

## **PARAMETROS PARA EVALUACION DE SUSTENTABILIDAD DEL HABITAT URBANO, CIUDAD DE BUENOS AIRES**

Ezequiel Nahas<sup>1</sup>, Javier Sartorio<sup>2</sup>, Silvia de Schiller<sup>3</sup>  
Centro de Investigación Hábitat y Energía  
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo  
Universidad de Buenos Aires  
Pabellón 3, piso 4, Ciudad Universitaria, (1428) Ciudad de Buenos Aires.  
e-mail: ezequielnahas@hotmail.com jsartorio@hotmail.com schiller@fadu.uba.ar

**RESUMEN:** Este trabajo es un primer paso para el desarrollo de parámetros de evaluación de sustentabilidad aplicables en la Ciudad de Buenos Aires. Se centra en la temática de impacto en el contexto, uno de los aspectos menos desarrollados en los métodos existentes a nivel internacional, pero también uno de los temas más importantes cuando se analiza un caso urbano como el de esta ciudad. Dentro de los distintos parámetros que se deben tener en cuenta para analizar el impacto de un edificio en su entorno inmediato, como el asoleamiento, iluminación, viento y ventilación, se profundiza en el estudio del asoleamiento invernal. Se propone una metodología diferente a las simples restricciones formales impuestas por el Código de Planeamiento, que permitiría variar la volumetría según la implantación y la orientación en cada caso, evaluando el resultado sin imponer una condición formal fija. Se comenzó por estudiar el comportamiento de la trama urbana típica, estableciendo los niveles estándar del Código respecto al asoleamiento invernal. Se trabajó con cinco distintas configuraciones de amanzanamiento y dos orientaciones básicas de trama. Los resultados obtenidos se utilizarán comparativamente para evaluar los efectos de proyección de sombras y la limitación de acceso al sol en las fachadas de edificios linderos y en espacios exteriores, causados por cualquier edificación.

**Palabras clave:** sustentabilidad, parámetros de evaluación, impacto en el contexto.

### **INTRODUCCION**

Actualmente la actividad humana esta generando desequilibrios cada vez más grandes dentro del ecosistema, afectando su estabilidad. Aunque no se dispone del conocimiento para medir su verdadero efecto, se sabe que es imprescindible tender hacia una reducción del impacto. Dentro de las diferentes actividades humanas responsables de este hecho, una de las más importantes es el diseño, la construcción, el uso y la demolición de edificios, y todos los procesos que estos involucren.

El concepto de sustentabilidad aplicado a edificios está actualmente en rápido crecimiento en el mundo desarrollado y ya ha comenzado a aplicarse sistemáticamente durante el diseño y/o el uso de edificaciones. Para evaluar sustentabilidad generalmente se toman en cuenta los siguientes criterios:

- Consumo de recursos (Energía, Agua, Suelo y Materiales)
- Generación de polución y emisiones (Contaminación del Aire, Agua y Suelo)
- Calidad del Ambiente Interior (Confort Térmico, Acústico y Lumínico y niveles de contaminación del aire interior)
- Alteración o Impacto en el Contexto (Afectación del entorno)
- Operación y Mantenimiento

El estudio de todos estos aspectos en forma sistemática es un proceso complejo. Muchas veces la información con la que se cuenta no resulta suficiente y además existen todavía grandes dudas e indefiniciones sobre temas de impacto ambiental que hacen que este proceso no resulte suficientemente objetivo. Sin embargo, a pesar de las limitaciones, a nivel internacional se están desarrollando desde principios de los '90, métodos de evaluación de impacto ambiental y sustentabilidad aplicables a distintos tipos de edificios. Estos métodos constituyen herramientas que se pueden utilizar como incentivo en el mercado, como instrumento educativo, como guía para el diseño, y/o como estándar comparativo, y apuntan a la optimización del diseño, la construcción y el uso del hábitat construido. (3)(4)

La creación de un sistema de evaluación de sustentabilidad aplicable a Latinoamérica puede servir para introducir la temática en el ámbito profesional actuando como guía y herramienta de diseño, generar conciencia acerca del impacto de la construcción en el ambiente, apoyar acciones educativas, y finalmente, tal vez utilizarse en la actividad real. Dadas las diferencias económicas, tecnológicas y culturales, los objetivos y los criterios de evaluación tendrán que adaptarse, con variaciones significativas para regiones diferentes. (5)

<sup>1</sup> Investigador Pasante Estudiante

<sup>2</sup> Director de Pasantía

<sup>3</sup> Directora del Proyecto UBACyT A022 / 2001 - 2002

## FORMULACION Y DESARROLLO DE PARAMETROS DE EVALUACION DE SUSTENTABILIDAD

La definición de todo parámetro para evaluar sustentabilidad se basa en el establecimiento previo de niveles estándar de comportamiento y en la comparación posterior de dichos valores con aquellos obtenidos por medición o simulación del edificio que se requiera evaluar. En Latinoamérica todavía no se ha llegado a definir estos estándares mínimos. Si tomamos el caso de la eficiencia energética, por ejemplo, en Argentina solo se dispone de una normativa nacional (Normas IRAM) de carácter orientativo (no obligatoria) que tampoco se utiliza en forma generalizada. Uno de los primeros pasos debería ser entonces avanzar con la formulación de los requerimientos mínimos, o por lo menos establecer los estándares de construcción actuales como normas básicas y elementales que puedan ser tomadas como referencia o punto de partida. En el caso de la energía, tal vez esto signifique la creación de un Código Energético (similar a las normas ASHRAE en USA, por ejemplo, pero con menores exigencias).

El desarrollo de una metodología de este tipo implica un trabajo multidisciplinario que cubre temas muy diversos y complejos. En este trabajo la idea fue desarrollar un tema en particular, que luego pueda integrarse en un sistema amplio y abarcativo. Se plantea entonces, el Impacto en el Contexto como objeto de análisis y se intenta generar un criterio de evaluación de este aspecto específico del comportamiento de un edificio. (1)(2)

### IMPACTO EN EL CONTEXTO – ASOLEAMIENTO Y PROYECCION DE SOMBRAS

La construcción de un nuevo edificio en un entorno consolidado puede generar interferencias en la captación solar, iluminación natural, movimiento de aire, aceleración de viento, visuales, y otros. En el caso de la Ciudad de Buenos Aires, los conflictos de esta naturaleza son muy comunes, sobre todo en las zonas de alta densidad. El Código de Planeamiento Urbano establece niveles mínimos de asoleamiento y protección de visuales a través de restricciones en la definición volumétrica de los edificios. Sin embargo, el rendimiento de éstos podría ser mejorado si se permitiera al proyectista variar la volumetría según los diferentes casos de implantación y orientación de la trama evaluando el resultado en cada caso a través de procedimientos preestablecidos y normalizados. Por otro lado, la medición de estos efectos es compleja, y su adopción dependerá de la factibilidad para formular criterios de evaluación apropiados.

En resumen, dentro de un análisis de impacto en el contexto es preciso tener en cuenta los siguientes factores:

- Asoleamiento (Captación solar en invierno y protección solar en verano)
- Iluminación natural (Acceso a la iluminación natural)
- Movimiento de aire (Ventilación natural y protección de vientos)
- Acústica (Propagación de ruidos)
- Tráfico (Generación de movimiento vehicular)

Este trabajo desarrolla el tema del asoleamiento y proyección de sombras en invierno. En primera instancia se estudia el comportamiento de la trama urbana típica, según la concepción del Código de Planeamiento de la Ciudad, para establecer los niveles estándar de asoleamiento. A partir de aquí es posible analizar comparativamente el impacto que produce la implantación de un edificio en cuanto a la proyección de sombras y la limitación del acceso al sol en fachadas de edificios linderos y en espacios exteriores como calles y patios internos.

Para facilitar la comparación de distintos valores, y posibilitar la combinación de los distintos aspectos en evaluación para obtener un resultado, los métodos de evaluación de edificios generalmente incorporan un sistema de valoración por asignación de “puntajes” que luego pueden promediarse (con ciertas limitaciones). En este caso, se intenta adoptar el sistema de valoración del GBTool, estableciendo una escala de puntajes del -2 al +5.



Figura 1 – Escala de puntajes

El valor 0 se define por el cálculo de los niveles de asoleamiento en la trama urbana típica de Buenos Aires, es el valor “normal” o “estándar”. Los valores -2 y +5 surgirán de la aplicación posterior del método para una significativa cantidad de casos, de manera que se defina la peor situación posible y un valor óptimo de captación solar para invierno, siendo este último de muy difícil cumplimiento.

### DEFINICION DE LOS CASOS DE ESTUDIO

Para el desarrollo del estudio se tomó como unidad básica la manzana, conformada según el Código de Planeamiento vigente, y se buscó definir los niveles actuales de acceso al sol según la morfología urbana predominante. Si bien es real que actualmente existen muy pocas manzanas que se configuren de acuerdo al Código, es importante notar que el mismo es todavía muy nuevo (se comenzó a aplicar en los años '70), por lo que no ha habido tiempo aún para que la trama urbana se regenere. De mantenerse en vigor lo suficiente y aunque experimente ciertos cambios, es probable que la ciudad tienda hacia una configuración morfológica pautada por el mismo. Además, la definición de la manzana teórica del Código refleja una intención sobre los niveles de asoleamiento aceptables, y esta concepción es la que se considera el nivel estándar mínimo o normal, independientemente que en la realidad se verifiquen casos con mejor o peor comportamiento.

Se trabajó con los distritos residenciales (R1a, R1b, R2a y R2b) que configuran en forma predominante el tejido urbano, y variando los anchos de calle y alturas de edificación se obtuvieron cinco casos diferentes que representan prácticamente la totalidad de las situaciones posibles en la ciudad. Las cinco variantes corresponden a manzanas idealizadas en las que se ha definido simplemente la envolvente general o volumen máximo construido (Ver Figura 2 y Tabla 1).

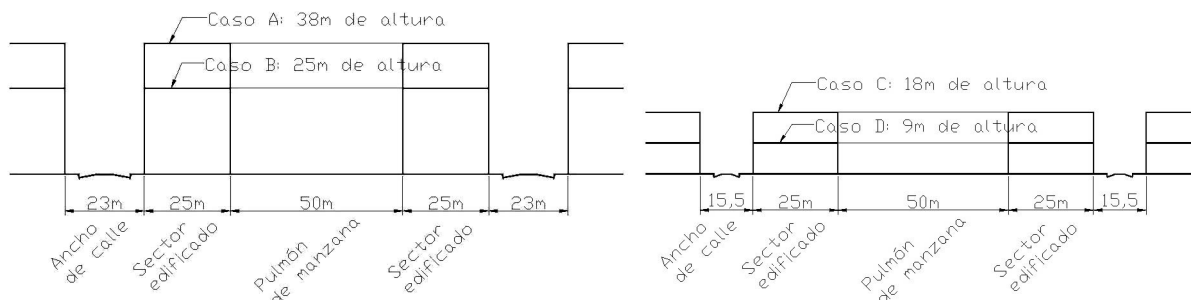


Figura 2 - Corte explicativo de casos de estudio

Caso	Ancho de calle	Altura máxima	Troneras	Línea de Frente Intermo
<b>Tipo A</b>	23 m	38 m	Posee	1/4 de manzana
<b>Tipo B</b>	23 m	25 m	Posee	1/4 de manzana
<b>Tipo C</b>	15,5 m	18 m	Posee	1/4 de manzana
<b>Tipo D</b>	15,5 m	9 m	Posee	1/4 de manzana
<b>Tipo E</b>	15,5 m	9 m	No posee	1/3 de manzana

Tabla 1 – Definición de casos de estudio

La definición de estos casos en forma separada es necesaria ya que las variaciones en las proporciones de los espacios y volúmenes edificados afectan los niveles de captación solar, aun cuando la tipología básica de manzana se mantenga constante. Por lo tanto, los valores estándar de asoleamiento varían según el distrito del que se trate.

#### CALCULO DE ASOLEAMIENTO Y PROYECCION DE SOMBRAS

Para el cálculo de proyección de sombras, la situación elegida fue la más desfavorable del año en cuanto a la incidencia solar, es decir, en invierno, para el día 22 de junio. Los registros fueron simulados en computadora para cada hora con disponibilidad solar (6). En cuanto a las orientaciones, se calcularon los valores de asoleamiento para tramas con dirección Norte – Sur, Este - Oeste en un ángulo de 45 grados. Los valores correspondientes a orientaciones intermedias pueden ser estimados por interpolación entre estos dos casos extremos.

	Metros cuadrados de asoleamiento en fachadas (caso A: 38 m de alto)								
	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
<b>Dirección N - S</b>	1183	2369	3873	5341	1437	5341	3873	2369	1183
<b>Trama rotada 45°</b>	3218	4572	5116	4660	4525	4660	5116	4572	3218

Tabla 2 – Comparación entre distintas orientaciones de trama

Durante el cálculo de datos se trabajó con metros cuadrados de superficie expuesta al sol y con cantidad de radiación incidente sobre la envolvente. Sin embargo, para la síntesis final de la información, se optó por la utilización de índices o valores promedio que conjugan las distintas fachadas de la manzana y que también incluyen las variaciones a lo largo de todo el día.

La metodología utilizada para la obtención de estos valores índices fue la siguiente: con los registros de superficies soleadas obtenidos de la simulación en computadora y la superficie total de cada una de las caras de la manzana se obtuvo un porcentaje de asoleamiento por fachada por hora. Promediando luego las cuatro orientaciones se hizo posible analizar las variaciones del conjunto a lo largo del día. Sin embargo, para sintetizar y facilitar la comparación con alguna otra tipología edilicia, los valores correspondientes a cada horario fueron sumados y divididos por la cantidad de horas con disponibilidad solar. Así, el índice conseguido es representativo de la situación general dada por la trama urbana objeto de análisis.

En los casos en que se trabajó con valores de radiación como unidad de medida, el procedimiento empleado fue distinto: los metros cuadrados de asoleamiento registrados durante las simulaciones fueron multiplicados por el flujo de radiación correspondiente según su orientación. Asimismo, estos valores medidos en kwh, fueron divididos por la superficie total de la fachada analizada. Con igual criterio que en el caso anterior, los datos referidos a cada orientación son conjugados en un valor promedio por hora; el cual a su vez forma parte, junto con los representativos de los demás horarios, de un nuevo valor promedio que sintetiza el comportamiento de toda la manzana durante el día como conjunto.

De esta forma por medio de los índices es posible comparar dos edificaciones directamente a través de una comparación numérica y establecer un criterio de “mejor o peor” en forma objetiva.

Dentro de este análisis es necesario distinguir entre distintas situaciones: la captación solar en fachadas, en contrafrentes y en espacios públicos de circulación (calles y veredas). En invierno, la captación solar en fachadas permite incrementar en forma natural la temperatura interior de los ambientes. En el caso de los espacios exteriores, en cambio, la disponibilidad solar puede definir la utilidad de los mismos o el grado de confort experimentado por el usuario. Por lo tanto, se estudiaron en forma separada estos tres casos.

Los índices de radiación incorporan la limitación del ángulo de incidencia solar, ya que la cantidad de energía recibida disminuye notablemente a medida que el ángulo de incidencia se hace más pequeño. Por lo tanto, los valores obtenidos de radiación se utilizarán para evaluar la captación solar en fachadas y contrafrentes, mientras que los valores de asoleamiento servirán para evaluar la calidad de los espacios exteriores.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Radiación solar sobre fachadas:

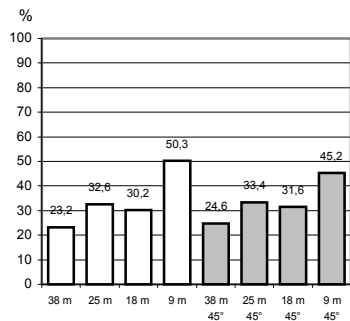


Gráfico 1 - Radiación / Sup. exterior

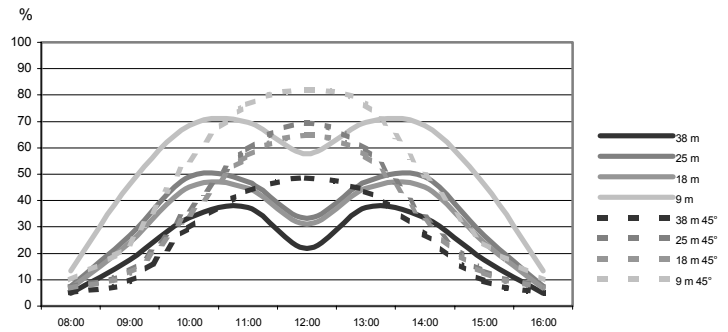


Figura 4 - Variación diaria de radiación

Según la figura 3, el ejemplo de trama urbana de menor densidad demuestra ser el más apropiado. Esta volumetría se diferencia especialmente de las demás por su bajo impacto en el entorno inmediato. Aunque a medida que la altura del volumen edificable se incrementa la superficie proporcional de captación disminuye, la variación no es constante. Se puede observar que los casos de 25 y 18 m de alto rondan valores similares en comparación con el caso de 38 m (levemente inferior) y el de 9 m (considerablemente superior). Cabe aclarar que la volumetría "B" logra alcanzar valores similares a los de su par "C" gracias al incremento aplicado en el ancho de calle.

En cuanto a las distintas orientaciones de trama, Norte – Sur y a 45 grados, no demuestran importantes variantes. En el caso de la trama rotada se puede apreciar un leve decrecimiento en la diferencia entre densidades: mientras que para las configuraciones de trama de mayor altura la rotación del eje resulta favorable, para la volumetría de menor altura representa una pérdida considerable de porcentaje de radiación incidente. Si analizamos la captación solar distribuida a lo largo del día (figura 4), podemos observar que el pico máximo de captación se produce en el caso de la trama rotada a 45°, pero la distribución resulta mas pareja en el caso de la trama con orientación Norte – Sur.

Radiación solar sobre contrafrentes:

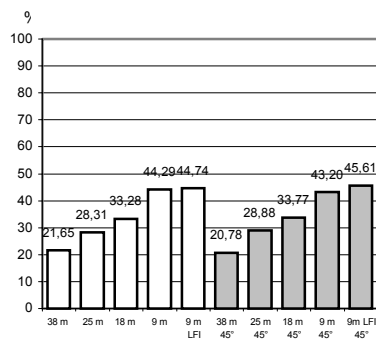


Figura 5 - Radiación / Sup. exterior

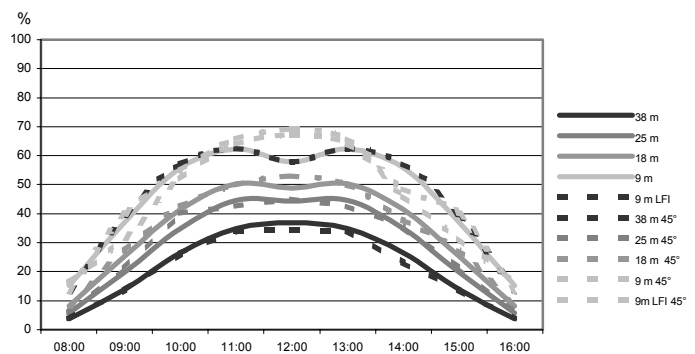
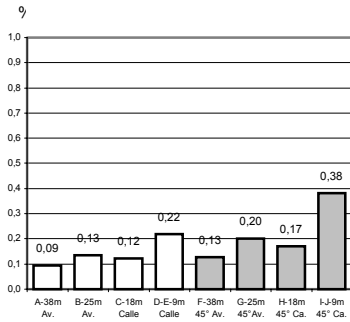


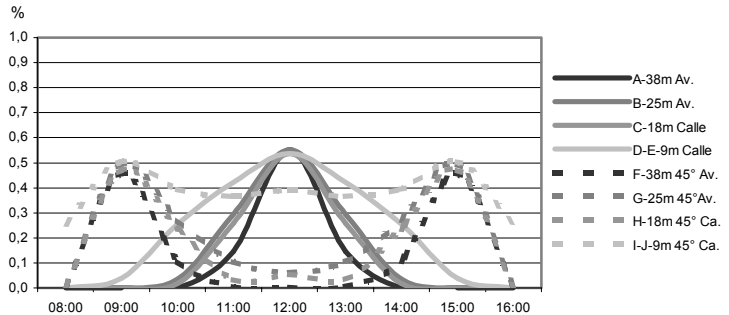
Figura 6 - Variación diaria de radiación

Según la figura 5, nuevamente el caso de menor densidad demuestra ser el más apropiado. Los valores correspondientes a los casos restantes se escalonan en forma casi lineal. En cuanto a las distintas orientaciones de trama, tampoco demuestran variantes. Si analizamos la captación solar distribuida a lo largo del día (figura 6), podemos observar una incidencia relativamente uniforme con menor variación incluso entre distintas orientaciones.

**Asoleamiento en la vía pública:**



**Figura 7 - Sup. asoleada / Sup. total**



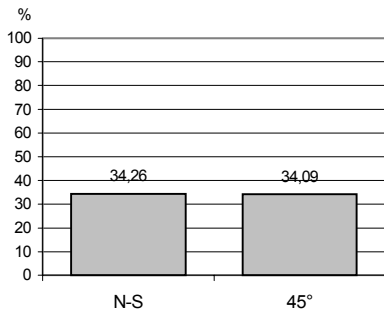
**Figura 8 - Variación diaria del asoleamiento**

El asoleamiento invernal en la vía pública contribuye a mejorar el confort y por lo tanto a favorecer la circulación de la gente y el uso del espacio exterior. La importancia de este tema es mas subjetiva que la captación de radiación solar en fachadas, ya que sólo afecta el nivel de confort sin provocar variaciones en cuanto al consumo energético. Para tener en cuenta este aspecto, se deberá asignar una menor importancia relativa a este punto.

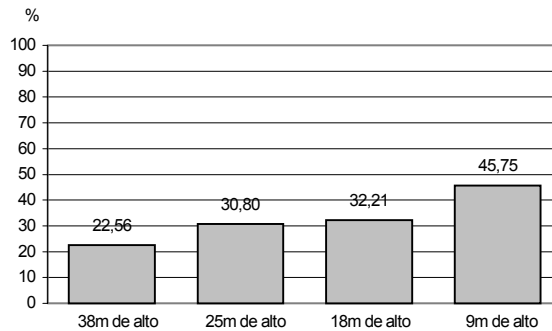
Respecto a los datos obtenidos para la trama típica de la Ciudad, se observan escasas variaciones entre los valores representativos de las distintas densidades; salvo en el caso de menor altura y para la trama rotada, donde claramente se obtienen los niveles mas altos de asoleamiento (figuras 7 y 8).

**Análisis conjunto:**

Las diferencias en cuanto a radiación recibida (y sombras proyectadas) a nivel de conjunto, sumando toda la captación sobre los paramentos de todas las orientaciones no presenta grandes diferencias si se comparan dos tramas urbanas similares pero rotadas a 45° una respecto a la otra (figura 9). En cambio, sí se nota claramente una disminución importante en los niveles de captación solar cuando las alturas de las volumetrías sobrepasan los 9m, aunque los anchos de calles se incrementen y se respeten las proporciones sugeridas por el Código (figura 10).



**Figura 9 - Promedio de radiación según orientación de trama**



**Figura 10 - Promedio de Radiación según alturas de edificación**

Los valores volcados en la tabla 3 representan los niveles estándar de comportamiento para los distintos casos estudiados. Para definir los valores máximos y mínimos (+5 y -2) de la escala de medición antes mencionada, será necesario estudiar distintos ejemplos, aplicando la misma metodología de análisis. El nivel correspondiente a la escala -2, implicará un comportamiento deficiente e inaceptable respecto a la captación solar, y el correspondiente al +5 debería surgir de un rediseño teórico de la manzana para lograr el máximo asoleamiento posible manteniendo los niveles de densidad de ocupación en cada uno de los casos.

		Radiación		
		Vía Pública	Fachada	Contrafrente
<b>Caso A</b>	38 m Avenida	9	23,2	21,7
<b>Caso B</b>	25 m Avenida	13	32,6	28,3
<b>Caso C</b>	18 m Calle	12	30,2	33,3
<b>Caso D</b>	9 m Calle	22	50,3	44,3
<b>Caso E</b>	9 m Calle LFI 1/3	22	50,3	44,7

**Tabla 3 - Resumen de índices obtenidos**

## CONCLUSIONES

Por el momento se analizaron las distintas variantes que presenta la trama volumétrica como la concibe el Código de Planeamiento, y se observa que sólo en los casos de bajas densidades se obtiene una buena optimización de la captación solar. Esto significa que en zonas de mayores alturas y elevadas densidades los edificios se bloquean unos a otros el acceso al sol, generando importantes interferencias. A partir de este análisis, se dispone de valores tabulados para evaluar comparativamente distintos casos reales de edificios implantados en la Ciudad, en lugares con diferentes densidades y orientaciones. Como primer paso se planteará el análisis de la proyección de sombras provocadas por un edificio “torre” inserto en la trama urbana típica, el cual generalmente posee mayor altura total y retiros insuficientes en sus costados. Es muy probable que esta tipología, permitida por el Código de Planeamiento, provoque aún mayores interferencias. Por otro lado, esta metodología permitirá evaluar también nuevas alternativas (de edificios existentes o proyectos teóricos) que favorezcan la captación solar o minimicen la proyección de sombras. Luego de analizar una cantidad suficiente de casos se podrá asignar los puntajes sugeridos anteriormente, desde los valores -2 a +5, según los valores obtenidos.

Por otro lado, este es un primer paso en la formulación de un método de análisis integral de impacto edilicio en un entorno urbano. Es necesario complementar este análisis con trabajos similares en los temas de ventilación y protección de vientos fuertes e iluminación natural para obtener una idea completa respecto a los cambios que genera la inclusión de un nuevo edificio en el entorno urbano y poder asignar un valor global a cada caso.

## RECONOCIMIENTOS

Este trabajo está inscripto en el marco del Proyecto UBACyT A022 / 2001 – 2002, “Arquitectura sustentable: evaluación del impacto de las decisiones de diseño”, dirigido por la arquitecta Silvia de Schiller y fue realizado a través de una pasantía con acreditación académica.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) De Schiller, Silvia (2001). Building form, transformation of urban tissue and evaluation of sustainability. Proceedings of PLEA 2001, Florianópolis, Brazil.
- (2) De Schiller, Silvia (2000). Sustainable cities, contribution of urban morphology. Proceedings of PLEA 2000, James & James, London.
- (3) Cole, R. J, and Larsson, N. (1998): Green Building Challenge 1998, Office Building, Sample Scoring Sheets for Criteria, Natural Resources Canada, Ottawa, Canada
- (4) Cole, R. J, and Larsson, N. (2000): Green Building Challenge /2000 Office Building Performance Rating System, Versión 0.9g 2000 01 31, Ottawa, Canada.
- (5) Ma. Leandra G. Matterson y Silvia de Schiller (2000) “Métodos de evaluación ambiental, el caso del Green Building Challenge”. FOINDI, FADU – UBA.
- (6) Programa ISOL, disponible en el CIHE FADU – UBA, Casilla de Correo 1765, Correo Central, (1000) Capital Federal, Argentina

**ABSTRACT:** This work is a first step in the development of appropriate parameters for the evaluation of sustainability in the City of Buenos Aires. It makes focus on the impact produced by a building over its surroundings, one of the less developed issues on the existent foreign methods but still a very important one in a dense urban environment like this city. The parameters that has to be taken into account for analyzing a building’s impact in its context are: sun shading, daylighting, wind and ventilation. This work analyses the sun shading in winter. It proposes a different methodology to the Urban Planning Code, that limits the building’s volume in a restrictive way, by concentrating in the evaluation of the results instead of assigning a fixed formal definition. It started with a performance analysis of the urban tissue established by the Code, considering it like the standard values. Five different configurations of a typical block and two different orientations of the tissue were considered. The results will be useful to evaluate the sun shading in facades and exterior spaces produced by any building in its surroundings.

**Key words:** sustainability, evaluation parameters, impact on the context.