

ISLA DE CALOR, MICROCLIMA URBANO Y VARIABLES DE DISEÑO ESTUDIOS EN BUENOS AIRES Y RIO GALLEGOS

Silvia de Schiller¹, John Martin Evans² y Lutz Katzschner³

^{1,2} Centro de Investigación Hábitat y Energía, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Tel-Fax: (011) 4789 6274, E-mail: schiller@fadu.uba.ar

³ Departamento de Planificación Urbana y del Paisaje, Universidad de Kassel, Alemania.
Tel: +4956 1804 2796 E-mail: katzschn@hrz.uni-kassel.de

RESUMEN: Este trabajo presenta estudios sobre las variaciones de clima y microclima a escala urbana y micro urbana. Para evaluar los resultados de los estudios se determina una definición del clima urbano 'ideal'. Habiéndose realizado varias campañas de mediciones en la Ciudad de Buenos Aires, se presentan resultados que muestran diferencias de temperatura de 2-3°C. Adicionalmente, se realizó un estudio de la isla de calor en Río Gallegos, ciudad de menor tamaño y población donde, a pesar de las condiciones climáticas y urbanas desfavorables, la intensidad de la isla de calor registró una diferencia de 4°C. El trabajo presenta el estudio de microclima de un sector central de Buenos Aires analizando sus características, variaciones físicas, habitabilidad y condiciones de confort. Este ejemplo, es indicativo de la utilidad del estudio en el campo proyectual y planificación urbana.

Palabras Claves: isla de calor, microclima urbano, estrés térmico, espacios exteriores, espacio urbano.

INTRODUCCION

El análisis de la variación climática a escala micro-urbana proporciona datos valiosos para el mejoramiento de la calidad ambiental de los espacios exteriores y la disminución de impactos desfavorables en sectores de la ciudad y edificios específicos. Se presentan dos estudios de la isla de calor y un estudio de las características del microclima de un sector central de Buenos Aires, que demuestran la posibilidad de realizar estudios útiles en plazos reducidos con recursos limitados. Los resultados proporcionan información apta para estudios de diseño urbano y planeamiento físico, así como para la elaboración de recomendaciones de diseño y el análisis de códigos urbanos con miras a su actualización y mejoramiento.

Se desarrollaron métodos sencillos de análisis con el fin de obtener información climatológica mediante un relevamiento expeditivo. El trabajo presenta un método para el registro de datos meteorológicos, el análisis que permite identificar zonas micro-climáticas y la manera de extraer y presentar recomendaciones de diseño útiles para planificadores urbanos y proyectistas de edificios.

La isla de calor es un fenómeno que afecta el clima urbano y tiende a aumentar la temperatura del aire proporcionalmente a la densidad y tamaño de la ciudad. Dentro del patrón general de la isla de calor, sectores de reducida extensión experimentan modificaciones significativas de las condiciones ambientales, afectando el confort higrotérmico a nivel peatonal en espacios exteriores y la demanda energética de edificios. Estas variaciones pueden producir condiciones favorables o desfavorables de acuerdo a los cambios que se experimenten en las condiciones de confort.

El aprovechamiento de estas variables permite modificar las condiciones aptas para el uso de espacios exteriores en sectores urbanos de limitada extensión. El impacto del régimen de vientos sobre el confort peatonal y el control de las concentraciones de polución en espacios urbanos influye además sobre la variación de estas condiciones.

La isla urbana de calor y las variaciones locales de ventilación se encuadran en el marco de las condiciones climáticas a escala regional y mundial. En Buenos Aires, se ha llevado a cabo un número limitado de estudios de la isla de calor, utilizando datos de estaciones meteorológicas (Camillioni, 1998) y de sensores montados en vehículos (de Schiller, 2000). La diferencia de temperatura entre las estaciones meteorológicas urbanas y rurales alcanza un promedio anual de 1 a 1,5° C, mientras el sector central de la isla de calor supera la temperatura de sectores suburbanos en 3° C, según los resultados de relevamientos móviles.

Otro aspecto de importancia a tener en cuenta, es el impacto del tamaño de la ciudad y la intensidad de la isla de calor en situaciones urbanas con menor concentración de población. Un estudio basado en datos de estaciones meteorológicas existentes indica esta relación en la Pampa Húmeda (Camillioni y Barros, 1991). Se requieren datos adicionales de ciudades en otras regiones y datos de relevamientos móviles.

¹ Directora CIHE e investigadora FADU-UBA, directora del Proyecto UBACyT A-022.

² Co-Director CIHE e investigador FADU-UBA.

³ Director del Programa de Climatología Urbana, Universidad de Kassel, Alemania.

Aunque se cuenta con un cuerpo creciente de conocimientos generales sobre clima urbano, se carece generalmente de datos detallados locales, así como de recomendaciones de diseño a escala edilicia y urbana basadas en estos datos en formato apto para ser transferido a profesionales en las etapas iniciales del proceso de diseño y planificación urbana. Ello requiere métodos de presentación y recomendaciones que permitan la integración de esta información a todos los otros inputs incorporados al proceso de diseño y planeamiento. Se considera que ello contribuirá a incorporar aspectos de microclima urbano en el planeamiento físico y considerarlo como un factor relevante en estudios y evaluación de proyectos urbanos.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos de una serie de estudios realizados en la Ciudad de Buenos Aires y Río Gallegos, que comprenden:

- Dos estudios de la isla de calor de la Ciudad de Buenos Aires.
- Estudio de la isla de calor de Río Gallegos, ciudad de menor tamaño en la Región Patagónica Austral.
- Análisis y clasificación de características microclimáticas en relación al tejido urbano de la Ciudad de Buenos Aires.

CONDICIONES DESEABLES DE CLIMA URBANO

Para analizar las variaciones y características del clima urbano se requiere una definición de las condiciones deseables o 'clima urbano ideal'. Katzschner (1998) presenta la siguiente definición: "El clima urbano ideal es la situación atmosférica con importantes variaciones en tiempo y espacio que proporcionen condiciones térmicas no homogéneas para el hombre en un radio de distancia hasta 150 metros. Debe ofrecer condiciones que eviten concentraciones de polución aérea y estrés térmico, a través de ventilación y sombras en estaciones cálidas o protección de viento y acceso al sol en estaciones frías".

Los componentes relevantes de esta definición se relacionan con los siguientes aspectos:

- **Para el hombre:** Enfatiza el impacto de las variables climáticas a nivel peatonal y alrededor de los edificios.
- **Variación temporal y espacial:** No es posible lograr condiciones óptimas en todo el área urbana y durante todo el tiempo; por eso se requiere variación espacial para evitar condiciones desfavorables en toda la zona urbana.
- **Distancias hasta 150 metros:** La definición propone la creación de algunos espacios con microclima favorable, accesible para peatones, especialmente niños y personas mayores, y a distancias cortas en toda la zona urbana.
- **Evitar concentraciones de polución aérea:** Los vehículos y edificios emiten polución aérea en forma distribuida en toda la zona urbana. Las ciudades deben incorporar canales de ventilación urbana que permitan la dispersión y evacuación de la polución. Los requerimientos de confort térmico y control de polución son contrapuestos en muchos casos. Por eso, se proponen soluciones que ofrezcan canales de ventilación adecuados.
- **Estrés térmico:** La evaluación de microclima requiere un índice de confort que contemple el impacto de temperatura, humedad relativa del aire, radiación de onda larga y corta, y viento.

METODOLOGIA

Isla de calor de la Ciudad de Buenos Aires

El método de medir la intensidad de la isla de calor con vehículos móviles fue desarrollado y presentado por Chandler (1962) y utilizado en distintas ciudades del Cono Sur (Sad de Assis, 1990). El caso de los estudios de Buenos Aires fue presentado por de Schiller (2000) utilizando pequeños registradores automáticos de temperatura, tipo Tiny Talk y HOBO, montados en el exterior de automóviles, habiéndose utilizado el método en cuatro campañas realizadas en los últimos años en Buenos Aires en el marco de cursos de posgrado. Las Figuras 1 y 2 presentan los resultados las mediciones realizadas en dos campañas durante las primeras horas de la noche en distintas épocas del año. En el caso del relevamiento implementado durante la tarde en el mes de mayo de 2001 no demostró una isla de calor significativa, debido probablemente a las condiciones climáticas del día de estudio, las que no permitieron el desarrollo de variaciones de temperatura.

Isla de calor de la Ciudad de Río Gallegos

En el marco del Curso de Posgrado en la UNPA, y con fines didácticos e instrumentales, se realizó un estudio de la isla de calor de la Ciudad de Río Gallegos en mayo de 2001, aunque se había considerado que la Ciudad de Río Gallegos no presenta condiciones favorables para el desarrollo de la isla de calor urbana, debido a las siguientes características:

- Reducida población comparada con la de la Ciudad de Buenos Aires, la mayor en la Región Metropolitana.
- Baja densidad edilicia, con calles anchas, edificios bajos y factores de ocupación inferiores a 50% en la mayoría de los casos.
- Reducidas emisiones de calor debido a transporte público y privado, con escaso tránsito en las calles durante el atardecer y la noche.
- Adversas condiciones climáticas, con fuertes vientos que aumentan en verano y escasa radiación solar, especialmente en invierno.

A pesar de estas condiciones adversas para la formación de la isla de calor, se realizó la campaña con siete vehículos y se obtuvieron mediciones que indican una isla de calor bien definida, alcanzando diferencias de temperatura de hasta 4° C entre la zona urbana y los límites rurales de la ciudad (Figura 3).

Microclima en sectores urbanos

En la zona de mayor intensidad de la isla de calor de la Ciudad de Buenos Aires, detectada en los estudios mencionados, se realizaron mediciones a fin de detectar diferencias microclimáticas. A tal fin, se seleccionaron distintas áreas representativas de características específicas o típicas del área central.

Entre los factores que pueden producir una variación microclimática urbana se incluyeron las siguientes características del tejido:

- Variaciones dimensionales de las calles, desde situaciones particulares muy anchas, como la Av. 9 de Julio, las principales avenidas orientadas E-O (Avs. Córdoba, Corrientes y Santa Fé), y las calles angostas del Microcentro originadas en la grilla fundacional de la ciudad en épocas coloniales.
- Sectores de parque con vegetación y arbolado urbano en calles y avenidas, proporcionando sombra, protección de viento y eventuales efectos de humidificación.
- Orientación, continuidad y altura de las fachadas de los edificios sobre la línea municipal o frente de manzana, y su relación con la orientación de las vías de circulación.

Como situación específica y conflictiva en la composición del tejido urbano se analizó especialmente el impacto de edificios de gran altura y perímetro libre, y la influencia microclimática que ejercen en su entorno al provocar aceleraciones de viento y proyección de sombras en las áreas circundantes.

En este contexto, fue relevante la realización de una serie de estudios de 'perfiles de clima urbano' para obtener datos de condiciones térmicas y ventilación en espacios urbanos. Inicialmente, las condiciones térmicas fueron evaluadas utilizando los parámetros de temperatura del aire (bulbo seco), velocidad de viento y humedad relativa. Los resultados corresponden a condiciones en la sombra, suponiendo que la temperatura media radiante, con la radiación de onda larga emitida por los edificios, es igual a la temperatura del aire. Adicionalmente, se utilizó un luxómetro para evaluar la influencia de la radiación de onda corta, directamente del sol en forma indirecta, conociendo la eficiencia luminica de la radiación solar (Evans, 2000).

El índice del Voto Medio Predecible (o PMV - Norma CEN-ISO 1994) fue utilizado para expresar el grado de estrés térmico, aunque este índice tiene limitaciones, especialmente para evaluar condiciones en espacios exteriores (McCartney, 2001). Los resultados fueron graficados en un plano del área en estudio (Figura 3).

CAMPAÑA DE MEDICIONES

El área de estudio de las condiciones microclimáticas se encuentra en la zona más intensa de la isla de calor, identificada en estudios anteriores. La zona central de la Ciudad de Buenos Aires fue seleccionada por incorporar una serie de características críticas, relacionadas con la modificación de clima a escala micro-urbana:

- El centro está ubicado cerca del Río de la Plata, con una extensa superficie de agua expuesta al viento. El sector del centro en estudio se encuentra a solo 1 Km del río, con un limitado desarrollo urbano que no ofrece protección de viento y no contribuye a la isla de calor.
- Los vientos predominantes provienen del Estuario del Río de la Plata, con aproximadamente 60% de los vientos provenientes del NE, E y SE.
- El 'Centro' es el sector de mayor densidad de masa edificada de la ciudad, con un número importante de edificios altos.
- En los estudios de la isla de calor, el borde del área central se corresponde con un aumento significativo de la temperatura a una distancia limitada.
- El área central también experimenta actividad peatonal intensa durante el día y la noche, con actividades bancarias y comerciales relacionadas con la Calle Florida, y de esparcimiento en la Calle Lavalle y Av. Corrientes. El mejoramiento del confort peatonal es importante para promover este uso intensivo con fuerte perfil de 'urbanidad', favorable al desarrollo, calidad y desempeño del espacio urbano.

Para realizar el relevamiento, registro y posterior análisis se contaba con:

Una **estación fija de referencia**, ubicada en la terraza de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires, en Ciudad Universitaria, que proporcionaba datos de las condiciones climáticas durante el período en que se realizaron los estudios. La estación registra temperatura, humedad relativa y radiación solar global y difusa en intervalos de 15 minutos, arrojando valores promedio, máximos y mínimos. Este registro permite realizar comparaciones simultáneas con las mediciones móviles y manuales registradas.

Sensores móviles para la medición de la variación de la temperatura del aire fijados en automóviles, a una altura de 1,40 m. Los equipos registraban la temperatura del aire a intervalos de 10 segundos, con el sensor expuesto al movimiento del aire, mientras el vehículo circulaba a través de la ciudad según recorridos de distancias equivalentes, establecidos previamente.

Una **planilla de registro**, desarrollada para registrar los datos de ubicación del automóvil a intervalos de 2 minutos, junto con información del tejido urbano: altura edilicia, ancho de calle, continuidad de fachada, arbolado urbano, espacios abiertos, etc.

Mediciones manuales, con equipamiento portátil, de perfiles urbanos típicos o característicos realizados durante un recorrido a pie. Se utilizaron anemómetros, luxómetros, termómetros digitales e higrómetros a fin de permitir registros rápidos con resultados inmediatos. Las mediciones fueron repetidas cinco veces en cada lugar para obtener rangos y promedios de los registros, especialmente importante en mediciones de viento con gran variabilidad temporal.

Los datos fueron registrados en una **planilla** que incluye espacios para realizar croquis de la ubicación y notas del entorno. Una foto aérea del sector urbano fue utilizada para indicar la ubicación de los puntos pre-seleccionados.

RESULTADOS

Las mediciones de la isla de calor de la Ciudad Autónoma de **Buenos Aires**, figuras 1 y 2, indica una concentración de temperaturas altas cercana a la zona de máxima densidad poblacional. Cabe aclarar que el Microcentro, figura como zona de baja densidad poblacional, aunque la densidad edilicia y las emisiones de calor, debido al tránsito, a las instalaciones de los edificios y a pérdidas térmicas, son elevadas. Las mediciones fueron realizadas entre las 21-22 horas, cuando la isla de calor es generalmente mas intensa. Las mediciones realizadas a la mañana y a la tarde no permiten detectar la isla de calor con claridad en las dos campañas de relevamientos realizadas. Los registros obtenidos indican los siguientes resultados:

- El Río de la Plata ejerce un efecto moderador debido a la capacidad térmica del espejo de agua, con temperaturas levemente mayores a las del Parque 3 de Febrero, ubicado entre el río y la ciudad en la costa NE.
- El efecto del viento predominante durante el relevamiento es muy evidente, con un desplazamiento de la zona de mayor temperatura, respecto a la zona de mayor densidad.
- Hacia el este del área central se encuentra la variación de temperatura más marcada, coincidente con la mayor variación de densidad, cercana al río.

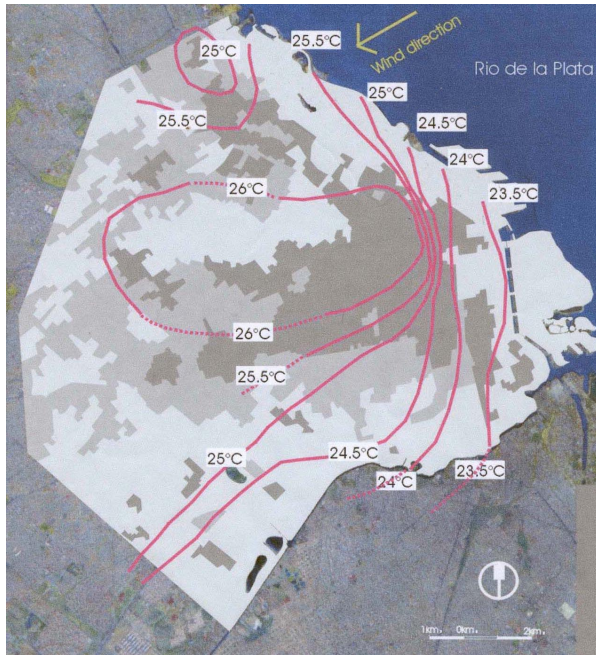


Figura 1.
Isla de calor de Buenos Aires: primavera (19-10-99), 21 hs.
Ploteo sobre el plan de densidad poblacional.



Figura 2.
Isla de calor de Buenos Aires: invierno (22-06-99), 21 hs.
Ploteo sobre el plan de densidad poblacional.

La isla de calor de la Ciudad de **Río Gallegos** también indica una marcada diferencia de temperatura, con marcada influencia de la ría, frente costero de la ciudad. El viento predominante durante las mediciones provenía del oeste-sur-oeste, con una velocidad de aproximadamente 4-5 m/s, (14-18 km/hr). Las isotermas trazadas indican una isla de calor localizada en la zona céntrica de la ciudad, con una fuerte influencia del factor viento. La forma de las isolíneas demuestra variaciones que exceden los valores generados por factores geográficos, tales como la influencia del mar o la ría. Unos kilómetros hacia el oeste, en la zona cercana al aeropuerto, la temperatura mínima registrada durante el relevamiento en campo abierto a 3 km del centro fue $-2,7^{\circ}\text{C}$.



Figura 3.
Isla de calor de Río Gallegos en invierno:
(01-06-01), 21 hs.

Resultado de mediciones realizadas durante 6 recorridos vehiculares, partiendo de un punto cercano a la ría, al norte del centro urbano.

En el estudio de **microclima del área central** de Buenos Aires se utilizaron datos de temperatura, humedad relativa, viento y radiación con el fin de estimar el VMP, voto medio predecible, según la Norma ISO 7730 (1994). Analizando los resultados, se detectaron áreas correspondientes a tres categorías de confort térmico, expresado como VMP:

- - 0,2 a - 0,4 'confortable': en zonas protegidas del viento.

- - 0,5 a - 0,7 'leve disconfort': en avenidas que forman 'canales de ventilación', cerca a Av L. Alem y Av 9 de Julio.
- - 0,8 a - 1.1 'disconfort': cerca a edificios en altura y en avenidas principales.

La Figura 4 indica la velocidad y dirección de viento, componente importante en la evaluación de confort peatonal. En la Figura 5 se presentan las principales zonas microclimáticas identificadas en el estudio.

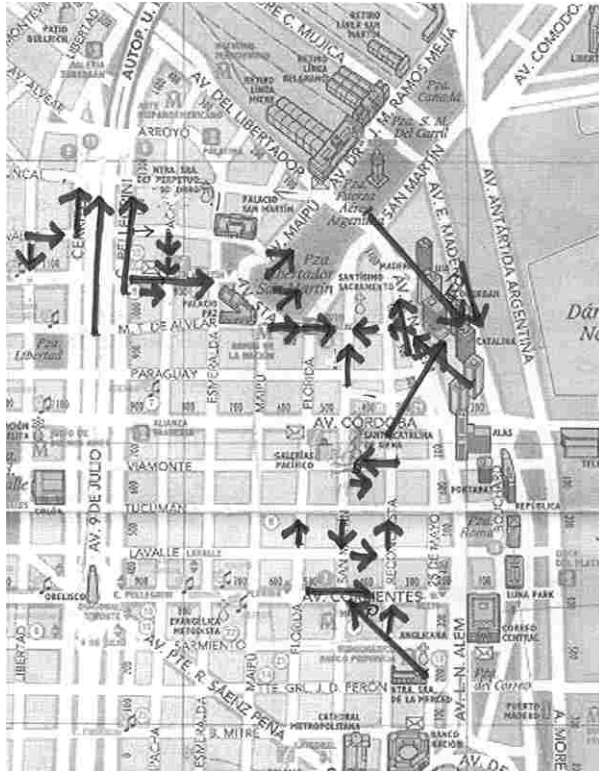


Figura 5. Características de viento. La longitud de las flechas es proporcional a la velocidad; la dirección indica la orientación del viento.

La ubicación de las flechas corresponden a los cuatro (4) recorridos peatonales representativos de perfiles urbanos característicos, partiendo de Plaza San Martín, Retiro, hacia:

1. Av. 9 de Julio
2. Catalinas Norte
3. Av. Leandro Alem
4. Av. Corrientes

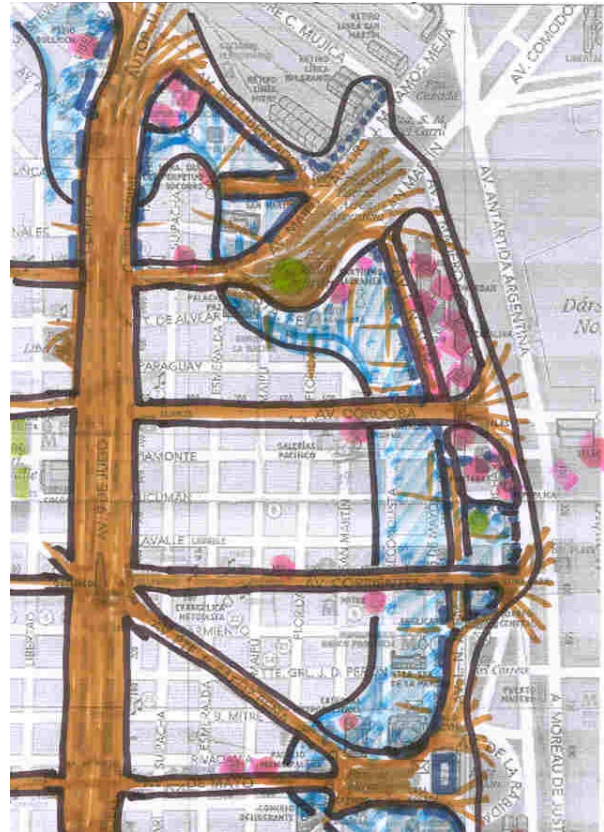


Figura 6. Identificación de zonas microclimáticas en el área central de Buenos Aires:

Referencias:	
	Canalización de viento en avenidas.
	Entradas expuestas al viento
	Zona de transición
	Edificios altos de perímetro libre, con aceleración de viento en su entorno.
	Vegetación: áreas sombreadas y protección de viento

CONCLUSIONES

Los estudios presentados indican importantes variaciones de condiciones climáticas y de confort térmico, producido por la conformación de áreas urbanas a escala de la ciudad y de sectores reducidas. Las ciudades modifica la distribución de temperaturas con aumentos correspondientes a las zona de mayor densidad. Las isóneas también responden a la forma urbana, espacios abiertos, espejos de agua y viento. Las variaciones son significativos y disminuye la demanda de energía en zonas centrales en invierno, pero aumentan el disconfort y demanda de energía para refrigeración en verano.

A escala micro-urbana, el ancho y orientación de las avenidas principales favorece la ventilación, per perjudica el confort en invierno. Las zonas abiertas hacia el río también padece de mayor velocidad de viento. El tejido urbano mas protegido ofrece condiciones mas favorables, mientras los edificios altos aumento el disconfort, sin ofrecer ventajas ambientales en los espacios urbanos en invierno o verano. El estudio demuestra una técnica expeditiva de indentificar zonas microclimaticas en sectores urbanos y presentar planos para planificadores y proyectistas.

RECONOCIMIENTOS

Este trabajo se inscribe en el marco del Proyecto UBACyT A-022, y se relaciona con estudios de 'Sostenibilidad de la forma urbana' que S. de Schiller desarrolla en el Joint Centre for Urban Design, Oxford Brookes University, Gran Bretaña, integrante de la Red ALFA-IBIS de la Unión Europea,

Reconocimiento especial merece la DFG, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Alemania, cuyo apoyo hizo posible la visita del Dr. Lutz Katzschner a Buenos Aires para trabajar con miembros del Centro de Investigación Hábitat y Energía, y dictar el Seminario 'Climatología Urbana y Diseño' en la Escuela de Posgrado de la FADU-UBA.

Los gráficos de la isla de calor de la Ciudad de Buenos Aires fueron preparados por María J. Leveratto utilizando una figura del Plan Urbano Ambiental del GCBA (1999).

Las campañas de mediciones fueron realizadas con la participación de alumnos del 'Programa de Actualización en Diseño Bioambiental' en el marco de los Cursos de Posgrado FADU-UBA, 1999 y 2000, y de 'Arquitectura, Energía y Ambiente', Curso de Posgrado UNPA, Río Gallegos, 2001 y participantes del el Seminario 'Climatología Urbana y Diseño' de la Escuela de Posgrado de la FADU-UBA, 2001.

REFERENCIAS

- Camillioni, I. A., y Barros, V. R. (1991). *Analysis of thermal effects of urbanization*, pp 47-52 en S. Alvarez et al, (eds) *Architecture and Urban Space*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Camillioni, I. (1999) *Temporal Variability of the Buenos Aires Urban Heat Island Intensity*, Proceedings, ICUC2.2, WMO, Ginebra.
- Chandler, T. J. (1962), *London's Urban Climate*, Geog. J. 127, 279-302.
- Consejo del Plan Urbano Ambiental (1999), *Plan Urbano Ambiental, Volumen 2*, Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- de Schiller, S. (1999) *Impacto de la forma edilicia en el confort de los espacios urbanos*, 303, Anais, V ENCAC, Fortaleza.
- de Schiller, S. (2000), *Forma Edilicia y Tejido Urbano*, pp 05.71-05.76, AERMA, Vol 4, N°2, INENCO, Salta.
- ISO (1994) *Moderate thermal environments - determination of PMV and PPD indices and specification of conditions for thermal comfort*, International Standards Organization, Geneva. (actualmente en revisión)
- Katzschner, L. (1998) *Designation of urban climate qualities and their implementation in the planning process*, pp 75-78, en McCartney, K. (2001) *Moving thermal standards into the 21st Century*, Oxford Centre for Sustainable Development, Oxford Brookes University, Oxford.
- Maldonado, E. y Yannas, S. (Eds) *Environmentally Friendly Cities*, James & James Science Publishers, Londres.
- Sad de Assis, E. (1990), *Avalacao da influencia do uso e ocupacao do solo urbano sobre la formacao da ilha de calor na cidade de Belo Horizonte*, Anais do 1 Encontro Nacional, Conforto no Ambiente Construido, Gramado.

ABSTRACT

This paper presents studies of climatic variation and microclimate surveys at the urban and sector scales. A definition of the 'ideal urban climate' is given, allowing evaluation of the results of three studies of urban climate in Argentina. The results of two surveys of the Buenos Aires heat island show 2-3°C temperature differences within the city limits. A second study of the heat island in Río Gallegos, the provincial capital city of Santa Cruz in Southern Patagonia, with smaller population and extension. Although the conditions were theoretically unfavourable, a range of over 4°C was detected. Finally, a microclimate study in a central area of Buenos Aires was undertaken, analysing the characteristics, environmental variations and pedestrian comfort conditions. A plan of the microclimate zones is presented to show the value of such studies for designers as well as planners working on project evaluation and the development of urban codes and regulations.

Keywords: urban heat island, urban microclimate, thermal stress, outdoor areas, urban space.