

INSTRUCCIONES TÉCNICAS PARA INCORPORAR CRITERIOS DE URBANISMO Y CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN LAS ACTUACIONES MUNICIPALES

5. INSTRUCCIÓN TÉCNICA APLICABLE A LA FASE DE DISEÑO DE OBRAS Y CONSTRUCCIÓN



INSTRUCCIONES TÉCNICAS PARA INCORPORAR CRITERIOS DE URBANISMO Y CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN LAS ACTUACIONES MUNICIPALES.

5. Instrucción Técnica aplicable a la fase de diseño de obras y construcción

**Diputación de Granada. Servicio de Sostenibilidad Ambiental.
Red Granadina de Municipios hacia la Sostenibilidad (Red GRAMAS)**

Coordinación

M^a Isabel Aznarte Padial (Diputación de Granada)
David Fernández Caldera (Diputación de Granada)

Redacción de contenidos

Pedro Antonio López Carvajal
Eduardo Macías Herrero
Ana Montalbán Navas
Miguel Huertas Fernández

Diseño y Maquetación

Ana Carmen Ramos Martín
Francisco Raja Podadera



ÍNDICE

1.Objeto.....	1
2.Alcance.....	2
3.Contenidos.....	2
4.Responsabilidades y control.....	19
5.Documentación de referencia.....	19
6.Registros.....	21
7.Materiales.....	22
8.Ejecución.....	23
9.Ejemplos de buenas prácticas.....	23
10.Evaluación y seguimiento.....	25
11.Propuesta de indicadores.....	27



Instrucción Técnica aplicable a la fase de diseño

El proyecto arquitectónico debe tratarse desde los diversos frentes que implican la sostenibilidad del mismo. Tan importante es usar materiales sostenibles, utilizar estrategias pasivas como gestionar de forma autónoma los equipamientos e instalaciones. Igualmente, en el caso de los proyectos de rehabilitación, la búsqueda de la eficiencia energética debe acompañarse de un uso eficaz del edificio y de que el nuevo uso sea adecuado tanto para el edificio como para la ubicación en la que está.

Además de la obligada reducción de emisiones determinada en el CTE-DBHE en los nuevos proyectos, otros objetivos deben ser la gestión del agua en el propio edificio, usando redes de abastecimiento y aguas reutilizadas procedentes del mismo edificio. Para ello es muy importante haber previsto redes separativas en el saneamiento, de forma que las aguas grises se depuran in situ y se vuelven a circular en riegos, cisternas, baldeos, protección contra incendios, etc como lo permita la normativa, y las aguas negras resultantes son enviadas a las redes municipales de saneamiento.

Al igual que en el diseño urbano, en los edificios es importante valorar los diseños accesibles y las reservas de espacio para el reciclaje y valorización de residuos que puedan ser reutilizados en el mantenimiento del edificio, como por ejemplo, el compostaje.

En relación a la eficiencia energética, además de las determinaciones del DBHE es importante tener en cuenta el ciclo de vida y la huella de carbono de los materiales a utilizar, pues sería absurdo aumentar la emisiones en fabricación de materiales para reducirlos en el consumo diario. O generar desastres medioambientales derivados de los vertederos a los que se transporten el día de mañana los escombros. Ejemplo de esto último es el amianto.

El proyecto de edificios cero emisiones requiere por tanto estrategias de eficiencia energética, pero también requiere de generación de energías limpias para su autoconsumo. La energía solar, en cualquiera de sus formas (fotovoltaica, termosolar, calentamiento pasivo de fachadas, etc) es elemental en nuestra geografía, si bien acompañarla de otras, como la minieólica o, en los casos posibles, minihidráulica, son estrategias interesantes para compensar periodos invernales o consumos nocturnos, reduciendo así las baterías.

En cuanto a la estética de los edificios, la elección de materiales debe equilibrarse teniendo en cuenta todo lo dicho sobre la eficiencia energética como a los contaminantes que se desprenden en su ciclo de vida. Se pueden prescribir materiales que están en el mercado limitando en los pliegos de condiciones los COVs, las emisiones en caso de incendio, la resistencia a la abrasión, etc.

1. Objeto

Esta instrucción trata de dar **orientaciones para evaluar propuestas, orientar las inversiones o conseguir mejorar los proyectos** en los siguientes items:

- Implantación urbana
- Estrategias pasivas de eficiencia energética
- Estrategias activas de eficiencia energética

- Autogeneración y autoconsumo
- Elección de materiales
- Elección de sistemas de climatización
- Gestión de agua
- Gestión de residuos
- Balance energético y huella carbono
- Salubridad interior

Se proporcionará una herramienta para poder evaluar los proyectos de forma sencilla y hacer el seguimiento en función de los indicadores propuestos según la metodología seguida para la obtención del Certificado VERDE emitido por el GCB España gbce.es/certificacion-verde.

2. Alcance

La instrucción alcanza la fase de **diseño y revisión de los proyectos** antes de su aprobación, así como establecer criterios previos en pliegos de condiciones para concursos públicos.

3. Contenidos

El edificio y su entorno

Lo primero que se piensa a la hora de comenzar el diseño de un edificio es en su entorno. De cómo se relacionen entorno y edificio dependerá su funcionamiento, su estética, su eficiencia y otros conceptos. Es en esa relación de la que se basa parte de las medidas que se describen en esta instrucción, y aquellas que no se puedan o no se decidan resolver mediante el diseño, habrá que resolverlas en fases posteriores, mediante cálculos de instalaciones, el uso de materiales y en el peor de los casos, de medidas correctoras.

Cuando se parte de un diseño urbano que ya se ha planteado criterios de sostenibilidad, es mucho más sencillo adoptar criterios de diseño que, incluso de forma involuntaria, busquen las **estrategias pasivas de eficiencia energética, de relación social, control lumínico**, etc. Sin embargo en los casos en los que el entorno viene de planeamientos que no siguieron criterios de sostenibilidad, de tramas históricas cuya modificación sea tremendamente difícil de justificar, el diseño de la relación del edificio con su entorno quizás no consiga alcanzar los mejores índices de sostenibilidad.

Una parcela dotada de **buena orientación para su soleamiento** probablemente proporcione por sí misma las estrategias de captación pasiva del edificio. Además, la iluminación natural estará garantizada y no serán necesarios artificios o alardes formales para proporcionar luz natural a las estancias interiores. Los efectos de la luz solar en la salud están cada vez más estudiados, siendo junto al ahorro en iluminación, criterios necesariamente a aprovechar con el diseño. Según la zona y según la estación del año la cantidad de sol puede ser excesiva. En nuestra provincia, como se dijo anteriormente, existen grandes diferencias entre las diferentes comarcas, por lo que tanto las protecciones solares como las estrategias de captación deben ser estudiadas y no dejadas al azar y corregidas posteriormente mediante la climatización.

Además de las condiciones espaciales de la parcela y los aspectos energéticos del edificio, hay factores socio-económicos y ambientales que se deben considerar de la misma importancia que los energéticos. Estu-

diar el entorno para que el proyecto quede vinculado con el resto de la ciudad, que sea accesible o que en se favorezca la diversidad de usos introduce nuevos factores de sostenibilidad en el proyecto.

Esta **conexión con el transporte público** favorece que los desplazamientos generados por el uso introducido en el proyecto sean posibles sin vehículo privado. La **accesibilidad universal** en las inmediaciones del proyecto o que el propio proyecto colabore en su mejora es otro factor de sostenibilidad. Cuando se mejora la accesibilidad universal de facto se gana en espacio peatonal. Además se pueden incorporar medidas encaminadas a **favorecer el uso de la bicicleta** como transporte, reservando lugares de estacionamiento protegidos de intemperie y vandalismo, mediante planes de movilidad laboral, por ejemplo, o incorporando medidas para la carga y estacionamiento de vehículos eléctricos.

Cualquier estrategia de bioclimatismo parte de una **orientación de las fachadas**, de las protecciones que brinda el entorno, de la forma del edificio y su relación volumen/envolvente. De esto se hablará más adelante. En la provincia de Granada hay gran variabilidad climática, con núcleos de población en climas sub-tropicales a nivel del mar, de alta montaña o altiplanos áridos. Por ello se debe poner mucha atención y partir de una buena relación con el entorno para no necesitar apoyos ni medidas correctoras que, a costa de consumo energético, rectifiquen las necesidades no cubiertas por un diseño poco adecuado.

El diseño de las zonas ajardinadas y espacios libres del edificio puede ser una valiosa herramienta para conseguir mejoras en la sostenibilidad del edificio. En ellos se pueden albergar desde zonas para compostaje, árboles que nos permitan protegernos de vientos, sol, capten las partículas del ambiente, proporcionen mejor temperatura y humedad ambiental por evotranspiración, fuentes, etc.

Búsqueda de edificios e infraestructuras existentes como alternativa a la nueva planta

El **mayor ahorro** en cualquier sentido a la hora de proyectar **es no consumir suelo**, recursos económicos, materiales ni energía. Por ello pensar en edificios en desuso, infrautilizados o con usos alternativos al previo que se proyecte, es una buena alternativa a la nueva planta.

En cualquier caso siempre es recomendable hacer un **análisis comparativo de la sostenibilidad del proyecto de nueva planta y la alternativa de la reutilización de algún edificio concreto**. Así se puede justificar la decisión de no construir un nuevo edificio, pero también se da una herramienta para sensibilizar viendo los beneficios y ahorros conseguidos con la opción de la reutilización de edificios o descartar la operación por no ser viable la inversión en el caso de no alcanzar ninguna mejora ambiental por necesitar intervenciones exageradas frente a la obra nueva.

Revitalización y rehabilitación de edificios

La opción de rehabilitar o restaurar edificios es una forma de **preservar el patrimonio**, más allá de los bienes catalogados, ya que de esta forma se mantienen los núcleos urbanos, siendo la intervención pública necesaria por ser de titularidad pública algunos inmuebles emblemáticos o estar sólo al alcance de un ente público el dar uso adecuado a algunos inmuebles. De esta forma **se mantiene la salud de la arquitectura vernácula y del entorno urbano**, manteniendo una estética cuidada y un entorno construido bien mantenido, lo que mejora la imagen de la ciudad.

La necesidad de rehabilitación de los edificios puede abordarse desde la emergencia por salvar de la **ruina** a un inmueble o por **modernizar instalaciones**, revitalizando y mejorando la **experiencia de uso** del edificio intervenido. La **rehabilitación energética** es otra forma necesaria de intervenir, ya que no es necesario solo construir nuevos edificios eficientes, igualmente es importante reducir la huella de carbono del municipio. Desde el punto de vista medioambiental hay nuevas formas de intervención, como la generación de **cubiertas vegetales** que ayudan a mejorar el microclima, el ajardinamiento de entornos convertidos en playas de aparcamiento o la implementación de planes que **fomentan el uso de la bicicleta**, para lo que se revela necesaria la instalación de boxes de aparcamiento protegido contra robo, vandalismo e intemperie. Por último se puede entender necesaria la **rehabilitación del inmueble abordándolo desde la accesibilidad universal**. Suele ser necesaria la eliminación de barreras arquitectónicas (rampas de acceso, instalación de ascensores, tableros accesibles, señalética...), pero también la mejora en las condiciones o la implementación de medidas extraordinarias que vayan más allá de los requerimientos normativos pueden dar lugar a intervenciones de calado.

En cualquier caso lo más sostenible es llevar a cabo intervenciones integrales. No necesariamente integrales en el sentido volumétrico del edificio, es decir, de intervenir en todo él, si no en que cada intervención, **por pequeña que sea, incorpore más de un concepto** y no imposibilite o dificulte a futuras intervenciones iniciadas desde la resolución de otro concepto. Un sencillo ejemplo es el cambio de carpinterías, que puede emprenderse desde una rehabilitación energética, en la que no se coloquen mecanismos accesibles o no se eliminan desniveles en los accesos, siendo necesaria la sustitución de dichas carpinterías cuando se acometan las obras encaminadas a mejorar la accesibilidad del mismo inmueble por falta de previsión y de una visión holística de la intervención.

En el caso de edificios a rehabilitar, cambios de uso o reformas de importancia cabe plantearse el grado de seguimiento de los criterios de sostenibilidad posibles, llegando a plantearse el cambio de edificio en lugar de intervenir en él como se ha comentado, o el **trueque de usos entre edificios**. En este sentido se puede elaborar una herramienta que facilita la gestión de parque público de inmuebles y que podría llamarse “Plan de Equipamientos e inmuebles Municipales/Provinciales”. En este documento se puede elaborar una relación de equipamientos existentes, equipamientos previstos, déficit de equipamientos y el diagnóstico de necesidades cubiertas y aspectos a mejorar en los edificios existentes. De esta relación puede establecerse un plan de inversiones y etapas, importantísimo a la hora de priorizar inversiones, gestionar subvenciones y hacer la previsión de los proyectos necesarios a corto y medio plazo.

Como se decía en las alternativas a la nueva planta, es interesante en caso de haber varias opciones de intervención sopesar ambas antes de realizar el proyecto, evaluando de forma aproximada los factores de sostenibilidad y el presupuesto de cada intervención. De esta forma se consigue un documento que sirve para tomar conciencia del coste ambiental de un proyecto.

Captación y protección solar: estrategias solares pasivas

El sol es la fuente de energía térmica natural que no tiene impacto en emisiones ni requiere necesariamente de instalaciones o de tecnologías. La energía solar en condiciones de invierno supone importantes ganancias térmicas que pueden aprovechar para reducir el uso de calefacción e iluminación natural. Por contra en verano el exceso de radiación puede generar una mayor carga sensible, por lo que hay que seguir estrategias

de defensa o sombreado natural. Una vez se ha hecho un diseño que busca las mejores orientaciones posibles, **ubicar los diferentes usos del programa de necesidades según sus necesidades de climatización e iluminación** sería el siguiente paso. De forma general, aquellas estancias que necesiten más iluminación por la mañana deben ubicarse al este; las que no requieren de luz directa o deben evitarla, además de tener menor necesidad de calefacción, se ubicarán a norte. La orientación oeste es más compleja de tratar en vivienda que en usos de oficinas, ya que en condiciones de verano tienen exceso de soleamiento y, a última hora del día, la luz entra con un ángulo muy bajo, lo que complica la protección y el deslumbramiento de los usuarios. Por contra, durante la mañana goza de luz difusa. La orientación sur proporciona mayor cantidad de luz y ganancia térmica durante todo el día. Los colectores solares y paneles fotovoltaicos se orientarán preferentemente a sur, pero teniendo en cuenta que tan importante en el rendimiento es el acimut como el ángulo en horizontal. En los casos en los que se busque o se deba conseguir la integración arquitectónica de los paneles en cubiertas inclinadas, se buscará el faldón que proporcione un mayor rendimiento.

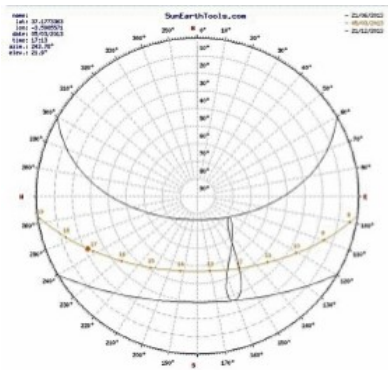
Las estrategias de captación solar pueden extraerse estudiando la arquitectura vernácula. Las formas tradicionales de construir se basan en gestionarlas con las relaciones hueco/vacío de fachadas, los materiales y sus propiedades térmicas. Los volúmenes tradicionales, como por ejemplo, el uso de patios, fuentes, aleros, galerías, etc. En cada caso se trata no solo de cómo influye en el interior del edificio, también en los exteriores.

La compacidad de la edificación es la relación entre el volumen y su envolvente y se denomina “factor de forma”. Siempre tendremos más ganancia solar si hay más superficie expuesta, pero también puede jugar en contra, pues las pérdidas netas pueden ser mayores, ya que hay más superficie expuesta cuando las ganancias no se dan por las condiciones climatológicas, siendo mayores las pérdidas entonces, y por la noche. La forma más compacta matemáticamente es la esfera, por lo que su factor de forma es el menor posible. Un cubo tiene un factor de forma de 0,6, mientras que los prismas, cilindros y otras formas en las que predomina una longitud frente a otras dos tienen mucha más superficie que volumen. Los volúmenes complejos, con muchos entrantes y salientes también aumentan la superficie exterior, por lo que tendrá un factor de forma alto.

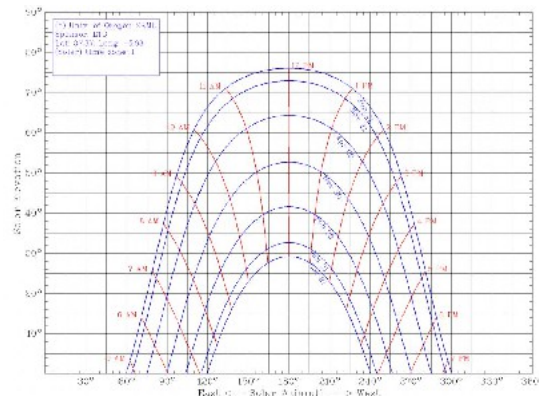
Para poder determinar las medidas formales, es necesario conocer cómo se mueve el sol. Para conocer la posición del sol y su ángulo de incidencia se usan las cartas solares. Para poder usarlas correctamente es necesario conocer la latitud en la que se encuentra el edificio objeto de proyecto y en función de esos grados, usar la carta correspondiente. La más sencilla de usar es la Carta de Fisher. Es un método gráfico en el que se puede calcular el grado de incidencia del sol a cualquier hora del día que se elija del año. Al ser un método gráfico su uso no resulta sencillo por ser la proyección de una trayectoria sobre una esfera, por lo que hay que recurrir a la carta en planta y en sección según el día y la hora a determinar. Por contra, el resultado del ángulo cenital es gráfico y visual, por lo que se entiende perfectamente una vez trazada. Hoy existen aplicaciones y páginas web que nos proporcionan la carta según la latitud.

La carta cilíndrica resulta más sencilla de utilizar, si bien nos proporciona un dato del ángulo cenital en un determinado momento del año con tan solo buscar la curva de mes (en azul en la imagen) o interpolar incluso el día y ver dónde se corta con las curvas de las horas (en rojo). Así obtendremos el acimut en abscisas y el ángulo cenital en ordenadas. Aunque no es un método con un resultado tan gráfico, es mucho más intuitivo y su resultado es sencillo de comprender, pudiendo compararse diferentes ángulos correspondientes a diferen-

tes momentos de día o del año de forma visual. Los programas Cerma, CE3 y C3X dan una carta solar cilíndrica para los patrones de sombra.



Carta solar estereográfica o de Fisher



Carta solar cilíndrica

Por último se encuentran las hojas de cálculo y las aplicaciones web que dan el dato concreto en forma de vector o de coordenadas polares para conocer el ángulo de incidencia para una latitud.

En nuestra latitud, en el solsticio de verano, a medio día solar, el ángulo de incidencia es de unos 76 grados desde el sur, mientras que en el solsticio de invierno, a la misma hora, el ángulo de incidencia es de tan solo 29 grados. En las orientaciones este y oeste la variación es más notable en el azimut que en el ángulo cenital, pues el arco solar en el solsticio de verano tiene una amplitud de 240 grados (el sol sale y se pone llegando casi a incidir en las fachadas norte) y en invierno de tan solo 120 grados (el sol sale a los 120 grados y se pone a los 240, es decir, sale 30 grados por debajo del este y se pone 30 antes de oeste).

Con este dato se pueden **definir las protecciones, retranqueos o tamaño de las ventanas**. Las protecciones solares fijas se calculan de forma que proporcionen un máximo de iluminación y ganancias en invierno y en verano den sombra, especialmente en grandes huecos acristalados y en fachadas sur en general. Los aleros en orientaciones este y oeste son poco eficaces, ya que a primera y última hora del día, el ángulo cenital tiende a cero, por lo que la luz es casi rasante horizontal. Así para estas orientaciones las protecciones arquitectónicas más eficaces son a base de paramentos verticales o salientes. Otra solución tradicional son las marquesinas, celosías y persianas. En entornos urbanos compactos lo fundamental es conocer el patrón de sombras que nos arrojen los edificios de la calle y nuestro propio proyecto, ya que pueden constituir protecciones u obstáculos y obligarnos a tomar decisiones formales diferentes a las que se tomarían en caso de edificaciones aisladas.

La **vegetación** juega un papel muy importante en las protecciones solares, ya que puede no ser fija a lo largo del año y además, crece a lo largo del tiempo. Los árboles de hoja caduca proporcionan sombra en verano cuando necesitamos protección, mientras que en invierno pierden la hoja y dejan pasar el sol, de forma tamizada según la frondosidad de la copa sin hojas. Las plantas trepadoras usadas en pérgolas y emparrados forma aleros y terrazas sombreadas en verano y pueden llegar a desaparecer en invierno. Por contra, las especies de hoja perenne serán más útiles para climas más cálidos y con menos variación de necesidades, pues durante todo el año dan la misma sombra. Pueden usarse para las protecciones en orientaciones este y oeste, quitando el molesto sol de la última hora de la tarde en verano, especialmente en espacios donde se trabaja con pantallas.

Otro elemento natural para **protegerse del sol es el propio terreno**. Más adelante se hablará de otros conceptos que pueden conjugarse, además del soleamiento, pero el hecho de bajar la cota y usar los sótanos, dotándolos de patios interiores o apoyarse en una ladera para protegerse de una orientación son estrategias intermedias. La más radical sería la excavación directa en el terreno, como se hace en varias zonas de la provincia de Granada, donde la vivienda hipogea o casa-cueva es una forma tradicional de habitar.

La tecnología actual facilita la gestión de las ganancias pasivas, ya que existen materiales nuevos que hacen más sencilla la labor del diseño antes de recurrir a sistemas activos. Los vidrios tienen la posibilidad de incorporar sistemas como el “control solar”, de forma que dejan pasar la luz pero no el calor. Se trata de una película que se incorpora al vidrio y que filtra determinadas longitudes de onda para reflejar las que generan ganancias excesivas.

Higiene y ventilación natural: estrategias de ventilación pasivas

La energía solar no solo se manifiesta en forma de radiación directa, los vientos y las mareas son efectos también del sol, bien por acción directa de la fuerza de gravedad entre astros o bien por los efectos que produce en la atmósfera por la radiación solar en forma de vientos. Además hay sistemas de ventilación natural que se basan en las diferencias de presión generadas por el calentamiento del aire.

En el caso de la ventilación un buen diseño también es un mejor punto de partida. Si son posibles las **ventilaciones cruzadas**, la renovación de aire de forma natural estará garantizada. Pero no siempre es posible, bien por la ubicación, por medianerías o por estar ubicados bajo tierra. En estos casos se recurre a estrategias más sofisticadas.

Los sistemas de ventilación natural son aquellos en los que tanto la entrada como la salida de aire se hacen sin apoyo mecánico. El aire entra en el edificio por diferentes aberturas y ventanas o debido a la falta de estanqueidad de la carpinterías, para salir por otras ventanas, aberturas o tiros forzados por diferencia de presiones. El CTE no permite este tipo de ventilación en exclusiva, ya que no garantiza las renovaciones de aire mínimas en ningún caso. Esto no quiere decir que no sea un sistema eficaz, si no que no puede certificarse que se produzcan. Existen distintos estudios que analizan en Andalucía y climas templados el ahorro en energía derivado de usar ventilación natural frente a sistemas mecánicos. Concretamente, en el estudio realizado por Maité Gil Báez, Carmen Roldán Vendrell y otras en 2018, dice textualmente que el estudio “...realizado en edificios de uso escolar en el ámbito territorial de Andalucía, con base en simulaciones termodinámicas y de CFD (Computational Fluid Dynamics), estos sistemas permiten la efectiva renovación del aire interior del aula con posibles ahorros anuales de hasta el 26% de energía final y el 49% de emisiones de CO₂ en comparación con sistemas de ventilación mecánica, constituyendo una alternativa factible, viable, sostenible y rentable”.

En el citado estudio proponen sistemas que combinan aberturas controladas por sondas de CO₂ para la admisión y sistemas tradicionales de extracción natural. www.construible.es/comunicaciones/potencial-sistemas-ventilacion-natural-pasiva-reduccion-consumo-electrico-proyecto-piloto-colegio-andalucia.

Una estrategia de ventilación natural son las chimeneas solares, que se basan en tubos y carpas que se calientan con el sol, produciendo un flujo de aire ascendente que genera una depresión en su base, por lo que el aire de la estancia en la que se encuentra la base del sistema es absorbido y llevado al exterior. Este sistema depende del calor exterior para la renovación del aire.

Ubicar el edificio de forma que los **vientos dominantes sean los que barren** el edificio es otra técnica de ventilación natural. Requiere de aberturas opuestas que posibiliten la entrada y salida del aire desde fachadas opuestas. Esta estrategia es válida en zonas con vientos constantes y de una orientación muy constante.

La renovación del aire dentro de los edificios es absolutamente necesaria, porque aunque genere grandes pérdidas térmicas, es la forma en que se garantiza la higiene de éste. Una adecuada ventilación nos garantiza la salud y confort de las personas y buena calidad del aire interior. El “**síndrome del edificio enfermo**” está íntimamente relacionado con la calidad del aire interior. Apenas acaba de entrar en vigor el DB-HS 7 en el que se protege a los usuarios de los edificios del gas radón, que emana de ciertos suelos. Gran cantidad de productos de construcción también emanan o desprenden productos químicos, partículas y vapores tóxicos en mayor o menor medida. www.codigotecnico.org/index.php/menu-salubridad.html.

Los nuevos estándares de calidad de las carpinterías, las interpretaciones y soluciones excesivamente literales de la normativa, las **soluciones inteligentes basadas en la electrónica** y nuevas tendencias de diseño según estándares de eficiencia energética basadas en la reducción de pérdidas por infiltración han dejado en el olvido las soluciones de ventilación natural.

Inercia térmica y aislamiento

Los materiales usados en la construcción deben conseguir que la energía que se utilice para el acondicionamiento térmico sea la menor posible. Por ello es importante estudiar la **capacidad aislante de la envolvente**. La normativa se centra en la capacidad aislante de los materiales de la envolvente, pero si se combinan con una buena inercia, el confort de los usuarios y el ahorro energético pueden mejorar de forma notable. Para ello es imprescindible conocer el perfil de uso, pues en edificios con usos eventuales, la inercia térmica puede jugar en contra, de la misma forma que hay que controlar las ganancias y las protecciones en condiciones de invierno y de verano.

La capacidad de aislamiento o Resistencia Térmica de un material es la inversa de la conductividad del mismo en función del espesor de la capa y es la capacidad del material a oponerse al paso del calor. Se expresa como el espesor dividido por la conductividad. En el caso de elementos formados por capas, la resistencia es la suma de todas las capas. Según el CTE, un material se considera aislamiento térmico cuando su conductividad térmica es menor de 0'04 W/m·K.

La inercia térmica es la capacidad de almacenar calor y liberarlo a lo largo del tiempo. Un material de gran inercia térmica sería capaz de mantener casi la misma temperatura independientemente de la temperatura ambiente y sería necesaria una gran cantidad de energía para aumentar su temperatura. Depende de su calor específico, su masa y su densidad. La inercia produce una amortiguación entre la variación de las temperaturas y una demora en la variación de temperatura interior respecto a la exterior. Es decir, hay un desfase entre el máximo de temperatura exterior y el máximo de la temperatura de la superficie del material. A la diferencia de temperaturas máximas del exterior e interior es la amortiguación que se consigue. A mayor inercia, mayor es el desfase entre ambos máximos y la amortiguación, siendo menos variable la temperatura interior.

Resulta evidente que un edificio con una envolvente de gran aislamiento tendrá una menor demanda energética. Siendo cierto que el aislamiento ayuda a mejorar la demanda, hay que conjugarlo con el resto de

factores que la determinan, es decir, las cargas térmicas latentes y sensibles, las ganancias pasivas y la inercia térmica. De las estrategias de captación y resguardo solar ya se ha hablado, como de las de ventilación.

En edificios con un uso continuado, la hoja interior es la que debe tener inercia, de esa forma el calor que se almacena en ella queda protegido de exterior por el aislamiento. Así la climatización recibe un apoyo extra y se consiguen ahorros considerables. En edificios de uso puntual o de cortos espacios de tiempo interesa que la hoja interior sea de poca inercia, ya que de esta forma la climatización será más rápida y el confort se alcanza en menos tiempo y por tanto, con menor consumo de energía. Se evita así en invierno el efecto “pared fría”, ya que con el aire caliente, los paramentos absorben rápidamente el calor, quedando éste entre esa capa y la del aislamiento.

Hacer diseños muy pormenorizados en los que la inercia térmica sea considerada requiere de programas más allá de los que usamos para justificar el DB-HE y puede dar lugar a cálculo poco exactos, por lo que es un ahorro difícil de cuantificar, pero cuyos efectos son de sobra conocidos. Si se quiere proyectar contando con la inercia térmica como estrategia debe prestarse especial atención a las ganancias solares (por los huecos y por los puentes térmicos) ya que pueden dar lugar a excesos de calor en la noche durante el verano. También hay que ser cuidadoso en el orden de las capas, ya que el aislamiento térmico reduce el gradiente térmico de sus dos superficies, pero si una está en contacto con un material de gran inercia térmica caliente, la otra estará caliente al final, por lo que fachadas muy soleadas en orientaciones oeste acaban siendo problemáticas de acondicionar.

Los sistemas constructivos tradicionales en nuestra geografía suelen ser de gran inercia térmica prescindiendo del aislamiento térmico. Los sistemas prefabricados y de construcción en seco suelen ser sistemas de menor inercia y basados en el aislamiento térmico.

Si tendemos en el diseño a soluciones basadas en aislamiento hay que cuidar los siguientes aspectos:

- **Cuidar los puentes térmicos:** los detalles constructivos deben evitarlos. Puede recurrirse a aislamientos por el exterior, cuidar las jambas de los huecos o combinar materiales para minimizar aquellos puentes inevitables.
- **Controlar las infiltraciones de aire:** un edificio muy aislado funciona como un frigorífico y por eso el aire exterior se considera una carga latente en verano y pérdida en invierno.
- **Reducir las cargas sensibles:** estas se producen en el interior del edificio, por la propia ocupación de personas, los aparatos y la iluminación. La humedad relativa procedente del metabolismo de las personas y de las actividades que puedan llevarse a cabo en el interior se gestiona con la ventilación.
- **Recuperar el calor:** una buena parte de las pérdidas en invierno y ganancias en verano vienen de cambiar aire sin tratar del exterior por aire que se ha acondicionado. Por ello es recomendable en este caso utilizar unidades de Ventilación Mecánica Controlada (VMC), recuperadores de calor o unidades de Tratamiento de Aire (UTA) para que el aire que se renueva entre a una temperatura próxima a la del aire que se expulsa al exterior.

Si tendemos a soluciones basadas en inercia térmica hay que cuidar los siguientes aspectos:

- **Considerar el aislamiento:** si la inercia quiere aprovechar las fuentes internas o externas. Si se quieren aprovechar las ganancias solares o la refrigeración nocturna o cualquier sistema pasivo, mejor no colocar aislamiento. Si se pretende aprovechar la carga interna, mejor colocar aislamiento por el exterior.
- **Cuidar el soleamiento:** al tener gran capacidad de almacenamiento de calor, pues en condiciones de verano, si la masa recibe un exceso de soleamiento se traducirá en que lo devuelve por la noche, aumentando la temperatura y obligando a forzar la climatización.
- **Diseñar la climatización:** si se usa climatización, mejor usar sistemas basados también en inercia térmica, como el suelo radiante-refrescante, que incorpore el calor a la masa térmica.
- **Cuidar la ventilación:** si se siguen la estrategia de passivhaus y no hay climatización, el aire de renovación debe de tratarse para mantener la temperatura interior, además de mantener la humedad constante y no aumentar la carga sensible.
- **Cuidar las condensaciones:** si la inercia se usa para mejorar las condiciones de verano, puede alcanzarse la temperatura de rocío en la superficie fría. Esto se consigue con la renovación del aire o con su tratamiento.

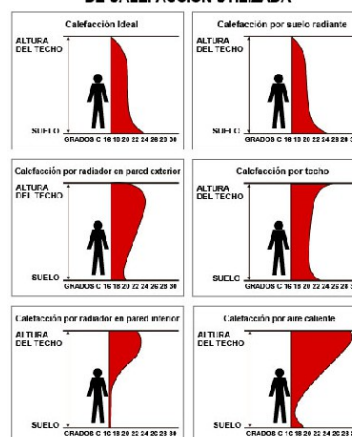
Crterios de eficiencia energética

El 36% de las emisiones de gases de efecto invernadero en la UE proviene del gasto de los edificios.

De esa energía, dos tercios se consumen por los sistemas de climatización. Por ello, diseñar buscando la eficiencia energética es obligatorio por normativa, pero un criterio de sostenibilidad primordial. Ya hemos tratado los ingredientes necesarios para poder hacer un diseño más eficiente.

La elección de los sistemas de climatización y los apoyos de energía renovable nos van a ayudar a conseguir edificios más eficientes, pero no podemos olvidar la eficiencia despilfarrando energías renovables, aunque sean gratuitas y no generen CO₂. Cada tecnología tiene una aplicación según las necesidades y la forma de uso para la que funciona mejor. Si observamos las curvas de temperatura según el tipo de calefacción veremos que la que más se aproxima a la curva ideal es la del suelo radiante. Este sistema es preferible usarlo para espacios donde haya poca actividad y donde se suelen quedar los pies fríos, siendo totalmente desaconsejables en estos lugares las calefacciones por aire. Si los usuarios no perciben el confort, acaban despilfarrando energía.

CURVAS DE TEMPERATURA SEGÚN EL TIPO DE CALEFACCIÓN UTILIZADA



Además de la elección de los materiales y las estrategias pasivas se pueden conseguir mejoras en la eficiencia energética usando los avances técnicos en **inteligencia artificial aplicados a los criterios de confort**. De esta forma se pueden **complementar la estrategias pasivas con mecanismos controlados** por sondas que miden diferentes parámetros, para accionar distintos sistemas o modificar la envolvente. Implementar domótica en un edificio es sencillo y puede hacerse en el nivel que se considere necesario, ya que podemos partir del grado de domotización más bajo, los termostatos de climatización, hasta conseguir un proyecto de “edificio inteligente”. Es interesante, si no se pudo conseguir desde el diseño o si es un proyecto de rehabilitación y no hubo lugar a tomar algunas medidas de diseño, poder controlar los siguientes parámetros:

- **Calidad de aire interior:** si no es necesaria la renovación del aire interior o si se necesita reducir la humedad ambiental, es preferible poder controlarlo con una sonda, porque de esa forma se puede gestionar con ventilación natural o forzada con tratamiento.
- **Soleamiento:** si los huecos están recibiendo una cantidad de radiación excesiva puede gestionarse la sombra, bien con toldos, diafragmas, persianas o cualquier otra protección mecanizada.
- **Temperatura exterior:** gestionado a entrada y salida de aire y los caudales de climatización, a determinadas horas pueden conseguirse enfriamientos o calentamientos gratuitos sólo con la entrada de aire exterior. También puede ser importante para hacer funcionar las bombas de calor, de forma que trabajen más cuando la temperatura exterior les proporcione una mayor eficiencia.
- **Temperatura interior y humedad relativa interior:** los termostatos clásicos, combinados con higrostatos o usando modernos, pueden mantener la combinación temperatura/humedad relativa en la zona de confort. Eso se consigue porque se gestiona de forma automática la climatización y la ventilación de forma eficiente.

Gestión de recursos hídricos: redes separativas y reutilización in situ

En el actual escenario de cambio climático en el que nos hallamos, la gestión del agua es uno de los puntos más importantes a gestionar. Si bien desde un proyecto no se soluciona un problema de sequía sí puede darse **independencia a un edificio** y puede tratarse de **mejorar sus condiciones bioclimáticas usando agua sin necesidad de aumentar el consumo**. Como se ha explicado, hay materiales que poseen gran inercia térmica. Uno de ellos es precisamente el agua, que usada en cubiertas-aljibe o suelos-aljibe proporciona una gran masa de inercia térmica al edificio.

Una primera forma de uso del agua es **captando la que cae durante las lluvias**. Bien directamente en la cubierta o conduciéndola a un depósito, ese agua puede servir tanto para actuar de masa térmica como para usos de riego. Hay que considerar que este agua puede arrastrar contaminantes atmosféricos, no es agua tan pura como pudiera esperarse, siendo necesario un tratamiento dependiendo del uso y del tiempo de almacenamiento del agua.

Otra fuente de agua es el **saneamiento del edificio**. Este es menos estacional, ya que no depende del clima, si no de los usuarios. Si las **redes son separativas**, ya tendremos una red de saneamiento de aguas negras y otra de pluviales, pero en un edificio que no es de vivienda puede ser muy viable separar en dos la red de aguas negras, en grises y negras. Las aguas grises serán aquellas que tengan menor carga de materia orgánica, como la de los lavabos, desagües de los aparatos de climatización, etc. Las aguas negras son aquellas que llevan gran cantidad de materia orgánica, como los inodoros, cocinas o lavavajillas.

Un primer sistema de ahorro de agua consiste en **depurar las aguas grises y reutilizarlas** en aquellos puntos donde no puedan ser consumidas, como las cisternas o el riego de zonas verdes. También pueden almacenarse en patios aljibe o en suelos aljibe. Los patios-aljibe son espacios abiertos con losas filtrantes que permiten que el calor se disipe por transpiración del agua almacenada. Otra forma de mejorar el microclima con los aljibes es disponer debajo de un jardín, introduciendo láminas que llevan por capilaridad el agua desde el aljibe a la tierra, permaneciendo siempre húmeda. Las aguas grises depuradas de esta forma sólo se depuran una vez, acabando en las aguas negras o en el jardín. Los depósitos para caso de incendios pueden ser alimen-

tados de esta línea de agua en lugar de hacerlo de la red, pero siempre dejando la posibilidad de hacerlo con agua de red, ya que siempre debe estar garantizado el suministro a este tipo de instalaciones.

Las **aguas negras** también pueden depurarse y tener el mismo destino que las aguas grises depuradas, pero no siempre es viable por el **tamaño de la instalación**. Una alternativa, teniendo espacio abierto ajardinado, es hacer una **fito-depuradora**, de forma que el agua es depurada por plantas en la propia parcela, acabando en el subsuelo. Hay que tener cuidado con esta técnica y los productos químicos que puedan verterse a la red, ya que podemos contribuir a contaminar con metales pesados y derivados del petróleo poco degradables los niveles freáticos bajo la parcela.

Residuos domésticos. Compostaje

Como dispone en el Código Técnico el DB-HS, todo edificio debe disponer de un espacio reservado para los residuos, dependiendo de las unidades equivalentes, será mayor o menor. Los residuos orgánicos son los más importantes en edificios públicos administrativos, pero si en otros muchos. Lo mismo sucede con los restos de podas de los jardines, no todos los edificios generan restos de podas, pero en aquellos donde se generan, pueden gestionarse para no tener que ser recogidos por los servicios de retirada de basuras. Es importante recordar que habrá que cumplir las exigencias de la Unión Europea, que para el año 2020, exigirá a los ayuntamientos estar listos para reciclar la mitad de sus residuos municipales.

La primera posibilidad es disponer de un **sistema de composteros** a nivel urbano, siendo necesario entonces el espacio interior para almacenarlos antes de ir al compostero. En edificios sin zonas verdes, puede ser la única opción. Si se dispone de zona verde se puede disponer un compostero para los residuos orgánicos. Como elemento estructurante se suele usar los residuos de poda de jardinería triturados, que pueden provenir del propio jardín o de los jardines del ayuntamiento.

El compostero debe de estar en lugar ventilado, no necesariamente muy soleado y en un suelo que, en caso de accidente o de exceso de humedad, pueda drenar o ser evacuado el líquido. Además del propio compostero es interesante contar con un depósito para las bolsas en las que se transportan los residuos desde su almacenamiento al compostero, una fuente para lavarse las manos, una toma de agua par hacer los aportes de humedad al compostero cuando sea necesario y un depósito extra para hacer el trasiego cuando el compost va madurando.

La reutilización de residuos es más compleja porque en un edificio de equipamientos los residuos suelen estar relacionados con los consumibles, papeles y envases, que tienen sus propios contenedores o deben ir al punto limpio. Esto no desecha la idea de que se pueda estudiar en algunos casos el uso de determinados residuos, como los plásticos para ser reutilizados de forma creativa. www.compostajegrnada.es.

Elección de materiales: análisis de ciclo de vida y huella de carbono

El **análisis de ciclo de vida (ACV)** (Life Cycle Assessment (LCA) en inglés), también conocido como análisis de la cuna a la tumba, balance ambiental, balance ecológico o evaluación del ciclo de vida (ECV), es una herramienta de diseño que investiga y evalúa los impactos ambientales de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia: extracción, producción, distribución, uso y fin de vida (reutilización, reciclaje, valorización y eliminación/disposición de los residuos/desecho).

La **huella de carbono** de un material es un indicador ambiental que pretende reflejar la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto del producto y se mide en masa de CO₂ equivalente. Es una parte del análisis del ciclo de vida de un producto o proceso y va implícito en el análisis del ciclo de vida.



Se puede hacer el Análisis de Ciclo de Vida del edificio o simplemente a la hora de decidir entre distintos materiales, informarnos sobre su ciclo de vida y elegir el que convenga y cumpla las expectativas. Es un proceso que puede ser complejo si no se dispone de un software adecuado.

En 2011 apareció el **Proyecto SOFIAS**, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad, que se desarrolló un software para asistir a los profesionales del sector de la construcción en el diseño ecológico de nuevos edificios y la rehabilitación de los ya existentes. SOFIAS permitía identificar fácilmente los puntos críticos, desde el punto de vista ambiental, de un edificio (existente o en proyecto) a nivel de materiales, sistemas o procesos a lo largo de su ciclo de vida. Se trataba de una herramienta on-line (sofiasproject.org), combinaba las funciones de evaluación, asistencia al diseño ecológico, y emisión de certificados ambientales (huella de carbono, consumo de energía primaria y declaración ambiental de edificio), pero actualmente no está disponible.

El **Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ItEC.es)** dispone de una **base de datos** con información ambiental de productos y sistemas. Dispone desde 2004 de datos ambientales, que permiten conocer valores de impacto relativos a emisiones de CO₂, energía de fabricación, residuos generados, el contenido de reciclado, y otros que se irán incorporando progresivamente hasta completar los indicadores más utilizados en el análisis del ciclo de vida. Con el contenido web que se proporciona es posible analizar la información ambiental que las empresas fabricantes de productos ponen a disposición, ordenando conceptos con el objetivo de convertirse en una plataforma potente de comunicación ambiental.

https://itec.es/metabase/productos-sostenibles/0/0/0/

En la base de datos del ItEC, BEDEC, además de dar la información habitual de las partidas de obra (precios, rendimientos, descripción y Pliego de Condiciones) nos da información ambiental del producto. Concretamente nos informa del Coste energético en MJ y kW·h y la Emisión de CO₂ por unidad del material (según el descompuesto serán metros cúbicos, metros lineales, kilogramos, unidad o cualquier otra mediada según la partida). Es necesario el registro para obtener los datos. itec.es/servicios/productos-sostenibles/

Elección de materiales: estética, durabilidad y toxicidad

Durante el diseño de los edificios se debe llegar a los materiales que materializarán el proyecto, como es evidente. Por eso es importante conocer no sólo la estética de los materiales en su acabado, también en la imagen que se proyecta, ya que los **materiales tienen valores implícitos** que ya nos dan idea de que un edificio pueda haber sido concebido desde parámetros más sostenibles que otro, aunque sea sólo una decisión estética y se necesite una justificación amplia de la sostenibilidad del edificio.

La **durabilidad** de los materiales elegidos es tan importante en lo que respecta a la sostenibilidad como su procedencia o su impacto al ser fabricado o extraído. Un material durable requiere menos gasto en mantenimiento, tendrá una vida útil mucho más larga, incluso más allá que la del edificio (materiales reutilizables). Además de su vida útil, en algunos casos la durabilidad y el desgaste están relacionados con la **emisión de partículas al aire** y la emisión de **Compuestos Orgánicos Volátiles**, COVs, durante la puesta en obra y durante su vida útil. Hay materiales que se van degradando (incluso si no sufren rozamiento) por acción del aire (sea oxidación, humedad u otros), por los rayos ultravioletas o por las variaciones de temperatura, lo que genera que vayan desprendiendo partículas en el interior de los edificios, como ocurre con los textiles. Estas partículas no necesariamente deben ser tóxicas, pero no contribuyen en ningún caso a una buena calidad del aire. En el caso de que además sean tóxicas, como ocurre con el amianto, deben retirarse en caso de existir en proyectos de rehabilitación. Los COVs están relacionados con las pinturas, esmaltes, barnices y acabados, ya que suelen ser disolventes. También pueden tener un elevado contenido en COVs los elementos acrílicos, resinas y otros prefabricados que las usen.

Como alternativa a materiales que emiten COVs hay que ver las indicaciones de los fabricantes. No necesariamente un material natural está exento de COVs, pues son compuestos orgánicos. Pero si es cierto que a menos cantidad de disolventes, plásticos y resinas, menor índice de COVs presenta el producto. Además, durante la puesta en obra estos materiales suelen generar residuos en forma de envases contaminados y ser en la fase de puesta en obra donde se liberan en mayores cantidades, por lo que en la instrucción correspondiente se volverá a hablar de ellos.

Bioclimatismo y estrategias de ecodiseño

Se entiende por **bioclimatismo** el **diseño de edificios que tiene en cuenta las condiciones climáticas locales** (soleamiento, régimen de vientos, lluvias, etc), para **aprovecharlas en su acondicionamiento térmico y disminuir la demanda de energía**. El bioclimatismo busca el máximo confort térmico sin emplear sistemas de acondicionamiento térmico que consumen energía no renovable. En ese diseño encontramos estrategias pasivas y activas, pero basadas en la capacidad de los materiales y en la forma del edificio para lograr esa disminución de la demanda. El **diagrama psicométrico** es una herramienta fundamental en el diseño bioclimático, pues conociendo las condiciones que son adversas se pueden tomar las estrategias mejores o las medidas correctoras necesarias.

Se entiende por **ecodiseño**, según la norma ISO 14006, “Sistemas de Gestión Ambiental. Directrices para la incorporación del ecodiseño”, como “**la integración de aspectos ambientales en el diseño y desarrollo del producto con el objetivo de reducir los impactos ambientales adversos a lo largo del ciclo de vida de un producto**”. En el ecodiseño, el medio ambiente es un factor más del diseño y del desarrollo del producto. En arquitectura se habla de ecodiseño cuando se incorporan estos aspectos medioambientales al proyecto, no únicamente si se usan materiales naturales, o si se consigue un determinado ahorro energético. Es importante por tanto distinguir ecodiseño de bioclimatismo o de bioconstrucción.

La **bioconstrucción es el proceso de proyectar y construir siendo responsables con el medio ambiente y el consumo de recursos a lo largo de todo el ciclo de vida de los materiales y la edificación**. Esto se consigue diseñando de forma eficiente energéticamente, con productos poco industrializados o naturales, de producción local y bajo impacto ambiental o reciclados.

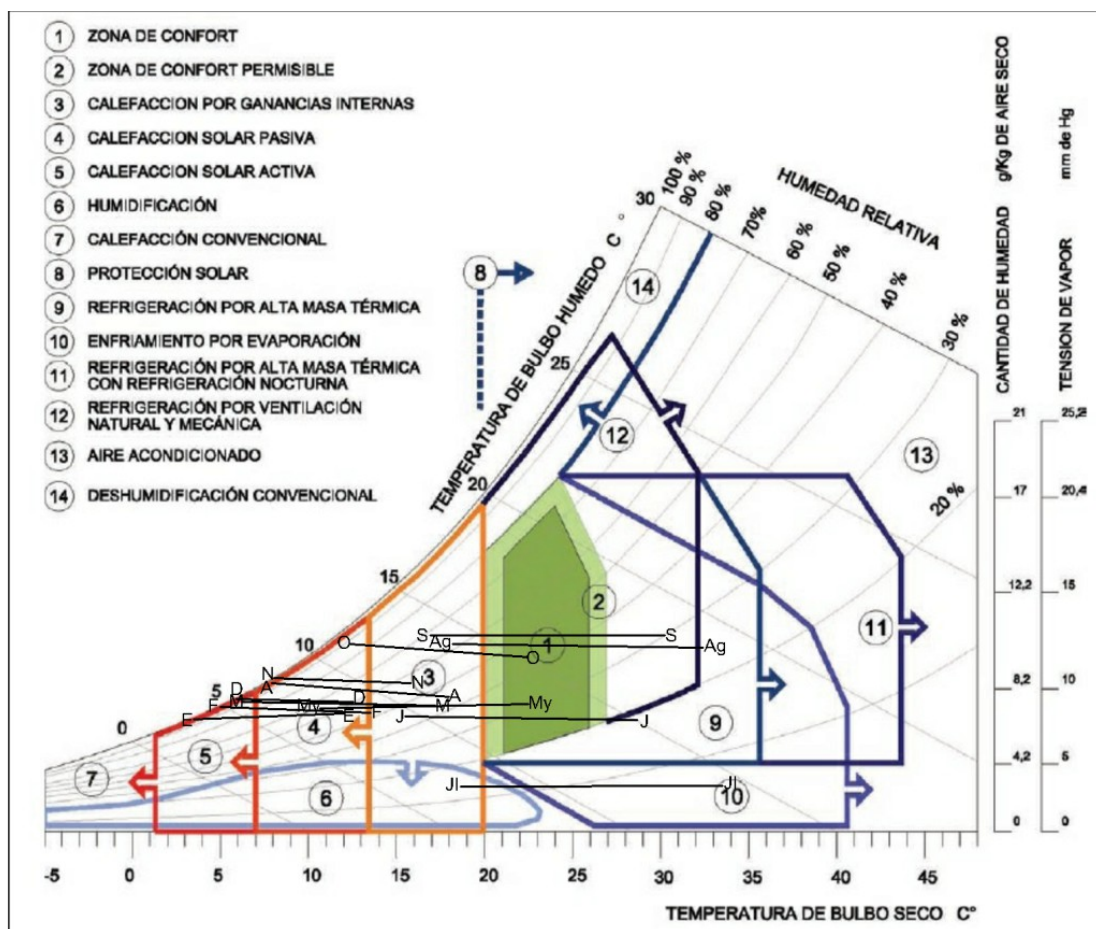
No deja de resultar paradójico que, tras la revolución del Movimiento Moderno y el Postmodernismo, la tendencia vaya cada vez más encaminada a los tres conceptos citados de bioclimatismo, bioconstrucción y ecodiseño. Y es paradójico porque las arquitecturas vernáculas locales alrededor del planeta se han basado en estos tres principios, siendo denostadas y desplazadas de las vanguardias arquitectónicas por los grandes teóricos en la época. Época en la que el optimismo tecnológico hacía pensar que los edificios podían independizarse del clima exterior gracias a las innovadoras tecnologías de acondicionamiento climático y el consumo de energías no renovables y de cuyo impacto y coste no se tenía consciencia. Hubo otros factores, como la racionalización de los costes de edificación, los desarrollos del hormigón armado y otros materiales para la construcción en seco y seriada, la estandarización y seriado de mobiliario y elementos constructivos, la necesidad de absorber a población en las ciudades, la reconstrucción después de las guerras, y otros motivos que, sin cuestionar el momento, el hecho es que eliminaron por completo estos tres conceptos de los diseños.

Como parece evidente, estos tres conceptos se confunden con facilidad, lo que da lugar a equívocos y prejuicios de poco fundamento. En ningún momento se plantea el factor económico, por lo que no necesariamente son ni más económicos ni se encarece el proyecto por su aplicación hasta que no se valora y compara. Tampoco el simple uso de materiales naturales reduce la eficiencia del proyecto, en cualquier caso es necesario el estudio de demanda energética del edificio y del ciclo de vida.

Antes de comenzar a proyectar es importante consultar el diagrama psicométrico y en función de la temperatura y la humedad que se quiera establecer en el interior del edificio se pueden establecer unas estra-

tegias de partida en el diseño. El diagrama psicrométrico de Givoni representa en abscisas la temperatura y en ordenadas la tensión de vapor de agua. La humedad relativa por tanto serán curvas para cada % de H.R. representada en el diagrama, siendo la última curva la que representa el punto de rocío, pues más de un 100% de humedad relativa se produce la condensación del vapor. El confort se percibe en función de estos dos parámetros, por lo que hay una zona en la que la relación temperatura/humedad es confortable.

Se distingue la zona confortable de invierno de la de verano, pues se entiende que hay factores que son diferentes en ambas épocas del año. Por una parte, la más evidente quizás, es el arropamiento de los usuarios, que es mucho menor en verano que en invierno. También la temperatura exterior es diferente, por lo que el salto térmico interior-externo es razonable que sea menor, consiguiendo además un consumo menor de energía. Por último, la actividad que se desarrolla en cada estancia determina la carga latente.



Si el punto marcado por la temperatura y la humedad está fuera de la zona de confort, de un vistazo se pueden adivinar estrategias pasivas para conseguir establecer condiciones adecuadas. Si la temperatura está por debajo de la temperatura de confort, se recomiendan estrategias de captación solar pasivas. Si la humedad relativa es baja, hay que usar elementos que aporten humedad, como la vegetación, terreno natural o fuentes y juegos de agua. Cuando la humedad es alta las estrategias pasan por la ventilación, combinándolas o no con inercia térmica según si la temperatura es muy elevada o si está cerca de la temperatura de confort, en cuyo caso lo necesario es bajar la humedad relativa. Si la temperatura es alta y hay poca humedad, el enfriamiento evaporativo sería la estrategia a seguir.

Bioclimatismo, ecodiseño y rehabilitación

Cuando se afronta una rehabilitación o cambio de uso de un edificio y son necesarias transformaciones, se plantea la **oportunidad de incorporar los criterios de ecodiseño en el proyecto o introducir conceptos bioclimáticos al proyecto**. Y más allá de conceptos de sostenibilidad hay que tener en cuenta la **compatibilidad de materiales**, pues edificios de doscientos años de antigüedad suelen estar contruidos con criterios que hoy llamaríamos bioconstrucción (estructuras de madera, morteros de cal, muros de tierra o piedra, carpinterías de madera, etc), de ecodiseño y de bioclimatismo (ventilación natural, iluminación natural, ganancias pasivas, protecciones solares, etc).

De nuevo, como se ha explicado en el punto anterior, es fundamental el uso de los diagramas psicrométricos para poder evaluar el comportamiento del edificio previamente a redactar un proyecto. De esta forma podremos establecer las líneas de actuación en función de si se necesita más sombra, más corriente de aire o más captación solar, por ejemplo.

Podemos llevar a cabo intervenciones que generen patologías en los edificios antiguos, diseñados y contruidos con materiales que necesitan transpirar. Los actuales niveles de estanqueidad que presentan las carpinterías, la impermeabilidad al vapor de algunos aislantes o impermeabilizantes generan humedades y deterioro debido a la presencia de agua. La rigidez mecánica de elementos metálicos o de hormigón armado, además de generar tensiones nuevas en los elementos estructurales que se conservan, también pueden dar lugar a condensaciones intersticiales o a la oxidación del acero.

Iluminación óptima

El diseño de los espacios interiores debe considerar la iluminación, especialmente en el caso de lugares donde las personas desarrollan trabajos y pasan gran parte del día. La iluminación juega un papel importante en el confort, pues no solamente posibilita la visión, si no que afecta al ánimo, al rendimiento en el trabajo, al funcionamiento del cuerpo humano y a la belleza que se puede percibir en un ambiente. Además, **optimizar la iluminación es una medida de ahorro energético**.

Una iluminación deficiente o basada únicamente en luces artificiales tiene efectos negativos sobre la salud. La miopía está íntimamente relacionada con la falta de horas de sol en la infancia. La luz azul que percibimos del cielo y de las pantallas y lámparas LED afectan a los ciclos circadianos (sueño, apetito...) porque inhibe la producción de la hormona del sueño, la melatonina, entre otras. El deslumbramiento en sus distintos aspectos reduce el rendimiento por aumentar el estrés y disminuye la concentración.

El Código Técnico regula las condiciones de iluminación desde el punto de vista energético en el DB-HE-3 Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación y en el DB-SUA 4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada. El cumplimiento estricto de lo dispuesto en el CTE no necesariamente implica un diseño bueno de iluminación, especialmente en la iluminación inadecuada, pues hay mucho detalles que escapan a las disposiciones normativas. Si nos aseguramos el ahorro energético y la **gestión de la luz natural**, como en otras ocasiones se ha dicho, el diseño de partida y la orientación adecuada son las primeras medidas y la base de una buena iluminación y un espacio confortable. Se debe **considerar la ubicación de los puestos de trabajo**, de las zonas de circulación, de las de descanso y dejar previstos sistemas para evitar deslumbramientos y contrastes fuertes con el paso de las horas.

La normativa nos habla del deslumbramiento generado con la luz artificial, pero los deslumbramientos debidos al diseño arquitectónico quedan fuera. Se distinguen dos tipos de deslumbramiento por su efecto en el individuo: fisiológico (perturbador, produce una reducción de la capacidad visual y la visibilidad) y el deslumbramiento psicológico (molesto a la vista, pero no dificulta la percepción de los objetos). A su vez puede ser directo o reflejado, independientemente de que la fuente sea el sol o una luminaria.

Para evitar el **deslumbramiento directo** se debe controlar la luminancia de lámparas y luminarias. El **deslumbramiento indirecto** o molesto también depende del tipo de tarea que se realiza (tareas exactas, concentración, movimiento de la persona durante el trabajo, permanencia en un mismo espacio...). Además de lo dispuesto en el código técnico se debe cuidar en el diseño la orientación de la luminaria con respecto a las personas y sus puestos de trabajo, el angulo de apantallamiento, la calidad de las lámparas, y la iluminancia en servicio.

Para **controlar el deslumbramiento de las ventanas** deben emplearse sistemas para reducir la luminancia del cielo (cortinas, persianas, etc), ubicar correctamente los puestos de trabajo y emplear colores claros en los alrededores de la ventana para reducir el contraste con el exterior. Para evitar los deslumbramientos se cuidará mucho el situar los puestos de trabajo evitando el ángulo espejo, aumentar la cantidad de luz en el entorno de la tarea visual sin excederse (esto puede causar deslumbramientos a otras personas en caso de exceso de contraste), usando luminarias de baja luminancia y superficies de trabajo mates.

Además de lo dicho sobre la luz azul, el **color de las estancias** juega también un papel importante en la imagen del espacio y cómo afecta psicológicamente a las personas. Existe una teoría amplia sobre cómo afecta el color a las personas usuarias de un espacio y de cómo alterarlo usando un color u otro según se busquen espacios que favorezcan la concentración, la alegría, el descanso, etc. Además, los colores tienen significados culturales implícitos, por lo que su uso debe ser estudiado en ambas componentes, además de cómo afecta a los rendimientos lumínicos. También pueden usarse para generar contrastes deseados y no perturbadores al trabajo, como elemento decorativo, singularidades espaciales o expositivas.

El uso de materiales que permiten el paso de la luz, sean transparentes o translucidos favorece la iluminación natural de los espacios, aun si no constituyen la principal fuente de iluminación, pero permiten a las personas ubicarse en el momento del día en el que se encuentran. También favorece la percepción espacial y permite, en el caso de los materiales transparentes, poder alejar la vista y descansarla.

Autoconsumo y soberanía energética municipal

La comercialización de la energía producida, a efecto del proyecto de un edificio, no es lo más importantes y ya viene recogido en la Instrucción 1 “Modelo Urbano”, pero sí la generación. Como se dice en la primera instrucción, a energía eléctrica no es competencia municipal, pero los ayuntamientos pueden usar otras competencias para influir en el sector. Mediante las ordenanzas municipales se pueden incorporar medidas de fomento del autoconsumo, incentivos o subvenciones para instalaciones destinadas al autoconsumo (sean renovables o no, pero siempre pensaremos que si se busca mejorar en los indicadores de sostenibilidad, serán renovables) o un mínimo de contribución fotovoltaica mayor de lo exigido por el CTE en el DB-HE 5.

En caso de que el municipio opte por la incorporación de la **producción en los edificios** puede hacerse con varias tecnologías:

- **Paneles fotovoltaicos:** consiste en captadores planos que contienen células fotoeléctricas. Se pueden instalar en las cubiertas, pero también puede hacerse en fachadas. Hay diferentes tecnologías que las incorporan en vidrios, creando muros cortina o en las mismas ventanas de edificios existentes pequeños centros de captación.
- **Mini-eólica:** que puede aprovecharse en aquellos municipios en los que las corrientes de aire son frecuentes, pues no necesitan de fuertes vientos si no de constante movimiento de aire. Tiene la ventaja de que puede abastecer en condiciones de nubosidad abundante o por las noches.
- **Mini-hidroeléctrica:** aprovechando el paso de ríos y en menor medida, de albercas regadas por acequias, pueden aprovecharse saltos de agua naturales o crear desniveles en los que aprovechar el salto para instalar pequeñas turbinas generadoras.
- **Cogeneración:** en este caso puede no tratarse de energía procedente de fuentes renovables, pues consiste en aprovechar de forma muy eficiente el calor de la combustión generando energía eléctrica y energía térmica, que se puede aprovechar para el ACS o calefacción. En la combustión puede usarse gas natural o biomasa. Esta tecnología puede usarse para abastecer edificios de cierta envergadura en los que haya grandes necesidades de energía térmica, como hospitales, grandes complejos de viviendas, centros administrativos o de negocios.

4. Responsabilidades y control

Más allá de las responsabilidades dispuestas por la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación sobre las exigencias a cumplir según los diferentes Documentos Básicos del Código Técnico (y resto de normativas sectoriales que deban justificarse en cada proyecto), estas instrucciones plantean un nivel de exigencia superior.

El nivel de exigencia sobre el cumplimiento de esta instrucción será responsabilidad del **organismo que promueva el proyecto, sea el Ayuntamiento o la Diputación**. Esto debe plantearse desde los pliegos de condiciones a la hora de la contratación de los técnicos redactores, en caso de externalizarse la redacción del proyecto, y desde las condiciones exigibles para la obtención de subvenciones, ayudas o programas por parte de Diputación.

5. Documentación de referencia

Marco normativo

Directivas europeas:

- Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios
- Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios
- Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE

Ámbito nacional

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones térmicas en los edificios
- Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios

Ámbito andaluz

- Ley 2/2007, de 27 de marzo, de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía
- Decreto 169/2011 de 31 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Fomento de las Energías Renovables, el ahorro y la eficiencia energética en Andalucía
- Decreto 2/2013, de 15 de enero, por el que se modifica el Decreto 169/2011, de 31 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de fomento de las energías renovables, el ahorro y la eficiencia energética en Andalucía

Bibliografía

- “Arquitectura y clima en Andalucía. Manual de diseño”. Junta de Andalucía. COPT 1997 ([Enlace a descarga PDF](#))
- “Arquitectura, ciudad y medio ambiente”. Jaime López de Asiaín. *Universidad de Sevilla*, 2001
- “Urbanismo bioclimático”. Ester Higuera. *Gustavo Gili*, 2006
- “La Energía Solar. Aplicaciones Prácticas”. AA.VV. *CENSOLAR*, 2009
- “Arquitectura sostenible y aprovechamiento solar”. M. J. González Díaz. *S. A. de Publicaciones Técnicas*, 2004

Enlaces

- Comisión Europea. Eficiencia energética de los edificios: ec.europa.eu/energy/en
- Spain Green Building Council, Certificación LEED: www.spaingbc.org
- Green Building Council España, Certificación VERDE: gbce.es/certificacion-verde
- Green Building Council España, Recursos (informes, guías y manuales): gbce.es/recursos/
- Construcción Sostenible BREEAM® ES: www.breeam.es
- MINERGIE Schweiz: www.minergie.ch
- Plataforma de edificación Passivhaus España: www.plataforma-pep.org
- Herramienta para cartas solares: www.sunearthtools.com/es
- Calculadora azimut y cenit: www.solartopo.com
- Potencial de los sistemas de ventilación natural pasiva en la reducción del consumo eléctrico – proyecto piloto de un colegio en Andalucía: www.construible.es/comunicaciones
- Plan Revitaliza, Diputación Pontevedra: www.depo.gal/es/plan-compost-revitaliza
- Zero Waste Europe (Europa de residuo cero): zerowasteurope.eu

- Manual de la Junta de Andalucía: www.cooperaycomposta.org/Manual-compostaxe.pdf
- Manual de compostaje de la FAO: www.fao.org/3/a-i3388s.pdf
- Compostaje Diputación de Granada: www.compostajegradana.es
- Manual Diputación de Granada: www.a21-granada.org/red-gramas/images/Manual.de.Compostaje
- IteC, Información de productos y sistemas: itec.es/metabase/productos-sostenibles/
- IteC, Base de datos BEDEC: metabase.itec.cat/vide/es/bedec
- OpenDAP, Base de datos de carácter ambiental para productos de la construcción: www.opendap.es

6. Registros

Existen diferentes sellos que certifican los aspectos descritos, asignando un sello de certificación, o de diferentes grados de cumplimiento, que obedecen a distintos conceptos, tanto en la fase de proyecto como del edificio acabado. Estos sellos son:



Passivhaus passivehouse.com: parte de un concepto nacido en los años ochenta en Alemania. Se basa en un excelente aislamiento térmico y a la estanqueidad de los edificios (normalmente de uso residencial), usando las fuentes internas de calor y el intercambio de calor en la ventilación, mediante un sistema de ventilación controlada con recuperación de calor. Además de las recomendaciones y los materiales propios del sistema, desarrollado por el Passivhaus-Institut, existe la posibilidad de certificar el proyecto con el sello Passivhaus.



MINERGIE www.minergie.ch: es un standard creado en suiza y gestionado por una asociación sin ánimo de lucro. Las edificaciones Minergie se caracterizan por una demanda energética muy reducida y el máximo uso posible de energías renovables. Además de tres sellos posibles durante la fase proyecto (Minergie, calidad y eficiencia; Minergie-P, más confort y mejor eficiencia; Minergie-A, independencia gracias a la producción propia de energía), hay otro que abarca la fase de proyecto y construcción (ECO, salud y construcción ecológica). También existen otro para la calidad en la fase de edificación y otro para la fase de utilización del edificio.



LEED www.usgbc.org: este sello o certificado es el acrónimo del nombre en inglés de Leadership in Energy & Environmental Design (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental), creado en los años noventa por el US Green Building Council. La certificación se basa en una evaluación de la sostenibilidad de la edificación valorando su impacto en 5 áreas principales: emplazamiento sostenible, protección y eficiencia del agua, eficiencia energética y energías renovables, conservación de materiales y recursos naturales y calidad del ambiente interior. Según se obtengan puntuaciones en cada apartado, se obtiene un nivel de certificación: Certificado simple, Plata, Oro y Platino.



BREEAM www.breeam.es: es el acrónimo de Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology y es un método de evaluación y certificación de la sostenibilidad de la edificación. Favorece una construcción más sostenible que se traduce en una mayor rentabilidad para quien construye, opera y/o mantiene el edificio;

la reducción de su impacto en el medio ambiente; y un mayor confort y salud para quien vive, trabaja o utiliza el edificio, evaluando impactos en 10 categorías (Gestión, Salud y Bienestar, Energía, Transporte, Agua, Materiales, Residuos, Uso ecológico del suelo, Contaminación, Innovación) y otorga una puntuación final tras aplicar un factor de ponderación ambiental que tiene en cuenta la importancia relativa de cada área de impacto. comprende las distintas fases de diseño, construcción y uso de los edificios y dispone de esquemas de evaluación y certificación en función de la tipología y uso del edificio.

El método particulariza los sistemas y criterios de evaluación y certificación de la sostenibilidad dependiendo de las distintas tipologías edificatorias y su uso, a fin de optimizar la evaluación del rendimiento de los distintos tipos de edificios y/o territorios. BREEAM, además, reconoce las distintas exigencias de sostenibilidad de acuerdo a las distintas fases de la edificación desde el proyecto hasta la ejecución de la obra y su posterior mantenimiento. Los resultados se traducen en una puntuación global del siguiente modo: Aprobado, Bien, Muy Bien, Excelente y Destacado.



VERDE gbce.es/certificacion-verde: es una metodología para la evaluación y certificación ambiental de edificios desarrollada por la Asociación GBC España. Para ellos, establece criterios y de reglas para definir los límites y requisitos necesarios para que un edificio pueda obtener la Certificación GBCEspaña–VERDE. El sistema de evaluación sigue la filosofía del CTE y las directivas europeas, basándose en las prestaciones del edificio proyectado. Se evalúan cinco áreas temáticas: selección del sitio, proyecto de emplazamiento y planificación, calidad del espacio interior, energía y atmósfera, calidad del servicio, recursos naturales e impacto socioeconómico.

7. Materiales

Para poder hacer una evaluación de los materiales de construcción según criterios de sostenibilidad y para poder llevar a cabo las estrategias descritas, existen diferentes fuentes de información y certificados. En unos casos son voluntarios y están ensayados, en otros son cálculos o estimaciones sobre los materiales y productos. También hay diferentes estudios sobre la huella de carbono, sobre la reciclabilidad de productos y en general, del impacto sobre el medio ambiente y la salud humana. Al hablar del Análisis de Ciclo de Vida se ha mencionado la base de datos del ItC y en la bibliografía se dan varios documentos de referencia.



DAPcons www.csostenible.net/dapcons?locale=es: Las Declaraciones Ambientales de Producto (DAP) son un programa pionero en España de ecoetiquetado de productos de la construcción siguiendo las directrices europeas y regulado por las normas ISO 14025 y

15804. Es de carácter voluntario y en el encontramos productos y empresas que mantienen un compromiso con la sostenibilidad en la construcción y el medio ambiente. Estas fichas dan un información transparente a los proyectistas y constructores para, a la hora de prescribir productos, conocer a ciencia cierta qué se está

prescribiendo en el proyecto.

Un análisis del ciclo de vida en base a normas armonizadas, es la mejor herramienta con base científica para evaluar el impacto ambiental de los productos de construcción, para lo que es necesaria la utilización de Declaraciones Ambientales de Producto (DAP) verificadas por terceras partes.



BEDEC itec.es/servicios/bedec: en la base de datos del ITeC, además de dar la información habitual de las partidas de obra (precios, rendimientos, descripción y Pliego de Condiciones) nos da información ambiental del producto. Concretamente nos informa del Coste energético en MJ y kW·h y la Emisión de CO₂ por unidad del material (según el descompuesto serán metros cúbicos, metros lineales, kilogramos, unidad o cualquier otra mediada según la partida).

La información que se da es el coste energético en MJ y kW·h y las emisiones de CO₂ por unidad del material (según la partida serán metros cúbicos, metros lineales, kilogramos, unidad o cualquier otra). Desde esta página web se da información sobre las empresas que ofrecen los productos que componen las partidas y de ahí a los posibles certificados de calidad o ambientales de las que disponga.

8. Ejecución

El contenido del proyecto debe contener las determinaciones necesarias para la correcta ejecución según los parámetros descritos en la Instrucción. Puede formalizarse como un anexo o separata a la memoria justificativa, donde además de la evaluación, se describan las medidas, soluciones y estrategias pormenorizadas cuyo objeto sea la mejora en los parámetros de sostenibilidad del proyecto.

9. Ejemplos de buenas prácticas

A continuación se presentan tres experiencias en diferentes puntos de España en los que el proyecto se ha llevado a cabo buscando los mejores índices de sostenibilidad. En ellos encontramos desarrolladas muchas de las estrategias expuestas en la esta instrucción, como el aprovechamiento solar, la gestión y elección de materiales sostenibles, la implantación adecuada según la orientación, el entorno y el programa de necesidades del encargo.

Ventilación natural en edificios docentes en Andalucía

www.construible.es/comunicaciones/potencial-sistemas-ventilacion-natural-pasiva-reduccion-consumo-electrico-proyecto-piloto-colegio-andalucia

- Se trata de un estudio que analiza la gestión de la ventilación en edificios docentes evitando el uso de maquinarias específicas para la ventilación forzada. Cabe destacar que se refiere a las condiciones climáticas de Andalucía, lo cual le da un carácter local a la solución y de adaptación al medio en el que nos encontramos.
- Es muy interesante el cálculo que se hace de los consumos finales, ya que concluyen que si sumamos los consumos de climatización y ventilación mecánica son mayores que en el caso de ventilación natural controlada y climatización como propone el estudio. Se trata por tanto de una mejora en la eficiencia energética y en las condiciones de salubridad de los edificios docentes.

- Explica cómo la interpretación de la normativa ha extendido el uso de la UTA (unidades de tratamiento de aire) frente a la monitorización y automatización de las aperturas de admisión y sistemas de extracción naturales. El estudio se basa en sondas de CO₂ que al alcanzar las 1.000ppm ordenan la apertura de las admisiones de aire de fachada. La expulsión se realiza con shunts que sacan el aire a cubierta de forma natural. De esta forma, la ventilación se realiza con coste cero.
- Se realiza un proyecto experimental en Mairena del Aljarafe.

Revitalización de edificio para Casa de Cáritas en Huelva

www.construction21.org/espana/case-studies/es/revitalizacion-de-edificio-para-casa-de-caritas-en-huelva.html

- Se trata de una rehabilitación para dar una nueva vida a un edificio catalogado por el PGOU, para optimizar unos recursos limitados y para aprovechar una oportunidad por su ubicación, calidad espacial y el encaje de los nuevos usos planteados.
- Se plantea como edificio en el que las estrategias pasivas jueguen a favor. Para ello se hace un análisis previo y se plantean medidas correctoras, como mejorar el aislamiento de los cerramientos opacos y las carpinterías.
- Se usa la energía solar para la producción de ACS y de calefacción. La ventilación y la refrigeración se optimizan, incluyendo máquinas de VRV por un lado y ventiladores de techo por otro, que cubren las necesidades de refrigeración gran parte del año sólo con mover el aire de las habitaciones.
- Se usa iluminación eficiente con lámparas LED de 19w.
- Se hace un estudio energético del edificio previo a la reforma y posterior, obteniéndose una mejora del 200% en calefacción respecto al inicio y del 96% respecto al edificio de referencia.

Oficina de Triodos Bank en Málaga

www.construction21.org/espana/case-studies/es/oficina-de-triados-bank-en-malaga.html

- Se trata de una adaptación de un local existente en el centro de la ciudad.
- En el proyecto se hace el análisis de ciclo de vida de los materiales en sus fases de fabricación, construcción, uso y fin de vida. Para ello se ha usado la herramienta “Ecómetro” (ecometro.org). Se han compensado las emisiones de CO₂ con proyectos de reforestación en Nicaragua.
- Se contrata la electricidad con una empresa que garantiza que el 100% es de fuentes renovables.
- Se controla la distribución en función de la iluminación natural, controlando además mediante un sistema DALI la iluminación artificial para reducir los consumos.
- Se han usado materiales ecodiseñados, como el aislamiento de suelo con SUROLITA (corcho+cemento); Aislamiento de paredes y techo con CELULOSA PROYECTADA; Aislamiento de techo con THERMOCAL; Pavimento y revestimiento de paredes de BALDOSA HIDRÁULICA de MOSAISTA (artesanal); Pavimento de GUIJARRO NATURAL; Pavimento y revestimiento de paredes de baldosa cerámica de MATIMEX (con áridos reciclados); Madera de castaño con certificado FSC para mobiliario, lu-

minarias y carpinterías Revestimiento de paredes con capa fina de barro de EMBARRO; Revestimiento de paredes con pintura de arcilla de ECOCLAY; Placa de cartón-yeso KNAUFJARDÍN VERTICAL.

- La climatización es de alta eficiencia, combinada con un sistema de ventilación VRV y zonificada en 4 áreas. El consumo de ACS es casi nulo por el uso de oficina de banca.

10. Evaluación y seguimiento

Para evaluar la sostenibilidad de un proyecto de arquitectura nos basaremos en sistemas de evaluación y certificación existentes, algunos obligatorios y otros voluntarios. Esto lo haremos a partir de los criterios de evaluación para la obtención de la Certificación VERDE según la herramienta VERDEQ Equipamiento (o vivienda si es el caso), que nos dará seis criterios a evaluar y uno más según la innovación. Nos da un resultado en “hojas” obtenidas, siendo cinco el máximo posible.

En el caso de los criterios que se evalúan según la metodología VERDE, asociándose a una serie de impactos, lo que genera una matriz que relaciona impactos con criterios y les asigna un peso. Finalmente, tras cumplimentar las hojas correspondientes, se dan tres resultados:

- **Informe del resultado:** indica el número de hojas obtenido y la valoración por áreas y criterios.
- **Resultado por impactos:** Donde se explica la valoración obtenida en cada uno.
- **Indicadores:** da un valor cuantitativo de los indicadores evaluados.

La metodología pormenorizada se puede ver en la guía de la herramienta VERDEQ Equipamiento. En dicha guía nos explican, criterio a criterio, su contexto (donde explican el criterio de forma razonada), qué indicadores son afectados por ese criterio, el objetivo de evaluación, y su campo de aplicación (obra nueva, rehabilitación, existente o mixto). Luego nos indica paso a paso cómo valorar el criterio y qué documentos justificativos se deberían aportar en caso de quererlo certificar, acabando con un ejemplo práctico.

Los criterios a evaluar no son los indicadores finales. Dada la complejidad que requieren el cálculo de los valores de los indicadores, se opta por tener una **evaluación en función de los criterios** y hacer el **seguimiento según la evolución de los indicadores**, que son un segundo proceso de los datos evaluados que realiza la hoja de cálculo.

Parcela y emplazamiento

Los criterios de esta área evalúan medidas relacionadas con:

- Proximidad al transporte público
- Proximidad a equipamiento y servicios
- Facilidades para la bicicleta
- Clasificación de RSU
- Gestión y Restauración del hábitat
- Uso de plantas para crear sombras
- Efecto isla de calor
- Contaminación lumínica

Energía y Atmósfera

Evalúa los impactos generados por el consumo de energía en todo el ciclo de vida del edificio. Abarca, desde la producción de los materiales de construcción y su traslado a obra, hasta la energía consumida por el uso del edificio. Los criterios de esta área evalúan medidas relacionadas con:

- Demanda de calefacción y refrigeración
- Consumo de energía primaria no renovable
- Emisiones de CO₂ por procesos de climatización y ACS
- Demanda de energía eléctrica en fase de uso
- Emisiones de No_x en calderas de combustión
- Elección responsable de refrigerantes

Recursos naturales

El edificio consume y gestiona recursos naturales que son críticos bien por su escasez, bien por los impactos generados en su gestión. En éste área se evalúa el consumo e impactos generados en la gestión de estos recursos. Los criterios de esta área evalúan medidas relacionadas con:

- Consumo de agua en aparatos sanitarios
- Necesidad de riego en jardines
- Consumo de agua en zonas comunes
- Uso de aguas no potables
- Uso de materiales reciclados
- Uso de materiales obtenidos de recursos sostenibles
- Uso de materias locales
- Uso de materiales obtenidos de recursos sostenibles
- Planificación de una estrategia de demolición selectiva
- Gestión de los recursos de construcción
- Impacto de los materiales de la construcción
- Ecoetiquetado de producto

Calidad del ambiente interior

Un edificio respetuoso con el medio ambiente debe también garantizar la salud y el bienestar de los usuarios. Para ello es importante diseñar y construir edificios que aseguren una alta calidad en su interior. Los criterios de esta área evalúan medidas relacionadas con:

- Limitación de las emisiones de COVs
- Eficacia de la ventilación natural
- Iluminación natural
- Protección frente al ruido

Aspectos Sociales y Económicos

La labor social de los edificios, más allá del cumplimiento de su función de acogernos, se evalúa en una serie de criterios que nos recuerdan que el hombre es central dentro de la sostenibilidad. Por supuesto son también fundamentales los aspectos económicos que afectan a promotores, usuarios y propietarios. Los criterios de esta área evalúan medidas relacionadas con:

- Acceso universal
- Derecho al sol
- Acceso a espacios abiertos privados
- Derecho a la intimidad
- Coste de construcción

Concepto de Calidad

El diseño del edificio debe ser un beneficio para los usuarios además de un valor añadido de calidad. Pero un buen diseño debe de ser eficiente y ejercer una labor didáctica a aquellos que lo usan, lo visitan o leen en publicaciones sobre él, siendo la experiencia arquitectónica enriquecedora. La divulgación de las buenas prácticas genera conocimiento y conciencia en el sector extendiendo y normalizando una práctica eficiente y responsable con el medio ambiente y con las personas usuarias. Del mismo modo, la gestión del edificio se hace más eficiente cuando se cuenta con sistemas de control para la automatización, monitorización y control de las instalaciones. Además la gestión del edificio necesita de la documentación de proyecto necesaria para posteriores gestiones. Los criterios de esta área evalúan medidas relacionadas con:

- Eficiencia de los espacios
- Sistema de gestión del edificio (BMS)
- Custodia de la documentación del proyecto
- El edificio como una herramienta para la educación

Innovación

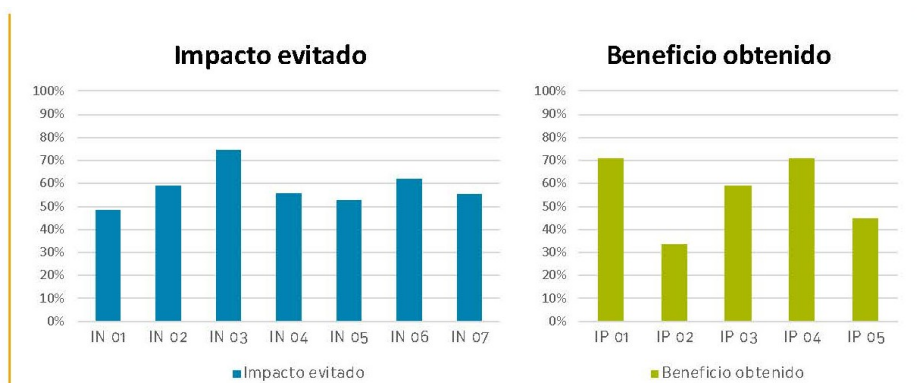
La sostenibilidad constituye uno de los vectores de investigación, desarrollo e innovación más importantes de las empresas. Cada día nuevos materiales y sistemas se ponen en el mercado para mejorar el comportamiento de los edificios y aumentar sus prestaciones a la vez que disminuyen su impacto medioambiental. Por ello, todas las herramientas reconocen el valor de la innovación en materiales y soluciones constructivas. En este punto se incluyen propuestas de innovación que sean aceptadas.

11. Propuesta de indicadores

Se propone seguir la metodología que proporciona el Green Building Council España (GBCEspaña) para la certificación “Verde”, agrupando en 7 bloques los indicadores, denominados “impactos” en la metodología de la certificación “Verde”. La herramienta, tras el proceso de evaluación previo nos proporcionará dos hojas de resultados. La primera “Conjunto de indicadores e impactos”, donde se representan los impactos negativos evitados y los impactos positivos obtenidos, y otra hoja de **“Indicadores ambientales”, que son el indicador que se propone.**

En la matriz mencionada en la evaluación se relacionan los diferentes criterios evaluados con los impactos. La herramienta asigna un valor a cada impacto según el valor que se evalúa, dando un peso a cada impacto que se relaciona con el criterio evaluado. Los impactos negativos se expresan en forma de “Impacto Evitado” en tanto por ciento del impacto evitado. Los impactos positivos se evalúan también en tanto por ciento del beneficio obtenido. Estos impactos son:

- Impactos negativos:
 - Cambio climático.
 - Emisiones a la atmósfera, tierra y agua.
 - Cambios en la biodiversidad.
 - Agotamiento de energía no renovables.
 - Agotamiento de agua potable.
 - Agotamiento de recursos materiales.
 - Generación de residuos.
- Impactos positivos:
 - Impactos sobre el vecindario.
 - Accesibilidad.
 - Salud y confort.
 - Aspectos económicos del resultado.
 - Ahorro en el coste del ciclo de vida.



Los indicadores de cada impacto ambiental vienen dados para las etapas de producto, construcción uso y final de vida. **En esta instrucción se usarán como indicadores los obtenidos para estos impactos en la fase denominada “Etapa de producto” y “Etapa de fin de vida”:**

- **Cambio climático.** Se da en Kg de CO₂eq/m². En cada etapa se evalúa su alcance en los materiales y en el acondicionamiento térmico para la etapa de uso.
- **Agotamiento de energía.** Se da en kW/m². En cada etapa se evalúa su alcance en los materiales y en el acondicionamiento térmico para la etapa de uso.
- **Agotamiento de agua.** Se da en m³/m². En cada etapa se evalúa su alcance en los materiales y en el acondicionamiento térmico para la etapa de uso.

INDICADORES AMBIENTALES					
Impacto	Indicador anual	Etapas	Alcance	Referencia	Objeto
IN 01 Cambio climático	Kg CO ₂ eq/m ²	Etapas de producto	Materiales	115,87	85,62
		Etapas de proceso de construcción	Materiales	87,22	56,85
		Etapas de uso	Calefacción, refrigeración y ACS en uso	65,32	34,26
			Materiales		
		Etapas de fin de vida	Materiales	22,12	19,84
		TOTAL		268,41	196,57
IN 04 Agotamiento de energía	kWh/m ²	Etapas de producto	Materiales	92,70	68,50
		Etapas de proceso de construcción	Materiales	69,78	45,48
		Etapas de uso	Calefacción, refrigeración y ACS en uso	48,99	25,70
		Etapas de fin de vida	Materiales	17,70	15,87
		TOTAL		211,46	139,67
IN 05 Agotamiento de agua	m ³ /m ²	Etapas de producto	Materiales	29,88	15,64
		Etapas de proceso de construcción	Materiales	12,56	9,68
		Etapas de uso	Uso de sanitarios y necesidades de riego.	5,74	3,42
		Etapas de fin de vida	Materiales	4,12	2,56
		TOTAL		48,18	28,74
IN 07 Generación de residuos no peligrosos	m ³ /m ²	Etapas de producto	Materiales	6,32	4,51
		Etapas de proceso de construcción	Materiales	1,26	0,75
		Etapas de uso	Materiales	4,23	2,69
		Etapas de fin de vida	Materiales	0,98	0,64
		TOTAL		11,81	7,95

Por último, recordar la importancia de **usar como indicadores principales las emisiones de gases de efecto invernadero y el consumo de agua del edificio**, ya que en la Ley 8/2018, de 8 de octubre, de medidas frente al cambio climático y para la transición hacia un nuevo modelo energético en Andalucía, en referencia a la Contratación Pública y Presupuestos, en su artículo 30 “Contratación Pública Verde” dice expresamente:

f) En los contratos de obra y suministros del sector público se promoverán, al menos, la mejor relación coste-eficacia, usándose el cálculo del coste del ciclo de vida para la determinación de los costes; el consumo energético casi nulo en los nuevos proyectos de construcción de instalaciones y edificaciones; la incorporación de fuentes de energía renovable en las instalaciones y edificaciones o terrenos colindantes o adyacentes; la sostenibilidad de los materiales de construcción, y la optimización del consumo de recursos hídricos en todas las fases de construcción y funcionamiento.

g) En los contratos de alquiler o adquisición de inmuebles se tendrán en cuenta criterios de adjudicación que incidan en la eficiencia, el ahorro energético y en el uso de energías renovables. De igual forma, para valorar la oferta económica más ventajosa incluirán necesariamente la cuantificación económica del consumo energético correspondiente a la calificación energética del edificio o instalación. A tal efecto, los pliegos especificarán la forma de cálculo de dicho criterio, que siempre irá referido a la vida útil del inmueble o el periodo de alquiler.