

**DISEÑO Y DESARROLLO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA EN
PROYECTOS DE COOPERACIÓN AL DESARROLLO EN NICARAGUA**

**ANEJO:
RECOMENDACIONES DE SOSTENIBILIDAD
AMBIENTAL Y CONFORT TÉRMICO**





ANEJO:

RECOMENDACIONES DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL Y CONFORT TÉRMICO

Al no haber definido datos de emplazamiento ni orientación de la vivienda en parcela, se ha creído necesario incluir este anejo que puede ser de utilidad en el caso de que la propuesta de diseño realizada se llevara a cabo en lo relativo a su ejecución, previa validación de la ONGD.

Se trata de generalidades sobre la disposición de elementos constructivos, elección de sistemas y materiales así como la definición de aquellos parámetros a tener en cuenta que influyen en el comportamiento térmico y que ayudan a que la vivienda sea energéticamente eficiente.

CAPTACIÓN SOLAR INDIRECTA

Los elementos con inercia térmica se consideran de captación solar indirecta. Presentan la ventaja que hacen de amortiguador del calor de la radiación directa, almacenando la energía, evitando sobrecalentamientos, para liberarla hacia el interior cuando la temperatura ambiental sea baja y viceversa. Tienen que estar diseñados para que en verano sirva como elemento ventilador o que tenga protecciones solares para evitar la captación de calor.

Otros elementos constructivos en el diseño de las viviendas actúan como sistemas activos: aleros, viseras... facilitando zonas de sombra cuando el sol incide sobre las viviendas, de forma que se impide en buena parte la penetración de radiaciones solares que reflejan hacia el exterior.

Los edificios diseñados con sistemas pasivos pueden llegar al confort térmico consumiendo un mínimo de energía, siempre que la propia construcción actúe como regulador térmico, es decir que acumule calor en invierno cuando es necesario o bien disipe calor en verano. Esto es posible si los elementos constructivos tienen inercia térmica.

La inercia térmica es la capacidad de un material para acumular y ceder calor. El diseño y dimensionado de los elementos constructivos dependerá del clima, la orientación y el uso de estos.

Las recomendaciones generales son las siguientes:

- En climas continentales y en invierno, inercia térmica elevada en las zonas más soleadas de los edificios y poca inercia en las partes donde no da el sol. Así se podrán calentar rápidamente las segundas.
- En climas continentales y en verano, inercia térmica elevada para compensar las oscilaciones térmicas entre el día y la noche.

Los elementos con inercia térmica se consideran de captación solar indirecta. Presentan la ventaja que hacen de amortiguador del calor de la radiación directa, almacenando la energía, evitando sobrecalentamientos, para liberarla hacia el interior cuando la temperatura ambiental sea baja. Tienen que estar diseñados para que en verano sirva como elemento ventilador o que tenga protecciones solares para evitar la captación de calor. Hay dos sistemas principales: muros de acumulación de calor (muros inercia, muros trombe, camas de guijarros) y las cubiertas de agua.

Pero también a veces se necesita la inercia térmica de los elementos interiores como forjados y tabiques, o la del terreno en contacto con los muros enterrados.

Muros de acumulación

Las características de los muros son las siguientes, utilizan materiales de gran densidad, espesor de 25-40 cm, cara exterior de color oscuro, orientación sur ($\pm 15^\circ$). Captan la radiación directa, acumulando el calor para liberarlo por radiación entre 8 a 12 horas. Ambos tienen en la parte exterior un vidrio que trabaja como efecto invernadero ayudando a mejorar la captación y a reducir las pérdidas hacia el exterior. La diferencia del muro trombe es que tiene unas rejillas regulables en la parte superior e inferior del muro que permiten la convección del aire del cuarto hacia el interior, de forma que parte del calor captado es entregado inmediatamente.

Se recomienda utilizar los muros de acumulación de calor en climas fríos donde hace falta calor durante el día y la noche.

Cubiertas de agua

Se recomienda utilizar las cubiertas de agua en los siguientes casos:

- En climas fríos de baja latitud (menos de 36º) como elementos captadores. Por la noche cuando no hay radiación se protege y el calor acumulado se libera al interior del edificio por transmisión y radiación.
- En climas cálidos secos como elementos refrigeradores. Durante el día se protege de la radiación solar y por la noche se quita la protección. El agua capta el calor de dentro del edificio por convección y lo emite hacia el exterior.

Finalmente es importante considerar que en función del color y rugosidad del acabado exterior de las fachadas, habrá más absorción de la radiación solar incidente, los colores oscuros absorben más que los colores claros y por lo tanto tienen una mayor transmisión al interior.

Sistemas pasivos de ahorro energético

Actualmente hay un marco legal favorable (en España):

- La entrada en vigor del “Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006 del 17 de marzo), Documento Básico de Ahorro Energético DB-HE),
- La modificación del “Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE)”,
- La aplicación de la Certificación Energética (RD 47/2007 de 19 de enero),

La Normativa actual con el documento básico CTE - HE Ahorro de energía define las exigencias básicas en cuanto a:

- Limitación de la demanda energética.
- Eficiencia energética de las instalaciones de luz.
- Agua caliente sanitaria con captación solar.
- Aportación fotovoltaica mínima.
- Rendimiento de las instalaciones térmicas de los edificios (RITE) (actualmente en revisión).

La construcción de un edificio dentro de un espacio supone una alteración del entorno (edificado o natural) y por lo tanto un impacto ambiental que debe de controlarse.

Tradicionalmente el hombre ha tenido en cuenta las condiciones climáticas y de entorno a la hora de diseñar los edificios, y ha condicionado su forma para tener el máximo de confort ambiental interior (confort térmico y lumínico). Con el aumento de la población,

la ocupación del territorio y el incremento de exigencias de confort, no ha sido suficiente el diseño pasivo de los edificios y se han incorporado los sistemas activos, es decir las instalaciones, para llegar a niveles de confort más elevados.

El diseño pasivo del edificio, supone incorporar soluciones arquitectónicas y constructivas adecuadas al clima y al ecosistema de la zona donde se implanta el edificio para poder conseguir confort interior, de forma gratuita, reduciendo al máximo las aportaciones energéticas que supongan consumo energético.

Estas soluciones dependerán de:

- las condiciones de clima general de la zona y el microclima del entorno (especialmente en entornos urbanos),
- las características físicas del solar (topografía, entorno natural/entorno edificado, infraestructuras, vegetación, agua, ecosistema, etc.)
- de la correcta implantación de edificio (aprovechando las condiciones beneficiosas del ambiente exterior y protegiéndose de las que no lo son).

Las condiciones de confort en invierno y en verano son muy diferentes al igual que lo son para climas húmedos o climas secos. Los parámetros que se tendrán que controlar son: temperatura de sensación, movimiento del aire, humedad del aire, calidad del aire, nivel de iluminación, color de luz y deslumbramiento. Por lo tanto se deben prever estrategias para cada una de las situaciones.

Para controlar las necesidades energéticas, las estrategias en invierno son limitar las pérdidas (con aislamiento) y promover las ganancias (orientación ventanas, inercia). Las estrategias en verano son limitar las ganancias (protección y control solar) y facilitar las pérdidas (ventilación).

En nuestro clima (España) utilizando elementos de captación solar en invierno y de refrigeración y ventilación natural en verano, los edificios consumirían muy poca energía para llegar a las condiciones de confort ambiental interior.

Finalmente hace falta insistir que para que los sistemas pasivos funcionen correctamente y se obtengan los beneficios energéticos y de confort ambiental es importante una participación activa y responsable de los usuarios. Hoy en día está resuelto con los sistemas electrónicos de la domótica y la inmótica, que permiten regular y controlar de forma automática los sistemas pasivos, haciéndolos el máximo de eficientes y si hace falta, trabajando conjuntamente con el resto de elementos de edificio.

Los parámetros de diseño pasivo que influyen en el comportamiento térmico de los edificios son los siguientes:

- Microclima y orientación
- Forma y volumen
- Comportamiento de la masa del edificio: inercia térmica

- Oberturas y protecciones solares
- Iluminación natural
- Ventilación natural
- La envolvente del edificio: aislamiento térmico

Microclima y orientación

A continuación se definen los parámetros ambientales y la incidencia en las características del microclima:

Parámetros	Características de clima
Orientación	Radiación solar, viento
Altitud, radiación solar	Temperatura, lluvia, velocidad del viento
Topografía del terreno	Flujos de viento, acumulación de temperatura, humedad
Presencia de agua, vegetación	Flujos de viento, humedad, temperatura, sombras
Edificaciones	flujos de viento, humedad, temperatura, sombras

Cada una de las orientaciones geográficas tiene unas condiciones de radiación solar y de exposición al viento diferente, que afectan a la temperatura y humedad. Se debe tener en cuenta para conseguir un aprovechamiento máximo. Una correcta orientación minimiza las ganancias solares en verano.

La superficie que más asoleo recibe en invierno es la fachada sur, y en verano es la cubierta. La fachada sur recibe más radiación solar en invierno que no en verano (aproximadamente tres veces más). La cubierta por su lado recibe aproximadamente 4,5 veces más radiación en verano que no en invierno.

Las fachadas con orientación este y oeste reciben 2,5 veces más radiación en verano que en invierno por tanto hará falta tener mucho cuidado de las protecciones solares. Las fachadas de orientación sudeste y suroeste reciben una cantidad de radiación muy similar a lo largo de todo el año.

La fachada norte recibe muy poca radiación directa y esta sólo se produce en verano.

Por tanto, la orientación más favorable es hacia el sur, puesto que permite una protección fácil de la radiación solar a mediodía mediante aleros o lamas horizontales y el resto del día está a exposición reducida.

También es conveniente ordenar los espacios interiores según la orientación de las fachadas, agrupando por usos y horas de ocupación parecidas. Así por ejemplo, la orientación correcta de la sala de estar-comedor y dormitorios es la sur, sudeste, suroeste: podrán acumular la energía radiante en invierno reduciendo las necesidades de calefacción y en verano con protección solar pasiva será fácil controlar la entrada de radiación solar.

Forma y volumen

Cada una de las tipologías edificatorias, edificio aislado o entre medianeras, en altura o extensivo tiene una superficie de exposición de fachadas y un comportamiento térmico diferente.

La forma de edificio tiene que ser el resultado de considerar las variables de clima (altitud relativa, latitud, pendiente, vientos dominantes, radiación solar en verano y en invierno) y de microclima (vegetación y agua, dimensiones de las calles, edificios colindantes)... En entornos urbanos no es habitual tener opciones en el uso de variables bioclimáticas, sino que la normativa urbanística, a menudo poco adaptada, es la que da los límites permitidos.

La forma del edificio determina la superficie de piel exterior que está en contacto con el ambiente exterior, y por tanto que se ve directamente afectada para la radiación solar y la exposición a los vientos. Es en definitiva un indicador de las pérdidas o ganancias de energía interior hacia el exterior. Cuánta más superficie haya más intercambios térmicos habrá, situación que es favorable en el caso de clima templado y desfavorable en el caso de clima continental.

El volumen es un indicador de la cantidad de energía almacenada dentro del edificio. La relación entre superficie y volumen del edificio es el factor de forma, muy útil porque da una primera valoración de la sensibilidad de las condiciones interiores a variaciones de las condiciones exteriores.

De forma general los expertos recomiendan, en función del clima las siguientes formas:

- Clima mediterráneo y climas templados: edificio lineal con la fachada más grande orientada al sur, con grandes aperturas que facilitan la ventilación natural del edificio y un buen grado de iluminación natural (factor de forma elevado $f > 1,2$).
- Climas extremos, cálidos o fríos: edificios compactos con gran inercia térmica en el primer caso y buen aislamiento y control de infiltraciones de aire el segundo (factor de forma bajo).
-

- Un factor demasiado bajo puede generar dificultades de ventilación y de luz natural de espacios interiores, al quedar sin contacto con el exterior.

La normativa actual HE-1, calcula los valores límite de transmisión térmica para cada grupo de elementos de la envolvente (fachadas, aperturas de fachadas, cubiertas, forjados, cerramientos en contacto con el terreno, etc.) sin tener en cuenta el factor de forma.

Inercia térmica

Los edificios diseñados con sistemas pasivos pueden llegar al confort térmico consumiendo un mínimo de energía, siempre que la propia construcción actúe como regulador térmico, es decir que acumule calor en invierno cuando es necesario o bien disipe calor en verano. Esto es posible si los elementos constructivos tienen inercia térmica.

La inercia térmica es la capacidad de un material para acumular y ceder calor.

El diseño y dimensionado de los elementos constructivos dependerá del clima, la orientación y el uso de estos.

En principio cuanto más masa haya, más poder de acumulación, pero no siempre unos muros excesivamente gruesos funcionarán mejor. En un clima frío y en invierno, un espesor excesivo hace que no llegue a calentarse interiormente todo el muro y por tanto puede coger el calor acumulado para calentarse él mismo antes de cederla al ambiente.

Las recomendaciones generales son las siguientes:

- En climas continentales y en invierno, inercia térmica elevada en las zonas más soleadas de los edificios y poca inercia en las partes dónde no da el sol. Así se podrán calentar rápidamente las segundas.
- En climas continentales y en verano, inercia térmica elevada para compensar las oscilaciones térmicas entre el día y la noche.

Los elementos con inercia térmica se consideran de captación solar indirecta. Presentan la ventaja que hacen de amortiguador del calor de la radiación directa, almacenando la energía, evitando sobrecalentamientos, para liberarla hacia el interior cuando la temperatura ambiental sea baja. Tienen que estar diseñados para que en verano sirva como elemento ventilador o que tenga protecciones solares para evitar la captación de calor. Hay dos sistemas principales: muros de acumulación de calor (muros inercia, muros trombre, camas de guijarros) y las cubiertas de agua.

Pero también a veces se necesita la inercia térmica de los elementos interiores como forjados y tabiques, o la del terreno en contacto con los muros enterrados.

Muros de acumulación

Las características de los muros son las siguientes, utilizan materiales de gran densidad, espesor de 25-40 cm, cara exterior de color oscuro, orientación sur ($\pm 15^\circ$). Captan la radiación directa, acumulando el calor para liberarlo por radiación entre 8 a 12 horas.

Ambos tienen en la parte exterior un vidrio que trabaja como efecto invernadero ayudando a mejorar la captación y a reducir las pérdidas hacia el exterior. La diferencia del muro trombe es que tiene unas rejillas regulables en la parte superior e inferior del muro que permiten la convección del aire del cuarto hacia el interior, de forma que parte del calor captado es entregado inmediatamente.

Se recomienda utilizar los muros de acumulación de calor en climas fríos donde hace falta calor durante el día y la noche.

Cubiertas de agua

Se recomienda utilizar las cubiertas de agua en los siguientes casos:

- En climas fríos de baja latitud (menos de 36°) como elementos captadores. Por la noche cuando no hay radiación se protege y el calor acumulado se libera al interior del edificio por transmisión y radiación.
- En climas cálidos secos como elementos refrigeradores. Durante el día se protege de la radiación solar y por la noche se quita la protección. El agua capta el calor de dentro del edificio por convección y lo emite hacia el exterior.

Finalmente es importante considerar que en función del color y rugosidad del acabado exterior de las fachadas, habrá más absorción de la radiación solar incidente, los colores oscuros absorben más que los colores claros y por lo tanto tienen una mayor transmisión al interior.

Oberturas y protecciones solares

Las ventanas tienen un papel muy importante en el funcionamiento térmico y en el confort lumínico de los edificios. Son elementos de captación solar directa, de ventilación natural, y de entrada de luz natural, elementos vitales para la buena salud de las personas.

Dejan pasar el calor muy fácilmente y tienen pérdidas más importantes que la parte opaca de la piel exterior. Son una discontinuidad, un puente térmico importante y por lo tanto la superficie, forma, situación (que dependerá del clima y del uso del edificio) y coeficiente global de transmisión de calor (vidrio y marco) se deben controlar.

Dimensiones

La situación en fachadas sur +- 15 es la óptima para la captación solar directa o semidirecta (ventanas, galerías, colectores, etc.) garantizando el asoleo hasta el mediodía y con protección solar para evitar sobrecalentamiento durante el verano. En la fachada norte las aperturas deben ser pequeñas. En las fachadas este y oeste hay que tener mucho cuidado con las protecciones solares. En la cubierta, evitar las claraboyas y lucernarios sin proteger.

En general y según el tipo de clima, se pueden establecer estos criterios:

1. Aperturas pequeñas y bien protegidas de la radiación solar en climas extremos. En el caso de los climas calurosos y secos para protegerse del viento y en el caso de los climas fríos para protegerse de las bajas temperaturas.
2. Aperturas grandes que permitan la ventilación del edificio en los climas cálidos y húmedos.
3. En los climas templados, como el nuestro, el diseño es más complejo para dar respuesta a la ventilación natural sin grandes ganancias ni pérdidas solares.

Una apertura expuesta al frío, debe controlar las dimensiones, y debe tener aislamientos móviles (en invierno para las noches) y evitar las infiltraciones. En caso de estar expuesta al sol, hace falta protecciones solares contra la radiación directa (alero, porches) y también respecto de la radiación reflejada mediante persianas. Todo esto permite a la vez la ventilación natural.

Las soluciones de muros y cubiertas transparentes, también de invernaderos y galerías son recomendables en climas fríos, como espacios "tampón" entre el interior y el exterior, no en el caso de climas cálidos y templados como el nuestro, donde se pueden tener sobrecalentamientos en verano por el efecto invernadero. Hará falta prever sistemas (tipos persianas, vidrios oscuros o reflectantes, toldos, umbráculo) para controlar las pérdidas térmicas en invierno, las condensaciones en la cubierta o el sobrecalentamiento en verano a la vez que se permite la ventilación.

Estanqueidad

La estanqueidad de las viviendas a infiltraciones de aire es una norma básica para el ahorro energético durante el invierno, puesto que este aire trae una cantidad de calor que se pierde, que deberá ser aportada de nuevo por los sistemas de calefacción del edificio. Está calculado que las pérdidas de calefacción por ventilación de una vivienda bien aislada está entre el 30 al 40%. (según el tipo de cerramiento, de la renovación natural del aire o por infiltraciones de las aperturas).

Pero una estanquidad excesiva limita las renovaciones de aire y perjudica la calidad ambiental del aire interior: se acumula la cantidad de CO₂ derivado de la respiración

humana, incrementa la humedad interior (riesgo de condensaciones), la concentración de partículas y los compuestos volátiles, etc.

Iluminación natural

Dentro de los parámetros de confort ambiental, el confort lumínico es fundamental para adecuar el espacio a su uso. Intervienen tres factores: nivel de iluminación, el deslumbramiento (brillantez excesiva) y el color de la luz.

La calidad y la cantidad de la luz que entra por las aperturas varía en función de:

1. El acceso a la luz: obstáculos como edificaciones, sombras proyectadas.
2. Las dimensiones y disposición.
3. La forma (incide sobre el reparto de la luz hacia el interior).
4. Orientación de una fachada a la otra. La fachada sur recibe la mayoría del tiempo luz directa blanca mientras que la fachada norte recibe luz indirecta, estable. En las fachadas este y oeste, por su lado, existe mucha diferencia en función de la hora del día: directa de las primeras o últimas horas del día, rojiza y direccional, y el resto del día luz indirecta estable y azulada. La cubierta recibe luz directa todo el día y por lo tanto hará falta controlarla.
5. Las protecciones solares y complementos que reducen la cantidad de luz, pero controlan el deslumbramiento.

En climas extremos y en orientaciones adversas, para optimizar la captación de luz natural sin aumentar la superficie de vidrio se tiene que utilizar soluciones constructivas del tipo jambas en chaflán, dinteles hasta techo o bandejas de luz (que son pantallas horizontales reflectantes colocadas en el exterior para reflejar la luz hacia el interior).

Para solucionar el acceso a la luz natural directa en los espacios interiores que no tienen aperturas hay soluciones constructivas como por ejemplo los conductos de sol y de luz. Son conductos con recubrimiento interior especular que captan la luz natural en la parte superior del edificio y mediante reflexiones interiores la conducen a zonas internas del edificio.

También están los patios interiores. En cuanto a la cantidad de luz que captan, depende de las dimensiones y de los acabados interiores del patio. Cuanto más profundo sea menor luz, y al contrario, con superficies lisas y colores claros entrará luz a las ventanas de plantas inferiores.

Ventilación natural

El viento es un parámetro de clima importante a la hora de cuantificar los consumos energéticos del edificio, debido a la capacidad de infiltrarse hacia el interior por las

aperturas o de enfriar las superficies exteriores de la piel del edificio. En este sentido, a medida que aumenta la densidad edificatoria, disminuye el efecto del viento.

El viento tiene los beneficios de la ventilación natural, disminuyendo la sensación de calor debido al efecto de evaporación sobre la piel y por lo tanto es adecuado en climas cálidos y húmedos. La ventilación se favorece en el supuesto de que se produzca una corriente de aire entre diferentes ventanas de la vivienda, situadas en fachadas encontradas o en fachada y patios interiores y comunicados entre ellas (la solución preferible es con orientaciones norte y sur).

La distribución interior (y las carpinterías) de los edificios y de las viviendas debe permitir la circulación de los flujos de aire entre las diferentes salas.

La ventilación va muy relacionada con la refrigeración natural. Hay varios sistemas en función del principio físico que se use:

- **Movimiento del aire:** El efecto de tiro térmico (movimiento del aire por diferencia de presión y temperatura). El aire caliente tiende a subir y su vacío se ocupa por aire que sale del edificio. Los sistemas más habituales son la ventilación natural cruzada, la chimenea solar (climas cálidos y soleados) o las torres de viento (climas cálidos con vientos frescos y constantes). Estos últimos, si el aire de renovación que penetra en edificio se hace pasar por lugares fríos como por ejemplo sótanos o cisternas, aumenta su efectividad como sistema de refrigeración.
- **Inercia:** se aprovecha la inercia térmica del terreno con temperatura más estable a lo largo del año que la del aire exterior. Se aprovecha para bajar la temperatura del aire interior a los climas cálidos. El sistema más habitual es el hacer sótano parte del edificio y los conductos enterrados (con control mecánico o natural).
- **Humidificación:** la evaporación del agua refrigera y humidifica el aire. Es muy adecuado en climas cálidos secos. Los sistemas más habituales son fuentes (mejores porque el agua está en movimiento), y los estanques.
- **Radiación:** patios interiores que radian calor al exterior durante la noche.

Renovación del aire

Para mantener la calidad del aire de los espacios interiores hace falta asegurar una renovación mínima (del orden de 0,5 ren./hora). Se debe controlar el momento del día que se hace y la duración en función de la época del año (verano- invierno).

La renovación se puede conseguir con las infiltraciones de las carpinterías exteriores, la ventilación voluntaria y los sistemas de ventilación mecánicos.

El RITE, la referida normativa española, define el número de renovaciones en función de la ocupación y el uso de los espacios.

La envolvente del edificio: Aislamiento térmico

Un edificio mal aislado necesita más energía para mantener la temperatura interior y se enfría más rápidamente cuando se va la fuente de calor. Un aislamiento deficiente genera puentes térmicos y puede provocar la aparición de condensaciones.

Para evitar puentes térmicos la mejor solución es dar continuidad al aislamiento en los encuentros entre forjado y fachadas. La colocación de barreras de vapor en la cara caliente del cerramiento protege de las condensaciones intersticiales.

En los cerramientos dónde el problema es el sobrecalentamiento en verano (fachadas este y oeste y cubiertas) es más eficiente utilizar cámara de aire ventiladas que mejoran la transmisión térmica y facilitan el control energético.

Para conseguir los efectos de enfriamiento dentro de la cámara de aire tiene que estar realmente ventilada y asegurar el tiro térmico.

La normativa actual de aplicación en los proyectos de edificación para calcular el aislamiento térmico es el DB HE-1 Limitación de la demanda energética. El objetivo que pretende es un uso racional de la energía necesaria para al uso de los edificios, reduciendo a límites sostenibles el consumo. Según cálculos previos, puede suponer un ahorro energético del orden del 15-35% respecto el consumo que había con la normativa anterior, dependiendo del tipo de edificio y de la zona geográfica (datos Escuela Superior de Ingeniería de Sevilla).

En el marco de la norma se apuntan las siguientes cuestiones:

- Limita la demanda energética máxima tanto en régimen de verano como de invierno.
- Define una nueva clasificación climática (radiación solar).
- Tiene en cuenta las diferentes orientaciones de las fachadas.
- Tiene en cuenta el uso de los edificios.
- Define una envolvente térmica de edificio:
 - Los cierres del edificio: fachadas (que incluye las aperturas), cubiertas, forjados, medianeras, cerramiento en contacto con el terreno).
 - Particiones interiores.
 - Puentes térmicos.
- Trabaja con los valores límites de transmisiones térmicas (Uno) de cada elemento de la envolvente y del factor solar modificado de aperturas.

Se utilizan nuevas unidades de cálculo.

- Para cada tipo de zona climática, define la clasificación de las carpinterías según la permeabilidad al aire.
- Define exigencias más altas de permeabilidad al aire de las carpinterías exteriores y lucernarios.

- Comprobación de las condensaciones (sobre todo en materiales más porosos como por ejemplo la cerámica, yesos, madera...) y en los puentes térmicos.
- Tiene previsto trabajar con elementos que tienen inercia térmica.

Es destacable la mejora en cuando a evitar descompensaciones de calidad térmica entre diferentes espacios. Se calcula el espesor y el material de aislamiento adecuado según la orientación de las fachadas y de la cubierta, (hasta ahora a menudo el espesor del aislamiento era unitario para toda la piel de edificio).

Para calcular la demanda energética del edificio, se puede utilizar la opción simplificada del DB HE1 a partir de tablas de limitaciones (hay limitaciones según el % de huecos de las fachadas y de cubiertas respecto de la parte opaca) o la opción general. Esta supone la simulación del edificio de proyecto y a partir de un programa de cálculo (LIDER) se hace la comparación con un edificio de referencia que cumple.

Las limitaciones condicionan el diseño y por lo tanto se debe analizar a la hora de proyectar:

- Los valores de transmitancia de fachadas y cubiertas establecidos según la ubicación de la vivienda.
- Las aperturas se deben diseñar con mucha cuidado. En orientaciones Sur, Sudeste, Sudoeste, Este y Oeste, para climas cálidos con mucha radiación solar, con proporciones de acristalamiento superiores al 40% se deben colocar protecciones solares para el exterior que permitan el oscurecimiento total (también limita el factor solar de vidrio). No se acepta más del 50 % de aperturas respecto el total de fachada para ninguna orientación y clima.

Dispondrán de carpinterías adecuadas.

Las soluciones que se valoran mejor en términos de ecoeficiencia son:

- Fachadas ventiladas, cubiertas ventiladas, cubierta ajardinada, sistemas preindustrializados en la estructura y en los cerramientos exteriores, asoleo en invierno, ventilación cruzada natural, aislamiento en ventanas que dan al exterior.
- Aislamiento acústico: Los elementos horizontales y las paredes de separación entre propiedades o usuarios diferentes, y entre el interior de las viviendas y los espacios comunitarios, el nivel de aislamiento mínimo a sonido aéreo será de 48 dB.

Para los cálculos de demanda energética se tiene en cuenta la envolvente del edificio y los sistemas térmicos de calefacción, de refrigeración, de agua caliente sanitaria y de iluminación.

La información de este anexo ha sido extraída de <http://www.csostenible.net>