

## 2. EL CLIMA COMO CARACTERÍSTICA EXTRÍNSECA DE LA VIVIENDA

Cuando se habla del clima como característica extrínseca de la vivienda se hace referencia al estudio desarrollado por Pindado (1998), quien plantea que las características que influyen sobre el intercambio térmico entre una edificación y su contexto pueden ser **extrínsecas e intrínsecas**. Conforme a esta clasificación, las **características medioambientales**, entre ellas el clima, son entendidas como una serie de parámetros externos a la edificación que influyen directamente en el intercambio energético entre la vivienda y su contexto.

Asimismo, de acuerdo a las variables que se incluyen en la presente investigación, todas aquellas características relacionadas con el medio ambiente constituyen una serie de variables dependientes e independientes que no solamente influyen en la vivienda y su comportamiento, sino también sobre el hombre y su

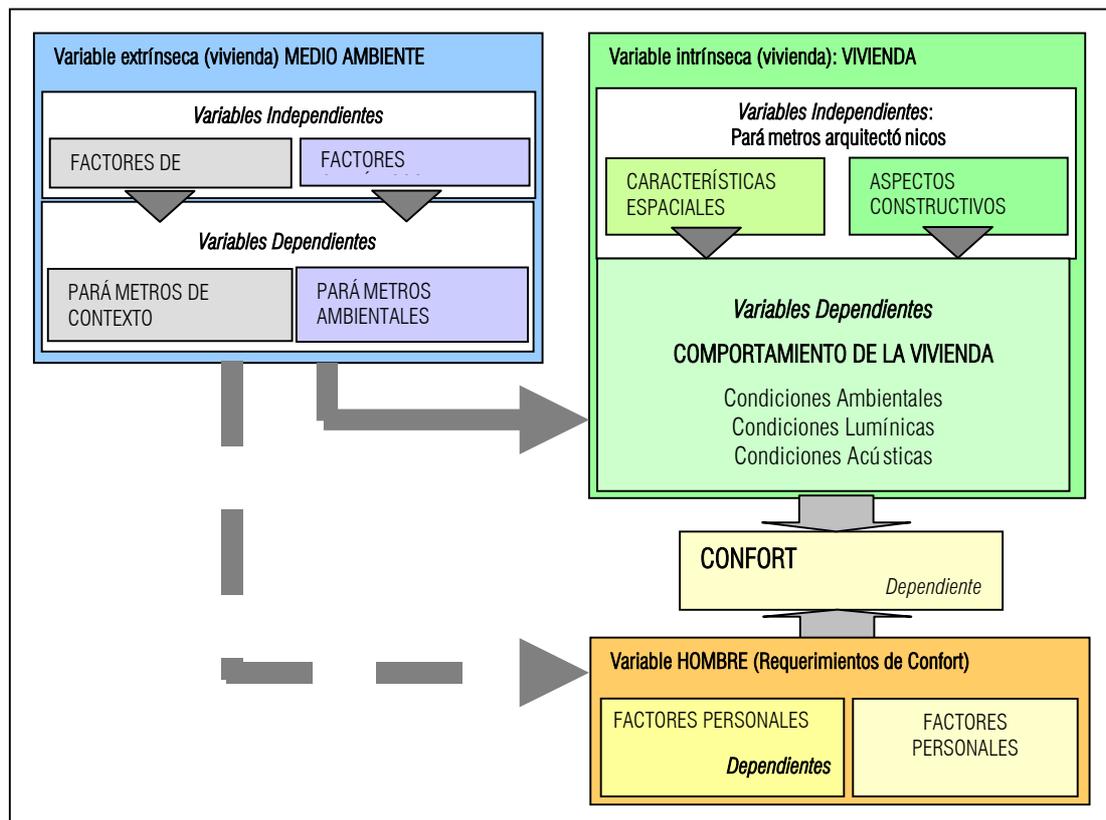


Fig.21. Variables que han de tomarse en consideración en el análisis del comportamiento de viviendas para su posterior reacondicionamiento. Ver Cap.2.

confort (Fig.21).

Igualmente, hay que destacar que el clima es concebido como parte del medio ambiente, que puede ser analizado como variable independiente si solamente se toman en cuenta los factores climáticos, o bien como una variable dependiente si se consideran los diferentes parámetros ambientales. Pero, para

tener una visión más aproximada de la realidad han de tomarse en cuenta tanto los parámetros como los factores climáticos del lugar.

Según este planteamiento sobre el clima, en el diseño y acondicionamiento arquitectónico resulta esencial tener presente los parámetros ambientales. Cada uno de sus valores, junto con las variables del contexto y los parámetros de confort, nos proporcionan los lineamientos y criterios a seguir para establecer un correcto intercambio energético entre el interior y el exterior de la vivienda y, así, generar bienestar en sus ocupantes.

## 2.1. El Clima: concepto y generalidades

El clima, al igual que el término confort, ha sido definido de formas muy distintas por geógrafos, arquitectos, climatólogos, etc. en diferentes épocas. Aunque podemos identificar ciertas diferencias en los variados conceptos, se puede apreciar que todos coinciden en afirmar que consiste en una serie de factores o fenómenos atmosféricos periódicos que ocurren en una región determinada y que están relacionados con un conjunto de elementos geográficos y estadísticos, tales como latitud, altitud, relieve, masas de agua, etc.

El término **clima** viene del griego **klima** y su significado etimológico es **inclinación**, pues en sus inicios hacía referencia a la forma en que inciden los rayos solares sobre la tierra. En la actualidad, se define como un conjunto de factores o fenómenos atmosféricos y meteorológicos que caracterizan una región y determinan las condiciones ecológicas propias del lugar [Real Academia Española, 1970].

El climatólogo alemán, W. Köppen sostiene que el *clima* "es la suma total de las condiciones atmosféricas, que hacen de un lugar de la superficie terrestre más o menos habitable para los seres vivos... es el fenómeno no generalizado y cíclico de las variaciones del tiempo en un lugar o región determinada" [En: Zarzalejo, 1998, p.4.9]. Como se puede notar, en este concepto se incluye la idea de que el clima puede ser variable en el tiempo, tal como lo demuestran los cambios de estación en un mismo punto, e incluso los cambios en el estado del tiempo. Además, se establece que, de acuerdo a las condiciones del lugar, éste puede o no proporcionar las condiciones idóneas para que ese lugar sea habitado por el hombre.

Desde el punto de vista de la arquitectura, pueden encontrarse algunos planteamientos sobre el clima como el de los arquitectos Cornoldi y Los (1982), quienes afirman que el clima es un determinante del diseño, puesto que condiciona las formas de los edificios debido a la influencia que tiene sobre las maneras de vivir y las necesidades de los diferentes espacios.

Como resultado de esta influencia del clima, han surgido ideas que relacionan las edificaciones con la identidad de un lugar, en la cual se fusionan las costumbres y la arquitectura, especialmente en las ciudades o en los edificios antiguos de cada país. En efecto, se pueden observar claras diferencias o

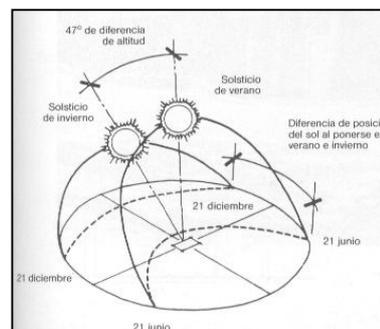


Fig.22. Proyección de la inclinación del sol de acuerdo a la estación de invierno o verano.



Foto 1. Grupo de edificaciones de barro típicas de Marruecos en la zona de los Kashbash, a lo largo de oasis. Son grupos compactos y con pocas aberturas. Fuente: K. Simancas



Foto 2. Viviendas propias de la zona andina, construidas con tapia pisada, con patio interior y cerradas al exterior para protegerse del frío típico del clima de montaña. Fuente: Gasparini,

Foto 3. Zona de la cocina de una vivienda Warao, propia de las selvas tropicales, cuya mayor necesidad es la sombra y la ventilación. Fuente: Gasparini,

semejanzas entre las edificaciones de unas y otras zonas del planeta, ya que, de acuerdo a los tipos climáticos, se han desarrollado elementos constructivos o soluciones arquitectónicas que responden a las características propias de cada lugar. En muchas ocasiones, las técnicas constructivas utilizadas en puntos del planeta muy distantes entre sí, pero con características climáticas semejantes, resultan similares.

### 2.1.1. FACTORES DEL CLIMA:

Los factores del clima son las condiciones físicas, no variables, de un sitio y que afectan de modo general al clima. Estos factores han sido clasificados de diferentes maneras y son conocidos como factores astronómicos, geográficos, biológicos y/o tecnológicos. Es especialmente importante que, previamente al proceso de diseño, así como previo al planteamiento de propuestas de reacondicionamiento de edificaciones, se realice un estudio de estos factores, pues estos pueden llegar a determinar en gran medida el buen comportamiento de la edificación desde el punto de vista medioambiental y de confort.

Para el desarrollo de este trabajo de investigación, se tomarán en cuenta algunos de estos factores de acuerdo al grado de intervención en el comportamiento de las viviendas. Es necesario mencionar que la mayor parte de estos factores son difícilmente modificables, pero que inciden directamente en las características climáticas del entorno donde se ubica cada una de las viviendas a analizar (Anexos). Asimismo, hay que señalar que aunque se es consciente de su importancia en la determinación del clima de una región, el grado de influencia de estos tanto sobre el clima como sobre las edificaciones no es cuantificable.

- ***Situación geográfica o Latitud.***

Es la distancia angular desde cualquier punto sobre la superficie terrestre hasta el Ecuador. Su análisis es importante porque determina los procesos térmicos como la incidencia solar y el movimiento de rotación de la tierra, que generan la aparición de sistemas de vientos variables y zonas de calma. De modo específico, debemos decir que en esta investigación la situación geográfica es tomada en consideración porque es de gran ayuda en la observación de la incidencia de los rayos solares sobre el lugar donde se ubican las viviendas y, además, porque afecta la temperatura, el asoleamiento de muros, ventanas y cubiertas, así como la posible ubicación e inclinación de colectores solares, fotoceldas u otros elementos arquitectónicos a prever en las propuestas de reacondicionamiento.

- ***Altura sobre el nivel del mar.***

En términos generales, sabemos que influye directamente en el clima de un lugar, de modo que los valores de la temperatura se reducen en la medida que se aumenta la altitud. No obstante, hay que recordar que éste actúa en conjunto con los

otros factores climáticos. En el presente trabajo no resulta determinante puesto que la variable ha sido controlada al analizar tres casos ubicados a escasos metros sobre el nivel del mar.

- ***El factor de continentalidad.***

Se refiere a la situación de un lugar en función de la presencia o ausencia de masas de agua, la cual condiciona las variaciones de temperatura y humedad de la edificación. De hecho, las masas de agua actúan como reguladores térmicos, enfriando el ambiente en la noche y templándolo en el día. Además, influye en el movimiento de las masas de aire que generan brisas o vientos. En este estudio, este factor constituye una variable importante, puesto que la región donde se ubican las viviendas seleccionadas se encuentra muy próxima a una gran masa de agua, hecho que evidentemente repercute en las respuestas de las edificaciones.

- ***El factor orográfico.***

Puede resultar un factor de gran relevancia por su incidencia en el clima de una región, bien por la presencia de montañas que generan obstrucción o por permitir la incidencia directa de los rayos solares y del viento. Asimismo, modifica las características microclimáticas de un sitio con respecto a las climáticas de la región donde se encuentra, si las diferencias orográficas son representativas.

- ***La topografía, el relieve, la exposición a la radiación solar y la naturaleza de la superficie terrestre.***

Estos factores están íntimamente relacionados con la edificación, constituyendo un elemento clave en el diseño y en su reacondicionamiento debido a su influencia sobre las condiciones climáticas, ya que la forma del relieve determinará la incidencia de los vientos, la radiación solar recibida y el % de reflexión de sus superficies, en función de los materiales que componen el suelo, así como el tipo de vegetación y la humedad del lugar. Como se puede apreciar, estos factores, debido a la posibilidad de variación en una misma zona geográfica, son capaces de modificar las condiciones microclimáticas generando una variedad de subtipos climáticos dentro de una zona geográfica.

- ***Vegetación y fauna.***

La vegetación y la fauna de un lugar son concebidas como factores biológicos del clima, ya que de acuerdo al tipo de plantas y de animales presentes en una región podemos determinar el tipo climático. En el caso de la vegetación, por influir ésta directamente en la temperatura y humedad, así como en la radiación solar que es recibida por la superficie terrestre y en el % de energía reflejada, además de ser considerada como una variable del lugar, puede ser utilizada como



Foto 4. Bosque de pinos y abetos frecuentemente utilizados en los jardines y parques. En verano ayudan a dar sombra y bajar las temperaturas, generando sensaciones de frescor.

un medio para modificar las condiciones del lugar mejorando o empeorando las condiciones de las edificaciones.

- **Urbanización o modificaciones del entorno.**



Foto 5. Barcelona, vista desde el edificio del Ayuntamiento hacia Montjuïc. El continuo crecimiento urbano y la presencia cada vez mayor de vehículos y sistemas artificiales de acondicionamiento inciden sobre las variables climáticas de la ciudad. Fuente: K. Simancas

Este es un factor de gran importancia para el análisis previo al proyecto. Generalmente, es analizado como un factor de tipo tecnológico, ya que las modificaciones del entorno se deben principalmente a la presencia de edificios, pavimentos, vehículos, industrias, falta de árboles u otros elementos propios de la urbanización, los cuales modifican el clima disminuyendo o aumentando la temperatura, la humedad, incrementando los niveles de ruido y de contaminación del agua, aire o del suelo e, incluso, permitiendo o no el paso directo de los rayos solares. De acuerdo con esto, se observarán ciertas diferencias en los valores de algunos elementos climáticos dependiendo si se está en un entorno modificado por el hombre o no. Esta es probablemente una de las variables más determinantes de las condiciones climáticas de una vivienda, ya que al compararse las

condiciones de las viviendas ubicadas en entornos totalmente urbanizados con otras situadas en zonas rurales, probablemente se evidenciarán diferencias en los parámetros ambientales, a pesar de encontrarse dentro de una misma zona climática.

### 2.1.2. ELEMENTOS CLIMÁTICOS o PARÁMETROS AMBIENTALES:

Los elementos del clima son entendidos como las condiciones, variables o propiedades físicas de la atmósfera utilizadas para medir y describir el clima en un momento dado, lo cual quiere decir que afectan el tiempo atmosférico. Para establecer las condiciones climáticas de un lugar, se observan y promedian los datos de los elementos del clima por períodos entre 10 y 20 años. Son de gran importancia para el diseño arquitectónico y pueden ordenarse siguiendo una secuencia aproximada de causa y efecto. Entre ellos, tenemos: **la radiación solar, la temperatura, la humedad, el viento, las precipitaciones, la radiación de onda larga y la presión atmosférica** [Neila y Bedoya, 1997]. El estudio y análisis previo de estos elementos resulta fundamental para el diseño bioclimático, puesto que sirve para generar planteamientos capaces de resolver problemas de acondicionamiento ambiental de las viviendas o de otras edificaciones. Su conocimiento proporciona las características generales del sitio donde se situará el proyecto. Así mismo, permite establecer las características de la edificación en función de responder positivamente al medio ambiente y prever el posible comportamiento de la misma.

- **Radiación solar.**

Es un parámetro que suele variar constantemente, tanto de forma diaria como mensual, estacional y anual. Su estudio permite determinar la cantidad de energía que llega a una superficie de modo directo, difuso o reflejado, dependiendo de los movimiento relativos de la tierra y el sol. Dicho estudio resulta necesario pues la radiación produce un incremento de la temperatura en las superficies envolventes, que luego desprenden ese calor al interior de las edificaciones y genera movimiento de masas de aire por diferencias de temperatura entre las zonas expuestas al sol y las que están a la sombra.

La incidencia de la radiación solar puede ser determinada en función de la dirección y de la inclinación de los rayos, para lo cual se utilizan ábacos o cartas solares que nos muestran gráficamente el ángulo de elevación respecto a la horizontal y el *azimut* o ángulo de desviación respecto al Sur. Este análisis debe tenerse muy presente tanto en el diseño de una obra nueva como en la evaluación del comportamiento de una edificación y su posterior reacondicionamiento. Como se puede notar, la incidencia de la radiación solar determina la ubicación y posición de las aberturas y de las partes ciegas, de los elementos de protección, de los captadores solares, etc.

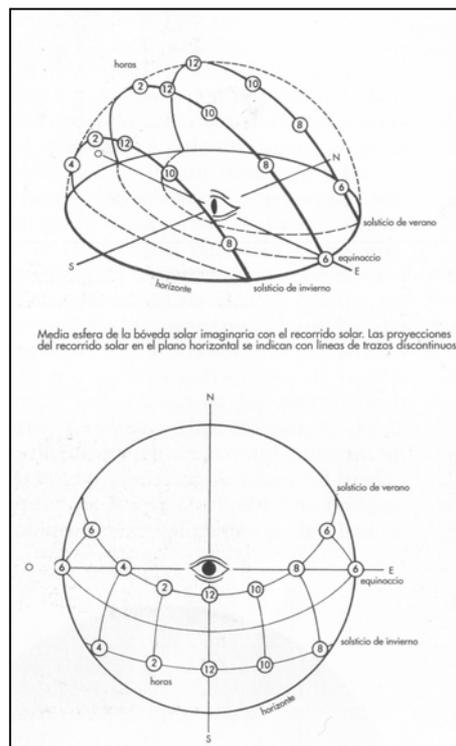


Fig. 23. Diagrama de recorrido solar elaborado por Olgay, 1998, p.80

- **La Temperatura.**

Es probablemente uno de los parámetros fundamentales del clima. Aunque básicamente consiste en el estado relativo de calor o frío, la temperatura está muy condicionada por otros parámetros y factores como la radiación solar, el viento, la composición y naturaleza de las superficies, la situación geográfica, la altura sobre el nivel del mar, el factor de continentalidad, el relieve, la vegetación y la topografía y algunas condiciones meteorológicas. Asimismo, hay que señalar que su valor influye, a su vez, en la evaporación, radiación y movimiento del aire a través de sus variaciones diarias y estacionales.

Desde el punto de vista arquitectónico resulta fundamental en el análisis del comportamiento de las edificaciones, ya que junto con los resultados obtenidos de otros parámetros podríamos determinar si se ofrecen o no unas condiciones climáticas de confort, al mismo tiempo que determina, en gran medida, el sistema constructivo a utilizar y las medidas correctoras en el reacondicionamiento.

- **La Humedad.**

Es entendida como la cantidad de vapor de agua que contiene el aire, como resultado de la evaporación de las masas de agua producto del calentamiento generado por la radiación solar y la evapotranspiración animal y vegetal. Este valor varía de acuerdo



Foto 6. Un campo eólico es un ejemplo claro de cómo el conocimiento sobre el viento en un punto determinado permiten su aprovechamiento para generar energía limpia

al tiempo y lugar y, junto con la temperatura, es fundamental para determinar el clima de un sitio. No obstante, no se utilizan frecuentemente como valor absoluto en el diseño ni en las evaluaciones del comportamiento de las edificaciones. Generalmente, como ocurre en este estudio, lo que se toma en consideración es el valor de la humedad relativa que, aunque es de tipo macroclimático, puede modificarse debido a las variaciones microclimáticas.

Por otra parte, hay que señalar que este elemento resulta de gran importancia tanto en el diseño como en el planteamiento de medidas correctoras, ya que junto con la temperatura del aire y el movimiento del aire pueden incidir directamente en las condiciones de confort y, especialmente, en la temperatura de sensación.

- ***El Viento.***

Es el movimiento del aire generado como consecuencia de la búsqueda del equilibrio de las presiones. Es un fenómeno de convección en el cual el aire, que es calentado por el suelo que previamente ha recibido radiación solar, se mueve de las zonas de altas presiones a las de bajas produciendo el viento. En arquitectura, el viento además de ser considerado como la principal forma de climatización en climas cálidos húmedos, es estudiado a través de maquetas expuestas a túneles de viento donde se observa mediante simuladores, los obstáculos a los que se enfrenta el movimiento del aire y se determinan las posibles formaciones de turbulencias para mejorar el diseño de las edificaciones.

Así mismo, el viento es considerado un parámetro fundamental en el análisis ambiental de las edificaciones, puesto que del mismo modo que puede ser una forma de climatización, también puede generar sensaciones de malestar en los ocupantes de un espacio e incluso ocasionar problemas de estabilidad en las edificaciones.

- ***La precipitación***

Es un fenómeno climatológico que surge cuando el movimiento del aire por convección produce elevaciones de aire que forman pequeñas gotas las que caen en forma de llovizna, lluvia, granizo o nieve. La precipitación es un elemento del clima que influye en la humedad relativa, vegetación y contaminación, entre otros. Así mismo, desde el punto de vista arquitectónico, puede resultar un parámetro de gran importancia en algunas zonas climáticas debido principalmente a su frecuencia, a la elevada o escasa cantidad de agua que puede caer y a su estado físico, determinando muy especialmente el tipo de cubierta a utilizar, su inclinación y/o los materiales constructivos a emplear. Además, como aspecto positivo, puede proveer a los usuarios de agua no potable para determinados usos.

- ***Presión Atmosférica:***

Este es un parámetro que no suele ser muy utilizado en arquitectura, aunque está muy relacionado con la altura sobre el nivel del mar y con las capas atmosféricas, del mismo modo que sucede con la temperatura, suele disminuir en la medida que se aumenta la altitud. Tiene que ver con el peso del aire sobre una determinada superficie, sobre el que influyen componentes del aire atmosférico, como el aire seco y el vapor de agua.

- ***Estado del cielo (nubes y neblina).***

El estado del cielo es un parámetro relacionado con la proporción del cielo que está cubierto por las nubes. Puede ser analizado observando la cantidad y la forma de las nubes en la atmósfera en determinados períodos de tiempo. Algunos especialistas han llegado a desarrollar métodos que permiten su cuantificación. No obstante, su importancia en el análisis de las edificaciones reside en el efecto que produce el estado del cielo sobre otros parámetros como la temperatura, humedad y movimiento del aire; esto sin mencionar que afecta positivamente o negativamente la incidencia solar sobre las viviendas.

Los fenómenos eléctricos, ópticos, hidrometeorológicos, como por ejemplo los rayos, relámpagos, arco iris, huracanes u otros, se incluyen también dentro de este grupo de elementos climáticos, aunque su análisis no es muy utilizado en el diseño por no considerarse relevante. Sin embargo, como se ha mencionado, la nubosidad es un valor importante para el estudio bioclimático, ya que nos permite determinar las condiciones de luminancia de un lugar, así como prever las condiciones bajo las cuales pueden estar sometidos los sistemas que emplean la radiación solar directa y que pueden utilizarse para el reacondicionamiento.

Existen otros elementos que no son estrictamente datos climáticos, pero que son frecuentemente examinados en el diseño bioclimático por el tipo de información que pueden dar. Estos son:

- ***Composición química de la atmósfera y de las precipitaciones:***

Lo que esencialmente se analiza es el grado de contaminación del aire y el tipo de elementos contaminantes. Generalmente, se mide el contenido de CO<sub>2</sub> y de SO<sub>2</sub> en el ambiente, porque la presencia o ausencia de determinados elementos químicos en el aire o en el agua puede, con el tiempo, modificar notablemente el clima de una región. En arquitectura, desde hace algunos años, se ha desarrollado un interés cada vez mayor por tomar en consideración este elemento dentro del análisis no solamente de las edificaciones existentes, sino también en aquellos medios donde se va a llevar a cabo un proyecto. Aunque en este trabajo no será analizado como una variable de estudio, creemos que constituye un elemento importante a ser incluido en futuras investigaciones.

- ***Acústica:***

Es una característica de tipo local importante de examinar, porque pueden existir algunos factores tecnológicos capaces de producir sonidos o ruidos, constantes o periódicos, que afecten directamente a la vivienda y a sus ocupantes. En este caso, lo que se analiza es la procedencia del ruido; es decir, la dirección de incidencia, el agente generador del ruido y la constancia o irregularidad. Así también se toma en cuenta el estudio de los vientos y la presencia, o no, de barreras acústicas que impidan el acceso del ruido a la vivienda. Para el presente estudio se contemplan algunas tablas con valores estándar en función de los agentes productores de ruido observados en el sitio, así como también se llegan a determinar los niveles sonoros alcanzados tanto en el exterior como en el interior de las edificaciones con el objeto de conocer el comportamiento de la envolvente y el planteamiento de mejoras.

- ***Luminancia de la bóveda celeste:***

Se trata de una característica que depende, fundamentalmente, del grado de nubosidad del sitio que se va a analizar. Es necesario considerarla por su importancia en el estudio de la iluminación natural y en el uso de algunos sistemas que trabajan con radiación solar, ya que limita el grado de radiación directa o difusa que un sistema puede recibir a lo largo de un día, de cada estación y del año, determinando las ganancias energéticas, térmicas o lumínicas del mismo. Además, se debe tener en cuenta la existencia de valores variados de luminancia del cielo en función de la latitud del sitio analizado, la época del año, la hora del día y, como ya se mencionó, del tipo de cielo.

## **2.2. Las zonas climáticas**

Como se ha señalado, el clima de un lugar puede ser representado mediante los valores que adoptan las diferentes variables climatológicas a lo largo de determinados períodos de tiempo. Pero, además, de acuerdo a las características locales, los valores de los distintos elementos climáticos experimentan algunas variaciones a lo largo de ciertos períodos. No obstante, se han llegado a establecer algunas clasificaciones climatológicas mediante la sistematización de datos de amplias zonas de la tierra.

Los geógrafos y otros especialistas han elaborado numerosas clasificaciones del clima; generalmente, tomando en cuenta las diferencias en cuanto a la vegetación de las distintas regiones y, en algunos casos, delimitando las zonas en función de diferencias significativas observadas en los elementos del clima como, por ejemplo, en los niveles de temperatura o de precipitación. Sin embargo algunas de ellas, no tienen presente el hecho de que la vegetación natural de algunas zonas ya no existe, porque ha sido sustituida por otros cultivos o por otras acciones del hombre.

Una de las clasificaciones más conocidas y utilizadas por los arquitectos, desde 1908 hasta el presente, es la desarrollada por *Köppen*, la cual determina la vegetación que puede crecer en un sitio según las características climáticas. De modo general, distingue siete grandes zonas, aunque sobre ella se han hecho algunas modificaciones o subdivisiones divididas en subzonas (Fig.24), las cuales se definen de acuerdo a los valores de los promedios de las temperaturas medias del mes más caluroso y del mes más frío, la temperatura media anual, la precipitación anual, la precipitación mínima mensual y la estación seca. Estos siete tipos climáticos identificados por *Köppen* son: *Ecuatorial (A)*, *Templado Cálido (C)*, *Templado Frío (D)*, *Polar o Ártico y Subártico*, *Desértico (BW)* y *Estepa o Sabana (BS)* y *Climas de Montaña (H)* (Ver anexo).

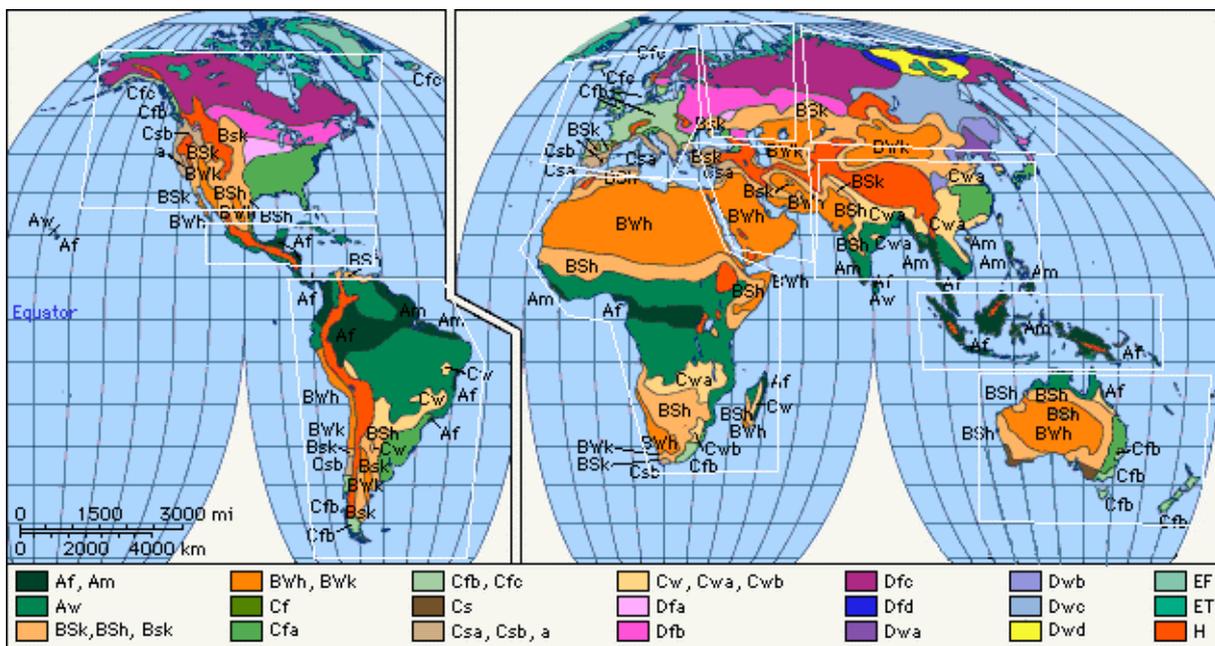


Fig. 24. Mapamundi con clasificación climática elaborada por Köppen, en ella se puede observar que en la península se presentan tres tipos climáticos, BSk, Csb y Cfb. De donde el primero se corresponde con un clima de estepa o de sabana y los otros dos con climas templado cálidos

Es importante señalar que se han llevado a cabo otras clasificaciones en las cuales, más por un interés de diseño arquitectónico, se toma en cuenta el planteamiento que hace Givoni sobre la relación entre la temperatura y la humedad; esto con el objeto de relacionar la clasificación climática con el confort térmico y la posibilidad de plantear algunas soluciones arquitectónicas. Dentro de este esquema, se hallan los trabajos de G. A. Atkinson, quien profundiza en los climas cálidos; Koenigsberger, Mahoney y Evans, que se basan en la cantidad de meses de condiciones áridas, húmedas o frescas, además de relacionar los indicadores de precipitación, de brisas ocasionales y la posibilidad de dormir en el exterior, para formular algunas recomendaciones en la forma de construir.

Por su parte, la clasificación de Miller reconoce cuatro grandes tipos climáticos: *climas calientes*, *cálidos templados*, *templado frío* y *frío*. El clima mediterráneo lo ubica dentro de los cálidos templados, ya que sus características son veranos secos e

inviernos lluviosos, inviernos generalmente fríos en el interior y templados o frescos en las zonas costeras, intensa radiación solar durante la mayor parte del año, con un máximo en invierno y un mínimo en verano. A su vez, el tipo climático del Mediterráneo presenta una variedad de subtipos, los que varían de acuerdo a la cercanía con la costa, a la altitud y a la latitud. Estos son: el clima *continental*, *el marítimo* y *el montañoso*. Dentro de algunos de ellos, podemos encontrar zonas desérticas.

De modo general, podemos afirmar que, si tomamos en cuenta la relación existente entre la humedad y la temperatura como factor fundamental en el estudio bioclimático de las edificaciones, el clima se podría clasificar de la siguiente forma:

### **2.2.1. CLIMA CÁLIDO HÚMEDO:**

Corresponde a las zonas subtropicales marítimas donde la temperatura media del mes más frío suele ser superior a los 18 °C y con temperaturas muy elevadas a lo largo de todo el año. Con un alto porcentaje de humedad, con precipitaciones y nubosidad frecuentes y con una radiación solar intensa, aunque mayormente difusa, con vientos irregulares que pueden ser huracanados y con una leve variación térmica entre el día y la noche. En estas regiones se busca principalmente la ventilación y la protección de los rayos solares para eliminar el calor y reducir la humedad. Para ello, se tienden a construir edificaciones aisladas, con grandes aberturas, protegidas de la radiación y de las frecuentes lluvias.

### **2.2.2. CLIMA CÁLIDO SECO:**

Se presenta en las zonas desérticas ubicadas cerca del Ecuador. La temperatura media es muy alta, aunque registran un gran salto térmico entre el día y la noche. Los valores de la humedad y las precipitaciones son muy bajas, mientras que la radiación es directa al no haber frecuentemente presencia de nubes. Habitualmente, en estas regiones, se observa una arquitectura compacta, con escasas aberturas, gruesas paredes y otras estrategias que permiten obtener una mayor inercia térmica frente a las excesivas condiciones térmicas de calor, así como a la gran variación de temperatura día-noche. Además, se suelen usar los patios, agua y plantas para disminuir la temperatura ambiental.

### **2.2.3. CLIMA FRÍO:**

En las zonas de clima frío, ubicadas en latitudes altas y cerca de los polos, la temperatura media del mes más caliente es inferior a los 10 °C y, a lo largo de todo el año, se mantienen las temperaturas bajas. La humedad pierde influencia debido al frío extremo en gran parte de estas regiones, mientras que los vientos helados provenientes del polo adquieren valor. Al mismo tiempo, la radiación solar es

escasa, aunque determina la variación estacional entre el invierno y el verano. Como consecuencia de esto, las precipitaciones son sólidas, pues generalmente se trata de nieve. La arquitectura tradicional de las regiones que presentan este tipo climático se caracteriza por ser compacta, aislada, con pequeñas aberturas y protegidas del viento, ya que el objetivo principal es conservar el calor en el interior de la vivienda.

#### 2.2.4. CLIMA TEMPLADO:

Se trata de un clima más complejo, ya que hay variaciones diarias, mensuales y estacionales muy marcadas. Se puede subdividir en dos sub-climas:

- Templado Cálido: la temperatura media del mes más frío fluctúa entre los  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$  y los  $18^{\circ}\text{C}$ .
- Templado fresco: en este caso la temperatura media del mes más frío está por debajo de los  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$  y la del mes más caliente por encima de los  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

De acuerdo a las clasificaciones desarrolladas por Köppen y por otros climatólogos, se considera que España se ubica dentro de la zona de **clima templado**, mostrando en sus regiones características del tipo **templado cálido**. Atkinson, Miller y otros, la ubican dentro del llamado **clima subtropical mediterráneo**.

A pesar de las dificultades generadas por el clima, debido a las marcadas diferencias entre el día y la noche, así como a las diferencias anuales, hay quienes piensan que las zonas subtropicales con características propias de los climas templados mediterráneos tienen mayores ventajas que las ubicadas en otras

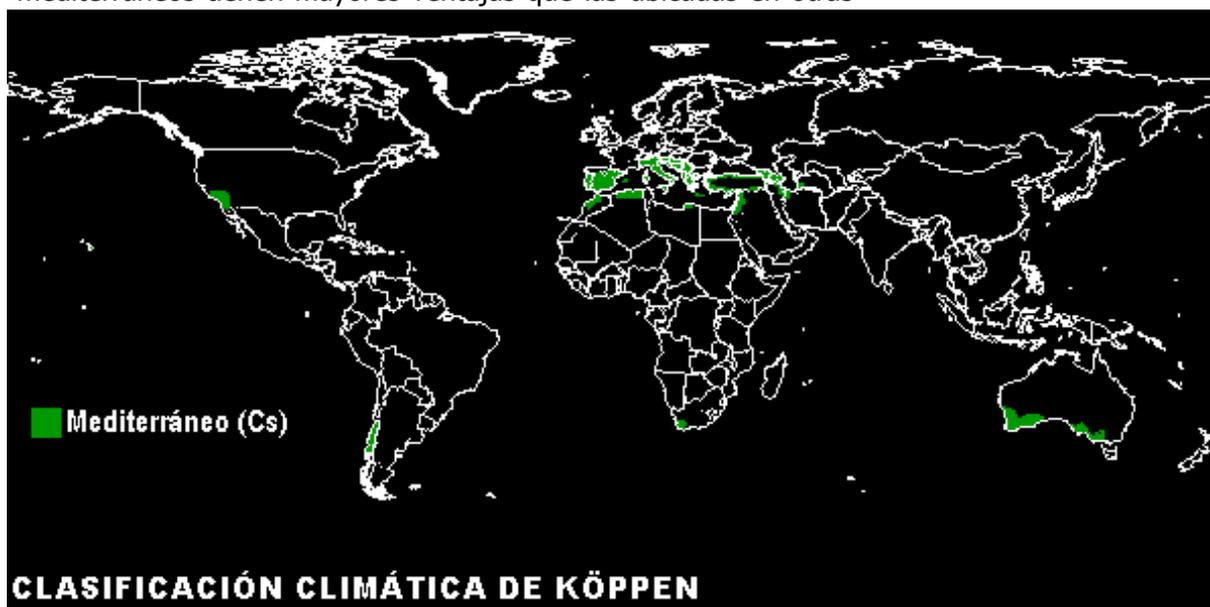


Fig. 25. Zonas de Clima mediterráneo en el mundo según la clasificación climática de Köppen. Fuente: UICN-MED-DOM, 2001.

zonas del planeta. "El clima mediterráneo se considera como el más benefactor para el hombre de cuantos existen en el mundo. De hecho las cinco grandes áreas del globo que presentan este

clima (California, Sudáfrica, litoral de Chile, franja meridional de Australia y Nueva Zelanda y la propia cuenca mediterránea, concentran gran parte de la población y de la actividad económica mundial” [UICNMED-DOM<sup>14</sup>, Feb 2001. En: [www.uicnmed.org/oficina.html](http://www.uicnmed.org/oficina.html)] (Fig.25).

Las características del clima mediterráneo se podrían describir en términos generales; no obstante, este tipo climático se ha llegado a clasificar del siguiente modo [ITEC, OCT-COAC i Departament de Construccions Arquitectòniques I ETSAB,1998]:

- Clima Mediterráneo Continental. Se caracteriza por presentar oscilaciones térmicas con máximos de 33 a 37°C, llegando a alcanzar temperaturas de 40° durante el día y unos mínimos de 10° a 20 °C en la noche, en verano. En cuanto al invierno, las temperaturas medias mínimas alcanzan los 5°C, aunque llegan con cierta frecuencia por debajo de los 0°C. La HR también presenta grandes oscilaciones diarias, ya que pasa de 30-40% en el día a un 80-90% de humedad durante la noche. Los vientos alcanzan unas velocidades máximas al atardecer, siendo generalmente de dirección suroeste por la mañana y noroeste por la noche. En este tipo climático es importante tomar en consideración la altura, ya que la variación de temperatura y la radiación solar aumentan en la medida en que se asciende.



Fig.26. Mapa con zonas climáticas en la Península. Fuente: Anexo de Susana Rodríguez que aparece en la versión española de Olgay, 1999.

- Clima Mediterráneo de Montaña. En este clima, a medida en que se aumenta la altitud las temperaturas ubicadas por debajo de los 0 °C son más comunes durante el invierno. Según Givoni, las oscilaciones de temperatura se sitúan entre los 7 °C en invierno y los 12 °C en verano, alcanzando los 30 °C en algunas ocasiones. Al mismo tiempo, las presiones de vapor de agua son menores, con una media de 7 mm de Hg en verano; las velocidades del viento son mayores y las precipitaciones son más frecuentes que en otras zonas climáticas.

- Clima Mediterráneo Marítimo. Se presenta a lo largo de la costa mediterránea y se destaca por una menor variación térmica diaria, entre 5 y 10°C. Además, es poco frecuente que las temperaturas superen los 30°C

<sup>14</sup> Unión Mundial para la Naturaleza Málaga Oficina del Mediterráneo

en verano o sean menores de 0°C en invierno. La precipitación media anual es de unos 500mm aproximadamente, siendo otoño la temporada de lluvias. En este caso, la brisa marina es más fuerte durante el día, debido a una mayor diferencia entre la temperatura del mar y de la tierra. En España, el clima mediterráneo marítimo abarca principalmente las comunidades de Valencia, Murcia y Cataluña, aunque hay quienes incluyen las Islas Baleares en este subtipo.

Como se ha mencionado, se considera que España pertenece a la *zona climática templada*, aunque en las últimas décadas, al igual que en el resto del planeta, se han venido experimentando variaciones significativas en su clima natural. En efecto, a causa de las actividades del hombre como las transformaciones de los bosques en campos de cultivo y el crecimiento de las ciudades y de las zonas industriales, que causan fenómenos de contaminación ambiental, lluvia ácida, efecto invernadero, disminución de la capa de ozono y deforestación, en conjunto han modificado en gran medida el clima. En este país, por ejemplo, los cambios climáticos como la falta de lluvias y el aumento de las temperaturas han afectado a las zonas áridas y semiáridas llevándolas a la desertización.

La característica general de la arquitectura propia de estos **climas mediterráneos** es la presencia de sistemas flexibles, capaces de modificar su posición y su función como, por ejemplo, parasoles móviles, aislamientos móviles, paramentos totalmente practicables, espacios intermedios entre el exterior y el interior que pueden actuar de un modo en el invierno y de otro en el verano. De este modo, se llega a satisfacer el objetivo principal de la arquitectura de este clima que es el de responder a las variaciones climáticas que se dan a lo largo del año.

### **2.3. Análisis de las características climáticas desde la perspectiva arquitectónica**

Para conocer de modo general el lugar donde se va a desarrollar el proyecto, bien sea de nueva construcción o de rehabilitación, se puede, por una parte, analizar las condiciones ambientales según los datos suministrados por los centros meteorológicos y, por otra, graficar y tabular datos obtenidos en el terreno. Lo primero permite tener una visión de las características macroclimáticas de la zona en estudio y lo segundo tener nociones específicas del lugar concreto donde se va a diseñar, con las consecuentes variaciones de los parámetros climáticos.

Hasta el momento se han desarrollado diferentes técnicas para resumir todas las preexistencias ambientales, bien sean climáticas o no climáticas. En ellas, además de hacerse una evaluación de las condiciones ambientales en función de los requerimientos de confort, se establecen algunas de las posibles medidas correctoras a aplicar para alcanzar la llamada Zona de Confort. Se podría afirmar que la gráfica de Olgyay, el ábaco psicométrico y el análisis que hace Givoni sobre éste, constituyen



de realizar mejoras. En el caso del clima mediterráneo, unas condiciones de cielo claro muy frecuentes (70% del tiempo según Serra y Coch, 1995) es un aspecto que puede ser muy aprovechado tanto en el diseño pasivo y en la aplicación de técnicas de reacondicionamiento, como en la utilización de sistemas que trabajan con energía solar. En Barcelona, por ejemplo, de acuerdo a datos del observatorio de Fabra i Puig los promedios diarios mensuales de cielo claro, medio nublado y cubierto son los siguientes:

**Tabla 9. Estado del cielo en Barcelona a lo largo del año**

Estado del cielo	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
CL 2/10	3	10	3	4	5	4	7	6	5	2	7	7
N 8/10	18	14	27	17	22	19	21	20	12	16	14	16
C	10	4	5	9	4	7	3	5	13	13	9	8

Fuente: Puppo y Puppo, 1979, p.35

Asimismo, tenemos que, dependiendo de si el cielo está cubierto o despejado, los valores de luminancia del cielo pueden ser las siguientes:

**Tabla 10. Valores de luminancia media de la bóveda celeste para una latitud de 40° en diferentes condiciones climáticas y épocas del año**

Solsticio de invierno			Equinoccios			Solsticio de verano		
8-16h	10-14h	12h	8-16h	10-14h	12h	8-16h	10-14h	12h
1750	3200	4700	3200	4600	6200	6000	7600	8600
4600	21000	24000	22000	28000	30000	27000	31000	32000

Fuente: Serra y Coch, 1995, p.187

Uno de los aspectos sobresalientes que se pueden observar en las poblaciones ubicadas en la costa catalana es el registro de temperaturas no muy variables a lo largo del año. Ejemplo de ello son los valores de temperatura correspondientes a Vilanova i La Geltrú, que aparecen en la siguiente tabla:

**Tabla 11. Valores de temperatura de Vilanova i La Geltrú. 1941-1969 y 1993-2002.**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Medias anuales	1993-2002
T <sub>máx</sub>	18,2	19,2	22,7	25,1	29,1	32,6	34	33,5	31,3	26,9	22,2	18,2	34,5	
T <sub>máxmedia</sub>	13	14,4	17,1	20,1	23,9	27,9	30,6	30	27,3	22,5	17,2	13,8	21,5	20,5
T <sub>media</sub>	8,9	9,8	12,2	14,9	18,4	22,3	25,2	25	22,6	18,1	13	9,8	16,7	16
T <sub>mínmedia</sub>	4,7	5,1	7,3	9,6	13	16,7	19,8	20,1	17,9	13,8	8,8	5,9	11,9	11,4
T <sub>mín</sub>	-0,1	0,5	2,6	5,6	8,6	12,9	16,4	16,3	13,2	7,9	4,2	0,9	-1,6	
HR <sub>máx.m</sub>														92,4
HR <sub>media</sub>		21											21	78
HR <sub>mín.m</sub>														57,5

Fuente: Datos de 1941-1969 de Instituto Nacional de Meteorología y de 1993-2002 de la estación meteorológica Nº183, ubicada en Vilanova i La Geltrú [online] <http://infomet.am.ub.es/infomet/clima/vilanova/consulta>

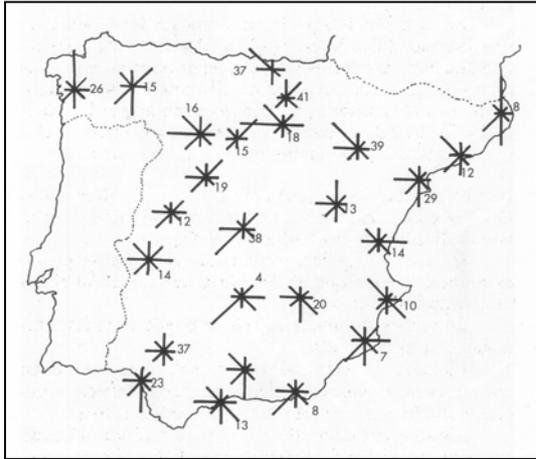


Fig.29. Dirección del viento predominante y porcentaje de días de calma en distintos puntos de España. En Cataluña, dependiendo de la zona, pueden observarse diferentes vientos predominantes norte y sur al noreste, noroeste en la zona centro oeste de Cataluña y vientos del sur y del oeste en el punto más al sur de esta comunidad. Fuente: Anexo de la versión española de Olgyay, 1999, p.186.

Esta leve oscilación en los valores de la temperatura pudieran inducirnos a concluir que son pocas las exigencias del clima; no obstante, vemos que los % de humedad relativa pueden alcanzar valores considerados excesivos, lo que probablemente representa uno de los retos mayores del diseño pasivo. Por su parte, cabría destacar que la zona de Vilanova i La Geltrú, según datos del centro meteorológico instalado allí desde 1992, sobresale por registrar unos porcentajes elevados de humedad a lo largo de prácticamente todo el año.

En cuanto a los vientos que actúan frecuentemente en la zona, estos son conocidos por los habitantes por un nombre representativo; muestra de ellos son los siguientes vientos propios de la región catalana:

Garbí o Llebeig, viento suave y agradable, es seco y viene de la tierra. El Llevant o Levante es un viento constante, húmedo y, a veces, fuerte, proveniente del mar mediterráneo. La Tramuntana viene del norte, atravesando los Pirineos, por eso es frío, seco y muy frecuente. Los vientos de menor frecuencia e intensidad son conocidos como Gregal, Mestral o Mistral, Ponent o Piniente, Migjorn y Xaloc.

Sobre las precipitaciones, hemos de decir que éstas no constituyen un fenómeno constante en esta región. De hecho, muchas veces no son muy tenidas en consideración, a excepción de aquellas poblaciones ubicadas en el Pirineos, las cuales reciben descargas de agua en forma de nieve o de granizo durante buena parte del año. Lo que evidentemente ha influido en el modo de construir de los pobladores de estos lugares de la región catalana.

### 1.2.5. Comentarios

**Especialistas provenientes de diversos campos de estudio se han dedicado a formular conceptos y clasificaciones sobre el clima; sin embargo, la mayor parte de estas formulaciones vienen dadas desde la perspectiva de la geografía y la climatología. En consecuencia, la mayoría de estas elaboraciones conceptuales no aportan información realmente aplicable para el arquitecto. De allí que algunos arquitectos y profesionales afines se hayan motivado a elaborar no sólo clasificaciones climáticas, sino también métodos para determinar las características micro-climáticas y las estrategias para acondicionar las edificaciones de acuerdo a la zona donde se localizan.**

**Hay que destacar que la mayor parte de estas gráficas son utilizadas para evaluar las condiciones de un lugar desde el punto de vista del confort**

térmico. No obstante, estos índices, tablas, gráficas o cartas bioclimáticas, como suele llamárseles, también pueden ser una herramienta de trabajo en la evaluación de las condiciones presentes de una vivienda que se quiere reacondicionar, pudiendo llegar a determinar los inconvenientes y los requerimientos para poder alcanzar la llamada Zona de Confort. En función de ellas, se puede hacer un planteamiento general sobre las medidas a adoptar para térmicamente satisfacer al usuario de la vivienda. Sobre las variables relacionadas con la acústica vemos que sus datos son utilizadas para determinar el nivel de contaminación acústica de un lugar y para establecer el grado de aislamiento del ruido que se considera debe tener una edificación.

Ubicados en esta perspectiva, tenemos que señalar que el clima en la arquitectura es concebido como una preexistencia ambiental, como una variable extrínseca, que evidentemente actúa sobre el edificio y, que en conjunto, determina las condiciones en las que se encontrarán los habitantes. Por lo tanto, el estudio del clima en la arquitectura es de gran importancia desde el momento en que ejerce una evidente influencia sobre el hombre y sus actividades, los animales y la vegetación de un lugar, así como sobre los materiales utilizados en la construcción y la edificación misma. En consecuencia, hay que decir que esta variable además de permitirnos evaluar las condiciones de un lugar nos define las actuaciones a realizar en las viviendas que han de ser reformadas.

Al mismo tiempo, hoy en día, es fundamental tener presente que la arquitectura es capaz no sólo de modificar las características del microclima sino también las del clima, por lo que el buen o mal manejo que se haga del espacio en el que se construya afectará positiva o negativamente las condiciones de un lugar. Sabemos que son mucho más frecuentes, e incluso, podemos afirmar que incontables, las actuaciones que desequilibran el medio ambiente natural, por ello la necesidad de recurrir a medios y técnicas constructivas lo menos agresivas posibles.