

EL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LA CIUDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA: LA ISLA DE CALOR NOCTURNA

LIDIA ESTHER ROMERO MARTÍN

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Departamento de Geografía
lromero@dgeo.ulpgc.es

PABLO MÁYER SUÁREZ

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Departamento de Geografía
pmayer@dgeo.ulpgc.es

ANTONIO HERNÁNDEZ CORDERO

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Departamento de Geografía
ahernandez@becarios.ulpgc.es

PURIFICACIÓN RUIZ FLAÑO

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Departamento de Geografía
puriruiz@fyl.uva.es

JOSÉ ÁNGEL MÁRQUEZ PÉREZ

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Departamento de Geografía
jamarquezperez@canarias.org

Fecha de recepción: junio de 2006

Resumen

En este trabajo se presentan las principales pautas del comportamiento térmico de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria. Utilizando el método de los recorridos urbanos, durante un año se registraron los datos de temperatura y humedad de 42 puntos de la ciudad, que incluyen áreas formales y funcionales diferentes. Los resultados confirman la existencia de una isla de calor nocturna de carácter bifocal y de intensidad moderada, aunque puede llegar a alcanzar valores de 5.3° C. Su localización está controlada fundamentalmente por la densidad edificatoria y la intensidad del tráfico. El Istmo de la Isleta se comporta como una isla de frescor.

Palabras clave: clima urbano, isla de calor, Las Palmas de Gran Canaria, Islas Canarias.

Abstract

In this article, we present the outlines of the thermal behaviour of the city of Las Palmas de Gran Canaria. Using the method of travelling around the city, we recorded temperature and humidity data for 42 sites in the city, including different formal and functional areas. The results confirm that there is a bi-focal and moderate island of nocturnal heat, although it can reach 5.3°C. This is determined fundamentally by building density and the intensity of the traffic. The Isthmus of La Isleta acts as an island of fresh temperatures.

Key words: urban climate, island of heat, Las Palmas de Gran Canaria, Canary Islands.

1. INTRODUCCIÓN

Las modificaciones de los elementos del clima que se registran en las ciudades se conocen como clima urbano, cuyo fenómeno más conocido y estudiado es la "isla de calor". Se conoce como tal a la existencia de registros térmicos más elevados en el interior de las ciudades respecto de su entorno rural, con máximas diferencias que suelen localizarse en las áreas con mayor intensidad de tráfico, densidad de edificación y peor ventilados. ARNFIELD (2003) realiza una revisión de los trabajos publicados en los últimos veinte años sobre el clima urbano. En ellos se vienen a confirmar algunas de las hipótesis y generalizaciones que formulara OKE (1982). Destacamos entre ellas la relación positiva existente entre la intensidad de la isla de calor y las situaciones de estabilidad atmosférica, los momentos más calurosos del año o el tamaño de la ciudad. También se señala la negativa repercusión del incremento de la nubosidad o de la velocidad del viento.

Las aportaciones españolas al tema del clima urbano y de la isla de calor comienzan a desarrollarse en la década de los 80 del siglo XX. En una síntesis de los estudios de clima urbano realizados en ciudades españolas, MORENO GARCÍA (1998) señala la insistencia de los investigadores españoles en el análisis de la comprobación, intensidad y cartografía de la isla de calor, así como la marcada concentración de trabajos desarrollados en Madrid (LÓPEZ GÓMEZ *et al*, 1991 y 1993; FERNÁNDEZ *et al*, 1994; FERNÁNDEZ y GALÁN, 1995), ciudad pionera en España en estos estudios, y Barcelona (MARTÍN VIDE y MORENO, 1992; MORENO GARCÍA, 1993). Poco a poco se han ido sumado otros equipos de investigación y ciudades (GARCÍA RUIZ *et al*, 1989; ORTIGOSA IZQUIERDO *et al*,

1998; GARCÍA CODRÓN, 1990; BRUNET, 1992; CUADRAT *et al*, 1993; PÉREZ CUEVA y ALAUSTRÉ, 1994; MARTÍ y MIRAGAYA, 1998; ALVAREZ PEDREIRO, 1998; SOLER TEMPRANO, 1998; MONTÁVEZ *et al*, 2000; LÓPEZ MARTÍN, 2002). Los estudios más recientes destacan la diferencia de inercia térmica de los materiales de construcción y la geometría urbana como principales factores genéticos de la isla de calor, y se hace cada vez más frecuente el uso de análisis estadísticos multifactoriales, Sistemas de Información Geográfica e imágenes de satélite con el objeto de establecer modelos espaciales de la isla térmica.

En el Archipiélago canario, los estudios de clima urbano se inician con los trabajos de DORTA *et al* (1992) y MARZOL *et al* (1992), en los que se analiza el clima urbano de Santa Cruz de Tenerife y se concluye con la existencia de una isla de calor de intensidad moderada. En Las Palmas de Gran Canaria, HERNÁNDEZ CORDERO *et al* (2001) estudian las variaciones del comportamiento térmico nocturno dentro de la ciudad baja, donde detectan dos focos cálidos, debidos probablemente a la bipolaridad espacial de la actividad económica y a la heterogénea morfología urbana. Sin embargo, las conclusiones del mismo no son definitivas pues parten de un reducido número de muestreos.

En este sentido, el trabajo que aquí presentamos amplía el número de datos, pues se recoge la información de un año completo, pero también el espacio abordado, abarcando el sector de la ciudad conocido como ciudad alta. Su objetivo es el de comprobar e identificar la intensidad y distribución espacial de la isla de calor urbana en toda la ciudad, determinando su relación con variables como la morfología urbana o la intensidad del tráfico.

2. ÁREA DE ESTUDIO

Las Palmas de Gran Canaria, ubicada en la costa nororiental de la isla, es una ciudad de tamaño medio que ha experimentado en los últimos años un fuerte crecimiento de la superficie edificada. Este trabajo aborda la ciudad consolidada, que cuenta con una superficie aproximada de 9.2 km² (figura 1) de los casi 100 km² que ocupa todo el municipio. En ella pueden distinguirse tres grandes y contrastadas unidades de relieve: la plataforma costera, también conocida como “ciudad baja”; la “Isleta”, apéndice septentrional de la ciudad; y los lomos y riscos, dis-

puestos hacia el interior de la isla y conocidos como “ciudad alta”. El proceso de ocupación urbana ha estado condicionado por la existencia de estas unidades de relieve. Así, las débiles pendientes y la existencia de una bahía abrigada explican la temprana urbanización de la plataforma costera y la completa ocupación de la misma, frente a la más tardía producida en los riscos y lomos, de acusadas pendientes, poco accesibles e inestables desde un punto de vista geomorfológico. La Isleta se ha salvado del proceso urbanizador gracias a su uso militar y a su calificación como espacio protegido.

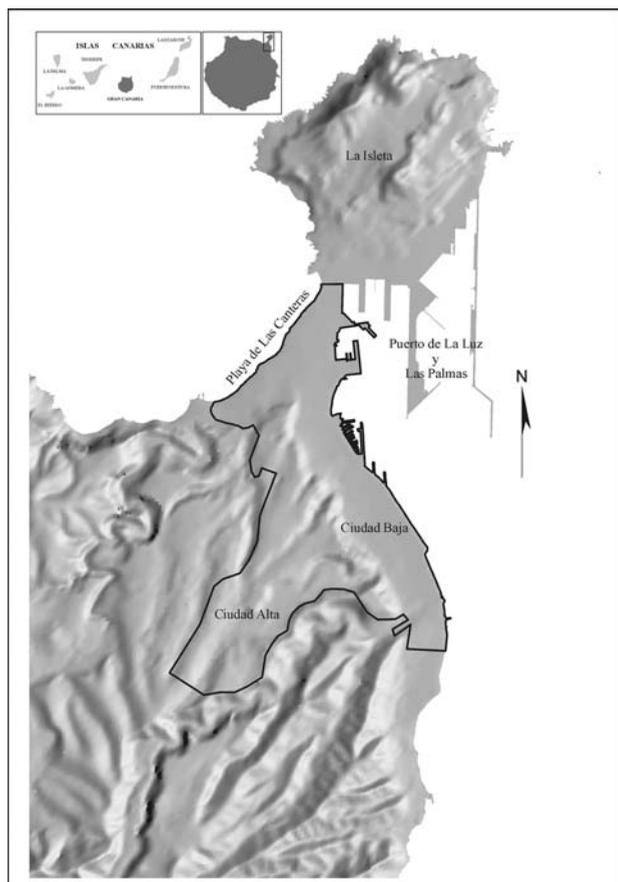


Figura 1. Área de estudio

Las condiciones climáticas son las correspondientes a las fachadas septentrionales de las islas Canarias, afectadas por la regular incidencia de los vientos alisios. La temperatura media anual es de 21° C, con registros térmicos medios que oscilan entre los 18.4° C de enero y los 24.3° C de septiembre. Las temperaturas máximas y mínimas extremas se asocian a invasiones de aire cálido y seco del

Sáhara o frío del norte. Las precipitaciones anuales no superan los 112 mm, aunque la humedad relativa es elevada (73%) y frecuentes los días nubosos y cubiertos. La ciudad se encuentra bien aireada, con vientos dominantes del NE que soplan con velocidades medias de 20 km/h. En la tabla 1 pueden consultarse los datos climáticos medios y absolutos de la ciudad.

Meses	T°C	T°C max.abs.	T°C mín.abs.	Pmm	H %	Días Despejados	Horas sol
Ene.	18.4	28.6	12.0	15.4	72	3.1	154.8
Feb.	18.4	26.6	12.0	20.3	73	2.8	149.8
Mar.	18.9	29.2	10.8	10.8	70	2.7	173.3
Abr.	19.3	31.4	13.0	6.1	69	1.4	193.6
May.	20.3	32.8	14.8	3.3	71	1.1	192.0
Jun.	21.7	30.0	16.0	1.0	72	0.9	164.1
Jul.	22.8	32.0	17.6	0.1	76	1.5	144.2
Ago.	24	36.0	19.2	0.2	76	2.1	165.1
Sep.	24.3	35.0	17.8	4.9	76	2.0	187.7
Oct.	23.4	34.0	17.4	8.6	75	2.4	189.4
Nov.	21.1	30.4	14.2	20.4	73	2.4	162.1
Dic.	19.5	27.4	12.4	20.8	72	3.7	145.8
Año	21.0	-	-	111.9	73	26.1	2024.0

Tabla 1. Valores medios y absolutos de algunos elementos climáticos. Puerto de la Luz y de Las Palmas. Las Palmas de Gran Canaria (1961-1990).

Desde un punto de vista urbanístico, pueden distinguirse claramente dos sectores: la ciudad baja y la ciudad alta, con notables diferencias morfológicas y de uso. En la ciudad baja predomina la trama cerrada, con viviendas medianeras, y coexisten usos muy diferentes (residencial, administrativo, económico, deportivo, recreativo y comercial). En la ciudad alta coexiste la trama cerrada con la abierta, en función de la topografía, y el uso es casi exclusivamente residencial.

3. METODOLOGÍA

Para el análisis de las temperaturas se ha utilizado una técnica habitual en este

tipo de estudios: la realización de transectos o recorridos urbanos, consistentes en la toma itinerante de datos de temperatura y humedad en unos circuitos diseñados a tal efecto.

Como paso previo a la selección de los puntos de muestreo, se procedió a dividir la ciudad en unidades o sectores homogéneos, tanto desde un punto de vista fisonómico como funcional. Este mapa constituye ya una primera aproximación cualitativa a los focos cálidos de la ciudad. Los criterios utilizados para su definición han sido: tipología edificatoria, altura de los edificios, intensidad de tráfico y uso dominante. La tipología edificatoria responde a tres tipos principales: edificación

continua o cerrada, en bloque o abierta y viviendas unifamiliares aisladas. Las clases de altura de los edificios son tres: alta (más de 6 plantas), media (entre 3 y 6 plantas) y baja (menos de 3 plantas); al igual que las intensidades de tráfico: baja (<12000 vehículos/día), media (12000-16800 vehículos/día) y alta (16800-36000 vehículos/día). Finalmente, los usos posibles son residencial, comercial, industrial, administrativo, recreativo o la combinación de varios de ellos. Variables naturales como la topografía han sido incluidas en la definición de la unidad cuando era una característica discriminadora, hecho que sólo ha ocurrido en la ciudad alta.

A partir de estas unidades se diseñaron dos recorridos urbanos (uno para la

ciudad alta y otro para la baja), en los que estaban representados casi todos los sectores definidos. Estos recorridos aparecen recogidos en la figura 2. En conjunto sumaban 42 puntos de muestreo y una distancia total de 29 km. El recorrido de la ciudad baja atraviesa un espacio densamente poblado, cuyas principales diferencias vienen marcadas por la densidad del tráfico, los usos y la presencia de zonas verdes. Consta de 20 puntos ubicados a lo largo de 16.26 km. Por su parte, el recorrido de la ciudad alta tiene 12.8 km de longitud y 22 puntos de muestreo, distribuidos en unidades muy heterogéneas tanto desde un punto de vista topográfico, como de densidad de las edificaciones, altura de edificios o trama urbana.

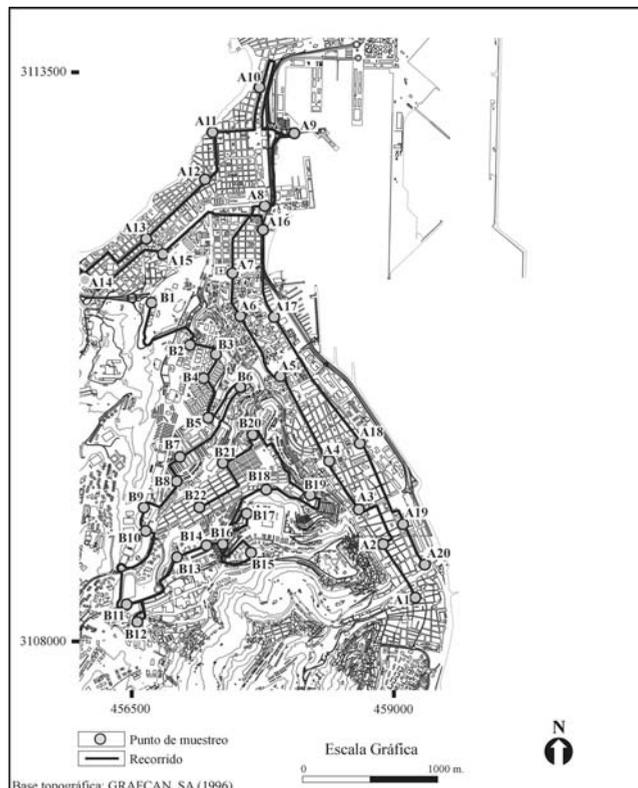


Figura 2. Recorridos urbanos y puntos de muestreo

A lo largo del año 2004 se procedió a la toma de datos térmicos e higrométricos de la ciudad. Los recorridos se realizaban con una periodicidad quincenal, totalizando 24 muestreos. Los muestreos se realizaban en tres franjas horarias diferentes (8.00, 15.00 y 22.00 horas), aunque los realizados a primera hora de la mañana manifestaban defectos, por lo que no han sido considerados en los análisis posteriores. En cada uno de ellos se procedía a la toma directa de la temperatura del aire y de la humedad atmosférica mediante un termohigrómetro digital HI 8564 de la marca Hanna, anotando además otras características atmosféricas (viento, nubosidad) o variables (lavado de calles, densidad de tráfico...) que pudieran influir en los datos.

Finalmente se procedió al tratamiento estadístico de la información y a la confección del mapa urbano de distribución de temperaturas. Este último se obtuvo, con la ayuda de un SIG, realizando una interpolación de puntos mediante medias

móviles con ponderación de la distancia. Las isothermas han sido calculadas a intervalos de 0.5°C.

4. RESULTADOS

4.1. Unidades homogéneas de la ciudad

Uno de los primeros resultados obtenidos es el reconocimiento de unidades homogéneas dentro de la ciudad. En la tabla 2 se recoge un listado de la tipología de unidades, con indicación toponímica del barrio con el que se identifican. En una primera aproximación, la ciudad puede subdividirse en dos grandes unidades, que también han sido adoptadas por el habla popular: ciudad baja y ciudad alta. Las diferencias entre ambas son básicamente topográficas y de morfología urbana. En su interior, sin embargo, cada una de ellas presenta una elevada diversidad, que es mayor en la ciudad alta. En conjunto, se han reconocido 19 unidades, de las que sólo 7 se sitúan en la ciudad baja.

Denominación de la unidad	Toponimia
Ciudad Baja	
Edificación continua - altura edificios baja - intensidad tráfico baja - residencial	Barrio de Vegueta
Edificación continua - altura edificios media - intensidad de tráfico media - residencial comercial	Triana
Edificación continua - altura edificios elevada - intensidad de tráfico media - residencial comercial	Arenales, Mesa y López, Istmo de Guanarteme
Vivienda unifamiliar aislada - altura edificios baja - intensidad de tráfico media - residencial	Ciudad Jardín
Edificación continua - altura edificios media - intensidad de tráfico media - residencial	Barrio de Guanarteme y zona del Rincón
Edificación en bloque - altura edificios elevada - intensidad de tráfico alta - residencial administrativo	Frente marítimo este
Zona portuaria	Zona portuaria

Tabla 2. Tipología de unidades homogéneas en Las Palmas de Gran Canaria

Ciudad Alta	
Edificación en bloque sobre lomo - altura edificios media - intensidad de tráfico baja - residencial	La Minilla
Edificación en bloque sobre microcuenca - altura edificios elevada - intensidad de tráfico alta - residencial recreativo	Avenida de Escaleritas y Buenavista
Vivienda unifamiliar aislada sobre lomo - altura edificios baja - intensidad de tráfico baja - residencial	Bellavista
Edificación en bloque sobre lomo - altura edificios media - intensidad de tráfico media - residencial	Parte del barrio de Escaleritas, altavista y Schamán Bajo
Espacios libres	Parque Las Rehoyas y López Socas
Edificación continua sobre microcuenca - altura edificios media - intensidad de tráfico baja - residencial	Las Chumberas
Zona industrial	Escaleritas y Millar Industrial
Edificación continua sobre lomo - altura edificios media - intensidad de tráfico media - residencial comercial	Schamán Alto
Edificación en bloque sobre microcuenca - altura edificios elevada - intensidad de tráfico media - residencial	Cruz de Piedra, Millar bajo, San Francisco y El Polvorín
Edificación continua en escarpe - altura edificios baja - intensidad de tráfico baja - residencial	Barrios de San Antonio y San Nicolás
Vivienda unifamiliar aislada sobre escarpe - altura edificios baja - intensidad de tráfico baja - residencial	Paseo de Chil y la Cornisa
Edificación continua sobre microcuenca - altura edificios baja - intensidad de tráfico media - residencial	Barranco de Don Zoilo

Tabla 2. Tipología de unidades homogéneas en Las Palmas de Gran Canaria (cont.)

4.2. El ritmo diario de las temperaturas

En el gráfico 1 se reflejan las temperaturas medias anuales de los puntos de muestreo correspondientes a las 15.00 y 22.00 horas. Resulta evidente que las máximas alcanzan los valores más elevados a las 15.00 horas, momento en el que también se produce la amplitud térmica más acusada, de casi 4° C de media anual. A esta hora, el punto más cálido se sitúa en el Estadio Insular (27.8° C de temperatura promedio) y el más fresco corresponde a Benítez Inglot 1 (23.9° C). Las temperaturas medias nocturnas no parecen ser

tan contrastadas. La amplitud térmica media apenas alcanza 1.7° C, situándose el punto más cálido en la Calle San Bernardo y el más frío en el Parque de Los Músicos.

Como es lógico, los datos absolutos de este mismo horario muestran diferencias mucho más notables entre los lugares de muestreo. Los valores mínimos de estas amplitudes se registran en diciembre (con 3.2 y 3.5° C), pero es en julio, y especialmente en agosto, cuando las diferencias entre la máxima y mínima temperatura a las 15 horas alcanzan los extraordinarios valores de 8.4° C y 10° C, respectivamente.

El gráfico 1 también permite comprobar la marcada heterogeneidad existente en el comportamiento térmico de la ciudad a las 15.00 horas. Ello puede deberse a las diferencias en la intensidad del calentamiento urbano que se ha producido hasta ese momento, y que puede estar

relacionado con el tipo de paramento de los edificios, grado de soleamiento de las calles o estrechez de las mismas (convertidas en algunos casos en trampas de reflectividad), más que con la posición en el interior de la ciudad (GARCÍA-RUIZ *et al.*, 1989).

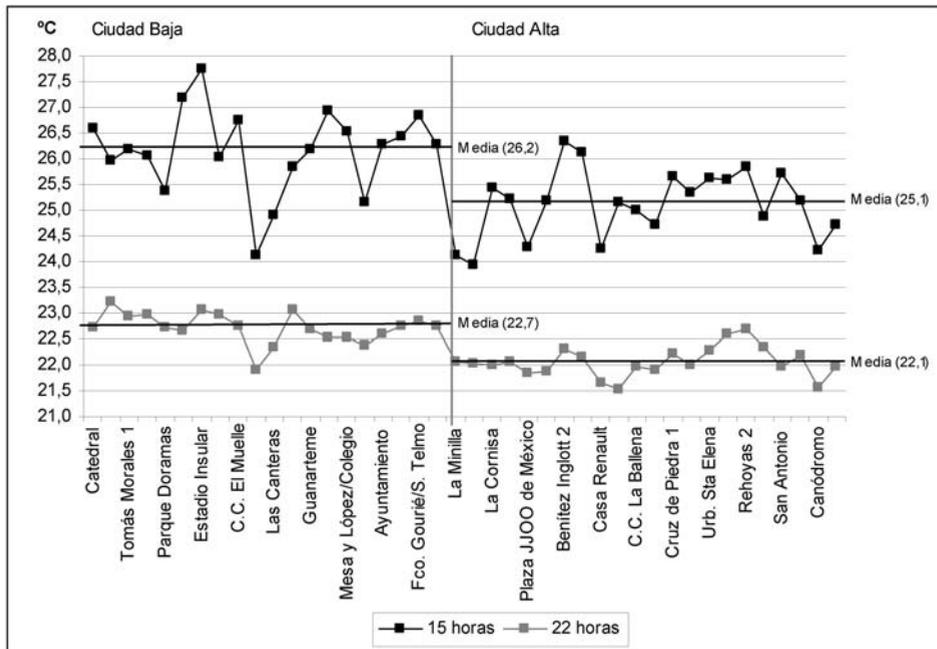


Gráfico 1. Temperaturas medias urbanas a las 15.00 y 22.00 horas

Si tomamos como índice la media de las observaciones para cada recorrido y hora, puede observarse también la marcada tendencia de algunos puntos a comportarse como lugares frescos en ambas franjas horarias. Estos puntos suelen coincidir con parques (Parque Doramas o la Plaza de los JJOO de México) o con espacios bien aireados (Fuerteventura, Las Canteras, Las Alcaravaneras). Esta tendencia es menos marcada en el caso de

los puntos cálidos, aunque el Estadio Insular, las proximidades del Parque de San Telmo, Benítez Inglo o el Parque de las Rehoyas parecen ser siempre lugares cálidos.

4.3. El ritmo estacional de las temperaturas urbanas nocturnas

Las variaciones de la radiación solar recibida a lo largo del año explican las

pautas estacionales del comportamiento térmico urbano. En el gráfico 2 se ha representado la temperatura media estacional a las 22.00 horas. Como puede comprobarse, Las Palmas de Gran Cana-

ria presenta una doble estacionalidad térmica, que permite diferenciar las estaciones cálidas (verano y otoño) de las frescas (invierno y primavera).

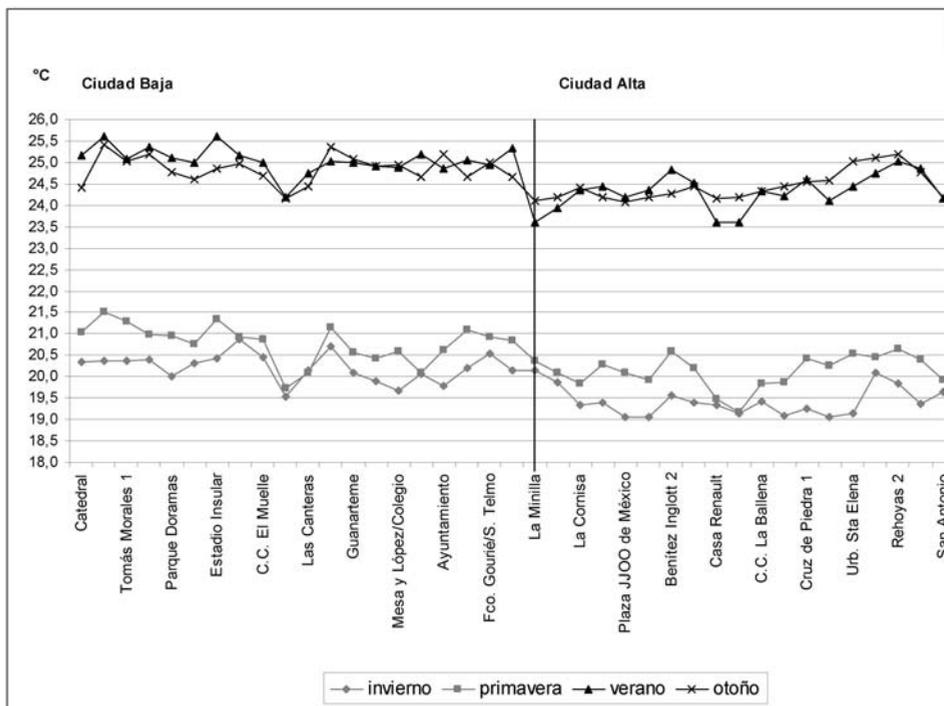


Gráfico 2. Temperatura media estacional a las 22.00 horas

Durante las estaciones frescas, el punto más frío de la ciudad baja, con una temperatura media de 19.6°C, se sitúa en el Istmo de la Isleta y más concretamente en la calle Fuerteventura, que funciona como un cañón de ventilación por el que se encauza el viento. En la ciudad alta este lugar corresponde a la cabecera del barranco de Don Zoilo (Canódromo), con 19.1° C. En este caso se trata de un espacio de ocio de nueva creación enclavado en un barranco.

Más numerosos son los enclaves cálidos. En la ciudad baja coinciden con sectores de elevada densidad edificatoria e intensidad de tráfico de moderada a elevada: Plazoleta Farray, Estadio Insular o Francisco Gourié. Los puntos más cálidos de la ciudad alta corresponden al sector de Escaleritas próximo a Benítez Inglott y Las Rehoyas. La localización de este último punto en exposición solana y en el fondo de un barranco mal aireado, puede servir para explicar que el entorno de un

parque se comporte como un foco cálido.

En primavera y verano se mantienen como tales la mayor parte de los puntos cálidos antes señalados. Así ocurre en el sector del Estadio Insular y alrededores del teatro. Sin embargo, la zona de Guanteme (Plazoleta Farray) es sustituida por el punto de la Calle San Bernardo. En la ciudad alta persisten los dos sectores cálidos antes mencionados, pero al Canódromo se añaden como puntos frescos La Minilla y el tramo final de la Avenida de Escaleritas, debido a su altitud y a su localización topográfica en lomos.

4.4. La isla de calor nocturna: localización e intensidad

Con la información recogida en los recorridos se han podido realizar estima-

ciones sobre la intensidad y localización de la isla de calor nocturna en Las Palmas de Gran Canaria en dos niveles. El primero corresponde a la intensidad de isla de calor nocturna existente en los días de muestreo. El segundo, que deriva del anterior, es la intensidad y localización de esta isla de calor a partir de los datos medios anuales.

Por lo que respecta al primer nivel, en la tabla 3 aparecen recogidos los datos máximos y mínimos de las fechas de muestreo, la localización de estos puntos (ciudad alta o baja), la amplitud térmica absoluta registrada en la ciudad y una estimación sobre la intensidad de la isla, para la que se han seguido criterios ampliamente aceptados por los estudios de clima urbano (FERNÁNDEZ GARCÍA, 1995).

Fecha Medida	T °C máxima	T °C mínima	Punto registro máxima temperatura	Punto registro mínima temperatura	Amplitud térmica absoluta (°C) en la ciudad	Intensidad Isla de calor
Ene-01	21.5	18.6	Ciudad baja	Ciudad alta	2.9	Media
Ene-02	22.7	18.0	Ciudad alta	Ciudad alta	4.7	Fuerte
Feb-01	21.3	18.4	Ciudad baja	Ciudad alta	2.9	Media
Feb-02	21.3	18.6	Ciudad baja	Ciudad alta	2.7	Media
Mar-01	22.8	18.6	Ciudad baja	Ciudad alta	4.2	Fuerte
Mar-02	20.6	17.3	Ciudad baja	Ciudad alta	3.3	Media
Abr-01	19.9	17.0	Ciudad baja	Ciudad alta	2.9	Media
Abr-02	22.3	19.0	Ciudad baja	Ciudad alta	3.3	Media
May-01	22.4	19.6	Ciudad baja	Ciudad baja	2.8	Media
May-02	24.0	20.6	Ciudad baja	Ciudad alta	3.4	Media
Jun-01	25.3	21.3	Ciudad baja	Ciudad alta	4.0	Media
Jun-02	25.2	23.1	Ciudad baja	Ciudad alta	2.1	Media
Jul-01	24.4	22.0	Ciudad baja	Ciudad alta	2.4	Media
Jul-02	27.9	24.7	Ciudad baja	Ciudad alta	3.2	Media
Ago-01	28.1	24.5	Ciudad baja	Ciudad alta	3.6	Media
Ago-02	26.9	23.6	Ciudad baja	Ciudad alta	3.3	Media
Sep-01	26.4	22.9	Ciudad baja	Ciudad baja	3.5	Media
Sep-02	25.7	23.5	Ciudad baja	Ciudad alta	2.2	Media
Oct-01	27.1	23.3	Ciudad baja	Ciudad alta	3.8	Media
Oct-02	26.8	24.1	Ciudad baja	Ciudad alta	2.7	Media
Nov-01	26.2	23.3	Ciudad baja	Ciudad alta	2.9	Media
Nov-02	25.8	21.6	Ciudad baja	Ciudad baja	4.2	Fuerte
Dic-01	24.5	19.2	Ciudad baja	Ciudad alta	5.3	Fuerte
Dic-02	20.8	16.6	Ciudad baja	Ciudad alta	4.2	Fuerte

Tabla 3. Intensidad de la isla de calor nocturna en la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria en los días de muestreo

Según estos datos, la intensidad de la isla de calor nocturna es moderada en el 79% de los casos, y sólo en cinco ocasiones se han alcanzado intensidades fuertes. Los valores moderados oscilan entre 2.1° C y 3.8° C; y los fuertes lo hacen entre 4.2° C y 5.3° C (máxima intensidad obtenida el 7 de diciembre). Las temperaturas absolutas más elevadas se localizan en la ciudad baja y más concretamente en la Plazoleta Farray, San Bernardo y Catedral. Algunos de ellos ya aparecían también como puntos cálidos muy frecuentes cuando se manejaban los datos medios diarios (apartado 4.2). Los dos primeros casos coinciden con una muy importante presión de tráfico y una deficiente aireación. Por su parte, las elevadas temperaturas alcanzadas en las proximidades de la catedral pueden explicarse por el tráfico y por la elevada emisividad de la piedra utilizada como paramento en esta edificación y en los edificios próximos. Por el contrario, las mínimas aparecen asociadas en la mayor parte de los casos a la ciudad alta, situándose de forma más concreta en el Parque de Las Rehoyas y el de los Músicos.

Al tratarse de un sólo año de observaciones no podemos realizar generalizaciones sobre la relación entre estaciones e intensidad de la isla de calor nocturna, aunque los valores más fuertes parecen estar asociados a los meses invernales. Por el mismo motivo es complicado establecer relaciones con las situaciones sinópticas, aunque sí pueden realizarse unas apreciaciones. En este sentido, la

máxima intensidad de la isla de calor coincide con reducidos registros de velocidad del viento o calma absoluta, junto con elevados valores de nubosidad. Por el contrario, las situaciones de baja intensidad se acompañan de la existencia de vientos moderados del noreste y elevada insolación. El comportamiento respecto al viento sigue la misma pauta que la existente en el resto de ciudades españolas; no ocurre lo mismo en el caso de la nubosidad, a la que suelen asociarse islas de baja intensidad.

En la figura 3 aparece representada la distribución espacial de la isla de calor nocturna, elaborada a partir de los valores medios anuales correspondientes a las 22:00 horas. Como puede apreciarse, existen en la ciudad dos sectores cuya temperatura media supera los 23° C y que funcionan, por tanto, como islas térmicas. Aunque en sectores distantes, ambos se sitúan en la ciudad baja, y tienen su origen en la densidad edificatoria e intensidad de tráfico que soportan. Uno de ellos incluye la Plazoleta Farray y el Estadio Insular y se ubica entre Santa Catalina, Alcaravaneras y Guanarteme. El segundo, localizado en torno al punto de muestreo de San Bernardo, ocupa el sector de Triana. Por el contrario, el Istmo de la Isleta se comporta como un núcleo fresco, ya que calles como Fuerteventura y paralelas parecen funcionar como pasillos eólicos. El resto de la ciudad baja se manifiesta como un espacio isótropo, cuyas temperaturas medias nocturnas oscilan entre 22.5° C y 23° C.

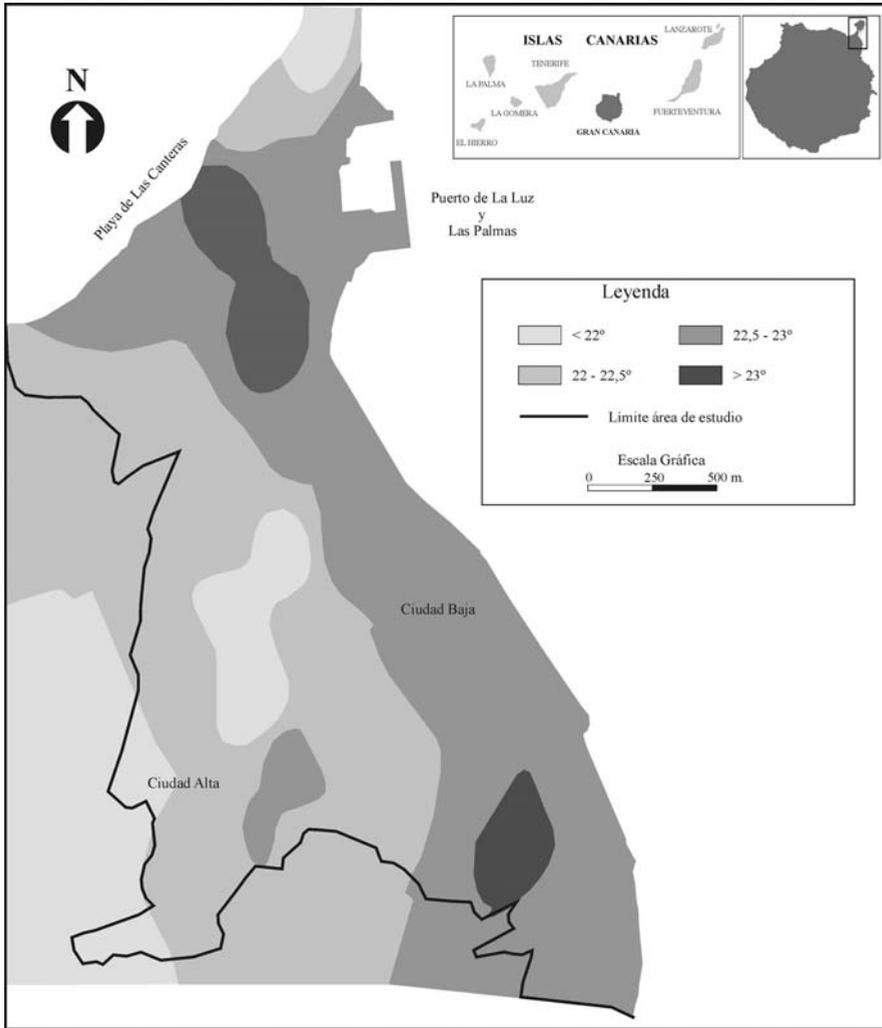


Figura 3. Isotermas medias anuales correspondientes a las 22:00 horas

En la ciudad alta, las temperaturas oscilan entre 22° C y 22,5° C. Existe, no obstante, un núcleo más cálido en Las Rehojas, que puede explicarse por su ubicación en una especie de depresión topográfica. También aparecen algunos sectores más frescos, con temperaturas inferiores a los 22° C, localizados en cabezales de barranco (La Ballena, Miller

Industrial) y lomos (Parque de los Músicos, Casa Renault).

5. CONCLUSIONES

A lo largo de las páginas precedentes se ha realizado un estudio del comportamiento térmico de Las Palmas de Gran Canaria, ciudad litoral bajo el influjo

constante de los vientos alisios. Su desarrollo ha estado fuertemente condicionado por las características topográficas sobre las que se asienta, que han determinado la existencia de dos sectores claramente diferenciados: ciudad baja y ciudad alta. Respecto de la ciudad baja, la alta, asentada en lomos, riscos y barrancos, es más diversa topográfica y morfológicamente, aunque presenta una mayor homogeneidad funcional.

Considerando esta diferenciación, y durante un año, se procedió a tomar las temperaturas en distintos puntos y horarios de la ciudad. La conclusión más importante a que han conducido los datos es la existencia de una isla de calor nocturna, de intensidad moderada en la mayor parte de los casos, pero que puede llegar a superar los 5° C. Su máxima intensidad parece producirse durante el invierno y coincide con reducidos registros en la velocidad del viento y elevada nubosidad, aspecto éste último que difiere sustancialmente de los resultados obtenidos por otros autores en otras ciudades.

Espacialmente, se detectan dos focos cálidos de la misma intensidad que coinciden con áreas de fuerte actividad económica y densa edificación (Plazoleta Farray, San Bernardo, Catedral). El espacio más fresco, dentro de la ciudad baja, se sitúa en el Istmo de la Isleta, en sectores que se encuentran bajo la influencia más o menos directa del efecto refrescante de los vientos de Las Canteras, que además consiguen canalizarse en algunas calles.

La morfología de las líneas isotermas, tanto de los núcleos cálidos como de los fríos, parece estar controlada por la componente norte dominante en los vientos del archipiélago, lo que produce una elongación de las burbujas cálidas y frescas hacia el sur. El comportamiento tér-

mico de la ciudad alta es, por el contrario, bastante más homogéneo.

Todos los datos anteriores apuntan hacia la importancia del viento, la estructura urbana y la densidad de tráfico en la distribución de las temperaturas urbanas y, más concretamente, en la configuración e intensidad de la isla de calor nocturna en Las Palmas de Gran Canaria. Sin embargo, en el futuro, será necesario insistir en el estudio de estas relaciones mediante un mayor número de datos y un tratamiento más completo de los mismos. Además, debemos también profundizar en el análisis del comportamiento térmico estacional y, de forma muy especial, del diurno.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado con el apoyo del Proyecto de Investigación "Estudio del clima urbano de Las Palmas de Gran Canaria: la isla de calor" (UNI2003/23), financiado por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ PEDRERO, R. E. (1998): «La isla de calor en Valladolid», en F. FERNÁNDEZ, E. GALÁN y R. CAÑADA (coords.), *Clima y ambiente urbano en ciudades ibéricas e iberoamericanas*, Editorial Parteluz: 231-239.
- ARNFIELD, A.J. (2003): «Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island», *International Journal of Climatology*, 23: 1-26.
- BRUNET, M. (1992): «La magnitud y fluctuaciones de la isla de calor en Tarragona». *Tarraco*, 7: 19-29.
- CUADRAT, J.M., DE LA RIVA, J., LÓPEZ, F. y MARTÍ, A. (1993): «El medio ambiente urbano en Zaragoza. Observaciones sobre la isla de calor». *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 13: 127-138.

- DORTA, P., MARZOL, M.V. y RODRÍGUEZ, J. (1992): «Estudio del clima urbano en una ciudad litoral. El caso de Santa Cruz de Tenerife (Islas Canarias)», en *Trobades Científicas de la Mediterrania: Energia, Medi Ambient y Edificacio*, Inst. d' Est. Catalans.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, F. (1995): *Manual de Climatología aplicada*. Ed. Síntesis, Madrid, 285 p.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, F., LÓPEZ GÓMEZ, A. y ARROYO, F. (1994): «Frecuencia e intensidad de la isla de calor en Madrid». *Aportaciones en Homenaje al profesor Luis Miguel Albentosa*, Tarragona: 91-101.
- FERNÁNDEZ, F. y GALÁN, E. (1995): «Clima y contaminación atmosférica en Madrid», *Estudios Geográficos*, 219: 263-283.
- GARCÍA CODRÓN, J.C. (1990): «Los climas urbanos y las ciudades cantábricas. Papel de los factores locales», en *Cambio climático y Medio Ambiente*, XX Jornadas de la Asociación de Meteorología Española, San Sebastián: 53-79.
- GARCÍA-RUIZ, J. M., ORTIGOSA, L., ARNÁEZ, J. y GÓMEZ, A. (1989): «Organización espacial de las temperaturas en la ciudad de Logroño». *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 15 (1-2): 87-98.
- HERNÁNDEZ, A., MÁRQUEZ, J.A., RIVERO, A. y ROMERO, L. (2001): «La isla de calor en Las Palmas de Gran Canaria: magnitud, distribución espacial y morfología urbana». *El tiempo del clima*, Publicaciones de la Asociación Española de Climatología, 2: 519-530.
- LÓPEZ GÓMEZ, A., LÓPEZ GÓMEZ, J., FERNÁNDEZ, F. y ARROYO, F. (1991): *El clima urbano de Madrid: la isla de calor*. Instituto de Economía y Geografía Aplicadas (CSIC), Madrid, 199 p.
- LÓPEZ GÓMEZ, A., LÓPEZ GÓMEZ, J., FERNÁNDEZ, F. y MORENO JIMÉNEZ, A. (1993): *El clima urbano. Teledetección de la isla de calor en Madrid*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Madrid, 157 p.
- LÓPEZ MARTÍN, F. (2002): *El clima en el medio ambiente urbano de Zaragoza*. Tesis doctoral, Universidad de Zaragoza.
- MARTÍ EZPELETA, A. y MIRAGAYA VERAS, A. (1998): «Geometría urbana, temperaturas e isla de calor en Santiago de Compostela», en F. FERNÁNDEZ, E. GALÁN y R. CAÑADA (coords.), *Clima y ambiente urbano en ciudades ibéricas e iberoamericanas*, Editorial Parteluz: 207-218.
- MARTÍN VIDE, J. y MORENO, M.C. (1992): «Avance de resultados sobre la isla de calor de Barcelona y de otras ciudades catalanas». VI Trobades científiques de la Mediterrania. Energia, Medi Ambient y Edificació, pp. 55-68, Generalitat de Catalunya.
- MARZOL, M.V., DORTA, P. y RODRÍGUEZ, J. (1992): «Variations temporelles et particularités de la temperatura horaire dans la ville de Santa Cruz de Tenerife (Iles Canaries)», *Publications de l' Association Internationale de Climatologie*, Fribourg, vol IV: 43-54.
- MONTÁVEZ, J.P., RODRÍGUEZ, A. y JIMÉNEZ, J. (2000): «A study of the urban heat island of Granada». *International Journal of Climatology*, 20: 899-911 (citado por Arnfield, 2003).
- MORENO GARCÍA, M.C. (1993): *Estudio del clima urbano de Barcelona: la "isla de calor"*. Oikos-tau, Barcelona, 193 p.
- MORENO GARCÍA, M.C. (1998): «Las investigaciones sobre el clima urbano de las ciudades españolas», en F. FERNÁNDEZ, E. GALÁN y R. CAÑADA (coords.), *Clima y ambiente urbano en ciudades ibéricas e iberoamericanas*, Editorial Parteluz: 177-196.
- ORTIGOSA IZQUIERDO, L., SOBRÓN GARCÍA, I. y GÓMEZ VILLAR, A. (1998): «El microclima urbano de Logroño en invierno: un método espacial de comportamiento higrotérmico». *Cuadernos de Investigación Geográfica*, XXIV: 89-106.
- OKE, T.R. (1982): «The energetic basis of the urban heat island». *Quaternary Journal of the Royal Meteorological Society*, 108: 1-24.
- PÉREZ CUEVA, A. y ALAUSTRÉ, A. (1994): «El clima urbà de Valencia», en *Atlas Climàtic de la Comunitat Valenciana*, Generalitat Valenciana: 144-145.
- SOLER TEMPRANO, X. (1998): «Avance sobre la isla de calor en Girona», en F. FERNÁNDEZ, E. GALÁN y R. CAÑADA (coords.), *Clima y ambiente urbano en ciudades ibéricas e iberoamericanas*, Editorial Parteluz: 281-291.