

Edificios proto-bioclimaticos en la Argentina: tres ejemplos relevantes

Proto-bioclimate buildings in Argentina: three relevant examples

Elías Rosenfeld
Gustavo San Juan
Carlos Discoli
Luciano Dicroce
Bárbara Brea
Mariana Melchiori

Elías Rosenfeld
Facultad de Arquitectura y
Urbanismo
Universidad Nacional de La Plata
Calle 47 N° 162, CC 478. Tel/fax
+54-0221-4236587/90 int. 254
La Plata (1900)
E-mail:
litorosenfeld@yahoo.com.ar

Gustavo San Juan
Facultad de Arquitectura y
Urbanismo
Universidad Nacional de La Plata
E-mail:
gustavosanjuan60@hotmail.com

Carlos Discoli
Laboratorio de Modelos y Diseño
Ambiental
Universidad Nacional de La Plata
E-mail:
lambda@arqui.farulp.unlp.edu.ar

Luciano Dicroce
Laboratorio de Modelos y Diseño
Ambiental
Universidad Nacional de La Plata

Bárbara Brea
Laboratorio de Modelos y Diseño
Ambiental
Universidad Nacional de La Plata

Mariana Melchiori
Laboratorio de Modelos y Diseño
Ambiental
Universidad Nacional de La Plata

Recebido em 25/01/07
Aceito em 28/08/07

Resumen

Se expone sobre la importancia de la producción de edificios proto-bioclimáticos 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 (Laboratorio de Modelos y Diseño Ambiental) y de la Unidad N° 2 del IDEHAB (Instituto de Estudios del Hábitat). Se estudia según el caso el asoleamiento, la iluminación natural, la ventilación y las condiciones térmicas a partir 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.

Palavras chave: Conforto térmico. Edifícios proto-bioclimáticos. Arquitetura moderna.

Abstract

This paper discusses the importance of producing proto-bioclimate buildings in the work of prominent architects from the modernism movement in Argentina. Three outstanding examples were selected and these were evaluated using equipment from LAMBDA (Models and Environmental Design Laboratory) and UI 2-IDEHAB (Habitat Research Institute). Solar access, day-lighting and ventilation were investigated, according to the case, and also the thermal conditions based on a stationary thermal balance. The results and conclusions are concerned with the importance and error degree of this kind of production, based on intuition and general design principles.

Keywords: Thermal comfort. Proto-bioclimate buildings. Modern architecture.

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. (ROSENFELD *et al.* *apud* LIERNUR; ALIATA, 2004a; LIERNUR, ALIATA, 2004b). Aparecen también manuales sobre la relación entre el clima y la arquitectura. Es notorio el libro de J. E. Aronin (ARONIN, 1953). En 1932 J.F. Keck en construyó en EE. UU. sus primeras casas solares y en ese mismo año en Buenos Aires W. Acosta comenzó sus proyectos y artículos pioneros. En la década posterior, F. Beretervide, E. Sacriste, A. Williams y E. Tedeschi produjeron obras o proyectos notables que pueden inscribirse en una orientación "proto-bioclimática".

Por ejemplo, en 1932 Wladimiro Acosta (1900-1967) "inventó" el sistema *Helios*, un conjunto de losa-visera y parantes verticales que resolvían la orientación, la protección solar y el acondicionamiento térmico, en la línea de la arquitectura climática y de la obra de algunos maestros europeos. Este sistema lo utilizó en sus obras de los años 1930-1960, y lo difundió tanto en el país como en el exterior. En su primer libro *Vivienda y Ciudad* (ACOSTA, 1947) muestra proyectos y dedica dos capítulos anticipatorios a los problemas ambientales *El clima urbano* y *Eliminación de los residuos volátiles de la atmósfera urbana*, este último en colaboración con el Dr. Fernando Rusquellas, higienista y químico. En el libro *Vivienda y Clima* (ACOSTA, 1984) se encuentran numerosas obras *proto-bioclimáticas*: se aprecia la apertura hacia las orientaciones Norte, la minimización hacia el Sur, la disposición de cocinas y baños como espacios-tapón. Buenos ejemplos son las casas en Villa del Parque y calle Pampa (Capital Federal), La Falda (Córdoba), Rosario (Santa Fé), Bahía Blanca (Buenos Aires) y Punta del Este (Uruguay).

Un caso interesante es el conjunto de viviendas para la Cooperativa del Hogar Obrero (1942-51) en Capital Federal de Fermín Beretervide (1899-1979) quien realiza el concurso junto con Wladimiro Acosta. Se encuentran respuestas al

asoleamiento, la respuesta al clima, la calidad arquitectónica y la inserción urbana. (MOLINA; VEDIA, 1997).

Otro importante precursor en nuestro país fue Eduardo Sacriste (1905-1999), conocedor de los climas del país, de las pautas bioclimáticas de diseño y uso del espacio interior-exterior, el oscurecimiento, el patio y la galería. Plasmó la afirmación de que la "forma es el resultado del clima dominante en un lugar" y que "a climas iguales corresponderán arquitecturas similares". Numerosos ejemplos interesantes de su producción lo verifican: La escuela rural N° 187 (1943-44), en Estancia *La Dulce*, Suipacha, Provincia de Buenos Aires (clima templado), contiene en un elegante organismo, notables aciertos como el patio-galería, los faldones filtros luz-aire, los materiales locales, el techado aislado térmicamente con ceniza volcánica. La escuela primaria en Barrio Jardín (1946-47), en sociedad con Horacio Caminos, en San Miguel de Tucumán (clima subtropical), la cual basa su acondicionamiento interior-exterior en el juego de ganancias-protecciones solares y ventilación según los períodos anuales. La Casa Di Lella, calle 25 de mayo 683 (1948-50) y la Casa Schujman, calle Santiago 751 (1950-51), también en S.M. de Tucumán, plantean el control de la luz y la ventilación, recibiendo únicamente la luz del Norte a través de parasoles graduables en lo alto de espacios de doble o triple altura. El Hospital del Niño Jesús, Pasaje Hungría 750, en la misma ciudad, también con Caminos, plantea hacia el Norte una gran galería-sala de espera abierta, un fresco espacio de sombra para el público. La Casa Torres Possé (1956-58) en Taff del Valle y la Casa García (1964-66), en San Javier, ambas en el interior tucumano, recurren a los materiales del lugar y techumbres aisladas con tierra y pasto. (SACRISTE, 1985; NET, 1994; NUESTRA ARQUITECTURA, 1995)

Entre 1948 y 1953 Amancio Williams (1913-1989) realiza los proyectos para tres hospitales en Mburucuyá, Curuzú-Cuatiá y Esquina en la provincia de Corrientes (clima subtropical), los cuales no se construyeron. Sin embargo su diseño anticipatorio y potente abre un campo de desarrollos en nuestra arquitectura. El diseño arquitectónico se basó en una cubierta alta compuesta por una malla de bóvedas cáscara de planta cuadrada y columnas centrales huecas. Se configura un techo bastante elevado, que provee sombra y protección pluvial. Por debajo, los distintos ámbitos se resuelven como edificios techados, con ventilación e iluminación cenital,

dispuestos en una trama abierta. Se estudió cuidadosamente el asoleamiento posibilitando el conjunto flexibilidad y crecimiento funcional, creándose un microclima acondicionado naturalmente. (WILLIAMS, 1990)

Entre los años '50 -'60 se generaliza en la Argentina el cuidado de las orientaciones, la búsqueda de asoleamiento y protección solar y la ventilación cruzada. Entre las primeras obras destacables se pueden mencionar dos casas de Enrico Tedeschi (1910-1978), el cual construye con piedra del lugar en 1950 su casa de veraneo en Tafí del Valle, provincia de Mendoza, lugar alto y fresco en verano. Más tarde construye su propia vivienda (1954), en calle Clark 445, con clara postura de "casa solar". (TEDESCHI, 1976; WAISMAN, 1961; LELIO, 1980)

Hacia fines de 1954 aparece un artículo científico precursor: Bosquejo bioclimático de la República Argentina, publicado en la revista Meteoros por Demetrio Brazol, de la Dirección de Investigaciones Meteorológicas e Instrucción del Servicio Meteorológico Nacional (BRAZOL, 1951; 1954). Se basa en diez años de observaciones de 103 estaciones y presenta datos para 50 localidades representativas y mapas de isocronas. El mismo autor había publicado otro artículo sobre La temperatura biológica óptima en el que afirma que la sensación de bienestar climático es universal. Cabe mencionar que los mapas de regiones bioclimáticas con fines agroclimáticos son muy anteriores, por ejemplo el de EE. UU fue realizado por Merriam en 1894.

En 1957 se registran tres hechos relevantes hacia el camino de la arquitectura Bioclimática. Por un lado en un concurso para estudiantes sobre ideas para viviendas de clase media Nuestra Arquitectura-Fulget, gana el proyecto de Juan Carlos Taiano y Horacio Grosso con una propuesta de "casa chorizo", incorporando los olvidados patios coloniales protegidos en invierno y frescos en verano, planteando integrar el pasado con el presente, las necesidades, las costumbres y el clima. En el mismo año en el llamado al Primer Congreso Argentino de Planeamiento y Vivienda se incluye como primer punto del temario: "Estudios climáticos regionales. Su influencia sobre el individuo". Finalmente y como producto de un concurso nacional, el Hotel de Turismo en El Dorado, provincia de Misiones, (clima cálido húmedo), de Bernardo Sigal, Víctor Sigal, César A. Vapñarsky y Marcos Winograd, logrando una propuesta arquitectónica alrededor de un patio central con acceso a las habitaciones a través de galerías abiertas (SIGAL, 1963). El organismo se estructuró mediante seis estructuras-paraguas altas de madera, que sombrean el patio central y

posibilitan la ventilación de los ámbitos cerrados, lográndose el confort en todo el conjunto mediante un bello diseño sin aditamentos.

En la década de los '60 aparecen algunas obras significativas del bioclimático temprano. Así el Hotel de Turismo en Curuzú-Cuatiá, Corrientes, (1962-63) de Ludovico Koppmann y Sergio Lubavsky, quienes plantean "jugar adecuadamente frente al medio en cuanto se relaciona con el factor climático". Se logra el confort en todas las estaciones "sin aparatos" mediante el "estudio prolijo" del organismo arquitectónico a partir de un basamento y prisma rectangular de tres niveles altos, cuyas fachadas Sur-Norte, logran ganancia solar directa (GAD), protección y ventilación cruzada. Se puede mencionar también el Hotel de Turismo en la provincia de Formosa (1968) de Sergio Benítez Femenia, José L. Bacigalupo, Juan M. Cáceres Monié, Alfredo L. Guidali, Juan Kurchan, Jorge O. Riopedre y Héctor Ugarte, y el Motel en Lozano, provincia de Jujuy, de Enrique Alvarez Claros.

Si bien estos ejemplos 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 para responder con cierta aproximación al interrogante ¿Cuán bioclimáticos son los edificios proto-bioclimáticos?. De esta manera podremos evaluar la importancia en términos de habitabilidad y ahorro de energía de las pautas generales de difusión amplia. (AVERMA, 1997-2004; ROSENFELD, 1979)

En este trabajo se han seleccionado tres obras de entre las más reconocidas de este período:

- (a) Escuela rural en la Estancia "La Dulce", Suipacha, Provincia de Buenos Aires, 1943-44. Arq. Eduardo Sacriste;
- (b) Casa en La Falda, Provincia de Córdoba, 1930-40. Arq. Wladimiro Acosta; y
- (c) Hospital en Mburucuyá, Provincia de Corrientes, 1948-53. Arq. Amancio Williams.

Metodología de evaluación

Se exponen los métodos, técnicas e instrumental del laboratorio LAMBDA y de la Unidad N° 2 del

IDEHAB con los cuales se realizó la evaluación de los tres casos en estudio. En la actualidad tanto a nivel nacional como internacional se cuenta con herramientas accesibles y de precisión que aportan tanto al proceso de diseño, como al 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 lograr la eficiencia energética global.

Se analizó para cada proyecto las características Bioambientales a partir de su localización (IRAM 11603. 1996), estableciendo las estrategias básicas adoptadas por cada proyectista. En este contexto se profundizaron en los tres proyectos las estrategias de asoleamiento y control solar. En los casos que correspondió se analizaron otras variables significativas. Dadas las características de cada proyecto, se profundizó en los niveles de iluminación natural, condiciones de ventilación y demanda térmica por medio de un balance térmico estacionario. En cada situación se tuvo en cuenta:

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 modelos en escala: 1:50 y 1: 250. Se adoptaron las latitudes correspondientes simulándose en los solsticios de verano e invierno en las entre las 8 y las 16hs. Además se estudiaron las sombras en maquetas virtuales (tipo Auto-CAD – 3d Studio max) de visualización dinámica, tanto exterior como interior.

Se analizaron las características climatológicas del lugar, la geometría solar y la situación de confort. Para tal fin se utilizaron: cartas cilíndricas y polares, rosa de los vientos con frecuencias y velocidades (Servicio Meteorológico Nacional), diagrama bioclimático de Givoni (GIVONI, 1969) y climograma de Olgyay (OLGYAY; OLGAY, 1957).

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 la iluminancia interior (Lux) en maquetas escala 1:20. 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. (SAN JUAN *et al.*, 2001; Normas IRAM; BSI, 1982)

Viento: variable analizada particularmente en el Hospital en Mburucuyá, ya que la ventilación cruzada fue una de las estrategias principales utilizada por el proyectista, a partir de la

utilización de un doble techo calado 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 realizó la evaluación en forma cualitativa según la orientación correspondiente, del comportamiento edilicio frente a la acción del fluido.

Calidad térmica edilicia y consumo energético: variable analizada en la Casa de La Falda, dado que el confort térmico es una de las principales funciones del edificio. Se utilizó un balance térmico de invierno en estado estacionario, con lo cual se obtuvieron los indicadores de calidad térmica de la envolvente, coeficiente volumétrico de pérdidas térmicas (G) y potencia de calefacción (kcal/h) en función de la realidad arquitectónica y las características climáticas del sitio de implantación.

Desarrollo

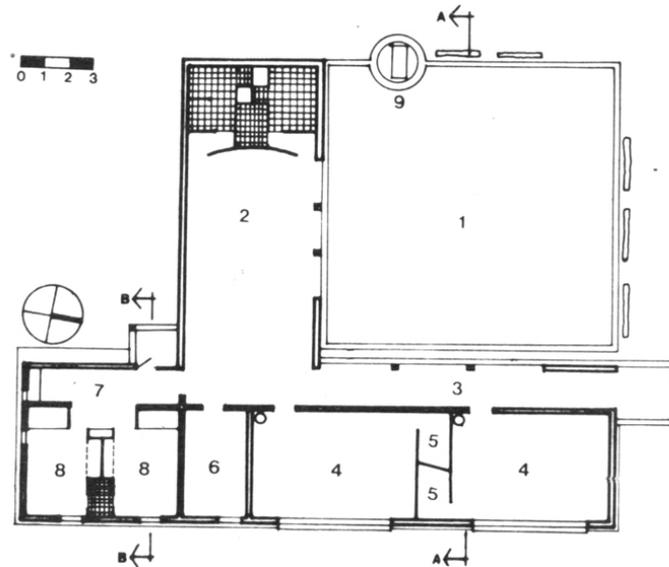
Escuela Rural: Latitud 34° 46' Sur, Zona Bioambiental 3a (Templada Cálida)

Este edificio está situado en una zona suburbana en la provincia de Buenos Aires, y se desarrolla en forma de “T”, generando un patio principal hacia la mejor orientación (N-NO), y otro de servicio (Figuras 1 a 3).

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, más un salón de usos múltiples (SUM), semicubierto.

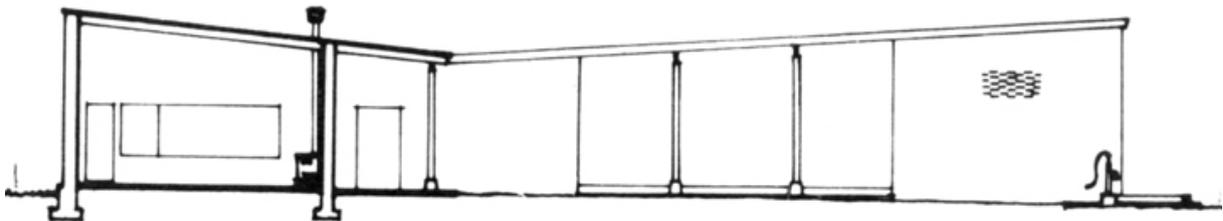
En el sector de aulas la envolvente presenta generosas aberturas al Este (15,64m²), la fachada Oeste está protegida por una profunda galería. Las aberturas al Sur son mínimas. El SUM está abierto generosamente al Norte, protegido del sol de verano por un trillage o enjaretado de madera, y al Oeste por un sector de servicios.

La cubierta es una losa de hormigón con ceniza volcánica en una relación 1:8, y los muros de la parte cerrada son dobles de 0,15m de espesor cada uno, con cámara de aire intermedia mejorando el comportamiento térmico del edificio. En este proyecto se buscó expresadamente hacer una arquitectura criolla, aplicando criterios de la arquitectura moderna. Esta es la primera experiencia sincrética de importancia en la carrera de Eduardo Sacriste.



Leyenda: 1. Patio. 2. Patio cubierto. 3. Galería. 4. Aula. 5. Depósitos. 6. Dirección. 7. Cocina. 8. Dormitorio. 9. Bomba de Agua.
 Fuente: Sacriste, 1985

Figura 1 - Escuela Rural: planta baja



Fuente: Sacriste, 1985

Figura 2 - Escuela Rural: corte A-A



Figura 3 - Escuela Rural: imagen de la obra (estado actual)

Se tuvo en cuenta la zona bioambiental y se trasladaron sus parámetros a los diagramas de confort de Givoni y Olgyay, los que se muestran en la Figura 4. Estos 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, sombreo y aislamiento térmico son los adecuados.

En cuanto al asoleamiento se realizaron estudios para las estaciones críticas. Las Figuras 5 a 8 muestran la trayectoria de luz y de sombra para el período invernal. Se verifica un asoleamiento correcto, tanto en las aulas orientadas al Este como en el patio y el SUM. En el período estival, como se ve en las Figuras 5 y 6, el sombreo 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 interior representado en la Figura 9, muestra niveles muy buenos, siendo los más desfavorecidos los espacios residuales alejados de las ventanas, pero que igualmente cumplen con los estándares aceptados entre el 2% y el 5% para iluminación en aulas según Norma. A partir de este análisis se observa que existen importantes gradientes lumínicos generando problemas de contraste y deslumbramiento, situaciones que pueden solucionarse por la aplicación de dispositivos de difusión de la iluminación natural exterior.

En síntesis, puede afirmarse que se han logrado niveles bioclimáticos apropiados al destino del edificio a partir de las técnicas proyectuales implementadas por el diseñador.

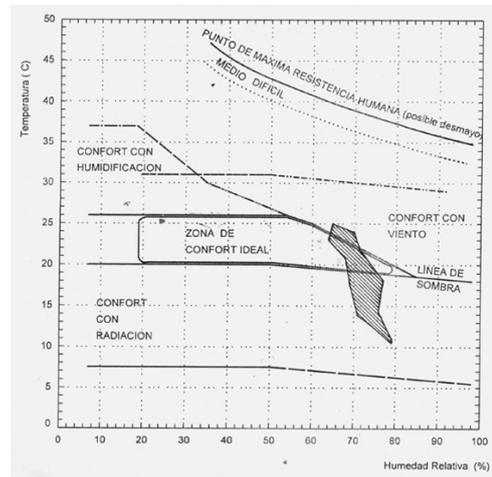
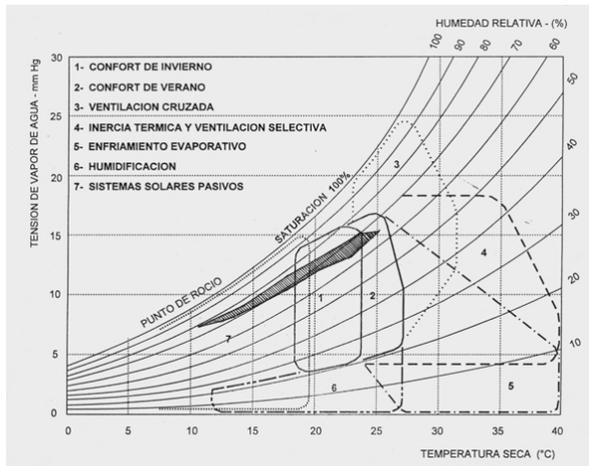


Figura 4 - Escuela Rural: Diagramas de Givoni y Olgyay

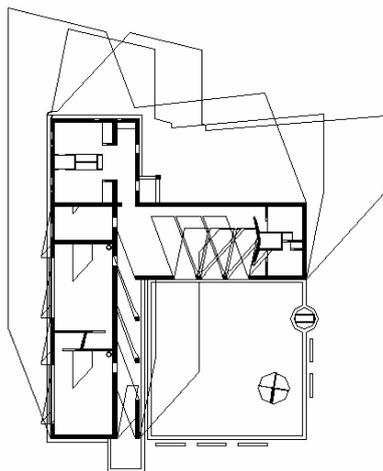


Figura 5 - Escuela Rural: asoleamiento de 21 Junio (10h a 14h)

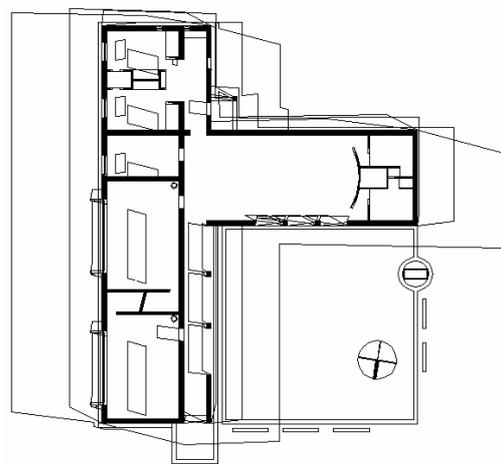


Figura 6 - Escuela Rural: asoleamiento de 21 Diciembre (8h a 16h)

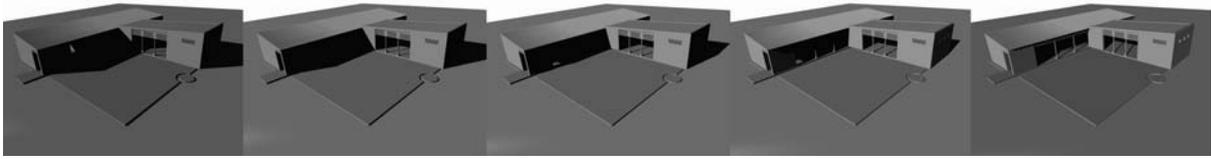


Figura 7 - Escuela Rural: asoleamiento de 21 Junio (10h a 14h)

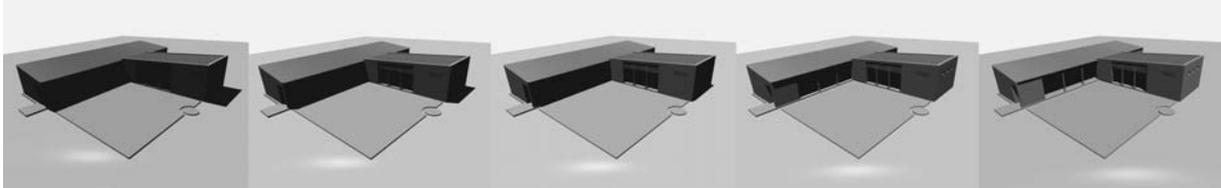


Figura 8 - Escuela Rural: asoleamiento de 21 Diciembre (10h a 14h)

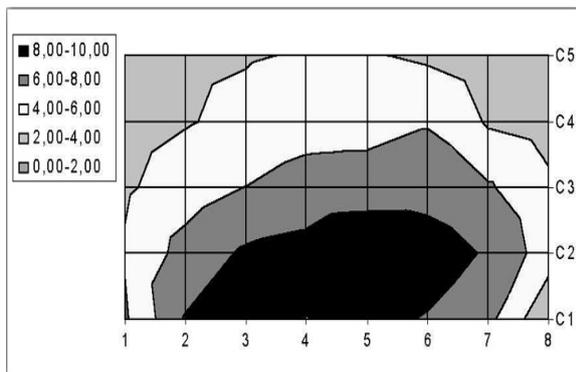


Figura 9 - Escuela Rural: estudio de iluminación natural en el cielo artificial

Casa en La Falda: Latitud 31° 24' Sur, entre Zona Bioambiental 2a y 3a (Cálida y Templada Cálida)

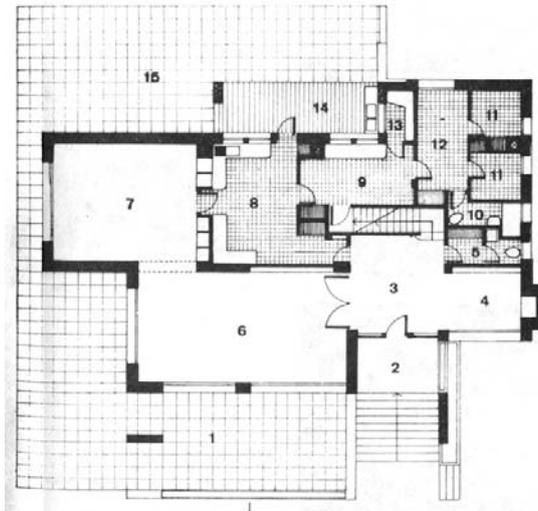
Se trata de una casa de vacaciones en las sierras de la provincia de Córdoba, de tipo compacta, para un matrimonio con 2 hijos, y eventualmente huéspedes edificada sobre un extenso terreno. La planta baja contiene todo el sector social, cocina y dependencias y la planta alta el sector privado (Figura 10)

La entrada, el living y un sector de hogar se orientan y se abren francamente al Norte con aberturas que totalizan una superficie vidriada de 22,32m², el comedor se orienta al Este, y la cocina con algunas dependencias se cierran al Sur y al Oeste. En la planta alta (Figura 11) todos los dormitorios se orientan al Norte con aberturas que suman 18,75m² de superficie vidriada, las cuales se

minimizan al Oeste y parcialmente al Este. El Sur está protegido por pasillos y un estudio. Toda la fachada con orientación Norte cuenta con una losa-visera (Figura 13), la cual contiene 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; KOFFSMON; FERNANDEZ, 1999).

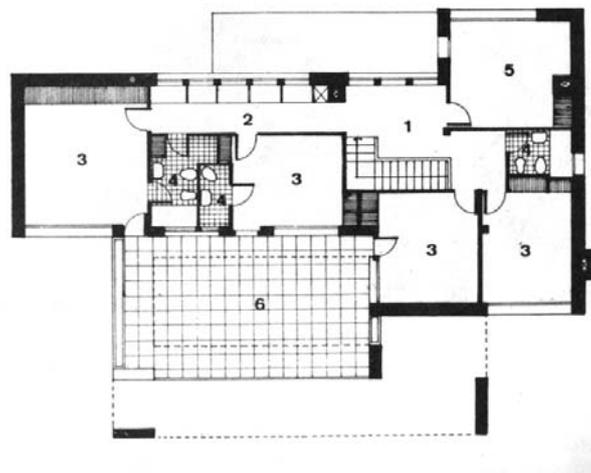
En este caso los diagramas de Givoni y Olgyay de la Figura 14 demuestran que las estrategias implementadas para la zona bioambiental son adecuadas.

Se verifica que el asoleamiento responde a los requerimientos necesarios, como se grafica en las figuras 15 a 20, asegurándose que se realizó un cuidadoso estudio de este aspecto.



Leyenda: 1. Terraza. 2. Porch 3. Hall. 4. Lugar de fuego. 5. Toilete. 6. Living room. 7. Comedor. 8. Office. 9. Cocina. 10. Baño. 11. Dormitorio Servicio. 12. Pieza para planchar. 13. Despensa. 14. Lavadero. 15. Patio Servicio

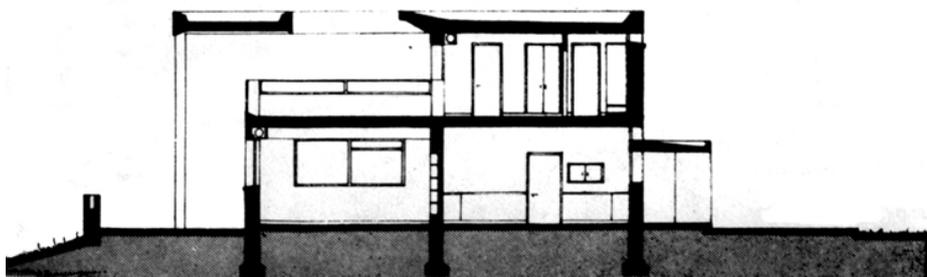
Figura 10 - Casa en La Falda: planta baja



Leyenda: 1. Hall íntimo. 2. Pasillo. 3. Dormitorio. 4. Baño. 5. Estudio. 6. Terraza Solario

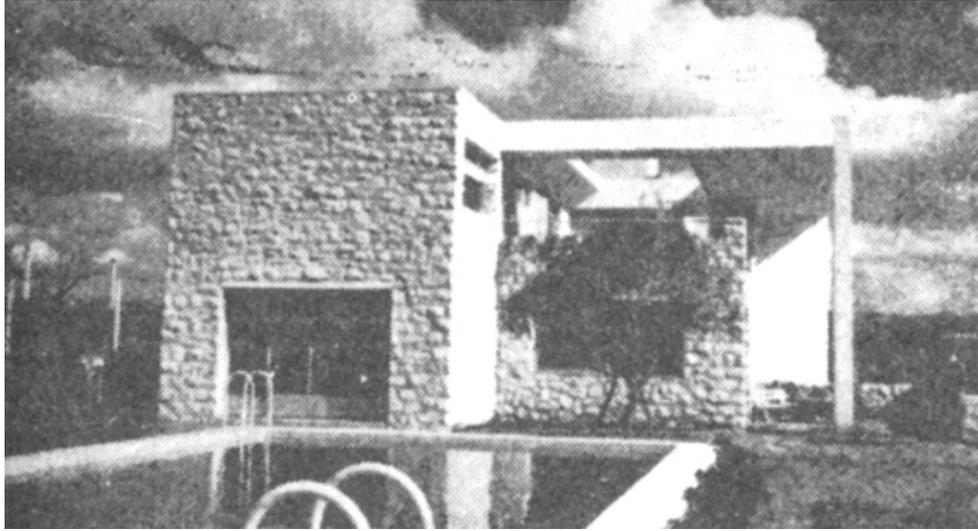
Fuente: Acosta, 1984

Figura 11 - Casa en La Falda: planta alta



Fuente: Acosta, 1984

Figura 12 - Casa en La Falda: corte A-A



Fuente: Acosta, 1984

Figura 13 - Casa en La Falda: imagen de la obra

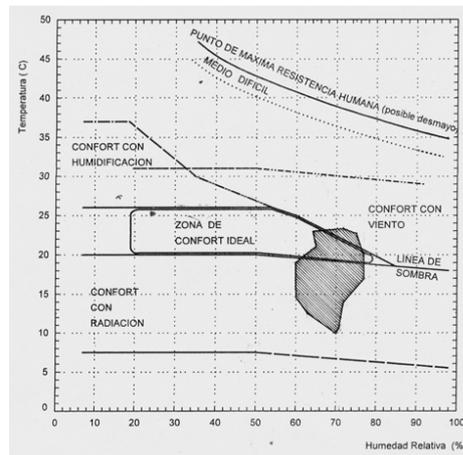
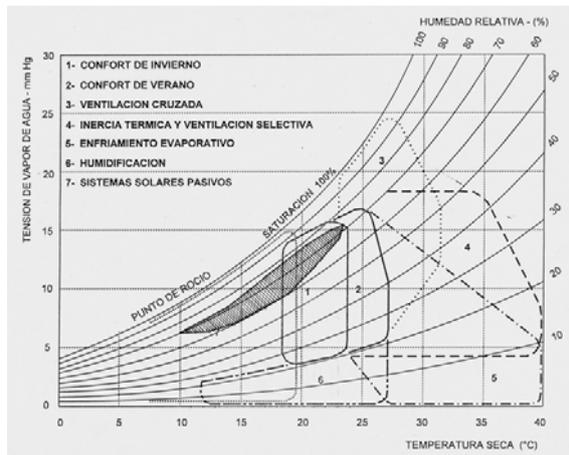


Figura 14 - Casa en La Falda: Diagramas de Givoni y Olgay

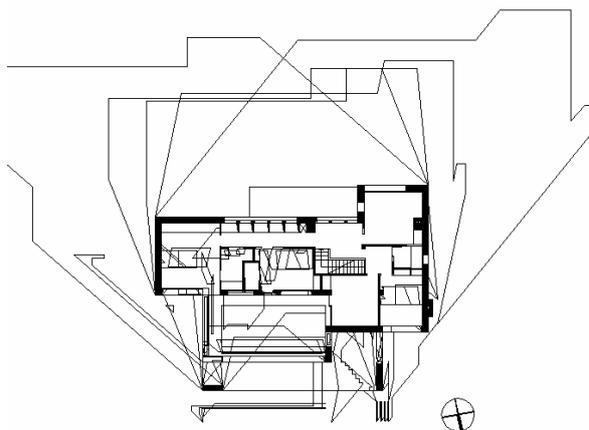


Figura 15 - Casa en La Falda: asoleamiento de 21 de Junio (9 a 15h)

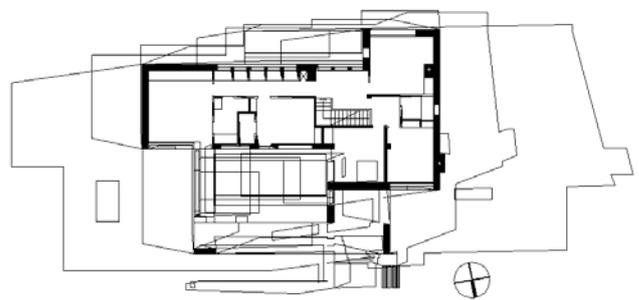


Figura 16 - Casa en La Falda: asoleamiento 21 de Diciembre (8 a 16h)

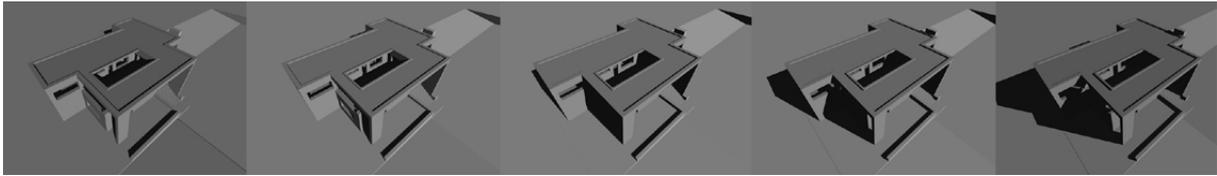


Figura 17 - Casa en La Falda: asoleamiento de 21 Junio (10h a 14h)

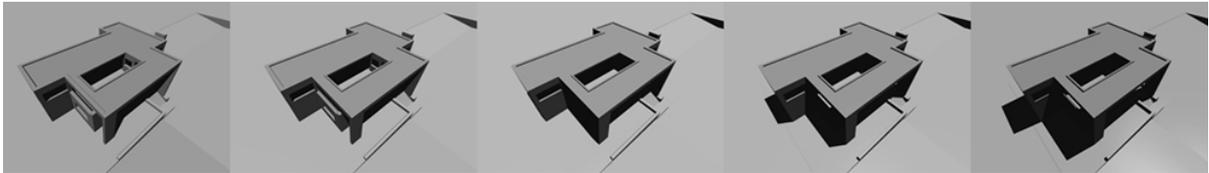


Figura 18 - Casa en La Falda: asoleamiento de 21 Diciembre (10h a 14h)

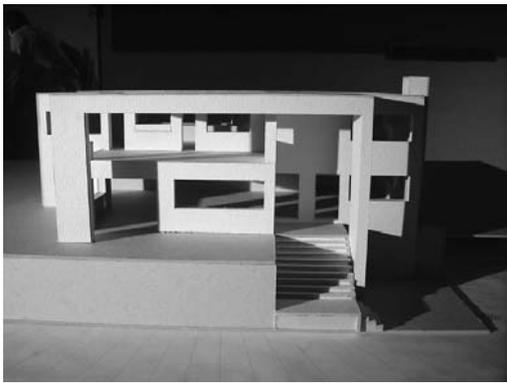


Figura 19 - Casa en La Falda: heliodón de 21 de Junio (10h)



Figura 20 - Casa en La Falda: heliodón de 21 de Diciembre (14h)

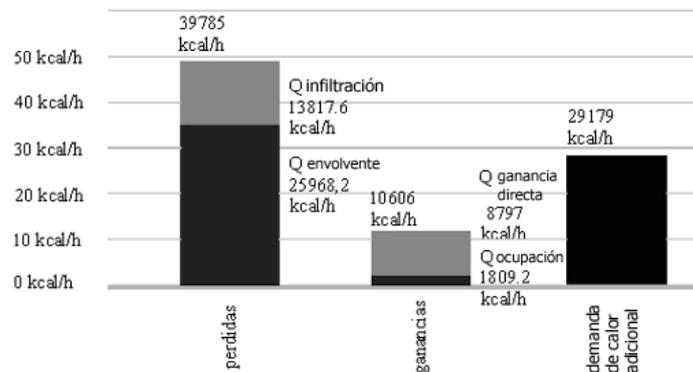


Figura 21 - Casa en La Falda: grafico síntesis del balance térmico

A partir de la interpretación del legajo técnico de la obra descrito en diferentes publicaciones se infirieron las características físicas de los elementos fundamentales para la implementación del balance térmico estacionario cuyos resultados se sintetizan en la Figura 21, donde se detalla la energía aportada por Ganancia Directa (GAD), correspondiente a un 26,6 % del balance total, reduciendo en consecuencia la demanda de calefacción adicional a 29.179kcal/h. El valor obtenido está dentro del orden habitual dado las características constructivas y la volumetría del edificio. A efectos de establecer un indicador normalizado, se calcula el coeficiente

global de pérdidas G obteniendo un valor de $2,01W/m^3C$. 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 escasos medios instrumentales utilizados de la época.

Hospital en Mburucuya: Latitud 28° 01' Sur, Zona Bioambiental 1b (Muy Cálida)

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, los cuales 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 se desarrolla en planta baja, con el objeto de evitar circulaciones mecánicas. Se adoptó un sistema de doble techo. Uno inferior el cual alberga zonas de internación, servicios y los ambientes cerrados 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 sombrean y refrescan a todo el complejo, así como a los lugares de esparcimiento, conferencias y estacionamientos al aire libre. La idea del proyecto buscó dar respuesta al clima subtropical con fuertes lluvias.

Según el autor el asoleamiento fue objeto de especial atención, es por ello que en algunas zonas del techo superior las bóvedas fueron suprimidas para permitir la iluminación cenital, mientras que otros sectores del edificio reciben el sol por aventanamiento lateral. En colaboración con

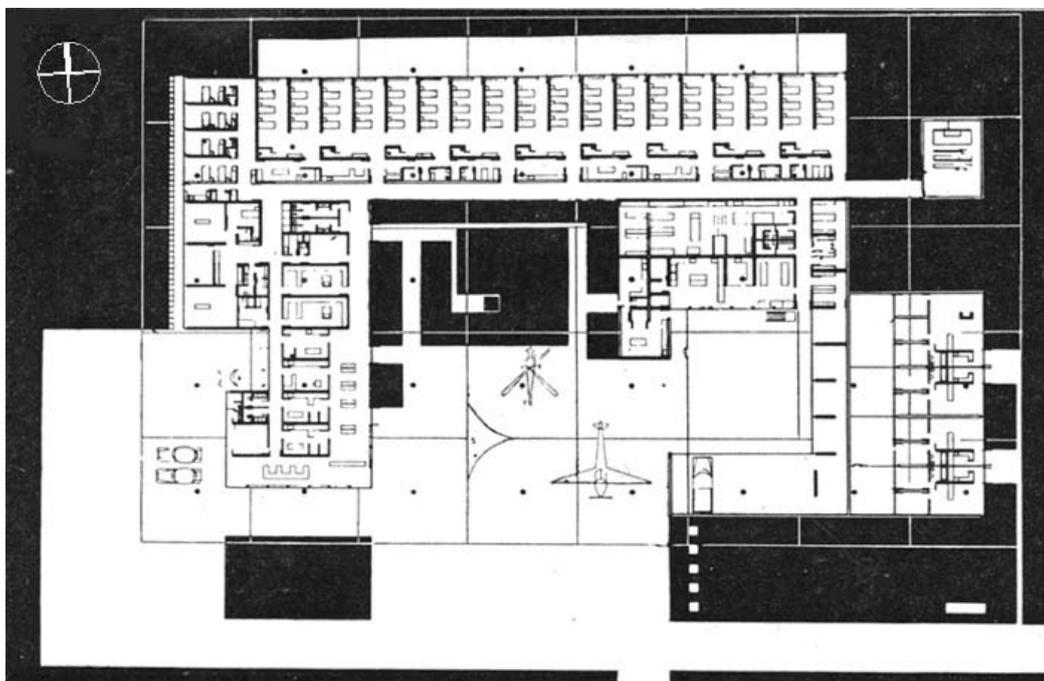
técnicos argentinos y holandeses se calculó la intensidad luminosa necesaria en todos los lugares, deduciéndose de ella la abertura correspondiente en las ventanas y el techo.

Para este clima se verificaron sobre los diagramas de Givoni y Olgyay, que las estrategias implementadas por el diseñador fueron adecuadas para el proyecto. Ver los diagramas correspondientes en la Figura 25.

En cuanto al análisis de asoleamiento, las Figuras 26 a 31, indican un comportamiento correcto en invierno y verano. Se destaca la insolación del sector de internación en el primer caso, incorporando conceptos higienistas a través del aprovechamiento de la ganancia directa en la estación de invierno; y la total protección solar en el período estival.

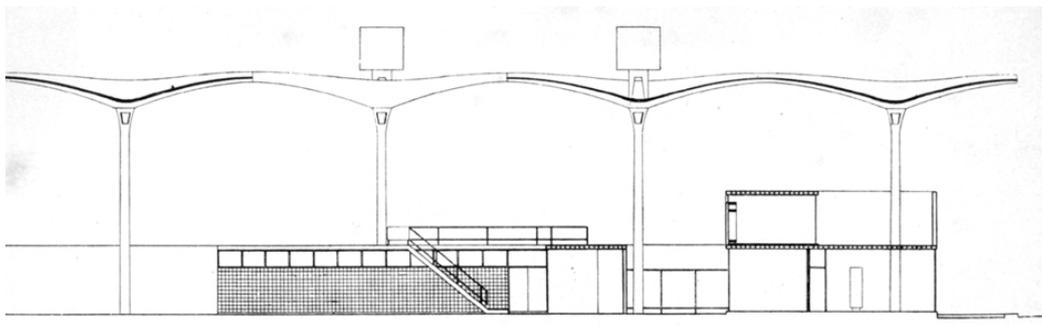
Con respecto a la ventilación cruzada, estrategia significativa para esta zona bioambiental, la Figura 32 muestra la producción de corrientes de aire en la cámara conformada entre ambos techos, intensificado por la succión del mismo en las zonas sin bóvedas.

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



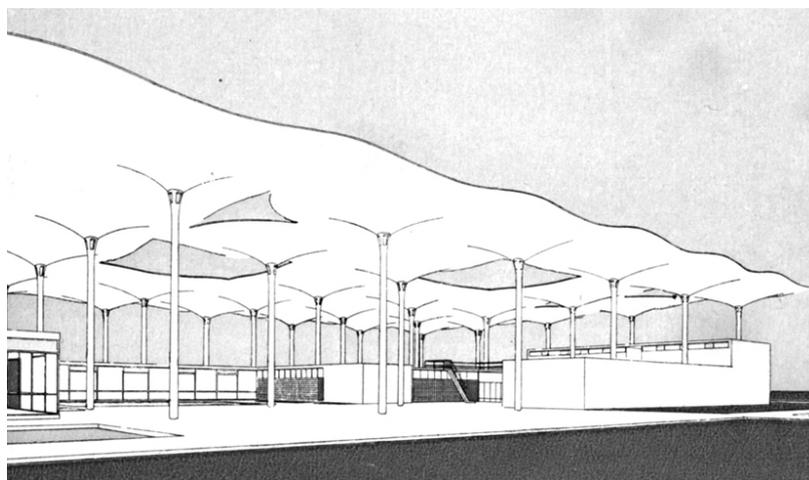
Fuente: Williams, 1990

Figura 22 - Hospital en Mburucuya: planta baja



Fuente: Williams, 1990

Figura 23 - Hospital en Mburucuya: corte



Fuente: Williams, 1990

Figura 24 - Hospital en Mburucuya: imagen del proyecto

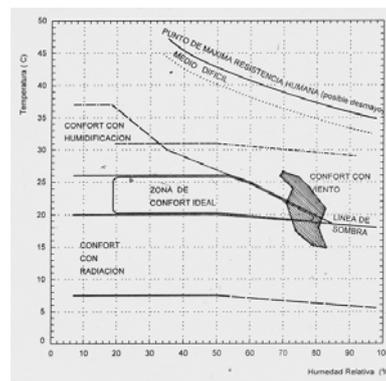
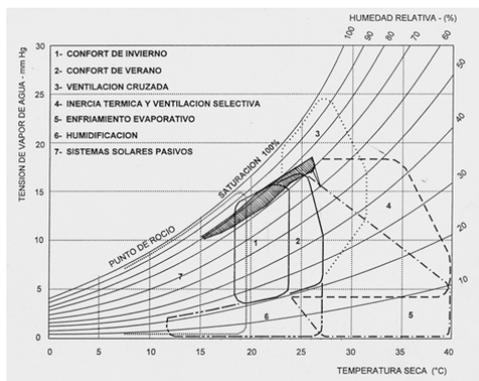


Figura 25 - Hospital en Mburucuya: Diagramas de Givoni y Olgay

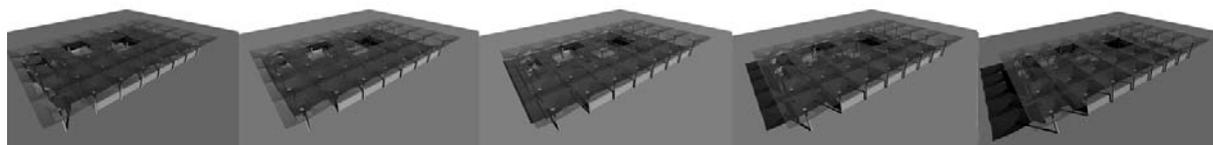


Figura 26 - Hospital en Mburucuya: asoleamiento de 21 de Junio (10h a14h)



Figura 27 - Hospital en Mburucuya: asoleamiento de 21 de Diciembre (10h a 14h)

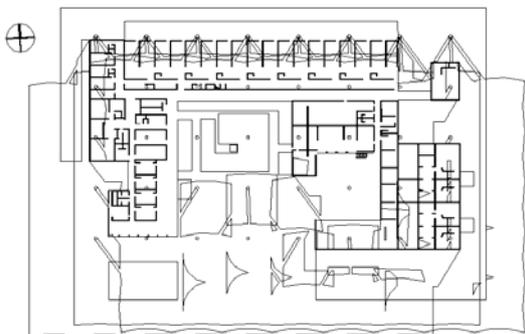


Figura 28 - Hospital en Mburucuya: asoleamiento de 21 de Junio (10h a 14h)

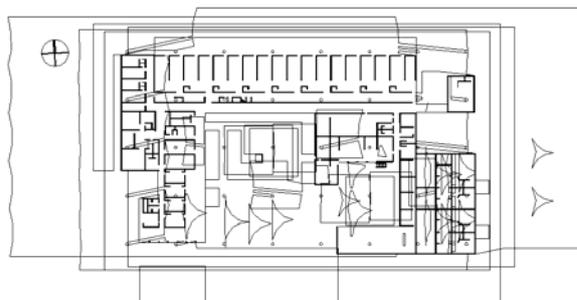


Figura 29 - Hospital en Mburucuya: asoleamiento de 21 de Diciembre (8h a 16h)



Figura 30 - Hospital en Mburucuya: heliodón 21 de Junio (10h)

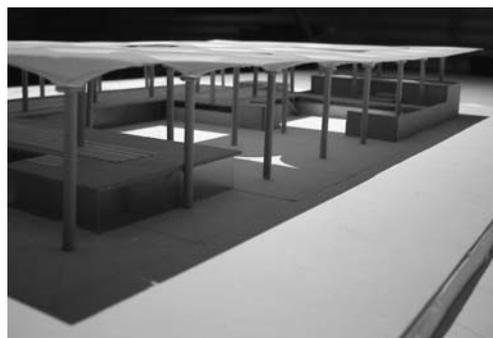


Figura 31 - Hospital en Mburucuya: heliodón 21 de Diciembre (12h)

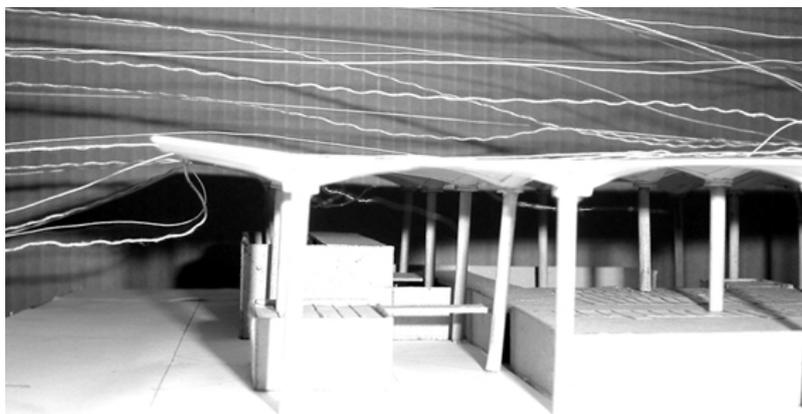
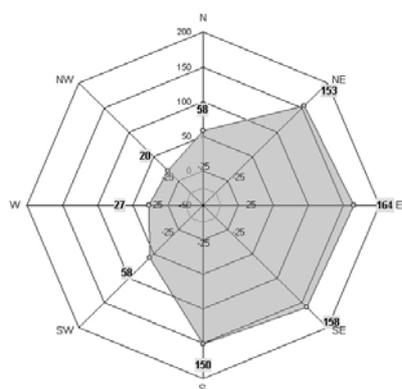


Figura 32 - Hospital en Mburucuya: análisis de ventilación en el túnel de vientos

Conclusiones

En términos generales los tres proyectos estudiados presentan un comportamiento bioclimático de buena performance. Si tenemos en cuenta las técnicas proyectuales y de dimensionamiento utilizadas en su época, los resultados sugieren que estos edificios catalogados como proto-bioclimáticos pueden asimilarse a buenos ejemplares diseñados y calculados con métodos más rigurosos. En consecuencia estos pueden ser correctos referentes cercanos de una arquitectura consciente con el ambiente y la problemática actual.

Desde lo particular podemos afirmar que:

En el caso de la escuela rural en la estancia “La Dulce”, provincia de Buenos Aires, latitud 34° 46’ Sur, su partido arquitectónico y en particular lo referente a lo energético, responde correctamente a su forma bioclimática (templado cálido) y a las condiciones mínimas de confort. Para el periodo invernal el requerimiento de lo que actualmente se denomina “Sistemas Pasivos” como estrategia de climatización, ha sido resuelto en su contexto histórico-arquitectónico correctamente. Nos referimos a ganancia directa por aventanamiento y correcto dimensionamiento de la galería según su orientación así como un aislamiento térmico adecuado si consideramos las limitaciones del entorno (cubierta de H°A° con ceniza volcánica y muros dobles con cámara de aire). Para el período estival, las estrategias de sombreado y ventilación cruzada son las correctas, observándose muy buena resolución en cuanto a la protección de espacios habitables y posicionamiento de aberturas. En cuanto a la iluminación natural las orientaciones previstas han permitido mantener buenos niveles lumínicos dentro de los parámetros estándares permitidos, encontrando algunos desajustes de homogeneidad en los diferentes sectores de los locales debido a la inclusión de un único aventanamiento.

En el caso de la casa de “La Falda”; provincia de Córdoba, latitud 31° 24’; el proyecto responde correctamente a la zona bioclimática en que fue emplazado (Cálido y Templado Cálido) y a las condiciones de confort. En este caso la estrategia incluye orientación selectiva, ganancia directa, inercia térmica, ventilación y sombreado con elementos horizontales y verticales acordes a la geometría solar de ambas estaciones críticas (Invierno y Verano). A pesar de la limitación en cuanto a los detalles técnicos-constructivos, se realizaron balances térmicos estacionarios estimando un comportamiento global de pérdidas $G = 2,01 \text{ W/m}^3\text{C}$, considerado aceptable para sus

características constructivas y volumétricas. Los resultados permiten afirmar que las estrategias de diseño maximizando la ganancia directa por aventanamiento y minimizando las pérdidas en las fachadas S, SE y SO, han reducido un 26,6% la demanda total de energía teniendo en cuenta los escasos medios instrumentales de la época. También debemos destacar que las estrategias de sombreado han respondido con extrema precisión a los requerimientos establecidos por el autor.

En el caso del Hospital “Mburucuyá”, provincia de Misiones, latitud 28° 01’, el proyecto responde correctamente a la condición climática de la región (Muy cálida). Las estrategias de sombreado y ventilación a partir de la utilización de un doble techo rigieron los lineamientos del proyecto cuidando los requerimientos funcionales de los espacios cerrados, así también como los abiertos. El proyecto asegura con su techo superior una protección solar generalizada minimizando las cargas térmicas propias (por su reducido espesor) y las del complejo hospitalario. Se asegura una iluminación indirecta en el complejo, con la inclusión de focos cenitales, y una iluminación directa en el período invernal en los sectores de internación, evidenciando la inclusión de los conceptos higienistas de la época. Su emplazamiento en función de los vientos predominantes y la disposición del doble techo con calados parciales permitieron una ventilación adecuada. Los ensayos visuales en el túnel de viento verifican significativas corrientes en el espacio conformado entre ambos techos con eventuales efectos de succión provocados por los calados generados en las bóvedas coincidentes con los espacios abiertos del complejo hospitalario.

A partir de los estudios realizados, los autores del trabajo estiman que debieran realizarse estudios de más casos para inferir si los aspectos proyectuales generales son suficientes para lograr una producción edilicia eficiente dado el punto de vista de habitabilidad y de eficiencia energética. Esta metodología que se expone en forma sintética, basada en múltiples tecnologías que ayudan al diseño arquitectónico, conforman un conjunto de herramientas básicas disponibles para su transferencia al medio académico.

Bibliografía

ACOSTA, W. **Vivienda y ciudad:** problemas de arquitectura contemporánea. 2. ed. Buenos Aires: Anaconda, 1947.

ACOSTA, W. **Vivienda y clima.** Buenos Aires: Nueva Visión, 1984.

- ARONIN, J. E. **Climate and Architecture**. New York: Reinhold, 1953.
- AVERMA, **Revista Avances en Energías Renovables y Ambiente** (1997-1999). Revista de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente (ASADES).
- BRAZOL, D. **Bosquejo bioclimático de la República Argentina**. Revista Meteoros, Servicio Meteorológico Nacional, Buenos Aires, n. 4, 1954.
- BRAZOL, D. **La temperatura biológica óptima en Meteoros**. S.M.N (Servicio Meteorológico Nacional), Buenos Aires, 1951.
- BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **Draft for Development: Basic Data for the design of buildings: daylight**. DD 73. 1982.
- GIVONI, B. **Man, climate and architecture**. England: Elsevier Publishing Company Limited, 1969.
- INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACIÓN DE MATERIALES (IRAM). **Norma AADL J20-04**. Iluminación en escuelas. Características. 1966.
- INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACIÓN DE MATERIALES (IRAM). **Norma AADL J20-02**. Iluminación natural en edificios. Condiciones generales y requisitos especiales. 1970.
- INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACIÓN DE MATERIALES (IRAM). **Norma AADL J20-03**. Iluminación natural de edificios. Métodos de determinación. 1970.
- INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACIÓN DE MATERIALES (IRAM) **11603**. Acondicionamiento Térmico de Edificios. Clasificación Bioambiental de la república Argentina. Instituto nacional de Racionalización de materiales. 1996.
- KOZAK, D.; KOFFSMON, E.; FERNÁNDEZ, A. Wladimiro Acosta y el sistema Hélios: estudios de casos: viviendas unifamiliares en La Falda, Córdoba y Bahía Blanca. **Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente**, Buenos Aires. v. 3. n. 1. p. 05.33 - 05.36, 1999.
- LELIO, G. *et. al.* **Arquitectura solar**. Mendoza: LAHV; IADIZA, 1980.
- LIERNUR, J. F.; ALIATA, F. Voz. Bioclimática. In: **Diccionario de arquitectura en la Argentina**. Buenos Aires: Clarín, 2004a. V. a-b. p. 157-162.
- LIERNUR, J. F.; ALIATA, F. Voz. Asoleamiento. In: **Diccionario de arquitectura en la Argentina**. Buenos Aires: Clarín, 2004b. V. a-b, Bs. As, p. 84-86.
- MOLINA Y VEDIA, J. (1997): Fermín. H. Beretervide: la construcción de lo imposible. Buenos Aires: Colihue, 1997.
- NET, M. I. **El maestro Eduardo Sacriste**. Buenos Aires: FADU; UBA, 1994.
- OLGYAY, A.; OLGAY, V.. **Solar control and shading devices**. Princeton, New Jersey: University Press, 1957.
- ROSENFELD, E. **El uso de la energía solar en el hábitat del hombre en el mundo occidental (500aC-1960)**. Buenos Aires: CEA; UBA: La Plata: IDEHAB, 1993.
- ROSENFELD, E. *et. al.* **Conjuntos habitacionales son energía solar**. Buenos Aires: Summa, 1979. Suplemento n. 15.
- ROSENFELD, E.; SAN JUAN, G.; CHAJKOWSKI, J. Bioclimática. In: LIERNUR, J. F. ALIATA, F. Voz. **Diccionario de arquitectura en la Argentina**. Buenos Aires: Clarín, 2004^a. V. a-b. p. 157-162
- SACRISTE, E. La obra de un maestro. **Revista Summa**, n. 220, diciembre, 1985.
- SACRISTE, E. **El arquitecto Eduardo Sacriste**. Buenos Aires: Museo "I. Fernández Blanco", 1995.
- SACRISTE, E. **Nuestra Arquitectura**. N° 335 (1957), N° 381 (1961), N° 402 (1963), N° 462 (1969), N° 466 (1970).
- SAN JUAN, G. *et al.* Estrategias de control solar en aulas escolares y análisis de su incidencia en la iluminación natural interior mediante la utilización de modelos analógicos a escala. **Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente**, ASADES, v. 5, p. 05.25-05.30, 2001.
- SIGAL, B. *et. Al.* Hotel de turismo en El Dorado. **Revista Obrador**, n. 1, Buenos Aires. 1963.
- TEDESCHI, E. **Arquitectura + energía solar**. Buenos Aires, Summario n. 2, 1976.
- WAISMAN, M. Enrico Tedeschi. **Revista Nuestra Arquitectura**, Córdoba, n. 381, 1961.
- WILLIAMS, A. **Archivo A. William**. Buenos Aires: FADU; UBA, 1990.