



## Arquitectura bioclimática

# ¿Qué es la arquitectura bioclimática?

- [¿Qué es la arquitectura bioclimática?](#)
  - [¿Es esto nuevo?](#)
  - [Pero, ¿realmente funciona?](#)
  - [¿Cuánto cuesta?](#)
  - [¿Que ventajas tiene?](#)
  - [Entonces, ¿por qué la arquitectura bioclimática no está más extendida?](#)
  - [Otros temas relacionados](#)
- 

## ¿Qué es la arquitectura bioclimática?

Es aquella arquitectura que tiene en cuenta el clima y las condiciones del entorno para ayudar a conseguir el confort térmico interior. Juega exclusivamente con el diseño y los elementos arquitectónicos, sin utilizar sistemas mecánicos, que son considerados más bien como sistemas de apoyo.

## ¿Es esto nuevo?

No. Se puede decir que gran parte de la arquitectura tradicional funciona según los principios bioclimáticos, en el tiempo en que las posibilidades de climatización artificial eran escasas y caras. Los ventanales orientados al sur en el norte de España, el uso de ciertos materiales con determinadas propiedades térmicas, como la madera o el adobe, el abrigo del suelo, el encalado de las casas andaluzas, la ubicación de los pueblos... no es por casualidad, sino que cumplen una función específica.

## Pero, ¿realmente funciona?

Las técnicas tradicionales funcionan: ¿no ha sentido nunca el frescor de una casa de pueblo a mediodía en un día de agosto?, ¿ha sentido lo agradable que es un patio andaluz en los días calurosos?, ¿ha comprobado como el sol que entra por una cristalera orientada al sur evita el uso de la calefacción en invierno? Si esto



funciona, ¿no cree que será posible, estudiando cuidadosamente el diseño de la casa, poder ahorrar un importante porcentaje en los gastos de climatización?

## ¿Cuánto cuesta?

Una casa bioclimática no tiene por qué ser más cara o más barata, más fea o más bonita, que una convencional. La casa bioclimática no necesita de la compra y/o instalación de sistemas mecánicos de climatización, sino que juega con los elementos arquitectónicos de siempre para incrementar el rendimiento energético y conseguir confort de forma natural. Para ello, el diseño bioclimático supone un conjunto de restricciones, pero siguen existiendo grados de libertad para el diseño según el gusto de cada cual.

## ¿Que ventajas tiene?

Hay varias razones para recuperar la arquitectura bioclimática, recuperando viejas técnicas y adoptando nuevas:

- Actualmente, la energía es escasa y su producción lleva aparejada muchos problemas. Por ejemplo, la electricidad, esa energía aparentemente limpia que llega a casa, es "sucia" en su origen: en un gran porcentaje se produce quemando combustibles (petróleo, carbón, gas natural), con la consiguiente liberación de gases, como el dióxido de carbono, que provocan el temido y muy hablado efecto invernadero que está recalentando el planeta, o los óxidos de nitrógeno, que producen la lluvia ácida, que está acabando con los bosques; y otro importante porcentaje se produce en las centrales nucleares, con el conocido problema de los residuos radiactivos. Una construcción bioclimática reduce la energía consumida y, por tanto, colabora de forma importante en la reducción de los problemas ecológicos que se derivan de ello (el 30% del consumo de energía primaria en los países industrializados proviene del sector de la edificación).
- Para ahorrar dinero en la factura de la electricidad o del gas.
- Para conseguir una mayor armonía con la Naturaleza. Podemos pasar de la casa - "búnker" que no tiene en cuenta su entorno climático y utiliza potentes aparatos de climatización para resolver el problema, a la casa que se integra y utiliza el entorno y el clima para resolver sus necesidades.

Entonces, ¿por qué la arquitectura bioclimática no está más extendida?



El concepto de bienestar ha ido evolucionando de una manera curiosa. Al igual que la ropa de abrigo representa mucho más que la simple necesidad de abrigarse (y, de tal manera, se evoluciona hacia el concepto de moda), la vivienda representa más que la necesidad de tener un lugar confortable donde desarrollar

parte de nuestra vida, y puede representar, por ejemplo, un símbolo de estatus. Como tal símbolo, debe adaptarse a ciertos cánones establecidos que representan este estatus. El ahorro energético y el aprovechamiento del sol como recurso pueden no responder adecuadamente al modelo de estatus, y sí en cambio el disponer de un costoso sistema de climatización que pueda mantener todas las habitaciones de la casa (aunque no se utilicen) por encima de la temperatura adecuada en invierno y por debajo en verano.

A pesar de las esporádicas campañas de concienciación, la publicidad se esfuerza todos los días en asociar el ahorro con incomodidad y bajo nivel de vida, y el consumo y derroche con el buen vivir y el prestigio. Y lo consiguen: muchos tienen la idea de que ahorro es sinónimo de privación. La realidad es, sin embargo, que en la sociedad de consumo, éste debe ser incentivado para que el engranaje siga funcionando. No es posible que las compañías de suministro energético estén interesadas en nuevas tecnologías de ahorro energético, ni los fabricantes de sistemas de climatización en sistemas alternativos que desbancquen su tecnología. Los arquitectos y constructores tampoco se preocupan si, hasta ahora, el negocio va bien, y el consumidor, que no tiene información al respecto, no puede demandar productos alternativos que no conoce.

Son los gobiernos, conscientes del problema del derroche energético, los primeros que impulsan la investigación y generan nueva normativa en este sentido. Por ejemplo, algo tan sencillo como aislar bien para guardar el calor, se ha convertido en objeto de normativa que cada vez toma más importancia. Y en todos los países, hay organismos (en España el CIEMAT) que investigan y difunden conocimientos bioclimáticos entre arquitectos y constructores. Cientos de libros se han escrito, y cientos de proyectos relacionados de alguna manera con la arquitectura bioclimática se han llevado a cabo por todo el mundo.

## Otros temas relacionados

La arquitectura bioclimática trata exclusivamente de jugar con el diseño de la casa (orientaciones, materiales, aperturas de ventanas, etc.) para conseguir eficiencia energética. La persona interesada en arquitectura alternativa se encontrará, sin embargo, con otros términos que pueden tener relación con lo que estamos hablando.

- **Arquitectura solar pasiva.** Hace referencia al diseño de la casa para el uso eficiente de la energía solar. Puesto que no utiliza sistemas mecánicos,

está íntimamente relacionada con la arquitectura bioclimática, si bien esta última no sólo juega con la energía solar, sino con otros elementos climáticos. Por ello, el término bioclimático es un poco más general, si bien ambos van en la misma dirección.

- **Arquitectura solar activa.** Hace referencia al aprovechamiento de la energía solar mediante sistemas mecánicos y/o eléctricos: colectores solares (para calentar agua o para calefacción) y paneles fotovoltaicos (para obtención de energía eléctrica). Pueden complementar una casa bioclimática.
- **Uso de energías renovables.** Se refiere a aquellas energías limpias y que no se agotan (se renuevan). Están relacionadas con la arquitectura bioclimática porque esta utiliza la radiación solar (renovable) para calefacción y refrigeración natural. Pero, para una casa, además de la energía solar, se pueden considerar otros tipos, como la energía eólica o hidráulica para generación de electricidad o la generación de metano a partir de residuos orgánicos.
- **Arquitectura sostenible.** Esta arquitectura reflexiona sobre el impacto ambiental de todos los procesos implicados en una vivienda, desde los materiales de fabricación (obtención que no produzca desechos tóxicos y no consuma mucha energía), las técnicas de construcción (que supongan un mínimo deterioro ambiental), la ubicación de la vivienda y su impacto en el entorno, el consumo energético de la misma y su impacto, y el reciclado de los materiales cuando la casa ha cumplido su función y se derriba. Es, por tanto, un término muy genérico dentro del cual se puede encuadrar la arquitectura bioclimática como medio para reducir el impacto del consumo energético de la vivienda.
- **Casa autosuficiente.** Hace referencia a las técnicas para lograr una cierta independencia de la vivienda respecto a las redes de suministro centralizadas (electricidad, gas, agua, e incluso alimentos), aprovechando los recursos del entorno inmediato (agua de pozos, de arroyos o de lluvia, energía del sol o del viento, paneles fotovoltaicos, huertos, etc.). La arquitectura bioclimática colabora con la autosuficiencia en lo que se refiere al ahorro de energía de climatización.

## Conceptos básicos

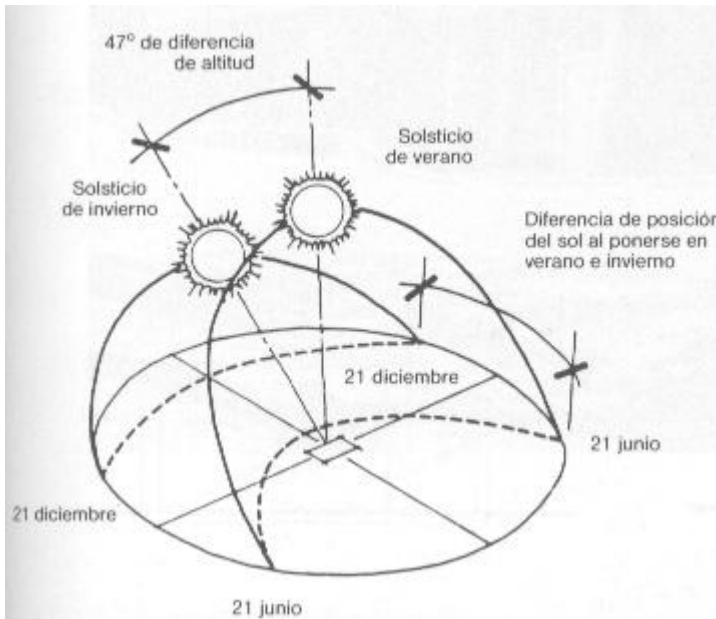
- [Trayectoria solar](#)
- [Radiación directa, difusa y reflejada](#)
- [Formas de transmisión del calor](#)
- [Capacidad calorífica e inercia térmica](#)
- [Confort térmico](#)
- [Efecto invernadero](#)
- [Fenómenos convectivos naturales](#)
- [Calor de vaporización](#)
- [Efecto climático del suelo](#)
- [Pérdida de calor en viviendas \(invierno\)](#)

- [Microclima y ubicación](#)

## Trayectoria solar

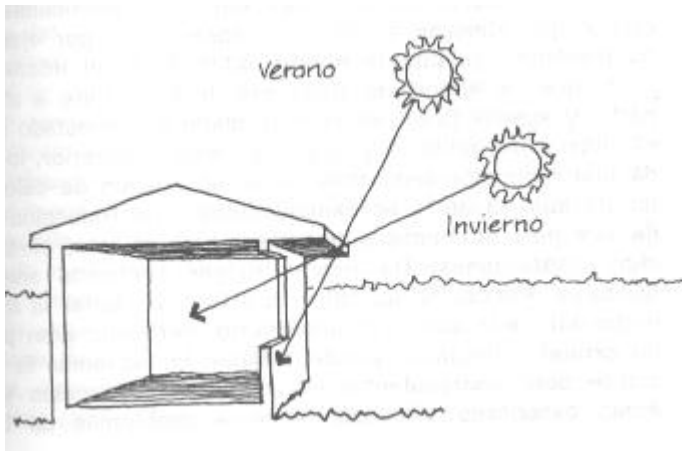
Siendo el sol la principal fuente energética que afecta al diseño bioclimático, es importante tener una idea de su trayectoria en las distintas estaciones del año.

Como se sabe, la existencia de las estaciones está motivada porque el eje de rotación de la tierra no es siempre perpendicular al plano de su trayectoria de traslación con respecto al sol, sino que forma un ángulo variable dependiendo del momento del año en que nos encontremos.



Sin entrar en detalles técnicos, y particularizando para el hemisferio norte, por encima del trópico de Cáncer (es decir, una situación geográfica en la que está España):

- Hay sólo dos días del año en los que el eje de rotación es perpendicular al plano de traslación: el equinoccio de primavera (22 de marzo) y el equinoccio de otoño (21 de septiembre). En estos días, el día dura exactamente lo mismo que la noche, y el sol sale exactamente por el este y se pone por el oeste.
- Después del equinoccio de primavera, los días son cada vez más largos, y el sol alcanza cada vez mayor altura a mediodía. La salida y la puesta de sol se desplazan hacia el norte (es decir, tiende a salir cada vez más por el nordeste y a ponerse por el noroeste). Esta tendencia sigue hasta el solsticio de verano (21 de junio), el día más largo del año, para seguir después la tendencia contraria hasta llegar al equinoccio de otoño.
- Después del equinoccio de otoño, los días son cada vez más cortos, y el sol cada vez está más bajo a mediodía. La salida y la puesta de sol se desplazan hacia el sur (es decir, tiende a salir cada vez más por el sudeste y a ponerse por el sudoeste). Esta tendencia sigue hasta el solsticio de invierno (21 de diciembre), el día más corto del año, para seguir después la tendencia contraria hasta llegar al equinoccio de primavera.



Para hacerse una idea, en una ciudad tal como Cáceres, en los equinoccios, la elevación alcanzada por el sol a mediodía son unos  $50^\circ$  sobre la horizontal. Avanzando hacia el solsticio de verano, el sol cada vez se eleva más, hasta los  $74^\circ$  (nunca llega a estar vertical), y avanzando hacia el solsticio de invierno, el sol cada vez está más bajo, hasta los  $27^\circ$ . En cuanto a la salida y

puesta, en el solsticio de invierno, se llegan a desplazar  $31^\circ$  hacia el sur, y en el solsticio de verano  $21^\circ$  hacia el norte.

También hay que tener en cuenta que el horario solar no es el horario oficial. Por ejemplo, en Cáceres, para calcular la hora solar hay que restar a la oficial 2h 25' en verano y 1h 25' en invierno.

Estas trayectorias solares que acabamos de describir tienen una consecuencia clara sobre la radiación recibida por fachadas verticales: en invierno, la fachada sur recibe la mayoría de radiación, gracias a que el sol está bajo, mientras que las otras orientaciones apenas reciben radiación. En verano, en cambio, cuando el sol está más vertical a mediodía, la fachada sur recibe menos radiación directa, mientras que las mañanas y las tardes castigan especialmente a las fachadas este y oeste, respectivamente.

## Radiación directa, difusa y reflejada

La energía solar incidente en una superficie terrestre se manifiesta de tres maneras diferentes:

- La radiación directa es, como su propio nombre indica, la que proviene directamente del sol.
- La radiación difusa es aquella recibida de la atmósfera como consecuencia de la dispersión de parte de la radiación del sol en la misma. Esta energía puede suponer aproximadamente un 15% de la radiación global en los días soleados, pero en los días nublados, en los cuales la radiación directa es muy baja, la radiación difusa supone un porcentaje mucho mayor. Por otra parte, las superficies horizontales son las que más radiación difusa reciben, ya que "ven" toda la semiesfera celeste, mientras que las superficies verticales reciben menos porque solo "ven" la mitad de la semiesfera celeste.
- La radiación reflejada es, como su propio nombre indica, aquella reflejada por la superficie terrestre. La cantidad de radiación depende del coeficiente

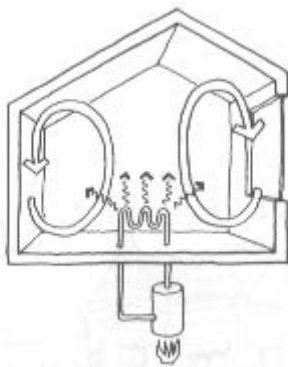


de reflexión de la superficie, también llamado albedo. Por otra parte, las superficies horizontales no reciben ninguna radiación reflejada, porque no "ven" superficie terrestre, mientras que las superficies verticales son las que más reciben.

Para hacerse una idea, en Cáceres, en un día medio de marzo, la energía directa supone  $2,09 \text{ Kwh/m}^2$ , mientras que la energía difusa es  $1,91 \text{ Kwh/m}^2$ , es decir, la difusa es un 48% del total, mientras que en un día medio de agosto, la directa supone  $6,00 \text{ Kwh/m}^2$ , mientras que la difusa es  $2,08 \text{ Kwh/m}^2$ , en este caso, un porcentaje del 25%. Esto se debe a que en agosto está menos nublado que en marzo.

## Formas de transmisión del calor

Es importante tener presentes los mecanismos de transmisión del calor para comprender el comportamiento térmico de una casa. Microscópicamente, el calor es un estado de agitación molecular que se transmite de unos cuerpos a otros de tres formas diferentes:



calor.

**Conducción.** El calor se transmite a través de la masa del propio cuerpo. La facilidad con que el calor "viaja" a través de un material lo define como conductor o como aislante térmico. Ejemplos de buenos conductores son los metales, y de buenos aislantes, los plásticos, maderas, aire. Este es el fenómeno por el cual las viviendas pierden calor en invierno a través de las paredes, lo que se puede reducir colocando un material que sea aislante. El coeficiente de conducción térmica de un material es una medida de su capacidad para conducir el

**Convección.** Si consideramos un material fluido (en estado líquido o gaseoso), el calor, además de transmitirse a través del material (conducción), puede ser "transportado" por el propio movimiento del fluido. Si el movimiento del fluido se produce de forma natural, por la diferencia de temperaturas (aire caliente sube, aire frío baja), la convección es natural, y si el movimiento lo produce algún otro fenómeno (ventilador, viento), la convección es forzada.

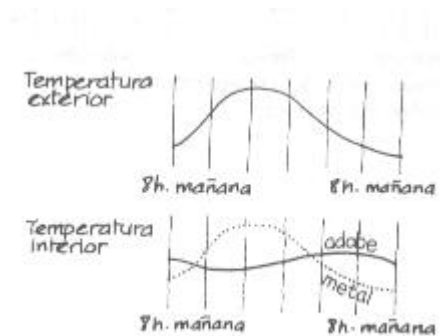
**Radiación.** Todo material emite radiación electromagnética, cuya intensidad depende de la temperatura a la que se encuentre. La radiación infrarroja provoca una sensación de calor inmediata (piénsese en una estufa de butano, por ejemplo). El sol nos aporta energía exclusivamente por radiación.

## Capacidad calorífica e inercia térmica

Si a un cuerpo le aportamos calor, este eleva su temperatura. Si lo hace lentamente decimos que tiene mucha **capacidad calorífica**, puesto que es capaz de almacenar mucho calor por cada grado centígrado de temperatura. Las diferencias de capacidad calorífica entre el agua y el aceite, por ejemplo, (mayor la primera que el segundo) es lo que hace que, al fuego, el agua tarde más en calentarse que el aceite, pero también que el agua "guarde" más el calor.

Se llama calor específico de un material (en Kcal/Kg°C) a la cantidad de calor que hay que suministrarle a 1 Kg para que eleve su temperatura 1°C.

La capacidad calorífica y el almacenamiento de calor traen aparejados ciertos fenómenos. Por ejemplo: en casa, en invierno, cuando encendemos la estufa al llegar por la tarde, la habitación tarda en alcanzar una temperatura agradable, y cuando la apagamos, por la noche, la temperatura de la habitación todavía es buena y no se enfría inmediatamente. Esto ocurre también en las estaciones: en el hemisferio norte, el 21 de abril (equinoccio de primavera) el sol está en la misma posición que el 21 de septiembre (equinoccio de otoño), y sin embargo, las temperaturas son mayores en esta última fecha, por la sencilla razón de que la tierra todavía "guarda" el calor del verano, que irá perdiendo poco a poco. Esta "resistencia" de la temperatura a reaccionar inmediatamente a los aportes de calor es lo que llamamos **inercia térmica**.



Este es un concepto importante en las viviendas bioclimáticas: si tienen poca inercia térmica, reaccionarán rápidamente a la radiación solar, calentándose pronto durante el día (hablamos del invierno), pero también por la noche se enfrían más rápido: el retardo entre los aportes de calor y la temperatura alcanzada es pequeño. En cambio, en viviendas con gran inercia térmica, la radiación solar no provocará una subida rápida de la temperatura de la

casa, porque el calor se está almacenando, y posteriormente se libera lentamente por la noche, por lo que no se producirá una disminución brusca de temperatura; además, las variaciones de temperatura se amortiguan, no alcanzando valores tan extremos.

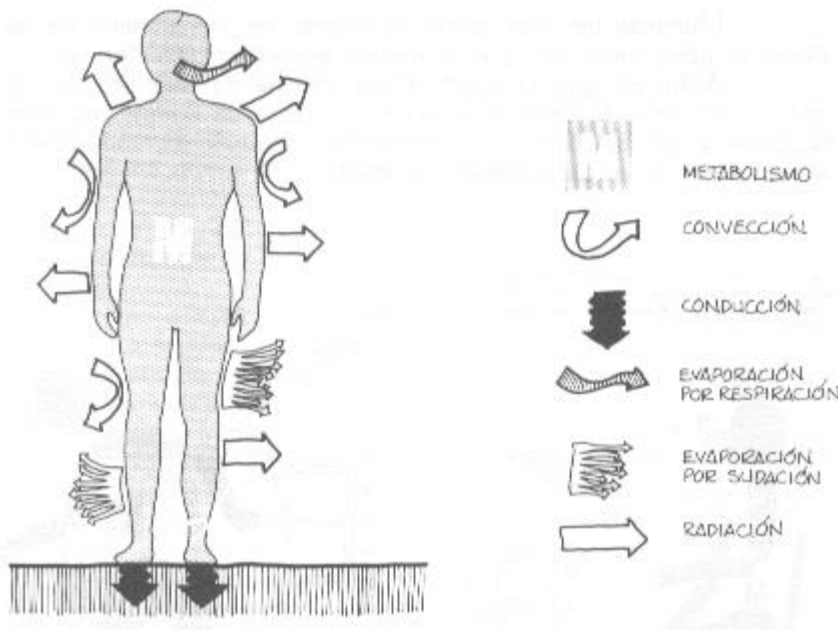
Entonces, la inercia térmica en una vivienda lleva aparejado dos fenómenos: el de **retardo** (de la temperatura interior respecto a la temperatura exterior), y el de **amortiguación** (la variación interior de temperatura no es tan grande como la variación exterior).

## Confort térmico



Muchos tenemos la idea intuitiva de que nuestro confort térmico depende fundamentalmente de la temperatura del aire que nos rodea, y nada más lejos de la realidad.

Podemos decir que nuestro cuerpo se encuentra en una situación de confort térmico cuando el ritmo al que generamos calor es el mismo que el ritmo al que lo perdemos para nuestra temperatura corporal normal. Esto implica que, en balance global, tenemos que perder calor permanentemente para encontrarnos bien, pero al "ritmo" adecuado. Influyen varios factores:



Factores que influyen en el ritmo de generación de calor

**Actividad física y mental.**

Nuestro cuerpo debe generar calor para mantener nuestra temperatura corporal, pero también es un "subproducto" de nuestra

actividad física y mental. Para una situación de reposo, el cuerpo consume unas 70 Kcal / hora, frente a una situación de trabajo, donde se pueden consumir hasta 700 Kcal / h para un ejercicio físico intenso.

**Metabolismo.** Cada persona tiene su propio metabolismo y necesita sus propios ritmos para evacuar calor.

Factores que influyen en el ritmo de pérdida de calor

**Aislamiento natural del individuo.** El tejido adiposo (grasa) y el vello, son "materiales" naturales que aíslan y reducen las pérdidas de calor. La cantidad de cada uno de ellos depende del individuo.

**Ropa de abrigo.** La ropa de abrigo mantiene una capa de aire entre la superficie de nuestro cuerpo y el tejido que nos aísla térmicamente. Aunque la ropa de abrigo provoca una sensación de calentamiento del organismo, en realidad lo único que hacen es reducir las pérdidas de calor pues, evidentemente, no consumen energía ninguna y, por tanto, no producen calor. Como no consumen,

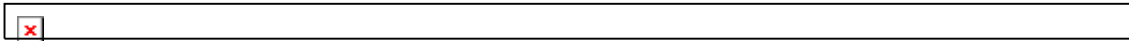
es el mecanismo más barato energéticamente hablando para regular la temperatura del cuerpo. En nuestras pretensiones de climatización de la vivienda, debemos considerar esta solución de una manera razonable, es decir, por ejemplo, en invierno, tan exagerado sería climatizar para estar siempre en camiseta (los costes energéticos se disparan), como para estar siempre con abrigo (demasiado incómodo). Es absurdo, más que ser un símbolo de estatus, el pretender tener una casa climatizada donde podamos estar en invierno en manga corta y en verano con jersey.

**Temperatura del aire.** Es el dato que siempre se maneja pero, como decíamos, no es el fundamental a la hora de alcanzar el confort térmico.

**Temperatura de radiación.** Es un factor desconocido, pero tan importante como el anterior. Está relacionado con el calor que recibimos por radiación. Podemos estar confortables con una temperatura del aire muy baja si la temperatura de radiación es alta; por ejemplo, un día moderadamente frío de invierno, en el campo, puede ser agradable si estamos recibiendo el calor del sol de mediodía; o puede ser agradable una casa en la cual la temperatura del aire no es muy alta (15°C), pero las paredes están calientes (22°C). Esto es importante, porque suele ocurrir en las casas bioclimáticas, en donde la temperatura del aire suele ser menor que la temperatura de las paredes, suelos y techos, que pueden haber sido calentadas por el sol.

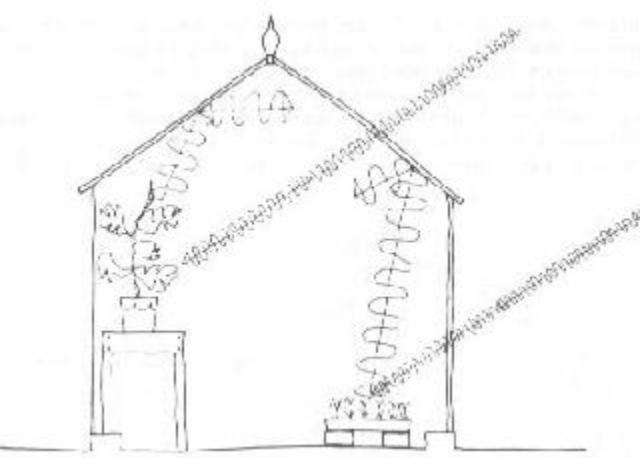
**Movimiento del aire.** El viento aumenta las pérdidas de calor del organismo, por dos causas: por infiltración, al internarse el aire en las ropas de abrigo y "llevarse" la capa de aire que nos aísla; y por aumentar la evaporación del sudor, que es un mecanismo para eliminar calor (ver más adelante "calor de vaporización").

**Humedad del aire.** La humedad incide en la capacidad de transpiración que tiene el organismo, mecanismo por el cual se elimina el calor. A mayor humedad, menor transpiración. Por eso es más llevadero un calor seco que un calor húmedo. Un valor cuantitativo importante es la humedad relativa, que es el porcentaje de humedad que tiene el aire respecto al máximo que admitiría. La humedad relativa cambia con la temperatura por la sencilla razón de que la máxima humedad que admite el aire cambia con ella.



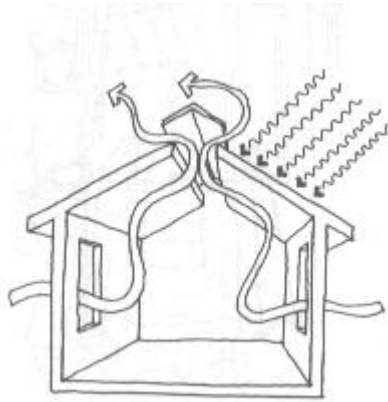
## Efecto invernadero

Es el fenómeno por el cual la radiación entra en un espacio y queda atrapada, calentando, por tanto, ese espacio. Se llama así porque es el efecto que ocurre en un invernadero, que es un espacio cerrado por un acristalado. El vidrio se comporta de una manera curiosa ante la radiación: es transparente a la radiación visible (por eso vemos a través de él), pero opaco ante radiación de mayor longitud de onda (radiación infrarroja). Cuando los rayos del sol entran en un invernadero, la radiación es absorbida por los objetos de su interior, que se



calientan, emitiendo radiación infrarroja, que no puede escapar pues el vidrio es opaco a la misma.

El efecto invernadero es el fenómeno utilizado en las casas bioclimáticas para captar y mantener el calor del sol.



## Fenómenos convectivos naturales

Como ya dijimos, la convección es un fenómeno por el cual el aire caliente tiende a ascender u el frío a descender. Es posible utilizar la radiación solar para calentar aire de tal manera que, al subir, escape al exterior, teniendo que ser sustituido por aire más frío, lo cual provoca una renovación de aire que se denomina **ventilación convectiva**. El dispositivo que provoca este fenómeno se denomina **chimenea**

**solar.**

En un espacio cerrado, el aire caliente tiende a situarse en la parte de arriba, y el frío en la de abajo. Si este espacio es amplio en altura, la diferencia de temperaturas entre la parte alta y la parte baja puede ser apreciable. Este fenómeno se denomina **estratificación térmica**. Dos habitaciones colocadas a diferentes alturas, pero comunicadas entre sí, participan de este fenómeno, y resultará en que la habitación alta esté siempre más cálida que la baja.

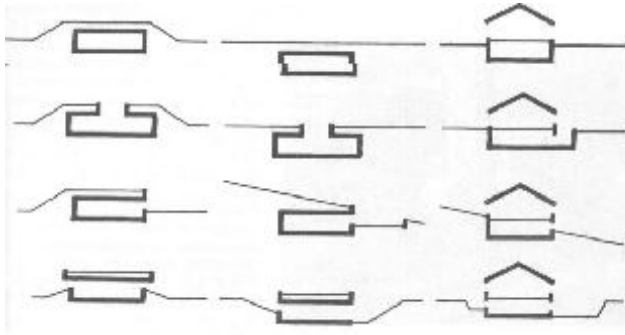
## Calor de vaporización

Cuando un cuerpo pasa de estado líquido a gaseoso, necesita absorber una cantidad de calor que se denomina calor de vaporización. Entonces el agua, al evaporarse, necesita calor, que adquiere de su entorno inmediato, enfriándolo. Por eso los lugares donde hay agua están más frescos.

Las plantas están transpirando continuamente, eliminando agua en forma de vapor. Por eso los lugares donde hay plantas están también más frescos.

El agua de un botijo permanece fresca a pesar de que haga calor, gracias a que el barro de que está hecho es permeable al vapor de agua, permitiendo entonces la evaporación de parte del agua interior, que refresca la masa de agua restante.

## Efecto climático del suelo



El suelo tiene mucha inercia térmica (ya explicamos lo que es esto), lo que amortigua y retarda las variaciones de temperatura, entre el día y la noche, e incluso entre estaciones. La amortiguación de temperatura que se produce depende de la profundidad y del tipo de suelo. Para amortiguar las variaciones día - noche el espesor

debe ser de 20 - 30 cm, para amortiguar las variaciones entre días de distintas temperaturas, espesor de 80 a 200 cm, y para amortiguar variaciones invierno - verano, espesores de 6 - 12 m.

Aunque en la práctica no sea factible grandes profundidades en enterramientos de viviendas, si que han surgido proyectos de viviendas semienterradas para tratar de aprovechar esta capacidad de amortiguamiento del suelo.

## Pérdida de calor en viviendas (invierno)

Ya hemos hablado de los tres mecanismos de transmisión del calor. En una vivienda, los tres funcionan para producir pérdidas de calor. En el interior de la casa, el calor se transmite entre los paramentos (muros, techos, suelos) principalmente por radiación, y entre los paramentos y el aire interior principalmente por convección. El calor "viaja" a través de los paramentos por conducción, hasta alcanzar el exterior de la casa, donde se disipa por convección y radiación. Para reducir las pérdidas de calor, se actúa principalmente sobre el fenómeno de conducción a través de los paramentos, intercalando una capa de material térmicamente aislante.

Hay que cuidar los llamados **puentes térmicos**, que son lugares de refuerzo o juntas de los paramentos que pueden estar contruidos con materiales diferentes al resto, existiendo por tanto una discontinuidad de la capa aislante. Estos lugares pueden convertirse en vías rápidas de escape del calor.

Sin embargo existe otra causa de pérdida de calor: la **ventilación**. Para que una casa sea salubre necesita un ritmo adecuado de renovación de aire. Si esta renovación se realiza con el aire exterior, estamos perdiendo aire caliente e introduciendo aire frío. Hay que llegar a un compromiso entre la ventilación que necesitamos y las pérdidas de calor que podemos admitir, a no ser que se "precaliente" el aire exterior de alguna manera.



Pero aunque reduzcamos la ventilación al mínimo, una baja estanqueidad de la casa puede forzar la ventilación aunque no queramos, especialmente en días ventosos: son las **infiltraciones**. Por ello, es importante reducir al máximo este fenómeno, cuidando especialmente las juntas de cierre de puertas y ventanas.

Aunque se reduzca la ventilación y las infiltraciones al mínimo, cuando hay viento, la **convección forzada**, fenómeno del cual ya hablamos, hace que el calor que se transmite del interior al exterior de la casa se disipe mucho más rápidamente en el paramento exterior. La única manera de disminuir este fenómeno es evitando que el viento golpee la casa, bien eligiendo una ubicación donde la casa esté protegida de los vientos dominantes de invierno, bien estableciendo barreras naturales mediante la vegetación.

## Microclima y ubicación

El comportamiento climático de una casa no solo depende de su diseño, sino que también está influenciado por su ubicación: la existencia de accidentes naturales como montes, ríos, pantanos, vegetación, o artificiales como edificios próximos, etc., crean un microclima que afecta al viento, la humedad, y la radiación solar que recibe la casa.

Si se ha de construir una casa bioclimática, el primer estudio tiene que dedicarse a las condiciones climáticas de la región y, después, a las condiciones microclimáticas de la ubicación concreta.

## Técnicas utilizadas

- [Ubicación](#)
- [Forma y orientación](#)
- [Captación solar pasiva](#)
- [Aislamiento y masa térmica](#)
- [Ventilación](#)
- [Aprovechamiento climático del suelo](#)
- [Espacios tapón](#)
- [Protección contra la radiación de verano](#)
- [Sistemas evaporativos de refrigeración](#)

---

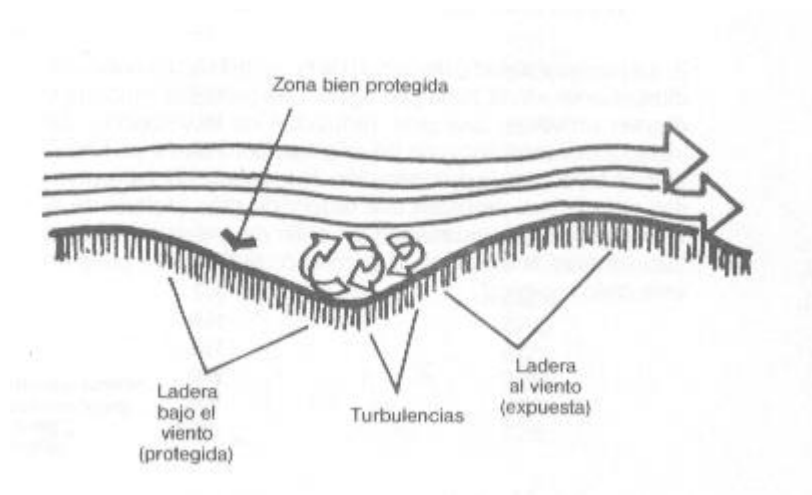
### Ubicación

La ubicación determina las condiciones climáticas con las que la vivienda tiene que "relacionarse". Podemos hablar de condiciones macroclimáticas y microclimáticas.

Las condiciones macroclimáticas son consecuencia de la pertenencia a una latitud y región determinada. Los datos más importantes que las definen son:

- Las **temperaturas** medias, máximas y mínimas
- La **pluviometría**
- La **radiación solar** incidente
- La dirección del **viento** dominante y su velocidad media

Las condiciones microclimáticas son consecuencia de la existencia de accidentes geográficos locales que pueden modificar las anteriores condiciones de forma significativa. Podemos tener en cuenta:

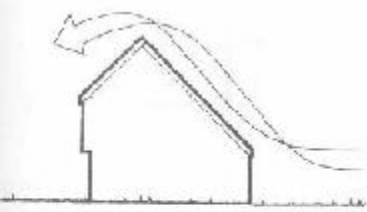


- La

**pendiente del terreno**, por cuanto determina una orientación predominante de la vivienda

- La existencia cercana de **elevaciones**, por cuanto pueden influir como barrera frente al viento o frente a la radiación solar
- La existencia de **masas de agua** cercanas, que reducen las variaciones bruscas de temperatura e incrementan la humedad ambiente
- La existencia de **masas boscosas** cercanas
- La existencia de **edificios**

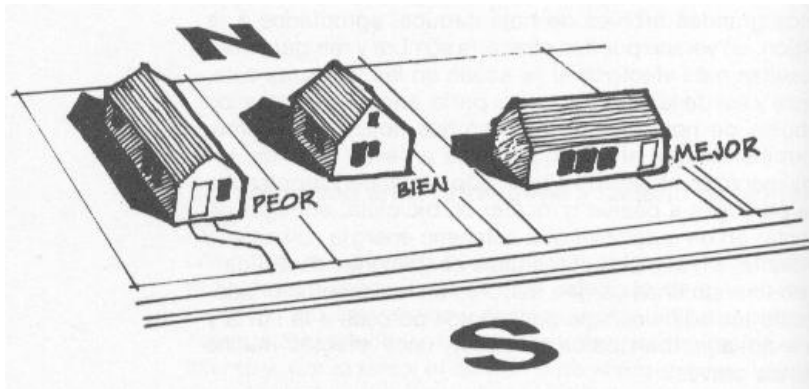
La elección de la ubicación de la vivienda, si ello es posible, es una decisión muy importante en el proceso de diseño bioclimático, si acaso tan importante como el diseño de la vivienda en sí misma. Además de seleccionar la ubicación más adecuada, debemos tener en cuenta que siempre es posible actuar sobre el entorno (añadiendo o quitando vegetación o agua, por ejemplo), para modificar las condiciones microclimáticas. Es lo que llamamos **corrección del entorno**.



## Forma y orientación

La forma de la casa influye sobre:

- La **superficie de contacto** entre la vivienda y el exterior, lo cual influye en las pérdidas o ganancias caloríficas. Normalmente se desea un buen aislamiento, para lo cual, además de utilizar los materiales adecuados, la superficie de contacto tiene que ser lo más pequeña posible. Para un determinado volumen interior, una forma compacta (como el cubo), sin entrantes ni salientes, es la que determina la superficie de contacto más pequeña. La existencia de patios, alas, etc. incrementan esta superficie.
- La **resistencia frente al viento**. La altura, por ejemplo, es determinante: una casa alta siempre ofrece mayor resistencia que una casa baja. Esto es bueno en verano, puesto que incrementa la ventilación, pero malo en invierno, puesto que incrementa las infiltraciones. La forma del tejado y la existencia de salientes diversos, por ejemplo, también influye en conseguir una casa más o menos "aerodinámica". Teniendo en cuenta las direcciones de los vientos predominantes, tanto en invierno como en verano es posible llegar a una situación de compromiso que disminuya las infiltraciones en invierno e incremente la ventilación en verano.
- La **captación solar** (explicaremos esto un poco más en la orientación)



La orientación de la casa influye sobre:

- La **captación solar**. Normalmente interesa captar

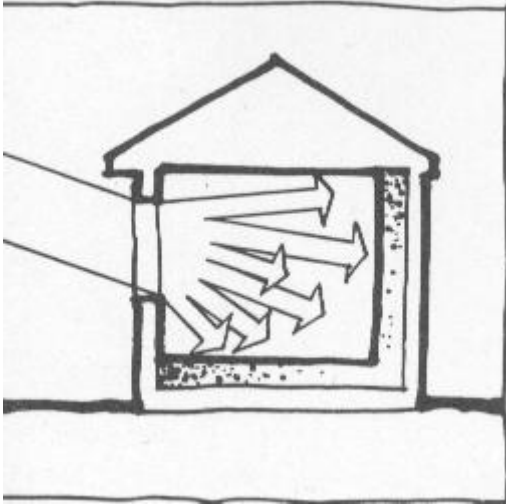
cuanta más energía mejor porque es nuestra fuente de climatización en invierno (en verano utilizaremos sombreados y otras técnicas para evitar la radiación). En las latitudes en que nos encontramos, conviene orientar siempre nuestra superficie de captación (acristalado) hacia el sur. La forma ideal es una casa compacta y alargada, es decir, de planta rectangular, cuyo lado mayor va de este a oeste, y en el cual se encontrarán la mayor parte de los dispositivos de captación (fachada sur), y cuyo lado menor va de norte a sur. Hay que reducir la existencia de ventanas en las fachadas norte, este y oeste, puesto que no son muy útiles para la captación solar en invierno (aunque pueden serlo para ventilación e



iluminación) y, sin embargo, se producen muchas pérdidas de calor a su través.

- La **influencia de los vientos dominantes** sobre la ventilación y las infiltraciones.

## Captación solar pasiva

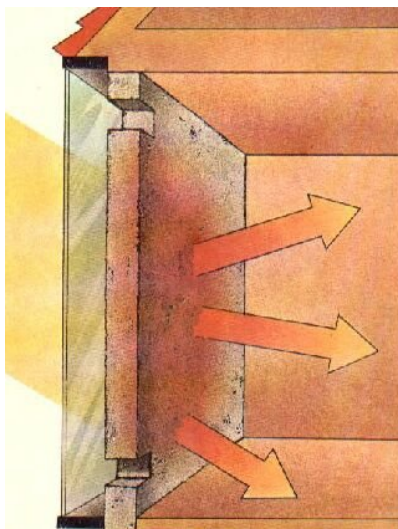


La energía solar es la fuente principal de energía de climatización en una vivienda bioclimática. Su captación se realiza aprovechando el propio diseño de la vivienda, y sin necesidad de utilizar sistemas mecánicos. La captación hace uso del llamado [efecto invernadero](#), según el cual la radiación penetra a través de vidrio, calentando los materiales dispuestos detrás suyo; el vidrio no deja escapar la radiación infrarroja emitida por estos materiales, por lo que queda confinada entonces en el recinto interior.

Los materiales, calentados por la energía solar, guardan este calor y lo liberan, posteriormente, atendiendo a un retardo que depende de su [inercia térmica](#). Para un mayor rendimiento, es aconsejable disponer de sistemas de aislamiento móviles (persianas, contraventanas, etc.) que se puedan cerrar por la noche para evitar pérdidas de calor por conducción y convección a través del vidrio.

Los sistemas de captación pueden ser definidos por dos parámetros: rendimiento, o fracción de energía realmente aprovechada respecto a la que incide, y retardo, o tiempo que transcurre entre que la energía es almacenada y liberada. Hay varios tipos de sistemas:

- **Sistemas directos.** El sol penetra directamente a través del acristalamiento al interior del recinto. Es importante prever la existencia de masas térmicas de acumulación de calor en los lugares (suelo, paredes) donde incide la radiación. Son los sistemas de mayor rendimiento y de menor retardo.



- **Sistemas semidirectos.** Utilizan un adoso o invernadero como espacio intermedio entre el exterior y el interior. La energía acumulada en este espacio intermedio se hace pasar a voluntad al interior a través de un cerramiento móvil. El espacio

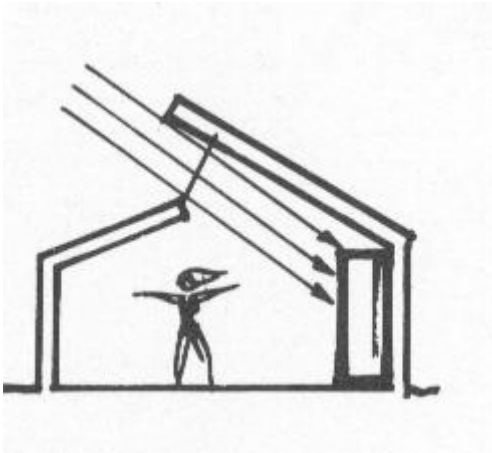
intermedio puede utilizarse también, a ciertas horas del día, como espacio habitable. El rendimiento de este sistema es menor que el anterior, mientras que su retardo es mayor.

- **Sistemas indirectos.** La captación la realiza directamente un elemento de almacenamiento dispuesto inmediatamente detrás del cristal (a unos pocos centímetros). El interior de la vivienda se encuentra anexo al mismo. El calor almacenado pasa al interior por conducción, convección y radiación. El elemento de almacenamiento puede ser un paramento de material de alta capacidad calorífica, bidones de agua, lecho de piedras, etc., y puede ser una de las paredes de la habitación, el techo, o el suelo. Un caso particular es el llamado muro trombe, en el cual, además, se abren unos registros ajustables en la parte superior y en la inferior para que se cree una transferencia de calor por conducción a voluntad. El rendimiento de estos sistemas es también menor que el del sistema directo, y presentan unos retardos muy grandes.

En el diseño de estos sistemas es importante considerar:

- La existencia de suficiente masa térmica para la acumulación del calor dispuesta en las zonas de incidencia de radiación
- La existencia de cerramientos móviles para aislamiento
- La orientación, obstáculos y sombreamientos de los espacios de captación, de tal manera que se maximice la captación de energía en invierno y se minimice la de verano. Repetimos de nuevo que lo óptimo es la orientación al sur de los sistemas de captación, o con una desviación de hasta 30°.

## Aislamiento y masa térmica

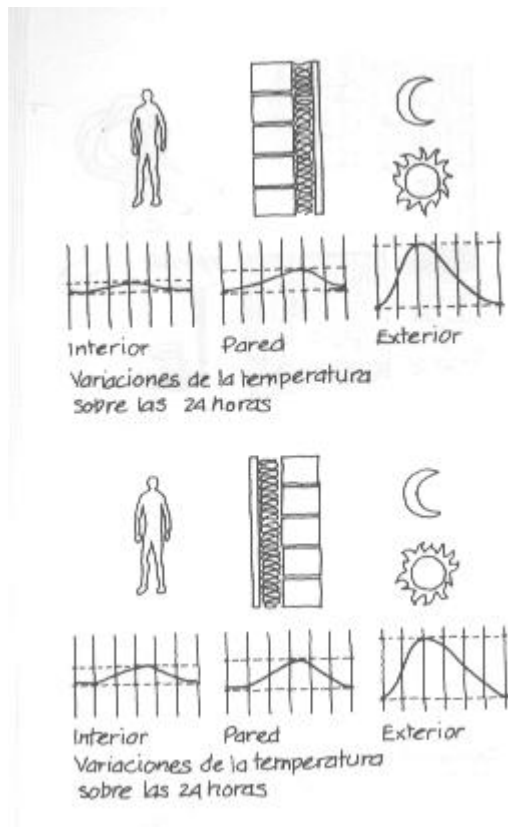


La masa térmica provoca un desfase entre los aportes de calor y el incremento de la temperatura (ver [Capacidad calorífica e inercia térmica](#)). Funciona a distintos niveles. En **ciclo diario**, durante el invierno, la masa térmica estratégicamente colocada almacena el calor solar durante el día para liberarlo por la noche, y durante el verano, realiza la misma función, sólo que el calor que almacena durante el día es el de la casa (manteniéndola, por tanto, fresca), y lo libera por la noche, evacuándose mediante la ventilación. En **ciclo interdiario**, la masa

térmica es capaz de mantener determinadas condiciones térmicas durante algunos días una vez que estas han cesado: por ejemplo, es capaz de guardar el calor de días soleados de invierno durante algunos días nublados venideros. En **ciclo anual**, se guarda el calor del verano para el invierno y el fresco del invierno

para el verano (sólo una ingente masa térmica como el suelo es capaz de realizar algo así).

La vivienda con elevada masa térmica se comporta manteniendo una temperatura sin variaciones bruscas, relativamente estable frente a las condiciones externas. El objetivo es conseguir que, mediante un buen diseño bioclimático, esta temperatura sea agradable. La masa térmica elevada no es aconsejable en viviendas ocasionales (viviendas de fin de semana, por ejemplo), cuyas condiciones de temperatura son irrelevantes excepto en los momentos en que se ocupan, momentos en los que se requiere calentarlas o enfriarlas rápidamente. Y rapidez y masa térmica están reñidas, por el desfase del que hablábamos anteriormente.



En general, materiales de construcción pesados pueden actuar como una eficaz masa térmica: los muros, suelos o techos gruesos, de piedra, hormigón o ladrillo, son buenos en este sentido. Colocados estratégicamente para recibir la radiación solar tras un cristal, funcionan fundamentalmente en ciclo diario, pero repartidos adecuadamente por toda la casa, funcionan en ciclo interdiario. Si la casa está enterrada o semienterrada, la masa térmica del suelo ayudará también a la amortiguación de oscilaciones térmicas, en un ciclo largo.

El aislamiento térmico dificulta el paso de calor por conducción del interior al exterior de la vivienda y viceversa. Por ello es eficaz tanto en invierno como en verano. Una forma de conseguirlo es utilizar recubrimientos de materiales muy aislantes, como espumas y plásticos. No conviene exagerar con este tipo de

aislamiento, puesto que existe otra importante causa de pérdida de calor: las infiltraciones. De nada serviría tener una casa "superaislada" si no se ha cuidado este otro factor. De todas maneras, aunque se quieran reducir al máximo las infiltraciones, siempre es necesario un mínimo de ventilación por cuestiones higiénicas, lo que supone un mínimo de pérdidas caloríficas a tener en cuenta. Para hacer eficaz el aislamiento, también es necesario reducir al máximo los puentes térmicos. Ver [Pérdida de calor en viviendas \(invierno\)](#).

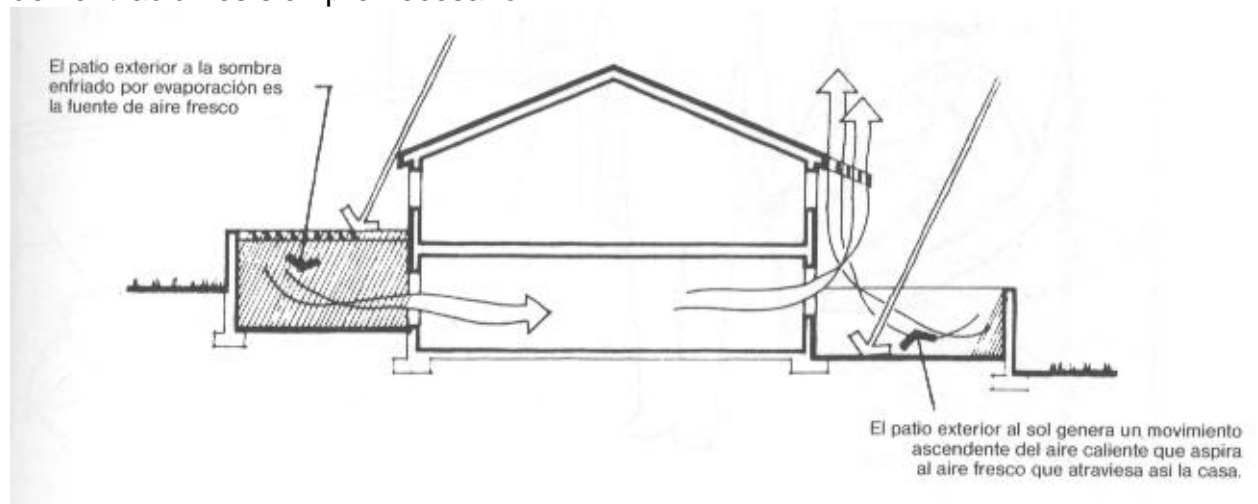
En cuanto a la colocación del aislamiento, lo ideal es hacerlo por fuera de la masa térmica, es decir, como recubrimiento exterior de los muros, techos y suelos, de tal manera que la masa térmica actúe como acumulador eficaz en el interior, y bien aislado del exterior.

También es importante aislar los acristalamientos. Durante el día actúan eficazmente en la captación de la radiación solar para obtener luz y calor, pero por las noches se convierten en sumideros de calor hacia el exterior por conducción y convección (no por radiación, pues el cristal es opaco al infrarrojo). Un doble acristalado reduce las pérdidas de calor, aunque también reduce algo la transparencia frente a la radiación solar durante el día. De cualquier manera, nada tan eficaz como aislamientos móviles (contraventanas, persianas, paneles, cortinas) que se echen durante la noche y se quiten durante el día. En verano, estos elementos pueden impedir durante el día la penetración de la radiación solar.

## Ventilación

En una vivienda bioclimática, la ventilación es importante, y tiene varios usos:

- **Renovación del aire**, para mantener las condiciones higiénicas. Un mínimo de ventilación es siempre necesario.

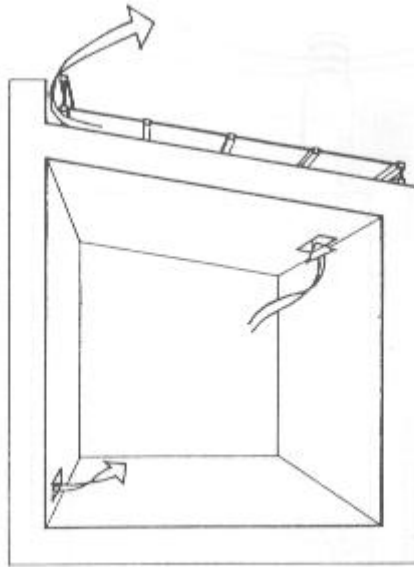


- **Incrementar el confort térmico en verano**, puesto que el movimiento del aire acelera la disipación de calor del cuerpo humano
- **Climatización**. El aire en movimiento puede llevarse el calor acumulado en muros, techos y suelos por el fenómeno de convección. Para ello, la temperatura del aire debe ser lo más baja posible. Esto es útil especialmente en las noches de verano, cuando el aire es más fresco.
- **Infiltraciones**. Es el nombre que se le da a la ventilación no deseada. En invierno, pueden suponer una importante pérdida de calor. Es necesario reducirlas al mínimo.

Consideramos diferentes formas de ventilar:

- **Ventilación natural**. Es la que tiene lugar cuando el viento crea corrientes de aire en la casa, al abrir las ventanas. Para que la ventilación sea lo más eficaz posible, las ventanas deben colocarse en fachadas opuestas, sin

obstáculos entre ellas, y en fachadas que sean transversales a la dirección de los vientos dominantes. En días calurosos de verano, es eficaz ventilar



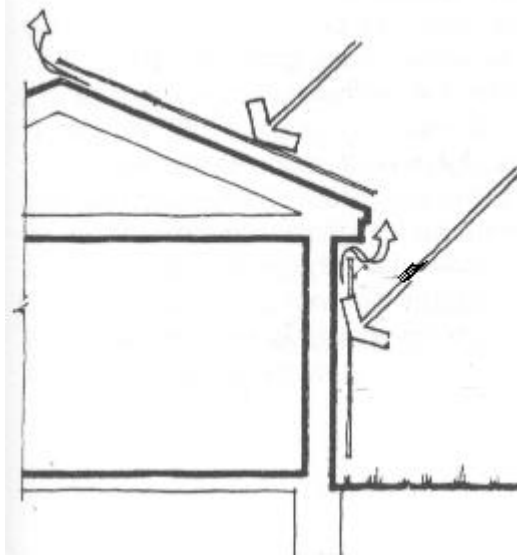
durante la noche y cerrar durante el día.

- **Ventilación convectiva.**

Es la que tiene lugar cuando el aire caliente asciende, siendo reemplazado por aire más frío. Durante el día, en una vivienda bioclimática, se pueden crear corrientes de aire aunque no haya viento provocando aperturas en las partes altas de la casa, por donde pueda salir el aire caliente. Si en estas partes altas se coloca algún dispositivo

que caliente el aire de forma adicional mediante radiación solar (chimenea solar), el aire saldrá aún con más fuerza. Es importante prever de donde provendrá el aire de sustitución y a qué ritmo debe ventilarse. Una ventilación convectiva que introduzca como aire renovado aire caliente del exterior será poco eficaz. Por eso, el aire de renovación puede provenir, por ejemplo, de un patio fresco, de un sótano, o de tubos enterrados en el suelo. Nunca se debe ventilar a un ritmo demasiado rápido, que consuma el aire fresco de renovación y anule la capacidad que tienen los dispositivos anteriores de refrescar el aire. En este caso es necesario frenar el ritmo de renovación o incluso detenerlo, esperando a la noche para ventilar de forma natural.

- **Ventilación convectiva en desván.** Un porcentaje importante de pérdidas de calor en invierno y ganancias de calor en verano ocurre a través del tejado de la vivienda. Disponer de un espacio tapón entre el último piso de la vivienda y el tejado (un desván) reducirá de forma importante esta transferencia de calor (ver discusión sobre el desván en [Espacios tapón](#)). En verano, se puede hacer que el desván esté autoventilado por convección. Es normal que este lugar se convierta en un horno donde el aire alcance una temperatura mayor que el aire exterior; si se abren registros en su parte alta y en su parte baja, es posible dejar escapar este aire caliente, que será renovado por aire exterior. En invierno, estos registros deben estar cerrados. Es importante diseñar el desván para que



esta corriente de aire no sea obstruida.

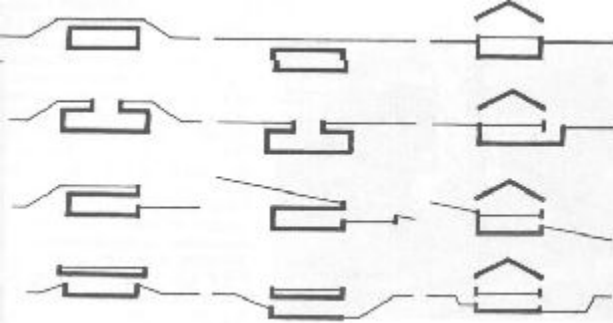
- **Pérdidas por ventilación en invierno.**

Ya dijimos que, siempre, debemos reducir al mínimo las pérdidas de calor por infiltraciones. Estas serán importantes especialmente en los días ventosos. Sin embargo, un mínimo de ventilación es necesaria para la higiene de la vivienda, especialmente en ciertos espacios. En

la cocina, por ejemplo, es necesaria una salida de humos para la cocina, o para el calentador de gas, o registros de seguridad para la instalación de gas, o ventilar para eliminar los olores de la cocina. En el baño también es necesario ventilar por los malos olores. La pérdida de calor se verifica porque el aire viciado que sale es caliente, y el puro que entra es frío. Ciertas estrategias pueden servir para disminuir estas pérdidas, como colocar los espacios necesitados de ventilación en la periferia de la casa, o tener la mayor parte de la instalación de gas en el exterior, o disponer de un electroventilador para forzar la ventilación sólo cuando sea necesario, etc.

- **Fachada ventilada.** En ella existe una delgada cámara de aire abierta en ambos extremos, separada del exterior por una lámina de material. Cuando el sol calienta la lámina exterior, esta calienta a su vez el aire del interior, provocando un movimiento convectivo ascendente que ventila la fachada previniendo un calentamiento excesivo. En invierno, esta cámara de aire, aunque abierta, también ayuda en el aislamiento térmico del edificio.

## Aprovechamiento climático del suelo



La elevada inercia térmica del suelo provoca que las oscilaciones térmicas del exterior se amortigüen cada vez más según la profundidad. A una determinada profundidad, la temperatura permanece constante (es por eso que el aire del

interior de las cuevas permanece a una temperatura casi constante e independiente de la temperatura exterior). La temperatura del suelo suele ser tal que es menor que la temperatura exterior en verano, y mayor que la exterior en invierno, con lo que siempre se agradece su influencia. Además de la inercia térmica, una capa de tierra puede actuar como aislante adicional.

Las cuevas siempre fueron utilizadas como protección frente a las inclemencias del tiempo; los sótanos han sido conocidos siempre por su frescor del verano, pero las dos grandes desventajas del enterramiento, la ausencia de luz y la alta humedad relativa, han hecho que cualquier idea de habitar bajo suelo sea infravalorada. Sin embargo, nuevos diseños pretenden aprovechar los efectos climáticos del suelo sin suponer una merma de iluminación y controlando la humedad.

Una idea interesante puede ser que ciertas fachadas de la casa estén enterradas o semienterradas. Por ejemplo, si se construye la casa en una pendiente orientada al sur, se puede construir de tal manera que la fachada norte esté parcialmente enterrada, o enterrarla totalmente e incluso echar una capa de tierra sobre el techo (que será plano). La luz entrará por la fachada sur y, si fuera necesario, se pueden abrir claraboyas para la iluminación de las habitaciones más interiores.

A mí personalmente me gusta la idea de enterrar parte de la fachada norte, pero no en su totalidad, de tal manera que se puedan abrir algunas ventanas para permitir la ventilación cruzada norte - sur en verano. Tampoco me gusta la idea de echar una capa de tierra sobre el tejado, lo que supone reforzar la estructura de la casa para aguantar este peso, además de que prefiero que el techo no sea plano.

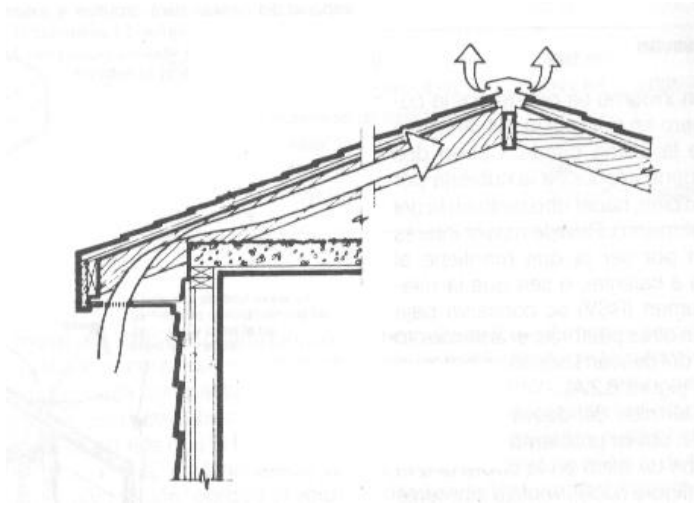
Para aprovechar la temperatura del suelo, se pueden enterrar tubos de aire (cuanto más profundos mejor), de tal manera que este aire acaba teniendo la temperatura del suelo. Se puede introducir en la casa bombeándolo con ventiladores o por convección.

## Espacios tapón

Son espacios adosados a la vivienda, de baja utilización, que térmicamente actúan de aislantes o "tapones" entre la vivienda y el exterior. El confort térmico en estos espacios no está asegurado, puesto que, al no formar parte de la vivienda propiamente dicha (el recubrimiento aislante no los incluirá), no disfrutarán de las técnicas adecuadas de climatización, pero como son de baja utilización, tampoco importa mucho. Pueden ser espacios tapón el garaje, el invernadero, el desván...



Este último es importante que exista. La colocación adecuada de estos espacios puede acarrear beneficios climáticos para la vivienda.

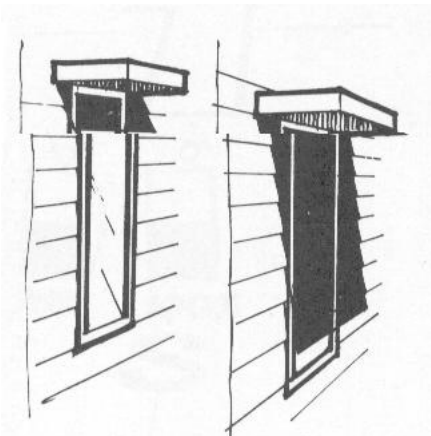


- **El garaje.** No importa mucho que en el garaje haga frío o haga calor, a menos que se disponga de un pequeño taller muy frecuentado en el mismo. En este caso, debido a la mayor actividad

física por los trabajos propios del taller, no importará que haga algo más frío que en el resto de la casa en invierno, pero sí importará el calor. Cada uno debe evaluar para qué va a utilizar este espacio. Para aprovechar su aislamiento, se puede colocar en la fachada norte (más fría en invierno), o en la fachada oeste (donde el sol del atardecer de verano castiga de forma especial).

- **El desván.** La tentación de tener un espacio abuhardillado donde estudiar, dormir, etc. es muy fuerte. Yo conozco un caso en el que, al aprovechar el desván de una casa típica de pueblo como segundo piso, el dueño se vio obligado a instalar aire acondicionado cuando hasta entonces no lo había necesitado. Por eso, yo aconsejo que la buhardilla sea un espacio de baja ocupación (trastero, observatorio, etc.) sin aislamiento (el aislamiento deberá colocarse bajo el suelo de la misma), que funcione como espacio tapón. Habrá unos registros de ventilación en la parte alta y en la parte baja. En invierno los registros estarán cerrados, y la buhardilla disminuirá de forma importante las pérdidas de calor a través del techo. En verano, los registros se abrirán para que la convección forzada (ver [Ventilación](#)) refresque este espacio, evitando que se convierta en un horno y protegiendo al resto de la casa del calor del tejado.

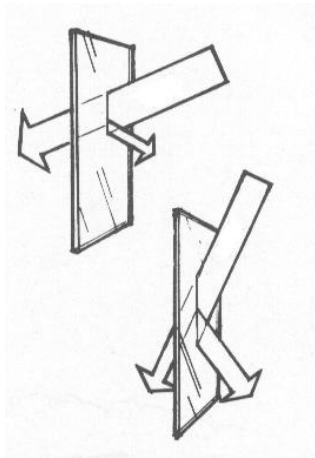
## Protección contra la radiación de verano



Es evidente que en verano hay que reducir las ganancias caloríficas al mínimo. Ciertas técnicas utilizadas para el invierno (aislamiento, espacios tapón) contribuyen con igual eficacia para el verano. Otras técnicas, como la ventilación, ayudan casi exclusivamente en

verano. Sin embargo, los sistemas de captación solar pasiva, tan útiles en invierno, son ahora perjudiciales, por cuanto es necesario impedir la penetración de la radiación solar, en vez de captarla.

Afortunadamente, en verano el sol está mas alto que en invierno (ver [Trayectoria solar](#)), lo cual dificulta su penetración en las cristaleras orientadas al sur. La utilización de un alero o tejadillo sobre la cristalera dificulta aún más la penetración de la radiación directa, afectando poco a la penetración invernal. También el propio comportamiento del vidrio nos beneficia, porque con ángulos de incidencia de la radiación más oblicuos, el coeficiente de transmisión es menor. A pesar de estos beneficios, contamos con tres inconvenientes:

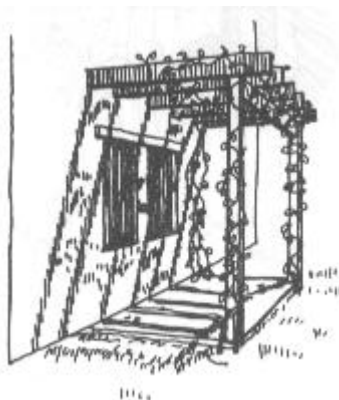


- El solsticio de verano (21 de junio) no coincide exactamente con los días más calurosos del verano (segunda quincena de julio y primera de agosto). Esto significa que, cuando llega el calor fuerte, el sol ya está algo más bajo en el cielo y puede penetrar mejor por la cristalera sur.
- El día tiene mayor duración (hay más horas de sol) y los días son más despejados que en el invierno
- Aunque evitemos la llegada de la radiación directa, hay que considerar también la radiación difusa y reflejada, lo que puede

suponer ganancias caloríficas apreciables (ver [Radiación directa, difusa y reflejada](#)).

Para hacerse una idea, hemos estimado que la radiación recibida por una fachada sur en Cáceres es de 2,43 Kwh/m<sup>2</sup> en enero y de 4,56 Kwh/m<sup>2</sup> en agosto, por término medio. Esto significa que necesitamos dispositivos de sombreado que impidan a esta radiación llegar hasta nuestra cristalera. Algunos de estos dispositivos son:

- Alero fijo, con unas dimensiones adecuadas que impidan algo la penetración solar en verano y no estorben mucho en invierno. Para hacerse una idea, un tejadillo situado a 0,5 m por encima de la cristalera, y con 1,3 m de anchura, en Cáceres, si la cristalera tiene 2 m de alto, hace que la radiación solar incidente sea de 2,24 Kwh/m<sup>2</sup> en enero (8% menor que sin alero) y de 2,71 Kwh/m<sup>2</sup> en agosto (41% menor), en promedio.
  - Toldos y otros dispositivos externos, cuya ventaja es que son ajustables a las condiciones requeridas.
  - Alero con vegetación de hoja caduca. Debe ser más largo que el alero fijo y con un enrejado que deje penetrar la luz. Tiene la ventaja de que las hojas





se caen en invierno, dejando pasar la luz a través del enrejado, mientras que en verano las hojas lo hace opaco. El ciclo vital de las plantas de hoja caduca

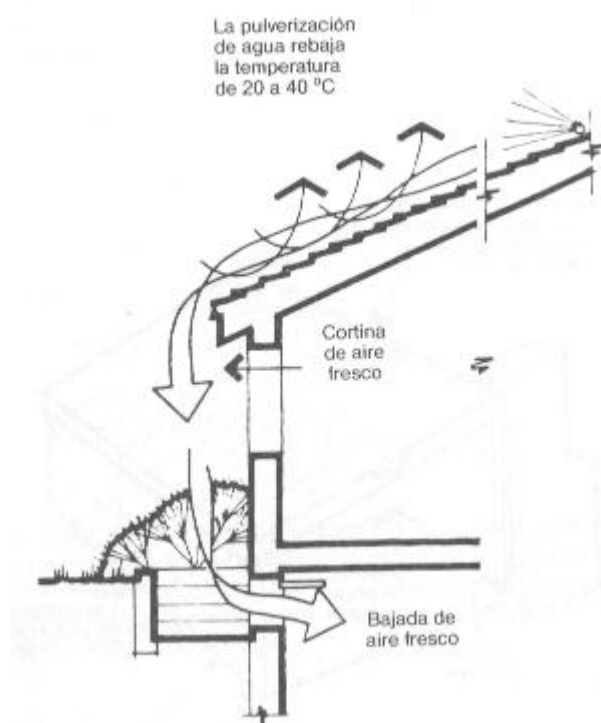
coincide mejor con el verano real que con el solsticio de verano, con lo que no tenemos el inconveniente que comentábamos con el alero fijo.

- Persianas exteriores. Las persianas enrollables sirven perfectamente para interceptar la radiación.
- Contraventanas. Son más efectivas, pero quizá bloquean demasiado la luz
- Árboles. Podemos utilizar varias estrategias. Por una parte, cualquier tipo de árbol, colocado cerca de la zona sur de la fachada, refrescará el ambiente por evapotranspiración. Por otra parte, podemos buscar que el árbol sombree la fachada sur e incluso parte del tejado, si es suficientemente alto, pero debemos evitar que su sombra nos afecte en invierno. Para conseguirlo, si el árbol es suficientemente alto y está suficientemente cerca, en invierno, al estar el sol más bajo, la única sombra que se proyectará sobre la fachada sur será la del tronco, mientras que en verano, será la sombra de la copa del árbol la que se proyecte sobre la fachada sur y parte del tejado. Por otra parte, un árbol de hoja caduca nos da mayor flexibilidad en cuanto a su posición relativa respecto de la casa, porque en invierno nunca podrá proyectar la sombra de una copa maciza.

Algunas de las técnicas anteriores son válidas en general para proteger también muros, y no sólo cristaleras, aunque quizá las mejores técnicas en este caso sean el disponer plantas trepadoras sobre los muros y el utilizar colores poco absorbentes de la luz solar (colores claros, especialmente el blanco). Los espacios tapón también protegen eficazmente (desván, garage).

Las fachadas este (al amanecer) y oeste (al atardecer), así como la cubierta (durante todo el día), también están expuestas a una radiación intensa en verano. Se procurará que en estas zonas haya pocas aberturas (ventanas y claraboyas), o

que sean pequeñas, puesto que no tienen utilidad para ganancia solar invernual, aunque se las puede necesitar para ventilación o iluminación. Si hay que proteger el muro, se pueden utilizar las técnicas comentadas anteriormente.



## Sistemas evaporativos de refrigeración

La evaporación de agua refresca el ambiente (ver [Calor de vaporización](#)). Si utilizamos la

energía solar para evaporar agua, paradójicamente estaremos utilizando el calor para refrigerar. Hay que tener en cuenta que la vegetación, durante el día, transpira agua, refrescando también el ambiente. Varias ideas son practicables. En un patio, una fuente refrescará esta zona que, a su vez, puede refrescar las estancias colindantes. El efecto será mejor si hay vegetación. La existencia de vegetación y/o pequeños estanques alrededor de la casa, especialmente en la fachada sur, mejorará también el ambiente en verano. Sin embargo hay que considerar dos cosas: por una parte, un exceso de vegetación puede crear un exceso de humedad que, combinado con el calor, disminuirá la sensación de confort, por otra, en invierno habrá también algo más de humedad. De cualquier manera, en climas calurosos, suele ser conveniente casi siempre el uso de esta técnica.

El riego esporádico alrededor de la casa, o la pulverización de agua sobre fachadas y tejado, también refrescará la casa y el ambiente.

## Algunas herramientas de diseño

- [El diagrama bioclimático](#)
- [Las tablas de Mahoney](#)

---

### El diagrama bioclimático

El diagrama bioclimático es una representación tal que cada punto del mismo define unas determinadas condiciones atmosféricas dadas por la temperatura ambiente  $T$  y las condiciones de humedad  $H$ .

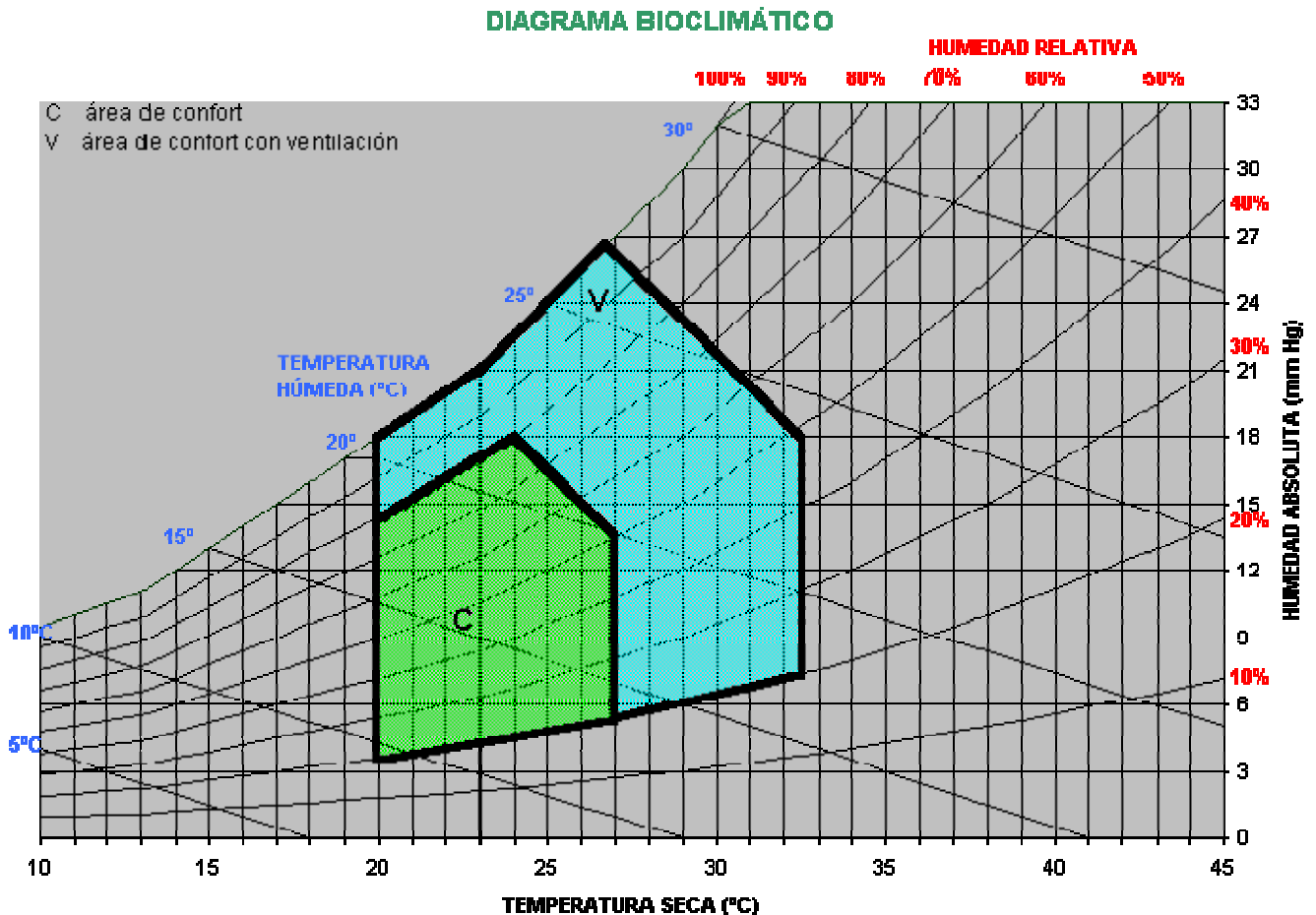
Hay dos formas diferentes de observar la humedad:

- **Humedad absoluta**, dada como la presión parcial de vapor de agua en mm de Hg. Se representa en el eje de ordenadas del diagrama.
- **Humedad relativa**, dada como el porcentaje de humedad respecto al máximo que admite la atmósfera a esa temperatura. En el diagrama se representa por un conjunto de curvas.

En cuanto a la temperatura, se puede observar de dos maneras diferentes:

- **Temperatura seca**, que es la temperatura tal como la conocemos habitualmente, medida por un bulbo termométrico seco. Se representa en el eje de abscisas del diagrama.
- **Temperatura húmeda**, que es la temperatura que tendría un bulbo termométrico permanentemente humedecido. Como la evaporación del agua provoca el enfriamiento del bulbo, la temperatura húmeda es siempre

menor que la temperatura seca. En condiciones de atmósfera muy seca, la evaporación es más rápida, por lo que la temperatura húmeda es menor, mientras que en una atmósfera saturada de agua, no es posible la evaporación, y la temperatura húmeda iguala a la temperatura seca. La medida se realiza con viento en calma (pues este aceleraría la evaporación). En el diagrama se representa como un conjunto de curvas.



El **área de confort** es el conjunto de puntos (T, H) del diagrama en el cual un individuo de metabolismo medio, vestido con ropa ligera de verano, en reposo o realizando una actividad sedentaria, con el aire en reposo y sin recibir radiación solar, se encontraría en condiciones confortables. En el diagrama se puede observar que estas condiciones se dan para temperaturas comprendidas entre 20 y 27°C y humedades relativas entre 20 y 80%, exceptuando el triángulo de temperaturas y humedades más altas ( $H > 50\%$ ,  $T > 24^\circ\text{C}$ ).

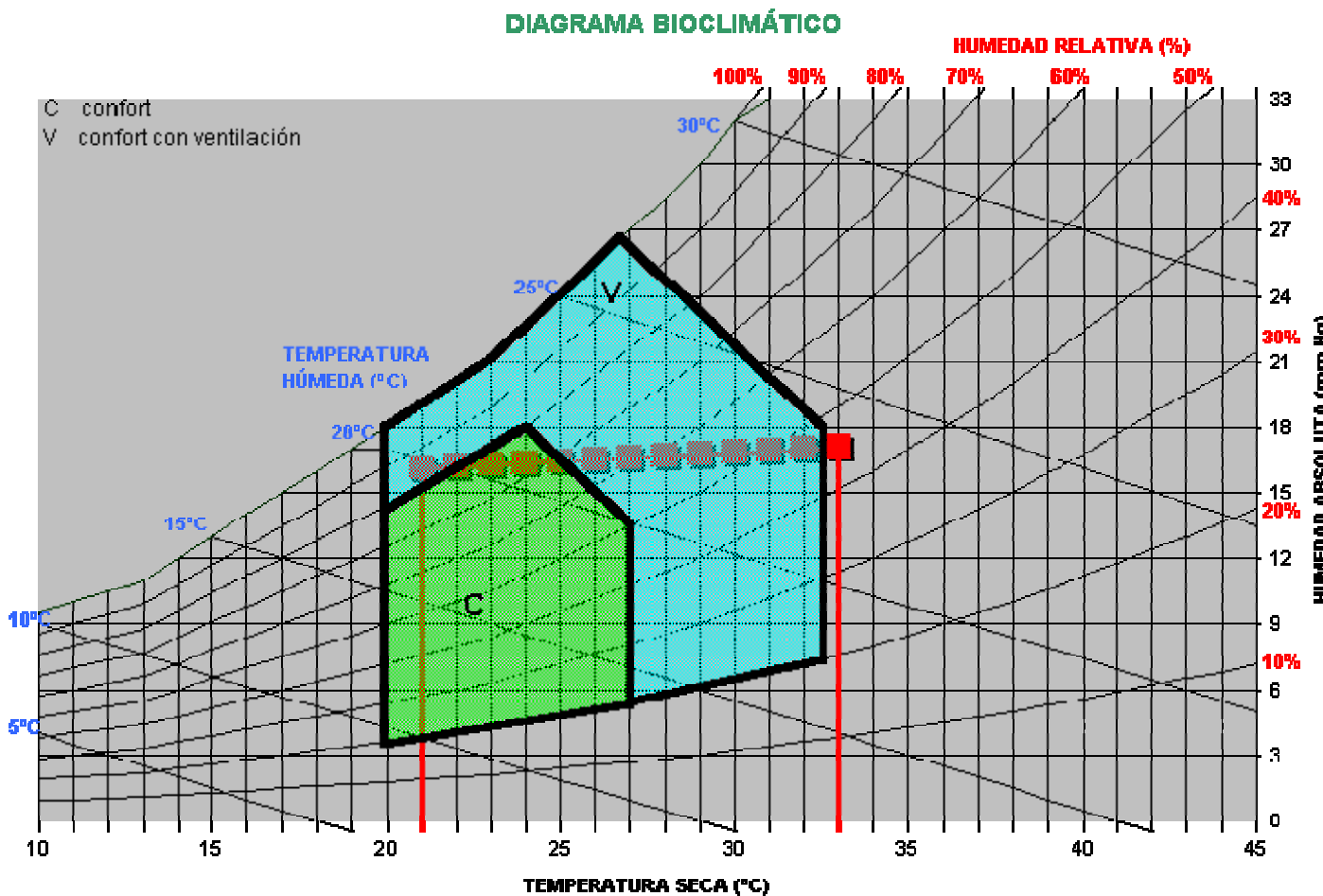
El **área de confort con ventilación** se define de manera igual al área anterior, pero admitiendo que se puede utilizar ventilación. En este caso, como la ventilación provoca una evaporación más rápida del sudor, se pueden tolerar temperaturas y humedades mayores. En el diagrama se puede observar que para

una humedad relativa menor al 50%, se pueden llegar hasta temperaturas de 32,5°C, y para temperaturas inferiores a 27°C, se pueden tolerar humedades de hasta casi el 100%.

Es fácil darse cuenta que las áreas de confort están pensadas para los casos de climas cálidos. Hacia la izquierda, y pensando en climas fríos, el área de confort se puede extender hasta los 11-13°C sin más que utilizar prendas de abrigo (ver más adelante el límite de la zona de calefacción).

**Línea climática:** Sobre el diagrama representamos las condiciones climáticas del lugar que queremos estudiar para un mes determinado. Necesitamos saber cuatro valores: la media de las temperaturas mínimas diarias ( $T_{min}$ ), la media de las temperaturas máximas diarias ( $T_{max}$ ), la media de la humedad relativa mínima diaria ( $H_{min}$ ), y la media de la humedad relativa máxima diaria ( $H_{max}$ ). Como la humedad relativa aumenta cuando disminuye la temperatura (puesto que el ambiente admite menos humedad absoluta), los pares a representar sobre el diagrama son ( $T_{min}$ ,  $H_{max}$ ) y ( $T_{max}$ ,  $H_{min}$ ), que uniremos por una línea. Definiremos tres puntos importantes en la línea climática: el mínimo (MIN) representado por la tupla ( $T_{min}$ ,  $H_{max}$ ), el máximo (MAX) representado por la tupla ( $T_{max}$ ,  $H_{min}$ ), y el medio (MED) representado por el promedio de los anteriores.





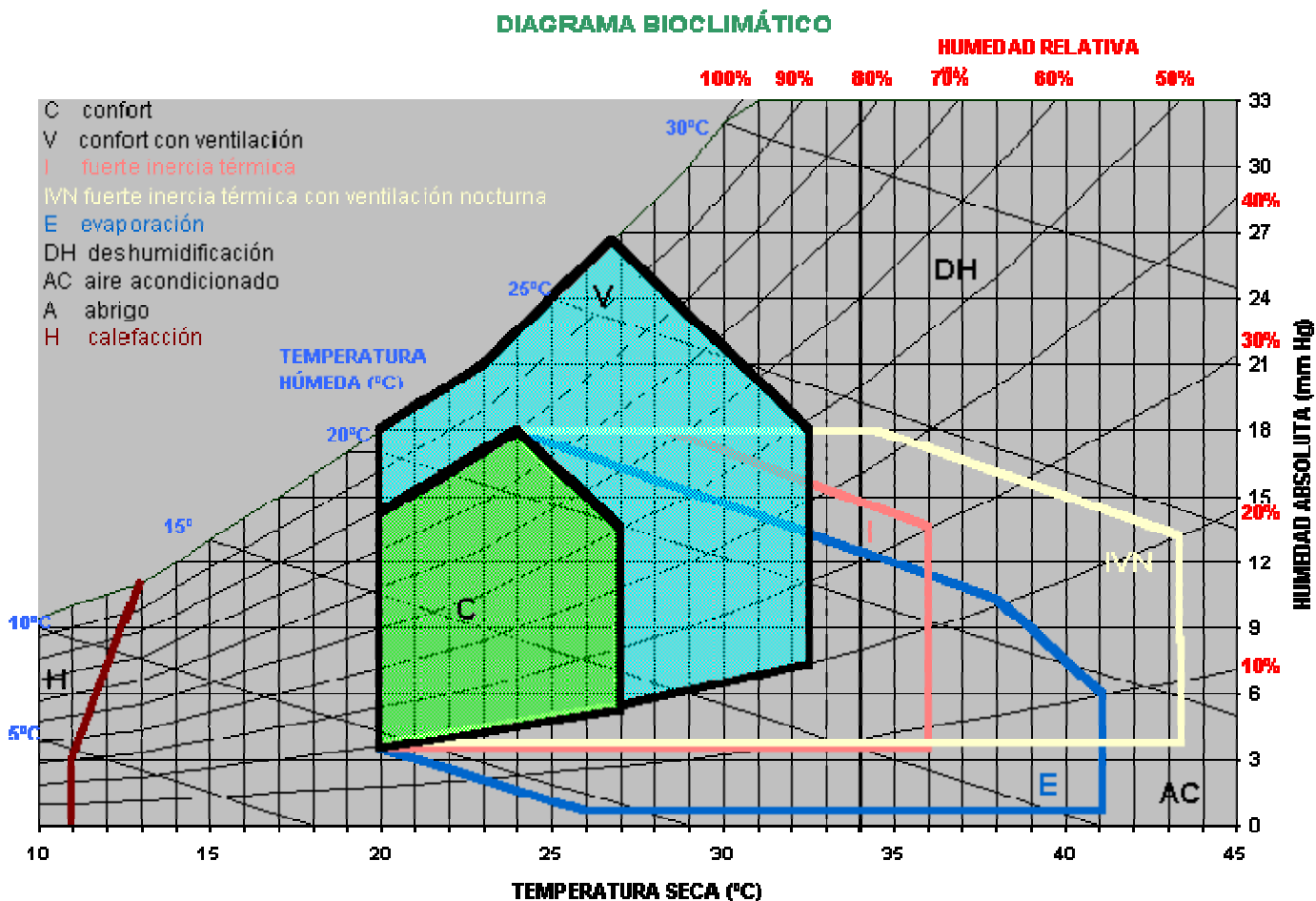
En el ejemplo anterior, se ha representado las condiciones atmosféricas para Sidi Bou Said (Túnez) en el mes de agosto, dadas por los pares (T, H) siguientes: (21,0°C, 85%) y (33,0°C, 45%). La línea roja representa pues la trayectoria de las condiciones atmosféricas en un día medio del mes. Obsérvese como en este caso concreto la humedad absoluta permanece prácticamente constante (en torno a los 16-17 mm Hg), mientras que la humedad relativa sufre un gran cambio al variar la temperatura. En cuanto a la temperatura húmeda, obsérvese como esta varía poco, entre 20 y 24°C.

En cuanto al confort en este caso, sólo en determinados momentos del día es posible estar en la zona de confort, aunque con ventilación es posible estar en condiciones confortables la mayor parte del tiempo (la temperatura máxima se sale sólo ligeramente de la zona V).

Si se ha entendido lo anterior estamos ahora en condiciones de presentar el diagrama bioclimático completo, igual que el anterior, pero donde añadimos nuevas zonas que explicamos a continuación.



- **Zona de fuerte inercia térmica (I).** Una vivienda con fuerte inercia térmica es capaz de promediar en su interior las temperaturas extremas del exterior. Por ello, si la temperatura media de nuestra línea climática (MED) cae dentro de la zona de confort, y MAX está dentro de la zona I, en principio es posible obtener confort permanente en el interior de una vivienda de estas características. Para que esta técnica sea válida, debemos evitar las ganancias por radiación solar, sobre todo por el tejado (tejado sombreado), y a través de las ventanas.
- **Zona de fuerte inercia térmica con ventilación nocturna (IVN).** Cuando MED no cae dentro de la zona de confort, pero sí MIN, y MAX está dentro de la zona IVN, es posible obtener confort en una vivienda de fuerte inercia térmica, protegida adecuadamente de la radiación solar, y si realizamos una eficaz ventilación nocturna (para lo cual la casa debe estar bien diseñada para captar las brisas, y debe haber amplias superficies de contacto que permitan perder calor).



- **Zona de refrigeración por evaporación (E).** En los puntos de la línea climática que estén dentro de esta zona, es posible obtener confort térmico utilizando la técnica de refrigeración por evaporación. Consiste en humidificar el aire exterior haciéndolo pasar a través de un material poroso (tela) permanentemente humedecido. Este aire se introduce en la casa mezclándolo en la proporción adecuada con el aire interior para obtener confort. Es una técnica tradicional utilizada en climas desérticos que no precisa obligatoriamente de aparatos mecánicos.
- **Zona de deshumidificación (DH).** En los puntos de la línea climática que están en esta zona, es necesario una climatización artificial de enfriamiento con deshumidificación del aire.
- **Zona de aire acondicionado (AC).** En los puntos de la línea climática que están en esta zona, es necesario una climatización artificial de enfriamiento del aire.
- **Zona de calefacción (H).** En los puntos de la línea climática que están en esta zona, es necesario el uso de calefacción o utilizar captación solar pasiva. Si consideramos un edificio con fuerte inercia térmica, nos fijaremos en la media de la línea climática, MED. Si este está en la zona H, entonces será necesario utilizar calefacción o captación solar pasiva.

En esta [hoja de cálculo](#) puedes encontrar el diagrama bioclimático y procesos automatizados para aconsejar sobre las técnicas que se pueden utilizar según las condiciones climáticas de un determinado lugar.

## Las tablas de Mahoney

Es un método diseñado por Carl Mahoney para el diseño del habitat en países tropicales.

El principio de funcionamiento es sencillo: se comienza con una tabla que contiene los datos climáticos, mes a mes, del lugar considerado y, a partir de ella, y siguiendo un conjunto de reglas, se generan otras tablas que proveen información para ayudar al diseño de la vivienda. Estas reglas han sido automatizadas en esta [hoja de cálculo](#). No obstante, vamos a describir las principales tablas que se consideran en este método:

### Datos

Para cada mes es necesario introducir los siguientes datos:

- media mensual de las temperaturas diarias máxima y mínima
- media mensula de las humedades relativas máxima y mínima
- precipitación media en mm de Hg

### Estrés térmico

Se genera, mes a mes, tanto para el día como para la noche, tres posibles indicaciones:

- Sensación térmica de calor
- Sensación térmica de frío
- Confort

## Indicadores

Mes a mes se activan seis posibles indicadores que nos servirán en nuestro diseño bioclimático

- H1: Debido a la humedad y el calor es necesaria la ventilación
- H2: Debido a la humedad y el calor es recomendable la ventilación
- H3: Debido a la intensidad de las precipitaciones, es necesario prever protección para la lluvia
- A1: La utilización de la inercia térmica ayudará en el confort interior del edificio
- A2: Puede ser necesario dormir en el exterior
- A3: Frío; es necesario disponer de mecanismos naturales o artificiales de climatización

## Recomendaciones arquitecturales

Un conjunto de reglas permiten deducir, a partir de los indicadores anteriores, un conjunto de recomendaciones arquitecturales clasificadas en 9 temas:

- **Plan masa.** Disposición de la casa, bien orientación este-oeste para disminuir la exposición al sol, o bien plan compacto con patio interior (indicadores A1, A3). El último plan se dará en los casos donde la inercia térmica es necesaria todo el año y los meses de frío no superan 4.
- **Espacio entre edificios.** Básicamente se trata de decidir si se va a dejar espacios para la circulación del aire o no (indicador H1)
- **Circulación del aire.** Diseño del edificio para permitir la circulación interior del aire. Se trata básicamente de decidir si se requiere una circulación de aire permanente, intermitente o nula (indicadores H1, H2, A1). Es un compromiso entre el grado de humedad (que requiere la circulación del aire), y la inercia térmica (que requiere la conservación del clima interior).
- **Dimensiones de las aberturas.** Tamaño de las aberturas del edificio para la circulación interior del aire (indicadores A1, A3). De nuevo, la necesidad de conservar el clima interior determina el tamaño de estas aberturas.
- **Posición de las aberturas.** De nuevo se insiste sobre las aberturas (indicadores H1, H2, A1). La necesidad de ventilación y de inercia térmica vuelven a determinar este parámetro.
- **Protección de las aberturas.** Se indica si es necesaria la protección contra la radiación solar directa (cuando los meses de frío no superan los dos) y contra la lluvia (cuando los meses de fuertes lluvias superan los dos). Indicadores H3, A3.
- **Muros.** Se decide si es necesario construcciones ligeras o construcciones masivas, de fuerte inercia térmica (indicador A1).

- **Techo.** Tres posibilidades: construcción ligera y reflectante con cámara de aire, construcción ligera y aislada, y construcción masiva de fuerte inercia térmica (indicadores H1, A1).
- **Espacios exteriores.** Se indica si es necesario disponer de un emplazamiento exterior para dormir, si es necesario drenar apropiadamente el agua de lluvia, y si es necesario la protección contra las lluvias violentas.

Para cada tema se da una sola recomendación o ninguna, excepto en "Protección de las aberturas" y "Espacios exteriores", donde varias recomendaciones son posibles.

## Decisiones bioclimáticas para su vivienda

- [Introducción](#)
- [Conozca el clima](#)
- [Comprar o alquilar un piso](#)
- [Comprar o alquilar una casa](#)
- [Construir](#)
- [Reformar](#)

---

### Introducción

Cuando vamos a alquilar, comprar, reformar o construir una vivienda, tenemos que tomar decisiones respecto a aspectos diversos, como la estética, el espacio, la comodidad, la climatización, etc. Yo invito al lector a tener otro aspecto en cuenta cuando alquile, compre, reforme o construya su casa: el bioclimático.

Esto no supone más que tener un conjunto de conocimientos y técnicas básicas, muchos de ellos bastante intuitivos, y que han sido expuestos en los apartados anteriores. Con pocos conocimientos muy básicos se pueden empezar a tomar decisiones en el sentido correcto; con más conocimientos se pueden tomar mejores decisiones y más arriesgadas; con conocimientos más profundos (si Ud. se decide a investigar en este tema, como nosotros lo hemos hecho), podremos incluso realizar cálculos para ajustar mejor el comportamiento climático. Insisto en que no es necesario ser un experto, ni siquiera un iniciado, para tomar decisiones básicas de las cuales nos podemos beneficiar para conseguir un mayor confort y ahorro energético.

Esta página pretende ser una guía que ayude a tomar decisiones en base a los conocimientos básicos y las técnicas utilizadas en el diseño bioclimático, que ya han sido expuestos en páginas anteriores. La guía se compone de preguntas que deben responderse tomando como referencia los conocimientos expuesto en estas páginas. Mi deseo es que el lector sea capaz de reflexionar y responder a cuantas más preguntas mejor, para que tome las decisiones apropiadas.



Tenga en cuenta que su decisión será de suma importancia puesto que, al fin y al cabo, el consumidor puede dirigir la oferta de los constructores, de tal manera que si los compradores exigen buenas decisiones bioclimáticas en las viviendas, los arquitectos y

constructores se verán obligados a investigar, diseñar, y finalmente ofertar, según estos principios.

## Conozca el clima

Lo primero que hay que conocer es el clima de la región donde está o va a estar ubicada la vivienda. En una primera aproximación, para tomar un conjunto de decisiones básicas, bastará con una idea aproximada, que se puede tener perfectamente al haber vivido en esa zona durante un tiempo. Para decisiones más comprometidas, habrá que conocer datos cuantitativos, que son proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología, para cada provincia de España y para cada mes del año.

Conviene hacerse las siguientes preguntas:

- **Temperatura.** ¿Cuánto frío hace en invierno?, ¿hiela a menudo por la noche?, ¿cuánto calor hace en verano?. Le ayudará a decidir si es un clima donde el principal problema sea la calefacción o la refrigeración, y cuánto necesitará preocuparse de cada una de ellas. Si el problema es el frío, por ejemplo, tendrá que dar más importancia a las técnicas de climatización para invierno.
- **Humedad.** ¿Llueve mucho?. Los climas húmedos necesitarán más ventilación y una casa mejor preparada para evitar las humedades.
- **Insolación.** ¿Suele estar nublado o despejado? (hágase esta pregunta para cada uno de los meses). En climas menos soleados, la posibilidad de utilizar el sol para climatizar en invierno será menor, por lo que los sistemas tendrán que ser mejores.
- **Viento.** ¿Cuál es el viento predominante en invierno?, ¿y en verano?. Esto le ayudará a decidir que fachada es la más vulnerable a las infiltraciones en invierno, y cuál es la mejor orientación para aprovechar las brisas de verano.
- **Condiciones microclimáticas.** ¿Hay montañas en los alrededores?, ¿con qué orientación?, ¿hay agua cerca (mar, embalse, etc.)?, ¿hay bosques cercanos? Las montañas actúan como barreras del viento y pueden obstaculizar también al sol, especialmente en los amaneceres y atardeceres. El agua influye en la humedad y en que se alcanzan temperaturas menos extremas.

## Comprar o alquilar un piso



El piso ya está construido o lo va a estar próximamente. Cuando lo vea, piense si le interesa bioclimáticamente hablando haciéndose las siguientes preguntas:

- **Orientación y forma.** ¿Qué orientación tiene cada una de las ventanas de la casa y a qué habitación corresponde? Recuerde que orientación sur supondrá buena climatización en invierno (incluso no necesitar calefacción en esa habitación), mientras que será una habitación más calurosa en verano. Recuerde también que para el invierno no interesan, por regla general, las orientaciones norte, este y oeste, aunque si tiene habitaciones orientadas al norte, estas serán frescas en verano.
- **Masa térmica.** ¿Cuántas plantas tiene?, ¿hay posibilidad de incomunicarlas?. Recuerde que dos o más plantas comunicadas, de tal forma que el aire circule libremente entre ellas, provocará una estratificación de tal manera que el aire más caliente se sitúe en la planta alta y el más frío en la baja.
- **Masa térmica.** ¿De qué están contruidos los muros exteriores?, ¿es material hueco o macizo?, ¿qué grosor tiene?, ¿está antes o después del material aislante?, ¿y las paredes interiores (material, grosor)?, ¿y los suelos y techos?
- **Espacios tapón.** ¿Cuáles son los adosamientos del piso?, es decir, ¿qué hay debajo, encima, y a los lados? Las viviendas adosadas al piso actuarán como espacios tapón. Si estas viviendas están habitadas, será mejor, puesto que estarán climatizadas, y las pérdidas serán menores. Cuanta más fachada exterior tenga el piso, más vulnerable será a la temperatura y la radiación exterior (excepto si tiene un buen aislamiento). Cuide especialmente los bajos y los áticos, especialmente estos últimos: ¿hay algún espacio tapón entre la vivienda y el tejado?, ¿cómo es?, ¿qué aislamiento adicional posee?
- **Aislamiento.** ¿Cómo es el aislamiento de los muros exteriores?, ¿cumple la nueva normativa europea (pregunte al constructor)?, ¿cómo es el aislamiento de las ventanas?, ¿tiene cristal simple o doble?, ¿hay aislamientos móviles eficaces para echar por la noche (persianas, contraventanas, etc.). De paso, puede preocuparse por el aislamiento acústico, que también tiene su normativa, y le evitará ruidos innecesarios provenientes del exterior o de los vecinos.
- **Captación solar en invierno.** ¿Qué superficie de acristalamiento tenemos en orientación sur respecto a la superficie total de la casa?, ¿dónde va a incidir la radiación solar?, ¿son materiales capaces de absorberla para liberarla más tarde? (¡recuerde no poner obstáculos entre radiación y material, como alfombras, etc.!), ¿el acristalamiento está en las



habitaciones apropiadas, las que más interesa climatizar por ser de alta ocupación?

- **Infiltraciones en invierno.** ¿Hay alguna fachada con ventanas que dé a la dirección de donde viene el viento predominante del invierno (normalmente del norte)?, ¿suele soplar este viento con fuerza?, ¿tienen buena estanqueidad las ventanas cuando están cerradas (burletes, etc.)?, ¿está situado el edificio en un lugar tal que algo actúe de barrera frente al viento (edificios cercanos, etc.)?, ¿es un piso alto o bajo?
- **Ventilación en verano.** ¿Tiene el piso ventanas en la orientación del viento predominante de verano y en la fachada contraria?, ¿hay comunicación interior entre estas ventanas?, ¿es un piso alto o bajo?, ¿tenemos patio?, ¿hay posibilidad de refrescarlo en verano poniendo vegetación, algo de agua, lonas, etc.? , ¿tiene el piso alguna salida por el techo de tal manera que se puedan crear corrientes de convección?, ¿tiene el piso salida a un patio fresco?
- **Protección frente a la radiación solar en verano.** ¿Cuánta superficie de fachada tenemos hacia el sur?, ¿cuánta superficie de fachada tenemos hacia el este y oeste?. Recuerde que este y oeste son las peores orientaciones. ¿Tiene la fachada un color apropiado para reflejar la radiación de verano?, ¿hay ventanas abiertas en estas fachadas?, ¿tienen dispositivos de sombreado adecuados (algún voladizo en el caso de la fachada sur, persianas, contraventanas, etc.)?
- **Beneficios térmicos del suelo.** ¿Es un piso bajo?, ¿qué hay justamente debajo?, ¿se puede aprovechar de alguna manera el beneficio térmico del suelo?

## Comprar o alquilar una casa

En este caso, las preguntas que tenemos que plantearnos son básicamente las mismas que en el caso de un piso pero, por las peculiares características de una casa, tenemos que incidir especialmente en algunos aspectos:

- Encima de la casa siempre está el tejado y debajo siempre el suelo, es decir, no hay viviendas. Será importante determinar cómo es el espacio tapón existente sobre el último piso (desván), si está ventilado, qué tipo de utilización se le da, dónde está colocado el aislamiento (si sobre el último piso o sobre el desván), etc. Debajo, será importante determinar qué "relación" tiene la vivienda con el suelo, para ver si es posible obtener algún beneficio térmico del mismo: si está sobre el suelo, o tiene una cámara de aire sanitaria, o existe sótano, etc.
- A menos que sea una casa adosada, no habrá viviendas adyacentes, con lo cual habrá que determinar cuáles son los espacios tapón existentes en cada una de las orientaciones (si los hay), y el posible efecto de los mismos.



- La orientación y forma toman mayor importancia, especialmente si tiene la deseada distribución este - oeste en longitud y norte - sur en anchura, así como su forma frente a los vientos predominantes de invierno y de verano.
- El entorno también adquiere mayor importancia. La vegetación circundante, árboles, reflectividad del suelo, agua, etc.

## Construir



En el diseño de una casa de nueva construcción podemos considerar aspectos bioclimáticos, con mucha flexibilidad, sin necesidad de incrementar el coste de la vivienda ni sacrificar preferencias de diseño, aunque algunas veces puede surgir algún conflicto entre lo que se prefiere y lo que es conveniente para el correcto comportamiento térmico. El dueño y habitante de la casa, por supuesto, tiene la última palabra. Lo importante es ser consciente de las consecuencias bioclimáticas que tendrán las distintas opciones de diseño. Lo normal es que el arquitecto no tenga conocimientos bioclimáticos, por lo que el dueño puede participar activamente en las decisiones de diseño para conseguir cierto comportamiento bioclimático.

Le proponemos que siga los siguientes pasos en el planteamiento del diseño:

1. **Clima.** ¿Cómo es el clima del lugar? Repase la lista que damos en [Conozca el clima](#) y decida cuáles son los problemas que deben ser resueltos y en qué orden de importancia: frío en invierno, calor en verano, vientos, humedad, etc.
2. **Entorno.** ¿Cómo es el terreno y el entorno donde voy a construir? Tenga en cuenta que la elección de la ubicación de la vivienda puede ser decisivo en su comportamiento bioclimático, incluso tanto como las técnicas que utilice posteriormente. ¿Tiene pendiente el terreno?, ¿con qué orientación?, ¿hay agua y vegetación cercana?, ¿pienso modificar este entorno?, ¿hay edificios cercanos?, ¿hay alguna otra construcción o elemento natural que pueda actuar como barrera frente al viento o como obstáculo frente al sol?
3. **Forma y orientación.** ¿Puedo y quiero diseñar una casa alargada en la orientación este - oeste, con superficies de captación solar en la fachada

sur?, si no es así, ¿qué desviación tendrá respecto al sur?, ¿será una casa compacta o tendrá alas, entrantes y salientes? A mayor compacidad, menores pérdidas térmicas. ¿Tendrá un patio interior?, ¿como diseñaré el tejado?, ¿hará este diseño que la vivienda no ofrezca resistencia frente al viento predominante de invierno, y sí, en cambio, frente al de verano?, y si hay conflicto, ¿qué solución de compromiso voy a tomar?, ¿cuántos pisos va a tener la casa?

4. **Distribución interna.** Si hay varias plantas, ¿van a estar convenientemente separadas para evitar la estratificación térmica del aire?, ¿cuáles van a ser los espacios más utilizados?, ¿están en la zona más confortable de la casa?, ¿es adecuada la compartimentación para permitir la ventilación natural en verano?
5. **Aislamiento y masa térmica.** ¿Cuánto voy a aislar la casa? (plantee al arquitecto que desea una casa bien aislada y que se cuiden los puentes térmicos), ¿cuánta masa térmica va a tener la casa?, ¿de qué material?, ¿puedo ponerla tras el aislamiento?, ¿de qué manera la voy a colocar, para que parte esté estratégicamente colocada para captar la energía solar?
6. **Relación con el suelo.** ¿Puedo construir la casa directamente sobre el suelo? (pregunte al arquitecto), ¿se plantea algún problema (humedad, por ejemplo)?, ¿se puede resolver de manera satisfactoria?, ¿me interesa construir un sistema de climatización por tubos enterrados? (considere si el rigor del verano y el coste justificaría tal decisión), ¿voy a construir un sótano?, ¿va a ser habitable?, ¿va a haber alguna parte de la casa semienterrada? (por ejemplo, en caso de construir en pendiente), ¿qué refuerzos estructurales y protección frente a la humedad necesito en este caso?, ¿encarece esto mucho?
7. **Espacios tapón.** ¿Voy a colocar espacios anexos a la casa (garaje, taller, desván)?, ¿cuál va a ser su grado de ocupación?, ¿dónde conviene colocarlos para que actúen como espacios tapón frente a condiciones climáticas desfavorables?, ¿el calor del verano justifica la construcción de un desván ventilado?
8. **Captación solar pasiva.** ¿Qué superficie de fachada sur dispongo para la captación solar?, ¿qué parte de la misma voy a acristalar y destinar a este fin (dependiendo del rigor invernal)? (considere la relación superficie de captación / superficie de la vivienda), ¿qué tipo de captación voy a instalar (directa, semidirecta, indirecta)?, ¿existen posibles obstáculos que intercepten la radiación solar (árboles, edificios cercanos)?, ¿dónde se va a acumular la energía captada?, ¿qué tipo de acristalamiento voy a utilizar (simple, doble)?, ¿qué problemas plantea el acristalamiento respecto a la seguridad frente al vandalismo?, ¿cómo lo puedo resolver?, ¿qué estancias se van a beneficiar de este acristalamiento?, ¿se plantean problemas de iluminación excesiva en las estancias?, ¿cómo lo puedo resolver?, ¿qué elementos voy a utilizar para aislamiento nocturno (persianas, cortinas, paneles móviles, etc.)?, ¿qué sistemas de calefacción de apoyo voy a instalar?
9. **Infiltraciones en invierno.** ¿Qué dirección tiene el viento predominante en invierno?, ¿con qué fuerza media sopla?, si sopla fuerte, ¿hay barreras



naturales frente al viento?, ¿puedo establecerlas yo (vallas, árboles)?, ¿he diseñado la casa para que sea "aerodinámica" frente a este viento?, ¿qué técnicas voy a utilizar para conseguir cierta estanqueidad de la vivienda, y así reducir las infiltraciones?, ¿en qué lugar se encuentran la cocina y el baño, y cómo he resuelto su ventilación?

10. **Protección frente a la radiación solar en verano.** ¿En qué condiciones se encuentra la fachada sur en verano?, ¿qué dispositivos de sombreado voy a instalar (alero, vegetación, persianas, toldos, etc.)?, ¿cómo es la vegetación delante de esta fachada?, ¿hay agua?, ¿en qué condiciones se encuentran las fachadas este y oeste?, ¿existe algún espacio tapón en alguna de ellas?, ¿tendrá el muro un color claro?, ¿hay acristalamiento en estas fachadas?, ¿cómo lo voy a proteger?, ¿voy a utilizar "fachadas ventiladas"?, ¿voy a utilizar alguna técnica evaporativa de refrigeración?
11. **Ventilación en verano.** ¿Está la casa correctamente orientada para aprovechar las brisas de verano?, ¿tiene las aberturas adecuadas en las fachadas, y una adecuada comunicación interna?, ¿voy a utilizar algún sistemas de ventilación convectiva?, ¿voy a utilizar el sistema de fachada ventilada en algún lugar?, ¿tengo entradas de aire fresco proveniente del suelo?, ¿cómo lo pienso "bombear"?, ¿voy a ventilar el ático por convección?, ¿tengo patios para utilizar su beneficio térmico?
12. **Otros dispositivos.** Puede que inicialmente, o en un futuro, desee instalar otros sistemas que le ayuden energéticamente, como por ejemplo colectores solares para agua caliente sanitaria, paneles fotovoltaicos para energía eléctrica solar, captación del agua de lluvia, etc. En este caso, es importante un buen diseño del tejado para permitir la instalación de estos sistemas con un mínimo coste, y disponer los espacios adecuados en el interior o el exterior de la vivienda para alojar los sistemas necesarios.

---

## Reformar

Considere si le interesa realizar reformas o aprovechar una reforma en su casa para mejorar su comportamiento bioclimático. Ud., que vive en ella, sabe de qué pie cojea la vivienda (si nunca ha vivido en ella, no estaría de más informarse, o comprobar por uno mismo cuál es su defecto bioclimático). Puede ser que el margen de maniobra sea limitado, pero aún así merece la pena plantearse las siguientes cuestiones:

- Si se quiere mejorar el comportamiento en invierno

- **Aislamiento.** Si el problema es una falta de aislamiento, ¿existe cámara de aire para inyectar material aislante en la misma?, ¿puedo colocar aislante en la pared exterior, y en la pared interior? Considere que lo más fácil, y posiblemente lo más barato, sea colocar aislante en la pared interior, pero no es lo mejor, por cuanto la masa térmica de la vivienda quedaría por fuera del mismo. Observe también si el aislamiento de ventanas es adecuado, ¿tiene doble acristalamiento?, ¿tiene persianas, contraventanas, cortinas o algún otro elemento que ayude en el aislamiento?
- **Infiltraciones.** Si el problema son las infiltraciones, se notará porque los días ventosos hace mucho más frío que los no ventosos. Puede aumentar la estanqueidad de puertas y ventanas colocando burletes, por ejemplo. Si están muy mal, puede cambiarlas por otras nuevas. Ponga atención en la cocina y el baño, que son las zonas más ventiladas de la casa.
- **Ático.** Si el problema estriba en que hay demasiadas pérdidas de calor por el techo, lo más probable es que también tenga problemas con el calor en verano. Puede colocar un aislante bajo el techo, y tratar de eliminar los puentes térmicos, lo cual puede resultar caro y medianamente efectivo, o puede adoptar alguna de las soluciones que apuntamos en el caso del calor del verano.
- **Captación solar.** Puede intentar aumentar el acristalamiento de la fachada sur (o sudeste, o sudoeste) ampliando ventanas. Si la energía no se puede almacenar bien en los materiales de la casa, esto resultará en demasiado calor durante el día y frío por la noche. Puede intentar almacenar mejor la energía eliminando obstáculos internos (muebles, alfombras). De cualquier manera, tenga en cuenta que si el suelo es de madera, la energía no se acumulará en él.
- Si se quiere mejorar el comportamiento en verano
  - **Ventilación natural.** Si el problema es una falta de ventilación nocturna, puede intentar redistribuir el interior para aumentar la comunicación interna o, si el coste y el ayuntamiento lo permiten, practicar una nueva abertura en una fachada. Si las ventanas no están orientadas de forma adecuada a los vientos predominantes del verano, se pueden colocar paneles perpendiculares a la fachada que intercepten el viento que corre paralelo a la misma.
  - **Ventilación convectiva.** Puede aprovechar esta técnica si dispone de un patio, acondicionándolo de manera adecuada, o si puede realizar aberturas en el techo de la casa. Si es una casa, considere el coste de instalar algún sistema convectivo por radiación solar o un sistemas evaporativo de refrigeración.
  - **Áticos.** Si el problema es el calor que proviene del tejado, las soluciones pueden ser diferentes en caso de que este sea plano o inclinado. Si el tejado es plano, puede intentar dos cosas: construir encima un espacio a modo de ático (espacio tapón), si puede ser ventilado, mejor, y si se puede añadir aislante, mejor aún, o sombreadarlo, colocando una estructura preferiblemente rígida, a modo

de tejadillo, que proyecte su sombra sobre el tejado. Si es un tejado inclinado, se pueden practicar aberturas en la parte alta de la buhardilla (siempre que haya entrada de aire por las ventanas o por aberturas practicadas en la parte baja) para provocar una ventilación convectiva. Si podemos permitirnos que no sea un espacio habitable, esto sería lo mejor, y entonces podemos aislarlo convenientemente de los pisos inferiores mediante material aislante sobre el suelo. Las aberturas deben poder cerrarse en verano lo más herméticamente posible.

- **Radiación.** Evalúe si la vivienda sufre de una excesiva incidencia de la radiación en verano por las paredes. Las ventanas orientadas al oeste constituirán un problema, y conviene utilizar persianas y toldos. En las ventanas orientadas al sur se pueden colocar también aleros. En cuanto a los muros de estas fachadas, conviene que estén pintados de un color claro (mejor blanco) que reflejen la radiación solar. Si el problema es severo, considere el coste de instalar fachadas ventiladas.
- **Entorno.** Si se trata de una casa y se puede modificar el entorno, la colocación de vegetación y agua siempre ayudará a crear un ambiente más fresco.

## Más información

- [Bibliografía](#)
  - [Enlaces Web. Información y tiendas](#)
- 

## Bibliografía

Estos son los libros que he consultado para crear este sitio. Mi agradecimiento a muchos de ellos porque han sido también la fuente de los dibujos y fotografías.

*Edward Mazria, "The passive solar energy book (expanded professional edition) Rodale. 1979. Un libro magnífico, claro y completo. Sería el libro que utilizaría para diseñar una casa bioclimática.*

*Bruce Anderson, Malcolm Wells, "Guía fácil de la energía solar pasiva. Calor y frío natural". Editorial Gustavo Gili. Colección Alternativas. Barcelona 1984. Buen libro de introducción al tema. Buenos dibujos. Presenta una sección de fotografías de casas solares, y otra sección de detalles constructivos. Los apéndices tienen datos de radiación solar y temperatura para todas las provincias españolas.*

*Roger Camous, Donald Watson, "El hábitat bioclimático. De la concepción a la construcción". Editorial Gustavo Gili. Colección Alternativas. Barcelona 1986.* Otro buen libro de introducción, ideal para sacar buenas ideas.

*Edward Allen, "Cómo funciona un edificio. Principios elementales". Editorial Gustavo Gili. Barcelona 1982.* No es un libro sobre arquitectura bioclimática o energía solar pasiva, pero es magnífico para aprender conceptos elementales sobre las funciones de los edificios. Presentación amena y original.

*Ch. Chauliaguet, P. Baratçabal, J.P. Batellier, "La energía solar en la edificación". Editores Técnicos Asociados. Barcelona 1978.* Libro más técnico sobre el aprovechamiento de la energía solar. Se centra más en sistemas activos. Me gusta la primera parte, que trata sobre principios generales (posición solar, radiación). No obstante, requiere un estudio detenido y, a veces, resulta un poco oscuro.

*R. Serra, "Clima, lugar y arquitectura. Manual de diseño bioclimático". Edita: Secretaría General Técnica del CIEMAT. 1989.* Buena exposición conceptual y clasificación precisa de los elementos bioclimáticos y sistemas, aunque sólo los presenta y no los explica mucho ni los desarrolla. Se supone que una parte importante del libro es la descripción de un programa (adjunto en disquete) que permite el cálculo rápido e intuitivo de comportamiento bioclimático de una vivienda. En la práctica, el programa no es tan intuitivo, puesto que no se ven tan claras las relaciones causa - efecto, y tiene inconvenientes imperdonables, como una larga fase de introducción de datos que luego no podemos guardar en ningún fichero, con lo que al salir del programa se pierden todos ellos.

*Guillermo Yáñez Parareda, "Energía solar, edificación y clima: elementos para una arquitectura solar". Madrid. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, D.L. 1982.* Magnífico libro para arquitectos e ingenieros. Está agotado (¿por qué no reeditan los buenos libros?), pero se puede encontrar en algunas bibliotecas públicas en España, e incluso pedirlo por préstamo interbibliotecario en cualquiera de ellas.

## Enlaces Web. Información y tiendas.

<http://www.censolar.es/> Censolar. Centro de estudios de la energía solar

<http://www.nireo.es> Empresa de construcción basada en la filosofía bioclimática. Ver en sus páginas la "ciudad bioclimática"



<http://conny.dahost.net/hoehle/indexspa.htm> Arquitectura subterránea

<http://www.greenbuilder.com/sourcebook/> Libro en Internet sobre arquitectura sostenible (en inglés)

<http://www.cpros.com/~sequoia/> Casas hechas de tierra (inglés)

<http://www.sustainableabc.com/> Enlaces sobre arquitectura sostenible (en inglés)

<http://www.greenbuilder.com/bookstore/> Librería sobre temas de arquitectura sostenible (en inglés)

<http://www.greywater.com/> Tratamiento de aguas residuales de la vivienda (en inglés)

<http://home.earthlink.net/~jluke313/> Tienda de arquitectura ecológica (en inglés)

<http://www.jademountain.com/> Tienda de energía renovable (en inglés)

## El porqué de estas páginas

Estas páginas quieren difundir la idea de la construcción bioclimática porque creemos que es una alternativa tecnológica adecuada para abordar algunos problemas del planeta.

Tenemos indicios suficientes que nos alertan de una situación preocupante: el incremento exponencial de la población, la desaparición acelerada de las masas boscosas, el incremento de contaminantes con sus secuelas variadas, la degradación de nuestra Naturaleza, la desaparición de especies, etc.

Otros indicios nos hablan del bajo nivel de desarrollo de la Humanidad: no hemos sabido distribuir los recursos del planeta de manera uniforme, creando profundas desigualdades sociales. Tampoco hemos sabido resolver nuestros conflictos pacíficamente, de manera que las guerras están todavía a la orden del día. En cambio, nos hemos dotado de un sistema social y económico y hemos asumido un sistema de valores que nos impulsa a la acumulación de riqueza, en dura competencia con nuestro prójimo y con la Naturaleza.

Estamos en el umbral de un [salto evolutivo](#) cuya raíz no será ideológica, económica, política o religiosa, sino que estará enraizado en una [nueva conciencia](#), una nueva forma de entender la vida y el mundo, estará enraizado, en definitiva, en un nuevo nivel de conciencia que nos permitirá una transformación interior, de calidad espiritual, que repercutirá en toda la sociedad.



En este nuevo nivel de conciencia nuestra manera de relacionarnos, basada actualmente en la explotación, el provecho y la manipulación del prójimo y de la Naturaleza, cambiará gradualmente hacia la cooperación, la comprensión y la satisfacción del descubrimiento mutuo. Los conceptos de Verdad, Belleza y Amor invadirán lenta pero firmemente todos los aspectos de nuestra civilización.

Y en este nuevo orden las tecnologías que potencien una menor "agresividad" hacia la Naturaleza serán preferidas. Quiero hacer una pequeña contribución a esta visión difundiendo el conocimiento de la arquitectura bioclimática.

Te animo a que consideres esta tecnología cuando vayas a construir, comprar o reformar tu casa, no ya sólo por las cuestiones planteadas, sino también por lo que supone ello de ahorro en las facturas de energía. El conocimiento está al alcance de todos y, tal como indicamos en un apartado anterior, siempre es posible tomar "decisiones bioclimáticas" sin necesidad de contar con un experto.

## Utilidades

Estas utilidades son de libre uso y difusión para actividades que no tengan ánimo de lucro.

**Posición solar.** Utilidad para conocer la posición del sol (acimut y altura) en cualquier lugar del mundo, cualquier día del año y a cualquier hora. También indica la diferencia entre la hora local y solar, la declinación del eje terrestre, y el ajuste horario debido a la "ecuación del tiempo", etc. Es un libro EXCEL con una primera hoja explicativa. Versión actual: 1.9 [Posic.xls](#)

**Energía solar.** Calcula la energía media incidente en una superficie en cualquier lugar del mundo. Los cálculos se realizan para el día medio de cada mes. Se dan los desgloses de energía directa, difusa y reflejada. Se desglosan también los aportes en cada hora del día. Se puede especificar cualquier orientación de superficie. Es un libro EXCEL con una primera hoja explicativa. Versión actual: 1.5 [Ener.xls](#)

**Reloj solar.** Utilidad para construir un reloj solar preciso en cualquier lugar del mundo. Se dan instrucciones detalladas de los pasos a seguir. Es un libro EXCEL. Versión actual: 2.0 [Reloj\\_solar.xls](#)

**Diagrama bioclimático.** Aconseja sobre técnicas que se pueden utilizar para unas determinadas condiciones climáticas mediante el uso de dicho diagrama (ver [Herramientas de diseño](#)). Es un libro EXCEL. Versión actual: 1.0 [Diagrama.xls](#)

**Tablas de Mahoney.** Recomendaciones arquitecturales para climas cálidos (ver [Herramientas de diseño](#)). Es un libro EXCEL. Versión actual: 1.0 [Mahoney.xls](#)

## Contacta conmigo

El propósito de la web es difundir conceptos sencillos y eficaces de modo que las personas interesadas puedan "pensar bioclimáticamente" a la hora de decidirse por una vivienda.

Algunas personas me escriben solicitando algún profesional. Yo no me dedico a esto ni estoy en contacto con ninguno. Por lo que alguno contáis, no es por ahí oro todo lo que reluce y el hecho de que un arquitecto utilice la palabra "bioclimático" no garantiza que sepa del tema. Y es que la arquitectura bioclimática, tan vieja como el ser humano, sigue teniendo todavía mucho de receta, arte e intuición, y quizá eso es difícil ponerlo en estudios reglados.

Algunos otros me solicitáis más información. En estas páginas está el resumen de todo lo que sé y la bibliografía que he utilizado. Con lo cual no puedo daros más información. Quizá sí ayudaros con mis intuiciones bioclimáticas, pero nada más.

Tampoco tengo mucho tiempo para mantener las páginas, con lo que no esperéis encontrar lo último de lo último.

Y dicho esto, me encantaría saber de vosotros:

[mleandror@yahoo.com](mailto:mleandror@yahoo.com)

## Mis sitios

Estos mis sitios en Internet, algunos aún en construcción:

[Arquitectura bioclimática](#). Una introducción.

[La red de la luz](#). Sobre el cambio evolutivo y la nueva civilización que se avecina.

[Nueva conciencia](#). Relacionado con el anterior, con grupo de noticias

[L'usage de l'énergie solaire photovoltaïque pour l'électrification rurale décentralisée](#). Un estudio financiado por la Cooperación Española sobre electrificación rural en Marruecos.

[Curriculum vitae](#).

[Africa km a km](#). Un sitio sobre viajes en África, con datos prácticos y algunas dosis de enfoque subjetivo y datos autobiográficos.

[Televisión digital vía satélite](#). Instalación y orientación de antenas parabólicas motorizadas, conexión de componentes y descryptado de señal codificada

Tomado de:

[http://cursosgratis.emagister.com/frame.cfm?id\\_user=21604989262515206004367828625990&id\\_centro=27422070033149505256526748524548&id\\_curso=32027070033168486857675548674567&url\\_frame=http://www.geocities.com/ResearchTriangle/Facility/8776/indexE.htm](http://cursosgratis.emagister.com/frame.cfm?id_user=21604989262515206004367828625990&id_centro=27422070033149505256526748524548&id_curso=32027070033168486857675548674567&url_frame=http://www.geocities.com/ResearchTriangle/Facility/8776/indexE.htm)