

## CRITERIOS DE SUSTENTABILIDAD EN PROYECTOS URBANOS

**Silvia de Schiller y John Martin Evans**

Centro de Investigación Hábitat y Energía

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires

CIHE-FADU-UBA Pabellón 3, piso 4, Ciudad Universitaria, C1428BFA Buenos Aires, Argentina

Tel-Fax: (+ 54 11) 4789-6274 e-mail: schiller@fadu.uba.ar evansjmartin@gmail.com

### RESUMEN

**Propuesta:** La demanda creciente para incorporar criterios de sustentabilidad en proyectos urbanos y evaluar aspectos de Edificación Sustentable surge de la creciente conciencia sobre la importancia de reducir los impactos ambientales del hábitat construido. Los métodos de evaluación implementados en países industrializados no responden a la situación local, con el agravante de elevados costos de verificación y certificación. Este trabajo presenta los criterios de sustentabilidad elaborados para un nuevo desarrollo urbano en Buenos Aires. Se indican los objetivos seleccionados, y metas y beneficios aplicados al proyecto El Alef, Puerto Madero. **Metodología de investigación:** Se establecieron parámetros cuantificables para los siguientes objetivos: promoción de acondicionamiento natural y reducción de instalaciones, reducción de demanda 'pico' de energía eléctrica, reducción de emisiones GEI, empleo de materiales sanos y potencialmente reciclables, satisfacción del usuario según preferencias individuales, alta calidad de aire interior, favorables condiciones de espacios exteriores, reducción del impacto térmico a la ciudad, reducción de impactos sobre edificaciones cercanas, manejo eficiente y uso racional del agua, e integración de energías renovables. **Resultados:** Se desarrollaron las siguientes estrategias de diseño: energético-ambiental, habitabilidad, iluminación natural, control micro-climático de espacios abiertos urbanos, implementación de energías renovables, instalaciones de bajo impacto y mitigación de la isla de calor. **Contribución:** El criterio propuesto en el proyecto califica la sustentabilidad en desarrollo urbano, valorando una serie de beneficios respecto a la práctica convencional, como aporte a la evaluación comparativa de sustentabilidad urbana.

**Palabras claves:** Desarrollo urbano, Edificación Sustentable, eficiencia energética, energía renovable.

### ABSTRACT

**Proposal:** The growing demand to include sustainable criteria in urban projects and evaluate aspects of sustainable building has arisen from the growing consciousness of the importance to reduce environmental impacts of the built environment. However, the assessment methods developed in other countries do not respond to local conditions, with the added disadvantage of high costs of certification. This paper presents a study of sustainability criteria developed in the context of an urban development project in Buenos Aires indicating the criteria adopted, with aims and benefits applied to the project El Alef in Madero Port, Buenos Aires. **Research method:** Quantifiable aims and benefits for each objective were adopted: promotion of natural conditioning, reduction of plant capacity, control of peak energy demand, reduction of greenhouse gas emissions, use of healthy and recyclable materials, user control of lighting and ventilation, high indoor air quality, favourable outdoor microclimate, reduction of thermal impacts at the urban scale, control of environmental impacts on nearby buildings, efficient and rational use of water, and integration of renewable energies. **Results:** A series of design strategies were developed: energy-environment, indoor environment, daylight, microclimate of outdoor spaces, incorporation of renewable energy, low impact plant and mitigation of the urban heat island. **Contribution:** The paper presents the criteria proposed in the project to assess sustainability in urban development, ranking a series of benefits with respect to normal practice or 'business as usual', as a contribution to the comparative assessment of urban sustainability.

**Key words:** Urban development, Sustainable Building, energy efficiency, renewable energy.

## 1. INTRODUCCION

El hábitat construido genera múltiples impactos en distintas escalas, por su uso de recursos energéticos, hídricos y materiales. En las últimas décadas, se ha desarrollado una creciente conciencia sobre la importancia de los impactos ambientales, que se suman a los económicos y sociales de este importante sector de la economía. Al mismo tiempo, las expectativas de calidad de vida son cada vez más exigentes, provocando una mayor demanda de sistemas de acondicionamiento artificial.

En este marco, distintos actores han desarrollado, promovido y aplicado sistemas de evaluación para medir y evaluar estos impactos y certificar la calidad de sustentabilidad de edificios. Ellos son:

- **Empresas comerciales** interesadas en certificar la calidad ambiental de sus inversiones a fin de establecer el valor agregado de edificios ‘verdes’ en el mercado inmobiliario.
- **Grupos ambientalistas**, tales como Greenpeace, Amigos de la Tierra, Fundación Vida Silvestre y otras organizaciones no gubernamentales, que promueven soluciones de menor impacto ambiental.
- **‘Productores’ de hábitat construido** (arquitectos, ingenieros, planificadores urbanos, etc.) preocupados en la actualización de la práctica profesional con énfasis en calidad ambiental e interesados en ofrecer servicios con un respaldo reconocido.
- **‘Consumidores’ de hábitat construido** y sectores del público que, concientes de la necesidad de buscar productos de menor impacto, requieren sistemas confiables de evaluación y certificación.
- **Entidades de normalización**, tanto oficiales como independientes, cuyo objetivo es proporcionar metodologías consensuadas para establecer niveles de calidad, controlar el impacto ambiental y otorgar certificados de cumplimiento.
- **Organismos oficiales** preocupados por promover edificios de bajo impacto ambiental y alta eficiencia, que requieran menor demanda de energía, agua y otros recursos.

En este panorama, es importante desarrollar instrumentos para potenciar las inquietudes de este amplio espectro de actores que, con distintas motivaciones, presentan objetivos comunes. Sin embargo, y a diferencia de Europa, Estados Unidos, Japón o Australia, las presiones por el deterioro ambiental en Argentina están menos desarrolladas, donde los organismos oficiales y sectores del público no muestran todavía una marcada preocupación por la problemática ambiental, situación que seguramente cambiará en el futuro cercano.

En otras regiones del mundo se han desarrollado sistemas de certificación como BREEAM en el Reino Unido (BRE 2000 y 2002), LEED en Estados Unidos (USGBC, 1998) y CASBEE en Japón (Aotake, Noriko, 2005), así como sistemas de evaluación de sustentabilidad como el GBC, Green Building Challenge, en distintas regiones (Cole y Larsson, 1997, 1998; Cole y Mitchell, 1999). Sin embargo, estos sistemas adoptan frecuentemente criterios específicos del lugar de origen, planteando soluciones ambientales y exigencias de calidad difíciles de aplicar en otras regiones. Ejemplos de estos requisitos incluyen las siguientes exigencias:

- Aplicación de normas de aislamiento térmico específico para una región, tales como mejoras sobre las exigencias del Código de Construcción del Reino Unido (BRE, 2002).
- Especificación de pinturas con certificación de sus componentes químicos ‘Green Seal’, solamente comercializados en los Estados Unidos y Canadá (USGBC, 1998).

Si bien la certificación, al adoptar un sistema de puntaje, permite seleccionar medidas alternativas y evitar ciertas exigencias de difícil cumplimiento, los componentes y factores a calificar limitan las posibilidades de cumplir con los requisitos en América del Sur, comparado con los países de origen.

Otro aspecto de crucial importancia para acceder a certificar edificios con BREEAM o LEED en Latinoamérica es el alto costo del proceso de certificación en la región, un freno a la implementación.

En este trabajo, se presenta una serie de criterios de evaluación de sustentabilidad, desarrollados y adoptados para un proyecto urbano actualmente en desarrollo en Buenos Aires. El objetivo es establecer requisitos explícitos de control de impactos ambientales.

## 2. OBJETIVOS Y METAS

Se presenta a continuación la serie de 11 objetivos identificados para aplicar en un proyecto de desarrollo urbano en Puerto Madero, de gran envergadura y dimensión, habiéndose estimado que ellos contribuyen a lograr un hábitat construido más sustentable.

A fin de cumplir con los objetivos de sustentabilidad establecidos en este proceso, se proponen metas específicas a lograr en proyectos de desarrollo urbano que permitan mitigar las emisiones de gases efecto invernadero, reducir el impacto ambiental del proyecto y minimizar su incidencia sobre la isla de calor urbano.

En la siguiente sección se propone una serie de estrategias a fin de lograr las metas ambientales en proyectos urbanos. La metodología desarrollada establece **metas** específicas para cada **objetivo** de sustentabilidad a aplicar al proyecto, indicando los correspondientes **beneficios** que se pretenden lograr en los tres campos básicos de sustentabilidad, económica, social y ambiental, junto a las **estrategias** adoptadas para lograr los objetivos propuestos, los que se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Sustentabilidad en edificios: Objetivos, metas, beneficios y estrategias (1-6).

	<b>Objetivo</b>	<b>Meta</b>	<b>Beneficio</b>	<b>Estrategia</b>
1	<b>Reducir el acondicionamiento artificial</b> y promover el acondicionamiento natural.	<b>20 %</b> de reducción en la capacidad de A/C y calefacción.	<b>Económico:</b> - < tamaño de las instalaciones. - < superficie para sala de maquinas. - < mantenimiento.	- Protección solar. - Control de tasas de ventilación. - Aislación térmica.
2	<b>Reducir la demanda pico de energía</b> (o potencia contratada)	<b>10 %</b> de reducción del consumo pico.	<b>Económico:</b> < costo <b>Ambiental:</b> < emisión	- Protección solar. - Control de ganancias internas.
3	<b>Minimizar el impacto ambiental del uso de energía.</b>	<b>15 %</b> de reducción en la demanda anual de energía (gas y electricidad).	<b>Económico:</b> < costo <b>Ambiental:</b> - < emisión - > mitigación de la isla de calor urbano.	- Eficiencia de las instalaciones. - Aislación térmica.
4	<b>Promover materiales de construcción de bajo impacto</b> , desde la extracción de materia prima a la deconstrucción.	Uso de materiales seleccionados en base al cálculo de: contenido energético, emisiones GEI e impacto ambiental.	<b>Ambiental:</b> - < emisión <b>Socio-Económico:</b> - < uso de energía - < impacto en usuarios y la ciudad.	Aplicación de una planilla electrónica para calificar diferentes alternativas de diseño.
5	<b>Promover acondicionamiento natural</b> con diseños que aseguren buenas condiciones con cortes del suministro eléctrico.	Control de temperatura - verano máx. 30° C - verano medio < 28°C (sin refrigeración). - min invierno > 14°C (sin calefacción).	<b>Socio-Económico:</b> - > satisfacción del usuario y salud. - > independencia - > seguridad - < costo operativo.	- Superficies interiores con gran admitancia térmica. - Protección solar. - Aislación térmica en muros y techos.
6	<b>Asegurar:</b> - <b>calidad del aire interior</b> (IAQ) - <b>reducido impacto</b> sobre salud de usuarios. - <b>bajo nivel de ruido.</b>	Control en la selección de materiales con bajo VOC en la etapa de construcción y protocolos de ventilación.	<b>Socio- Económico:</b> - > satisfacción . - > salud. - > productividad. <b>Ambiental:</b> - < impacto/molestia.	- Ventilación natural. - Materiales sin VOC. - Control ruidos molestos.

**Tabla 1 (cont.):** Sustentabilidad en edificios: Objetivos, metas, beneficios y estrategias (7-11).

	<b>Objetivo</b>	<b>Meta</b>	<b>Beneficio</b>	<b>Estrategias</b>
7	<b>Promoción de condiciones microclimáticas favorables en espacios exteriores.</b>	<b>50 %</b> en mejorar las condiciones microclimáticas de los espacios exteriores, según indicadores de confort para espacios exteriores (plaza, balcones, terrazas, accesos peatonales).	<b>Socio-Ambiental:</b> - > satisfacción de los usuarios. - > urbanidad. <b>Económico:</b> - Uso intensivo de los espacios exteriores (públicos, comunes y privados).	- Protección solar y brisa en verano. - Acceso al sol y protección de viento en invierno.  <i>En ambos casos: estudios en túnel de viento y heliodón.</i>
8	<b>Reducir el impacto sobre la isla de calor de la ciudad.</b> Al reducir la temperatura exterior en verano,	- <b>40 %</b> de cobertura vegetal en superficies exteriores (suelos, techos, muros). - > <b>60 %</b> techos con alta reflectividad.	<b>Social:</b> - > confort urbano <b>Ambiental:</b> - < impacto ambiental <b>Económico:</b> - < consumo de A/C.	- Selección de superficies de alta reflexión (alto albedo). - Uso funcional de vegetación.
9	<b>Reducir el impacto del proyecto en la etapa de construcción.</b>	- Control de polvo y ruido en obra. - Uso racional de agua y energía. - Desarrollar nuevos procedimientos e implementar practicas de construcción de bajo impacto.	<b>Socio-Ambiental:</b> - < impacto durante la construcción por molestias de ruido, polvo, transporte, etc. <b>Económico:</b> - < desperdicios. - < tiempos de obra - < eficiencia de obra	Aplicación de un manual de buenas prácticas constructivas, seguimiento y control de su cumplimiento.
10	<b>Implementar el uso racional de agua en edificios y paisaje urbano.</b>	- <b>20 %</b> de reducción de descargas de aguas pluviales y - <b>20%</b> de reducción de consumo de agua potable.	<b>Socio-Ambiental:</b> - < impacto en la red pluvial urbana. - < contaminación. <b>Económico:</b> - < consumo de agua.	- Artefactos de bajo consumo, - Espacios verdes con baja demanda de riego artificial - Reservas de agua pluvial para riego.
11	<b>Promover el uso de energías renovables integradas en arquitectura y diseño urbano.</b>	<b>5 %</b> de reducción de la demanda de energías fósiles mediante el uso de energías renovables.	<b>Ambiental:</b> - < emisiones GEI gases ef. invernadero <b>Socio-Económico:</b> - > independencia - > valor agregado del proyecto en uso.	- Implementación de sistemas solares para calentar agua. - Integración de sistemas FV fotovoltaicos para generar energía.

Las metas están expresadas como reducciones de impactos en comparación con un edificio de referencia. Si bien el proyecto en estudio presenta gran complejidad funcional y de usos, se ha considerado especialmente el componente del sector 'residencial', dada la preponderancia de ese uso, la gran superficie construida y su implicancia en la demanda de energía.

### 3. MEDIDAS DE IMPLEMENTACION

A fin de responder a los objetivos presentados en la sección anterior, se han propuesto las siguientes medidas para implementar las estrategias específicas que permitan cumplir con las metas ambientales establecidas y lograr los beneficios esperados en un contexto de sustentabilidad urbana.

### 3.1. Medidas energético-ambientales:

- **Excelencia en la conservación de energía**, aplicando niveles de aislación térmica que superen el Nivel 'B' de la Norma IRAM 11.605 y, donde corresponda, alcanzar el Nivel 'A'. Actualmente, las normas tienen carácter 'voluntario', aplicándose solo el Nivel 'C' en vivienda de interés social.
- **Óptimas condiciones de habitabilidad**, incorporando adecuados espesores de materiales aislantes, tanto en paredes como en pisos y techos, para cumplir con las Normas IRAM 11.625 y 11.630 para evitar condensación superficial e intersticial en forma total, y cumplir con el Art. 8.2.3., Condiciones de Habitabilidad del Código de Planeamiento de la Ciudad de Buenos Aires.
- **Eficiencia energética en edificios**, realizando simulaciones térmicas del comportamiento energético mediante programas avanzados para evaluar el impacto de alternativas de diseño, la demanda total anual de gas y electricidad, y la magnitud de los picos de consumo.
- **Mayor rendimiento ambiental de envolventes edilicias** respecto a la practica convencional o 'business as usual', incorporando protección solar en fachadas, especialmente las orientadas al Oeste, con elementos de protección móvil y elementos fijos que limiten la superficie vidriada expuesta al sol a < 25 % de la superficie de la fachada. Los balcones con elementos verticales paralelos a la fachada y extensión de 1,20 m son muy importantes para lograr adecuada protección solar, mientras se puede mantener la fachada interior con mayor superficie de vidrio.
- **Importante capacidad térmica de la construcción**, utilizando materiales con gran inercia térmica, muros de bloques cerámicos huecos, cielorrasos de elementos prefabricados de hormigón y pisos con materiales densos que favorecen el control de temperaturas interiores, especialmente en verano, y contribuyen al aprovechamiento del sol captado en invierno.

### 3.2. Medidas de habitabilidad térmica:

- **Acceso al sol:** Diseño edilicio y morfología urbana que favorezcan el cumplimiento de las normas de habitabilidad de la Ciudad de Buenos Aires (Art. 8.2.). La forma propuesta, como modificación a la permitida por el Código, aumenta la superficie de fachada que cumple con el asoleamiento establecido en Código, logrando adicionalmente mejor acceso al sol invernal en la plaza central de la Manzana J/2.
- **Ventilación natural:** Introducir la practica del concepto de departamentos con doble orientación, favoreciendo el movimiento de aire en locales de primera y facilitando el cumplimiento de las Normas de Asoleamiento del Código de Planeamiento de la Ciudad de Buenos Aires y los requerimientos de la Norma IRAM 11.603.

### 3.3. Medidas de habitabilidad lumínica:

- **Rendimiento y eficiencia de iluminación natural:** Aumentar en forma significativa la captación de luz y los respectivos niveles de iluminación natural en interiores. Los estudios realizados en la etapa de anteproyecto y simulaciones numéricas, indican que se puede alcanzar un 90 % de aumento promedio mediante variantes en el diseño de departamentos con mayor altura en las salas de estar.
- **Calidad y cantidad de iluminación natural:** Verificar los niveles de luz establecidos en las Normas IRAM AADL J 002, a fin de asegurar adecuada calidad de iluminación natural, realizando estudios de iluminación natural de los departamentos y espacios de circulación con luz cenital con programas informáticos y ensayos en laboratorio con maquetas en el cielo artificial.
- **Vistas al exterior:** Favorecer el acceso visual a los espacios exteriores y las vistas al paisaje circundante mediante el diseño de las unidades de vivienda, expansiones y aberturas.

### 3.4. Medidas de control micro-climático en espacios abiertos urbanos:

- **Protección de viento:** Registrar, mediante ensayos en túnel de viento, los espacios con aceleraciones y turbulencias a fin de identificar zonas críticas y proyectar medidas de protección para los mismos. Los sucesivos ensayos realizados en el túnel de viento de baja velocidad durante el desarrollo del anteproyecto han permitido identificar las características del impacto de viento en la plaza y sobre las fachadas y optimizar las condiciones a fin de contribuir al confort urbano.
- **Captación y protección solar:** Verificar el cumplimiento de normas y optimizar el diseño para lograr una eficaz protección solar en verano y aprovechar la radiación favorable en invierno

mediante el uso de simulaciones numéricas y ensayos en laboratorio con maquetas en el heliodón, simulador del movimiento aparente del sol. Se han realizado varios estudios a fin de asegurar la integración de resultados de ensayos y simulaciones en el desarrollo del proyecto.

### 3.5. Medidas de implementación de energías renovables:

- **Calentamiento de agua:** Evaluar la factibilidad de incorporar sistemas solares de calentamiento de agua a fin de reducir el uso de combustibles fósiles y evitar emisiones de gases efecto invernadero. Los colectores solares permitirán reducir un 50 % de las emisiones, calculado según la Norma IRAM, considerando que ello representa una importante contribución a la ciudad.
- **Eficiencia de colectores solares:** Ensayar el rendimiento de los colectores solares a fin de establecer su eficiencia mediante mediciones en banco de pruebas.

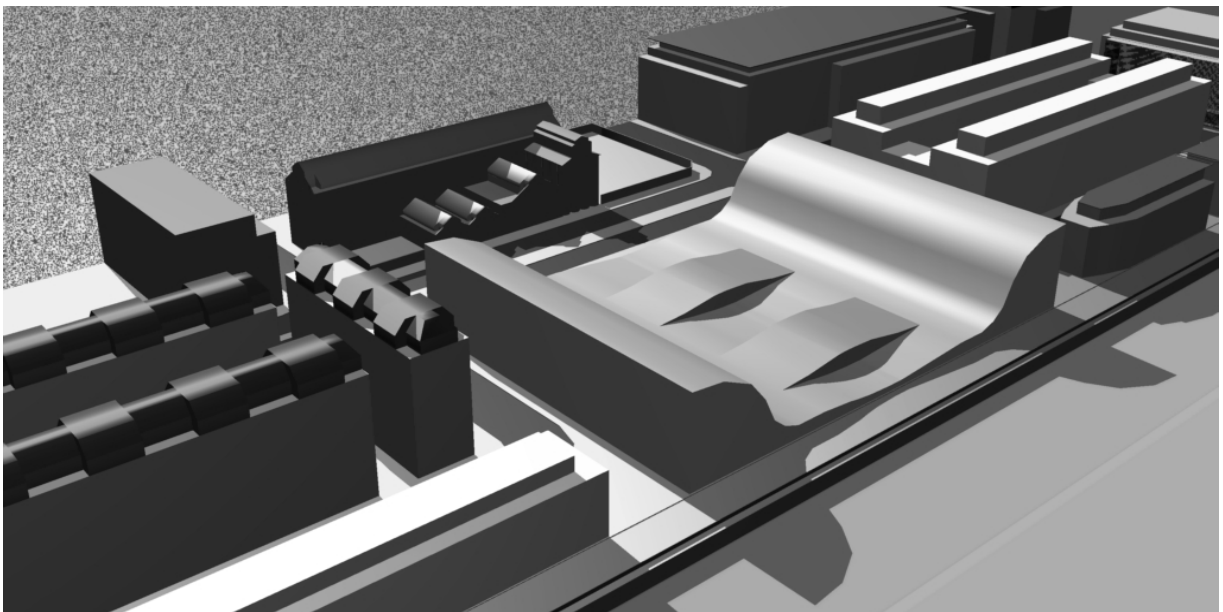
### 3.6. Medidas para introducir instalaciones termo-mecánicas de bajo impacto:

- **Alta eficiencia:** Utilizar sistemas termo-mecánicos que favorezcan la eficiencia energética, incluyendo sistemas de superficies radiantes frío-calor, el posible uso de aguas freáticas o de los diques como fuente de calor y frío o el uso de bombas de calor.
- **Bajo impacto:** Controlar el uso de líquidos refrigerantes y otros materiales con alto impacto sobre la capa de ozono.

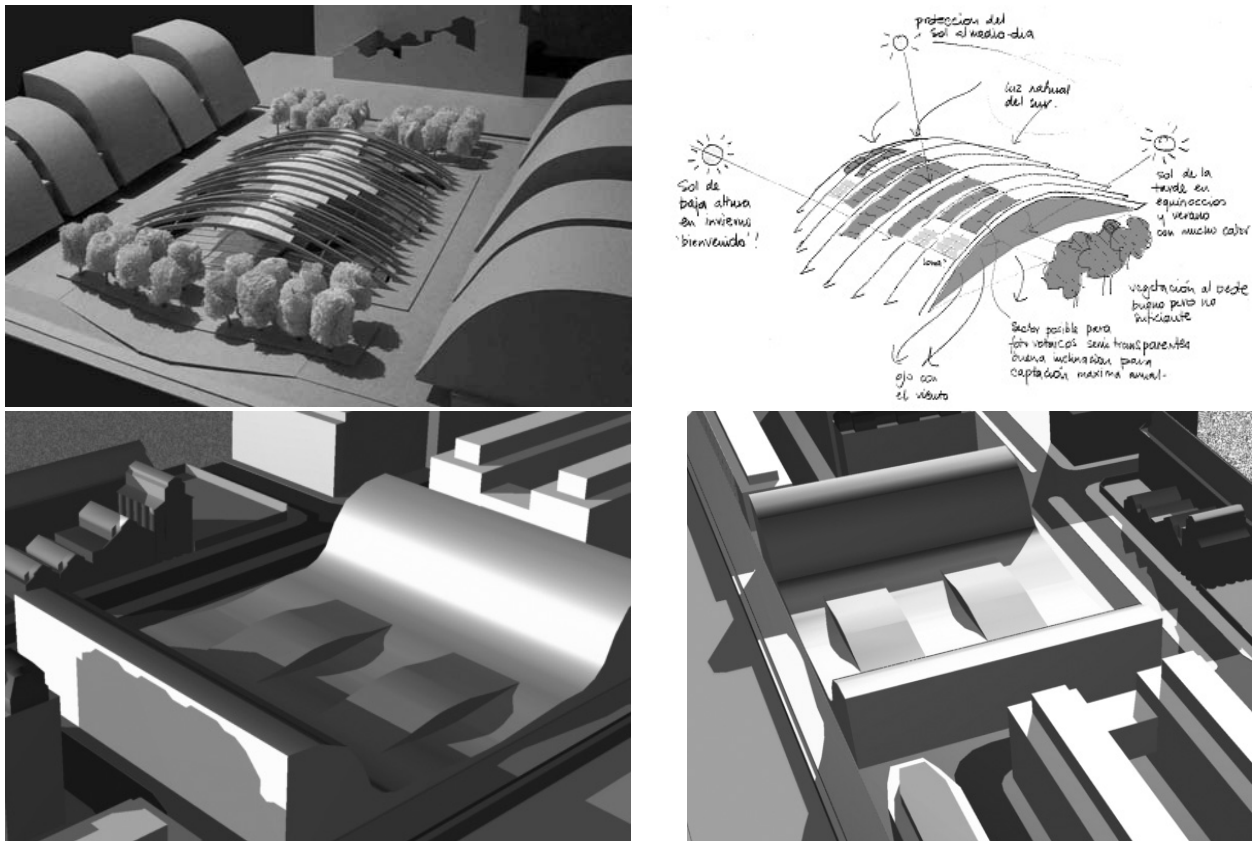
### 3.7. Medidas de mitigación de la ‘isla de calor’ de Buenos Aires:

- **Utilizar sistemas de evaluación:** Analizar el comportamiento de materiales y superficies según sistemas de evaluación reconocidos internacionalmente, y los requerimientos para calificación de edificios de GBC, BREEAM, LEED, etc., para evaluar el impacto del proyecto, especialmente sus efectos sobre la intensidad de la isla de calor en la ciudad.
- **Impacto térmico:** Analizar el impacto de las instalaciones de acondicionamiento artificial y promover alternativas que disminuyen el impacto térmico en la ciudad. Medir la isla de calor en el sector de Puerto Madero, antes y después del desarrollo del proyecto.

La Figura 1 muestra la maqueta virtual utilizada en estudios y análisis para optimizar las condiciones ambientales de ideas que fueron surgiendo durante el proceso de diseño, en el inicio de la etapa de anteproyecto. Figura 2 indica un detalle del sector central del proyecto hacia el final de la misma etapa de diseño.



**Figura 1.** Vista de los conceptos iniciales del proyecto en Puerto Madero para estudios de sol.



**Figura 2.** Evolución del diseño: estudios para la plaza central en el proyecto El Alef: vegetación y estructura central semi-abierta proporcionan protección micro-climática y soporte para sistemas solares, mientras la incorporación de actividades comerciales favorece la vitalidad urbana, carente en la zona.

#### 4. INNOVACIONES AMBIENTALES

Con estudios detallados realizados en la etapa de anteproyecto, y adicionalmente a las estrategias mencionadas, el proyecto propone incorporar las siguientes innovaciones:

##### **Sistema de calefacción y refrigeración por piso:**

Con un sistema central de losas frío-calor aisladas de la estructura del edificio, se logra mejor control y una respuesta térmica mas rápida, presentando las siguientes ventajas ambientales y arquitectónicas:

- Menor demanda de energía y menor capacidad de instalaciones para lograr el mismo nivel de confort térmico en los espacios interiores.
- Mayor eficiencia energética con menor impacto ambiental en un sistema central, que permite mejor mantenimiento y control, y la provisión de equipos de reserva.
- Superior calidad de confort, evitando corrientes de aire frío o cálido inyectado por rejillas, y mayor compatibilidad con la ventilación natural de los departamentos.
- Mayor eficiencia en la demanda de espacio para las instalaciones y reducción de la extensión de conductos de aire de difícil mantenimiento y control.

##### **Sistema de acumulación de agua de lluvia:**

Los tanques de acumulación ubicados en los subsuelos permiten el almacenamiento de agua para riego y limpieza de espacios exteriores. Este recurso tiene las siguientes ventajas ambientales:

- Reducción de la demanda de agua potable para usos que no requieren agua tratada, constituyendo importantes ventajas económicas y ambientales.
- Disminución de la descarga de agua pluvial a las redes de la ciudad durante lluvias y tormentas, reduciendo el riesgo de inundaciones.

### **Análisis del impacto de los materiales:**

Los principales materiales que intervienen en la construcción fueron analizados para determinar sus impactos, formas de sustitución o mejoramiento y posibilidades de certificación por parte de instituciones responsables que permitan acreditar soluciones alternativas a las empleadas en el mercado actual, tanto respecto al uso de materia prima como a procesos de elaboración y reciclado. Los estudios fueron utilizados para evaluar el impacto relativo de alternativas constructivas, permitiendo explicitar objetivos ambientales adicionalmente a los criterios convencionales de economía y disponibilidad en el mercado, aspecto visual y preferencia estética.

## **5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

La metodología presentada en este trabajo, adoptada para evaluar, promover y aplicar medidas de sustentabilidad en edificios y proyectos urbanos, si bien fue desarrollada para un proyecto específico y paradigmático de 300.000 m<sup>2</sup> en Puerto Madero, Buenos Aires, ha permitido estudiar en forma experimental criterios específicos de sustentabilidad desde el inicio del proceso de diseño y aplicarlos en la etapa de anteproyecto, con miras a la implementación de un sistema de calificación en la ciudad.

En la etapa inicial de la metodología se definieron los objetivos a adoptar, abarcando 11 aspectos distintos con metas y medidas específicas para lograr su cumplimiento, estableciéndose los beneficios de cada criterio adoptado en el marco de la sustentabilidad según sus tres campos: ambiental, social y económico.

La difusión de los objetivos, metas, beneficios y estrategias que se presentan en este trabajo tiene el propósito de contribuir al proceso de desarrollar y aplicar sistemas de evaluación orientados al contexto específico de Argentina y otros países del Cono Sur, con tecnologías constructivas, contextos sociales y limitaciones económicas similares.

La búsqueda de parámetros e indicadores adecuados, cuantificables, representativos y significativos para el ámbito local y regional, que sustenten la sistematización de criterios en la evaluación y calificación llevada a cabo durante el proceso de diseño, permite aseverar que, para lograr proyectos urbanos y edificios mas sustentables con menor impacto ambiental que la practica convencional, se cuentan con tres caminos principales (de Schiller, 2005a):

- **Selección de sitios de menor impacto:** terrenos no inundables, buen acceso a transporte publico y con conexiones a redes de infraestructura existentes, evitando sitios sensibles y tierras rurales productivas.
- **Uso de materiales de bajo impacto:** entre ellos, pinturas y selladores sin emisiones de compuestos orgánicos volátiles, maderas de bosques certificados, colectores solares, etc.
- **Diseño sustentable:** criterios de proyecto que incentiven la promoción del acondicionamiento natural y la eficiencia energética implementando estrategias bioclimáticas de diseño, optimizando la iluminación y ventilación natural, creando microclimas favorables en espacios exteriores habitables o transitables, con conservación y promoción de vegetación, sendas de bicicletas, etc (de Schiller, S. 2005b).

Si bien en muchos casos la elección o **selección del sitio** se encuentra fuera del control del proyectista, es importante difundir los beneficios que se logran con la selección de sitios de bajo impacto a potenciales inversores y agentes del sector inmobiliario.

Dadas las condiciones del mercado actual, es relevante reconocer que la mayoría de los **materiales de bajo impacto** implican costos de importación o esfuerzos adicionales de certificación. Por ejemplo, la importación de pinturas especiales sin compuestos químicos presentes en productos de fabricación local o la implementación de una cadena de custodia de madera certificada desde el bosque a la obra.

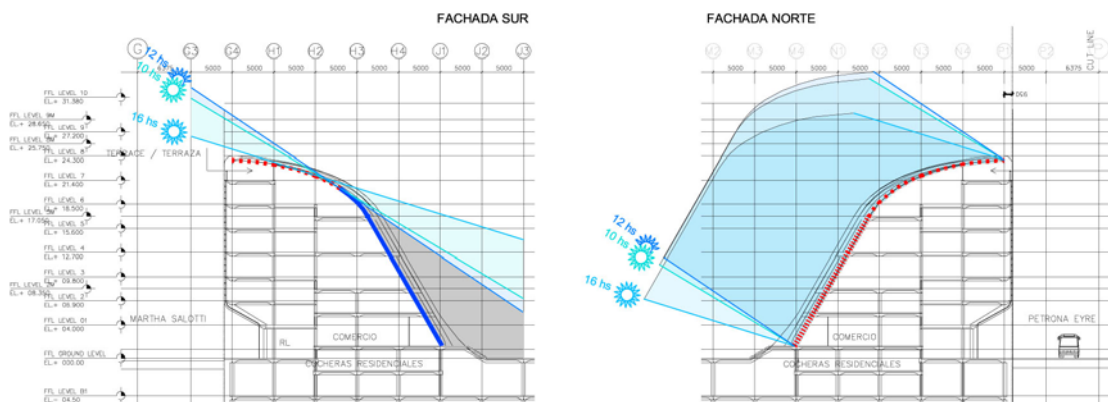
Consecuentemente, los costos adicionales implícitos en la certificación de materiales sanos y sustentables son muy resistidos por los comitentes al tomar decisiones en la etapa de proyecto.



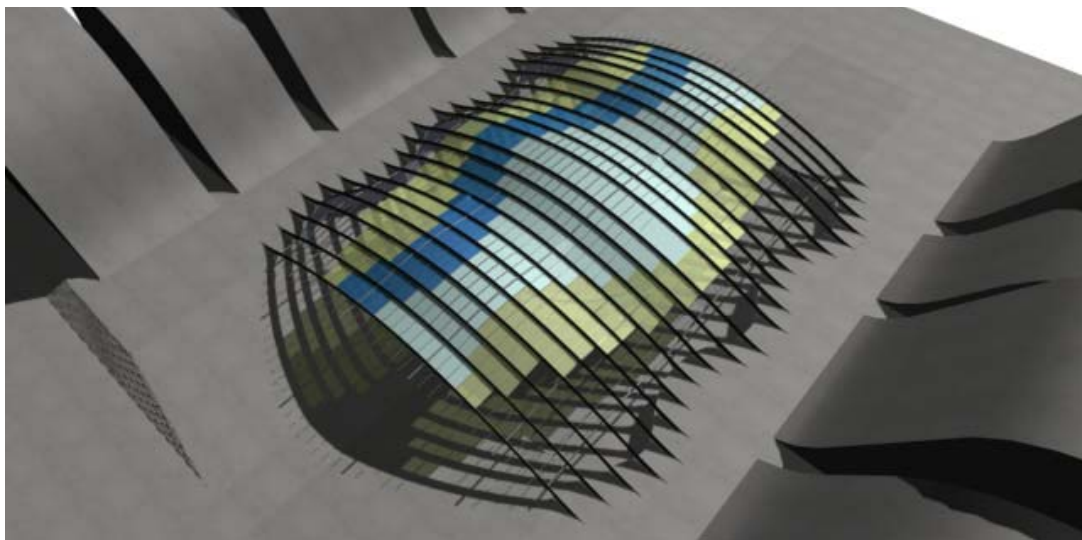
Sin embargo, los estudios realizados para este proyecto muestran la factibilidad de lograr este componente fundamental de la construcción sustentable a través de la implementación de ensayos, procedimientos de análisis y métodos de evaluación no formalmente incorporados todavía en las practicas actuales de producción y comercialización.

Es importante notar que las **variables arquitectónicas** que promueven sustentabilidad requieren disposición de proyectista y comitente a aceptar la evidencia surgida de procesos de evaluación, las que no implican necesariamente costos adicionales (de Schiller, 2000).

En base a los estudios realizados, la preocupación por la orientación, por ejemplo, que brinde captación solar en invierno y protección en verano, implica sin dudas un esfuerzo de diseño aunque el costo de construcción sea igual al de una orientación inadecuada. Importante considerar aquí el costo adicional que requiere la compensación posterior de fallas de diseño con instalaciones costosas, tanto en obra como en uso.



**Figura 3.** Estudios de asoleamiento sobre fachadas y en espacios exteriores.



**Figura 4.** Estudio de alternativas de techos curvos con potencial de incidencia solar.

## 6. CONCLUSIONES

Por lo anteriormente analizado y presentado en este trabajo, se estima de fundamental importancia que las decisiones apropiadas tomadas en las etapas iniciales del proyecto favorecen la integración de soluciones sustentables, como la protección solar estival o la optimización de la iluminación y ventilación natural, las que redundan en la minimización de instalaciones, con sus respectivos insumos e impactos.

A escala urbana, el diseño de una plaza que adopta criterios de sustentabilidad, con vegetación y elementos arquitectónicos que proporcionan sol y sombra y protección de viento, puede ser mas atractivo y rentable que un espacio con pavimentos de gran impacto térmico, escaso suelo absorbente y espacios poco amigables para el usuario.

De esta manera, se puede concluir que la promoción de diseño sustentable, arquitectónico y urbano, permite lograr un hábitat construido de menor impacto a bajo costo comparado con otras alternativas que desconocen estos parámetros y criterios de producción de ciudad.

Las propuestas de objetivos y metas específicos, con sus respectivos beneficios y aplicación de estrategias de diseño presentados en este trabajo intentan contribuir no solamente a la búsqueda de una arquitectura y diseño urbano mas sustentable, sino también y paralelamente, a la implementación de parámetros de evaluación con miras a establecer la practica de la certificación edilicia en el marco de la legislación urbana en la región.

## RECONOCIMIENTOS

El trabajo se inscribe en el marco del proyecto de investigación UBACyT A-020 'Certificación de edificios sustentables y el Mecanismo del Desarrollo Limpio aplicado al sector edilicio', Programación Científica 2004-2007 de la Universidad de Buenos Aires, habiéndose contado con la participación de los Arqtos. Claudio Delbene, Susana Muhlmann, Ana Maria Compagnoni, Carlos Raspall, Julian Evans y Juan Valeros.

Se reconoce muy especialmente el valioso apoyo de los estudios de arquitectura Foster & Partners, Londres, y Berdichevsky-Cherny, Buenos Aires, por su iniciativa y entusiasmo a encarar nuevos criterios y estudios innovadores en el ámbito local, con el apoyo de Faena Properties, desarrolladores y gerenciadore del proyecto, y los aportes de los equipos de asesores locales ante el planteo de nuevas formas de trabajo y desafío profesional.

## REFERENCIAS

- BRE (2000), *BREEAM Rating System*, Building Research Establishment, Garston.
- BRE (2002), *Eco-homes*, Building Research Establishment, Garston.
- Cole, R. J. y Larsson, N. (1997), *A General Framework for Building Performance Assessment*, Green Building Challenge '98, Natural Resources Canada, Ottawa.
- Cole, R. J. y Larsson, N. (1998), *Green Building Challenge '98, Assessment Manual*, Vancouver.
- Cole, R. J. y Mitchel, L. (1999), *Customizing and Using GBTool: Two case study projects*, Building Research and Information, Vol. 27, Number 4/5, July-Oct 1999, Ottawa.
- de Schiller, S., (2000), *Towards sustainable architecture: the relevance of design in evaluation methods*, Sustainable Building, Maastricht.
- de Schiller, S., (2005a), *sustainable universities: New knowledge and innovative actions en Action for sustainability*, Actions for sustainability, Sustainable Building 05, Tokio.
- de Schiller, S., (2005b), *Calificación de espacios urbanos: diseño y ambiente en el marco de la sustentabilidad*, en La ciudad sustentable, Iridia, Colima.
- U. S. Green Building Council (1998), *LEED Buildings, Green Building Rating System Criteria*, U. S. Green Building Council, San Francisco.
- Aotake, Noriko, (2005), *Comparison among results of various comprehensive assessment systems -A case study for a model building using CASBEE BREEAM and LEED*, Action for sustainability, Proceedings, Sustainable Building 05, Tokio.