

Lecciones de diseño bioclimático para zonas tropicales en la Casa Shodan, de Le Corbusier

Juan Sebastian Rivera*

Resumen

En este artículo se busca dar a conocer las técnicas de control ambiental y eficiencia energética aplicadas por el maestro del movimiento moderno Le Corbusier en la Casa Shodan. De igual manera, se busca demostrar, a través del uso de herramientas de análisis climático y simulación contemporáneas, que Le Corbusier aplicó a mediados del siglo XX, de manera consciente, técnicas de control ambiental que hacen de la obra mencionada un ejemplo emblemático de arquitectura bioclimática para el clima tropical húmedo de la India. En el contexto actual, de crisis energética y ambiental, cuando la eficiencia energética de los edificios se convierte en una prioridad cada vez más exigida, a través de marcos normativos y sellos de certificación de construcción sostenible alrededor del mundo, vale la pena retomar las lecciones de arquitectura bioclimática que dejó Le Corbusier. En este caso, las técnicas aplicadas en el clima tropical húmedo de la India se pueden usar en Colombia en las zonas de tierra caliente, con algunas ligeras modificaciones y técnicas de control adicionales. Estas técnicas servirían también para las zonas tropicales predominantemente secas del país como las que corresponden a la región de la Orinoquía y a la sabana de la región Caribe.

Palabras clave: arquitectura bioclimática, Casa Shodan, Le Corbusier, sostenibilidad, eficiencia energética, construcción verde, arquitectura para zonas tropicales húmedas.

Recibido: 25 de octubre de 2014
Aprobado: 5 de diciembre de 2014

Cómo citar este artículo: Rivera, J. S. (2014). Lecciones de diseño bioclimático para zonas tropicales en la Casa Shodan, de Le Corbusier. *Traza*, (10), 58-73.

* Arquitecto de la Universidad Nacional de Colombia. Magíster en Arquitectura del Politécnico de Milán, Italia. Ha desarrollado investigaciones en diseño arquitectónico, urbano y sostenibilidad. Actualmente desarrolla investigaciones en técnicas de control ambiental y es docente de tiempo completo en la Universidad de La Salle, Bogotá. Correo electrónico: jsrivera@unisalle.edu.co



Lessons on Bioclimatic Design for Tropical Areas in Shodan House, by Le Corbusier

Abstract

This paper aims to publicize the environmental control techniques and energy efficiency applied by the master of modern movement, Le Corbusier, in Shodan House. It also seeks to demonstrate, through climate analysis and contemporary simulation tools, that Le Corbusier applied, consciously and in the mid twentieth century, environmental control techniques that make the abovementioned construction an emblematic example of bioclimatic architecture for the humid tropical climate of India. In the current context of energy and environmental crisis, when the energy efficiency of the buildings becomes an increasingly demanded priority through regulatory frameworks and sustainable building certification seals around the world, it is worth remembering the bioclimatic architecture lessons by Le Corbusier. In this case, the techniques applied in the humid tropical climate of India can be used in Colombia in warm climate areas, with a few minor changes and additional control techniques. These techniques can also be used in predominantly dry tropical zones of the country, such as those from the Orinoquia and the savannah from the Caribbean region.

Keywords: bioclimatic architecture, Shodan House, Le Corbusier, sustainability, energy efficiency, green building, architecture for humid tropics.

Introducción

En el contexto contemporáneo de crisis energética y ambiental, con el calentamiento global como una de las prioridades de la agenda política de los Gobiernos de los países desarrollados (The Global Commission on Economy and Climate, 2014) y de organismos globales como la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la eficiencia energética de los edificios, las estrategias de desarrollo urbano sostenible y la implementación de tecnologías limpias que reemplacen por completo la tecnología dependiente de combustibles fósiles se convierten en la esperanza de la humanidad para lograr hacer un cambio drástico en los próximos cincuenta años en los patrones de desarrollo y crecimiento económico para garantizar así su supervivencia en el tiempo.

Las técnicas de control ambiental han sido aplicadas desde la Antigüedad en todo tipo de edificios, ya que de esto dependen las condiciones de confort de los usuarios y, por consiguiente, su utilidad y permanencia en el tiempo. La arquitectura de la Antigüedad utilizaba técnicas pasivas de control ambiental; es decir, técnicas que prescindían de otros medios mecánicos para lograr el confort térmico en las edificaciones.

Existen ejemplos de la adaptación de la arquitectura a las condiciones climáticas de un lugar específico en las construcciones de las civilizaciones de la Antigüedad, como Pueblo Bonito en Nuevo México (900 a. C.) y la ciudad Anasazi de Mesa Verde (1200 d. C.) en el estado de Colorado, en los Estados Unidos. Estas eran verdaderas ciudades solares que aprovechaban al máximo las técnicas de control ambiental existentes en su tiempo para garantizar el confort de sus habitantes (Behling y Behling, 2002).

Durante el siglo XX, con la dependencia de los combustibles fósiles y la invención de métodos mecánicos de climatización para los edificios, las técnicas pasivas se dejaron a un lado; se diseñaron entonces edificios cuyo confort térmico dependía exclusivamente del aire acondicionado y la calefacción mecánica a base de combustibles fósiles que absorbían exageradas cantidades de energía. Como resultado, se produjeron huellas ecológicas gigantescas. Ejemplo de este tipo de edificios son las torres de oficinas con fachadas de vidrio reflectivo de colores, desde el piso hasta la cubierta, carentes de cualquier tipo de protección solar en la fachada, que se levantaron en el centro de las ciudades norteamericanas durante la segunda mitad del siglo XX.

Sin embargo, los maestros del movimiento moderno Frank Lloyd Wright y Charles Edward Jenerett sí tuvieron en cuenta la eficiencia energética a través de técnicas de control ambiental pasivas y activas en sus edificios. Ellos reconocieron que la racionalidad técnica, sumada a la eficiencia en todos los aspectos del edificio y el acoplamiento entre la correcta composición espacial, formal y funcional es lo que convierte a la arquitectura en la combinación sublime de la ciencia y el arte, y lo que garantiza su permanencia en el tiempo.

La obra analizada en este texto, desde el punto de vista bioclimático, demuestra el profundo conocimiento sobre eficiencia energética y técnicas de control ambiental que tenía Le Corbusier en su tiempo, a pesar de no contar con herramientas digitales de simulación y análisis climático como las que existen hoy en día.

Para demostrar el punto anterior, se utilizaron las herramientas digitales *Climate Consultant*, *Ecotect* y *Casanova*, con el fin de comprobar, mediante simulaciones y análisis, la eficiencia en

el consumo energético de la Casa Shodan y las técnicas de control ambiental utilizadas en el clima tropical húmedo de la India. De esta manera, se hacen evidentes las lecciones que los arquitectos en mención dejaron en sus obras para la posteridad; por ejemplo, en la actualidad estas se sacan a la luz, cuando las estrategias proyectuales sostenibles deben estar en el centro de cualquier obra arquitectónica y pueden ser fácilmente adaptadas en proyectos arquitectónicos con climas similares.

También se tiene en cuenta que la obra mencionada ha sido analizada por otros autores, la mayoría de las veces desde el punto de vista estético-compositivo, y se ha dejado a un lado, cuando no ignorando por completo, que la eficiencia energética y el confort térmico estuvieron en la génesis del proceso proyectual.

Con el fin de demostrar lo expuesto anteriormente, nos valdremos de un análisis climático del lugar donde está construida la casa. Se emplearán las bases de datos climáticas *EnergyPlus*¹ del Departamento de Energía de los Estados Unidos, de uso abierto y gratuito, que muestran el resumen de información climática recolectada durante más de treinta años alrededor del mundo (Ibarra, s. f.). También se utilizarán el *software* de análisis climático *Climate Consultant 6.0*, desarrollado por el Departamento de Arquitectura y Diseño Urbano de la Universidad de California; el simulador de trayectorias solares de *Autodesk Ecotect*, y el *software* de cálculo de consumo energético *Casanova*, desarrollado por el profesor Frank-Dietrich Heidt del Departamento de Física de la Universidad de Siegen en Alemania, también de uso abierto y gratuito.

La mayoría de los programas mencionados, de análisis climático, se basan en los estudios del arquitecto israelí Baruch Givoni, consignados en su libro *Man Climate and Architecture*, publicado en 1979. En este se estableció el uso de un diagrama psicométrico que muestra el resumen de las condiciones climáticas de un lugar, localizando en un polígono la zona de confort y sugiriendo estrategias de control ambiental y diseño bioclimático pasivas, según el área donde se localice la zona de confort y el clima del lugar que se está analizando. El resumen digital de los estudios de Baruch Givoni es el *software* *Climate Consultant*, desarrollado por el Departamento de Arquitectura y Diseño Urbano de la Universidad de California. Este utiliza las bases de datos climáticas *EnergyPlus* para generar el diagrama psicométrico de Givoni de un lugar determinado.

Asimismo, el *software* *Climate Consultant* es empleado para generar gráficas interpretativas de las diferentes variables climáticas del lugar, con el fin de que sean fácilmente leídas e interpretadas por el proyectista. Por último, hace una lista de veinte estrategias de control ambiental y de diseño bioclimático pasivo y activo que son compatibles con el lugar estudiado, para lograr confort térmico y eficiencia energética.

Con las herramientas *Ecotect* y *Heliodon* se hace simulación de las trayectorias solares, lo que permite hallar ángulos del acimut de los rayos solares en las horas y fechas extremas (solsticios y equinoccios), según la orientación del proyecto, con la intención de hacer el cálculo adecuado de las dimensiones de los elementos de protección solar y de las ventanas, según se busque la entrada del sol en invierno o se quiera evitar al máximo su ingreso directo en el edificio.

Por último, se utiliza el simulador *Casanova*, desarrollado por el Departamento de Física de la Universidad de Siegen en Alemania, para hacer una simulación del consumo energético del edificio a lo largo del año y así comparar las demandas de energía para calefacción y aire acondicionado.



Foto 1. La Casa Shodan de Le Corbusier, “paradigma de arquitectura moderna para zonas tropicales húmedas”

Fuente: www.flickr.com/photos/22447079@N02/5874282208

Scott Norsworthy todos los derechos reservados 2010

La intención es hacer un análisis completamente objetivo y racional de la proyección bioclimática, de tal manera que se introduzca al lector, de manera didáctica, a las técnicas de control ambiental para arquitectura bioclimática y a las herramientas de simulación y análisis climático que se encuentran disponibles en Internet de manera gratuita como *software* libre. De esta manera, es posible dar una mirada alternativa a los procesos proyectuales, diferente de la que se centra exclusivamente en la composición espacial y en la imagen del proyecto arquitectónico. Es viable, entonces, demostrar que la eficiencia energética y la adaptación al clima fueron unos de los pilares del proceso proyectual de los maestros del movimiento moderno.

Paralelo a esto, se citarán fragmentos de la obra escrita de Le Corbusier, donde se tocan temas referentes a los agentes climáticos y las técnicas de control ambiental. Ello evidencia que la aplicación de estas técnicas en su obra fue consciente y racional, aunque aparentemente, subjetivizada en su obra escrita.

La Casa Shodan, ubicada en Kharawala Road, Ahmedabad, capital del estado indio de Gujerat, se terminó de construir en 1951, y ha sido abordada por diversos autores para mostrar la adaptación de los estudios hechos por Le Corbusier sobre arquitectura doméstica a un contexto tropical e indio (Monteys, 2005).

Además de ser un magnífico ejercicio de composición espacial y formal, lo que está en la génesis del proyecto es una serie de técnicas de control ambiental para zonas húmedas tropicales que se combinan de manera magistral con los cinco postulados de Le Corbusier. La Casa Shodan no fue diseñada para un sitio específico, como lo escribe Xavier Monteys en su libro sobre la obra de Le Corbusier: “Es la última gran villa construida por Le Corbusier. Su propietario el señor Shodan compró los planos al señor Hutheesing, que era quien había encargado el proyecto” (2005, p. 183). Sin embargo, la casa sí está diseñada para un clima específico; es una casa genérica para un clima tropical húmedo; es un ejercicio compositivo neoplasticista tridimensional con una refinada adaptación climática para lograr el confort en un clima tropical húmedo.

La esencia del proyecto de la Casa Shodan consiste en buscar el confort térmico y la eficiencia energética, a través del uso consciente y calculado de técnicas de control ambiental ampliamente conocidas. A lo anterior se le agregó la combinación con el lenguaje brutalista de la arquitectura, en concreto a la vista, además de una excelente manera

de aprovechar las ventajas de la planta libre en procura de dinamismo e interacción espacial en diferentes niveles.

A continuación se mostrará qué técnicas de control ambiental y qué decisiones fueron tomadas por el arquitecto para alcanzar el confort térmico y la eficiencia energética, lo que se acopló con el clarísimo sistema de orden espacial de la casa. Para tal fin, debemos hacer primero una síntesis del análisis climático del lugar con la intención de entender la razón por la cual Le Corbusier tomó las decisiones proyectuales.

En la figura 1 se muestra el diagrama psicrométrico de Givoni para la ciudad de Ahmedabad, India, que es el resumen sintético de la información climática del lugar. Muestra que es un clima tropical predominantemente húmedo, con temperaturas que oscilan entre los 18 y los 45 °C, con índices de humedad que varían entre los 0,005 y los 0,23 kg de agua por kilogramos de aire. La zona de confort se localiza entre los 21 y los 28 °C, con un coeficiente de humedad entre 0,04 y 0,12.

Como se puede apreciar, la mayoría de puntos (47%) aparecen ubicados en la parte superior derecha, esto significa que el clima de Ahmedabad es predominantemente húmedo y caliente, el

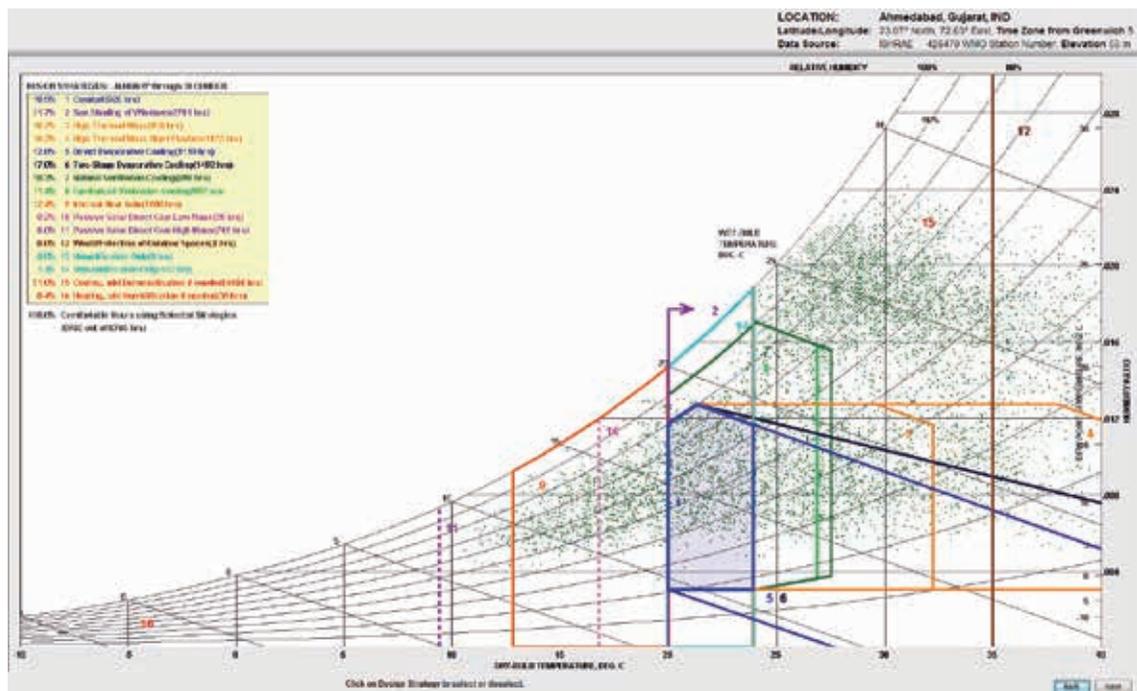


Figura 1. Diagrama psicrométrico de Givoni para Ahmedabad, Gujarat, India

Fuente: *Climate Consultant 6.0* y bases de datos climáticos del Departamento de Energía de los Estados Unidos.

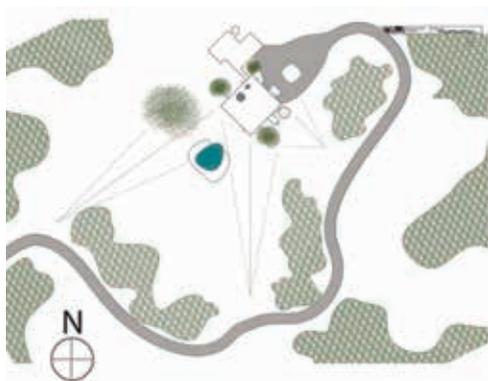


Figura 2. Planta de localización de la Casa Shodan
Fuente: www.greatbuildings.com/buildings/Shodan-House.html

número 15 que aparece en esta área de la figura corresponde a *enfriamiento y deshumedificación*; esta es la acción que habría que lograr en el proyecto para mover los puntos que se encuentran en la parte superior derecha hacia el área de confort; es decir, para lograr confort térmico en los días húmedos y calientes del año que son la mayoría. Como es sabido, cuando la temperatura del bulbo seco desciende, el porcentaje de humedad disminuye de manera exponencial, relación que se evidencia en la curva que delimita la parte superior del diagrama psicrométrico.

Con estas condiciones climáticas, el uso de aire acondicionado es imprescindible. El desafío proyectual consiste en hacer lo más racional posible el uso de este mecanismo para evitar consumos exagerados de energía. Le Corbusier fue uno de los pioneros en adaptar sus edificios a este nuevo mecanismo de climatización. Como el clima es predominantemente caliente y húmedo, se debe lograr utilizar al mínimo el aire acondicionado en función de lograr eficiencia energética, objetivo que Le Corbusier logró de manera magistral en la Casa Shodan con las sencillas estrategias de diseño que explicaremos a continuación.

Control de la humedad

Le Corbusier pone la piscina del proyecto bastante lejos de la vivienda para evitar que la evaporación del agua aumente los porcentajes de humedad y afecte el confort térmico en una zona que ya de por sí es bastante húmeda, como se observó en el diagrama psicrométrico. La piscina está a 17 m de distancia de la casa.

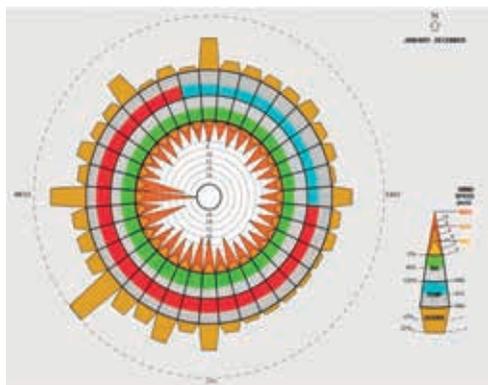


Figura 3. Corte transversal de la casa donde se observa uno de los vacíos continuos y el orificio en la cubierta para lograr el efecto de corriente de aire ascendente por diferencia de temperatura
Fuente: es.wikiarquitectura.com

Orientación con respecto al norte y uso racional del aire acondicionado

Le Corbusier decidió utilizar el aire acondicionado solamente en las áreas privadas; es decir, en las habitaciones y el estudio. Resolvió que las áreas sociales, circulaciones y terrazas se ventilarían con un sistema pasivo de ventilación con efecto de chimenea solar o corriente de aire ascendente por diferencia de temperatura, lo que hacía necesario que la orientación del proyecto permitiera la entrada por la fachada de los vientos de mayor velocidad del lugar para poder canalizarlos a través de los vacíos continuos del proyecto, en sentido ascendente, y lograr así la ventilación pasiva de las áreas mencionadas, como se muestra en la figura 3. Por esta razón, el proyecto se rota en planta de 45° con respecto al norte, de esta manera permite la entrada de los vientos predominantes del occidente por las fachadas abiertas de la casa.

Sistema pasivo de ventilación en áreas sociales, circulaciones y terrazas

Las corrientes de aire que ascienden por diferenciación térmica entran por las dos fachadas abiertas hacia el occidente y ascienden por los vacíos de la casa que se logran gracias a la libertad compositiva que permite la planta libre hasta salir por los orificios que tiene la gran cubierta superior que da sombra a las terrazas-jardín. La figura 4 muestra la rosa de los vientos (*wind wheel*) de Ahmedabad con el promedio anual de los vientos del lugar. Como se observa, los vientos principales provienen del occidente con velocidades que llegan a los 10 m por segundo.

Las corrientes de aire interiores logran que la temperatura interna de la casa en las áreas sociales, terrazas y circulaciones se mantenga dentro del rango de confort térmico, aun en los días más calurosos del año, ya que al bajar la temperatura, también reducen los porcentajes de humedad relativa dentro de la casa. De esta manera, se logra reducir el uso de aire acondicionado únicamente al 30 % de la totalidad del área del proyecto, que corresponde a las dos habitaciones principales y al estudio ubicados en la tercera planta. La entrada de las corrientes de aire principales del lugar para ventilar la casa se logró al rotar la planta a 45° y dejar dos fachadas abiertas orientadas hacia el occidente, como se ve en la planta de localización y en los planos de las fachadas.

El efecto de ventilación anteriormente mencionado se puede potenciar si se utilizan ventiladores eléctricos en las áreas sociales, como de hecho se muestra en las fotografías interiores de la casa, con lo que se consigue bajar aún más la temperatura interior de los espacios de la casa que funcionan sin aire acondicionado.

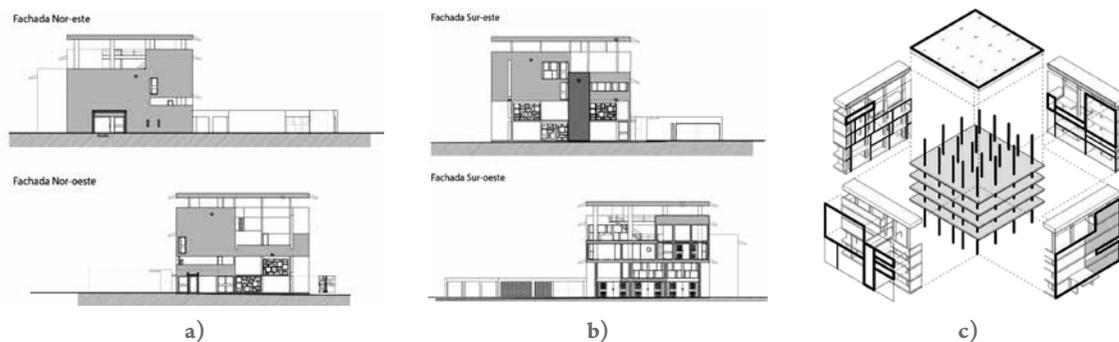


Figura 4. Fachadas de la Casa Shodan

Fuente: www.greatbuildings.com/buildings/Shodan_House.html

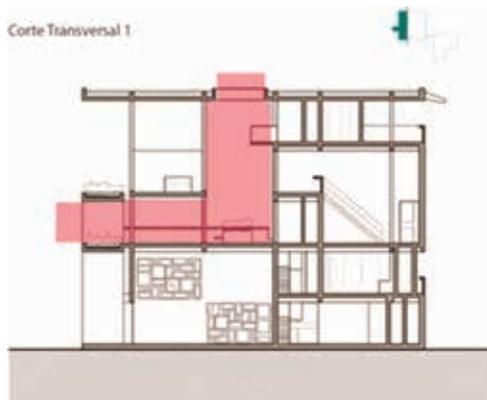


Figura 5. Corte transversal de la casa, donde se observa uno de los vacíos continuos y el orificio en la cubierta para lograr el efecto de corriente de aire
Fuente: www.greatbuildings.com/buildings/Shoudan_Horse.html

De lo anterior se concluye que el diseño de las fachadas de la Casa Shoudan responde a determinantes 100% bioclimáticas y funcionales, pero lo que levanta a esta obra arquitectónica por encima de un mero ejercicio técnico es que la resolución del problema funcional y bioclimático se combina de manera magistral con una composición geométrica neoplasticista tridimensional de ángulos rectos; decisión intuitiva y personal de Le Corbusier, como lo escribe en los últimos versos de su poema al ángulo recto, donde además explica de manera lírica la dialéctica eterna entre el sol y el agua, que no es otra cosa que lo que se muestra en el diagrama psicométrico; el poema, además, nos recuerda en sus primeras estrofas a *Las metamorfosis* de Ovidio. Escribe entonces Le Corbusier sobre la dialéctica de los opuestos:

Entre polos reina la tensión
de los fluidos se operan
las liquidaciones de cuentas de
los contrarios se proponen un
término al odio de los
inconciliables madura la unión
fruto del afrentamiento. (Le Corbusier, 1978, p. 10)

¿Pero cómo solucionó Le Corbusier el problema de la asoleación si las aberturas de la casa están hacia el occidente y no hacia el norte como se debe orientar los proyectos en el hemisferio norte para evitar la asoleación directa en climas calurosos?

Control de la asoleación

Como se muestra en la figura 6, al rotar la planta de la casa 45° para permitir la entrada de los vientos predominantes, las fachadas más abiertas que miran al oeste quedan expuestas a la asoleación directa en las horas de la tarde durante el verano. El resto del año la fachada suroeste es la que más recibe asoleación directa desde la 1:00 p. m. hasta las 6:00 p. m., aproximadamente, como lo muestra la gráfica solar. Por esta razón, la fachada suroeste es la única que posee cortasoles. Se perciben grandes cortasoles de casi 2 m de largo, con una separación de 2,30 m en vertical y horizontal, una rejilla que configura la fachada suroeste en la parte de la habitación y el estudio principal. Pero Le Corbusier no solamente corta la asoleación directa, además ubica materas sobre los amplios cortasoles para absorber la radiación y evitar al máximo tanto el reflejo de la luz solar directa como la transmisión del calor producida por la radiación absorbida por el cortasol hacia el interior de la casa. La dimensión de los cortasoles, su separación y la altura de las ventanas son meticulosamente calculadas

según los ángulos del acimut en el equinoccio, en las horas de la tarde, con la intención de no permitir la entrada del sol, como se muestra en la simulación hecha con *Ecotect*, a partir de la información climática de Ahmedabab.

El resto de las horas, y sobre todo al mediodía que es el momento en el que la radiación solar es más fuerte y las temperaturas son más altas, la gran cubierta de concreto sobre las terrazas-jardín absorbe toda la radiación. Según el texto de Xavier Monteys, esta gran cubierta fue concebida para ser llenada de agua (2005, p. 183); de esta manera, la radiación es reflejada y el calor no es transmitido al nivel inferior de las terrazas-jardín a través de las columnas. La cubierta, además, tiene dos orificios semicirculares que tienen la función de completar el efecto de chimenea de aire por diferencia de temperatura, lo que explicamos en el punto anterior. El resto de fachadas son cerradas, con muros de concreto y pequeñísimas aberturas, por lo que la asoleación directa no entra en la casa.

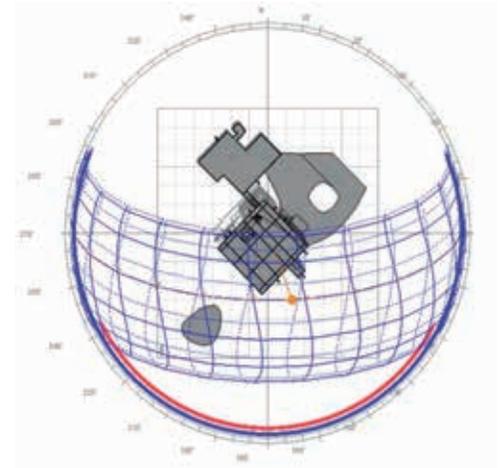


Figura 6. Trayectorias solares de Ahmedab
Fuente: Autodesk Ecotect

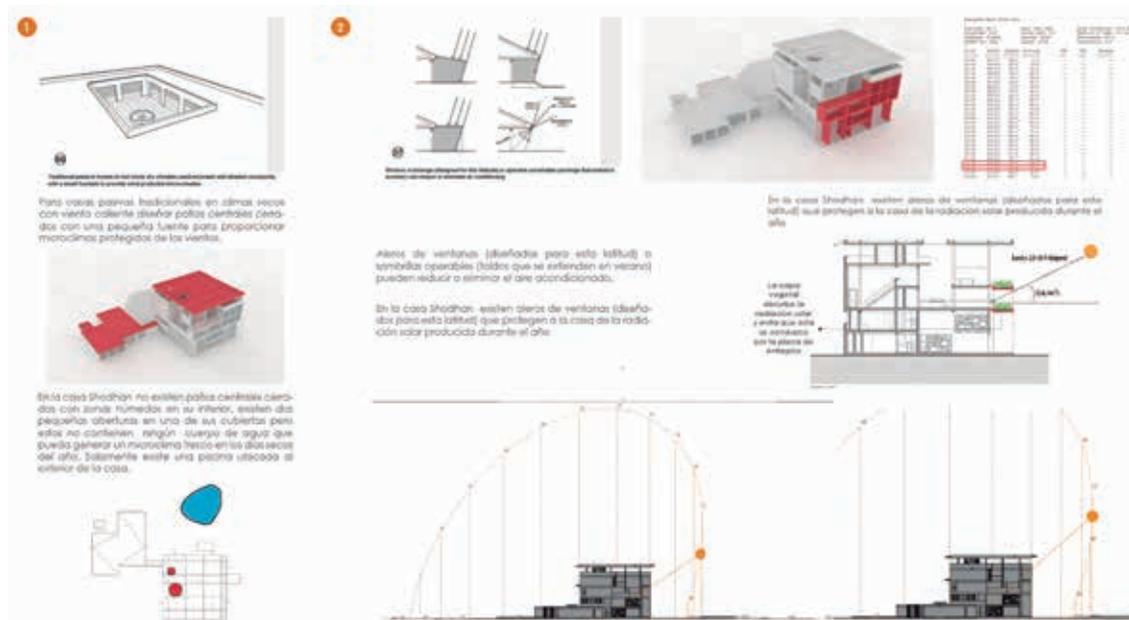


Figura 7a. Cortasoles con plantas
Fuente: Greatbuildings.com

Figura 7b. Fachada con Cortasoles y gran cubierta
Fuente: Greatbuildings.com

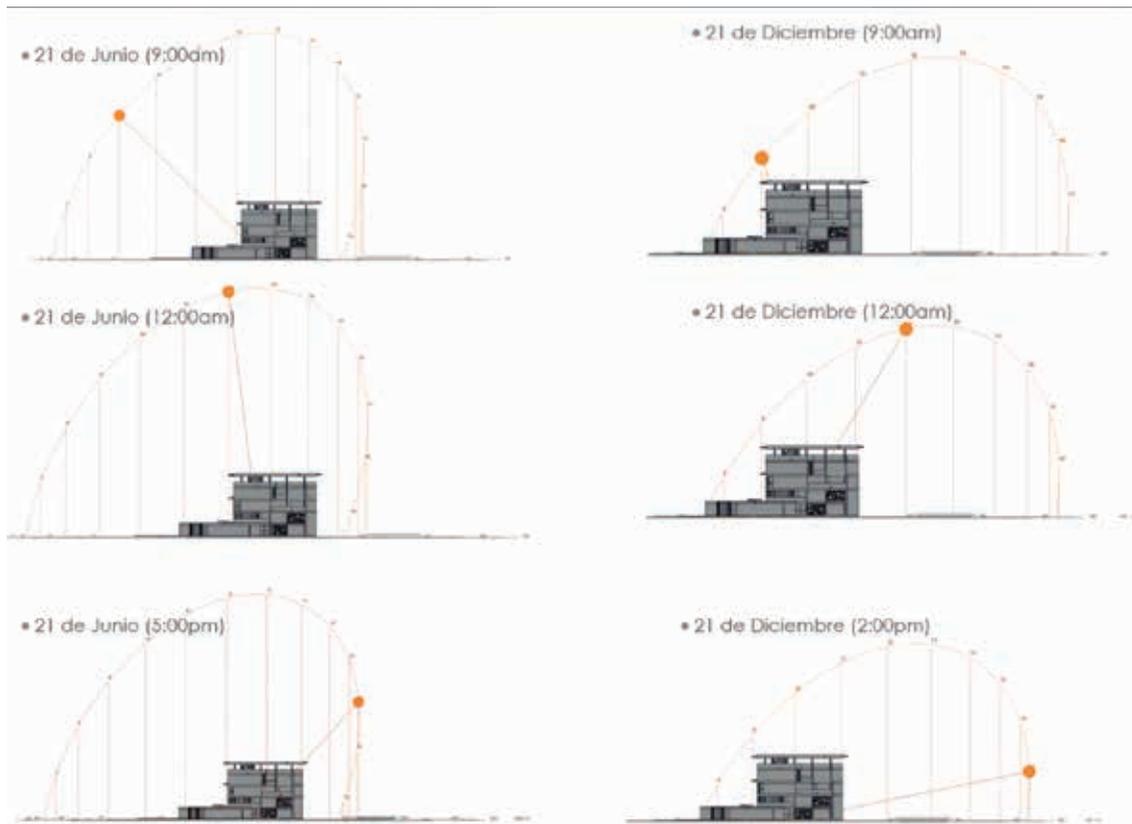


Figura 8. Estudio de los ángulos de acimut en las fechas y horas extremas
Fuente: Autodesk Ecotect.

Sobre la asoleación y las trayectorias solares, Le Corbusier escribe varios versos en su poema del ángulo recto. Inicia así:

El Sol maestro de nuestras vidas
Indiferente lejos
él es el visitante —un señor—
entra en nuestra casa.

[...].

Puntual máquina tornante
desde lo inmemorial hace
nacer a cada instante las
veinticuatro horas la gradación
el matiz lo imprescindible
proporcionándoles casi
una medida. Pero él la rompe

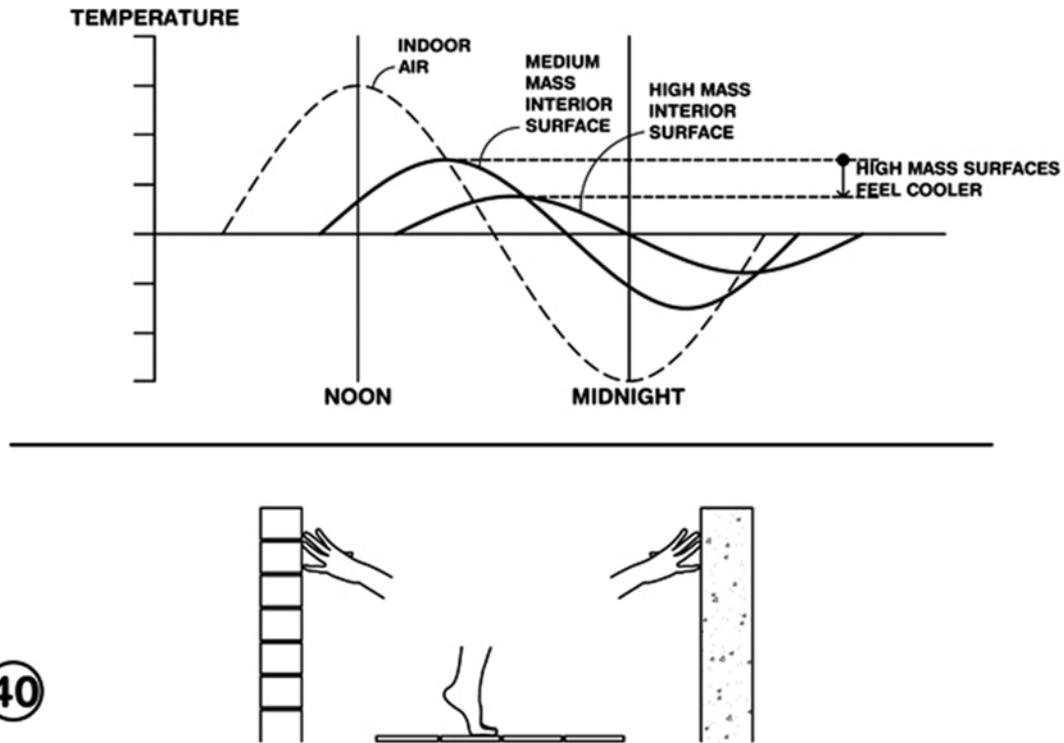
Dos veces brutalmente
 mañana y noche. El continuo
 le pertenece en tanto
 que nos impone lo alternativo
 —La noche el día— Los dos tiempos
 que rigen nuestro destino
 Un sol se levanta
 un sol se oculta de nuevo
 un sol se levanta de nuevo. (Le Corbusier, 1978, p. 5)

En la última parte del poema, Le Corbusier habla de los ciclos de la naturaleza, los solsticios y los equinoccios e, incluso, del movimiento de los planetas, y hace una metáfora que permite entender la gráfica solar y la información climática de *Climate Consultant*:

Como están unidos por la exactitud
 Los negros de Harlem
 no tocándose pero
 a distancia en cada
 segundo diferentes
 De la misma manera
 danzan la tierra y el sol
 la danza de las cuatro estaciones
 la danza del año
 la danza de los días de
 veinticuatro horas
 el vértice y el abismo de los
 solsticios
 la llanura de los equinoccios. (Le Corbusier, 1978, p. 5)

Le Corbusier compara el movimiento de los hombres negros jugando baloncesto en las canchas callejeras de Harlem, en Manhattan, con el movimiento cíclico del sol y la tierra en la danza de las cuatro estaciones. Es la manera como él interpreta y entiende la gráfica solar de Ahmedabab que se mostró en la figura 6. En la siguiente estrofa, el arquitecto habla de los cortasoles, los mismos que diseñó con precisión ingenieril y matemática en la fachada suroeste de la Casa Shodan:

El reloj y el calendario
 han aportado a
 la arquitectura el “rompe-sol”
 Instalado delante de las vidrieras de los
 edificios modernos. Una
 sinfonía arquitectónica
 se aprestaba bajo este título:
 “La Casa Hija del Sol”
 ...Y Vignola —por fin— estás jodido!”
 Gracias!
 Victoria! (Le Corbusier, 1978, p. 15)



High mass interior surfaces (tile, slate, stone, brick or adobe) feel naturally cool on hot days and can reduce day-to-night temperature swings

Figura 9. Estrategia de diseño n.º 40 sugerida para el clima de Ahmedabad, India

Fuente: Climate Consultant 6.0, a partir de las bases de datos climáticos *EnergyPlus* del Departamento de Energía de los Estados Unidos.

Le Corbusier inventó el cortasol, un elemento de control ambiental característico de la arquitectura moderna que revolucionó la manera como se podía diseñar los edificios, y resultó particularmente útil en las zonas tropicales, como en India o Brasil. La Casa Shodan es una casa solar por excelencia, su diseño responde a la interpretación geométrica precisa de las trayectorias solares para lograr el confort térmico a través del diseño.

Los versos que escribió Le Corbusier son, respetando las proporciones, comparables con los de Ovidio en *Las metamorfosis*, o con los versos de José Eustasio Rivera en *Tierra de promisión*. Si Ovidio narra la creación del mundo y la historia de Roma en *Las metamorfosis* y José Eustasio Rivera hace un homenaje a Heráclito y al Magdalena al iniciar su obra con el verso “Soy un

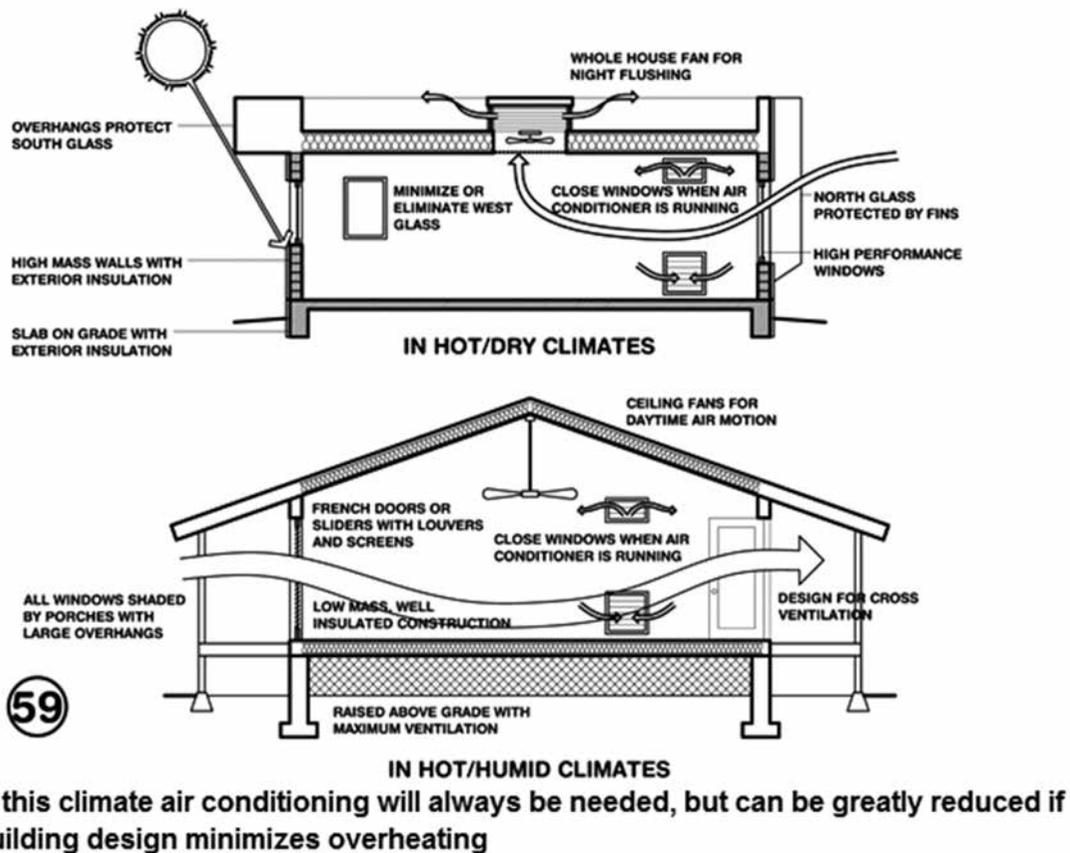


Figura 10. Estrategia de diseño n.º 59 para climas calientes*

Fuente: *Climate Consultant* 6.0. The University of California Department of Architecture and Urban Design, 2014.

* “En este clima el aire acondicionado será siempre necesario, pero puede ser ampliamente reducido si el diseño del edificio minimiza el sobrecalentamiento”.

grávido río y a la luz meridiana [...]”, Le Corbusier (que, por lo demás, también menciona al río Magdalena en su poema) escribió los versos que observamos anteriormente para dejar claro que la poética de la arquitectura moderna no está en la forma, sino en las profundas y sublimes experiencias de vida que los edificios pueden brindar a sus usuarios. Experiencias excepcionales que solo se pueden lograr si el proyectista consigue entender las innumerables determinantes técnicas y bioclimáticas para producir una respuesta intuitiva que sale de la interpretación racional de datos estadísticos y técnicos del lugar en que se diseña, la función del edificio y las demás determinantes del proyecto arquitectónico. La Casa Shodan es un poema solar construido.

Elección de los materiales del interior de la Casa Shodan

En el interior de la casa se utilizan materiales de alta masa en la superficie, ya que estos se sienten naturalmente fríos en los días calurosos y pueden reducir la oscilación térmica entre el día y la noche, como lo explica el diagrama de la estrategia número 40 del *Climate Consultant* 6.0. Los pisos al interior de la casa, como se puede observar en las imágenes interiores, son baldosas cerámicas que por ser materiales de alta masa, se sienten naturalmente fríos en los días calientes y ayudan a reducir la temperatura interior del edificio.

Conclusión

La Casa Shodan es un poema solar y tropical construido. Por medio del anterior análisis bioclimático de la Casa Shodan se demostró que las determinantes climáticas del lugar donde fue construida fueron los factores que determinaron el diseño de la obra.

Las principales decisiones de diseño se tomaron como respuesta a estos determinantes para lograr el confort térmico durante todo el año. Lo que más sorprende es darse cuenta que Le Corbusier también pensó en la eficiencia y el ahorro energético en una época anterior a la crisis energética mundial de los años setenta, periodo de posguerra que se caracterizó por el derroche y la inconsciencia ambiental y ecológica; fácilmente se habría podido diseñar una caja de vidrio hermética que funcionara los 365 días del año con aire acondicionado.

La Casa Shodan es una obra de arquitectura moderna pionera en el diseño bioclimático sostenible para zonas tropicales y en eficiencia energética; esta reúne de manera implícita el conjunto de lecciones sobre diseño bioclimático para zonas tropicales que se enumeraron y explicaron de manera detallada. Otros autores le han dado más valor estético y compositivo, e ignoran que el componente de sostenibilidad ambiental que tiene su diseño es lo que la convierte en una construcción especial entre la extensa y aclamada obra de Le Corbusier.

Al estudiar la Casa Shodan, sorprende y se hace evidente el gran conocimiento que tenía Le Corbusier sobre arquitectura bioclimática. Proyectistas de todo el mundo han aplicado las lecciones de diseño bioclimático y composición espacial de esta casa en diversos proyectos alrededor del mundo, uno de ellos en nuestro país.

El edificio de la Facultad de Artes Integradas de la Universidad del Valle, localizado en el corazón del campus universitario en Cali, aplica todas las técnicas de control ambiental descritas y explicadas en el presente artículo. Es un edificio institucional que alberga el conservatorio y aulas de clase para danza, teatro, artes plásticas y dibujo. Al igual que en la Casa Shodan, solo las aulas y los auditorios —es decir, los espacios de permanencia— funcionan con aire acondicionado. En el resto del edificio se utiliza la ventilación pasiva, igual que en la Casa Shodan, lo que hace que sea altamente eficiente desde el punto de vista energético.

Desafortunadamente el edificio no fue terminado por cuestiones presupuestales; sin embargo, la claridad conceptual del diseño resulta tan consistente y la elección de los materiales tan correcta que al recorrerlo, se percibe esa sensación de atemporalidad, acompañada del confort térmico, que hace que el usuario perciba el deterioro y la falta de mantenimiento de la misma manera como se observan en las ruinas del templo de Deméter en Selinunte.

Referencias

- Behling, S. y Behling, S. (2002). *Sol Power: la evolución de la arquitectura sostenible*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Benton, T. (2009). *The rethoric of modernism: Le Corbusier as lecturer*. Paris: Basel.
- Birksted, J. K. (2009). *Le Corbusier and the occult*. Cambridge: The MIT Press.
- Climate Consultant 6.0. (2014). *The University of California Department of Architecture and Urban Design*. Recuperado de <http://www.energy-design-tools.aud.ucla.edu/climate-consultant/request-climate-consultant.php>
- Givoni, B. (1979). *Man, climate and architecture*. London: Elsevier Sciences.
- Ibarra, D. (s. f.). *Digital workshop series on climate analysis: Harvard graduate School of Design*. Recuperado de <http://www.gsd.harvard.edu/research/gsd-square/Publications/ClimateAnalysisWorkshop.pdf>
- Le Corbusier. (1978). *Poema del ángulo recto*. Madrid: Círculo de Bellas Artes.
- Monteys, X. (2005). *Le Corbusier: obras y proyectos*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Ovidio, P. (1969). *Arte de amar y Las metamorfosis*. Barcelona: Emecé.
- Rivera, J. E. (1999). *Tierra de promisión*. New York: The Edwin Mellen Press.
- The Global Commission on Economy and Climate. (2014). *The new climate Economy Report. Better growth better climate*. Recuperado de <http://newclimateeconomy.report/TheNewClimateEconomyReport.pdf>
- UN-Habitad. (s. f.). *For a better urban future*. Recuperado de <http://unhabitat.org/urban-themes/climate-change/>

Notas

¹ Cfr. la página web de U. E. Department of Energy: http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/weatherdata_about.cfm?CFID=2238661&CFTOKEN=f2e987738ad89fd0-46CC8F7E-CDBA-C09D-4E3FB6C11F2D8B6D&jsessionid=A0416204F83959E657F7C92E3B6DD3F6.eere