

CAPITULO 3

ARQUITECTURA SOLAR Y BIOCLIMÁTICA

Conceptualización

Dr. Arq. Rosenfeld Elías

1. INTRODUCCIÓN

Es necesario definir de modo teórico y en su desarrollo diacrónico los pares conceptuales que tienen que ver con la temática expuesta, tales como “Arquitectura Bioclimática / Arquitectura Solar Pasiva.

En primera instancia, en sus acepciones distintas **diseño** y **arquitectura**, aluden a estrategias y edificios que son concebidos, que se construyen y funcionan de acuerdo a los condicionantes y posibilidades ambientales del lugar. Esto incluye su clima, valores ecológicos, tecnología, sus habitantes y modos de vida. Esto se logra abordando dos subsistemas: el de **conservación (C) y uso racional de la energía (URE)**, y el de los **sistemas solares pasivos (SSP)**, incorporados ambos al organismo arquitectónico desde las primeras etapas de diseño y por extensión se aplica al urbanismo y en particular al diseño urbano.

Comencemos por definir algunos conceptos básicos:

La **Conservación y uso racional (URE)** o uso consciente de la energía, se logra mediante una adecuada compacidad volumétrica, y la aislación térmica en las partes de la envolvente opaca y transparente del edificio. Esto se refiere a los elementos opacos: muros, cubiertas y pisos, así como elementos translúcidos, con buena resistencia térmica: vidriados de doble o triple capa, evacuados, policarbonatos, cortinas antirradianes y antiguamente dobles ventanas. Uno de los elementos fundamentales es la reducción de las infiltraciones o renovaciones de aire mediante burletes, detalles constructivos que corten los puentes térmicos y dobles puertas conformando una antecámara la cual oficia de trampa de calor. Incluye también la adopción de sistemas electromecánicos y del equipamiento una alta eficiencia.

Los **Sistemas Solares Pasivos (SSP)** son aquellos que poseen capacidad de alcanzar confort higrotérmico y lumínico mediante un adecuado balance de la ganancia - protección solar y de los vientos, en los períodos fríos y cálidos respectivamente. Ello se alcanza a partir de una correcta orientación del edificio o de sus espacios principales, exposición, color superficial y textura de los paramentos verticales, cubierta, aleros y otros elementos edilicios y del entorno. También la incorporación en el proyecto de vegetación de hoja caduca y perenne. Es fundamental también prever una adecuada inercia térmica acorde a las características climáticas, con lo cual manejar la amplitud térmica (diferencia entre la mínima y la máxima) y el desfase de la onda térmica. Una correcta resolución de sistemas pasivos solares en un edificio, requiere pues de optar por una apropiada tecnología constructiva, un correcto dimensionamiento y especificación de cada una de las partes y sus componentes. De los criterios anteriormente mencionados, se deben considerar los requerimientos térmicos y lumínicos necesarios para cada ambiente en relación a su uso y los aportes térmicos de los usuarios (cantidad, actividad, frecuencia, edad) y del equipamiento. Es importante destacar que el usuario deberá aportar un uso consciente, exponiendo y cerrando la envolvente de acuerdo a las condiciones climáticas exteriores.

Cuando nos referimos a dispositivos o sistemas para generar calor en el período invernal, los más usuales son; ganancia directa a través de aventanamientos acristalados, invernaderos adosados y muros colectores-acumuladores, los cuales pueden ser livianos o pesados.

Se denomina **Ganancia directa (GAD)** a la captación y conversión térmica de la radiación solar incidente en todos los aventanamientos. Con el sistema directo, el espacio interior se convierte a la vez en captor solar, depósito térmico y sistema de distribución. La radiación incidente (de onda corta) y que atraviesa el elemento transparente o translúcido, incide sobre dichos componentes, estos recalientan y emiten radiación infrarroja al ambiente (de onda larga), la cual queda atrapada en el recinto, ya que esta radiación no atraviesa nuevamente el vidrio. Este calor se desplaza a través de los fenómenos de radiación, conducción y convección. Cabe aclarar también, que en el invierno la temperatura interior de los ambientes es mayor que en el exterior lo que implica una presión positiva (+), hacia fuera. Este calor entonces se mueve de lo más caliente a lo más frío. Con lo cual debemos impedir estas pérdidas térmicas a partir de incorporar en la envolvente edilicia una aislación térmica suficiente. Este concepto se conoce como “conservación de la energía” (C).

Se eleva, entonces la temperatura del aire, se acumula calor en los elementos constituyentes o incorporados al edificio (paredes, pisos, recipientes con agua, etc.), de este modo es posible transmitirlo por radiación, conducción y por ciclos convectivos (previstos) a los ambientes interiores conectados.

Para mejorar la distribución de la iluminación natural en los locales se pueden utilizar *estantes de luz*, (repisas interiores o exteriores, blancas o reflejantes, integradas a las carpinterías) y/o lucernarios.

Los invernaderos, son volúmenes transparentes generalmente habitables adosados al edificio, que aprovechan un efecto radiativo producido por la selectividad de algunos materiales transparentes de la envolvente. Ellos –como ya se ha explicado más arriba- dejan pasar la radiación solar visible y retienen la infrarroja. Se produce en consecuencia un proceso de re-irradiación entre la envolvente (que emite hacia fuera y adentro) y el receptor interior que eleva sus temperatura, obviamente más el receptor. La eficiencia del sistema se mejora con superficies de colores absorbentes, contrapisos acumuladores aislados y vidriados dobles que mejoran el rendimiento del invernadero. Las partes transparentes deben protegerse en el período cálido con elementos exteriores móviles o vegetación, y se debe poder ventilar con aberturas inferiores y superiores a efectos de evitar el sobre-calentamiento estival.

Los **Muros colectores acumuladores (MAC)**. Constan de una parte colectora compuesta por vidrio+cámara de aire+superficie de color absorbente y un paramento acumulador construido en hormigón, mampuestos de ladrillo o piedra, recipientes con agua u otras sustancias especiales. El acumulador entregará el calor desfasado en el lapso conveniente para alcanzar niveles de confort. Ello se logra por termo convección entre las compuertas inferiores y superiores del MAC y el ambiente adyacente. El MAC puede completarse con aislaciones interiores fijas y exteriores móviles, de diverso tipo según los modelos. Se deben proteger en los períodos cálidos de la radiación indeseable mediante aleros o partes salientes adecuadamente dimensionados. Estos pueden ser del tipo *livianos*, sin acumulación, o sea que la producción y entrega de calor se producen en el mismo instante que la radiación solar incide sobre ellos. Su beneficio estriba en

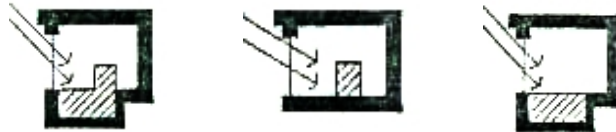
que se pueden diseñar fachadas más ciegas con generación directa de calor. Este tipo de dispositivos se usan generalmente en edificios o sectores edilicios de uso no continuo, o sea que no se requiere desfasar el calor en el tiempo.

Cuando requerimos refrescar el edificio, se recurre a principios o **dispositivos de refrescamiento ambiental**. Los más conocidos son: la *ventilación cruzada*, apta en las regiones templadas y cálidas-húmedas con brisas frescas, y la *selectiva o nocturna* en los lugares en que la temperatura exterior desciende con el ocultamiento del Sol. Los sistemas pasivos de enfriamiento están menos desarrollados y difundidos que los de calentamiento en el mundo Occidental. Pero ya son eficaces en las regiones secas los sistemas pasivos de enfriamiento adiabático (por agua), comunes en las arquitecturas islámicas, y las chimeneas solares (CHIS), termo convección desde lugares frescos en las zonas con calmas significativas de viento. Deben considerarse asimismo sistemas muy antiguos como las torres de viento comunes en la arquitectura iraní-pakistaní y las construcciones subterráneas o incluidas en la topografía, difundidas en China y las regiones mediterráneas.

En cuanto a los sistemas pasivos la experiencia ha demostrado que los mejores resultados se logran generalmente mediante la adopción de un **partido energético** que incluya varias de las estrategias y dispositivos antes descriptos. En la actualidad, bajo una concepción sistémica se incluyen otros aspectos, definiéndose como **partido ambiental**.

Aprovechamiento solar con ganancia al NORTE

Ganancia solar directa (GAD) y acumulación



Acumulación en muro y piso

Ganancia solar indirecta Muro solar (MAC)



MAC ventilado

MAC con retardo

Ganancia solar aislada Invernadero (Inv)



Híbrido adosado con aire forzado

Adosado con retardo o acumulación en MAC

Ganancia cenital (Skylight) o abertura remota

Ganancia solar directa GAD



Muro trasero Sur y piso

Muro trasero Sur

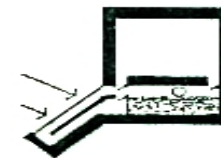
Ganancia solar indirecta GSI



Colector remoto híbrido

Colector remoto termosifónico

Ganancia solar aislada GSA



Colector remoto híbrido

Ganancia cenital sombreada o clerestorio

Ganancia solar directa
GAD



Muro trasero Sur y piso

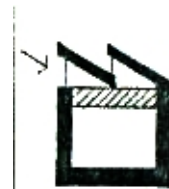


Muro trasero Sur

Ganancia solar indirecta
GSI

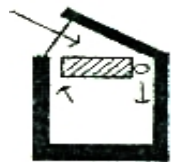


Techo retardador aislamiento móvil

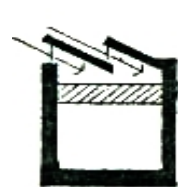


Techo retardador

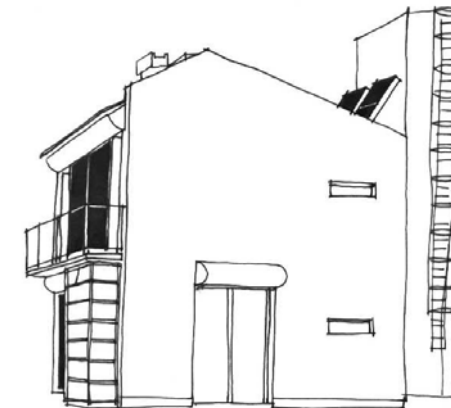
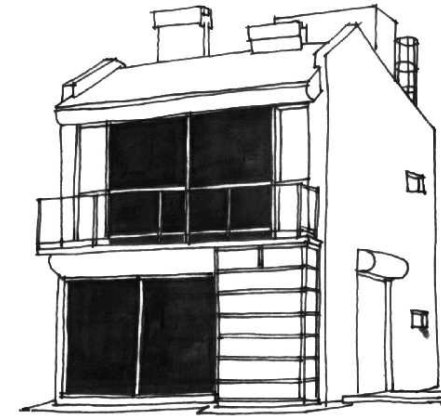
Ganancia solar aislada



Clerestorio sombreado híbrido



Clerestorio sombreado



Casa Solar de La Plata. IAS-FABA.

2. LOS INICIOS DE LA ARQUITECTURA SOLAR Y BIOCLIMATICA

El **diseño bioclimático** está en permanente desarrollo y aparecen avances promisorios. Por ejemplo es muy interesante la inclusión en la envolvente transparente de paneles de celdas fotovoltaicas, que generan electricidad a partir de la radiación solar sin otra parte que un equipamiento de acumulación y control. Esto colabora en lograr ciertos niveles de autosuficiencia energética sin contribuciones ambientales negativas. Existen en la actualidad en los países desarrollados viviendas y edificios de gran porte con estas características. En nuestro país solo se ha realizado la electrificación de escuelas rurales y otros edificios aislados con equipos fotovoltaicos externos al edificio. También son interesantes los materiales aislantes transparentes que posibilitan la recepción solar, iluminación y visual con muy buena resistencia térmica.

El término arquitectura bioclimática se difundió con amplitud con el excelente libro de Izard y Guyot, aparecido en francés en 1979 y en castellano en 1980. Se originó a partir de textos de Izard y un colectivo de autores cercano al *grupo ABC (Ambientes bioclimáticos)*, equipo de investigación interdisciplinario establecido en la Escuela de Arquitectura de Marsella desde 1976, con apoyo del CNRS y el PIRDES, Plan I+D Francés en Energía Solar.

Los antecedentes del diseño bioclimático se encuentran a todo lo largo de la historia de la arquitectura. Así griegos, romanos y otros pueblos de la antigüedad orientaron correctamente sus trazados urbanos. Los griegos aplicaron diversos principios en el

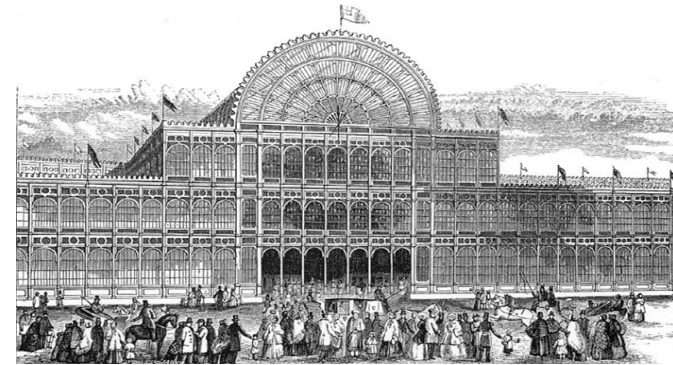
período Helenístico, mencionados por Jenofonte (~430-352 aC). Las excavaciones en Olinto, Delos, Priene y Colofón son coincidentes. Los romanos avanzaron mucho más según describió Vitruvio en *Los diez libros de Arquitectura*, (circa 25aC). Utilizaron invernaderos y contemplaron en el Derecho Romano la no interferencia del acceso al Sol en los poblados. La arquitectura islámica y otras del Cercano Oriente adquirieron maestría en el refrescamiento y la iluminación natural, lográndolo mediante sutiles dispositivos y aberturas, el uso del enfriamiento evaporativo (fuentes, acequias) y espejos de agua reflejantes.

Desde fines del siglo XVII al XIX se difundió y luego se universalizó la utilización de invernaderos calefaccionados y cubiertas translúcidas con la técnica hierro-vidrio. Se cubrieron y acondicionaron desde patios domésticos hasta grandes luces, para todos los edificios que demandaba el impulso de la Revolución Industrial. Paxton en Chatsworth (1834), el Jardín de Invierno de París (1847) y el Palacio de Cristal de Paxton en Londres (1851) marcaron las pautas de una arquitectura internacional asociada el control climático para mejorar la habitabilidad familiar y social.

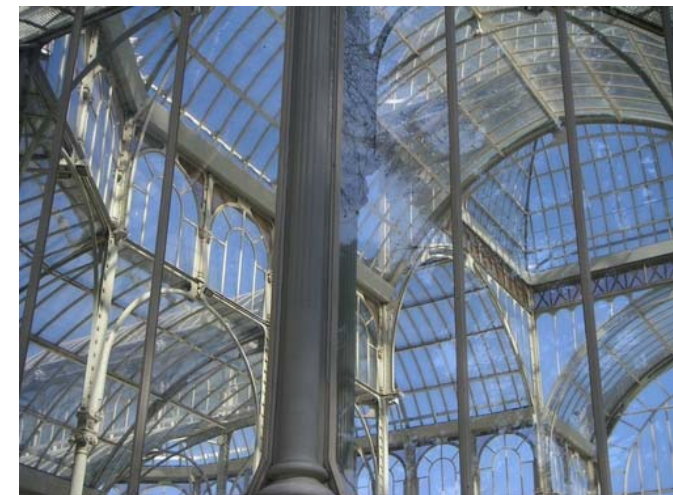
Algunas de esas tipologías llegaron a Buenos Aires y se difundieron al interior hasta pueblos pequeños de la zona templada. Cubrieron patios de viviendas individuales y colectivas, tiendas, edificios públicos y estaciones de ferrocarril. También en los cascos de las estancias patagónicas, prefabricadas de alta compacidad, protegidas de los vientos, con ambientes invernadero, paredes aisladas, puertas dobles, hogares centrales.

Todas construcciones con diferentes niveles de industrialización que se mantienen en condiciones después de un siglo, a pesar del bajo mantenimiento.

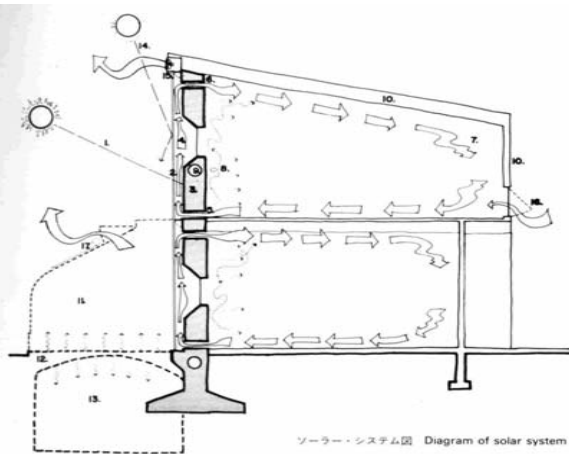
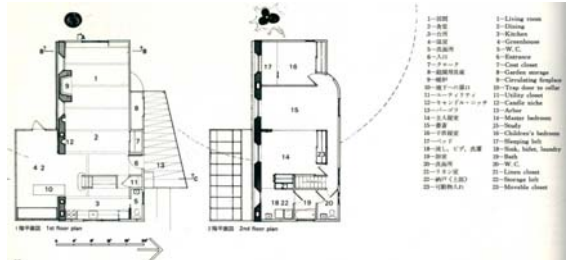
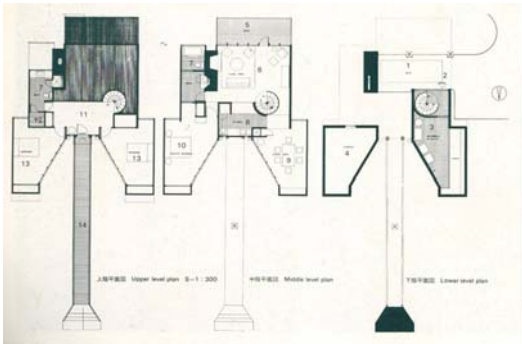
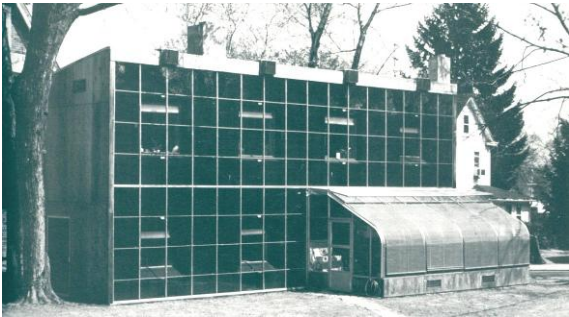
Entre 1932 y 1940 un arquitecto de Chicago, George F. Keck construyó allí una docena de casas solares, partiendo de los principios griegos y romanos que accidentalmente había descubierto. Para 1938 también en EEUU, en el MIT, comenzó dirigido por Hoyt Hottel un riguroso programa de casas experimentales con calefacción solar activa, que se extendió hasta 1961. Las *Test House 1 a 4* serían pioneras de un camino científico que se difundió. En 1942-46 la empresa *LOF Glass Co.* financió auditorías energéticas comenzando por una casa solar de Keck. En los años siguientes otros fabricantes de vidrios, institutos de investigación y profesionales construyeron casas solares en EEUU, Europa y Japón. Para 1956 en Francia se desarrolla un prototipo de MAC, obra del físico Félix Trombe y el arquitecto Jacques Michel. En 1961 el arquitecto Emslie A.Morgan finalizó en Wallasey, Inglaterra la escuela secundaria *St. George's School*, el primer importante sistema pasivo de alta eficiencia en un clima desfavorable. En 1958 Peter Van Dresser, en Santa Fe, New Mexico, EEUU construyó un sistema sencillo por aire en una vivienda de adobe. Ya entonces los libros de Aronin (1953) y los Olgay (1957 y 1963) se difundieron entre arquitectos e ingenieros. Los últimos han tenido hasta hoy una influencia enorme y son cita obligada en todo tratado que se ocupe de diagramas bioclimáticos, protección solar y temas conexos, a escala edilicia y urbana. Se estaban sentando las bases de los desarrollos del cuarto de siglo siguiente.



Palacio de Cristal. Londres



Palacio de Cristal. Madrid
(Foto: Roberto Zucco)



Casa Kelbaugh. Princeton, N.J.. lat. 40° N. 1975



3. NUESTRA HISTORIA CERCANA

En 1932 Wladimiro Acosta “inventó” el sistema *Helios*, un conjunto de losa-visera y parantes que se acompañan con buena orientación, protección solar y acondicionamiento térmico, en la línea de la arquitectura climática y de la obra de algunos maestros europeos. Lo utilizará en sus obras de los años ‘30-’60, y lo difundirá en el país y en el exterior. En su primer libro *Vivienda y Ciudad* (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 la búsqueda de profundizar los fundamentos científicos realizó estudios con el Dr. Walter Knoche entre 1937 y 1945, quien fue por esos tiempos Jefe de Climatología del Servicio Meteorológico Nacional. Trabajaron los conceptos de *sensación de bienestar* y el *bienestar climático universal*, como resultado del efecto combinado calor-humedad, en el que influyen los vientos. Para los espacios habitables las decisiones sobre los vanos y la circulación del aire. Como titular de un destacado Taller de la facultad de Arquitectura de Buenos Aires (1957), exigía como norma estudios de la orientación y el asoleamiento. En el libro *Vivienda y Clima* (1984) se encuentran numerosas obras *protobioclimáticas*: en las cuales 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 Fe), 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, quien realiza el concurso con Wladimiro Acosta. Se encuentran así, dos respetuosos del asoleamiento, la respuesta climática y la calidad arquitectónica, y polemizan con ardor por la forma más conveniente de los bloques, su orientación e inserción urbana. Una discusión única que puede consultarse en *Beretervide* de Juan Molina y Vedia, Colihue, 1997.

Otro importante precursor fue Eduardo Sacriste. En un artículo autobiográfico de 1985 se revela conocedor de los climas del país, de las pautas bioclimáticas de diseño y uso del espacio interior-exterior. Reflexiones sobre el oscurecimiento, el patio y la galería. Y 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, Prov. 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), 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 Posse (1956-58) en Tafí 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.

Entre 1948 y 1953 Amancio Williams, realiza los proyectos para tres hospitales en Mburucuyá, Curuzú-Cuatiá y Esquina, Provincia de Corrientes (clima subtropical), que no se construyeron. Sin embargo su diseño anticipatorio y potente abre un campo de desarrollos en nuestra arquitectura. Basa la composición en un techado alto compuesto por una malla de bóvedas cáscara de planta cuadrada y columna central hueca. Se configura un techo bastante elevado, que provee sombra, drenaje y protección pluvial. Por debajo los distintos ámbitos se resuelven como edificios techados, con ventilación e iluminación cenital, dispuestos en una trama abierta. Se estudia cuidadosamente el asoleamiento. El conjunto posibilita flexibilidad y crecimiento funcional, creándose un microclima acondicionado naturalmente.

Entre los años '50 -'60 se generaliza en nuestro país el cuidado de las orientaciones, la búsqueda de asoleamiento y protección solar, la ventilación cruzada. Entre las primeras obras destacables se pueden mencionar dos casas de Enrico Tedeschi. Profesor en Tucumán, construye en 1950 su casa de veraneo en Tafí del Valle, lugar alto y fresco en verano. Un buen diseño con

pedra del lugar. Luego, docente en Mendoza produce su propia vivienda (1954), en calle Clark 445, "una casa solar" según dice Marina Waisman en *Nuestra Arquitectura*, agosto de 1961.

Hacia fines de 1954 aparece un artículo científico precursor: *Bosquejo bioclimático de la República Argentina*, que publica en la revista *Meteoros* Demetrio Brazol, de la Dirección de Investigaciones Meteorológicas e Instrucción del Servicio Meteorológico Nacional. 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, Así el de EEUU realizado por Merriam es de 1894.

En 1957 se registran tres hechos significativos. 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" actualizada con pautas bioclimáticas. Aluden en la memoria a los olvidados patios coloniales protegidos en invierno y frescos en verano. Plantean integrar el pasado con el presente, las necesidades, las costumbres y el clima. Ese 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, Misiones, (clima cálido húmedo), de Bernardo Sigal, Víctor Sigal, César A. Vapñarsky y Marcos Winograd. La

composición se desarrolla alrededor de un patio central con acceso a las habitaciones a través de galerías abiertas. El organismo se estructura mediante seis estructuras-paraguas altas de madera, que sombrean el patio central y posibilitan la ventilación de los ámbitos cerrados. Se logra 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 en la memoria *“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. Un basamento y prisma rectangular de tres niveles altos, cuyas fachadas Sur-Norte, logran GAD, protección y ventilación cruzada. Con similar sensibilidad se debe mencionar al Hotel de Turismo en 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, Jujuy, de Enrique Alvarez Claros.

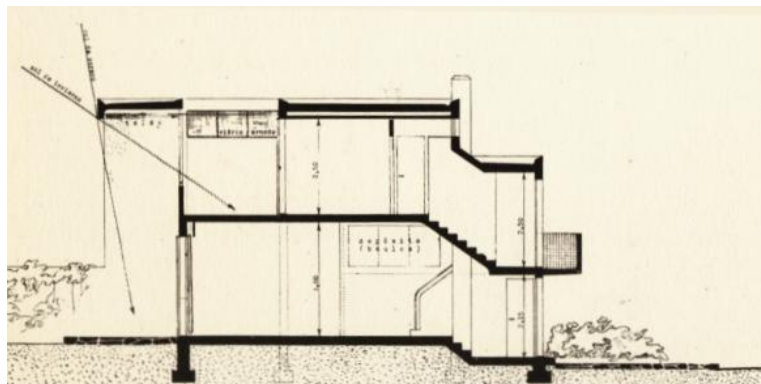
En 1969 Reyner Banham publicó *La arquitectura del entorno bien climatizado*, que produjo impacto inmediato entre sus lectores argentinos, que fue más extenso cuando apareció en 1975 la edición de Buenos Aires. Es que esta vez se ocupaba de la energía como soporte fundamental del ambiente y analizaba sus implicancias con la arquitectura. Al mismo tiempo el israelí Baruch Givoni publicaba *“Man, Climate and Architecture –aún no traducido-* que sigue siendo un texto de referencia para los estudiosos del bioclimatismo.

También en 1969 el Arq. Victor Olgay, (op. cit.), profesor de Princeton, trabajó en el INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Argentina) como asesor de Asistencia Técnica de las Naciones Unidas. Su investigación (de las últimas de su vida) en el que participaron entre otros los ingenieros Israel Lotersztejn (INTI) y Raúl Alvarez Forn (Bouwcentrum), se difundió como libro en 1973, bajo el título “Orientación de viviendas y radiación solar en Argentina”. Evaluó bioclimáticamente ocho lugares característicos de nuestro país y concluyó con recomendaciones sobre orientación y tipologías. La obra fue un manual de referencia tanto en el medio universitario como el profesional.

La década siguiente sería crucial. En 1970 se creó el Grupo de Helioenergética en el Observatorio Nacional de Física Cósmica de San Miguel, Prov. de Bs. As. Ya existía un grupo en radiación solar. Ese mismo año se construye una significativa gran obra: la Torre Dorrego, Avenida Dorrego 2269, Capital Federal, realizada por los estudios Luis T. Caffarini y Alfredo Joselevich-Alberto Ricur para una cooperativa de vivienda. La torre, de basamento y 240 departamentos en 30 pisos altos, responde en su diseño general a dos sectores de corona circular, colocados uno a continuación de otro y de diferente radio. La planta posibilita un asoleamiento parejo y equivalente de los ambientes principales – lugares de estar y dormitorios- estudiado según las diferentes estaciones del año. Los ambientes secundarios ofician de espacio-tapón amortiguando las pérdidas térmicas.



**Escuela N° 187, Suipacha, prov. de Buenos Aires.
E. Sacriste (1944)**



Sistema HELIOS. Wladimiro Acosta (1933)



Casa solar en Mendoza. E. Tedesch (1978)

4. LA EXPERIENCIA, HASTA LA ACTUALIDAD

Un salto cualitativo se produjo a partir de la crisis del petróleo, esto es la subida sustancial de los precios con picos en 1973-74 y 1979. El estilo de desarrollo petrolero comienza a ser cuestionado y se incrementan en forma simultánea la búsqueda de un uso más racional de la energía y el aprovechamiento de las denominadas *energías alternativas*, o términos similares referidos a la energía solar, eólicas y otras *fuentes no convencionales*. En julio de 1973 la UNESCO convocó a un congreso internacional bajo el lema "*alborada de la era solar*". Allí se presentó *el estado del arte* de las investigaciones e iniciativas. En EEUU donde entre 1930-70 se habían realizado unos 25 edificios solares, se pasa para 1975 a 140 y para 1976 a 280. Se comienza a difundir a nivel internacional y local la **arquitectura solar**.

Con esa denominación se engloban tanto los sistemas pasivos como los activos. Estos últimos utilizan electricidad para accionar ventiladores y bombas como parte del funcionamiento de sistemas térmicos más complejos. En muchos casos se incorpora o adosa el calentamiento solar (pasivo o activo) de agua para consumo doméstico y/o calefacción. Se incluyen colectores solares planos, sistemas de acumulación de calor en agua, piedras o sustancias apropiadas y sistemas auxiliares que utilizan energía convencional y cuyo dimensionamiento indica el aporte solar al sistema.

Entre 1974 y 1976 una veintena de casas solares en New Mexico EEUU, (región árida con frío y calor intensos), -entre ellas ocho concebidas por el arquitecto David Wright- sentarían patrones conceptuales. Pasivas con muy alto aporte solar, con

adobe, aislación y bajo costo. Un sistema compuesto por GAD, convección natural, acumulación en los muros y eventualmente agua, ventilación y protección solar. Interacción armónica con el paisaje y la tradición constructiva.

En 1974, existiendo grupos de investigación en energía solar en San Miguel, Capital Federal, Salta, Rosario, San Luis, Tucumán, San Juan y Mendoza, se crea ASADES, la Asociación Argentina de Energía Solar. En sus reuniones anuales y publicaciones se discutieron a través de los años las investigaciones realizadas. En los tiempos siguientes empezaron a funcionar grupos dedicados a arquitectura solar pasiva en Rosario, Mendoza, Salta y La Plata. En 1977 los grupos y profesionales interesados participan de un Seminario en Salta, dirigido por Jacques Michel.

Es para entonces que el Arq. Elio Di Bernardo realiza su casa *Sol 55* en Rosario. Se implementaron diversos tipos de MAC, GAD y una envolvente aislada, cuyo comportamiento fue monitoreado. Luego creará el Centro de Estudios Bioambientales, FAU, UNR. Construyó en la región y en el Sur, diversas viviendas con GAD+Aislación, GAD+Colectores de aire y refrescamiento pasivo. En los trabajos posteriores del grupo y hasta la actualidad, abarcará estudios climáticos, pautas bioclimáticas para el NEA, la problemática energética urbana, ambiental y paisajística. Conjuntamente ha realizado docencia de grado y posgrado.

En Mendoza en el IADIZA, el Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda luego LAHV, CRICYT, Mendoza (Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda, del Centro Regional de Investigación en Ciencia y Tecnología), dirigido primero por

Enrico Tedeschi, realiza un prototipo experimental con diversos MAC sólidos+GAD+ventilación efecto chimenea+aislación+banco de ensayos de calefones solares. Después de la muerte de Tedeschi y con la dirección del Arq. Carlos de Rosa y un equipo interdisciplinario, realizan otras obras significativas –siempre todas monitoreadas- entre ellas varias escuelas solares en el interior mendocino. Así la escuela rural en La Junta (1992) tiene GAD+aislación+calefón solar+iluminación natural y la de Los Parlamentos (1992) GAD+MAC+aislación+iluminación natural+calefón solar. También y hasta hoy abordaron problemas solares y energéticos urbanos, climáticos, pautas bioclimáticas para la Prov. de Mendoza y estudios ambientales.

El Instituto Nacional de Energía No Convencional, INENCO, UNSa, de Salta es el grupo de investigación solar más desarrollado del país, dirigiendo sus diversas líneas los físicos Luis Saravia y Graciela Lesino. Muy interesantes obras -con colaboración de arquitectos- localizadas en el interior de la región, estudios climáticos y diversos desarrollos experimentales, siempre monitoreados. Las viviendas en Cachi (1985) apelan a invernadero con acumulador+adobe aislado+calefón solar. La vivienda en Abra-Pampa (1987) en la Puna tienen MAC de piedras y humectador+invernadero+GAD+calefón solar en una zona alta y aislada sin infraestructura alguna. Todas han sido monitoreadas. Han experimentado asimismo sistemas pasivos de acondicionamiento para las difíciles condiciones climáticas de algunas zonas cálido-húmedas de su región. Han realizado también estudios climáticos y pautas bioclimáticas para el NOA. Realizan docencia de posgrado.

En La Plata en 1976 se formó el Instituto de Arquitectura Solar, IAS/FABA, dirigido por el Arq. Elías Rosenfeld y desde 1986, la

Unidad de Investigación N°2 (U.I.2), del Instituto de Estudios del Hábitat (IDEHAB), FAU, UNLP. En su primera etapa con la participación principal de los Arqs. Elías Rosenfeld, Olga Ravella y el físico Jorge L. Guerrero, realizó el proyecto de un conjunto FONAVI de 30 viviendas solares del que se construyó el Prototipo Experimental de La Plata (1979). Implementó GAD+MAC agua+invernadero+chimenea solar refrescamiento+aislación+calefón solar. Luego han construido varias casas bioclimáticas de las que se han monitoreado la Casa Díscoli (1984), GAD+aislación+ CHIS+calefón solar y la Casa Czajkowski (1997), GAD+aislación, ambas en Gonnet, cerca de La Plata. Este grupo se dedicó intensamente a los estudios climáticos y energéticos urbanos y regionales. Se pueden mencionar los estudios de ahorro de energía para el AMBA y la micro región de Río Turbio, Prov. de Santa Cruz y el de mejoramiento de la habitabilidad en la Prov. de Bs. As. Actualmente en desarrollos de eficiencia energética y calidad ambiental urbana, donde se destaca el Informe sobre *“Medidas de Eficiencia Energética en la ciudad”* (Componente C1), de la Segunda Comunicación sobre cambio Climático de la República Argentina (2006) o el “Modelo de Calidad de Vida Urbana (CVU)”. En el año 2002 se crea el Laboratorio de Modelos y Diseño Ambiental (LAMbDA-λ) FAU-UNLP, dirigido por el Arq. Gustavo San Juan, el cual se ocupa del desarrollo, investigación y transferencia de conocimiento al medio académico y profesional. Cuenta en la actualidad con un Heliódón (simulador de trayectoria solar), Túnel de viento y Cielo Artificial (simulador de iluminación natural), para la verificación en modelos a escala, un taller de trabajo, así como un laboratorio a “cielo abierto” con banco de pruebas de colectores solares, y un módulo de ensayo

de sistemas constructivos. Desde su inicio el equipo ha realizado docencia de posgrado y desde 1986 de grado.

A partir de 1984 se inició en la Ciudad de Buenos Aires el centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE), FADU-UBA, dirigido por los Arqs. John M.Evans y Silvia Schiller. Han desarrollado intensamente la docencia ligada al grado y posgrado e investigaciones y estudios a partir del Laboratorio bioambiental, que incluye heliodón, túnel de viento y cielo artificial. Entre las obras construidas de este grupo se destaca el Albergue Estudiantil en Villa La Angostura, Prov. de Neuquén (1995), que implementa GAD + invernadero + aislación.

Desde 1987 comenzó a investigar en La Pampa el grupo encabezado por la Arq. Celina Filippin. Entre otras obras han construido la Escuela Solar en Algarrobo del Aguila (1995) con GAD+MAC+ aislación+chimenea solar+calefón solar. El Gabinete de Investigación Ecológica de la U.T.N. La Pampa en Santa Rosa (1995), GAD+invernadero+aislación.

Están activos también otros grupos bioclimáticos en el país. Notoriamente el IAA, FAU-UNT, Tucumán; el CEVEQu, U.N. de Neuquén y el IRPHa, FAUDI-UNSJ de San Juan.

En la actualidad, son muchos los grupos y profesionales que en las distintas provincias de nuestro país actúan y desarrollan conocimiento sobre la temática. No hemos incluido los numerosos proyectos no concretados, que todos los grupos han realizado y simulados, pero constituyen valiosos antecedentes y experiencia en el tema.

En el último lustro a nivel internacional y latinoamericano se está difundiendo una concepción más amplia del bioclimático bajo la denominación arquitectura o genéricamente diseño ambientalmente conciente (DAC) y alternativamente diseño sustentable (DS).

Se trata ya no sólo de sistemas pasivos, ahorro y uso eficiente de la energía (UEE), sino también del diseño ambiental y paisajístico con sus implicancias ecológicas; del uso de materiales locales, renovables, de apropiado ciclo de vida y del cuidado con los nocivos o energointensivos; del uso racional y reciclado de las aguas (potable, servida, pluvial) y otros fluídos; del logro de ciertos niveles de autonomía energética, cuando ello es conveniente. Todo integrado en un conjunto arquitectónico coherente.

No tenemos conocimiento de que se hayan construido obras notorias de este concepto en nuestro país. Sí dan cuenta algunas obras de Piano, Foster y otros arquitectos europeos y estadounidenses. Son notorios los ejemplos realizados en la reconversión integral de regiones afectadas por la reestructuración industrial europea, Programa IBA en la cuenca del Ruhr (Emscher Park, 2000) y en el interior de Francia, así como el ejemplo de la Ciudad Solar de Linz en Austria (2005), donde participaron una veintena de estudios profesionales entre los que se destacan Foster, Herzog, Rogers and Partners.

Realizando un balance, puede afirmarse que la difusión de la arquitectura bioclimática y sustentable es escasa en nuestro país, más allá de los falsos rótulos. Como han sido escasas a lo largo del tiempo las políticas de estímulo a la investigación, innovación

y difusión. En verdad hubo dos períodos de excepción en este sentido. Durante los '70 las Secretarías de Vivienda (SVOA) y Ciencia y Técnica (SECYT) financiaron proyectos. Otro tanto ocurrió en el período 1981-88, pero además se creó la Dirección Nacional de Conservación y Nuevas Fuentes de Energía en el ámbito de la Secretaría de Energía que enmarcó diversos programas en el Decreto N° 2.247/85.

Sintetizando podemos decir que:

La **Arquitectura solar pasiva**, se basa en el diseño de un edificio teniendo en cuenta el uso eficiente de la energía solar. No se utilizan sistemas mecánicos, por lo cual está íntimamente relacionada con la arquitectura bioclimática, aunque esta última no sólo tiene en cuenta la energía solar, sino otros factores climáticos. Por ende, el término bioclimático es más general, si bien ambos van en la misma dirección.

La **Arquitectura solar activa**, aprovecha la energía solar utilizando sistemas mecánicos y/o eléctricos: colectores solares (para calentar agua o para calefacción) y paneles fotovoltaicos (para obtención de energía eléctrica), los cuales pueden complementar una casa bioclimática. Siempre se tiene en cuenta el uso de energías renovables o sea aquellas energías limpias y que no se agotan (se renuevan). Para una casa, además de la energía solar, de la que ya hemos hablado, podemos considerar otros, como los pequeños generadores eólicos o hidráulicos, o la generación de metano a partir de residuos orgánicos.

La **Arquitectura sostenible**, es aquella que considera el impacto ambiental de todos los procesos implicados en la realización y vida útil de un edificio o un sector urbano, desde los materiales

de fabricación (que no produzca desechos tóxicos y no consuma mucha energía), las técnicas de construcción (que supongan un mínimo deterioro ambiental), la ubicación del edificio y su impacto en el entorno, el consumo energético de la misma y su impacto, y el reciclado de los materiales cuando haya cumplido su función y se derribe. También se deben incluir las tecnologías constructivas, materiales y procesos en relación al contexto cultural y social. Por lo expuesto es un término genérico dentro del cual se puede encuadrar la arquitectura bioclimática.

Una **Casa autosuficiente**, es aquella que logra a partir de la utilización de determinadas técnicas una cierta independencia de la vivienda respecto a las redes de suministro centralizadas (electricidad, gas, agua, e incluso alimentos), aprovechando los recursos del entorno inmediato (agua de pozos, de arroyos o de lluvia, energía del sol o del viento, paneles fotovoltaicos, huertos, etc.). La arquitectura bioclimática también tiene relación con la autosuficiencia en lo que se refiere al suministro de energía.

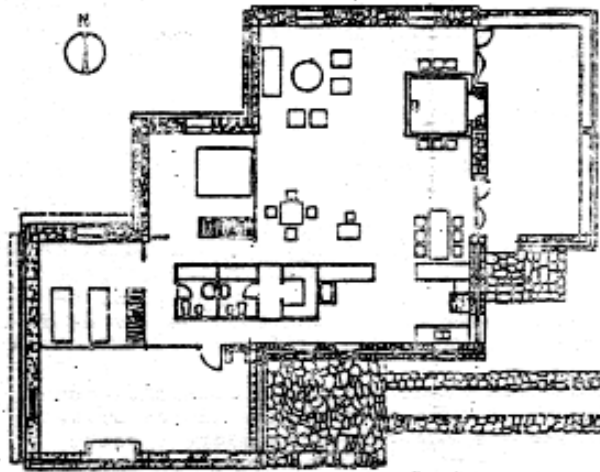
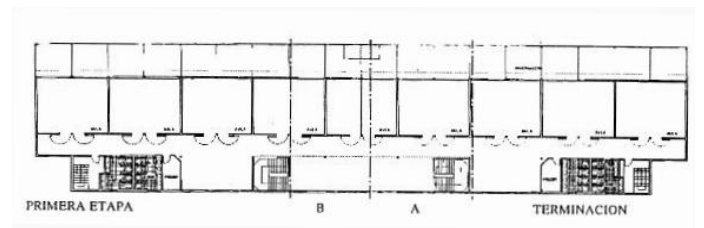
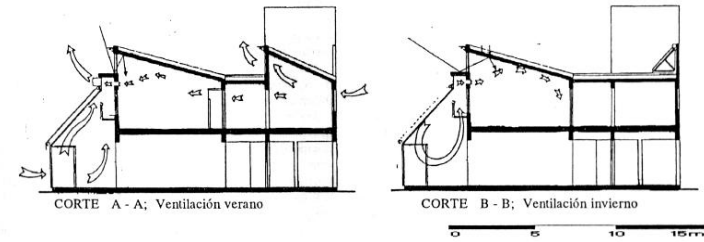


Fig. 1 Plano

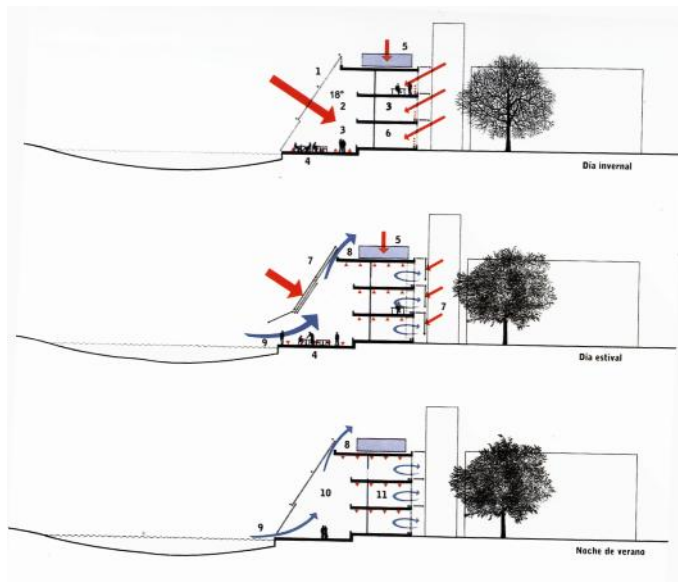


Casa solar en Ara Pampa, Jujuy.



Escuela Agrotécnica en Mendoza

ARQUITECTURA SOLAR Y BIOCLIMATICA



Ciudad Solar de Linz en Austria (2005)



Escuela Agrotécnica en Mendoza

