



**XIENCAC**  
ENCANTRO NACIONAL DE CONFORTO  
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

**VIIELACAC**  
ENCANTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO  
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

## **ARQUITECTURA, AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD EN ENSEÑANZA, INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA**

**Silvia de Schiller (1); John Martin Evans (2)**

(1) Arquitecta, PhD, Profesora, Co-Directora CIHE-FADU-UBA, sdeschiller@gmail.com

(2) Arquitecto, PhD, Profesor, Director, CIHE-FADU-UBA, evansjmartin@gmail.com

Centro de Investigación Hábitat y Energía, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo,  
Universidad de Buenos Aires. Tel.: (+ 54 11) 4789-6274

### **RESUMEN**

El trabajo evalúa la experiencia de 27 años de enseñanza e investigación en arquitectura bioclimática, que generó el programa de transferencia a terceros en sustentabilidad del hábitat construido en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires, llevada a cabo en el Centro de Investigación Hábitat y Energía y las tres Cátedras asociadas. El objetivo de esta iniciativa es promover arquitectura de bajo impacto ambiental y alta eficiencia energética, con énfasis en el acondicionamiento natural, uso racional de energía e incorporación de energías renovables. Se presenta una breve reseña del contexto ambiental y energético, los enfoques didácticos desarrollados para lograr la adecuada integración de los conceptos y técnicas a aplicar en el proceso proyectual en el contexto de tres materias iniciadas por los autores y dictadas en cursos de grado en las Carreras de Arquitectura, Diseño Industrial y Diseño de Paisaje desde 1984. Se explicita la relación de la experiencia en docencia con la investigación iniciada en 1986 y el asesoramiento técnico iniciado en 1994. El rol del Laboratorio de Estudios Bioambientales, establecido en 1987 para la práctica de ensayos como instrumento de simulación espacial en proyectos, y la introducción de herramientas de informática con el desarrollo de programas de simulación, ha jugado un papel relevante en la evaluación de proyectos y toma de decisiones de diseño. La experiencia responde efectivamente a la creciente demanda de sustentabilidad, y a la necesidad de actualizar los contenidos académicos en arquitectura y diseño.

Palabras Clave: Diseño bioambiental, investigación y docencia, uso racional de energía, sustentabilidad en arquitectura.

### **ABSTRACT**

This paper evaluates the experience of 27 years of teaching and research in bioclimatic architecture, which generated the transfer program of sustainability in the built environment in the Faculty of Architecture, Design and Urbanism, University of Buenos Aires, undertaken in the Research Centre Habitat and Energy and three associated graduate courses. The aim of this initiative is the promotion of low impact architecture and energy efficiency, with emphasis on natural conditioning of buildings, rational energy use and integration of renewable energy. A brief summary of the environmental and energy context is presented, with the didactic approach adopted in the three subjects initiated by the authors and taught in the courses of Architecture, Industrial Design and Landscape Design from 1984. The paper presents the relation between the teaching experience and lines of research initiated on 1986 and technical advisory services, started in 1994. The role of the Environmental Studies Laboratory, established in 1986 for testing projects through environmental simulation and the introduction of numerical simulation, which play an increasing role in project assessment and decision making in design. The experience effectively responds to the increasing demand for sustainability, and the need to renovate the academic programs in architecture and design.

Keywords: Bioclimatic design, research, teaching, rational energy use, sustainability in architecture.

## **1. INTRODUCCIÓN**

En 1984, con el regreso a la democracia en Argentina, la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires introdujo nuevas temáticas a través de nuevas materias optativas que permitían ampliar la oferta educativa e introducir nuevos conceptos con la posibilidad de iniciar un proceso de especialización en grado. Como resultado de esta iniciativa, se inició el dictado de la materia ‘Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar’, (Evans y de Schiller, 1996) propuesta por los autores. En este trabajo se evalúa el proceso de evolución, desarrollo y crecimiento de dicha iniciativa, la cual dió por resultado una trilogía de materias a nivel grado: ‘Introducción al Diseño Bioambiental’, ‘Introducción a la Arquitectura Solar’ y ‘Energía en Edificios’. Paralelamente, se requirió la formación de recursos humanos para conformar los respectivos cuerpos docentes.

El inicio de investigaciones acreditadas por la Secretaria de Investigaciones en Ciencia y Técnica, SECyT-UBA, a través de los Proyectos UBACyT, dio sustento formal y financiero a los mismos, contribuyendo sustancialmente a la formación del Centro de Investigación Hábitat y Energía en 1990. Sin embargo, sus actividades se iniciaron en 1987 como Programa de Investigación Hábitat y Energía, y el establecimiento del Laboratorio de Estudios Bioambientales, con la construcción de un heliodon de múltiples soles y un túnel de viento de baja velocidad (Evans y de Schiller, 2005a). Actualmente, el Laboratorio ofrece asesoramiento a diversas áreas de docencia e investigación de la Facultad, como a terceros en el desarrollo de proyectos de arquitectura y urbanismo en aspectos de eficiencia energética, diseño bioambiental, iluminación natural, impacto ambiental y sustentabilidad (de Schiller et al, 2001).

Una característica de las materias mencionadas, es el gran número de alumnos que optan para cursarlas, lo cual plantea un importante desafío y constante perfeccionamiento. En las materias ‘Introducción al Diseño Bioambiental’ e ‘Introducción a la Arquitectura Solar’, la elección de alumnos oscila entre 230 y 300 alumnos en cada caso, mientras ‘Energía en Edificios’ ha incrementado la inscripción inicial de 50 a 140 alumnos en el presente año. Estos números exigen una cuidadosa planificación de los programas y los contenidos particulares, así como la compatibilización de los conceptos y prácticas específicas de cada materia. Otra característica que orienta a las Cátedras es el desarrollo de las 3 materias de forma complementaria e independiente entre sí, de modo de promover la elección de los alumnos a través de la incorporación de nuevos conceptos y técnicas que apoyen el proceso proyectual en el marco de la sustentabilidad. Se logra así mejor comprensión del problema y de las oportunidades del proceso proyectual en sus distintas etapas y escalas, con la práctica de la integración en el diseño al generar proyectos.

En la próxima sección se presenta un resumen del contexto ambiental y energético de Argentina y su evolución a través del tiempo. Se explica posteriormente la metodología empleada y el enfoque conceptual de las tres materias complementarias a fin de responder a este contexto. A continuación se analiza la evolución de las materias a través del tiempo, según la introducción de nuevas herramientas y la actualización de los contextos enriquecidos por el valioso aporte de nuevos conocimientos introducidos con los resultados de investigaciones y trabajos de asesoramiento técnico a terceros (de Schiller, 2006).

En las últimas secciones se presenta una serie de iniciativas surgidas como resultado de las actividades de las tres materias de nivel grado:

- el creciente desarrollo del Centro de Investigación Hábitat y Energía,
- la construcción del Laboratorio de Estudios Bioambientales (Evans y de Schiller, 2005a),
- el dictado de cursos de posgrado, tanto dentro de la facultad y en otras facultades del país y la región como en Colegios Profesionales,
- la formación de una biblioteca especializada,
- la participación en la elaboración de normas nacionales, el desarrollo de herramientas informáticas y el asesoramiento a terceros.

## **2. AMBIENTE Y ENERGÍA EN ARGENTINA**

Argentina presenta una amplia variedad de condiciones climáticas (IRAM, 1998) con una gran diferencia de latitudes comprendidas entre el norte, a 22°S en los trópicos, y el sur a 55°S. A ello se suman las diferencias en altura y distancias a la costa atlántica. El territorio presenta zonas de climas variados: cálido húmedo, cálido seco, templado, frío y seco.

Además, las zonas elevadas del noroeste cuenta con altas intensidades de radiación solar, entre las más altas del mundo, mientras el viento patagónico ofrece un recurso energético de gran potencial, que impacta también sobre la habitabilidad de edificios. Esta variación climática y ambiental requiere respuestas arquitectónicas diferenciadas en cada región a fin de lograr condiciones de confort, bienestar y salud, tanto en los espacios interiores como los exteriores, con mínimo uso de recursos energéticos convencionales para su acondicionamiento térmico y lumínico.

En los primeros años de la Cátedra, Argentina se encontraba en los inicios de la explotación de gas a gran escala, debido al descubrimiento de reservas que en ese momento alcanzaban casi 50 años, mientras el país también tenía reservas de petróleo, suficientes para satisfacer la demanda interna y contar con modestos excedentes para exportar. Como resultado de estos recursos, la matriz energética de Argentina muestra gran dependencia en las energías fósiles que hoy satisface al 89 % de la demanda, dependiente en casi 50 % en gas, el principal combustible del país.

Actualmente, las reservas de gas apenas alcanzan para satisfacer la demanda de solo 6 años, mientras la producción actual es insuficiente para satisfacer el mercado interno, especialmente durante los picos de consumo en invierno. Las reservas de petróleo también son limitadas, habiéndose iniciado ya la importación de combustibles líquidos, con un importante impacto en el uso de divisas. Dado que el 36 % de la demanda corresponde al acondicionamiento del stock edilicio y una proporción mayor al sector industrial o de transporte, se requiere de la implementación urgente de medidas para reducir la demanda de energía en edificios, especialmente a través de recursos de diseño, las que permitirán mantener y mejorar las condiciones ambientales interiores con menor uso de combustibles fósiles no renovables.

Finalmente, se considera necesario contemplar los impactos ambientales del sector edilicio, dado que el uso de energía en edificios produce el 24 % de los GEI, Gases Efecto Invernadero, emitidos en el país (Evans, 2004), mientras el hábitat construido tiene un impacto importante debido al uso del suelo, la demanda de agua y el uso de recursos disponibles para la producción de materiales de construcción.

El contexto ambiental y energético siempre ha sido un factor importante que fundamenta los objetivos y enfoques de las materias dictadas por los autores. Los cambios sufridos en el panorama energético del país durante los últimos 25 años y la creciente conciencia del impacto ambiental del hombre, con el incremento creciente de la demanda de energías no renovables y el consecuente impacto en el cambio climático y las emisiones de gases efecto invernadero, exigen nuevos esfuerzos para reducir las consecuencias ecológicas de la producción, uso y operación del hábitat construido. En la próxima sección se presentan las técnicas y métodos didácticos desarrollados para promover el proceso de diseño de manera sustentable.

### **3. CONTENIDO Y ENFOQUE EN DOCENCIA**

El diseño bioambiental y los criterios de eficiencia energética en el proceso proyectual contribuyen a promover sustentabilidad en arquitectura, según la metodología promovida en las materias presentadas en este trabajo (de Schiller, 2006), las que adoptan un proceso básico de desarrollo en tres etapas clave:

1. Análisis de las condiciones ambientales y climáticas de la localidad del proyecto en estudio, e identificación de los recursos naturales del entorno.
2. Definición de las condiciones ambientales deseables o necesarias para los ocupantes y usuarios.
3. Selección de los recursos y estrategias de diseño que permitan minimizar los factores perjudiciales y optimizar los factores positivos del medio, a fin de lograr una modificación favorable de las condiciones ambientales.

Así, las primeras clases se dedican al estudio del contexto ambiental y las condiciones climáticas específicas y particulares de distintas zonas climáticas del país, por ejemplo: el régimen de radiación solar con sus variables favorables y desfavorables, a fin de caracterizar el potencial de captación y protección solar, aspecto clave para comprender las condiciones del lugar y orientar el diseño. Se estudian a continuación los requerimientos de confort necesarios para lograr el bienestar de los ocupantes, considerando su valor e importancia relativa tanto en los espacios interiores como los exteriores, en tres escalas básicas: la urbana, la arquitectónica y la constructiva.

La comparación entre las condiciones existentes y las condiciones deseables, la diferencia entre ‘las condiciones que tenemos’ y ‘las condiciones que queremos’, permite establecer los objetivos bioclimáticos, solares y sustentables del proyecto, según la incidencia particular de cada escala (de Schiller, 2003).

Con la clarificación de los objetivos se establecen las pautas de diseño e identificar las estrategias a aplicar en el proyecto. Se considera que solamente con esta etapa consolidada se inicia el proceso de diseño, con robustez y racionalidad en apoyo a la creatividad, fortaleciendo el desarrollo de las propuestas iniciales del proyecto. En la etapa que se desarrolla posteriormente se prueban, evalúan y verifican las propuestas iniciales. Ello se realiza a través de técnicas de evaluación, ensayos y verificación. Por ejemplo, si el objetivo es ‘captar sol en invierno’, el diseño se traduce en una pauta concreta ‘orientar las ventanas principales hacia el Ecuador’, definiendo una serie de decisiones a considerar en el proyecto. Posteriormente, con las primeras propuestas de diseño, es necesario verificar que el proyecto efectivamente cumple con la pauta establecida. Ello conduce a analizar si los espacios entre edificios tienen dimensiones suficientes para recibir sol invernal, y luego surge la cuestión si las orientaciones captan suficientes horas del sol. En esta etapa es necesario implementar técnicas de evaluación y verificación del proyecto. En la próxima sección se presentan distintas técnicas adoptadas o desarrolladas para este fin.

La etapa de desarrollo y prueba permite introducir las técnicas de verificación de asoleamiento, manejo de viento y ventilación, selección de las características térmicas y los sistemas solares pasivos más adecuados al caso específico, dimensionamiento de instalaciones solares, uso de materiales, etc. En este proceso, se realiza el inevitable ajuste del proyecto, se evalúan nuevamente los resultados y se revisan en sucesivas etapas de ida y vuelta (de Schiller, 2008).

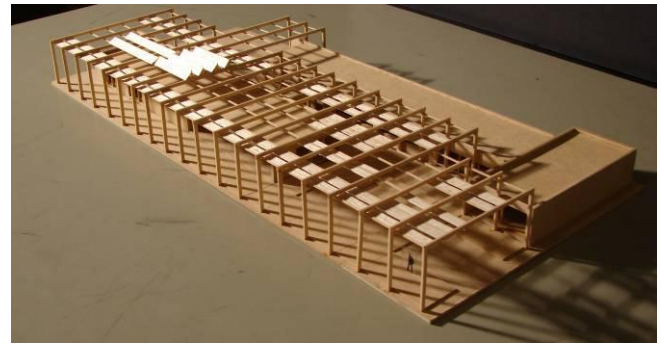
Finalmente, se documenta y presenta el proyecto para su entrega final. Esta comprende tres partes: el proyecto final, los estudios técnicos y un resumen del proceso proyectual seguido, con las propuestas iniciales y las etapas intermedias. Las Figuras 1 y 2 presentan ejemplos de este proceso mostrando el desarrollo de proyectos en distintos climas y contextos. Cada año se seleccionan lugares distintos del país para elaborar los programas y estudiar las diferencias en diseño que respondan a las variaciones climáticas y requisitos de habitabilidad en cada caso. Los alumnos seleccionan un clima y estudian sus diferentes contextos y características. Sus diseños deben reflejar estas diferencias con una clara caracterización regional, a través de la morfología edilicia, de unidad y conjunto, y distribución funcional, evitando el enfoque meramente folclórico y tratando de basar el proyecto en decisiones fundamentadas.

**Tabla 1.** Etapas principales en el desarrollo de las actividades del CIHE

Fecha	Actividad
1984	Inicio de la Cátedra ‘Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar’.
1986	Inicio de las actividades de investigación.
1987	Primer subsidio de investigación: inicio del Laboratorio de Estudios Bioambientales.
1988	Inauguración del heliodón. Publicación del libro ‘Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar’. Inicio del Programa de Investigación Hábitat y Energía.
1989	Inauguración del túnel de viento de baja velocidad.
1990	Establecimiento del Centro de Investigación Hábitat y Energía.
1994	Curso de Posgrado ‘Diseño Bioambiental’, 240 hs, dictado hasta 2001.
1994	Inicio del Programa de Asistencia Técnica en Arquitectura Bioambiental, por Resolución de Consejo Directivo CD-FADU Nro. 222/94. Inicio de la materia ‘Energía en Edificios’ (1994-98 y 2006 a la fecha)
1997	Inauguración del cielo artificial normalizado.
1999	Inauguración de la Estación de Medición de radiación solar e iluminación.
2009	25 años de las Cátedras Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar. Renovación y mejoramiento del heliodón.
2010	Organización de la Biblioteca especializada del CIHE. Producción de publicaciones temáticas. Participación en el desarrollo de la Maestría Interdisciplinaria en Energía, MIE-UBA.



1a. Proyecto en clima frío, con captación de energía solar de baja altura y forma edilicia compacta.



1b. Proyecto en clima cálido y húmedo, con sombra en espacios exteriores y ventilación cruzada.

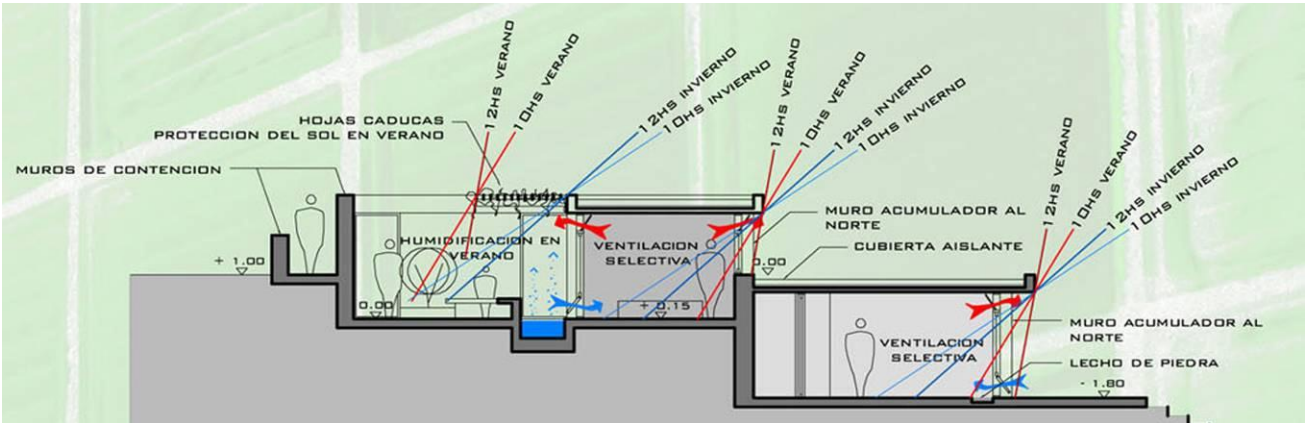


1c. Proyecto en clima de altura, con captación de energía solar, espacios exteriores reparados.



1d. Proyecto en clima cálido y seco, de gran amplitud térmica.

**Figura 1.** Proyectos de alumnos de las materias IDB, Introducción al Diseño Bioambiental, e IAS, Introducción a la Arquitectura Solar, con estudios de asoleamiento en el heliodón del Laboratorio LEB.

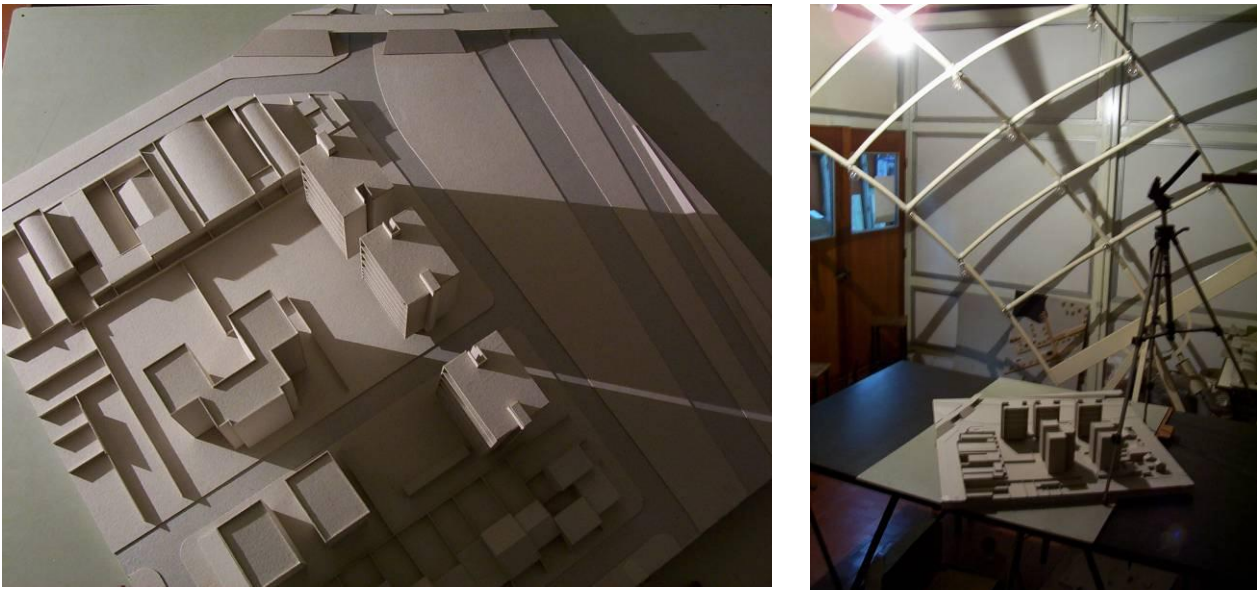


**Figura 2.** Estudios técnicos de funcionamiento bioambiental: incidencia y protección solar, estrategias de ventilación natural, protección de viento y optimización del comportamiento térmico.

#### 4. SIMULACION EN EL PROCESO PROYECTUAL

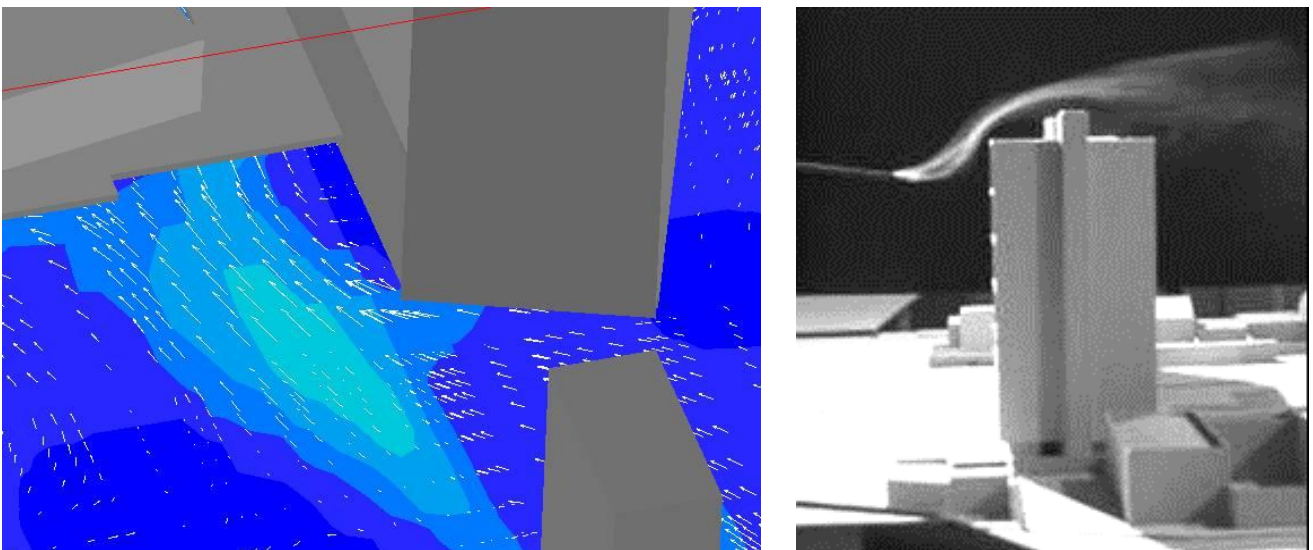
Entre los aportes al proceso de análisis, verificación y optimización de proyectos, el uso del Laboratorio de Estudios Bioambientales, establecido en 1987, juega un rol importante, con tres equipos principales para realizar ensayos del desempeño y evaluación de proyectos (Evans, 2005b):

**Heliodón:** Simula el movimiento aparente del sol, con tres variables principales: variación de latitud desde el Ecuador al Polo, época del año con las trayectorias de sol en invierno, equinoccios y verano, y el movimiento horario diario. Con maquetas reales se estudia la incidencia del sol en fachadas y en espacios exteriores, la integración de colectores solares, el ingreso de sol en espacios interiores, etc., Figura 3. El diseño permite un manejo sencillo, con ajuste manual de las variables y la posibilidad de visualizar zonas de sombra permanente en invierno y diferencias entre el largo de sombras en distintas estaciones. Se realizan demostraciones para aproximadamente 600 alumnos al año, y 250 ensayos anuales, incluyendo las consultas de asesoramiento técnico a terceros, incluyendo aportes a Estudios de Impacto Ambiental.



**Figura 3.** Ensayos en el Laboratorio de Estudios Bioambientales realizados con maquetas en el heliodón,

**Túnel de viento:** Simula el movimiento de aire cerca a la superficie de la Tierra con un gradiente de velocidad según altura y turbulencia típica de la capa límite, Figura 4. Los ensayos permiten identificar zonas de aceleración de viento en conjuntos edilicios urbanos, la eficacia de diseños para lograr protección de viento, particularmente en climas fríos y ventosos. Inversamente, se estudia la captación de brisas para lograr confort en condiciones de climas cálidos y secos.



**Figura 4.** Ensayos en el túnel de viento y simulaciones de Fluido Dinámica Computada en un asesoramiento realizado en el marco de una EIA, Evaluación de Impacto Ambiental.

**Cielo artificial:** Simula la iluminación natural en espacios interiores en condiciones de luz difusa de cielo nublado, condiciones más críticas de invierno con menores niveles de iluminación natural, Figura 5. Se utilizan maquetas reales, las mismas que se emplean para estudios de luz difusa en el cielo artificial y de sol directo en el heliodón.



**Figura 5.** Estudio de iluminación natural en un atrio, proyecto de un edificio de oficinas.

Estos equipos fueron diseñados y construidos en el CIHE y su aplicación principal corresponde a ensayos de trabajos de alumnos de las 3 materias: Introducción al Diseño Bioambiental, Introducción a la Arquitectura Solar y Energía en Edificios. Adicionalmente, se realizan demostraciones y ensayos con alumnos de los Talleres de Arquitectura y materias diversas como Representación Gráfica e Instalaciones. Los alumnos de las Carreras Diseño del Paisaje y Diseño Industrial también utilizan los equipos para evaluar sus proyectos, adicionalmente a su aplicación en trabajos de investigación.

La creciente utilidad del heliodón ha incentivado la oferta de un servicio de asesoramiento a arquitectos. Si bien es posible realizar simulaciones en computadora con maquetas virtuales, los ensayos con maquetas reales de trabajo en el heliodón aportan una mejor comprensión tri-dimensional de la relación entre el movimiento del sol y el proyecto, muy directa y rápida.

Para complementar el equipamiento del Laboratorio, el CIHE cuenta con instrumental para realizar mediciones in-situ y una estación fija de medición:

- Estación de medición de iluminación natural e intensidad de radiación solar: ubicada en la terraza de la Facultad, la estación registra datos cada minuto, contándose ya con registros continuos durante los últimos 10 años. Los datos registrados permiten comparar la intensidad de luz difusa simulada en el cielo artificial con los valores reales del exterior.
- Instrumental de medición y auditoría: con anemómetros, luxómetros, piranómetros y mini-data loggers, se realizan mediciones en edificios existentes y espacios urbanos. Ello permite evaluar las condiciones ambientales, analizar su eficiencia energética y detectar las modificaciones y ajustes que contribuyen a reducir impactos y promover medidas de diseño en beneficio de la sustentabilidad.

Para complementar la simulación física espacial, el CIHE ha desarrollado la capacidad de realizar simulación numérica con computadora. Tanto en los trabajos de investigación como de asesoramiento, se analizan las condiciones ambientales con el uso de programas de simulación. Por ejemplo, para estudios de iluminación natural, se usan programas tales como Radiance, para la distribución de temperaturas en elementos constructivos se trabaja con programas de diferencias finitas y con programas de simulación de temperaturas en edificios con acondicionamiento natural.

Un área donde el Centro ha realizado avances es el uso de planillas electrónicas para estimar la demanda de energía en edificios, simular las temperaturas internas de edificios con acondicionamiento natural, calcular la intensidad de la radiación solar y analizar los datos climáticos para orientar el proceso de diseño, Figura 6. Las ventajas de estas herramientas de diseño son la facilidad de uso, la rapidez en el ingreso de datos, el pequeño tamaño de los programas y la posibilidad de enviarlos por correo electrónico. Estas ventajas permiten utilizar fácilmente las planillas en ejercicios prácticos con los alumnos, obteniéndose resultados muy positivos en las siguientes áreas:

- e-clim.xls:** Con las estadísticas meteorológicas almacenadas en la base de datos, la planilla analiza y grafica datos climáticos, compara las condiciones meteorológicas con los requerimientos deseables de confort y proporciona recomendaciones de diseño.
- e-energía.xls:** Analiza la demanda de energía para calefacción de vivienda, según las variables de clima, superficies y materiales de la envolvente edilicia, exposición al sol y al viento, ganancias internas de personas y equipamiento, temperaturas internas y eficiencia y control de las instalaciones de calefacción (Evans, 2001).
- e-temp.xls:** Simula la variación de la temperatura interna en un local durante 24 horas, según su construcción y diseño, orientación, características de las ventanas, ganancias interiores y ventilación. La planilla es especialmente apta para evaluar problemas de sobre-calentamiento en verano y verificar la eficacia de la captación de energía solar en invierno. La planilla incorpora bases de datos climáticos y de características térmicas de elementos constructivas, y el usuario selecciona todas las variables de listas desplegables.
- e-etiqueta.xls:** Indica categorías de eficiencia según la nueva Norma IRAM 11.900 (IRAM, 2010), Etiquetado de Eficiencia Energética de Envolventes, en invierno. Esta planilla fue desarrollada inicialmente para estudiar resultados durante el desarrollo de la Norma y ahora los alumnos ya se encuentran aplicando la versión final para evaluar sus propios proyectos, un avance significativo en la transferencia de conocimientos y aplicación en la práctica proyectual.

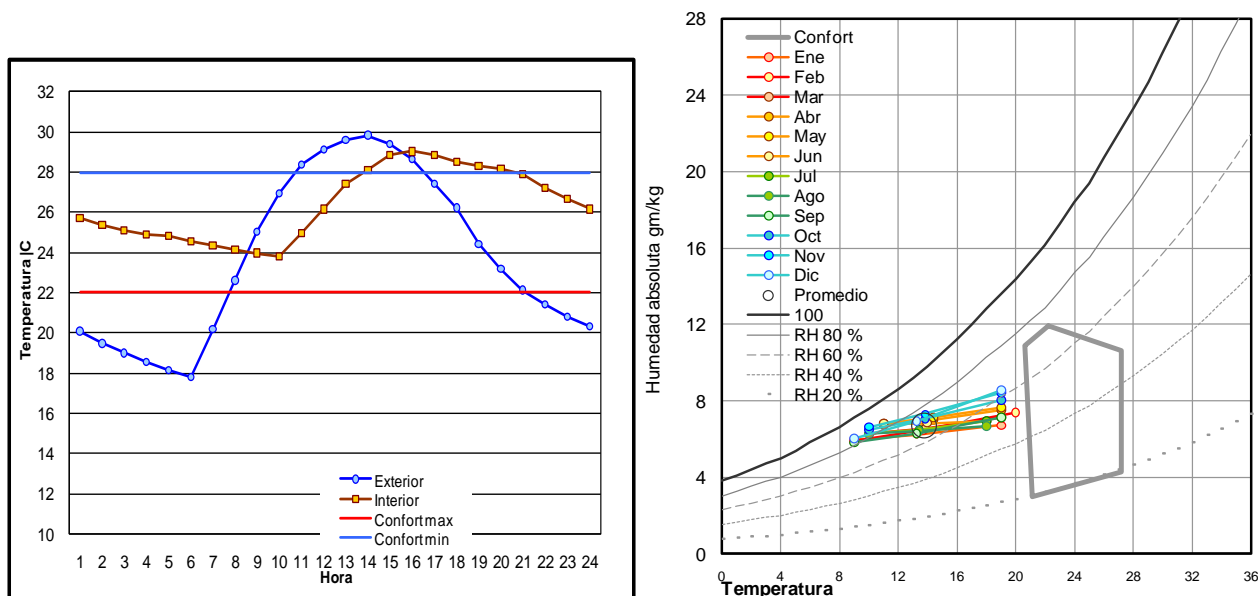


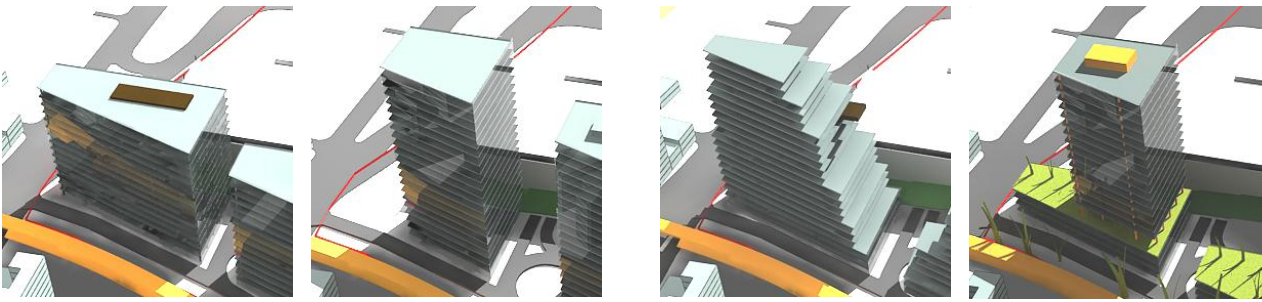
Figura 6. Ejemplos de resultados de la aplicación de las planillas e-temp y e-clim.

## 5. DESARROLLO E INTEGRACION

Las actividades del Centro de Investigación Hábitat y Energía, iniciado con la docencia a nivel grado, han crecido sustancialmente para incorporar trabajos de investigación y el equipamiento del laboratorio. Estas actividades han generado a su vez dos áreas complementarias de servicios de extensión: el asesoramiento técnico rentado y la participación en el desarrollo de Normas Nacionales IRAM.

Los trabajos de asesoramiento realizados en ese marco incluyen estudios para comitentes reales, tales como el Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Greenpeace Argentina, la Fundación Vida Silvestre Argentina FVSA, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD, la Administración de Parques Nacionales APN, la Cámara Argentina de Cemento Portland y la Cámara Argentina de Hoteles y Restaurantes, así como varios municipios y organizaciones no gubernamentales, adicionalmente a Estudios de Arquitectura, grupos inversores en bienes raíces y particulares (de Schiller et al, 2001). Los asesoramientos incluyen estudios específicos en la EIA, evaluación de impacto ambiental, Figura 7, certificación de edificación sustentable, eficiencia energética a través de la protección solar y la optimización de la iluminación natural.





**Figura 7.** Estudio de impacto de sol y viento en alternativas volumétricas de un desarrollo urbano.

Los investigadores del Centro también participan en las actividades de ASADES, la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente (antes, la Asociación Argentina de Energía Solar), CADER, la Cámara Argentina de Energías Renovables, y en varias Comisiones de IRAM, el Instituto Nacional de Normalización.

Las investigaciones del Centro también han permitido contribuir directa y efectivamente al desarrollo y actualización de las Normas IRAM en el campo de la sustentabilidad, la eficiencia energética y aislantes térmicos, el análisis de datos climáticos y, últimamente, en el proceso e implementación del etiquetado de eficiencia energética de edificios (IRAM, 2010). Algunas Normas en las cuales ha participado el Centro son Normas IRAM-ISO, compatibles con normas internacionales.

Estas actividades de extensión permiten mostrar ejemplos de proyectos recientes en docencia e introducir nuevas técnicas de análisis en los cursos de grado y posgrado, basándose en los resultados de investigaciones y en la práctica de asesoramientos (de Schiller et al, 2001). Se considera que este proceso de retro-alimentación es fundamental para verificar la relevancia de los conceptos desarrollados, los conocimientos impartidos, la actualización de los contenidos y la renovación de técnicas de implementación en proyectos.

## 6. CONCLUSIONES

Las experiencias en docencia de arquitectura bioclimática, eficiencia energética y edificación sustentable en los últimos 27 años, han logrado una interesante inserción en la Facultad, motivando actividades complementarias de docencia, investigación y extensión. Por un lado, se ha establecido una estabilidad y continuidad de la temática en la Facultad. Por otro lado, se ha logrado una constante evolución, desarrollo y ampliación de los contenidos con el fin de responder a nuevas exigencias, al avance tecnológico y el contexto ecológico, económico y social en constante cambio y crecimiento. Esta flexibilidad, conjuntamente con la capacidad de adaptación y corrección, será un factor fundamental para responder al agotamiento de los recursos fósiles no renovables. Ello se agregará a la necesidad de modificar la alta dependencia actual en petróleo y gas, tanto en Argentina como en la escala regional y mundial.

Un concepto que orienta la líneas de investigación y la docencia es la convicción que el diseño arquitectónico contribuye importantes aportes a edificios adaptados a su medio, de bajo impacto ambiental y energéticamente eficiente. En este proceso, se requiere un enfoque sistemático y un fundamento conceptual basado que orienta las decisiones de diseño, evitando una dependencia en soluciones formales, preconceptos basados en aspectos visuales o superficiales.

Los edificios, como principal sector de demanda de energía requerida para la producción de hábitat construido, su uso y operación, deberán enfrentar y adaptarse a un futuro distinto, donde el uso de energías renovables y el uso eficiente de los recursos serán factores críticos e ineludibles en el desarrollo de nuevos proyectos así como en la adaptación de edificios existentes a la nueva realidad. La formación de recursos humanos es fundamental a corto y largo plazo para ampliar y extender la transformación de las actividades de docencia, investigación y transferencia aquí expuestas, las que buscan responder a este desafío y demostrar los caminos posibles hacia un hábitat construido más sustentable.

## RECONOCIMIENTOS

Los autores reconocen particularmente el apoyo efectivo de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires por la financiación de proyectos de investigación y la adquisición de equipamiento e instrumental, y bibliografía especializada. Ello solo fue posible de implementar a través de los Proyectos de Investigación UBACyT desde 1987, en especial, los cuatro proyectos en ejecución:

A013: Calificación y acreditación de sustentabilidad en arquitectura y urbanismo. Directora: Silvia de Schiller.

A017: Evaluación y certificación de edificios energéticamente eficientes. Director: John Martin Evans.

A404: Desarrollo de pautas de eficiencia energética para edificios escolares. Directora: Gabriela Casabianca.

A405: Análisis bioclimático, estudio de la envolvente y evaluación energética en vivienda social. Directora: Ana María Compagnoni, Co-Director: Claudio Delbene.

Especial mención merecen los docentes e investigadores que cuentan con una larga trayectoria y se desempeñan en la actualidad: Gabriela Casabianca, Claudio Delbene, Ana María Compagnoni, Javier Sartorio, Jorge Marusic, Verónica Snoj, Mariano Cabezón y Julian Evans; especialistas: Susana Muhlmann, Juan Carlos Patrone y Daniel Kozak; asistentes docentes: María Emilia Pérsico, Sebastián Porchetto, Sergio Marinucci, Guillermo Adamo, Diego Abálsamo, Juan Ignacio Lolago, Raúl Allegrotti y Guillermo Durán, así como a todos los docentes, colaboradores, investigadores, tesistas y pasantes que participaron en distintas actividades en años anteriores y contribuyeron con entusiasmo y dedicación al crecimiento de la temática en la Facultad y en transfieren la capacitación en sus ámbitos de trabajo, tanto académicos como profesionales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

de Schiller, S. (2006) Docencia, Investigación, Transferencia, en Edificios Bioclimáticos en los Países de Ibero América, Editor H. Goncalves, INETI, Lisboa.

de Schiller, S. (2008) Desafío al diseño, SCALAE, Edición Argentina.

de Schiller, S., Evans, J. M., Labeur, A., y Delbene, C. (2001) Relevancia de Proyectos Demostrativos de Bajo Impacto Ambiental y Eficiencia Energética, Anais ENCAC 2001, San Pedro, San Pablo, Brasil, 2001.

de Schiller, S., Gomes da Silva, V., Goijberg, N. y Treviño, C. (2003), Sustainable Building: implementation in the Latin American context, en PLEA 2003, Santiago

Evans, J. M. (2001), Evaluador Energético: método de verificación del comportamiento energético y ambiental de viviendas, en AVERMA, Vol.5, No 2, INENCO, Salta.

Evans, J. M. (2004) Clean Development Mechanism for building: potential in different climatic regions of Argentina, en PLEA 2005, Technical University Eindhoven.

Evans, J. M. y de Schiller, S. (1996), Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar, Ediciones Previas, EUDEBA, Buenos Aires.

Evans, Julian y de Schiller, Silvia (2005a) Sustainable building in architectural training and education, SB05Tokyo Proceedings, págs. 2310-2315, Tokyo, 2005.

Evans, Julian y de Schiller, Silvia, (2005b) Técnicas de simulación en laboratorio en el proceso de de diseño para la calificación de sustentabilidad en arquitectura, en ENCAC 2005, ANTAC, Maceió.

Evans, Julian (2010) Sustentabilidad en Arquitectura, Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo, Buenos Aires.

IRAM (2010) Norma IRAM 11.900, Etiquetado de eficiencia energética de envolventes en invierno, Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Buenos Aires.

IRAM (1998) Norma IRAM 11.603, Zonificación Bioambiental de la República Argentina, Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Buenos Aires.