-resolution numerical model: A case study for the Sydney CBD Area Model Description*, Bochum, Cologne, Department of Geography, University of Bochum, University of Cologne.

- COPPE, C. et al. (2004): *Health and Global Environmental Change. Heat-waves: risks and responses*. World Health Organization, 80 pp.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, F. (2001): “Clima urbano y confort térmico en Madrid, España”, en *III Congresso Brasileiro de Biometeorologia*. Maringá, Brasil.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, F. (2001-2002): “El clima urbano de Madrid y su influencia sobre el confort térmico”, en *Boletín de la Real Sociedad Geográfica*, CXXXVII-CXXXVIII, pp. 169-185.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, F. (2003): “Fundamentos físicos y métodos de evaluación del confort climático en los estudios de bioclimatología humana”, en *Publicaciones del Grupo de Climatología de la AGE* (Martí Ezpeleta, ed.), Santiago de Compostela, ED. Universidad, pp. 135-170.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, F. Y MORENO JIMÉNEZ, A (2004): “Confort climático y nivel de renta en la Comunidad de Madrid: un estudio exploratorio de su relación espacial”, en *Historia, Clima y Paisaje. Estudios geográficos en memoria del profesor Antonio López Gómez*, Valencia, Ed. Universitat de Valencia, Universidad Autónoma de Madrid y Universitat de Alicante. pp. 305-321.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, F. Y RASILLA ÁLVAREZ, D. (2008): «Olas de calor e influencia urbana en Madrid y su área metropolitana». *Estudios Geográficos*, Volumen LXIX N° 265, pp. 495-518.
- FIALA, D, LOMAS, K.J AND STOHRER, M. (2001): “Computer prediction of human thermoregulatory and temperature responses to a wide range of environmental conditions”, en *International Journal of Biometeorology*, 45, pp. 14-159.
- GARCÍA, J.C Y ALBERDI, J.C. (2004): “Impacto de la ola de calor del año 2003 en la mortalidad en el municipio de Madrid. Un análisis espacio temporal”. *Geosanidad*, 10.
- GULYAS, A., UNGER, J., AND MATZARAKIS, A. (2003): “Analysis of the thermophysiological significant conditions within a medium-sized city with continental climate (Szegen, Hungary)”, en *Firth international conference on urban climate*, Lodz, Poland.
- HÖPPE, P. (1999): “The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment”. *International Journal of Biometeorology*, 43, pp. 71-75.
- HÖPPE, P. (2002): “Different aspects of assesing indoor and outdoor thermal comfort”. *Energy Building*, 34, pp. 661-665.
- JENDRITZKY, G., MAAROUF, A. Y STAIGER, H. (2001): “Looking for a Universal Thermal Climate Index UTCI for Outdoor Applications”, en *Windsor-Conference on Thermal Standards*, April 5-8, 2001, Windsor, UK. www.dwd.de/UTCI.
- JENDRITZKY, G., MAAROUF, A., FIALA, D., y STAIGER, H. (2002): “An Update on the Development of a Universal Thermal Climate Index”, en *15th Conf. Biomet. Aerobiol. and 16th ICB02*, 27 Oct – 1 Nov 2002, Kansas City, AMS, 129-133.
- PICKUP J. y DE DEAR RJ. (1999): “An Outdoor Thermal Comfort Index (Out-Set*), the Model and its Assumptions”, en de Dear RJ, Potter JC (ed.): *Proceedings of the 15th International Congress of Biometeorology & International Conference on Urban Climatology*. Wesley Conference Centre, Sydney 08. - 12. Nov. 1999. Published by Macquarie University, Sydney, Australia.
- RASILLA ÁLVAREZ, D., Y FERNÁNDEZ GARCÍA, F. (2005): “Trends on extreme temperature days over the Iberian peninsula”, en *17th International Congress of Biometeorology. ICB 2005*. Garmisch-Partenkirchen (Germany).

RASO, J.M. (2007): El clima y la salud. Barcelona, Davinci, col. Geoambiente XXI (Martín Vide, dir.), 233 pp.

SOUCH, C y GRIMMOND, C.S.B. (2006): “Applied climatology: urban climat”. *Progress in Physical Geography*, 30, 2, pp. 270–279.