



*Arquitectura bioclimática*

*Bioclimatic architecture*

*Arquitectura bioclimática*

Gabriela Del Cisne Conforme-Zambrano <sup>I</sup>  
[gabys.2016@outlook.es](mailto:gabys.2016@outlook.es)  
<https://orcid.org/0000-0003-0858-8438>

José Luis Castro-Mero <sup>II</sup>  
[arqppcastro@hotmail.com](mailto:arqppcastro@hotmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-0902-7520>

**Correspondencia:** [gabys.2016@outlook.es](mailto:gabys.2016@outlook.es)

Ciencias técnicas y aplicadas  
Artículo de revisión

\***Recibido:** 10 de enero de 2020 \***Aceptado:** 05 de febrero de 2020 \* **Publicado:** 25 de marzo de 2020

- I. Estudiante de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.
- II. Magíster en Administración Pública Mención Desarrollo Institucional, Arquitecto, Docente de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.

## Resumen

La Arquitectura Bioclimática es considerada como la práctica de construir coherentemente y en apego a las condiciones climáticas o naturales propias del sitio. Promueve la recuperación y aprovechamiento de los recursos disponibles de una forma racional y bien planeada. Busca a su vez la integración del espacio construido al entorno, de una manera amigable y con la plena convicción de alterar lo menos posible las condiciones naturales, garantizando la preservación de los ecosistemas existentes y evitando su contaminación. Entre sus características principales se encuentran la comodidad térmica, el empleo de materiales inteligentes y un diseño a gusto del usuario. A dicha arquitectura se le conoce por tener como principal fundamento, el aprovechamiento del clima en beneficio del propio proyecto, para ofrecer a los habitantes el confort que necesitan, también defiende el uso eficiente y racional de los recursos disponibles a nivel local para mitigar el impacto ambiental que la construcción pueda tener regionalmente.

**Palabras claves:** Arquitectura bioclimática; diseño bioclimático; beneficios.

## Abstract

Bioclimatic Architecture is considered as the practice of building coherently and in accordance with the climatic or natural conditions of the site. It promotes the recovery and use of available resources in a rational and well-planned way. It also seeks the integration of the built space into the environment, in a friendly way and with the full conviction of altering the natural conditions as little as possible, guaranteeing the preservation of the existing ecosystems and avoiding their contamination. Among its main features are thermal comfort, the use of smart materials and a design to suit the user. This architecture is known for having as its main foundation, the use of the climate for the benefit of the project itself, to offer the inhabitants the comfort they need, it also defends the efficient and rational use of the resources available locally to mitigate the impact environmental that the construction may have regionally.

**Keywords:** Bioclimatic architecture; bioclimatic design; Benefits.

## Resumo

A arquitetura bioclimática é considerada como a prática de construção coerente e de acordo com as condições climáticas ou naturais do local. Promove a recuperação e o uso dos recursos

disponíveis de forma racional e bem planejada. Ao mesmo tempo, busca a integração do espaço construído ao meio ambiente, de maneira amigável e com plena convicção de alterar o mínimo possível as condições naturais, garantindo a preservação dos ecossistemas existentes e evitando a sua contaminação. Entre suas principais características estão o conforto térmico, o uso de materiais inteligentes e um design adequado ao usuário. Essa arquitetura é conhecida por ter como base principal o uso do clima em benefício do próprio projeto, para oferecer aos habitantes o conforto de que precisam, além de defender o uso eficiente e racional dos recursos disponíveis localmente para mitigar o impacto ambiental que a construção possa ter regionalmente.

**Palavras-chave:** Arquitetura bioclimática; desenho bioclimático; benefícios.

### **Introducción**

La arquitectura bioclimática consiste en el diseño de edificios teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos) para disminuir los impactos ambientales, intentando reducir los consumos de energía. La misma está íntimamente ligada a la construcción ecológica, que se refiere a las estructuras o procesos de construcción que sean responsables con el medio ambiente y ocupan recursos de manera eficiente durante todo el tiempo de vida de una construcción. También tiene impacto en la salubridad de los edificios a través de un mejor confort térmico, el control de los niveles de CO<sub>2</sub> en los interiores, una mayor iluminación y la utilización de materiales de construcción no tóxicos avalados por declaraciones ambientales.

Se define como un conjunto de elementos arquitectónicos, constructivos y pasivos, capaces de transformar las condiciones del microclima para lograr valores que lo acerquen a las condiciones de bienestar termofisiológico del ser humano, utilizando preferentemente energías pasivas, en pos de la reducción de los consumos de energía y minimización de impactos negativos al medio ambiente.

Aunque el costo de construcción puede ser mayor, puede ser rentable, ya que el incremento en el costo inicial puede llegar a amortizarse en el tiempo al disminuirse los costos de operación. Una vivienda bioclimática puede lograr un ahorro considerable e incluso llegar a ser sostenible en su totalidad.

Víctor Olgyay fue el precursor del bioclimatismo, él fue un arquitecto húngaro que vivió en Estados Unidos y murió en 1970. La arquitectura bioclimática se formaliza como una disciplina dentro de la arquitectura durante la década de 1950.

Desde la llegada de la revolución industrial en el siglo XVIII se puede observar que ya se empieza a generar una creciente problemática ambiental debido al alto contenido de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) que provocaron todos los inventos producidos durante la industrialización.<sup>2</sup>

La invención de los coches, artículos mecánicos y electrónicos con lo cual se empezó a reemplazar la ventilación natural de las edificaciones por fachadas acristaladas, sin entradas de aire, cuyo interior es climatizado 100%, esto genera una moda que vemos día a día tomar más fuerza. A raíz de esto crecen una serie de organizaciones a nivel mundial preocupadas por el medio ambiente y el cambio climático, con lo cual se realizan varias cumbres y libros que se elaboran como conclusión de dichas cumbres por parte de investigadores, recogiendo información de distintas instituciones y organizaciones con la misma preocupación.

La aparición del concepto de desarrollo sostenible como aquel que “permite satisfacer nuestras necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras”, y dirigido a poner de manifiesto las contradicciones del actual modelo económico y su repercusión en un futuro cercano, ha sido asumido rápidamente por el ámbito arquitectónico y ha provocado la extensión de los términos arquitectura solar y arquitectura bioclimática a nuevos campos en los que se integran y aplican conceptos donde es fundamental la consideración de los materiales utilizados y que actualmente se engloban en un marco disciplinario denominado arquitectura sostenible o arquitectura medioambiental.

Esta consideración viene marcada por su impacto en el medio ambiente, ponderando tanto la cantidad de energía utilizada en su fabricación y transporte, como la cantidad y calidad de residuos que deja su proceso productivo, computándolo desde su estado inicial de materia prima hasta su degradación o reutilización al finalizar su vida útil.

Ahora es muy común escuchar términos como Arquitectura Solar, Eco-arquitectura, Arquitectura Verde, Arquitectura Bioclimática, Arquitectura Sostenible y otros conceptos de formas innovadoras de construir el hábitat humano, cada uno tiene sus características propias que los distinguen de los demás, pero todos con un núcleo común de pensamiento: el respeto por la naturaleza, la disminución de la dependencia de energías contaminantes como la fósil o la nuclear y la sostenibilidad.

El equilibrio y la armonía son una constante con el medio ambiente y se puede encontrar en este tipo de Arquitectura. Se busca lograr un gran nivel de confort térmico, teniendo en cuenta las condiciones del entorno y el clima para ayudar a conseguir el confort térmico interior mediante la adecuación del diseño, la geometría, la orientación y la construcción del edificio adaptado a las condiciones climáticas de su entorno.

Este tipo de construcción juega exclusivamente con las características locales del medio (relieve, clima, vegetación natural, dirección de los vientos dominantes, insolación, etc.), así como con el diseño y los elementos arquitectónicos, sin utilizar sistemas mecánicos, que más bien se consideran como sistemas de apoyo. No debemos olvidar, que una gran parte de la arquitectura tradicional ya funcionaba según los principios bioclimáticos: ventanales orientados al sur en las regiones de clima frío del hemisferio norte, el uso de ciertos materiales con determinadas propiedades térmicas, como la madera, la piedra o el adobe, el abrigo del suelo, el encalado en las casas mediterráneas para mantener el interior fresco en verano, la ubicación de los pueblos, etc.<sup>4</sup>

La arquitectura bioclimática es, en definitiva, una arquitectura adaptada al medio ambiente, sensible al impacto que provoca en la naturaleza, y que intenta minimizar el consumo energético y con él, la contaminación ambiental.

La misma adquiere cada vez mayor importancia al plantear el aprovechamiento de la energía solar para reducir o evitar totalmente el uso de sistemas de aire acondicionado o calefacción con la consiguiente baja en el consumo de energías no renovables y contaminantes.

## **Desarrollo**

Para poder ser aplicada, la Arquitectura Bioclimática requiere del pleno conocimiento de los factores físico-geográficos del sitio en el que se contempla realizar la construcción, además de aspectos como el clima; temperatura, humedad, precipitación pluvial, radiación solar y vientos. Son de vital relevancia las consideraciones correspondientes a la vegetación endémica y a los materiales disponibles en la zona que se pueden emplear, ya que de la correcta selección de éstos dependerá la buena aplicación o funcionamiento de los mismos y por supuesto de la construcción. El ambiente es uno de los elementos fundamentales en la arquitectura bioclimática, por esa razón siempre promoverá una relación armónica entre éste y el usuario. Respetando el entorno, se ayuda enormemente a que la construcción no altere las condiciones existentes.

El hombre, se está dando cuenta de la importancia de la naturaleza y de su vulnerabilidad, por lo que ha iniciado el camino hacia la creación de una conciencia que le permita enfrentar de forma responsable la problemática ambiental que afecta al planeta y buscar soluciones de adaptación en los espacios que habita. Como el ambiente está cada vez más dañado y esta situación afecta directamente a la salud del hombre y el desarrollo de sus actividades, la Arquitectura Bioclimática está siendo cada vez más valorada y utilizada.

Con la Arquitectura Bioclimática se pueden tener muchos beneficios, entre los que se pueden destacar los:

**Económicos:** Ofrece espacios o construcciones de buena calidad y tiempo de vida considerable. También brinda ahorros energéticos que redundan en un pago más justo por los servicios y el mantenimiento. En ocasiones no se puede cubrir la demanda de consumo energético requerido, con alguna fuente alterna o solucionar con estrategias pasivas la climatización en locales ubicados específicamente en climas extremos; también es cierto que siempre habrá una reducción de las tarifas o gastos generados con esquemas convencionales.

**Salud y confort.** - Ofreciendo al usuario la posibilidad de habitar en espacios con dimensiones y características acordes a la vida en cada región y clima; de forma digna, sana y en pleno estado de bienestar o confort.

**Eficiencia y productividad.** - Con espacios idóneos para el desarrollo de actividades considerando los requerimientos de aire, iluminación y temperatura adecuados para que el ser humano se sienta bien y trabaje mejor.

**Beneficios Ecológicos.** - Implementando sistemas limpios y ahorradores de consumo energético y disminuyendo la dependencia a la iluminación-ventilación artificial o haciendo un uso razonable de los recursos disponibles.

### **Objetivos de la arquitectura bioclimática**

- Lograr una temperatura adecuada, humedad, movimiento y calidad del aire así como del ambiente al interior del edificio.
- Controlar los efectos negativos de los edificios sobre el entorno: desechos sólidos, aguas servidas y negras, gases de combustión vinculados al acondicionamiento del edificio.

- Controlar Impacto ambiental producido por exceso de población, vías de acceso, estacionamientos, destrucción de la vegetación. Los consumos que afecten las materias primas por encima de sus capacidades de renovación la y sostenibilidad del lugar.
- Contribuir a reducir el consumo de combustibles (del 50% al 70%).
- Disminuir la emisión de gases contaminantes a la atmosfera (del 50% al 70%).
- Disminuir el gasto de agua potable en un 30% y la iluminación artificial en un 20%.

## **Características de la arquitectura bioclimática**

### **Comodidad térmica**

Las casas ecológicas erigidas bajo esta corriente de diseño y construcción permiten que los habitantes gocen sin importar la estación del año de una temperatura agradable y cómoda todo el tiempo. Pero lo mejor es que a través de la arquitectura bioclimática esto no se logra invirtiendo en costosos sistemas de calefacción y refrigeración que consumen energía eléctrica o combustibles.

En estos casos se emplearán techos altos con ventilas dispuestas de manera estratégica, materiales aislantes que evitarán que las ondas de calor o el aire gélido se cuele al interior y se instalaran accesorios de protección como pérgolas, toldos y láminas de aislamiento que permiten que la temperatura interior se conserve estable un nivel adecuado sin importar si afuera hay calor o frío extremo.

### **Materiales con múltiples ventajas**

Una de las principales características de la arquitectura bioclimática es el uso de materiales inteligentes que brindan múltiples beneficios. Entre estas se pueden encontrar la durabilidad, que hace que prácticamente se paguen así mismos dos o tres veces seguidas durante el tiempo que permanecen intactos dando servicio.

Por otro se tiene que estos materiales funcionan como sistemas de aislamiento termo acústico que crean interiores libres de calor y frío extremo, pero también de los molestos ruidos exteriores. Este tipo de material también suele controlar la humedad y la proliferación de ácaros y residuos causantes alergias y enfermedades respiratorias.

## Un diseño gusto del usuario

Entre las más destacadas características de la arquitectura bioclimática se encuentra el hecho de que los materiales de ahorro energético que utiliza también son de uso ampliamente decorativo. Muchos tienen texturas que imitan cubiertas de origen natural (como madera o mármol), pero la mayoría tienen superficies que se pueden personalizar con pinturas y tratamientos especiales de texturizado, por lo que son muy útiles para decorar muros, cielorrasos y pisos.

Criterios básicos para la construcción de una vivienda bioclimática:

- Sistemas de captación solar pasiva.
- Uso de energías renovables.
- Masa térmica.
- Sistemas de aislamiento y ventilación
- Aprovechamiento climático del suelo.
- Espacios tapón.
- Creación de un equipo multidisciplinario.
- Determinación de la ubicación adecuada.
- Destacar la importancia del tratamiento exterior del edificio.
- Diseñar cuidadosamente la forma del edificio.
- Orientar el edificio en relación al movimiento aparente del sol.
- Utilización de sistemas para el ahorro energético.
- Sistemas evaporativos de refrigeración.
- Diseño de sistemas de precalentamiento de agua mediante placas solares.
- Ahorro de agua potable y aprovechamiento de aguas de lluvia
- Galerías de ventilación controlada.
- Sistemas vegetales hídricos reguladores de temperatura y humedad.

La Arquitectura Bioclimática sigue una metodología de estudio y diseño que es importante describir para tenerla presente:

Análisis del sitio y el entorno: Investigación y evaluación de las variables ambientales, tanto naturales como artificiales y socio-culturales.

## **El medio natural**

Análisis de geometría solar: Gráficas y datos solares vinculados con los datos climáticos horarios.

Análisis Ecológico: Diagnóstico ecológico y ambiental (impactos).

El sitio: Características geomorfológicas, geológicas, edafológicas, hidrológicas, de vegetación, fauna, etc.

Climatología: Elementos y factores determinantes del clima a nivel regional, local y de sitio. El análisis climático incluye: análisis paramétrico mensual y anual, definición climática, tablas de Mahoney, dato climático horario y matriz de climatización.

## **El medio artificial**

Estudio de tecnología local y apropiada: Conocimiento de los sistemas constructivos y materiales populares en la zona, su ajuste al clima y tiempo de vida útil, así como su disposición final. Valoración del uso de ecotecnologías.

El medio socio-cultural: Evaluación de las condiciones económico-políticas y socioculturales de la localidad en la que se ubique el proyecto. La consulta de la normatividad también resulta ser indispensable.

Antecedentes arquitectónicos: Análisis de los aspectos de la arquitectura local para poder retomar características, materiales, tendencias, elementos y demás patrones de construcción que permitan mantener una tipología eficaz, uniforme y en apego a la imagen predominante.

Infraestructura y equipamiento: Registro de lo existente para conocer todo aquello que se encuentre disponible o por el contrario que haga falta.

## **Análisis del usuario**

Se debe estudiar al usuario en tres aspectos esenciales:

Área física: Relación entre el hombre y el medio.

Área psicológica: Relación entre el hombre y el medio percibido a través de los sentidos.

Área socio-cultural: Relación entre el hombre y la sociedad.

## **Necesidades y requerimientos**

Análisis y evaluación de los requerimientos de confort con respecto a la función de cada espacio, para lo que es necesario hacer tablas de índices de confort relacionadas con el programa

arquitectónico, horarios y usos del espacio; así como tablas de confort relacionadas con los datos climáticos horarios.

### **Definición de estrategias de diseño**

Estudio y obtención de los elementos o acciones necesarias para dar solución a un requerimiento específico de:

#### **Climatización**

- Inercia o masividad
- Ventilación
- Calentamiento o enfriamiento
- Humidificación o deshumidificación

#### **Iluminación**

- Natural
- Artificial
- Acústica
- Acústica
- Control de ruidos

#### **Control de contaminantes**

- Aire
- Suelo
- Agua
- Electromagnética

La actividad de mayor eficacia medioambiental y la de menor coste económico de todas las que se pueden adoptar, a la hora de diseñar un edificio sostenible es el diseño bioclimático de un edificio. Además, es la actividad que más influencia tiene en la estructura arquitectónica y el diseño formal del edificio.

El arquitecto es capaz de controlar la luz, el espacio, el color, incluso la percepción espacial de los edificios, con su actividad proyectual. Puede controlar a su vez las emociones, las sensaciones y el comportamiento de sus ocupantes. Y, por si fuera poco, puede controlar incluso la temperatura y la humedad en el interior de los edificios que proyecta.

Se puede lograr que un edificio se caliente, por sí mismo, en invierno, y se refresque, por sí mismo, en verano tomando decisiones puramente arquitectónicas. Dichas decisiones tienen que ver con la colocación y disposición de los diferentes componentes arquitectónicos y con la orientación, la tipología y la estructura formal del edificio. Es decir, decisiones puramente arquitectónicas, que no necesitan de artefactos tecnológicos, y no incrementan el coste final del edificio.

El grado de bioclimatismo de un edificio puede variar considerablemente dependiendo de las decisiones arquitectónicas que se adopten, o lo que es lo mismo, del nivel de conocimientos y experiencia que haya adquirido el arquitecto, a lo largo de su actividad profesional. Algunos profesionales pueden lograr simplemente un leve descenso del consumo energético del edificio, y en cambio, otros arquitectos podrían lograr que el edificio apenas consuma energía. Algunos arquitectos incluso podrían lograr que los edificios que proyectan se autorregulen térmicamente, por sí mismos, sin necesidad de sistemas de calefacción o aire acondicionado, y por tanto sin consumo energético alguno.

## **Principales metodologías de diseño bioclimático**

### **Metodología de los hermanos Olgyay**

Víctor Olgyay define su equilibrio de diseño climático mediante el siguiente método de análisis y diseño:

**Análisis climático:** El primer paso hacia el ajuste ambiental es el análisis de los elementos climáticos de una localidad dada. Deben analizarse datos anuales de radiación, efectos del viento; temperatura, humedad. Los datos deberán ser adaptados al nivel habitable, y deben considerarse los efectos de las condiciones microclimáticas.

**Evaluación Biológica:** La evaluación biológica debe basarse en las sensaciones humanas. La traficación de los datos climáticos en la carta bioclimática e intervalos regulares mostrará un diagnóstico de la región, y se determinarán tablas de datos horarios.

Soluciones tecnológicas: Después de determinar los requerimientos, se deben buscar soluciones tecnológicas. Para ello deberán realizarse los siguientes cálculos:

- Selección del sitio
- Orientación
- Determinación de sombras
- Forma de la casa
- Movimientos de aire
- Balance de temperatura interior

### **Expresión arquitectónica**

A través de los resultados obtenidos en los tres pasos anteriores, se deberá desarrollar los conceptos arquitectónicos y equilibrados de acuerdo a la importancia de los diferentes elementos.

### **Metodología de Baruch Givoni**

En la actualidad es uno de los especialistas en Arquitectura bioclimática más reconocidos del mundo. Principalmente a partir de la publicación en 1969 del libro "Man, Climate and Architecture" (Hombre, clima y arquitectura).

Su modelo permite trazar las características bioclimáticas de un sitio mediante la inserción en el climograma de valores de temperatura y humedad. Pero más importante es, que sugiere estrategias de diseño para resolver un proyecto de edificación a fin de mantenerlo en confort sin uso de energía adicional a la del sol, el viento, las temperaturas día - noche y la humedad ambiente.

### **Metodología de Szokolay**

Su propuesta se define en cuatro etapas:

Tiene como objetivos el estudio de condiciones climatológicas, la recopilación concisa, identificación de restricciones y la definición de los esquemas especiales. Así como la definición de una propuesta energética.

Anteproyecto: Tiene por objetivo la formulación y prueba de hipótesis de diseño y la generación de ideas. Como producto se deberá contar con una propuesta de diseño.

Proyecto: En esta etapa teniendo conciencia de las consecuencias energéticas de cada decisión, se detallan las decisiones de diseño. Se deben elaborar planos, detalles y especificaciones.

Evaluación Final: Se deberán hacer a través de distintas herramientas análisis térmicos, de ventilación, lumínicos y estimación del uso de la energía para todos los propósitos. Esta etapa debe concluir con una propuesta espacial y energética definitiva.

### **Metodología de Kean Yeang**

Uno de los mejores exponentes de la nueva tendencia de la arquitectura ambiental es Kean Yeang (1999). La preocupación que generan los grandes problemas globales y regionales, ha originado que un gran número de arquitectos y diseñadores se replanteen la forma de diseñar y construir. Esta nueva forma de entender a la arquitectura con relación a la naturaleza ha generado también una nueva forma de abordar los problemas de diseño, surgiendo una nueva metodología de tipo ambientalista. Su propuesta empieza definiendo los vínculos entre el medio edificado y su medio ambiente exterior, como una parte fundamental del proceso de diseño.

El modelo de uso comprende las siguientes fases: Producción, Construcción, Funcionamiento y Recuperación. Considera al flujo de energía y materia en el medio edificado como un modelo de uso en el contexto de la vida útil del edificio. El arquitecto convencional, se preocupa generalmente sólo por la etapa de construcción y casi nunca por la etapa de funcionamiento (operación y mantenimiento), como se puede apreciar, Yeang incorpora una etapa previa de producción y una final de recuperación, considerando al edificio dentro de un ecosistema muy amplio.

### **Metodología de Morillón**

Morillón (2000), propone que para que un edificio sea sostenible, debe ser bioclimático, hacer un uso eficiente de la energía, utilizar las energías alternativas y lograr la autosuficiencia<sup>9</sup>.

Las etapas básicas del proceso de diseño son:

- Recopilación y procesamiento de la información.
- Diagnóstico.
- Definición de estrategias de climatización.
- Recomendaciones del Diseño.

- Anteproyecto.
- Evaluación térmica.
- Toma de decisiones.
- Proyecto definitivo.

### **Tipos de edificaciones bioclimáticas**

Dependiendo del balance energético global que haya entre la arquitectura y el ambiente, podemos distinguir diferentes tipos de edificaciones bioclimáticas:

Edificios donde el balance energético global incluiría todo el proceso constructivo, desde la extracción de los materiales, su elaboración industrial, puesta en obra, uso, reciclaje y destrucción. En este caso, el balance energético global y su equivalencia en contaminación ambiental llevaría a un análisis pormenorizado de los materiales de construcción, y, por tanto, a la utilización de aquellos menos costosos en términos energéticos (o en su equivalente, en contaminación ambiental), y al rechazo, o a la mejora del sistema productivo, de aquellos otros con costes elevados, capaces de anular las posibles ganancias energéticas obtenidas durante el tiempo de usufructo del edificio. Según este principio, se primarían más aquellas técnicas capaces de introducir en la construcción, materiales procedentes del reciclaje y, a su vez, se fomentaría aquellos otros materiales que, en su proceso de mantenimiento o sustitución, puedan ser introducidos, a su vez, en un nuevo ciclo.

Edificios que sólo se preocupan de conseguir una alta eficiencia energética una vez construidos. Se trataría de adecuar al máximo el balance energético del mismo, desde el diseño del edificio y desde su resolución técnica y constructiva, valorando las ganancias y pérdidas a las necesidades del confort climático, pero obviando toda otra serie de relaciones más complejas que se pueden establecer entre ambiente y arquitectura.

Edificaciones que no sólo se preocupan de mantener buenos balances energéticos, sino también en adecuarse al medio en un sentido más extenso. Desde aquellas que se introducen en el paisaje, limitando el impacto visual de las construcciones, hasta aquellas otras que se preocupan por el mantenimiento de otros recursos naturales limitados, como la inclusión o el mantenimiento de la vegetación y el ahorro de agua. Sistemas complementarios que, utilizados en beneficio de la

edificación, son perfectamente compatibles e incluso coadyuvantes en el ahorro energético del edificio y en la obtención de las condiciones de confort deseadas.

Tras una introducción general de los objetivos que persigue la arquitectura bioclimática, así como de los diferentes tipos de edificaciones sostenibles, quedaría comentar una distinción entre los sistemas de control climático aplicados en las arquitecturas y los criterios empleados en la concepción del diseño de una vivienda.

### **Sistemas pasivos**

Se fundamentan en el control de las variables climáticas en el interior de los edificios mediante el uso racional de las formas y de los materiales utilizados en arquitectura, incidiendo fundamentalmente en la radiación solar, facilitando o limitando su incidencia y utilizando los aislamientos y la inercia térmica de los materiales como sistemas de control y amortiguamiento térmico. La elección de los vidrios y del material de construcción de los forjados, cerramientos, tabiquería y estructuras se supedita a la obtención de los resultados prefijados.

### **Sistemas activos**

Aplican directamente las nuevas tecnologías de aprovechamiento de las energías renovables, como la solar, la energía eólica o la biomasa. En este sentido habría que hacer una primera distinción entre aquellas técnicas probadas y cuantitativamente rentables en todas condiciones, como es la energía solar para ACS (agua caliente sanitaria), o la energía eólica, de aquellas otras cuya aplicación es más discutible en términos de rentabilidad, como la fotovoltaica. Entrarían en este apartado también todos aquellos sistemas de ahorro energético de equipos tradicionales, como los que suponen las centrales de cogeneración (en las que se obtienen simultáneamente energía eléctrica y térmica útil) y todos aquellos otros sistemas de control ambiental que necesitan un gasto inicial de energía para su correcto funcionamiento: sistemas móviles de parasoles, domótica, sistemas variables de iluminación, etc.

Se da por sentado entonces que un “edificio bioclimático” es aquel que se autorregula térmicamente, sin necesidad de equipos mecánicos, y tan sólo por medio de su estructura arquitectónica. Por tanto, para lograr un verdadero edificio bioclimático deben tomarse las decisiones adecuadas, con el fin de lograr, con decisiones puramente arquitectónicas, tres objetivos fundamentales:

- Generación de calor (y fresco)
- Almacenamiento de calor (y fresco)
- Transferencia de calor (y fresco)

Para lograr estos tres objetivos el arquitecto debe desplegar un conjunto variado de estrategias arquitectónicas concretas.

### **Estrategias arquitectónicas para generar calor (y fresco)**

Son estrategias puramente arquitectónicas que permiten que un edificio se caliente (o se refresque), por sí mismo, sin necesidad de artefactos tecnológicos. Algunas de estas estrategias son muy sencillas, pero otras son realmente ingeniosas o especializadas. Algunas de ellas por otro lado son complementarias, y en cambio otras son, en cierta medida, excluyentes entre sí. Por tanto, en el diseño de un determinado edificio se debe elegir el conjunto de acciones más efectivas, adecuadas y económicas, que permita que dicho edificio si comporte con la mayor eficacia posible.

Muchas de estas estrategias son extremadamente económicas, ya que simplemente implican un cambio en la disposición de elementos arquitectónicos, que se presuponen ya existentes en el diseño de un determinado edificio. En cambio, otras acciones podrían resultar más costosas y complejas, por lo que, el arquitecto debe integrarlas correctamente con los elementos arquitectónicos ya existentes, con el fin de disminuir al máximo el posible sobrecoste (en cualquier caso, inferior al coste de cualquier artefacto tecnológico que se pudiera incorporar para tal fin).

### **Estrategias arquitectónicas para almacenar calor (y fresco)**

Para confeccionar un correcto diseño bioclimático del edificio es necesario además de utilizar estrategias puramente arquitectónicas para generar calor o fresco, disponer componentes arquitectónicos con el fin de almacenar al máximo dicho calor o (fresco), para poder utilizarlo cuando sea necesario.

La inercia térmica del edificio es un requisito fundamental, ya que, sin ella, el edificio no podría comportarse adecuadamente, o necesitaría la ayuda de artefactos tecnológicos, con el consiguiente consumo energético, y aumento de precio.

El almacenamiento térmico se consigue básicamente aumentando la inercia térmica de los edificios, es decir, la masa de algunos de sus componentes. Por ello, deben utilizarse sistemas estructurales de gran masa, pero al mismo tiempo que supongan el menor coste energético posible, y que se puedan construir con la mayor rapidez y sencillez posible. Además, deben utilizarse otros elementos arquitectónicos (agua, tierra, residuos...) que aumenten al máximo la masa del edificio, al menor coste posible.

Una elevada inercia térmica permite, en invierno, que el calor generado durante el día de forma natural (básicamente por la radiación solar), se mantenga durante la noche, sin consumo energético alguno asegurando así el bienestar de sus ocupantes.

De igual forma permite en verano que el fresco generado durante la noche de forma natural (al bajar la temperatura por ausencia de radiación solar), se mantenga durante el día, sin consumo energético alguno, asegurando de esta manera el bienestar de sus ocupantes. Del mismo modo, y en términos generales, una elevada inercia térmica permite obtener una temperatura siempre estable en el interior de los edificios, con independencia de las variaciones térmicas exteriores, y garantizar de este modo el bienestar de sus ocupantes. Sin la suficiente inercia térmica no hay forma de conseguir este comportamiento, y, por tanto, no hay forma de conseguir un verdadero edificio bioclimático.

### **Estrategias arquitectónicas para transferir calor (y fresco)**

Se debe elegir cuidadosamente tanto la tipología y estructura arquitectónica general del edificio, como las estrategias arquitectónicas más efectivas para transferir calor, o fresco, de unas estancias a otras.

Debido a la complejidad espacial de la mayoría de los edificios, no todas sus estancias tienen posibilidad de refrescarse o calentarse arquitectónicamente de forma natural por medio de las estrategias arquitectónicas descritas. Por ello se deben disponer estrategias arquitectónicas para transferir el calor (o el fresco) acumulado, a otras partes del edificio en las que no se haya podido obtener directamente de forma natural, y de este modo lograr que todas las estancias del edificio puedan garantizar el bienestar y el confort de sus ocupantes.

Después de aplicar estrategias pasivas se recomienda aplicar técnicamente “eficiencia energética”, lo cual consiste en una adecuada selección de aparatos y equipos, de tal forma de obtener iluminación de bajo consumo, electrodomésticos, sistemas de calefacción y de refrigeración de alta eficiencia, intercambiadores y recuperadores de calor, sistemas evaporativos, entre otros.

Una vez incorporadas las estrategias pasivas y se ha realizado una adecuada selección de aparatos y equipos, se debe evaluar la incorporación e integración de sistemas de agua caliente solar, sistemas híbridos, fotovoltaica, eólica, geotérmica, biomasa entre otros, es decir energías renovables.

Para hacer un uso correcto de las estrategias bioclimáticas anteriormente citadas, y asegurar el efectivo diseño de un determinado edificio, se debe establecer, a su vez, un proceso de diseño general de diseño bioclimático.

Este proceso de diseño debe servir de guía al arquitecto en su correcta toma de decisiones, y al mismo tiempo debe asegurar que se toman las decisiones adecuadas, asegurando la mayor eficacia energética de un determinado edificio, y el menor coste económico posible.

Esta estrategia general es la siguiente:

### **Obtención de datos climatológicos**

En primer lugar, se debe recabar la máxima información climatológica posible de un determinado lugar. Esta información debe encerrar los vientos dominantes, la intensidad de la radiación solar, la variación térmica y humedad ambiental diaria, las horas de iluminación natural diaria, etc., así como cualquier dato representativo del microclima local. Luego de este paso se puede tener una idea borrosa de los principales problemas a resolver, así como del tipo de edificio más adecuado.

### **Obtención de la inclinación de la radiación solar**

El siguiente punto consiste en calcular a diferentes horas del día la inclinación de la radiación solar, para las diferentes estaciones representativas del año. Es especialmente importante conocer la máxima y la mínima inclinación solar. Esta información da una idea de ciertos aspectos básicos de la estructura del edificio (profundidad de los espacios, altura de los huecos, posición

de núcleos de comunicación, y de la estructura formal de la fachada (tipos de huecos, dimensionado de las protecciones solares, etc.)

### **Confección de diagramas de confort**

A partir de diagramas higrométricos en los que se ha establecido la zona de confort humano se confeccionan los diagramas de confort. Sobre estos diagramas se grafía la variación de temperatura y humedad a lo largo de los días más representativos de cada estación térmica del año. Esta información sugiere claramente las necesidades de ventilación, inercia térmica, aireación, calefacción, y deshumectación. Esto proporciona una información básica y exacta de las características más importantes del edificio (masa, factor de forma, tipo de huecos, sistemas de ventilación, necesidad de aislamiento, etc.).

### **Obtención de los parámetros generales del edificio**

Junto con los requerimientos funcionales, simbólicos, económicos, sociales y con toda la información obtenida se deben establecer los parámetros más importantes del edificio. En esta etapa debe quedar más o menos clara la estructura topológica y funcional del edificio.

### **Identificación de la tipología arquitectónica más adecuada**

Al llegar a este punto el arquitecto ya debe proponer una solución borrosa inicial, que sirva de síntesis del problema de diseño. Es decir, el arquitecto debe proponer una determinada tipología arquitectónica tentativa, lo más acertada posible, con el objetivo de poder encajar los diferentes espacios, y elementos constitutivos del edificio a diseñar. En esta etapa deben incluirse necesidades psicológicas, emocionales y simbólicas, que tengan o representen los ocupantes del edificio.

### **Refinamiento progresivo de la tipología arquitectónica**

A partir de este punto comienza el proceso habitual de la actividad del arquitecto, pero evaluando, además, la eficacia medioambiental de las diferentes etapas intermedias, con ayuda de los indicadores sostenibles. De este modo, poco a poco, los diferentes elementos van encajando progresivamente entre sí, conformando la solución formal del edificio. Si en un determinado momento se llega a un callejón sin salida, se debe pasar al apartado anterior, y continuar con el proceso.

### **Cálculo de las protecciones solares**

Una vez que ya se tiene una solución aproximada para el diseño del edificio, se debe empezar con un proceso de dimensionado general de todos sus espacios y componentes. Especialmente hay que prestar atención al dimensionamiento de las protecciones solares, con el fin de controlar al máximo la radiación solar cada día del año.

### **Diseño de las soluciones constructivas más adecuadas**

Finalmente se deben de diseñar todas las soluciones constructivas del edificio, prestando una minuciosa atención a su eficiencia energética.

### **Correcta elección tecnológica, y correcto dimensionado de los artefactos**

Este punto puede que no sea necesario en algunas ocasiones, dependiendo de la bondad del diseño obtenido y de las condiciones climatológicas del entorno. Sin embargo, en otras ocasiones, los edificios deben complementarse con artefactos tecnológicos, con el fin de asegurar el bienestar humano. En este caso el objetivo es en primer lugar, minimizar la potencia de los equipos que se deben incorporar en los edificios, y en segundo lugar, gestionarlos convenientemente en todo momento, con el fin de disminuir al máximo su tiempo de funcionamiento, para consumir la menor cantidad posible de energía.

### **Correcta gestión**

Puede parecer que la gestión de un edificio nada tiene que ver con su diseño, pero no es así. La gestión del funcionamiento de los artefactos tiene una relación directa con las decisiones que se hayan realizado en su proyecto. En este sentido deben tenerse en cuenta varios factores, tales como: robustez de la tecnología utilizada, sencillez de la tecnología, accesibilidad a los artefactos, ergonomía, ubicación, facilidad de utilización, etc... En general, en el proyecto de un edificio se deben tener en cuenta todo tipo de aspectos con la finalidad de facilitar al máximo la gestión del mismo, y de este modo asegurar realmente su funcionamiento, y su alta inercia energética.

Este proceso de diseño puede servir de gran utilidad ya que asegura la mejor tipología arquitectónica, y la mejor estructura arquitectónica para cada entono concreto, y por tanto, el mejor comportamiento térmico del edificio. De este modo se pueden incluso conseguir edificios de consumo energético cero, y sin necesidad de artefactos tecnológicos. Es decir, una arquitectura capaz de autorregularse térmicamente debido tan solo a su diseño.

## Referencias

1. Gatani, M. Gestión y tecnología para viviendas. Acerca de tecnologías alternativas. Revista invi N° 55, Noviembre 2005, Volumen 20: 20 a 47. <http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/318/884>
2. Barranco Arévalo, O. (2015). La arquitectura bioclimática. MÓDULO ARQUITECTURA CUC, 15(1), 31-40. Recuperado a partir de <https://revistascientificas.cuc.edu.co/moduloarquitecturacuc/article/view/733>
3. Baño A. La arquitectura bioclimática: términos nuevos, conceptos antiguos. introducción al diseño de espacios desde la óptica medioambiental. [citado 3 Oct 2019] Disponible en: [https://www.google.com/url?q=https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2\\_asignaturas/asig32954/informacion\\_academica/Introducci%25F3n%2520a%2520la%2520construcci%25F3n%2520sostenible%2520I.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwi894\\_XgI7lAhUMy1kKHehI CKAQFjAAegQIAhAB&usg=AOvVaw36lzPKzqdNS-\\_m8MDxlB8p](https://www.google.com/url?q=https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_asignaturas/asig32954/informacion_academica/Introducci%25F3n%2520a%2520la%2520construcci%25F3n%2520sostenible%2520I.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwi894_XgI7lAhUMy1kKHehI CKAQFjAAegQIAhAB&usg=AOvVaw36lzPKzqdNS-_m8MDxlB8p)
4. Alan R. Arquitectura bioclimática. [citado 3 Oct 2019] Disponible en: [https://www.google.com/url?q=https://revistascientificas.cuc.edu.co/moduloarquitecturacuc/article/download/733/pdf\\_77/&sa=U&ved=2ahUKEwi894\\_XgI7lAhUMy1kKHehI CKAQFjADegQICRAB&usg=AOvVaw1tkis5B0DOKJ1F3RaUWf](https://www.google.com/url?q=https://revistascientificas.cuc.edu.co/moduloarquitecturacuc/article/download/733/pdf_77/&sa=U&ved=2ahUKEwi894_XgI7lAhUMy1kKHehI CKAQFjADegQICRAB&usg=AOvVaw1tkis5B0DOKJ1F3RaUWf)
5. Ortega P. Enseñanza de la arquitectura bioclimática y sustentable para la conformación de una sociedad más consciente y comprometida con el ambiente. Una alternativa para mejorar las condiciones de vida en la Ciudad de México. [citado 3 Oct 2019] Disponible en: [https://www.google.com/url?q=http://oa.upm.es/39217/1/TFG\\_Andrea\\_Ortega\\_Prieto.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwjum-CKnZXlAhWvna0KHenEBkMQFjAlIegQIBhAB&usg=AOvVaw3LuHT9AxJhtCpa3cVq6ZTa](https://www.google.com/url?q=http://oa.upm.es/39217/1/TFG_Andrea_Ortega_Prieto.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwjum-CKnZXlAhWvna0KHenEBkMQFjAlIegQIBhAB&usg=AOvVaw3LuHT9AxJhtCpa3cVq6ZTa)

6. Medina V. Que es la Arquitectura Bioclimática. Características y beneficios. [citado 3 Oct 2019] Disponible en: <https://www.renovablesverdes.com/arquitectura-bioclimatica/>
7. Perini R. Rehabilitación Ambiental y energética de edificios de oficinas en el clima cálido de Brasil. [citado 3 Oct 2019] Disponible en: [https://www.google.com/url?q=https://wwwaie.webs.upc.edu/maema/wp-content/uploads/2016/06/10-Renato-de-Resende-Campos-Perini-Rehabilitacion-Ambiental.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwjAsYXVhpPIAhUD1qwKHaIkDjYQFjAJegQIAhAB&usg=AOvVaw0UoBUXgp79B4kZK-PbN\\_fw](https://www.google.com/url?q=https://wwwaie.webs.upc.edu/maema/wp-content/uploads/2016/06/10-Renato-de-Resende-Campos-Perini-Rehabilitacion-Ambiental.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwjAsYXVhpPIAhUD1qwKHaIkDjYQFjAJegQIAhAB&usg=AOvVaw0UoBUXgp79B4kZK-PbN_fw)
8. De Garrido L. Proceso de diseño bioclimático. Control ambiental arquitectónico [citado 4 Oct 2019] Disponible en: [https://www.google.com/url?q=http://eadic.com/wp-content/uploads/2013/09/Tema-3-Confort-Ambiental.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwi894\\_XgI7lAhUMy1kKHehICKAQFjAEegQIBxAB&usg=AOvVaw33Y3ap4VkrhghCPwx4MQQJ](https://www.google.com/url?q=http://eadic.com/wp-content/uploads/2013/09/Tema-3-Confort-Ambiental.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwi894_XgI7lAhUMy1kKHehICKAQFjAEegQIBxAB&usg=AOvVaw33Y3ap4VkrhghCPwx4MQQJ)
9. Salazar S. Construcción y desarrollo sostenible “Arquitectura bioclimática”. [citado 4 Oct 2019] Disponible en: [https://www.google.com/url?q=http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/800/Const rucci%25C3%25B3n%2520y%2520Desarrollo%2520Sostenible%2520%2528Arquitectur a%2520Bioclim%25C3%25A1tica%2529.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy& sa=U&ved=2ahUKEwjHrli7m5XlAhUMPq0KHeS2BqsQFjAJegQIBhAB&usg=AOvVa w3XcKvp\\_75z-k4B-oNdtZ-u](https://www.google.com/url?q=http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/800/Const%20rucci%25C3%25B3n%2520y%2520Desarrollo%2520Sostenible%2520%2528Arquitectura%2520Bioclim%25C3%25A1tica%2529.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&sa=U&ved=2ahUKEwjHrli7m5XlAhUMPq0KHeS2BqsQFjAJegQIBhAB&usg=AOvVaw3XcKvp_75z-k4B-oNdtZ-u)
10. Trujillo P, Hernández C, López S, Parra L. Arquitectura y urbanismo bioclimático: presente y futuro para el hábitat del hombre contemporáneo. *Rev Scientia Et Technica*. 2010. [Citado 1 Oct 2019]; XVII (46); Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920977044>
11. Guerra MR. Arquitectura Bioclimática como parte fundamental para el ahorro de energía en edificaciones. *Rev IGN-NOVACION*. 2013. [Citado 2 Oct 2019]; 16(5); Disponible en: [https://www.google.com/url?q=https://core.ac.uk/download/pdf/47264995.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwj9gd7unJXlAhULLK0KHeTjDtA4ChAWMAZ6BAgBEAE&usg=AOvVaw 3OUqxk37g8JVcUilf8tHmU](https://www.google.com/url?q=https://core.ac.uk/download/pdf/47264995.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwj9gd7unJXlAhULLK0KHeTjDtA4ChAWMAZ6BAgBEAE&usg=AOvVaw3OUqxk37g8JVcUilf8tHmU)

12. Rosales MA, Rincón FG, Milán LH. Relación entre Arquitectura - Ambiente y los principios de la Sustentabilidad. *Rev Multiciencias*. 2016. [Citado 2 Oct 2019]; 16(3); Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90453464004>
13. Cedeño A. Materiales bioclimáticos. *Rev de Arquitectura*. 2010. [Citado 2 Oct 2019]; 12(3); Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=125117499011>
14. Bilbao S. Bioconstrucción y Arquitectura Bioclimática para la ejecución de vivienda ecológica unifamiliar en Godolleta (Valencia). [Citado 2 Oct 2019]. Disponible en: <https://www.google.com/url?q=https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/87103/BILBAO%2520-%2520Bioconstrucci%25C3%25B3n%2520y%2520arquitectura%2520bioclim%25C3%25A1tica%2520para%2520la%2520ejecuci%25C3%25B3n%2520de%2520vivienda%2520ecol%25C3%25B3gica%2520unif...pdf%3Fsequence%3D1&sa=U&ved=2ahUKEwjum-CKnZXIAhWvna0KHenEBkMQFjAFegQIBRAB&usg=AOvVaw33M8I1nx4CX1C-FyHIZWpN>
15. Fuentes VA. Metodología de diseño bioclimático el análisis climático. [Citado 2 Oct 2019]. Disponible en: [https://www.google.com/url?q=http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/5605/Metodologia\\_diseno\\_bioclimatico\\_Fuentes\\_2002\\_MAB.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&sa=U&ved=2ahUKEwjHrLi7m5XIAhUMPq0KHeS2BqsQFjAEegQICRAB&usg=AOvVaw3TkQ8dM9VLJsZ-bgEHM6yw](https://www.google.com/url?q=http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/5605/Metodologia_diseno_bioclimatico_Fuentes_2002_MAB.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&sa=U&ved=2ahUKEwjHrLi7m5XIAhUMPq0KHeS2BqsQFjAEegQICRAB&usg=AOvVaw3TkQ8dM9VLJsZ-bgEHM6yw)

## References

1. Gatani, M. Management and technology for housing. About alternative technologies. *Invi Magazine* N° 55, November 2005, Volume 20: 20 to 47. <http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/318/884>
2. Barranco Arévalo, O. (2015). Bioclimatic architecture. *ARCHITECTURE MODULE CUC*, 15 (1), 31-40. Recovered from <https://revistascientificas.cuc.edu.co/moduloarquitecturacuc/article/view/733>
3. Bath A. Bioclimatic architecture: new terms, old concepts. introduction to space design from an environmental perspective. [cited 3 Oct 2019] Available at: [https://www.google.com/url?q=https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2\\_asignaturas/a](https://www.google.com/url?q=https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_asignaturas/a)

- sig32954/informacion\_academica/Introducci%25F3n%2520a % 2520la%  
 2520construcci% 25F3n% 2520sostenible% 2520I.pdf & sa = U & ved =  
 2ahUKEwi894\_XgI7lAhUMy1kKHehICKAQFjAAegQIAhAB & usg =  
 AOvVaw36lzPKzqdNS-\_m8Mxx
4. Alan R. Bioclimatic architecture. [cited 3 Oct 2019] Available at:  
[https://www.google.com/url?q=https://revistascientificas.cuc.edu.co/moduloarquitecturacuc/article/download/733/pdf\\_77/&sa=U&ved=2ahUKEwi894\\_XgI7lAhUMy1kKHehICKQQQJJegIC = AOvVaw1tkis5B0DOKJ1F3RaUWf](https://www.google.com/url?q=https://revistascientificas.cuc.edu.co/moduloarquitecturacuc/article/download/733/pdf_77/&sa=U&ved=2ahUKEwi894_XgI7lAhUMy1kKHehICKQQQJJegIC = AOvVaw1tkis5B0DOKJ1F3RaUWf)
  5. Ortega P. Teaching of bioclimatic and sustainable architecture for the formation of a more conscious and committed society with the environment. An alternative to improve living conditions in Mexico City. [cited 3 Oct 2019] Available at:  
[https://www.google.com/url?q=http://oa.upm.es/39217/1/TFG\\_Andrea\\_Ortega\\_Prieto.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwjum-CKnZXVAHAA3QHJEVAHQAAHQAHQAHAHQAAHQ](https://www.google.com/url?q=http://oa.upm.es/39217/1/TFG_Andrea_Ortega_Prieto.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwjum-CKnZXVAHAA3QHJEVAHQAAHQAHQAHAHQAAHQ)
  6. Medina V. What is Bioclimatic Architecture. Features and benefits [cited 3 Oct 2019] Available at: <https://www.renovablesverdes.com/arquitectura-bioclimatica/>
  7. Perini R. Environmental and energy rehabilitation of office buildings in the warm climate of Brazil. [cited 3 Oct 2019] Available at:  
[https://www.google.com/url?q=https://wwwaie.webs.upc.edu/maema/wp-content/uploads/2016/06/10-Renato-de-Resende-Campos-Perini-Rehabilitacion-Ambiental.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwjYXVhpPIAhUD1qwKHaIkDjYQFjAJegQIAhAB&usg=AOvVaw0UoBUXgp79B4kZK-PbN\\_w](https://www.google.com/url?q=https://wwwaie.webs.upc.edu/maema/wp-content/uploads/2016/06/10-Renato-de-Resende-Campos-Perini-Rehabilitacion-Ambiental.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwjYXVhpPIAhUD1qwKHaIkDjYQFjAJegQIAhAB&usg=AOvVaw0UoBUXgp79B4kZK-PbN_w)
  8. De Garrido L. Bioclimatic design process. Architectural environmental control [cited 4 Oct 2019] Available at: [https://www.google.com/url?q=http://eadic.com/wp-content/uploads/2013/09/Tema-3-Confort-Ambiental.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwi894\\_XgI7lAhUMy1kKHehICKAQFjAEegQIBxAB&usg=AOvVaw33Y3ap4VkrhghCPwx4MQQJ](https://www.google.com/url?q=http://eadic.com/wp-content/uploads/2013/09/Tema-3-Confort-Ambiental.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwi894_XgI7lAhUMy1kKHehICKAQFjAEegQIBxAB&usg=AOvVaw33Y3ap4VkrhghCPwx4MQQJ)
  9. Salazar S. Construction and sustainable development "Bioclimatic architecture". [cited 4 Oct 2019] Available at:  
<https://www.google.com/url?q=http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/800/Const>

- rucci%25C3%25B3n%2520y%2520Desarrollo % 2520Sostenible% 2520%  
 2528Arquitectura% 2520Bioclim% 25C3% 25A1tica% 2529.pdf% 3Fsequence% 3D1%  
 26isAllowed% 3Dy & sa = U & ved =  
 2ahUKEwjHrLiVvB7JABJAHJPBAQJA4AQJAAA
10. Trujillo P, Hernández C, López S, Parra L. Bioclimatic architecture and urban planning: present and future for the habitat of contemporary man. *Rev Scientia Et Technica*. 2010. [Cited Oct 1, 2019]; XVII (46); Available at: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920977044>
11. MR war. Bioclimatic architecture as a fundamental part for energy saving in buildings. *Rev IGN-NOVACION*. 2013. [Cited 2 Oct 2019]; 16 (5); Available at: <https://www.google.com/url?q=https://core.ac.uk/download/pdf/47264995.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwj9gd7unJXIAhULLK0KHeTjDtA4ChAWMAZ6UhU8UU8AU8HU8AUUV8AU08AA08A08AA08>
12. Rosales MA, Rincón FG, Milan LH. Relationship between Architecture - Environment and the principles of Sustainability. *Rev Multiciencias*. 2016. [Cited 2 Oct 2019]; 16 (3); Available at: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90453464004>
13. Cedeño A. Bioclimatic materials. *Architecture Rev*. 2010. [Cited 2 Oct 2019]; 12 (3); Available at: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=125117499011>
14. Bilbao S. Bioconstruction and Bioclimatic Architecture for the execution of ecological single-family housing in Godelleta (Valencia). [Cited 2 Oct 2019]. Available at: <https://www.google.com/url?q=https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/87103/BILBAO%2520-%2520Bioconstrucci%25C3%25B3n%2520y%2520arquitectura%2520bioclim%25C3%25A1tica%2520para%2520la%2520ejecuci%25C3%25B3n%2520de%2520vivienda%2520ecol%25C3%25B3gica%2520unif....pdf%3Fsequence%3D1&sa=U&ved=2ahUKEwjum-CKnZXIAhWvna0KHenEBkMQFjAFegQIBRAB&usq=AOvVaw33M8I1nx4CX1C-FyHIZWpN>
15. VA sources. Bioclimatic design methodology for climate analysis. [Cited 2 Oct 2019]. Available at: [https://www.google.com/url?q=http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/5605/Methodologia\\_diseno\\_bioclimatico\\_Fuentes\\_2002\\_MAB.pdf%3Fsequence%3D1%26isAl](https://www.google.com/url?q=http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/5605/Methodologia_diseno_bioclimatico_Fuentes_2002_MAB.pdf%3Fsequence%3D1%26isAl)

lowed%3Dy&sa=U&ved =  
 2ahUKEwjHrli7m5XlAhUMPq0KHeS2BqsQFjAEegQICRAB & usg =  
 AOvVaw3TkQ8dM9VLJsZ-bgEHM6yw

## Referências

1. Gatani, M. Gestão e tecnologia para habitação. Sobre tecnologias alternativas. Revista Invi N° 55, novembro de 2005, volume 20: 20 a 47. <http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/318/884>
2. Barranco Arévalo, O. (2015). Arquitectura bioclimática. MÓDULO DE ARQUITETURA CUC, 15 (1), 31-40. Recuperado de <https://revistascientificas.cuc.edu.co/moduloarquitecturacuc/article/view/733>
3. Banho A. Arquitectura bioclimática: novos termos, conceitos antigos. introdução ao design do espaço sob uma perspectiva ambiental. [citado em 3 de outubro de 2019] Disponível em:  
[https://www.google.com/url?q=https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2\\_asignaturas/asig32954/informacion\\_academica/Introducci%25F3n%2520a%2520construcci%25F3n%2520sostenible%2520I.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwi894\\_XgI7lAhUMy1kKHehICKAQFjAAegQIAhAB&usg=AOvVaw36lzPKzqdNS-\\_m8Mxx](https://www.google.com/url?q=https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_asignaturas/asig32954/informacion_academica/Introducci%25F3n%2520a%2520construcci%25F3n%2520sostenible%2520I.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwi894_XgI7lAhUMy1kKHehICKAQFjAAegQIAhAB&usg=AOvVaw36lzPKzqdNS-_m8Mxx)
4. Alan R. Arquitectura bioclimática. [citado em 3 de outubro de 2019] Disponível em:  
[https://www.google.com/url?q=https://revistascientificas.cuc.edu.co/moduloarquitecturacuc/article/download/733/pdf\\_77/&sa=U&ved=2ahUKEwi894\\_XgI7lAhUMy1ICKJeg=AOvVaw1tkis5B0DOKJ1F3RaUWf](https://www.google.com/url?q=https://revistascientificas.cuc.edu.co/moduloarquitecturacuc/article/download/733/pdf_77/&sa=U&ved=2ahUKEwi894_XgI7lAhUMy1ICKJeg=AOvVaw1tkis5B0DOKJ1F3RaUWf)
5. Ortega P. Ensino de arquitetura bioclimática e sustentável para a formação de uma sociedade mais consciente e comprometida com o meio ambiente. Uma alternativa para melhorar as condições de vida na Cidade do México. [citado em 3 de outubro de 2019] Disponível em:  
[https://www.google.com/url?q=http://oa.upm.es/39217/1/TFG\\_Andrea\\_Ortega\\_Prieto.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwjum-CKnZXVAHAA3QHJEVAHQAHQAHAQAQQH](https://www.google.com/url?q=http://oa.upm.es/39217/1/TFG_Andrea_Ortega_Prieto.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwjum-CKnZXVAHAA3QHJEVAHQAHQAHAQAQQH)



12. Rosales MA, Rincón FG, Milan LH. Relação entre Arquitetura - Meio Ambiente e os princípios da Sustentabilidade. Rev Multiciences. 2016. [Acesso em 2 out 2019]; 16 (3); Disponível em: Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90453464004>
13. Cedeño A. Materiais bioclimáticos. Arquitetura Rev. 2010. [Acesso em 2 out 2019]; 12 (3); Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=125117499011>
14. Bilbao S. Bioconstruction e Bioclimatic Architecture para a execução de moradias unifamiliares ecológicas em Godelleta (Valência). [Acesso em 2 out 2019]. Disponível em:  
<https://www.google.com/url?q=https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/87103/BILBAO%2520-%2520Bioconstrucci%25C3%25B3n%2520y%2520arquitectura%2520bioclim%25C3%25A1tica%2520para%2520la%2520ejecuci%25C3%25B3n%2520de%2520vivienda%2520ecol%25C3%25B3gica%2520unif....pdf%3Fsequence%3D1&sa=L&ved=2ahUKEwjum-CKnZXIAhWvna0KHenEBkMQFjAFegQIBRAB&USG=AOvVaw33M8I1nx4CX1C-FyHIZWpN>
15. Fontes VA. Metodologia de projeto bioclimático para análise climática. [Acesso em 2 out 2019]. Disponível em:  
[https://www.google.com/url?q=http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/5605/Metodologia\\_diseno\\_bioclimatico\\_Fuentes\\_2002\\_MAB.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&sa=U&ved=2ahUKEwjHrli7m5XIAhUMPq0KHeS2BqsQFjAEegQICRAB&usg=AOvVaw3TkQ8dM9VLJsZ-bgEHM6yw](https://www.google.com/url?q=http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/5605/Metodologia_diseno_bioclimatico_Fuentes_2002_MAB.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&sa=U&ved=2ahUKEwjHrli7m5XIAhUMPq0KHeS2BqsQFjAEegQICRAB&usg=AOvVaw3TkQ8dM9VLJsZ-bgEHM6yw)

©2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).