

## FORMA EDILICIA Y TEJIDO URBANO: EVALUACION DE SUSTENTABILIDAD

Silvia de Schiller.  
 Centro de Investigación Hábitat y Energía  
 Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires  
 Pabellón 3, piso 4, Ciudad Universitaria, (1428) Capital Federal.  
 Tel: (011) 4789 6247. Fax: (011) 4576 3205. e-mail: schiller@fadu.uba.ar

**RESUMEN:** Este trabajo tiene por finalidad identificar y evaluar relaciones entre forma edilicia e impacto ambiental en tejidos urbanos. Se analizan factores climáticos y características morfológicas que contribuyan a promover tejidos urbanos sustentables, según requerimientos de climas templados. Varios estudios realizados en ese marco contribuyeron a dicha identificación: el primero, evalúa el efecto de la isla de calor usando mini-data-loggers en una serie de circuitos vehiculares simultáneos en la Ciudad de Buenos Aires. El segundo, analiza una serie de casos donde edificios de gran escala en altura interrumpen el tejido urbano consolidado existente, y el área específicamente designada para edificios en torre. Otro estudio focalizó el reconocimiento del uso de espacios exteriores en tejidos de distintas características. Las mediciones *in situ*, observaciones directas y ensayos en laboratorio, proporcionan datos de temperatura, asoleamiento y velocidad de viento para cuantificar el impacto resultante en los espacios urbanos afectados por el impacto.

**PALABRAS CLAVES:**

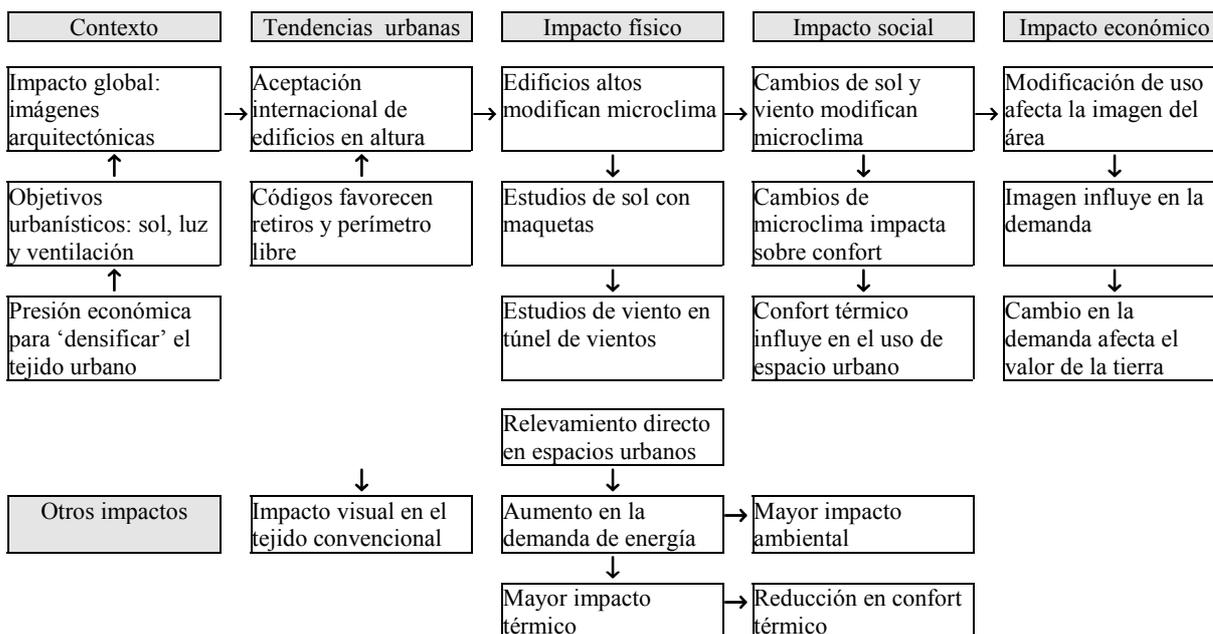
Impacto ambiental. Evaluación de edificios. Confort. Desarrollo urbano sustentable.

**INTRODUCCIÓN**

El desarrollo urbano y las actividades propias de aglomeraciones metropolitanas aportan cuotas de contaminación que impactan en distintas escalas, con diversos grados de importancia y temporalidad a nivel local, regional y mundial. Dichos impactos afectan directamente la calidad de vida de los habitantes y contribuyen, adicionalmente, al cambio climático de creciente preocupación a nivel mundial. La emisión de gases que contribuyen al efecto invernadero e intensifica el calentamiento global, si bien son fenómenos conocidos, todavía no provoca impactos locales suficientemente evidentes como para lograr los cambios necesarios en las políticas de desarrollo urbano sostenible.

A tal efecto se considera importante identificar y cuantificar los impactos locales existentes con el fin de reforzar la presión política para lograr estos cambios y mejorar la calidad ambiental en los espacios urbanos en forma simultánea. Este trabajo tiene por objetivo proporcionar información sobre los factores climáticos y las cualidades que puedan promover tejidos urbanos sustentables y condiciones ambientales apropiadas para áreas metropolitanas en climas templados y sub-tropicales.

Tabla 1. Marco teórico



El marco teórico del trabajo (Tabla 1) establece relaciones entre las tendencias urbanísticas a nivel mundial, la adopción de estas tendencias en la transformación del tejido urbano en la Ciudad de Buenos Aires, el impacto físico producido y las consecuencias económicas y sociales.

Se realizaron varios estudios en ese marco, con el fin de identificar la relación entre la forma edilicia y la generación de tejidos urbanos y evaluar los impactos ambientales resultantes de la modificación microclimática. El primer estudio evalúa la isla de calor en la Ciudad de Buenos Aires. A tal efecto se realizó una serie de circuitos vehiculares simultáneos utilizando mini-data-loggers en el registro de temperaturas. El segundo estudio analiza una serie de casos donde edificios de gran escala en altura interrumpen el tejido urbano consolidado, y la zona de la ciudad específicamente designada para edificios en torre. Se realizaron mediciones *in situ*, observaciones directas y ensayos en laboratorio de situaciones ambientales urbanas en tramas existentes, las que proporcionan datos de temperatura, asoleamiento y velocidad de viento para cuantificar el impacto resultante en estos espacios urbanos. Complementariamente, se realizó otro estudio de los flujos peatonales y uso de espacios exteriores en tejidos de distintas características con el fin de detectar la relación entre características espaciales, confort y comportamiento.

## ISLA DE CALOR

El fenómeno 'isla de calor', sumatoria de una serie de factores tales como pérdidas de calor de edificios, gases de combustión de vehículos, absorción y retención de calor en los materiales constructivos de solados y envolventes edilicias, es un indicador de impacto ambiental producido por el hábitat construido. En el caso de la Ciudad de Buenos Aires, varios factores característicos contribuyen a disminuir la intensidad de su isla de calor: los vientos predominantes provenientes Río de la Plata, la ausencia de relieve que evita la acumulación de polución aérea y una trama continua en cuadrícula que favorece la ventilación de la ciudad.

Los datos climáticos, proporcionados por las 7 estaciones del Servicio Meteorológico Nacional en la región metropolitana, no permiten identificar la isla de calor con suficiente claridad debido a sus localizaciones alejadas de la influencia de las zonas urbanas de mayor densidad, (Evans, 1991). Por esa razón, se considera importante medir y cuantificar este fenómeno en áreas céntricas de la Ciudad de Buenos Aires.

El método adoptado en este caso consistió en realizar una serie de circuitos vehiculares simultáneos, partiendo del centro de la ciudad por distintas rutas ~ regresando al mismo punto después de una hora aproximadamente de recorrido. Dado el tamaño del área metropolitana de Buenos Aires y la dificultad de realizar circuitos que lleguen a los bordes de la extensa zona suburbana, en este relevamiento los recorridos se mantuvieron dentro de un diámetro aproximado de 12 km. hasta autopista de circunvalación que separa la Capital Federal del conurbano bonaerense.

Dicho relevamiento fue realizado entre las 20 y 22 hs, considerando que la isla de calor SE acentúa a la noche. Para el mismo, se utilizaron 7 vehículos con 3 ocupantes en cada uno, distribuyéndose las tareas de la siguiente manera: 1. conducción del vehículo, 2 identificación de la ubicación del vehículo y visualización de las características de perfil urbano, 3. registro de datos con intervalos máximos de 2 minutos.

Las temperaturas fueron registradas automáticamente cada 10 segundos en un data logger pequeño colocado en el exterior de cada vehículo a una altura de 1,40 m. A fin de obtener un flujo de aire directo sobre los sensores, se adaptaron las cajas con do: orificios de ventilación y, para asegurar la consistencia de los registros en un amplio rango de temperaturas, se verificaron la calibración de los dataloggers con anticipación.

Adicionalmente, la temperatura fue registrada durante el mismo período en un punto fijo cercano al Río de la Plata a una altura de 26 m fuera de la capa máxima influencia urbana. Este registro permitió determinar la tendencia de variación de temperatura durante el relevamiento. La variación de temperatura en esta estación fija resultó menor a 0,5°C durante las dos horas de registros.

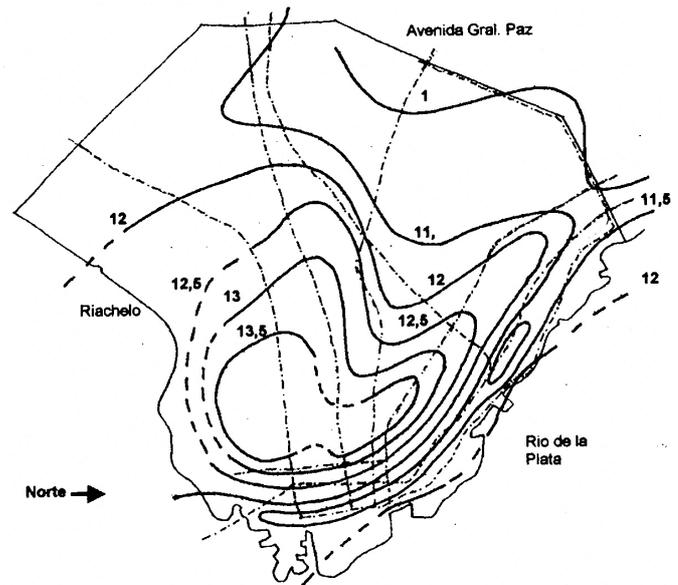
Las temperaturas registradas automáticamente, arrojaban valores entre 10° y 14° C durante la realización de los trayectos entre 20,30 y 22.30 hs, con condiciones de frío, viento y nubes. En el mismo período, la velocidad del viento fue variable con ráfagas de hasta 20 m/s provenientes del oeste. Las condiciones climáticas frías, nubladas y ventosas son factores que contribuyen a disminuir la intensidad de la isla de calor. A pesar de las condiciones desfavorables se logró detectar la 'isla de calor' con una diferencia de temperatura superior a 2°K entre la zona central y la zona suburbana, verificándose mayor temperatura o 'islas' en la zona céntrica sobre dos arterias de gran concentración, Av. Córdoba y Santa Fé, en términos de masa edificada y volumen de tránsito, (Murillo, 1996).

Se puede esperar una diferencia adicional entre las zonas suburbanas y la zona periférica sin desarrollo urbano de 1 a 3°K. Sobre el plano de la ciudad se registraron los recorridos, las ubicaciones de los vehículos en cada intervalo de tiempo y las temperaturas correspondientes. La Figura 1 indica las isolíneas de temperatura obtenidas con estos datos, pudiéndose detectar la influencia favorable de las zonas verdes en la disminución de la isla de calor.

Figura 1.

Intensidad de la isla urbana de calor, Capital Federal, Buenos Aires, según mediciones realizadas el 10 de Junio, 1999 a las 21 horas, aproximadamente.

Las líneas gruesas indican la temperatura con intervalos de 1°K, mientras las líneas finas demuestran el recorrido de los 7 vehículos durante los registros.



### INSERCIÓN DE NUEVAS FORMAS EDILICIAS EN EL TEJIDO URBANO EXISTENTE

La trama urbana típica de Capital Federal de cuadrícula con bloques o 'manzanas' regulares de 110 m x 110 m aprox., se prolonga hacia la Provincia de Buenos Aires a través de la Av. General Paz, desde la zona céntrica correspondiente a la segunda fundación y trazado establecido por Juan de Garay en 1580. Esta trama se extiende en forma casi continua con leves ajustes en la orientación, según los principales accesos a la ciudad, conservando la cuadrícula original durante cuatro siglos, sobreviviendo al ensanche de avenidas principales y dos avenidas diagonales con sus ajustes en el plano de la ciudad.

La edificación típica de la zona céntrica se completa hasta la línea municipal, con fachadas continuas y alturas variables, especialmente sobre las avenidas principales con nueva edificación. En ciertos sectores se nota un intento de mantener alturas uniformes, por ejemplo en Av. de Mayo, Av. Diagonal Norte y Av. 9 de Julio. Las zonas más antiguas mantienen una altura de mayor uniformidad. Sin embargo, la presión inmobiliaria y la permisividad de los controles edilicios y urbanos han dado lugar al desarrollo de edificación en altura que modifica el perfil urbano consolidado y las características microclimáticas.

La construcción de edificios en altura surge del desarrollo tecnológico de estructuras de hormigón armado y acero, y la demanda económica y especulativa por lograr un uso más intensivo del suelo. Un ejemplo es el edificio Cavanagh construido frente a la Plaza San Martín en 1934, siendo la torre más alta del mundo de hormigón armado a la fecha de su habilitación. En la década del 60, se introdujo el concepto del edificio en altura de perímetro libre, basado en modelos de Estados Unidos y norte de Europa.

Así, el código urbano otorga mayor densidad y altura a cambio de retiros laterales que permiten mejorar la iluminación, ventilación y asoleamiento tanto de fachadas como del espacio urbano. Mientras los edificios tradicionales logran iluminación desde sectores del cielo, visibles sobre los techos de edificios colindantes, las torres permiten obtener visuales hacia el cielo por los laterales de los edificios altos. En la práctica, los retiros exigidos en edificios altos de perímetro libre no siempre compensan la disminución de iluminación natural, a pesar de la favorable condición lumínica a esta latitud. En la Ciudad de Buenos Aires, la experiencia de edificación en altura de perímetro libre presenta una serie de aspectos negativos de esta modificación de la trama (Leveratto, 1995) y (de Schiller, 2000):

- Impacto visual: ruptura de la masa edificada convencional, produciendo un perfil urbano irregular que reemplaza la fachada continua.
- Impacto eólico: aumento excesivo de la velocidad de viento a altura peatonal.
- Impacto solar: excesivo asoleamiento en los espacios urbanos en verano.

A su vez, estos impactos influyen claramente el uso de los espacios urbanos adyacentes a dichos edificios y modifican las acciones y actividades culturales, comerciales, etc., relacionadas con la vía pública. La discontinuidad del frente de vidrieras, combinada con fuertes aceleraciones de viento en invierno y carencia de sombra en verano desalienta a los peatones y al 'usuario de ciudad'. La adopción de conceptos urbanísticos desarrollados en regiones con condiciones climáticas diferentes aumenta el discomfort de los espacios urbanos y disminuye el valor comercial de la planta baja, tradicionalmente la superficie de mayor valor ciudadano. Esta situación resulta especialmente desfavorable en el clima templado de Buenos Aires, donde las condiciones climáticas proporcionan generalmente condiciones de confort en espacios exteriores durante un importante número de horas del día y en gran parte del año.

## EL ESPACIO EXTERIOR EN AREAS CONVENCIONALES Y DE EDIFICIOS EN ALTURA

Con el fin de verificar esta hipótesis, se realizó un estudio de varios edificios altos de perímetro libre ubicados en la zona céntrica de la Ciudad de Buenos Aires, cuya morfología y emplazamiento atípicos producen rupturas en la trama edilicia (de Schiller, 2000).

Se analizó además el sector de Catalinas Norte, especialmente designado zona de torres, a fin de evaluar los mismos impactos ambientales en situaciones urbanas cuando el edificio en torre es la tipología típica, a diferencia de la inserción de torres dentro de la masa edificada tradicional (Figura 2).

Al analizar estos casos, es importante diferenciar dos situaciones que inciden en la magnitud y escala del fenómeno: por un lado, los casos particularizados y atípicos dentro de la ciudad y por otro, cuando al multiplicarse el caso atípico, éste se transforma en situación típica modificando el tejido urbano. La práctica realizada comprende relevamientos de condiciones ambientales en los espacios exteriores de dichos edificios y ensayos con maquetas en el Laboratorio de Estudios Bioambientales del CIHE, evaluando los flujos de aire a nivel peatonal con distintas orientaciones de viento, asoleamiento y protección solar en espacios urbanos según hora del día y época del año (Figuras 3 y 4).

Los resultados muestran un claro aumento de discomfort peatonal alrededor de los edificios en altura, donde las velocidades de viento duplican generalmente la velocidad media, con muy limitadas zonas en calma. Las veredas y circulaciones peatonales con sombra también resultan muy limitadas alrededor de edificios en altura durante las horas más cálidas de verano, aunque en algunos casos se logra cierto desarrollo de la vegetación.

Con el fin de detectar y cuantificar las consecuencias del impacto de la forma edilicia en el tejido urbano, se realizó un relevamiento de las características y uso de espacios exteriores generados entre las torres de oficinas en Catalinas Norte y el sector urbano convencional adyacente del lado opuesto de la Av. Leandro Alem. El método adoptado incluyó registros de flujos peatonales en distintas ubicaciones a la misma hora del día durante una semana en diferentes épocas del año. Este relevamiento ha proporcionado datos sobre los flujos peatonales registrados en los senderos peatonales del tejido diferenciado y en cada vereda de las calles típicas del tejido convencional, incluyendo un relevamiento de la recova. Por ejemplo, el flujo medio bajo la recova es mayor que el verificado en cada vereda de una calle N-S; éste es a su vez mayor que el detectado en los senderos del sector Catalinas (Tabla 2).

Los flujos peatonales son mínimos donde la densidad edilicia es máxima. Además, los flujos son máximos bajo la recova con un microclima favorable, con sol a la mañana y protección a la tarde.

Tabla 2. Flujos peatonales en personas por hora

Calle, vereda y orientación	Flujo, mañana	Flujo, tarde	Flujo promedio
Recova, Avenida Leandro Alem (este)	732	825	780
Calle convencional N-S, ambas veredas (este y oeste)	484	948	672
Calle convencional E-O, ambas veredas (norte y sur)	540	924	732
Vereda Ave. Leandro Alem, Catalinas Norte (oeste)	348	372	360

Mediciones realizadas en periodos de 5 minutos cada día durante una semana a las mismas horas.

## CONCLUSIONES

Los estudios y relevamientos realizados indican impactos ambientales en el tejido urbano, directamente derivados de la morfología edilicia, en relación con la densidad y forma de la masa edificada, afectando la escala de la ciudad y los sectores micro-urbanos. Las áreas de mayor densidad y concentración provocan un aumento de 2°K en la temperatura urbana, aún en condiciones poco favorables para el desarrollo de la isla de calor invernal, resultado de tres fenómenos principales:

- Pérdidas de calor invernal a través de envolventes edilicias y gases de combustión de artefactos de gas y torres de enfriamiento de sistemas de acondicionamiento de aire que elevan la temperatura en la ciudad.
- Uso de energía en el transporte, producido por gases de combustión proveniente de vehículos en movimiento.
- Absorción y acumulación de calor en los materiales de los edificios y solados, aumentando temperaturas superficiales y disminuyendo el enfriamiento nocturno.

Si bien las mediciones realizadas hasta el momento no permiten distinguir el aporte entre las tres fuentes de calor, se considera que es posible reducir el impacto de las mismas a través de medidas de planeamiento urbano y control edilicio en un marco de evaluación ambiental: mejorar la eficiencia térmica de las envolventes e instalaciones de calefacción y refrigeración, reducir el uso de vehículos, especialmente automóviles particulares, y aumentar la incorporación de árboles y solados verdes en la ciudad.

## MEDICIONES, OBSERVACIONES Y ENSAYOS EN LABORATORIO

Figura 2  
Torres de oficinas en Catalinas Norte.

Edificios de perímetro libre en altura configuran un tejido abierto, diferenciado del convencional existente.

La forma edilicia característica promueve la falta de protección de los factores climáticos en los espacios exteriores entre las torres.



Figura 3.  
Análisis de tejido abierto y compacto.  
Ensayos con maquetas en el helidón,  
Laboratorio de Estudios  
Bioambientales, CIHE.

En verano al mediodía las sombras son limitadas, y no ofrecen protección solar a las grandes superficies de los espacios exteriores entre edificios.

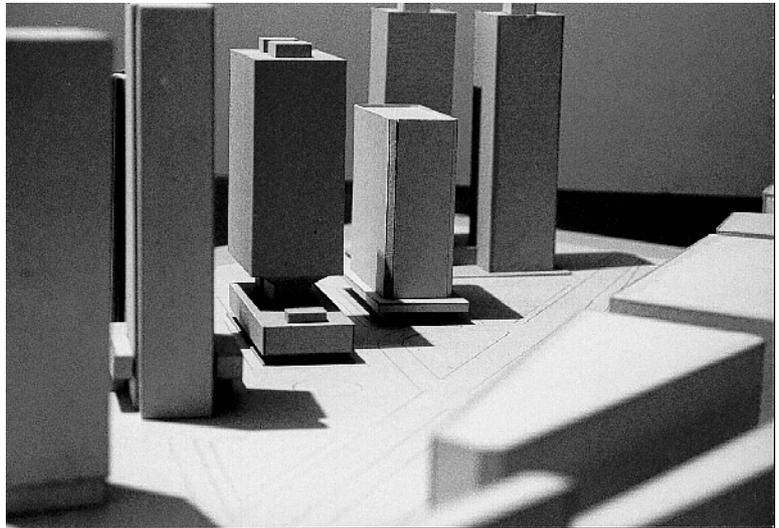
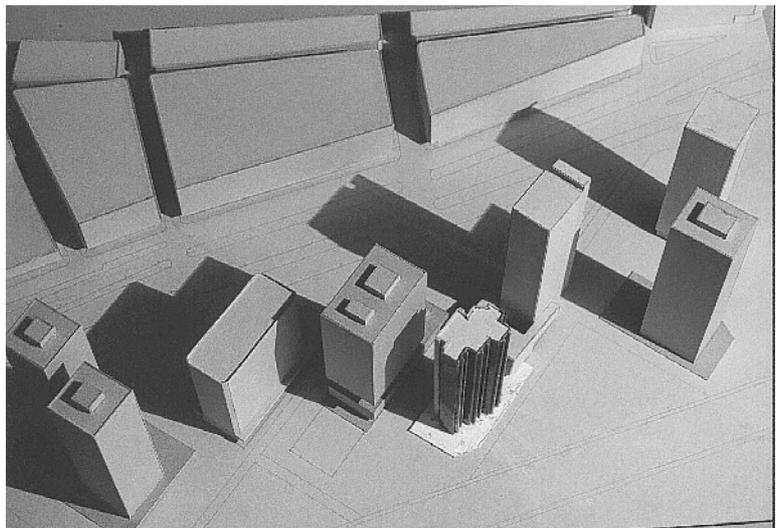


Figura 4.  
Ensayos con maquetas en el helidón, a las 10 horas, equinoccios. Se observa la recova en el borde del tejido tradicional recibiendo asoleamiento pleno. Por el contrario, ofrece protección solar por la tarde.

Los espacios exteriores entre torres se encuentran permanentemente expuestos a vientos, mientras el tejido convencional ofrece mayor protección.



La incursión de modelos arquitectónicos atípicos en tramas urbanas consolidadas, representados por edificios en altura, disminuye los niveles de confort y el grado de habitabilidad de los espacios públicos en zonas urbanas. La morfología edilicia, cuya discontinuidad vertical y horizontal es paradigma de la globalización de imagen y tecnología, destaca el edificio individual, desalienta la integración urbana y desestima las condiciones ambientales locales. Así, los edificios altos de perímetro libre tienden a favorecer los intereses de inversores y profesionales, en desmedro de los usuarios del espacio público urbano y de la calidad ambiental en la ciudad. Estudios con maquetas y relevamientos de situaciones existentes permiten determinar límites dimensionales y tipologías edilicias que eviten o disminuyan los efectos de impactos perjudiciales locales a niveles compatibles con la habitabilidad de los espacios urbanos.

### **Desarrollo futuro**

Los estudios realizados sugieren varias líneas de avance para detectar y cuantificar con mayor precisión los impactos identificados, midiendo sus consecuencias urbanas y potenciando medidas de amortiguación. El Plan Urbano Ambiental del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, actualmente en desarrollo y discusión pública, proporciona una oportunidad invaluable para incorporar medidas de mejoramiento de la calidad ambiental urbana en distintas escalas de intervención.

### **RECONOCIMIENTOS**

El presente trabajo se ha desarrollado en el marco del Proyecto UBACyT TA-026 'Arquitectura Sostenible: desarrollo de sistemas de evaluación' financiado por la Universidad de Buenos Aires, 1998-2000.

Con relación a dicho proyecto, Marie Sinizersgues, de la Escuela de Arquitectura, Universidad de Paris-Le Seine, realizó el relevamiento de los flujos peatonales y uso de espacios exteriores con una pasantía para estudiantes extranjeros con sede en el CIHE con la dirección de la autora en 1999.

Se agradece los aportes de J. M. Evans, M. J. Leveratto, I. Camillioni, G. Casabianca, A. Fernández e integrantes del curso de posgrado 1999 en las mediciones y maquetas realizadas en el Taller de Integración Proyectual a cargo de la autora, en el marco del Programa de Actualización en Diseño Bioambiental, Escuela de Posgrado, FADU-UBA.

El presente trabajo se relaciona con estudios realizados en el Joint Centre for Urban Design, Oxford Brookes University, en el marco del Programa ALFA-ibis de la Unión Europea.

### **REFERENCIAS**

- Evans, J. M. y de Schiller, S. (1991): *Climate and Urban Planning: The example of the Planning Code for Vte. Lopez*, Buenos Aires, Energy & Buildings, 15-16, pp 35-41.
- Leveratto, M. J. (1995): *El impacto de edificios en torre de gran altura y confort en espacios urbanos*, Anais III Encontro Nacional y i Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construido, ANTAC, Porto Alegre, 1995.
- Murillo, F, y de Schiller, S, (1996) *Efecto isla de calor y planificación urbana: Impacto de las variaciones climáticas en el desarrollo regional, un análisis interdisciplinario*. VII Congreso Argentino de Meteorología, Buenos Aires, 1996.
- de Schiller, S., Bentley, I. & Butina Watson, G. (2000), *Sustainable urban form: environment and climate responsive design*, en *Sustainable cities: sustainable development, the urban agenda in developing countries*, Zetter, R. & Butina Watson, G. Editores, Oxford Brookes University, Oxford, en prensa.
- de Schiller, S. (2000), *Sustainable cities: contribution of urban morphology*, Proceedings of PLEA-2000, Passive & Low Energy Architecture, Cambridge, Steemers, K. & Yannas, S. Editores, pp. 353-358, James & James, Londres.

### **BUILDING FORM AND URBAN TISSUE: SUSTAINABILITY EVALUATION**

**ABSTRACT:** The aim of this study is to identify the relationship between building form and environmental impact. The main focus of the study relates climate factors and urban design qualities that will promote environment responsive and sustainable urban tissues in temperate and sub tropical climates. In this context, several studies were carried out. The first one evaluates the heat island effect using miniature data-loggers in a series of simultaneous vehicular circuits in the City of Buenos Aires. The second study analyses a series of cases where large-scale high-rise buildings interrupt the existing consolidated urban tissue, and the specific designated area for free-standing tower blocks. Another study focuses on the use of outdoor spaces in different urban tissues. Measurements on site, direct observation and laboratory tests, provide data on microclimatic modification and user behaviour to quantify the resulting impact in these urban tissues.