

## **LOS ANTECESORES DE LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA EN LA ARGENTINA. EVALUACIÓN DE TRES EJEMPLOS RELEVANTES.**

**Elías Rosenfeld<sup>1</sup>, Gustavo San Juan<sup>1</sup>, Carlos Discoli<sup>1</sup>, Luciano Dicroce<sup>2</sup>, Bárbara Brea<sup>2</sup>, Mariana Melchiori<sup>2</sup>.**

IDEHAB, Instituto de Estudios del Hábitat, UI N° 2, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata Calle 47 N°162. CC 478 (1900) La Plata. Tel-fax: + 54 (221) 423-6587 / 90 int 254  
e-mail: [litorosenfeld@yahoo.com.ar](mailto:litorosenfeld@yahoo.com.ar), [gustavosanjuan60@hotmail.com](mailto:gustavosanjuan60@hotmail.com), [discoli@rocketmail.com](mailto:discoli@rocketmail.com).

**RESUMEN** Se expone sobre la importancia de la producción de edificios protobioclimáticos en la obra de destacados arquitectos del movimiento moderno en la Argentina. Se seleccionaron tres ejemplos relevantes y se los evaluó utilizando el instrumental del laboratorio LAMBDA y de la Unidad N°2 del IDEHAB. Se estudia según el caso el asoleamiento, la iluminación natural, la ventilación y los resultados de un balance térmico estacionario.

Se exponen los resultados y se extraen conclusiones sobre la importancia y el grado de error del aporte de este tipo de producción basada en la intuición y en pautas de diseño generales.

**Palabras Clave:** Arquitectura bioclimática, protobioclimatismo, antecesores bioclimáticos.

### **1. INTRODUCCIÓN**

En la década del 30 algunos de los más destacados arquitectos modernos como Walter Gropius y Le Corbusier incorporaron en su producción los estudios de asoleamiento. En el mismo tiempo aparecieron en diversos países diagramas solares y herramientas específicas como las Tablas de Insolación, los diagramas heliotransportadores y el heliodón. Elementos similares se produjeron en Argentina. En la década del '40 son notorios los trabajos de E. De Lorenzi, W. Acosta, J. Servetti Reeves, J. Borgato y E. Tedeschi. (Liernur y Aliata, 2004a). Aparecen también manuales sobre la relación en el clima y la arquitectura. Es notorio el libro de J. E. Aronin (Liernur y Aliata, 2004b).

En 1932 J.F. Keck en EEUU, construyó sus primeras casas solares, en ese mismo año en Buenos Aires Wladimiro Acosta comenzó sus proyectos y artículos pioneros. En la década posterior, F. Beretervide, E. Sacriste, A. Williams y E. Tedeschi producen obras o proyectos notables que pueden inscribirse en una orientación "protobioclimática". Si bien fueron realizados con rigurosidad y gran intuición, no recurrieron a las técnicas de predicción del comportamiento helioenergético. Cabe plantear en consecuencia una evaluación científica de su comportamiento. Si podemos responder con cierta aproximación al interrogante ¿Cuán bioclimáticos son los edificios protobioclimáticos?, podremos evaluar la importancia en términos de habitabilidad y ahorro de energía de las pautas generales de difusión amplia.

En este trabajo hemos tomado tres obras de entre las más reconocidas:

1. Escuela rural en la Estancia "La Dulce", Suipacha, Provincia de Buenos Aires, 1943-44. Arq. Eduardo Sacriste.
2. Casa en la Falda, Provincia de Córdoba, 1930-40. Arq. Wladimiro Acosta.
3. Hospital en Mburucuyá, Provincia de Corrientes, 1948-53. Arq. Amancio Williams.

### **2. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

Se exponen los métodos, técnicas e instrumental con los cuales se realizó la evaluación de los tres casos en estudio. En la actualidad se cuenta con herramientas accesibles y de precisión que apoyan el proceso de diseño y el diagnóstico del comportamiento de edificios existentes (pos-ocupación). Su implementación temprana otorga la posibilidad de contar con productos arquitectónicos más ajustados a las condicionantes de implantación, a una correcta situación de confort, y a un eficiente desempeño de la tecnología para la eficiencia energética global.

Se analizó para cada proyecto las características del lugar a partir de la Regionalización Bioambiental con sus condicionantes (Norma IRAM 11603) y las estrategias adoptadas por lo diseñado como denominador común: el asoleamiento y el control solar. También se analizaron otras variables significativas según cada proyecto, como niveles de iluminación natural, condiciones de ventilación y demanda térmica por medio del balance estacionario. A continuación se describen las metodologías realizadas para cada una de las variables analizadas:

i *Asoleamiento y control solar:* Se utilizó para tal fin un heliodón, el cual posibilita mediante modelos a escala, estudiar la incidencia solar, visualizando las sombras permanentes proyectadas en el contexto, las propias, y las interiores. Se utilizaron maquetas en escala: 1:50 y 1:250. Se adoptaron las latitudes correspondientes simulándose en los equinoccios de verano e invierno en las entre las 8 y las 16hs. Además se estudiaron las sombras en maquetas virtuales de visualización dinámica, tanto exterior como interior.

---

<sup>1</sup> Investigador CONICET

<sup>2</sup> Alumnos avanzados de Arquitectura, Taller 8, FAU, UNLP.

ii. Para el estudio climatológico del lugar, la geometría solar y situación de confort se utilizaron: cartas cilíndricas y polares, rosa de viento con frecuencias y velocidades, diagramas bioclimático de Givoni y Olgay.

iii. *Iluminación natural:* Estudio realizado en las aulas de la Escuela Rural, por ser un factor relevante para la función “estudio” y una de las principales búsquedas del proyectista. Se utilizó el cielo artificial registrándose en maquetas escala 1:20 la iluminancia interior (Lux). La medición se realizó a partir de una grilla en planta de 0,80 x 0,80m, con luxímetros a escala 1:20 (LI-COR LI250). Se calcularon punto a punto los coeficientes de luz diurna ( $CLD = (I_{int} / I_{ext}) \cdot 100$ ) y se los graficó en planilla excel.

iv. *Viento:* Variable analizada en el Hospital en Mburucuyá, ya que la ventilación cruzada que se produciría en el doble techo, es de gran importancia para el funcionamiento global de la estructura. Se utilizó un túnel de viento de flujo laminar y modelos a escala, donde se evaluó en forma cualitativa, según la orientación correspondiente el comportamiento edilicio frente a la acción del fluido.

v. *Calidad térmica edilia y consumo energético:* Variable analizada en Casa en La Falda, dado que el confort térmico es una de las principales funciones del edificio. Se utilizó un balance térmico de invierno con lo cual obtener los indicadores de calidad térmica de la envolvente, coeficiente volumétrico de pérdidas térmicas (G) y potencia de calefacción, en función de la realidad arquitectónica y las características climáticas del sitio de implementación.

### 3. DESARROLLO

#### 3.1 ESCUELA RURAL. Latitud: 34°46' Sur, Zona Bioambiental 3a Templada Cálida.

Autor: Eduardo Sacriste.

Este edificio esta situado en una zona suburbana y se desarrolla en forma de “T”, generando un patio principal hacia la mejor orientación, y otro de servicio. El programa responde a una escuela compuesta por dos aulas con sus depósitos, dos dormitorios para maestros y una cocina-comedor que conforman la parte cerrada del edificio, mas un Salón de usos múltiples (SUM) semicubierto. En el sector de aulas la envolvente presenta generosas aberturas al Este que suman los 15,64m<sup>2</sup> y la fachada Oeste esta protegida por una profunda galería. Las aberturas al Sur son mínimas. El SUM está abierto generosamente al Norte, protegido del sol de verano por un trillage de madera y al Oeste por un sector de servicios. La cubierta es una losa de hormigón con ceniza volcánica relación 1:8, y los muros de la parte cerrada son dobles de 0,15m con cámara de aire intermedia mejorando el comportamiento térmico del edificio.

Teniendo en cuenta la zona bioambiental los diagramas de confort de Givoni y Olgay que se muestran en la Figura 1, indican que durante un buen período del año se está en confort y el resto sólo requiere sistemas pasivos, por lo que puede deducirse que las estrategias de ganancia directa, ventilación cruzada, sombreado y aislamiento térmico son los adecuados.

En cuanto al asoleamiento se realizaron estudios para las estaciones criticas. Las Figuras 2 y 4 muestran la trayectoria de luz y de sombra para invierno se verifica un asoleamiento correcto, tanto en las aulas orientadas al Este como en el patio y el SUM. En el verano, como se ve en las Figuras 3 y 5, el sombreado protege todos los espacios habitables pero debe tenerse en cuenta que en esta estación el establecimiento funciona parcialmente ya que se encuentra en receso escolar.

El estudio de iluminación natural representado en la Figura 6, muestra niveles muy buenos, siendo los más desfavorecidos los espacios residuales alejados de las ventanas, pero que igualmente cumplen con los estándares aceptados (2% al 5%) para iluminación en aulas según Norma (IRAM, Norma AADL J20-04, 1974; Norma AADL J20-02, 1966; Norma AADL J20-03, 1970). Analizando se observa que existen importantes gradientes generando problemas de contraste y deslumbramiento, situaciones que pueden solucionarse por medios de dispositivos de control solar (British Standards Institution, 1982; Commission Of The European Communities, 1993; Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, 1997).

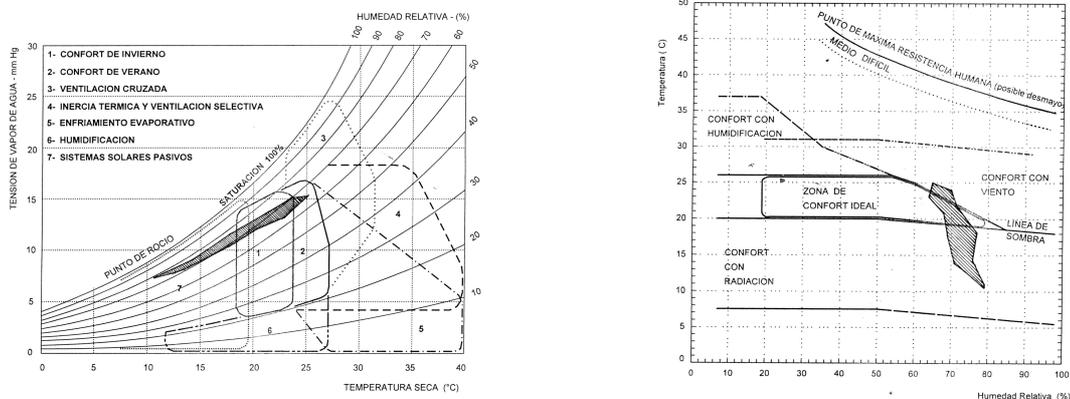


Figura 1 : Diagramas Givoni- Olgay

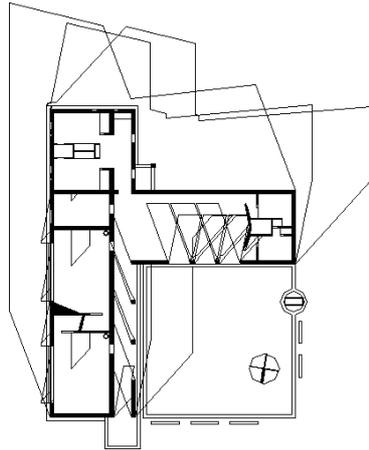


Figura 2: Asoleamiento 21 de Junio:10,12,14 Hs

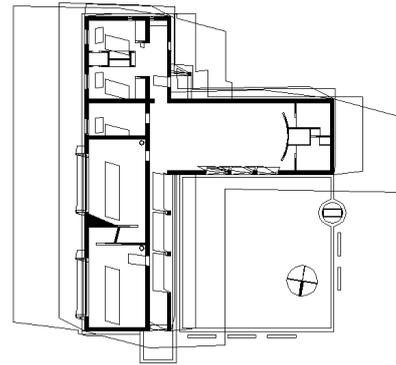


Figura 3 :Asoleamiento 21 de Diciembre:08,10,12,14,16 Hs

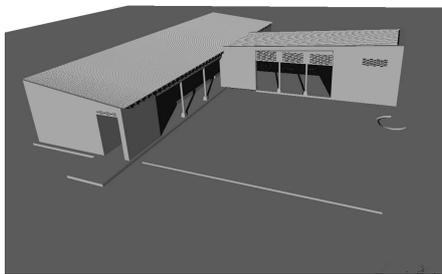


Figura 4 : Maqueta virtual 21 de Junio: 14 Hs

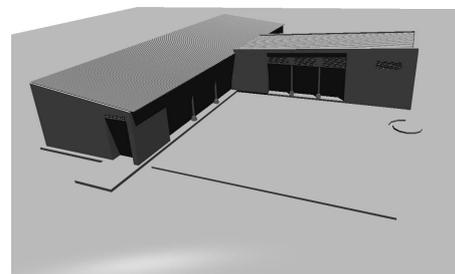


Figura 5 : Maqueta virtual 21 de Diciembre: 13 Hs

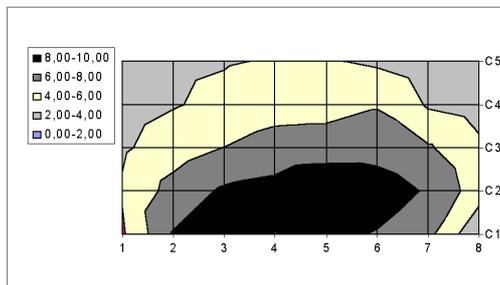


Figura 6: Estudio de iluminación natural en el cielo artificial.

En síntesis, puede afirmarse que se han logrado niveles de bioclimatismo apropiados al destino del edificio y a las técnicas de proyecto utilizadas

**3.2 CASA EN LA FALDA. Latitud: 31°24' Sur, Entre Zona Bioambiental 2a y 3a Calida y Templada Cálida. Autor: Wladimiro Acosta**

Se trata de una casa de vacaciones en las sierras de Córdoba, de tipo compacta, para un matrimonio con 2 hijos, y eventualmente huéspedes edificadas sobre un extenso terreno. La planta baja contiene todo el sector social, cocina y dependencias y la planta alta el sector privado. La entrada, el living y un sector de hogar abren francamente al Norte con aberturas que suman los 22,32 m², el comedor al Este y la cocina y dependencias cierran los sectores Sur y Oeste. En la planta alta todos los dormitorios se orientan al Norte con aberturas que suman 18,75 m², se cierra al Oeste y al Este y el Sur está protegido por pasillos y un estudio.

Toda la orientación Norte cuenta con una losa-visera con una abertura rectangular que sobrepasa la altura de la terraza del piso superior, cuidadosamente calculada, con el fin de proteger el sol de verano y permitir la entrada del mismo en invierno. Estos aspectos del edificio han sido estudiados previamente (Kozak, Koffsmom y Fernández, 1999).

En este caso los diagramas de Givoni y Olgyay de la Figura 7 demuestran que las estrategias implementadas para la zona bioambiental son adecuadas. Se verifica que el asoleamiento responde a los requerimientos necesarios, como grafican las figuras 08 a 11 y denota que se realizó un cuidadoso estudio de este aspecto.

Habiéndose realizado un balance térmico estacionario de invierno, sintetizado en la Figura 12, se aprecia que se requeriría una demanda de calefacción adicional de 29179 kcal/h. El valor obtenido esta dentro del orden habitual dado las características constructivas y la volumetría del edificio. A efectos de establecer un indicador, se calcula en coeficiente global de pérdidas G obteniendo un valor de 2,01 watts/ m<sup>3</sup>/°C. El mismo representa un valor relativamente bueno en comparación a tipologías con volumetría y exposiciones equivalentes. Debe tenerse en cuenta que estos valores contienen un margen de error importante dada la escasa información sobre los materiales y detalles constructivos.

En síntesis, estamos frente a una obra protobioclimática correcta y de valor teniendo en cuenta los medios instrumentales utilizados.

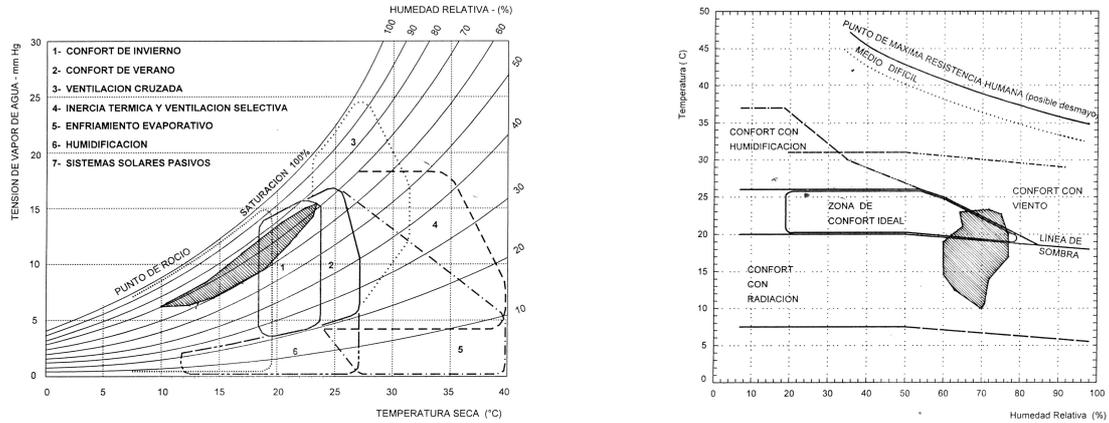


Figura 7: Diagramas Givoni- Olgyay

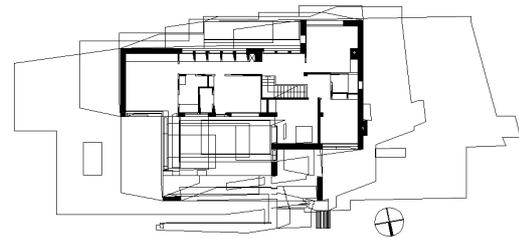
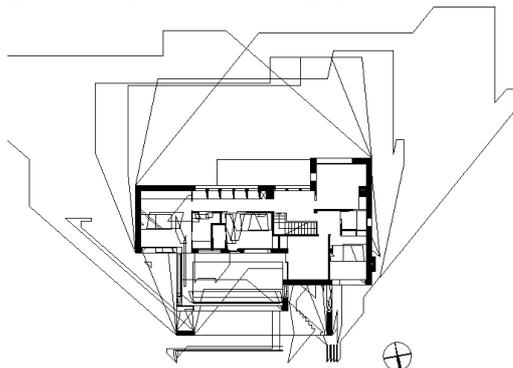


Figura 8: Asoleamiento 21 de Junio: 09,11,12,13,15 Hs

Figura 9: Asoleamiento 21 de Dic:08,10,12,14,16 Hs

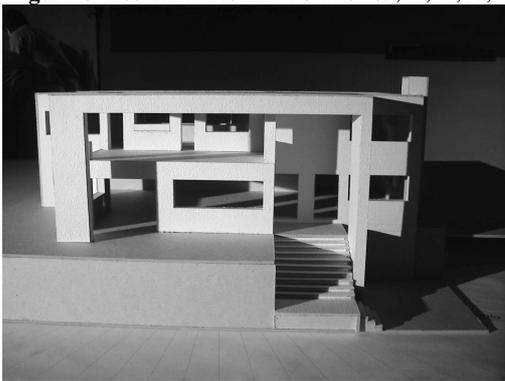


Figura 10: Heliodón 21 de Junio: 10 Hs

Figura 11: Heliodón 21 de Diciembre:14 Hs

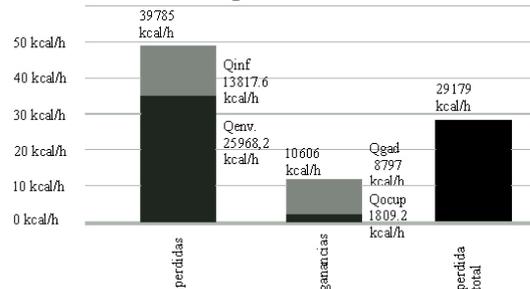


Figura 12: Gráfico síntesis del Balance Térmico

**3.3. HOSPITAL EN MBURUCUYA. Latitud: 28°01' Sur, Zona Bioambiental 1b Muy Calida.**

**Autor: Amancio Williams.**

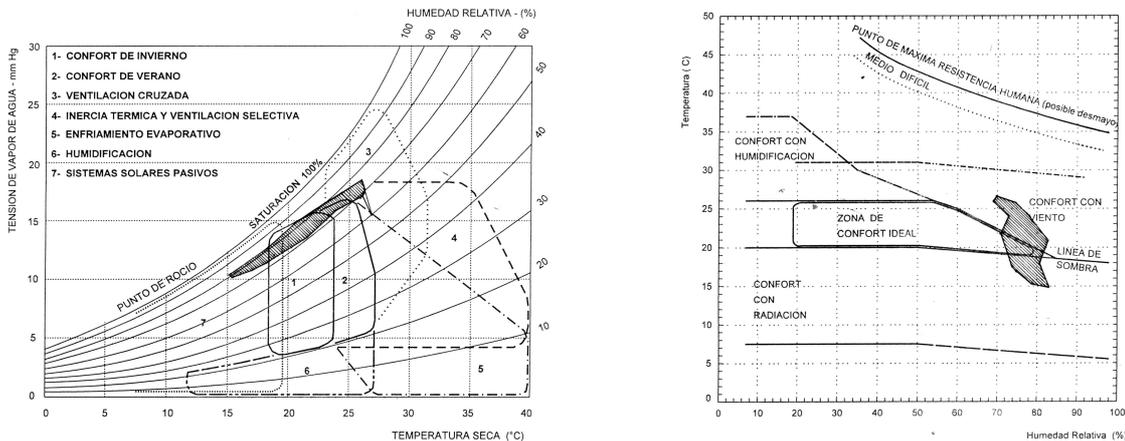
Se trata de uno de tres hospitales proyectados para la provincia de Corrientes entre 1948 y 1953 encomendados por el Ministerio de Salud Pública de la Nación, que lamentablemente nunca fueron construidos, pero cuyas ideas proyectuales han tenido una amplia influencia y repercusión tanto en la Argentina como a nivel internacional.

El proyecto con el objeto de evitar circulaciones mecánicas el proyecto se desarrolla en planta baja. Este apela a un sistema de doble techo. Uno inferior que alberga zonas de internación, servicios y las partes cerradas del edificio de poco espesor, que posibilita la iluminación y ventilación cenital. Y uno superior formado por bóvedas cáscara tipo paraguas de mínimo espesor que sombrea y refresca a todo el complejo así como a lugares de esparcimiento, conferencias y estacionamientos al aire libre, respondiendo al clima subtropical con fuertes lluvias donde se localiza. Según el autor, el asoleamiento fue objeto de especial atención, así en algunas zonas las bóvedas fueron suprimidas para permitir la iluminación cenital mientras que otras recibían el sol por aventanamiento lateral. En colaboración con técnicos argentinos y holandeses se calculó la intensidad luminosa necesaria en todos los lugares, deduciéndose de ella la abertura correspondiente en las ventanas y el techo.

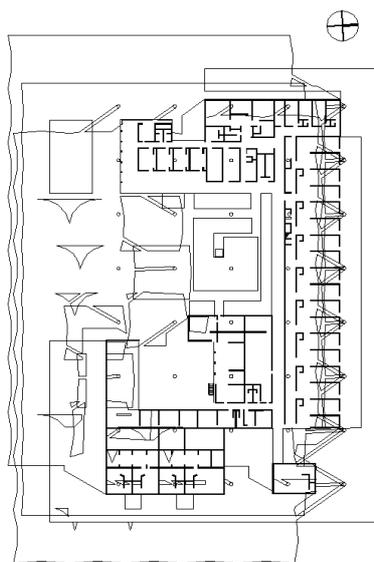
Para este clima los diagramas de Givoni y Olgay, realizados en la Figura 13, verifican que las estrategias fueron adecuadas para el proyecto. En cuanto al análisis de asoleamiento, Figuras 14 a 17, indica un comportamiento correcto en invierno y verano. Se destaca la insolación del sector de internación en el primer caso y la total protección solar en el segundo.

Con respecto a la ventilación cruzada, estrategia significativa para esta zona bioambiental, la Figura 18 muestra que se producen corrientes de aire en la cámara virtual conformada entre ambos techos, intensificado por la succión del mismo en las zonas sin bóvedas.

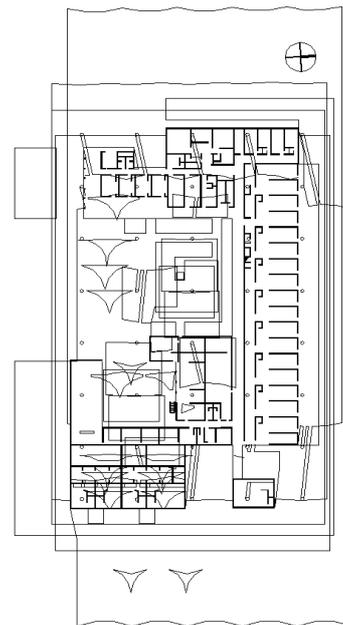
En síntesis, se puede concluir que el proyecto hubiera funcionado en condiciones adecuadas al clima riguroso del lugar.



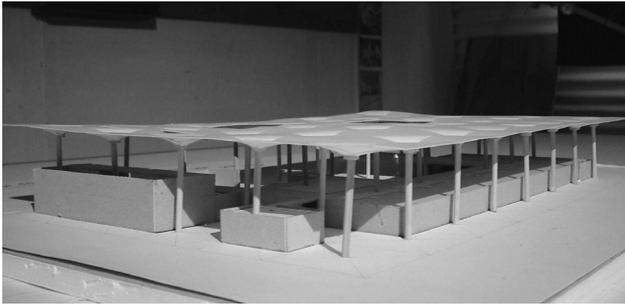
**Figura 13: Diagramas Givoni- Olgay**



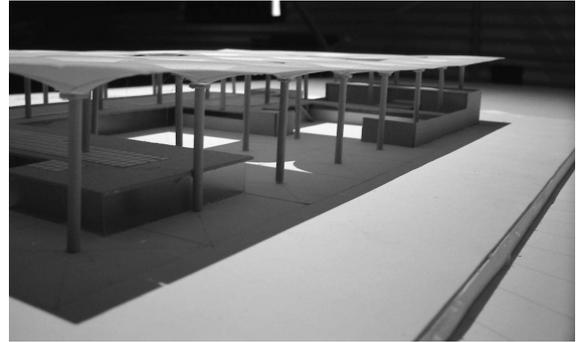
**Figura 14: Asoleamiento 21 de Junio: 10,12,14 Hs**



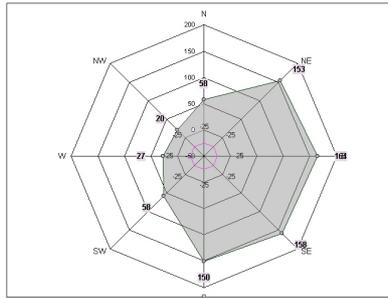
**Figura 15: Asoleamiento 21 de Dic: 08,10,12,14,16 Hs**



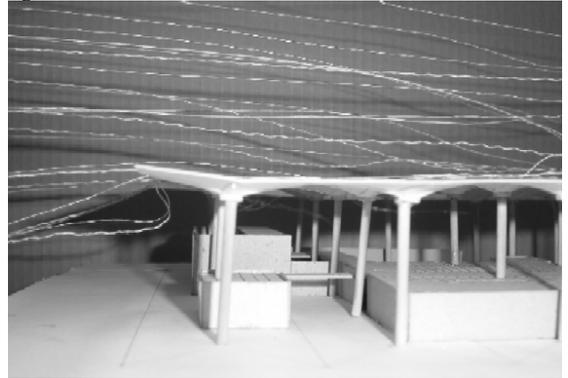
**Figura 16:** Heliodón 21 de Junio: 10 Hs



**Figura 17:** Heliodón 21 de Diciembre: 12 Hs



**Figura 18:** Análisis de ventilación en el túnel de vientos.



#### 4. CONCLUSIONES

Los tres proyectos estudiados presentan un comportamiento bioclimático de buena performance. Si tenemos en cuenta las técnicas proyectuales y de dimensionamiento utilizadas, los datos sugieren que algunos edificios protobioclimáticos pueden asimilarse a los buenos ejemplares diseñados y calculados con métodos más rigurosos.

Los autores estiman que debiera realizarse un estudio de muchos más casos para inferir si los aspectos proyectuales generales son suficientes para lograr una producción edilicia eficiente dado el punto de vista de la habitabilidad y la eficiencia energética.

#### 5. REFERENCIAS.

- Liernur, J. F. Aliata, F. (2004 a). Voz. "Asoleamiento" en "Diccionario de Arquitectura en la Argentina". Vol "a-b", Ed. Clarín, Bs. As, Pág 84-86.
- Liernur, J. F. Aliata, F. (2004 b). Voz. "Bioclimática" en "Diccionario de Arquitectura en la Argentina". Vol "a-b", Ed. Clarín, Bs As, Pág 157-162.
- Kozak, D. Koffsmom, E. Fernández, A (1999). "Wladimiro Acosta y el sistema Helios. Estudios de casos: viviendas unifamiliares en La Falda, Córdoba y Bahía Blanca, Buenos Aires. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 3. Nro.1. Pág 05.33 - 05.36.
- British Standards Institution. (1982). Draft for Development. Basic Data for the Design of Buildings: Daylight. DD 73: 1982.
- Commission Of The European Communities (1993). Directorate-General XII for Science, Research and Development Daylighting in Architecture. A European Handbook. Bruselas y Luxemburgo.
- IRAM. (1974) Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Norma AADL J20-04. Iluminación en escuelas. Características. (1966) Norma AADL J20-02. Iluminación natural en edificios. Condiciones generales y requisitos especiales. (1970). Norma AADL J20-03. Iluminación natural de edificios. Métodos de determinación. MCEN.
- Ministerio de Cultura y Educación de la Nación (1997) "Criterios y Normativa Básica de Arquitectura Escolar". Buenos Aires.

#### ABSTRACT.

This paper exposes the importance of proto-bioclimate buildings production corresponding to prominent modern movement architects in Argentina. We selected three outstanding examples that have been evaluated using instrumental that belongs to LAMBDA and IDEHAB investigation unit 2 laboratory. Sunning, natural illumination and ventilation have been studied according to the case and also the results of a stationary termic balance.

The results and conclusions obtained about the importance and error degree of this kind of contribution based in intuition and general design principles are shown.

**Keywords:** Bioclimatic architecture, proto-bioclimate, bioclimatic preceding