

El método de análisis bioclimático, un ejemplo de aplicación*

The method of bioclimatic analysis , an application example

Ella Lorena Noguera Londoño

Arquitecta, Mg, Docente Universidad La Gran Colombia

Resumen

Esta investigación tiene como objeto la formulación de estrategias de diseño bioclimático, como respuesta a la caracterización climática de diferentes regiones. Se fundamenta en el método de Análisis Bioclimático, diseñado por Víctor Olgyay (1910-1970) se presenta un reporte sobre el cual se hacen recomendaciones arquitectónicas. Más allá de compartir reportes particulares, el propósito del Semillero es crear una cartilla (en construcción) que sirva para el desarrollo del diseño arquitectónico. Esta actividad se convierte en una fuente de información técnica que permite conocer detalladamente el comportamiento climatológico de un lugar y así, establecer las estrategias bioclimáticas para el diseño con las condiciones de confort termofisiológico (Givoni) El estudio bioclimático se interesa por aspectos que benefician el medioambiente y a los individuos. Por ejemplo, al hacer los hábitats más eficientes respecto a consumo energético se reduce la producción de gases de efecto invernadero y los costos de las facturas de servicios públicos. Y no menos importante, la implementación de modelos de proyectos para condiciones climáticas específicas repercute en el confort termo fisiológico de los seres humanos, es decir, en la mejora de sus condiciones de vida. En el fondo, la investigación nace de la creciente preocupación por contribuir a la sustentabilidad planetaria desde la arquitectura.

Palabras clave: Arquitectura climática, caracterización climática, análisis bioclimático, confort termo fisiológico, desarrollo sustentable.

Abstract

This research aims at the development of bioclimatic design strategies in response to climate characterization of different regions. It is based on bioclimatic analysis method, designed by Victor Olgyay (1910-1970) a report on which architectural recommendations are presented. Beyond sharing particular reports, the purpose is to create a primer Seed (under construction) to support the development of architectural design. This activity becomes a source of technical information that allows to know in detail the climatic behavior of a place and thus establish strategies for bioclimatic design with comfort thermophysiological conditions (Givoni) The bioclimatic study focuses on aspects that benefit the environment and individuals. For example, by making the most efficient energy consumption habitats regarding the production of greenhouse gases and the cost of utility bills is reduced. And not least, the implementation of project models to specific climatic conditions affects the thermo physiological comfort of human beings, that is, to improve their living conditions. In the background, the research stems from the growing concern for contributing to global sustainability from architecture.

Keywords: Climate architecture , characterization climate , bioclimatic analysis , comfort thermo physiological , sustainable development.

Recibido: 10/10/2014
Revisado: 19/10/2014
Aceptado: 08/07/2015

Correspondencia de autor:

nogueralonella@miugca.edu.co

© 2015 Universidad La Gran Colombia. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution License, que permite el uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que el autor original y la fuente se acrediten.

* Artículo derivado de la investigación realizada en Escuela de Arquitectura Sustentable, reporte Dania Beach.



Cómo citar:

Noguera, E.L (2015) El método de análisis bioclimático, un ejemplo de aplicación. *UGCiencia* 21, 48-59.

Introducción

En este artículo se presenta el método de análisis bioclimático del arquitecto húngaro Víctor Olgyay cuya implementación mostró resultados fiables. Al lado de este investigador, John Martin Evans, Baruch Givoni, Luis Gabriel Gómez Azpeitia y José Jaime Capel Molina son los nombres de otros arquitectos influenciados por la bioclimática que han implantado el método de carta psicrométrica, de la cual hablamos adelante.

En forma de insumos técnicos, se explica la manera como este es efectivo para la implementación y desarrollo de proyectos arquitectónicos, que aseguran un mayor beneficio de las comunidades y su hábitat.

La problemática que se quiere solucionar es la falta de documentación técnica que sirva de apoyo para tomar decisiones en el diseño arquitectónico y su interrelación con el clima. La consonancia entre el clima y la arquitectura, es un eje fundamental a la hora de planificar proyectos que se preocupen por lograr eficiencia energética, confort en los habitantes y la adecuación al entorno. En este sentido, esperamos contribuir a superar el escollo que se encuentran quienes adhieren a esta línea de pensamiento, y reducir el tiempo que regularmente se invierte en la fase del desarrollo de los análisis correspondientes, lo que puede generar retrasos en los diseños y en la fase de ejecución.

La arquitectura como cualquier intervención del medio afecta el entorno. Una afectación que al omitir el uso apropiado de los recursos constructivos pueden generar una *huella ecológica* de alto impacto y en algunos casos, contribuir al aumento de las *islas de calor*¹. Los elementos contruidos sin ningún tipo de consideración por las preexistencias del lugar tienen un impacto social que desvirtúan el sentido de pertenencia y valoración hacia el sitio y el hábitat. De esta manera, el presente proceso busca generar conciencia de las condiciones específicas del clima del lugar donde se proyecta construir, a través de la definición de estrategias de Diseño Bioclimático que permitan dar respuestas acertadas al entorno y al espacio a intervenir.

1. Isla de Calor: es una condición urbana de acumulación de calor generado por la agrupación de edificaciones y su producción energética de iluminación artificial equipos eléctricos y electrónicos, agrupación de un gran número de personas, el concreto o asfalto de las vías y la acumulación de calor, materiales constructivos de las edificaciones.

La metodología se fundamenta en la elaboración de la Caracterización Climática a partir de la información meteorológica oficial del País donde se encuentre el sitio en el que se planea construir, en el caso de Dania Beach se debe de usar la información suministrada por National Oceanic and Atmospheric Administration (NOOA) Es a partir de este insumo técnico-científico que se elaboran las estrategias de Diseño Bioclimático del Método de Carta Psicrométrica².

La importancia de elaborar una cartilla para el desarrollo de proyectos arquitectónicos en las regiones climáticas de cualquier país, implica contar con una base conceptual clara; de manera que al describir, analizar e interpretar las características ambientales bajo el enfoque climático se pueda cuantificar su impacto directo en el diseño del proyecto y en la construcción de las obras. De esta forma, una vez delimitado el campo el uso de esta herramienta contribuye al ahorro del tiempo dedicado al estudio de todos estos elementos o preexistencias del lugar a intervenir. Un factor que si se obvia tendrá un impacto económico negativo a largo plazo, además de vulnerar el derecho básico de los usuarios, de tener una buena la calidad de vida.

Ahora bien, cuando se habla de la relación entre calidad de vida y arquitectura nos situamos frente a la cuestión de la sustentabilidad, que actualmente presenta un problema de equilibrio entre sus tres componentes, social, ambiental y económico, en este sentido, la cartilla puede ser consultada y nutrida por diferentes disciplinas; pues al fin y al cabo, se trata tanto de producir recomendaciones arquitectónicas dependiendo de cada región climática, aspectos de forma y composición geométrica, fitotectura³ y materiales constructivos, como la de invitar a la reflexión acerca de la importancia de armonizar los vínculos entre la arquitectura y el espacio, entre el diseño y la vida.

A pesar de que la investigación tiene un carácter técnico y científico, sin duda incumbe a todos los ciudadanos. Pero, justamente por ser los arquitectos, profesionales a los cuales la sociedad les ha confiado los diferentes recursos que implican el desarrollo y transformación del entorno, ellos están comprometidos a usar su formación,

2. Carta psicrométrica: es parte de las estrategias de diseño bioclimático. Hace referencia a la gráfica bioclimática que se construye colocando la temperatura seca en el eje de ordenadas y la humedad relativa en el eje de abscisas, en medio podemos observar la zona de confort de factible. Cualquier condición climática determinada por su temperatura seca y su humedad relativa puede dibujarse en esta gráfica.

3. Fitotectura: Se refiere a la incorporación de la vegetación de acuerdo a sus características particulares.

su creatividad, liderazgo, valoración ética, a la hora de intervenir en las colectividades con sus proyectos urbanísticos de cobertura local o regional y siempre en constante búsqueda de lograr el mayor beneficio de las comunidades implicadas. El objeto de invitar a los arquitectos a que se conecten con su estado de conciencia busca que repiensen la relación de su profesión con el planeta, que potencialicen su capacidad de analizar y evaluar las circunstancias de cada comunidad y determinar cuáles son saludables o perjudiciales. El llamado latente en este trabajo es a despertar nuestro espíritu activo y progresivo de participación con el mundo que nos rodea.

El semillero de Bioclimática, se formó con el propósito de aplicar el método de diseño bioclimático para estudiar las diferentes regiones climáticas de Colombia, (Orinoquía, Insular, Caribe, Amazonia, y Andina) sin exceptuar la posibilidad de instalarlo en cualquier lugar del mundo. Precisamente el primer resultado de análisis basados en estos presupuestos se generó a partir de una actividad académica realizada por la estudiante Natalia Ramírez Tovar en el Taller Internacional Miami Design Summer Camp realizado en el mes de junio del año 2013⁴. Pensando en la manera de articular los conocimientos compartidos durante los encuentros del semillero y el ejercicio realizado en el Taller Internacional de acercar a los asistentes con el entorno, se planteó la posibilidad de aprovechar la información técnica recopilada, ampliarla, y poner a prueba el Método del arquitecto húngaro Víctor Olgyay de Análisis; para finalmente elaborar las estrategias bioclimáticas específicas para esas latitudes.

La relevancia del método propuesto radica en que al tener conocimiento del entorno natural en el cual nos situamos y pretendemos desarrollar proyectos, nos acerca a tener hábitats más eficientes en cuanto a confort, lo cual nos hace más productivos en términos económicos, ya que optimizamos no solo nuestros gastos de consumo sino nuestra propia energía al poder convivir de forma grata y tranquila, generando el menor impacto en nuestro entorno en cuanto respetamos y aprovechamos las preexistencias del lugar.

Materiales y métodos

El método consiste en la elaboración de la caracterización climática de cada lugar a estudiar definido por las

4. Este taller se realiza por convenio entre universidades en el cual los estudiantes tuvieron la oportunidad de desarrollar un plan maestro en la bahía de Dania Beach, cuyo objetivo era generar transversalidad en el aprendizaje académico, con una experiencia internacional.

regiones; y en el caso de reporte específico se trata de la implementación del método en la ciudad de Dania Beach perteneciente al condado de Broward, que hace parte de Área Metropolitana del Sur de la Florida.

La caracterización climática que se obtiene de las entidades meteorológicas oficiales es el insumo fundamental para interpretar el lugar, es decir, las variables con mediciones en periodos de tiempo que podrán ser elegidos de acuerdo a lo requerido, y sus ciclos climáticos. Dicho esto, es necesario tener claro que las variables climáticas del lugar de estudio se deben tomar durante un periodo mínimo de un año, ya que una menor duración de la recopilación de datos no alcanza a describir la condición climática de un lugar.

La información climática obtenida de estas entidades va dirigida a conocer los promedios mensuales de los comportamientos de la temperatura, humedad, brillo solar, precipitaciones y régimen de viento. Estos datos se organizan de acuerdo con el método de carta psicrométrica, se interpreta la información y al contar con los elementos de juicio suficientes, se determinan las estrategias de diseño bioclimático, es decir, las sugerencias que deben ser aplicadas en las edificaciones, bien sean de carácter residencial o institucional. Las recomendaciones se exponen en gráficos técnicos que indican cuáles serán las estrategias respecto a los elementos climáticos tales como el sol, el viento o el agua, describiendo si se deben rechazar, captar o transformar. Los gráficos describen elementos tales como cuáles serán las mejores orientaciones para implantarse respecto a la dirección predominante del viento, cuáles serán las fachadas a las que se les debe generar bloqueos solares, entre otros.

Resultados información recopilada del estudio

Carta psicrométrica

Con el fin de acercarse a la definición precisa de las estrategias de diseño bioclimático se requiere usar la gráfica bioclimática, la cual se construye colocando la temperatura seca en el eje de ordenadas y la humedad relativa en el eje de abscisas, en medio podemos observar la zona de confort factible. La de invierno se encuentra un poco más abajo, cualquier condición climática determinada por su temperatura seca y su humedad relativa puede dibujarse en esta gráfica. Si el punto trasladado a la tabla cae dentro de la zona de confort nos sentiremos bien a la sombra. Si el punto cae fuera

de dicha zona necesitaremos aplicar medidas correctivas.

Si el punto se encuentra por encima del perímetro superior de la franja de confort significa que se necesita viento. La forma en que el efecto del viento sirve para recuperar la sensación de confort desplazando las altas temperaturas, se expresa en la gráfica con líneas paralelas próximas que siguen el límite superior del perímetro de la zona de confort. Los números indican las velocidades de viento necesarias en valores de metros por segundo.

Si la temperatura es alta y la humedad relativa baja nos sentiremos demasiado secos y calientes, en este caso los vientos no ayudan demasiado. El frío por evaporación es el elemento adecuado para combatir las altas temperaturas. Las líneas punteadas indican los cm³ de humedad por cada kilogramo de aire necesario para reducir las temperaturas al nivel situado en el perímetro superior de confort.

En el perímetro inferior de la franja de confort se encuentra una línea divisoria, los puntos situados por encima de la misma necesitan sombra, por el contrario, los que se encuentran en la parte de abajo lo que necesitan es radiación para contrarrestar las temperaturas secas tan bajas. Los índices de kcal necesarias para restituir la sensación de confort están expresados para el exterior solamente. En este artículo se presenta la carta Psicrométrica realizada para el caso específico de Dania Beach figura 5 realizada con el *software* diseñado por Evans para este Método específico. A la izquierda de la gráfica aparecen señalados los valores de temperatura, de radiación, ya sea radiación del calor o impulsión de frío, necesarios para recuperar la sensación de confort. (Olgay, 2014: 22-23).

El método estudiado en el Semillero de Investigación de Bioclimática (Arquitectura Sustentable) se implantó en la ciudad de Dania Beach, con el fin de trazar estrategias de Diseño Bioclimático, y se logró evidenciar que el producto final presenta similitudes con las recomendaciones que Víctor Olgay expone para el Estado de la Florida (Olgay, 2014: 172-173), aunque como veremos, nuestras recomendaciones son más puntuales.

Información recopilada y estudios

Variabes del Medio - Caracterización Climática (NOAA, 2014)

La NOAA tiene como objetivo dar apoyo a los organismos ambientales, suministrar los datos y la información ambiental que requiera cualquier tipo de persona y entidad del Estado.

Dania Beach FL

Dania Beach coordenadas: 26°03'18"N 80°09'11"O

Superficie total: 143.15 km².

Tierra: 92.68 km².

Agua: 50.73 km².

Lluvia: 40 %

Presión: 29.89 pulgadas.

Morfología del terreno: Planta.

Temperatura Promedio Miami 26 °C.

Florida cuenta con 3000 horas de sol al año, tiene posibilidades altas de huracán (temporada de huracanes 1 junio/30 noviembre).

Clima

Subtropical: Veranos calurosos y húmedos e inviernos templados y secos.

Frío: Noviembre a marzo, temperatura fresca a fría no se mantiene por más de 3 a 4 días, no menos de -3 °C.

Estación Húmeda: Mayo-septiembre; huracanes.

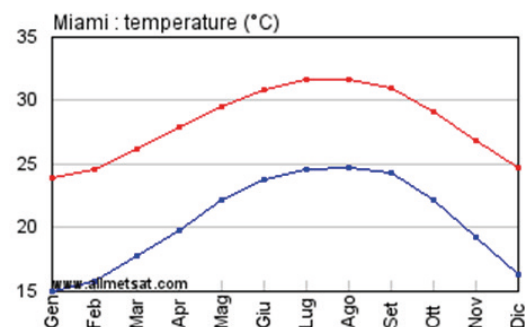
Clima moderado y fresco durante todo el año localización costera.

Brisas Provenientes del Océano Atlántico.

Temperatura más alta 99 °F (38 °C).

Temperatura más baja 27 °F (-3 °C).

Figura 1. Gráfico de temperatura (NOAA, 2014)



Una vez realizada la caracterización climática y con base en ella, se determinan los siguientes valores para la

temperatura: se presentan las más altas en los meses de julio, agosto y septiembre; y se registran las mediciones más bajas, en enero, febrero y diciembre. Estas medidas máximas y mínimas se toman desde los parámetros climáticos de NOAA, y desde allí se determinan las incidencias solares en diferentes regiones, como se muestra en los siguientes cuadros.

Temperatura en Miami	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Annual
Temperatura Media	67.2	68.5	71.7	75.2	78.7	81.4	82.6	82.8	81.9	78.3	73.6	69.1	75.9
Temperatura Máxima Media	75.2	76.5	79.1	82.4	85.3	87.6	89.0	89.0	87.8	84.5	80.4	76.7	82.8
Temperatura Mínima Media	59.2	60.4	64.2	67.8	72.1	75.1	76.2	76.7	75.9	72.1	66.7	61.5	69.0
Días con Temperatura Máxima de 90 F o mas	0.0	0.0	<0.5	1.0	4.0	10.0	16.0	16.0	10.0	2.0	0.0	0.0	61.0
Días con Temperatura Mínima de Bajo congelacion	<0.5	0.0	<0.5	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	<0.5	0

Tabla 1 Temperaturas de las épocas del año en Miami (NOAA, 2013)

Concordamos entonces, que la temperatura en el área de Miami es variada, es relativa; aunque presenta climas muy cálidos, tiene meses más fríos que otros.

En cuanto a la humedad del aire, que ya se ha señalado, es un factor que sirve para evaluar la comodidad térmica del cuerpo vivo que se mueve en el ambiente. En esta zona podemos decir que los meses que cuentan con índices más altos de humedad son julio y diciembre y los meses con humedad más baja son marzo y septiembre, esto sirve para evaluar la capacidad del aire, para su aprovechamiento, por ejemplo para mejorar las condiciones de ventilación. Es importante subrayar que tanto el aire, como la tierra, contribuyen al desarrollo del ecosistema.

Humedad relativa 72 %

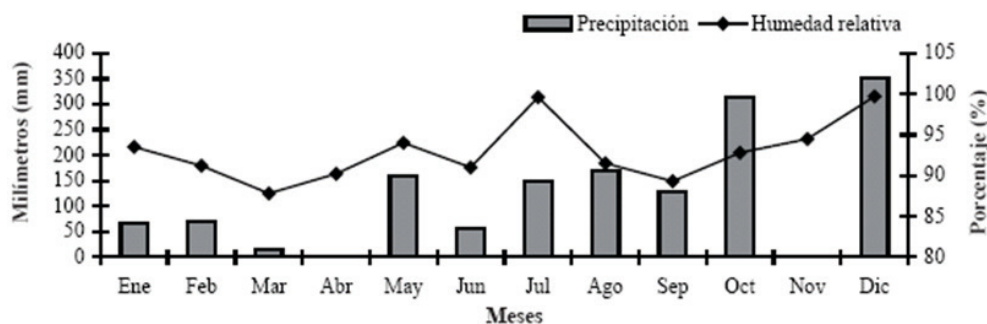
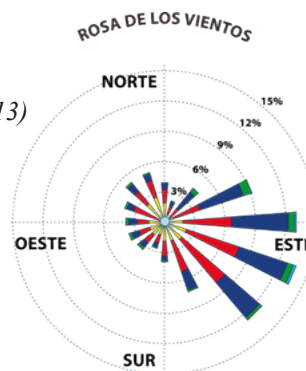


Figura 2. Estadísticas de humedad relativa (NOAA 2013)

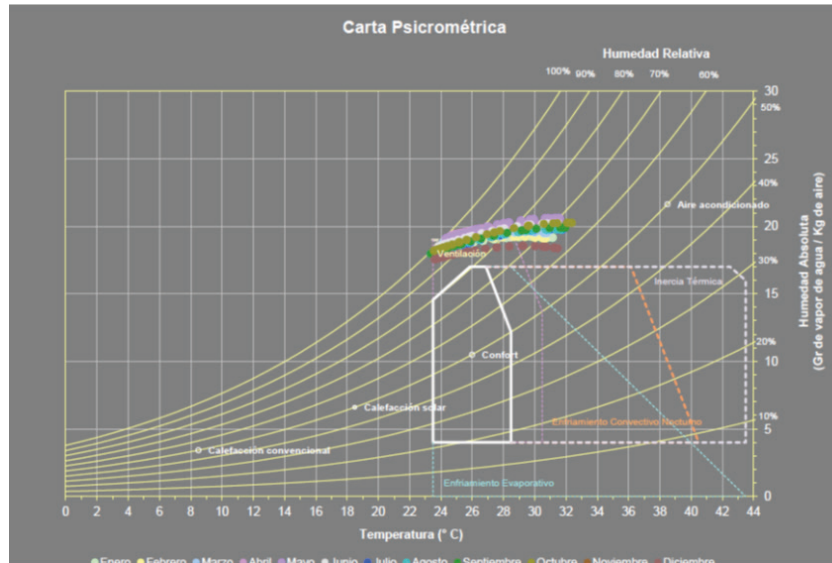
Rosa de los vientos Miami, Florida

Figura 3. Rosa de los vientos: (National Water and climate center 2013)



Carta Psicrométrica

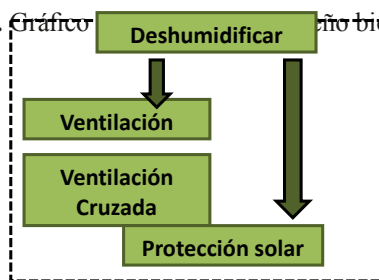
Figura 4. Carta psicrométrica a partir Evans. (2014)



Estrategias de diseño bioclimático

Con base en las anteriores condiciones especiales se determina que las estrategias de diseño bioclimático son:

Figura 5. Gráfico de estrategias de diseño bioclimático



Deshumidificar: el término se refiere a la disminución de la percepción de humedad lograda a través de la ventilación natural, parámetro que cumple con nuestra preferencia por el uso eficiente de las energías pasivas.

Sistemas de ventilación natural: los sistemas de ventilación natural consisten en aprovechar los vientos

predominantes según sea la orientación del proyecto con el fin de mejorar las condiciones de confort al interior de la edificación. El análisis de su dinámica lo hacemos mediante la rosa de los vientos.

Protección solar: la incidencia de la radiación solar sigue teniendo su efecto aun cuando las horas de sol ya han pasado, ya que el sol transmite su calor a los materiales que permanecen expuestos durante el día y estos a su vez absorben el calor y lo almacenan. Este calor, se transmite al interior de los espacios por inercia térmica. Por lo tanto las recomendaciones de protección solar van dirigidas a que las fachadas tengan un menor impacto del sol lo que se verá reflejado en una disminución del calor al interior de los espacios.

En el libro *Arquitectura y clima* (1984), aparece una síntesis de las estrategias que Víctor Olgyay hace para el estado de la Florida. Nuestras recomendaciones como se puede observar, retoman, y concuerdan, con algunas de las que hace profesor húngaro. Sumado a las enseñanzas del citado autor, el semillero dio fruto a un esquema general de recomendaciones para el caso particular de Dania Beach.

Esquema general de diseño

Con el fin de sintetizar las estrategias de diseño bioclimático, se prepararon unos esquemas en los cuales se describen los aspectos que se deben tener en cuenta en el diseño de cualquier tipo de proyecto arquitectónico en la ciudad de Dania Beach. Protección solar y ventilación por medio de la fitotectura, circulación de viento, luz natural, aleros de protección solar. Como se describe gráficamente a continuación.

Implantación con relación al viento

Implantación

Figura 6. Implantación con relación al viento (Natalia Ramírez Tovar)



Ventilación natural

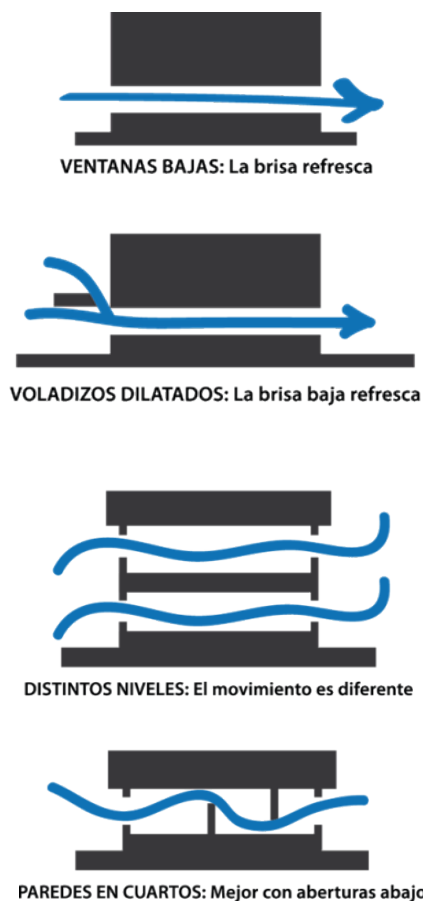
Los sistemas de ventilación natural consisten en aprovechar los vientos predominantes según sea la orientación del proyecto, con el fin de mejorar las condiciones de confort al interior de la edificación. El análisis de su dinámica lo hacemos mediante la rosa de los vientos. (Ver figura 4)

Menor exposición posible.

Ventilación cruzada.

Vientos predominantes.

Figura 7. Variaciones del viento. Elaboración propia a partir de Van Lengen, (2000)



Ventilación por medio de la vegetación.

Árbol como barrera natural: Árbol y vegetación generan sombra.

Plantación densa: Ayuda a la reducción de sonidos.

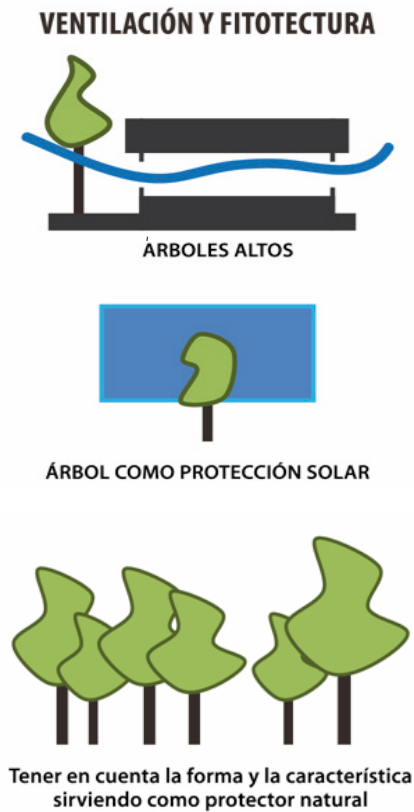
Hojas como captadoras de polvo y filtradoras de aire.

Césped y hojas como absorbentes de radiación y reductores de temperatura.

Vegetación: Barrera visual.

Árboles como protector natural.

Figura 8. Árboles como medio de ventilación: Elaboración propia a partir de Van Lengen, (2000)



Se debe tener en cuenta:

- La forma y características.
- Funcionalidad como protector natural.
- Funcionalidad como aislante de sonido.
- Si es especie protegida.
- La manera en que se debe plantar, regar y abonar.

Con el fin de abordar con mayor precisión la definición de las especies vegetales a usar recomendamos remitirse al *Manual de silvicultura urbana* (ver bibliografía).

- Protección solar

Esquemas Composición geométrica para protección solar

Figura 9. Fuente: Elaboración propia a partir de Van Lengen, (2000)



A continuación se citan las estrategias de Diseño Bioclimático para el Estado de la Florida como región cálida húmeda del libro *Arquitectura y Clima* (Olgay, 2014:172-174)

Elección del emplazamiento

En las pendientes expuestas a SE-E, las partes bajas son las más convenientes, en estas zonas es posible aprovechar y controlar eficazmente los flujos fríos de aire. También son favorables los emplazamientos altos y los que tienen las posibilidades de evaporación.

Estructura urbana

Los muros de viviendas y jardines deberán proporcionar sombra a los espacios exteriores de la vivienda. Es conveniente que las unidades se agrupen en torno a un patio o zona similar, la concentración es favorable. De esta forma, la estructura urbana deberá responder ante el calor con un tejido urbano denso y sombreado.

Espacios públicos

Debe existir una estrecha conexión entre los espacios públicos y las áreas residenciales. Es conveniente una protección solar total o parcial, deberán evitarse las superficies pavimentadas; son beneficiosos los estanques de agua

Paisaje

Debido a que, por lo general, en estas regiones la vegetación es escasa la concentración de plantas y superficies cubiertas de césped a manera de “oasis” son muy favorables

Vegetación

La vegetación es un elemento importante, tanto por su papel como superficie absorbente como por sus propiedades de evaporación y de sombra

Tipologías de vivienda

La tipología más apropiada es la de la casa- patio: las viviendas colindantes, en hileras y organizadas en conjuntos compactos (según el eje E-O), que tienden a crear efecto volumen, son las más convenientes. Los edificios de construcción maciza son los más adecuados.

Distribución general

El objetivo es perder calor en lugar de ganarlo. Por lo tanto, la organización del edificio alrededor de una zona verde y cerrada al exterior es la más conveniente, ya que de esta manera se favorece los efectos refrescantes por evaporación y la pérdida nocturna de radiación. En estas regiones es posible y favorable construir en la litosfera: por ejemplo, las edificaciones subterráneas. Los techos altos no son muy necesarios. Debe considerarse la posibilidad de dormir en el exterior o simplemente bajo techo

Planta de distribución

Una ordenación residencial introvertida es la opción más favorable, ya que se beneficia de ventajas micro climáticas. Las edificaciones de una sola planta y una distribución correcta con economía de movimientos evita la ganancia calorífica. Las posibilidades de evaporación deben utilizarse. Las zonas productoras de calor deben situarse separadamente del resto de la casa. Las habitaciones vacías o que no se utilicen deberán emplazarse en el lado oeste para amortiguar el impacto solar.

Forma y volumen

Las formas compactas y tendentes al desarrollo según el eje E-O, son las más convenientes, la proporción más óptima es 1:1,3. El efecto volumen es muy importante. Las formas edificatorias deben recibir el mínimo asoleo.

Orientación

Las exposiciones a 25° al este del eje sur aseguran una orientación equilibrada, pero todas las orientaciones desde el eje sur hasta los 35° al este del sur, son buenas. En el caso de edificios bilaterales con ventilación cruzada, el eje 12° al sur a partir del eje oeste es el más adecuado.

El interior

La organización interna con habitaciones profundas, proporciona estancias frescas que contrastan con el intenso calor exterior. La utilización de colores “fríos” de baja emisión reduce la reflexión del calor hacia superficies interiores. El contacto con los patios refresca los espacios adyacentes.

El color

La pintura blanca, aplicada en superficies expuestas al asoleo, presenta un índice de reflexión muy elevado. Los colores oscuros y absorbentes pueden emplearse en aquellas superficies internas donde se esperan reflexiones. Los contrastes entre colores brillantes son acorde con el carácter general de la región.

Tipologías de vivienda

La tipología más apropiada es la de la casa- patio: las viviendas colindantes, en hileras y organizadas en conjuntos compactos (según el eje E-O), que tienden a crear efecto volumen, son las más convenientes. Los edificios de construcción maciza son los más adecuados.

Distribución general

El objetivo es perder calor en lugar de ganarlo. Por lo tanto, la organización del edificio alrededor de una zona verde y cerrada al exterior es la más conveniente, ya que de esta manera se favorece los efectos refrescantes por evaporación y la pérdida nocturna de radiación. En estas regiones es posible y favorable construir en la litosfera: por ejemplo, las edificaciones subterráneas. Los techos altos no son muy necesarios. Debe considerarse la posibilidad de dormir en el exterior o simplemente bajo techo

Planta de distribución

Una ordenación residencial introvertida es la opción más favorable, ya que se beneficia de ventajas micro climáticas. Las edificaciones de una sola planta y una distribución correcta con economía de movimientos evita la ganancia calorífica. Las posibilidades de evaporación deben utilizarse. Las zonas productoras de calor deben situarse separadamente del resto de la casa. Las habitaciones vacías o que no se utilicen deberán emplazarse en el lado oeste para amortiguar el impacto solar.

Forma y volumen

Las formas compactas y tendentes al desarrollo según el eje E-O, son las más convenientes, la proporción más óptima es 1:1,3. El efecto volumen es muy importante. Las formas edificatorias deben recibir el mínimo asoleo.

Orientación

Las exposiciones a 25° al este del eje sur aseguran una orientación equilibrada, pero todas las orientaciones desde el eje sur hasta los 35° al este del sur, son buenas. En el caso de edificios bilaterales con ventilación cruzada, el eje 12° al sur a partir del eje oeste es el más adecuado.

El interior

La organización interna con habitaciones profundas, proporciona estancias frescas que contrastan con el intenso calor exterior. La utilización de colores “fríos” de baja emisión reduce la reflexión del calor hacia superficies interiores. El contacto con los patios refresca los espacios adyacentes.

El color

La pintura blanca, aplicada en superficies expuestas al asoleo, presenta un índice de reflexión muy elevado. Los colores oscuros y absorbentes pueden emplearse en aquellas superficies internas donde se esperan reflexiones. Los contrastes entre colores brillantes son acorde con el carácter general de la región.

Objetivos generales en la región cálida- árida: Reducir la producción de calor, facilitar la pérdida de radiación. Reducir ganancias por conducción, impulsar la evaporación

Fuente: (Olgay, 2014)

Discusión de resultados

Con el ejercicio de comparación del método de caracterización climática y estrategias de diseño bioclimático elaborado desde el Semillero de Investigación y comparado con el método del libro *Arquitectura y clima (1984)* se evidencia la vigencia del método como generador de recomendaciones Bioclimáticas.

Los productos del semillero se convierten en insumos técnicos para facilitar el desarrollo del ejercicio de la arquitectura generando ahorro de tiempo en la investigación y diagnóstico del lugar y aumentando las posibilidades de acercarse a las condiciones de confort.

Conclusiones

La aplicación del conocimiento avala la implementación del método, dándonos la certeza de su trascendencia en el tiempo. La correcta implementación del método garantiza resultados óptimos que podrán ser utilizados por cualquier profesional que aspire a desarrollar un proyecto en un lugar climático específico.

El uso del producto del semillero se convierte en una herramienta técnica que puede generar cambios en el

ambiente global con la reducción de la huella de carbono de un grupo poblacional, al tiempo que mejora la calidad de vida de cada miembro de las comunidades haciendo confortables los espacios construidos que él habita.

Se destaca el equilibrio de la energía humana y el ambiente, con la correcta implementación de las recomendaciones que se evidencian en la respuesta termo fisiológico de las personas cuando están en espacios diseñados y construidos bajo estas recomendaciones, este equilibrio está reflejado en el confort, objetivo cardinal de la arquitectura bioclimática.

Referencias bibliográficas

Olgay, V. (1984). *Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. México: Editorial Gustavo Gili.

Evans, (2009). Planilla electrónica e-temp. Centro de Investigación Hábitat y Energía, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Universidad de Buenos Aires

Azpeitia, (2013), Plantilla electrónica Caracterización climática, Diagnóstico de confort. Facultad de Arquitectura Universidad Colima de México.

Capel. (1970), “Humedad relativa en los Estado Unidos Mexicanos”

Givoni, (1969), Libro Man, Climate and Architecture. investigador del *Building Research Station* en el *Technion del Israel Institute of Technology*

Ramírez (2014), Formulación de estrategias de diseño bioclimático, como respuesta a la caracterización climática de las diferentes Regiones de Colombia y/o otros, caso específico Dania Beach. Universidad La Gran Colombia seccional Armenia.

Dania Beach. (2014). Obtenido de Dania Beach, Florida: <http://www.ci.dania-beach.fl.us/>

Fariña, J., Fernández, V., Gálvez, M. Á., Hernández, A., & Urrutia, N. (2013). *Manual de Diseño Bioclimático Urbano*. (A. Hernández, Ed.) Bragança, Portugal: Instituto Politécnico de Bragança.

Rodríguez. M, Figueroa, A., & Fuentes, V. (2002). *Introducción a la arquitectura bioclimática*. México: Noriega Editores-Editorial Limusa.

Rodríguez, M., (2004). *Estudios de arquitectura Bioclimática*. México: Editorial Limusa.

Van Lengen, J. (2000). *Manual del arquitecto descalzo: como construir casas y otros edificios*. México: Árbol Editorial.

Vitruvio (1999). *Un Vitruvio ecológico Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

Battle, E. (87- 89). Land & Scape Series: *El jardín de la metrópoli del Paisaje romántico al espacio libre para una ciudad sostenible*. México: Editorial Gustavo Gili.

NOAA. (2014). *National Oceanic and atmospheric Administration*. Obtenido de NOAA: <http://www.noaa.gov/>

Manual de Silvicultura: Departamento para la administración de recursos ambientales Obtenido: <http://www.miamidade.gov/environment/library/brochures/siembra.pdf>

Anexo: Arquitectura y clima Víctor Olgyay. Elementos constructivos

1. Aberturas y ventanas

Las diferenciaciones existentes hasta ahora entre muros y aberturas desaparecen. La ventilación es necesaria en 85 % del año la ventilación cruzada según el eje E'O es esencial. Elementos tales como pantallas, celosías, etc. Son válidos para permitir el flujo de aire y proteger al mismo tiempo de la radiación solar. La edificación deberá estar protegida del sol, la lluvia, la radiación celeste y el deslumbramiento. Cerramientos desmontables son útiles para la protección de las viviendas durante la temporada de huracanes.

2. Los muros

En esta región las paredes tienen menor importancia que en los otros ejemplos. Su utilidad principal es la de actuar como pantalla de protección contra insectos sin impedir la penetración del viento. No actúa como barreras térmicas.

3. Cubiertas

En este elemento es donde tiene lugar los impactos térmicos más fuertes: el énfasis de los diseños se traslada de las paredes a la cubierta. Una cubierta doble, ventilada, es la más apropiada siempre que el panel superior funcione como protector del sol. Debe ser impermeable y aislada, y reflejar los rayos solares. Es necesaria la extensión de la cubierta formando voladizos para proteger la lluvia y del resplandor del cielo (la lluvia cae generalmente formando un ángulo de 45°)

4. Materiales

a. El índice de aislamiento es 35°; el valor de aislamiento requerido en relación con la dirección S es: E, 1,4; o, 1,5; N, 1,1; cubierta, 2,3. b. Los materiales más apropiados para las paredes son los que tienen poca capacidad calorífica, ya que los que tengan gran inercia térmica pueden originar radiación nocturna de valor y condensación matinal. c. Es necesario prevenir el deterioro de los materiales ante la humedad u otros agentes.

5. Elementos de protección solar

Los elementos de control solar son muy importantes debido a la poderosa radiación que procede principalmente de los lados E y O; nótese también que, en verano, la pared norte recibe mayor impacto de la radiación que la sur.

6. Cimientos y sótanos

Los sótanos son impracticables debido a la constante presencia de un nivel alto de humedad. Los cimientos deben estar protegidos de humedad, hongos, termitas y otros tipos de insectos y animales roedores. Una construcción de tipo palafítica proporciona una ventilación más adecuada en las zonas de actividad diaria, y crea un área protegida debajo de ella.

7. Equipo mecánico

Solo es necesaria una calefacción moderada durante 40 horas al año, con diferencias térmicas entre el interior y el exterior de 14 a 17 °C; 1250 horas requieren un suministro bajo (diferencia media de 3 y 5,6 °C); y 940 horas no requieren ningún tipo de tratamiento especial. La refrigeración es conveniente durante 6650 horas al año; no obstante, una instalación de este tipo, con su alto coste, contrasta drásticamente con las condiciones externas normales. La ventilación mecánica a través de ventiladores es muy eficaz.

8. Otros

La edificación debe estar protegida contra los hongos, el musgo y los efectos de la humedad. El flujo de aire es necesario para prevenir cualquier efecto. Las estructuras deberán diseñarse para resistir la velocidad de los vientos huracanados.

Fuente: (Olgyay, 2014)