Herramienta de ayuda al diseño para una edificación más sostenible

HADES

versión beta

Manual del usuario

GBCe

green building council españa

Titulo:

Herramienta de Ayuda al Diseño para una Edificación más Sostenible HADES (versión beta). Manual del usuario

Autor:

La siguiente publicación ha sido elaborada por el Equipo Técnico del Green Building Council-España (GBCe), en el marco del Convenio suscrito con la Fundación Agustín de Betancourt, y con la colaboración del Grupo de Investigación ABIO de la Universidad Politécnica de Madrid (ABIO-UPM).

Trabajo desarrollado dentro del Convenio firmado entre la Secretaría de Estado de Vivienda y Actuaciones Urbanas, (Ministerio de Fomento) y GBCe.

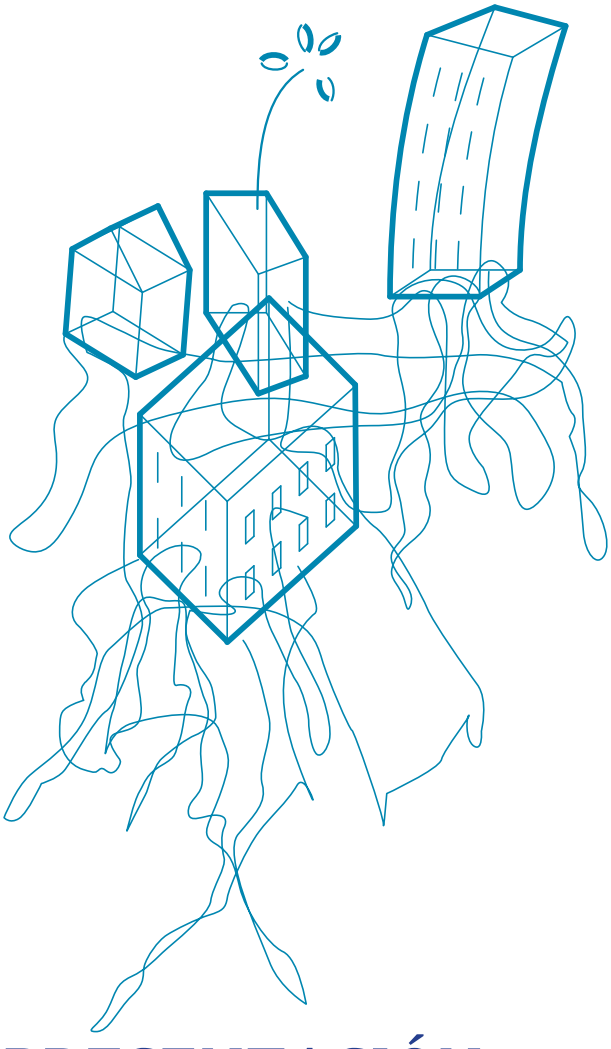
GBCe

Paseo de la Castellana, nº 114 4º 7

28046 Madrid

http://www.gbce.es/

Madrid, septiembre 2011



PRESENTACIÓN Y PRÓLOGO

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARIA DE ESTADO DE VIVIENDA Y ACTUACIONES URBANAS

Cuando Green Building Council España nos propuso participar en el desarrollo de HADES, desde la Secretaría de Estado de Vivienda y Actuaciones Urbanas, tuvimos muy claro desde el principio la oportunidad y la necesidad de esta herramienta.

Desde hace tiempo, la política de nuestro Gobierno ha tenido clara la necesidad de apostar por la sostenibilidad en todos los sectores de la economía española. Especialmente en sectores donde el gasto energético es mayor, y aún más importante, donde las posibilidades de ahorro y mejora son mayores y a menor precio.

En este sentido, nuestros esfuerzos desde esta Secretaría de Estado van encaminados a contribuir de manera sustancial a que nuestro país sea capaz de cumplir con los compromisos medioambientales que ha adquirido a nivel internacional, y por tanto apoya de manera decidida todas las iniciativas que, como es el caso de HADES, van encaminadas a convertir la sostenibilidad en cualidad irrenunciable de la edificación, tanto en los aspectos ambientales, como en los económicos y los sociales.

Los objetivos de las políticas llevadas a cabo por nuestra Secretaría de Estado, se llevan a cabo de manera integrada e interdependiente, a través de procesos de concertación y consenso y colaboración de las administraciones, así como de los agentes sociales y económicos implicados, como es el caso de nuestra colaboración con la organización Green Building Council España.

HADES puede constituir además, una herramienta importante para capacitación de profesionales del diseño y la realización de proyectos, mejorando las perspectivas de empleo en el corto y medio plazo en un sector especialmente castigado por la crisis económica y el desempleo.

Creemos firmemente que con herramientas como HADES, la sostenibilidad y la eficiencia energética pueden formar parte de proyectos de nueva planta y de rehabilitación desde sus primeros momentos. Su función de guía al proyectista facilita la labor del profesional y el éxito de las medidas a tomar para mejorar el comportamiento ambiental de edificios de vivienda.

Medidas como esta consiguen colocar a España a la cabeza en investigación, innovación y desarrollo de un sector puntero y sostenible.

Beatriz Corredor Sierra

Secretaria de Estado de Vivienda y Actuaciones Urbanas

Desde Green Building Council España, en cumplimiento de nuestro objetivo fundacional de dotar a la sociedad de herramientas para la evaluación de la sostenibilidad en la edificación y en definitiva de impulsar el cambio hacia una edificación más sostenible, presentamos HADES; una herramienta para la ayuda en las primeras fases del diseño de edificios.

Este nuevo proyecto no habría sido posible sin el impulso decidido del Ministerio de Fomento a través de la Secretaría de Estado de Vivienda y Actuaciones Urbanas, a quien agrademos su apoyo y compromiso firme con la sostenibilidad en la edificación.

HADES, es una herramienta para la ayuda al diseño desde sus primeras fases. Nuestro interés es que sirva a arquitectos y profesionales para que la sostenibilidad sea una cualidad en la edificación desde el primer momento. Una cualidad imprescindible e irrenunciable, que mejora la calidad de vida de sus usuarios, respeta los valores medioambientales, todo ello sin aumentar el coste de construcción.

Conocer desde los primeros pasos de un proyecto los criterios que ayudarán a mejorar su comportamiento así como a reducir su impacto en el medio ambiente contribuye a que las medidas formen parte del diseño y faciliten la viabilidad económica de las mismas.

HADES, está basada en la metodología VERDE, desa rrollada por GBCe, de medida, evaluación y certificación de la sostenibilidad en la edificación. Confirma esto nuestra certeza de que VERDE configura para nosotros una espina dorsal, un lenguaje que articula nuestro conocimiento y estructura la formación en torno a la sostenibilidad en la edificación.

HADES no es una herramienta cerrada, en nuestros planes está su mejora continua fruto de su uso y de la evolución de la propia herramienta VERDE en la que se basa, y en una extensa red de expertos y actores cualificados del sector, articulados a traves de GBC para contribuir a su constante evolucion y puesta al dia.

Estamos convencidos de que esta herramienta se convertirá en un instrumento de utilidad para arquitectos, y el resto de profesionales involucrados en el diseño de edificios.

Felipe Pich-Aguilera

Presidente de Green Building Council España (GBCe)

Qué es GBC España

Green Building Coucil España (GBCe) es una organización sin ánimo de lucro, asociada a "World Green Building Council", WGBC, de la que constituye el Consejo español.

Así mismo, trabaja en el marco de la Asociación "International Iniciative for a Sustainable Built Environmzent", iiSBE, con sede en Ottawa (Canadá), de la cual constituye el Capítulo Español.

La Asociación "**GREEN BUILDING COUNCIL ESPAÑA**", o "CONSEJO PARA LA EDIFICACIÓN SOSTENIBLE de ESPAÑA", es de ámbito estatal español, y aplica la totalidad de sus rentas e ingresos, cualquiera que sea su procedencia, al cumplimiento de sus fines.

Los fines y objetivos fundamentales de la asociación GBCe, en línea con los de la Asociación Internacional WGBC, son los siguientes:

a. Realizar actividades tendentes a favorecer el reconocimiento de la sostenibilidad de los edificios que encaucen el mercado inmobiliario hacia un mayor respeto a los valores medioambientales, económicos y sociales que abarca el desarrollo sostenible;

b. Proporcionar al sector metodologías y herramientas actualizadas y homologables internacionalmente que permitan de forma objetiva la evaluación y certificación de la sostenibilidad de los edificios, adaptadas a las necesidades españolas en general y a las de áreas geográficas concretas en particular;

c. Desarrollar actividades de cooperación e investigación en los ámbitos nacional e internacional en la búsqueda de mejoras en el campo de la edificación sostenible mediante el desarrollo y gestión de herramientas y métodos fiables y actuales que permitan la valoración y certificación de la calidad ambiental de la obra, en sus diversas fases; diseño, materiales, construcción y vida útil;

d. Colaborar con las administraciones públicas, universidades, corporaciones profesionales, entidades y asociaciones nacionales e internacionales en la difusión de los principios y las buenas prácticas en el diseño y construcción de edificios sostenibles.

e. Contribuir a la transformación del mercado hacia una edificación más sostenible.

Desde GBCe ofrecemos el servicio de Certificación Medioambiental de Edificios de conformidad con la metodología de evaluación VERDE a través de la marca: VERDE

Todas las actuaciones de GBCe como entidad de certificación de edificios se rigen por los principios de Imparcialidad, Competencia Técnica, Responsabilidad, Transparencia y Confidencialidad.

Derechos de autor

El presente documento ha sido elaborado por el Equipo Técnico de ©GBCe bajo convenio subscrito entre la Asociación GBCe (anteriormente iiSBE-España) y el Ministerio de Fomento (anteriormente Ministerio de Vivienda) para desarrollar los trabajo previstos en el "Programa sobre Edificación Sostenible 2009",y tiene todos los derechos reservados.

No se permite la difusión, comercialización o reproducción total o parcial de este documento, por cualquiera de los sistemas de difusión existentes, sin la autorización previa por escrito de GBCe.

Límite de responsabilidades

Ninguna de la partes implicadas en la elaboración del presente manual, incluyendo GBCe, sus miembros, personal, colaboradores, asociados o patrocinadores, asume ninguna obligación o responsabilidad hacia el usuario por la veracidad, integridad, uso o derivados de cualquier información contenida en el Manual del Usuario, o por cualquier perjuicio, pérdida o daño (incluyendo, sin ninguna limitación, las modificaciones o nuevas versiones) derivados de su uso. Incluso cuando la información contenida en la Manual del Usuario sea susceptible de actualizarse y completarse, no se garantiza de ninguna forma, ya sea explícita o implícitamente la exactitud o exhaustividad de la misma o su idoneidad para cualquier propósito particular.

Como condición de uso, el lector renuncia a reclamar y/o demandar, ahora o en el futuro, a GBCe, sus miembros, personal, colaboradores, asociados y patrocinadores por cualquier daño o perjuicio que pudiera ser infringido por el uso correcto o incorrecto del presente documento.

Marca comercial

GBC España es marca registrada

Herramienta de Ayuda al Diseño para una Edificación más Sostenible HADES. Manual del usuario.

Edición 2011.

Nota del Autor. Esta versión ha sido elaborada de acuerdo con la normativa y la reglamentación en vigor en enero 2011. Futuras modificaciones normativas o reglamentarias se introducirán en futuras versiones.

Agradecimientos

La Guía del Usuario de la Herramienta de Ayuda al Diseño, ha sido realizada gracias al esfuerzo y el trabajo de muchos colaboradores voluntarios, miembros y asociados de GBCe. Entre ellos queremos agradecer a las empresas fabricantes de productos y sistemas constructivos que han colaborado en la realización de las fichas para las Especificaciones Técnicas de las medidas medioambientales. Un agradecimiento especial a la colaboración del Grupo ABIO de la UPM y en específico a Javier Neila, coordinador del grupo de investigación, Mariana Chanampa, M. Isabel Touceda y Mercedes Oviedo cuya colaboración ha sido imprescindible para la realización del documento.

Nuestro agradecimiento también a aquellos profesionales que han ayudado en la supervisión de la herramienta y cuya colaboración es fundamental para la mejora continua de HADES, Bruno Sauer, Margarita Luxán, Gloria Gómez Muñoz, Emilia Román López, Mª Jesús González, Gerardo Wadel y Emilio Miguel Mitre.

Créditos

Director de proyecto:

Manuel Macías, director técnico de GBCe

Coordinación y redacción de proyecto:

Irina Tumini, responsable de Desarrollo de GBCe

Omar Tabuyo

Raquel Díez Abarca

Grupo ABIO:

Javier Neila González, Director del grupo ABIO

Mariana Chanampa

Mª.Isabel Touceda

Mercedes Oviedo

Diseño de Portada

Iván Pajares Sánchez

Diseño y Maquetación

Mª Dolores Huerta Carrascosa

ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y PRÓLOGO 3

Presentación de Beatriz Corredor, Secretaria de Estado de Vivienda y Actuaciones Urbanas, Ministerio de Fomento....4

Presentación de Felipe Pich-Aguilera, presidente de Green Building Council España, (GBCe)....5

Qué es GBC España 6

Derechos de autor 7

Límite de responsabilidades 7

Marca comercia 7

Agradecimientos 8

Créditos 8

INTRODUCCIÓN....13

Objeto del trabajo 14

Objetivos....14

Metodología 15

Metodología del trabajo 15

La metodología VERDE para la certificación 15

La metodología VERDE en la Herramienta de Ayuda al Diseño: HADES 18

Estructura del documento 20

Manual del usuario 20

Anejo complementario....20

MANUAL DE USO DE HADES 21

Uso de la Herramienta de Ayuda al Diseño....22

HADES 22

Datos 22

Criterios 22

Fichas de criterios 23

Resultados....26

Los criterios evaluados por HADES....27

CRITERIOS Y MEDIDAS....29

PE 1 Uso de plantas autóctonas....31

Uso de plantas autóctonas....32

Xerojardinería 33

EA 1 Consumo de energía no renovable durante la fase de uso. Demanda y eficiencia energética de los sistemas de calefacción, climatización y de producción de agua caliente sanitaria (ACS) 35

Inercia Térmica....37

Aislamiento térmico y su colocación....39

Cubierta ajardinada ecológica 40

Diseño para la protección solar 41

Captación solar: invernadero....42

Caldera de Condensación 43

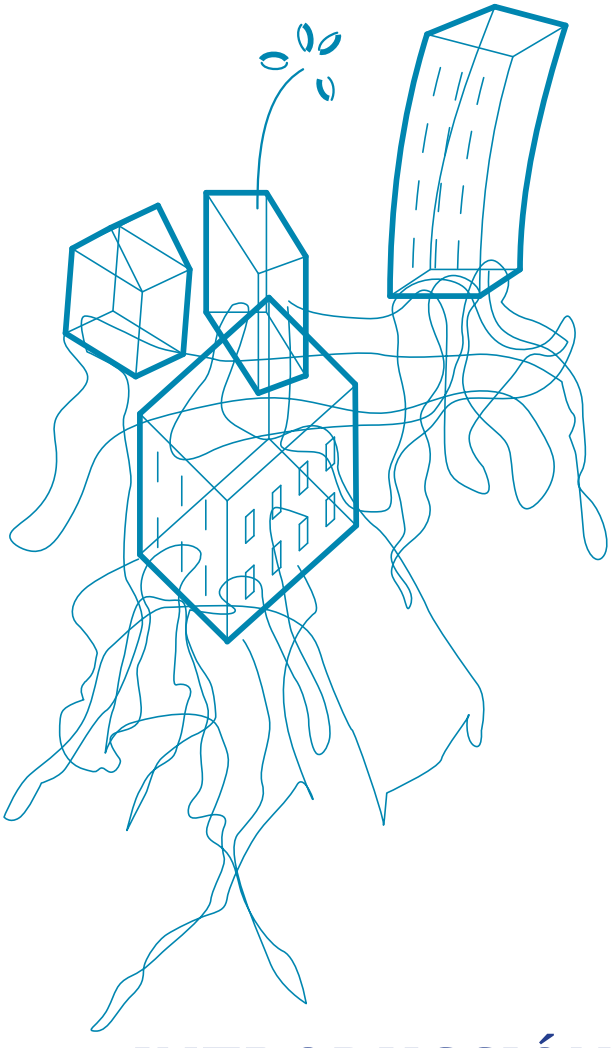
Caldera de biomasa 44

Condensador evaporativo SEC 46
EA 2 Demanda de energía eléctrica en la fase de uso (electrodomésticos, iluminación, ascensores y equipos) 47
Sistema de iluminación eficiente 49
Electrodomésticos eficientes 50
Electrodomésticos eficientes 51
EA 3 Producción de energías renovables en la parcela 53
Paneles fotovoltaicos 54
Sistema de calefacción a baja temperatura generado con paneles solares 55
EA 4 Emisión de sustancias foto-oxidantes en procesos de combustión 57
RN 1 Consumo de agua potable 59
Reductor de caudal para grifos 60
Riego por goteo 61
Reductor para duchas 63
Cisternas eficientes 64
RN 2 Recuperación y reutilización de aguas grises 65
Sistema de tratamiento de aguas grises 66
RN 3 Impacto de los materiales de construcción. Reutilización y uso de materiales reciclados 67
Uso de materiales reciclables al fin de la vida útil 69
Uso de materiales reutilizados en la construcción 70
Uso de materiales reciclados: perfiles plásticos extruidos 71
Uso de materiales reciclados: pavimentos de caucho 72
Uso de materiales reciclados: hormigones estructurales y no estructurales 73
Elección de materiales con bajo impacto en su proceso de fabricación.Declaraciones ambientales de producto DAP 74
Elección de materiales con bajo impacto en su proceso de fabricación: Aislantes térmicos naturales 76
Aumento de la Vida Útil de la estructura 77
RN 4 Desmontaje, reutilización y reciclado al final del ciclo de vida 79
Uso de sistemas constructivos en seco 80
Uso de elementos prefabricados 81
Uso de sistemas reutiliazables para elementos de conexión vertical, forjados y elementos estructurales verticales 82
AI 1 Eficiencia de la ventilación en áreas con ventilación natural 83
Confort térmico en los espacios con ventilación natural 84
AI 2 Iluminación natural 87
Iluminación natural adecuada: Evitar obstrucciones solares 89
Techo y paredes blancos o muy claros 90
Light pipes - Tubos de luz 91
EC 1 Coste de construcción 92
Coste de construcción 93

ANEJO COMPLEMENTARIO 95

Parcela y Emplazamiento 97
Estrategias para la clasificación y el reciclaje de residuos sólidos urbanos (RSU) 97
Uso de arboles para crear áreas de sombra 99
Efecto de la isla de calor a nivel del suelo 99

Efecto de la isla de calor a nivel de la cubierta 100
Contaminación lumínica 100
Energía y Atmósfera 103
Uso de energía no renovable en los materiales de construcción....104
Energía no renovable en el transporte de los materiales de construcción....105
Recursos Naturales 107
Retención de aguas de lluvia para su reutilización 107
Impacto de los materiales de construcción. Residuos de construcción 108
Calidad del Ambiente Interior....109
Toxicidad de los materiales de acabado interior 110
Confort térmico en espacios con ventilación natural....111
Protección de los recintos protegidos frente al ruido procedente del exterior....112
Protección de los recintos protegidos frente al ruido generado en los recintos de instalaciones 113
Protección de los recintos protegidos frente al ruido generado en recintos no pertenecientes a la misma unidad de uso 114
Calidad del Servicio 115
Eficiencia de los espacios 115
Desarrollo e implementación de un plan de gestión de mantenimiento....115
Aspectos sociales y económicos 117
Acceso universal 117
Derecho al Sol....118
Acceso a espacios abiertos privados desde las viviendas....118
Protección del interior de las viviendas de las vistas desde el exterior 119
Coste de explotación....119



INTRODUCCIÓN

Objeto del trabajo

La Herramienta de Ayuda al Diseño para una Edificación más Sostenible (HADES) nace con el objetivo de guiar a los promotores y proyectistas en el diseño de edificios que incorporen criterios de sostenibilidad. Concebida para ser utilizada durante las primeras fases de proyecto, HADES concretiza el enfoque transversal del desarrollo sostenible integrando sus tres aspectos fundamentales: medioambiental, económico y social.

La herramienta de evaluación VERDE constituye la base metodológica de este trabajo y ha permitido la realización de un estudio de sensibilidad para edificios multirresidenciales a través del cual se han seleccionado los aspectos más influyentes en la sostenibilidad de un edificio de viviendas.

Igualmente, en HADES la normativa juega un papel fundamental. La entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006 de 17 de marzo), responde fundamentalmente a una nueva exigencia de sostenibilidad de los procesos edificatorios y urbanizadores, situando las exigencias mínimas a un nivel más alto. En HADES los valores de referencia que se han tomado son los exigidos por la normativa con el objetivo de mejorar su exigencia.

El 30 Noviembre de 2009 se firma un convenio entre la Asociación GBCe (anteriormente iiSBE-España) y el Ministerio de Fomento (anteriormente Ministerio de Vivienda) para desarrollar los trabajos previstos en el "Programa sobre Edificación Sostenible 2009", que cuenta con la realización de una Herramienta de Ayuda al Diseño de Edificación Sostenible. La herramienta debe incorporar un análisis de la reducción de impacto por medidas bioclimáticas, un catalogo de medidas y tecnologías de construcción sostenible, y un programa informático de evaluación de la sostenibilidad.

Objetivos

El convenio entre GBCe y el Ministerio de Vivienda surge de la exigencia de proponer a los proyectistas y promotores una herramienta que sirviera para el diseño de edificios sostenibles y que fuera aplicable desde las primeras fases de toma de decisiones. El planteamiento del proyecto consiste en desarrollar una herramienta, basada en la metodología VERDE de evaluación ambiental de edificios, que permita a los profesionales, disponer de una ayuda en las fases de proyecto para poder utilizar estrategias que minimicen el impacto ambiental de los edificios. El trabajo tiene como principales objetivos:

a. Desarrollar una guía para los proyectistas para el diseño de edificios sostenibles aplicable desde las primeras fases de toma de decisiones.

b. Realizar una herramienta fácil de manejar, intuitiva y con una interfaz amigable.

c. Crear un sistema capaz de evaluar la sostenibilidad de un edificio desde el proyecto básico, acorde a la metodología empleada por la herramienta de evaluación y certificación VERDE.

d. Fijar unas pautas para el diseño de edificios con un bajo impacto medioambiental, social y económico

e. Proporcionar un catálogo de medidas de sostenibilidad a aplicar durante el proceso de diseño.

Metodología

Metodología del trabajo

La herramienta de Ayuda al Diseño se basa en las experiencias acumuladas en la realización y uso de la herramienta VERDE para edificios de Nueva Construcción Multirresidenciales y Oficinas. En el desarrollo del programa se ha intentado aunar la metodología de evaluación basada en el cálculo de reducción de impacto y una herramienta sencilla basada en la aplicación de medidas medioambientales, aplicables en la fase de proyecto básico.

El ajuste de esta herramienta de ayuda al diseño con la herramienta de certificación VERDE se ha realizado mediante la evaluación de un número significativo de proyectos utilizando ambas herramientas. Este análisis de sensibilidad de la herramienta, permite asegurar que los resultados obtenidos mediante la utilización de la herramienta HADES en el diseño del edificio, se aproximan a los resultados obtenibles en la evaluación con la herramienta VERDE-NE (VERDE para Nueva Edificación) para los edificios ejecutados según el proyecto.

Gracias a este análisis de casos reales ha sido posible asignar a cada criterio de la herramienta VERDE NE para edificios Multirresidenciales un peso en relación al impacto generado por el criterio y a la importancia de la categoría de impacto en la herramienta. A partir de los valores obtenidos se ha seleccionado un número de criterios reducidos de forma que representen el 85% de los impactos generados por el edificio.

Aunque la Herramienta de Ayuda al Diseño se base en la herramienta VERDE, los resultados obtenidos no son plenamente comparables con los valores de VERDE. En primer lugar porque en HADES se contempla un número reducido de criterios, y en segundo lugar por el uso para el cual se ha elaborado cada una de ellas.

VERDE calcula la reducción de impacto a partir de los valores de rendimiento, que se pueden estimar en fase de proyecto de ejecución y de su comprobación en la obra construida. HADES se basa en una aproximación a la reducción de impacto de los criterios establecida a través de un estudio estadístico, es de aplicación a la fase de proyecto básico, y la reducción de impacto se calcula en base a la aplicación o no de medidas y estrategias generales de proyecto. El grado de aproximación de la reducción de impacto y las efectivas prestaciones alcanzadas en la fase de ejecución, pueden afectar de forma significativa al resultado final.

A pesar de ello la herramienta HADES resulta una herramienta muy práctica para orientar el proyectista en la fase de toma de decisiones ya que proporciona un listado de medidas y estrategias valoradas en función de su efecto en la reducción de impactos.

La metodología VERDE para la certificación

Como ya se ha señalado en la introducción, la Herramienta de Ayuda al Diseño (HADES) se apoya en la metodología VERDE. Ésta se basa a su vez en el cálculo de la reducción de impactos a partir de la evaluación de criterios en el Análisis del Ciclo de Vida (ACV).

Los criterios son entidades que permiten caracterizar el edificio a través de aspectos específicos (consumo de la energía primaria, emisiones de CO_2, consumo de agua potable, etc.). Para hacer operativa la evaluación de cada criterio, es necesario asociar cada criterio con uno o más impactos y el indicador que suministra un valor numérico y su unidad de medida (kWh/m2 año, Kg CO_2 eq/m2 año, l/persona día).

Con este planteamiento, la metodología VERDE,

basándose en una aproximación al ACV en cada fase, evalúa la reducción de los impactos del edificio y su emplazamiento por la implementación de medidas, tanto en estrategias de diseño como en factores de rendimiento, agrupadas estas medidas en una lista de criterios de sostenibilidad. Para la evaluación de los impactos absolutos, el peso dado a las categorías de impacto está basado en la política medioambiental española y los datos relativos a los indicadores de sostenibilidad, como se refleja en el informe del Observatorio de Sostenibilidad Español.

La relación de impactos analizados en el modelo desarrollado VERDE proviene de una selección de los establecidos por el Grupo 4 de Sustainable Building Alliance (SBA) y son los siguientes:

1. Cambio Climático
2. Aumento de las radiaciones UV a nivel del suelo
3. Perdida de Fertilidad
4. Perdida de vida acuática
5. Emisión de compuestos foto-oxidantes
6. Cambios en la biodiversidad
7. Agotamiento de energía no renovable
8. Agotamiento de recursos no renovables
9. Agotamiento de agua potable
11. Generación de Residuos no peligrosos
16. Perdida de salud, confort y calidad para los usuarios
19. Riesgos y beneficios para los inversores

Nota: Los criterios e impactos evaluados en la herramienta VERDE y en HADES provienen de una selección de un listado amplio de impactos desarrollados por International Initiative for Sustainable Build Environment (iiSBE) para el desarrollo de unos “core indicators”, razón de los saltos en la numeración.

A cada impacto se le ha asignado un peso relacionado con la importancia de dicho impacto en la situación mundial en aquellos impactos globales y con la situación del entorno en aquellos impactos locales y regionales. El valor final de la evaluación se obtiene del valor de impacto reducido en relación a un edificio de referencia para cada impacto, ponderado por su peso (Fig.1).

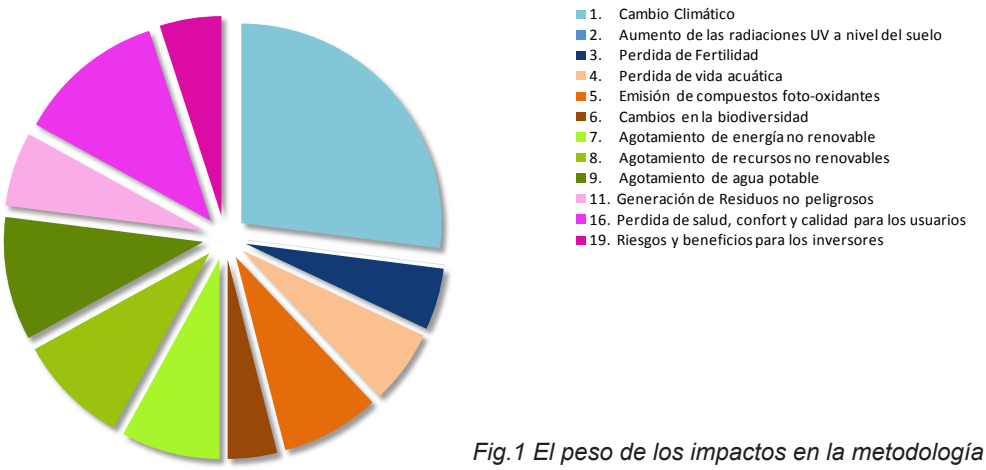


Fig.1 El peso de los impactos en la metodología VERDE

Al igual que en los impactos, los criterios evaluados en VERDE son una parte extraída de la lista de criterios establecidos como resultado del grupo de trabajo para el desarrollo de los "core indicators" para la evaluación de la sostenibilidad en edificios. En VERDE, se extraen un número de criterios: aquellos considerados obligatorios por la Normativa o de relevancia para la evaluación de aspectos esenciales para nuestro contexto.

En VERDE, los criterios se agrupan en categorías. Estos criterios son los siguientes:

Información de Proyecto

Optimización de la vida útil de la estructura

Parcela y Emplazamiento

Estrategias para la clasificación y el reciclaje de residuos sólidos urbanos

Uso de plantas autóctonas

Uso de árboles para crear áreas de sombra

Efecto isla de calor a nivel del suelo

Efecto isla de calor a nivel de la cubierta

Contaminación lumínica

Energía y Atmósfera

Uso de energía no renovable en los materiales de construcción

Energía no renovable en el transporte de los materiales de construcción

Consumo de energía no renovable durante el uso del edificio. Demanda y eficiencia de los sistemas

Demanda de energía eléctrica en la fase de uso

Producción de energías renovables en la parcela

Emisión de sustancias foto-oxidantes en procesos de combustión

Recursos Naturales

Consumo de agua potable

Retención de aguas de lluvia para su reutilización

Recuperación y reutilización de aguas grises

Planificación de una estrategia de demolición selectiva

Gestión de los residuos de la construcción

Impacto de los materiales de construcción distintos del consumo de energía

Calidad del Ambiente Interior

Toxicidad en los materiales de acabado interior

Realización de un proceso de purga

Concentración de CO2 en el aire interior

Limitación de la velocidad del aire en las zonas de ventilación mecánica

Eficiencia de la ventilación en áreas con ventilación natural

Confort térmico en espacios con ventilación natural

Iluminación natural en los espacios de ocupación primaria

Deslumbramiento en las zonas de ocupación no residencial

Nivel de iluminación y calidad de la luz en los puestos de trabajo

Protección de los recintos protegidos frente al ruido procedente del exterior

Protección de los recintos protegidos frente al ruido generado en los recintos

de instalaciones

Protección de los recintos protegidos frente al ruido generado en recintos no pertenecientes a la misma unidad funcional de uso.

Calidad del Servicio

Eficiencia de los espacios

Capacidad de control local de los sistemas de iluminación en áreas de ocupación no residencial

Capacidad de control personal de los sistemas de HVAC en áreas de ocupación no residencial

Desarrollo e implementación de un plan de gestión de mantenimiento

Aspectos sociales y económicos

Acceso universal

Derecho al sol

Acceso a espacios abiertos privados desde las viviendas

Protección del interior de las viviendas de las vistas desde el exterior

Acceso visual desde las áreas de trabajo

Coste de construcción

Coste de uso

La ponderación de las categorías basada en los impactos asociados a los criterios evaluados en cada categoría se muestra en la siguiente gráfica (Fig.2)

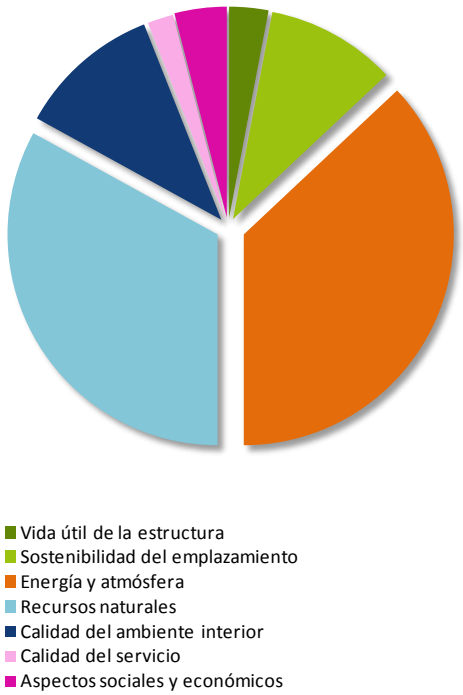


Fig.2 Ponderación de las categorías en la reducción de impactos evaluados por VERDE

La valoración de cada criterio se obtiene a través del cálculo de impacto asociado a las prestaciones obtenida por las medidas de diseño previstas en el proyecto.

La metodología VERDE en la Herramienta de Ayuda al Diseño: HADES

HADES pretende atender a dos objetivos: guiar a los promotores y proyectistas en el intento de diseñar edificios de alto rendimiento ambiental, y permitir realizar una pre-evaluación del proyecto de la forma más objetiva posible. Para ello, el sistema empleado para la herramienta HADES mezcla dos tipos de información; medidas incorporadas a proyecto y los impactos asociados a las medidas.

El proceso de evaluación de la sostenibilidad de un proyecto requiere definir una escala de rendimiento y puntuaciones para poder establecer criterios de ponderación de impactos. Como en la mayoría de los sistemas la herramienta HADES presenta una reducción de impactos y pesos fijos asociados a cada criterio. Esto ofrece simplicidad y facilidad de aplicación al mercado edificatorio, como herramienta de proyecto y de evaluación comparativa entre las diferentes posibilidades de diseño.

A cada criterio se le asocia una puntuación de referencia. Estos valores se establecen a partir de la revisión de la normativa de la región, el análisis de los valores de rendimiento habituales del edificio en la zona, o por consenso entre un grupo de expertos.

En la herramienta HADES, la puntuación se establece de 0% a 100% de reducción de impacto en la forma siguiente: 0%, valor de referencia que corresponde al cumplimiento normativo o la práctica habitual, y 100% que corresponde a la mejor práctica posible con un coste aceptable.

El sistema asigna un peso a los criterios según la reducción de impacto que representa y el peso o ponderación de los impactos asociados al criterio. Los pesos se han obtenido de un estudio de sensibilidad realizado con la herramienta VERDE para edificios multirresidenciales, gracias al cual se han podido calibrar los pesos que asocian los criterios a los impactos y realizar un sistema para la Ayuda al Diseño lo más objetivo posible.

Los **criterios evaluados por HADES** son una selección sobre el listado de criterios que se evalúan en VERDE que tienen relación con la fase inicial de diseño y durante la fase proyectual. Se agrupan del mismo modo que en VERDE y son los siguientes:

Parcela y Emplazamiento

Uso de plantas autóctonas

Energía y Atmósfera

Consumo de energía no renovable durante el uso del edificio. Demanda y eficiencia de los sistemas

Demanda de energía eléctrica en la fase de uso

Producción de energías renovables en la parcela

Emisión de sustancias foto-oxidantes en procesos de combustión

Recursos Naturales

Consumo de agua potable

Recuperación y reutilización de aguas grises

Impacto de los materiales de construcción. Reutilización y uso de materiales reciclados

Impacto de los materiales de construcción. Desmontaje, reutilización y reciclado al final del ciclo de vida

Calidad del Ambiente Interior

Eficiencia de la ventilación en áreas con ventilación natural

Iluminación natural

Aspectos sociales y económicos

Coste de construcción

Estos 12 criterios seleccionados, son responsables del 85% de la reducción de impactos evaluados en VERDE. A su vez, son criterios que se ven influidos por las decisiones tomadas en las etapas iniciales de diseño por lo que es importante tenerlos en cuenta desde esas primeras fases.

La herramienta HADES permite que el proyectista, conjuntamente con el promotor, elija, de entre un número amplio de opciones de diseño del edificio y la eficiencia de los sistemas energéticos, aquellos que sean técnicamente aplicables y económicamente asequibles. La elección de estas medidas y su incorporación en el proyecto de diseño, le permite de forma inmediata contem-

plar las mejoras en la sostenibilidad de su edificio. Para ello se suministran una serie de fichas de soluciones técnicas que permiten guiar al proyectista en el proceso de toma de decisiones.

En dichas fichas, se describen medidas a tomar durante la redacción del proyecto para reducir el impacto ambiental. Cada ficha técnica incluye los siguientes apartados:

- Descripción de la medida
- Beneficios asociados a la medida
- Limitaciones
- Aplicaciones
- Experiencias
- Ejemplo de edificios
- Valoración económica
- Referencias
- Productos

Para la redacción de las fichas se ha contado con la colaboración de empresas fabricantes de productos y sistemas de constructivos que han aportado datos concretos y valoración económica de los mismos.

Estructura del documento

Con este documento se ha querido dar respuesta a dos necesidades. La primera es presentar la herramienta HADES y explicar su funcionamiento, y la segunda es proporcionar a los proyectistas un instrumento para que sirva de ayuda en el diseño de edificios sostenibles desde las primeras fases de toma de decisiones.

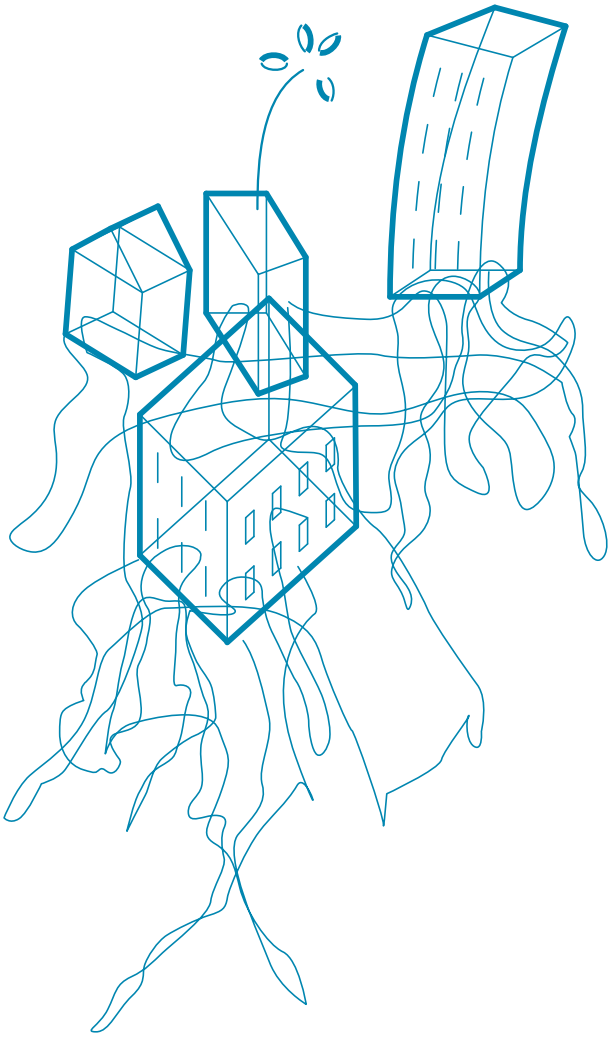
El documento está constituido por un Manual del usuario donde se explica el uso de la herramienta HADES y un Anejo complementario que recoge una información general sobre las áreas y los criterios de evaluación de VERDE para que el proyectista pueda conocer todos los aspectos considerados en el proceso de certificación y que no están incluidos en la Herramienta de Ayuda al Diseño.

Manual del usuario

El Manual del Usuario se compone de una introducción en que se explica los objetivos del trabajo desarrollado, la metodología empleada tanto en la herramienta VERDE como la que usa la herramienta HADES. A continuación se presenta el Manual de Uso de HADES donde se presenta la herramienta informática y los pasos para realizar la evaluación del proyecto. En la tercera parte del documento aparece la descripción de los criterios evaluados en HADES. Para cada criterio se proporciona una información general, el marco normativo de referencia y las medidas que se pueden aplicar para mejorar la sostenibilidad del proyecto. Al final de cada uno se presentan unas fichas técnicas que pueden servir de ayuda a la hora de elegir entre las diferentes opciones de proyecto.

Anejo complementario

Además de la información relativa a la herramienta se ha querido proporcionar a los proyectistas una ulterior información sobre los conceptos de sostenibilidad y en concreto, para aquellos que en un futuro quieran certificar sus proyectos, sobre los criterios que se evalúan en el proceso de certificación VERDE. La información se organiza según las áreas de evaluación de VERDE; para cada área se presentan una descripción general y luego se pasa a la descripción de los criterios haciendo hincapié en la normativa de referencia.



MANUAL DE USO DE HADES

Uso de la Herramienta de Ayuda al Diseño

La Herramienta de Ayuda al Diseño **HADES** está basada en un formato de "check-list" de medidas ambientales, cuya implementación en el proyecto del edificio permite mejorar sus prestaciones ambientales y reducir el impacto asociado.

La versión actual es aplicable solo para edificios multirresidenciales.

Requisitos del Sistema: Microsoft Excel versión 97-2003 con macros habilitados. Esta versión es compatible con otros programas de Hoja de cálculo de software libre. Para consultar las fichas de Especificaciones Técnicas es necesario disponer de una conexión a internet y un explorador web como Mozilla Firefox, Google Chrome, Windows Internet Explorer, etc.

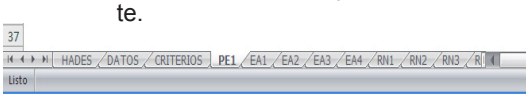
La Herramienta se compone de un archivo Microsoft Excel **HADES**

Para empezar la evaluación, hay que abrir el fichero y guardar un nuevo fichero modificando el nombre antes de empezar el proceso de evaluación (por ejemplo HADES_proyecto).

La evaluación se realiza a partir de un listado reducido de criterios medioambientales, seleccionados del listado empleado en la herramienta de certificación VERDE, indicando las medidas asociadas a cada criterio implementadas en el proyecto del edificio objeto.

Para el manejo de la Herramienta es importante tener a cuenta:

- Sólo las celdas que están en blanco admiten la introducción de datos. Las celdas coloreadas contienen información y los cálculos necesarios para el funcionamiento de la herramienta, y no deben ser borradas o modificadas por el usuario.
- Para desplazarse dentro de la herramienta, avanzar o retroceder en la evaluación, se pueden emplear los botones de desplazamiento o se puede usar la barra de Fichas de Hojas. Pinchando en el nombre de la ficha, se abrirá la hoja correspondiente.



HADES

Es la hoja de bienvenida donde se presenta la herramienta, los contenidos de cada hoja y las direcciones de contacto.

Datos

En la segunda hoja aparece una tabla para la introducción de los datos generales del proyecto objeto de la evaluación (Figura 3). Estos datos sirven para referenciar la evaluación. Los valores aquí introducidos pueden modificarse durante la evaluación sin crear perjuicio al proceso de evaluación o a los resultados finales.

Los datos a introducir son, primero, los relacionados con la localización, y a continuación se tienen que especificar algunos datos relativos al edificio, como las superficies, el número de ocupantes etc.

Criterios

En esta hoja aparece un listado con los 12 criterios analizados por la herramienta, agrupados por categorías o áreas. (Figura 4)

Figura 3 Página de entrada de datos

Pinchando con el ratón en el botón "avanzar" en la columna de la derecha se abre la ficha correspondiente al criterio. También se puede ir a la hoja de criterio usando la barra de Fichas de Hojas pinchando en la ficha correspondiente al criterio que se quiere evaluar.

Fichas de criterios

Al pinchar en el botón en el listado de criterios se abre la pestaña relativa a la ficha del criterio correspondiente. Para cada criterio aparece la siguiente información:

- **Objetivos:** en este cuadro se especifican los principales objetivos que se quieren alcanzar con la mejora del criterio de diseño.
- **Información del Criterio:** en el cuadro aparece una breve descripción del criterio y del método de evaluación.
- **Impactos Asociados:** en este aparta-

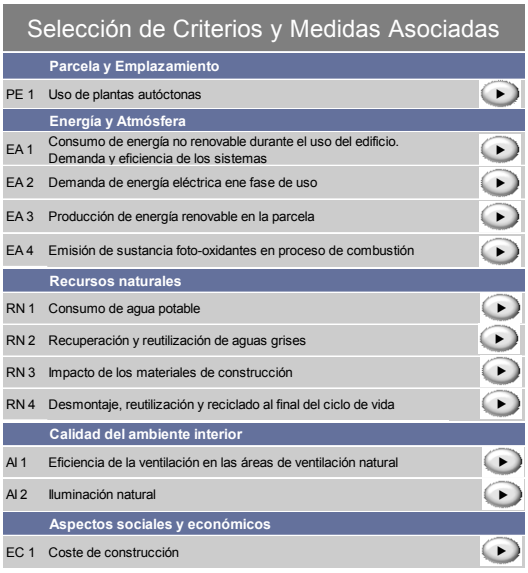


Figura 4 Listado de criterios evaluados

PE 1 **Uso de plantas autóctonas**

Objetivos

Promover y premiar el uso de plantas xerófitas y/o autóctonas en los espacios verdes, así como la eficiencia del sistema de riego.

Información del criterio

Plantas autóctonas son aquellas que son originarias de una zona específica donde viven desde muchas generaciones. Este tipo de plantas en jardín requieren bajo mantenimiento, fáciles de plantar, poca exigencia en el uso de productos químicos, fertilizantes, agua, etc.

	Medidas Asociadas	Reducción	
1	Uso de Áreas Verdes Ocupadas por Plantas Autóctonas en un porcentaje inferior al 30%	0%	
2	Uso de Áreas Verdes Ocupadas por Plantas Autóctonas en un porcentaje entre el 30 - 48%	25%	
3	Uso de Áreas Verdes Ocupadas por Plantas Autóctonas en un porcentaje entre el 48 - 66%	50%	
4	Uso de Áreas Verdes Ocupadas por Plantas Autóctonas en un porcentaje entre el 66 - 84%	75%	✔
5	Uso de Áreas Verdes Ocupadas por Plantas Autóctonas en un porcentaje entre el 84 - 100%	100%	

	Impactos Asociados	
1	Cambio Climático	
2	Aumento de las radiaciones UV a nivel del suelo	
3	Perdida de fertilidad	
4	Perdida de vida acuática	
5	Emisión de compuestos foto-oxidantes	
6	Cambios en la biodiversidad	100%
7	Agotamiento de energía no renovable, energía primaria	
8	Agotamiento de recursos no renovable diferente de la energía primaria	2%
9	Agotamiento de aguas potables	
11	Generación de residuos no peligrosos	
16	Salud, bienestar y productividad para los usuarios	
19	Riesgo financiero o beneficios por los inversores-Coste del Ciclo de Vida	

Especificaciones Técnicas

Figura 4 Cuadro de mediadas asociadas a un criterio

do aparece el listado de impactos evaluados en HADES. Los impactos que no se midan en el criterio (impactos no activos) aparecerán en gris, y en negro los que sí se midan (impactos activos) para el criterio evaluado. En la columna a la derecha se indica el peso del criterio en los impactos asociados, lo que representa también la reducción de impacto máxima alcanzable con la mejor práctica.

- **Medidas Asociadas:** en la figura 5 aparece el cuadro en el cual se listan las medidas asociadas al criterio. En la primera columna aparece un número de orden y en la segunda se detalla la medida con una breve descripción. En

la tercera columna aparece la reducción de impacto asociada a la medida y en la última columna se sitúa el espacio para activar la medida.

La Herramienta de Ayuda al Diseño funciona como un sistema de "check-list" de medidas asociadas a la reducción de un impacto. Las medidas pueden ser de dos tipos: acumulativas o prestacionales.

Las **mediadas acumulativas** son aquellas en las que la reducción del impacto se puede obtener como sumatorio de las reducciones correspondiente a la aplicación de una o más medidas. En este caso se pueden seleccionar una o más medidas introducidas en el diseño del edificio y la reducción del impacto será igual a la suma de las reducciones correspondientes.

	Medidas Asociadas	Reducción	
1	Grifos eficientes para lavabos	6,0%	✔
2	Inodoros con cisterna de doble descarga	27,9%	✔
3	Sistemas de ahorro de agua para duchas	25,5%	✔
4	Grifos eficientes para cocinas	16,9%	
5	Lavadora con bajo consumo de agua	14,9%	✔
6	Lavavajilla con bajo consumo de agua	8,8%	

Ejemplo de medida acumulativa

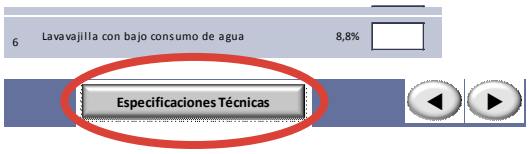
Las **medidas prestacionales** se caracterizan por estar asociadas a una reducción proporcional a la mejora de la prestación obtenida por el diseño del edificio. En este caso se puede seleccionar solo una de entre las opciones propuestas.

Al final de la hoja a la izquierda se encuentra el botón de **Especificaciones Técnicas**. Al pinchar sobre éste se activa el enlace a la página web de GBCe donde están publicados los documentos en formato pdf de las Especificaciones

	Medidas Asociadas	Reducción	
1	Uso de Áreas Verdes Ocupadas por Plantas Autóctonas en un porcentaje inferior al 30%	0%	
2	Uso de Áreas Verdes Ocupadas por Plantas Autóctonas en un porcentaje entre el 30 - 48%	25%	
3	Uso de Áreas Verdes Ocupadas por Plantas Autóctonas en un porcentaje entre el 48 - 66%	50%	
4	Uso de Áreas Verdes Ocupadas por Plantas Autóctonas en un porcentaje entre el 66 - 84%	75%	✔
5	Uso de Áreas Verdes Ocupadas por Plantas Autóctonas en un porcentaje entre el 84 - 100%	100%	

Ejemplo de medida prestacional

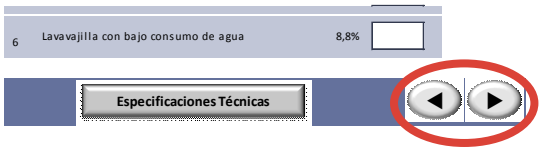
Técnicas de las medidas medioambientales que se pueden aplicar al diseño del edificio para mejorar su sostenibilidad.



Las Especificaciones Técnicas son elementos muy útiles que pueden guiar al proyectista en la toma de decisiones para diseñar edificios sostenibles e incrementar la valoración final con la herramienta.

Una vez rellenada la ficha, indicando las medidas introducidas en el proyecto, se puede seguir con la evaluación de los siguientes criterios pinchando en el botón "avanzar" .

Si se quiere volver al criterio anterior será suficiente con pinchar en el botón "retroceder".

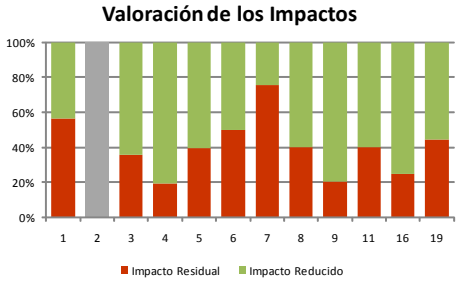


Una vez rellenados todos los criterios, desde la hoja EC 1 se puede ir a la hoja de RESULTADOS pinchando con el ratón en el botón de “avanzar” o pinchando en la ficha de la hoja desde la barra de Fichas de Hojas.

Resultados

La hoja de Resultados muestra el resultado final obtenido por el proceso de evaluación a través de una grafica de barras. Cada barra representa en rojo el impacto residual y en verde la reducción obtenida por la aplicación de las medidas de diseño.

El grafico muestra la reducción obtenida por cada impacto.



Los valores obtenidos en la reducción de impacto se normalizan en una escala de 0 a 5 donde:

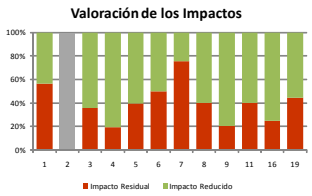
- 0 es la práctica habitual
- 5 es la mejor práctica posible

A los impactos se les asigna un peso que representa la importancia que tiene dicho impacto y que se determina a partir de los resultados d e los Informes del Observatorio de la Sostenibilidad en España y otros factores como políticas ambientales, etc.

Debajo de la grafica aparece una tabla donde se detallan los valores obtenidos por cada impacto: en la primera columna aparece la numeración de los impactos, en la segunda el nombre del impacto, y en la siguiente columna el peso asociado. En la cuarta columna se detalla, para cada impacto, el porcentaje de impacto reducido por las medidas de sostenibilidad aplicadas al proyecto, y en la quinta columna el impacto residual. En la última columna se muestra la nota relativa normalizada a una escala de 0 a 5 para cada impacto. La puntuación final se obtiene ponderando los resultados obtenidos por cada categoría de impacto por los pesos asociados a los impactos.

El resultado definitivo se expresa en un valor que tiene como mínimo 0 y como máximo 5.

Resultados obtenidos trás la aplicación de las medidas de reducción de impactos



Resultado Final

2,86

	IMPACTOS	PESO	Impacto Reducido	Impacto Residual	Nota Relativa
1	Cambio Climático	27%	43,35%	56,65%	2,17
2	Aumento de las radiaciones UV a nivel del suelo	0%	0,00%	100,00%	0,00
3	Perdida de fertilidad	5%	64,21%	35,79%	3,21
4	Perdida de vida acuática	6%	80,58%	19,42%	4,03
5	Emisión de compuestos foto-oxidantes	8%	60,29%	39,71%	3,01
6	Cambios en la biodiversidad	4%	50,00%	50,00%	2,50
7	Agotamiento de energía no renovable, energía primaria	8%	24,24%	75,76%	1,21
8	Agotamiento de recursos no renovable diferente de la energía primaria	9%	60,00%	40,00%	3,00
9	Agotamiento de aguas potables	10%	79,36%	20,64%	3,97
11	Generación de residuos no peligrosos	6%	60,00%	40,00%	3,00
16	Salud, bienestar y productividad para los usuarios	12%	75,00%	25,00%	3,75
19	Riesgo financiero o beneficios por los inversores-Coste del Ciclo de Vida	5%	55,63%	44,37%	2,78
	Total	100%	57,23%	42,77%	2,86

Los criterios evaluados por HADES

A continuación se pasa a hacer una descripción pormenorizada de los criterios que evalúa la herramienta, con el fin de exponer el procedimiento que utiliza HADES para evaluar el edificio.

Cada uno de los criterios se estructura de la siguiente forma:

1._ Una primera cabecera con el código y el nombre del criterio.

PE 1 Uso de plantas autóctonas

código **nombre del criterio**

El código hace referencia a la categoría en la que se encuadra el criterio, según la siguiente nomenclatura:

- **PE** – Parcela y Emplazamiento
- **EA** – Energía y Atmósfera
- **RN** – Recursos Naturales
- **AI** – Calidad del Ambiente Interior
- **EC** – Aspectos Sociales y Económicos

2._A continuación, aparecerá una tabla en la que se indicará en negrita, primero, el campo al que afecta el criterio, a continuación la componente del edificio que se ve implicada, y finalmente, qué tipo de medida se aplica, si es evaluable directamente o si es un compromiso que adquiere el proyectista en fases posteriores al anteproyecto.

En CAMPO se indican las áreas que se especifican en la evaluación de la sostenibilidad del edificio que se ven afectadas por el criterio.

En COMPONENTES se distinguen aquellas fases o partes del proyecto en que se debe considerar el criterio:

- o Diseño se entiende la morfología, emplazamiento, organización del espacio, etc. del edificio
- o Arquitectura se entiende la composición y soluciones constructivas empleadas
- o Instalaciones se refiere a todo lo que es el diseño y la elección de las instalaciones
- o Uso y Gestión son todos aquellos criterios que influyen en la gestión y mantenimiento del edificio.

Las medidas indicadas para la evaluación de los criterios se dividen en dos tipologías: las evaluables y de compromiso:

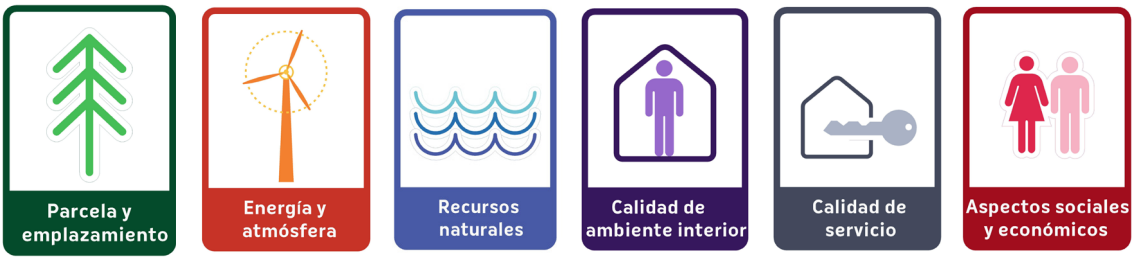
CAMPO	COMPONENTE	TIPO DE MEDIDA
Energía	Diseño	Evaluable
Materiales	Arquitectura	Compromiso
Agua	Instalaciones	
Residuos	Uso y Gestión	
Confort		
Económico		
Entorno		

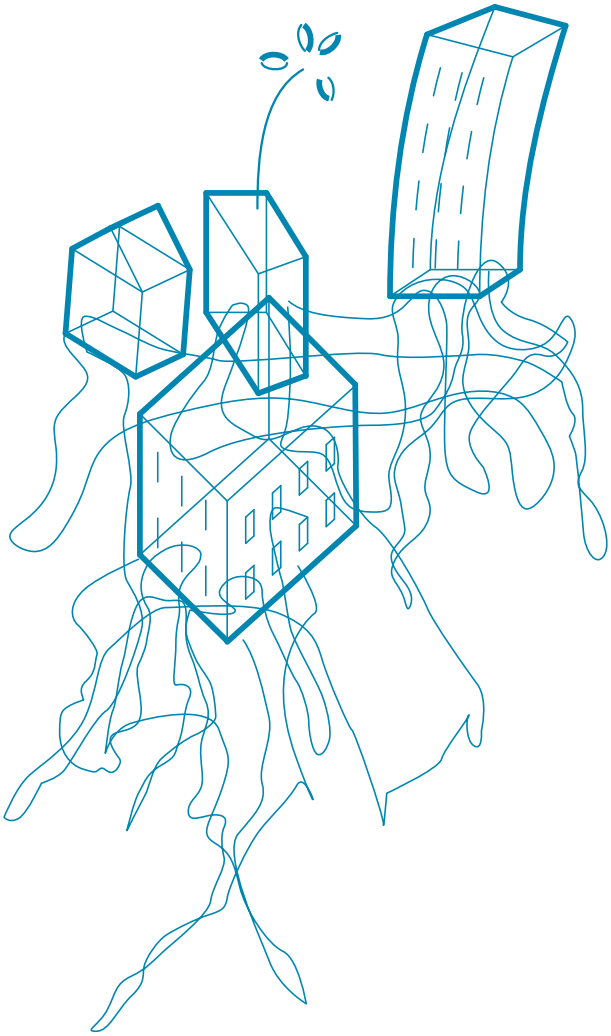
- **Evaluables:** son aquellas cuya aplicación en el edificio permite obtener directamente una evaluación de la reducción de impacto.
- **Compromiso:** en aquellos criterios en que la reducción de impacto no se puede asociar a la aplicación de medidas concretas, el proyectista asume un compromiso de alcanzar unos niveles prestacionales.

3._Por último, a la derecha de la tabla aparece el logo de la categoría a la que pertenece el criterio.

Después de esta tabla de aplicabilidad por usos, se informa sobre los siguientes datos:

- **Objetivos:** en este apartado se especifican las prácticas que se pretenden implantar en los edificios mediante la aplicación del criterio desarrollado.
- **Descripción:** se da una explicación de la implicación del criterio en aspectos ambientales, sociales o económicos.
- **Marco normativo:** se enumeran las normativas de referencia aplicables a este criterio de ámbito nacional.
- **Medidas:** se describen las medidas asociadas al criterio capaces de producir una reducción del impacto del edificio.





CRITERIOS Y MEDIDAS

PE 1 Uso de plantas autóctonas

CAMPO	COMPONENTE	TIPO DE MEDIDA
Energía	Diseño	Evaluable
Materiales	Arquitectura	Compromiso
Agua	Instalaciones	
Residuos	Uso y Gestión	
Confort		
Económico		
Entorno		

Objetivos

Promover y premiar el uso de plantas xerófitas y/o autóctonas en los espacios verdes, así como la eficiencia del sistema de riego.

Descripción

Las plantas nativas son importantes para la biodiversidad local ya que crecen en comunidad con otras especies vegetales y animales suministrando protección y alimento. Por otra parte estas plantas están adaptadas al clima regional o local con lo que en nuestro clima requieren una menor cantidad de agua, además de necesitar un bajo mantenimiento, ser fáciles de plantar y tener poca exigencia en el uso de productos químicos, fertilizantes, etc.

Algunas de las plantas introducidas interfieren con el hábitat natural perturbando, compitiendo e incluso desalojando a las plantas indígenas. La introducción de especies exóticas invasoras constituye la segunda causa de pérdida de biodiversidad a escala global.[1]

Marco normativo

- No existe normativa estatal de referencia

Medidas

La evaluación del edificio a través de este criterio se establece mediante el porcentaje de Áreas Verdes Ocupadas por Plantas Autóctonas (PAUT), que resulta del cociente entre el área verde de plantas autóctonas y el área libre total.

» Para que este criterio sea valorado por HADES el porcentaje de área libre total de parcela debe ser superior al 30%.

1 Real Decreto 1997/1995 por el que se establece medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.

Medida	Uso de plantas autóctonas	Criterio PE 1
Descripción	Las plantas nativas están adaptadas al clima regional o local, requiriendo una menor cantidad de agua. Algunas de las plantas introducidas interfieren con el hábitat natural perturbando, compitiendo e incluso desalojando a las plantas indígenas. La introducción de especies exóticas invasoras constituye la segunda causa de pérdida de biodiversidad a escala global.	
Beneficios	o Son plantas propias de la zona, adaptadas al régimen hídrico, temperatura y suelos del lugar. o Sirven de elementos integradores entre el medio urbano y el rural o natural. o Son las más apropiadas para restaurar paisajes degradados por impactos ambientales. o Son un patrimonio natural: constituyen un banco germoplásmico. o Permite crear viveros de plantas autóctonas en sus lugares de origen beneficiando la economía de zonas rurales. o Son un campo interesante de experimentación y reto para paisajistas.	
Limitaciones	o Desconocimiento del “manejo” de muchas de ellas. o Algunas son de crecimiento lento o bajas, sobre todo los árboles. o Problemas de disponibilidad: falta de viveros especializados. o Características no deseables en algunas de ellas. o Posibles errores por mitificación de las plantas autóctonas.	
Aplicaciones	En todos los tipos de edificios que tienen espacios libres ajardinados	
Experiencias	Para la implantación de una especie y su permanencia en el mercado, tiene una gran importancia haber valorado positivamente algunos aspectos, como son:	
Ejemplos	Parques urbanos de Zaragoza.	
Valoración económica	La selección de plantas autóctonas no supone un coste mayor y se pueden obtener muchos beneficios económicos debido al menor consumo de agua y de abono necesario.	
Referencias	Asociaciones de viveros forestales: o De Galicia: www.vifoga.org o Viveros de producción de planta forestal y autóctona, Centro de Estudios Ambientales Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.	

Medida	Xerojardinería	Criterio PE 1
Descripción	La idea principal de la xerojardinería es hacer un uso racional del agua de riego, evitando el despilfarro en climas como el Mediterráneo o subdesértico, donde es un bien escaso. La reducción del consumo de agua no es el único objetivo, la xerojardinaría aboga por un mantenimiento reducido, por ejemplo, intentando reducir el uso de productos fitosanitarios, de maquinarias que usan combustibles fósiles, aumentar el reciclaje, etc.	
Beneficios	El uso de planta xerofitas en los jardines permite reducir el consumo de agua de riego hasta a un cuarto del consumo de un jardín tradicional con césped.	
Limitaciones	La única limitación es la disponibilidad de las especies o materiales en los puntos de distribución.	
Aplicaciones	En todos los tipos de edificios que tienen espacios libres ajardinados.	
Experiencias	Para un buen diseño de un jardín es importante distribuir las plantas agrupando las especies según sus necesidades de agua. Para proteger del sol, se pueden plantar árboles o pérgolas con plantas trepadoras. Setos, masas de árboles, arbustos y trepadoras pueden ser empleados como cortavientos permeables para proteger las plantas del efecto secante del viento. La selección de la planta depende también del tipo de suelo: es más eficaz elegir especies vegetales que se adapten lo mejor posible a las condiciones del lugar y del suelo que ir rectificando unas y otras.	
Ejemplos	Parques urbanos de Zaragoza	
Valoración económica	La selección de plantas autóctonas no supone un coste mayor y se pueden obtener muchos beneficios económicos debido al menor consumo de agua y de abono necesario. Lo único que puede suponer un aumento de precio es la escasez de oferta.	
Referencias	http://articulos.infojardin.com/articulos/xerojardineria_1.htm	

EA 1 Consumo de energía no renovable durante la fase de uso. Demanda y eficiencia energética de los sistemas de calefacción, climatización y de producción de agua caliente sanitaria (ACS)

CAMPO	COMPONENTE	TIPO DE MEDIDA
Energía	Diseño	Evaluable
Materiales	Arquitectura	Compromiso
Agua	Instalaciones	
Residuos	Uso y Gestión	
Confort		
Económico		
Entorno		

Objetivos

Promover y premiar la reducción del consumo de energía no renovable necesaria para la climatización del edificio (calefacción y refrigeración) y la producción de agua caliente sanitaria (ACS).

Reducir la cantidad de energía no renovable consumida por el uso del edificio, aplicando medidas pasivas de diseño para la reducción de la demanda energética y la eficiencia de los sistemas.

Descripción

Casi el 30 % del consumo de energía primaria se debe a los edificios, y por ello las normativas europeas han intentado incidir sobre el consumo energético de las construcciones, en este caso creando una herramienta similar a la ya empleada en el caso de los electrodomésticos.

La trasposición de la Directiva 2002/917CE, el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción. El decreto obliga a clasificar las nuevas construcciones con una etiqueta que informe a los compradores del grado de eficiencia del edificio. Se trata de que cada edificio disponga de una etiqueta con su calificación energética (de la A, que correspondería a los edificios más eficientes, a la G, los edificios menos eficientes) y en la que se incluya su consumo estimado de energía y las emisiones de CO2 asociadas.

Marco normativo

- *DIRECTIVA 2002/91/CE relativa a la eficiencia energética de los edificios y la refundición 2010/31/UE*

Tiene como objetivo fomentar la eficiencia energética de los edificios de la comunidad, teniendo en cuenta las condiciones climáticas exteriores, las particularidades locales, los requisitos ambientales interiores y la relación “Coste - Eficacia”. La Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de edificios, refundición de la Directiva 2002/91/CE, Introduce nuevas clases de eficiencia A+, A++ y A++ y su alcance se extiende a la evaluación de la energía incorporada en los materiales de construcción.

- *RD 314/2006 del 17 de Marzo*

Traspone parcialmente la Directiva 2002/91, en lo relativo a los requisitos de eficiencia energética (art. 4), en edificios nuevos (art. 5) y edificios existentes (art.6)

- *El documento Básico DB HE: Ahorro de energía*

En este criterio las exigencias se centran en las secciones HE-1: Limitación de la demanda energética y HE-2: Rendimiento de las instalaciones térmicas, este último en la parte correspondiente a la eficiencia energética de los sistemas HVAC.

- *Real Decreto 47/2007*

El certificado de eficiencia energética (art. 7) queda recogido en el Real Decreto 47/2007, de 19 de Enero, publicado en el BOE el 31 de Enero de 2007

- *Reglamento de Instalaciones Térmicas en la Edificación (RITE) - Real Decreto 1027/2007*

Tiene por objeto establecer las exigencias de eficiencia energética y seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios destinadas a atender la demanda de bienestar e higiene de las personas, durante su diseño y dimensionado, ejecución, mantenimiento y uso, así como determinar los procedimientos que permitan acreditar su cumplimiento.

Medidas

La evaluación de este criterio se realiza en base a la calificación energética que se pretende obtener en el proyecto de ejecución del edificio.

La determinación del nivel de eficiencia energética correspondiente a un edificio puede realizarse empleando dos opciones:

- La opción general, de carácter prestacional, a través de un programa informático; y
- La opción simplificada, de carácter prescriptivo, que desarrolla la metodología de cálculo de la calificación de eficiencia energética de una manera indirecta.

La opción general se basa en la utilización de un programa informático de referencia denominado CALENER. Este programa cuenta con dos versiones:

- CALENER_VYP, para edificios de Viviendas y del Pequeño y Mediano Terciario.
- CALENER_GT, para grandes edificios del sector terciario.

La opción simplificada consiste en la obtención de una clase de eficiencia a partir del cumplimiento por parte de los edificios afectados de unas prescripciones (soluciones técnicas) relativas tanto a la envolvente del edificio como a los sistemas térmicos de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria.

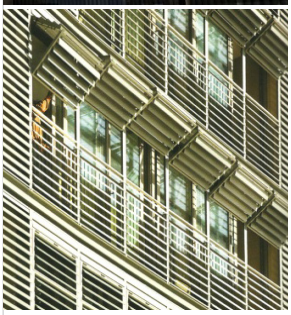
» La calificación energética a partir de la cual HADES tiene en cuenta una reducción de impacto es la D.

Medida	Inercia Térmica	Criterio EA 1
Descripción	La inercia térmica es la dificultad que ofrece un cuerpo a cambiar su temperatura. Los cerramientos y locales con mucha inercia acumulan mucha energía. La capacidad de acumulación de energía térmica de un cuerpo (masa térmica), es función de su volumen, densidad, y calor específico. Es conveniente que las superficies expuestas a la radiación tengan una elevada capacidad para acumular calor: materiales con gran masa térmica y alta conductividad como metales, piedras, roca, terreno natural, hormigón armado, etc., y que su velocidad de calentamiento sea alta (metales, piedras, terreno). La acumulación en la masa térmica del edificio producirá la inercia térmica del mismo. Para que un elemento aporte su masa a la estabilidad térmica del local, es necesario que esté dentro de él o que su masa esté en contacto directo con el interior (cerramiento sin aislar o con el aislamiento por el exterior). El coeficiente de reducción de la oscilación se llama coeficiente de estabilidad térmica (1 es el valor de no reducción de la oscilación, y 0 sería la amortiguación total de la oscilación).	
Beneficios	La conveniencia de la inercia térmica dependerá de las condiciones climáticas, así como del régimen de uso de las estancias. La acumulación de energía permite repartirla adecuadamente en los períodos de consumo por el desfase que sufre la onda térmica, y evitará el golpe térmico que se produce en los momentos de captación. En locales de uso permanente, es deseable la inercia térmica y el aislamiento debe ir por el exterior; En climas donde la oscilación térmica a lo largo del día es amplia respecto a la exterior, la inercia térmica también es favorable.	
Limitaciones	En general para que los cerramientos tengan inercia térmica es necesario emplear grandes espesores y se consigue con materiales pesados. El calentamiento de las construcciones con mucha inercia es lento. Materiales como el adobe, que tienen una gran capacidad de acumulación y que aportan gran estabilidad térmica al edificio, tienen el inconveniente de que, dado que no existe demanda, no hay mano de obra especializada; además requiere protección y mantenimiento.	
Aplicaciones	La inercia térmica es deseable en locales de uso permanente, y el aislamiento debe ir por el exterior. Es conveniente la combinación con ventilación nocturna cuando se produce sobrecalentamiento. También es deseable en locales que no van a ser nunca calefactados, en los que es conveniente que la oscilación térmica sea mínima respecto a la exterior. En locales de uso eventual, no es deseable la inercia térmica y el aislamiento debe ir por el interior.	
Experiencias	Con una fachada de Mortero al exterior + Aislamiento + 24 cm de ladrillo macizo al interior, se logra gran amortiguación (coeficiente de estabilidad térmica de 0,13). Si el ladrillo al interior es perforado se alcanza un coeficiente de estabilidad térmica de 0,26, mientras que con el cerramiento convencional de fábrica de cerámica de 11,5 por el exterior + aislante + trasdosado de ladrillo hueco, sólo se obtiene un coeficiente de estabilidad térmica de 0,88.	

	Medida	**Inercia Térmica**	**Criterio EA 1**
	Ejemplos	o Acumulación en Agua: Ignacio Blanco López, Los Molinos, 1983, Crevillente (Alicante); o http://www.cienladrillos.com/2006/10/08-construccion-de-adobe o http://en.wikipedia.org/wiki/Rammed_earth o Instituto de investigación,Wageningen, Holanda	
	Valoración económica	Para aprovechar la masa térmica de las soluciones constructivas convencionales, basta con que el aislamiento sea colocado por el exterior.	
	Referencias	o CEC: Catálogo de elementos constructivos del Código Técnico de la Edificación, donde vienen las especificaciones de los materiales.	

Medida	Aislamiento térmico y su colocación	Criterio EA 1
Descripción	El aislamiento térmico conductivo mediante materiales aislantes reduce el ritmo de transmisión de calor a través de los cerramientos. Es eficaz cuando hay grandes diferencias de temperatura entre interior y exterior.	
Beneficios	Principalmente, reduce las ganancias y pérdidas de calor de los cerramientos. El sistema de aislamiento térmico por el exterior reduce el efecto de los puentes térmicos, minimiza el riesgo de condensaciones intersticiales y las pérdidas de calor, transfiere el punto potencial de condensación fuera de la estructura de edificio y optimiza el uso de la inercia térmica, limitando las fluctuaciones de la temperatura interior del edificio. El sistema de aislamiento térmico colocado por el interior permite anular la inercia térmica del edificio, para los casos en los que por tipo de uso sea favorable.	
Limitaciones	Aumento de la sección de los cerramientos de fachada.	
Aplicaciones	Sistema de aislamiento térmico por el exterior bajo revoco anclado a soporte con elementos de fijación. Aislamiento de fachadas por el interior: cuando no interese la inercia térmica de los cerramientos. Aislamiento de cubiertas planas. Caso de cubierta invertida. La cubierta caliente es propia de climas lluviosos y fríos en los que la impermeabilización se coloca sobre el aislamiento para protegerlo y mantener sus propiedades térmicas en esas condiciones climáticas. La cubierta fría o invertida es propia de climas cálidos y secos. En este caso el aislamiento es el que protege la impermeabilización al colocarse encima y reducir las solicitaciones térmicas y por tanto su desgaste. En este caso se coloca una protección sobre el aislamiento según el uso que se vaya a dar a la cubierta. Aislamiento de cubierta inclinada bajo teja.	
Experiencias	Para una fachada de doble hoja, en una vivienda orientada a Norte y Sur, la diferencia entre aislar lo mínimo exigido por el Código Técnico de la Edificación según la zona climática y doblar el espesor del aislante (por ejemplo en zona A pasar de 1,5 a 3cm de EPS, o en zonas D pasar de 30mm a 60mm) puede suponer un ahorro en calefacción alrededor de un 20-25%. Multiplicar el espesor por 4 (hasta 60mm en zonas A y hasta 120mm en zonas D, puede suponer un ahorro de entre 30 y 40% respecto al mínimo aislamiento exigido.	
Valoración económica	El precio de la plancha colocada de EPS de 30mm puede estar en torno a los 5€/m2. La plancha de 60mm, 8€/m2 (1,6 veces el precio de la de 30mm); Si multiplicamos el espesor por 4 (plancha de 120mm), el precio está alrededor de los 14€/m2 lo que es 2,8 veces el precio de la plancha de 30mm.	
Referencias	Código Técnico de la Edificación (CTE), Guía DITE de aislamientos (EOTA), Guías DAU (ITEC), normas UNE-EN 13163: especificaciones de los productos aislantes (AENOR), UNE-EN 13499: Sistema de aislamiento térmico por el exterior con EPS (AENOR); Asociación Nacional de Fabricantes de Materiales Aislantes: www.andima.es	

Medida	Cubierta ajardinada ecológica	Criterio EA 1
Descripción	La vegetación actúa como una protección de la radiación solar en verano; en algunos casos se puede llegar a reducir del 50 al 90% la radiación incidente, evitando el sobrecalentamiento y la fluctuación de la temperatura dentro de las edificaciones. En invierno funcionaría como un aislamiento orgánico que impide las pérdidas energéticas interiores; las especies perennes protegen la pared de las pérdidas de calor, y el efecto aislante podría llegar a ser de un 30%, según el vigor de la planta, y su desarrollo.	
Beneficios	La inserción de especies vegetales en la arquitectura aumenta la humedad ambiental y disminuye la temperatura del aire, debido al proceso de evapotranspiración que realizan las plantas. o Actúa en la mejora de su calidad proporcionando O2 y absorbiendo CO2 del medio. o Actúa sobre la contaminación, tanto porque en el sustrato como en las hojas, se fijan partículas y metales pesados suspendidos en el aire. o Reducen la transmitancia aumentando así el aislamiento térmico. o Protegen ante el sobrecalentamiento debido a la radiación solar. o En cubiertas, protege al impermeabilizante de la radiación solar, de los cambios bruscos de temperatura y de los esfuerzos mecánicos. o Mejora del impacto visual desde edificios cercanos más altos.	
Limitaciones	La vegetación requiere cierto mantenimiento. Las propiedades térmicas de la vegetación y del sustrato no pueden ser empleadas en la certificación energética	
Aplicaciones	Cubiertas planas y ligeramente inclinadas. Es también aconsejable en combinación con los paneles fotovoltaicos: la vegetación situada bajo los mismos, refresca por evapotranspiración evitando el sobrecalentamiento desaconsejable para los paneles fotovoltaicos.	
Experiencias	En climas extremos frío/caliente se logran ahorros anuales alrededor del 8%; en climas cálido-templado, hasta el 10%; en climas fríos, el 5%	
Valoración económica	Sistema cubierta ecológica: entre 100€/m2 y 130€/m2; y un sistema cubierta ecológica aljibe: entre 130€/m2 y 160€/m2; mientras que en cubierta invertida de grava, 40€/m2; en cubierta convencional acabado rasilla, 56 €/m2; en solado flotante sobre soportes regulables de losa filtrante, 64€/m2; y de piedra, 116€/m2	



Medida	Diseño para la protección solar	Criterio EA 1
Descripción	El diseño óptimo de las protecciones solares es el que permite la captación de la radiación cuando es beneficiosa, y evitarla cuando no lo es. Antes de dimensionarlas, el primer paso es determinar en qué meses hace falta sombra y cuando soleamiento. El diseño de un edificio debe permitir su adaptabilidad a las diferentes condiciones climatológicas, modificando su comportamiento energético en función de las necesidades en cada momento. En climas cálidos y templados, es necesario utilizar mecanismos de control de la radiación en la superficie acristalada del edificio.	
Beneficios	Reducir la exposición a la radiación solar implica la reducción de ganancias térmicas y por tanto de cargas en el interior del edificio, aumentando en confort o reduciendo el consumo energético de refrigeración. Dependiendo del diseño de las protecciones solares, pueden también mejorar los niveles de iluminación interior. Además, se pueden aprovechar las protecciones solares para incorporar sobre ellas células fotovoltaicas.	
Limitaciones	Los periodos de entretiempo con alturas solares intermedias pero temperaturas y condiciones climáticas muy variables son los que requieren soluciones específicas y flexibles. La adaptación de las protecciones solares a las necesidades climáticas de cada momento implica mayor complejidad en las mismas. En climas cálidos y templados, en los que en general todo el verano hace falta protección solar, si se dimensionan las protecciones fijas para los meses de Julio, Agosto y Septiembre y son fijas, se desaprovechará las ganancias de Junio, Abril y Marzo respectivamente, meses en los que el sol forma el mismo ángulo con la Tierra, y en los que probablemente la radiación solar sea beneficiosa. Conseguir esto con protecciones fijas es imposible. Una posibilidad es utilizar mecanismos de control de las protecciones solares, según las necesidades de cada momento.	
Aplicaciones	Voladizos; Lamas orientables, Lamas fijas, en paneles correderos, abatibles, en vertical u horizontal; Lamas con vegetación, que combinan la protección solar con el enfriamiento evaporativo; Parasoles; Persianas.	
Experiencias	Galería solar en Hemiciclo Solar, RLA Ruiz-Larrea asociados. Móstoles, Madrid.	
Valoración económica	Ejemplo: Una protección de lamas móviles de aluminio para una ventana de 150x120 puede costar alrededor de 250€, lo que puede llegar a suponer doblar, según el caso, el precio de la ventana. La protección solar puede también lograrse con la disposición de los volúmenes edificados.	

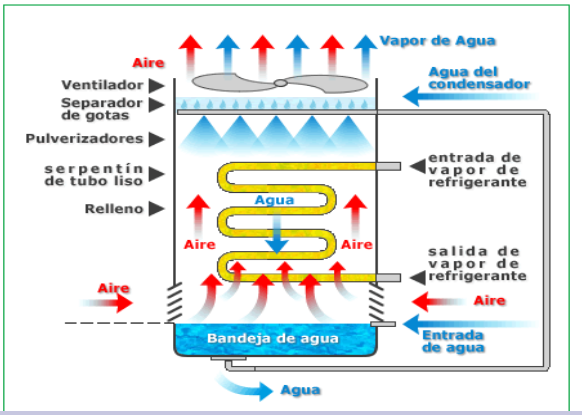
Medida	Captación solar: invernadero	Criterio EA 1
Descripción	El invernadero es un elemento de captación de energía solar. Consiste en grandes superficies acristaladas en la fachada Sur. El calor producido por la radiación solar que atraviesa el vidrio (u otra superficie translúcida), calienta los objetos que hay detrás, y estos a su vez emiten radiación con una longitud de onda larga, a la que el vidrio no es transparente, atrapándola en el interior hasta que es introducida en las estancias a acondicionar. Para evitar el sobrecalentamiento en condiciones de verano, es importante completar el sistema con protecciones solares (por ejemplo como cubrir con toldos, etc.) y con amplias aberturas para la evacuación del sobrecalentamiento.	
Beneficios	La energía solar que entra en el invernadero, es almacenada por la masa térmica de las paredes y los forjados. Por medio de un sistema de ventilación, el calor puede ser distribuido por las estancias calentándolas.	
Limitaciones	En condiciones de verano, dependiendo del clima, la protección ante el sobrecalentamiento es muy delicada, pudiendo provocar situaciones de disconfort. El espacio intermedio entre la superficie de captación y el elemento acumulador tiene condiciones térmicas fuera de las confortables. Es por tanto un espacio de difícil uso.	
Aplicaciones	Se puede aplicar a viviendas, unifamiliar y en bloques, a edificios de oficinas o de servicios. En edificios grandes, el invernadero tiene que estar complementado con un sistema de ventilación que reparta adecuadamente las corrientes de aire caliente. Cuando es para muchos usuarios, el sistema de aberturas, protección solar, ventilación, debe estar domotizado para su correcta gestión.	
Experiencias	Las galerías acristaladas de La Coruña. Carecen de protecciones solares, ya que en verano no se suelen alcanzar temperaturas muy altas. Los miradores de las construcciones tradicionales de Madrid. Aunque los veranos son muy calurosos, tenían los laterales practicables para disipar el calor por ventilación.	
Valoración económica	El vidrio más transparente a la radiación solar es el más sencillo, y por eso es el más adecuado para la construcción de los invernaderos. Al coste de la cristalera con vidrio sencillo se le debe añadir el coste de la protección solar o los mecanismos de apertura para condiciones de verano, y, opcionalmente, algún tipo de protección para que el calor no se escape por la noche en condiciones de invierno.	

Medida	Caldera de Condensación	Criterios EA 1-EA4
Descripción	Es una caldera que produce agua a baja temperatura: 40-60°C, con un alto rendimiento y bajas emisiones de CO2 y NOx. Está diseñada para utilizar el calor latente liberado por la condensación del vapor de agua contenido en los productos de combustión. Es necesario que la caldera permita la salida de los condensados del intercambiador de calor en forma líquida por medio del drenaje de la condensación. Los gases, al condensar, transfieren parte del calor latente al agua del circuito primario.	
Beneficios	Hasta un 27,5% sobre consumo de calefacción; reducción de 11,5% sobre el consumo total estándar de energía en la vivienda. Ahorro del 27,5% sobre las emisiones de CO2 generadas por el consumo de calefacción, que supone una reducción de 12,4% sobre el total de emisiones anuales de CO2; Coste de 0,85 €/Kg de emisiones anuales de CO2 ahorradas para una instalación colectiva. Coste de 1,90€/Kg de emisiones anuales de CO2 ahorradas por una instalación individual.	
Limitaciones	La única diferencia entre una caldera de condensación y una convencional es que las primeras necesitan un desagüe para los restos de la condensación, consistente en un simple tubo. Por otra parte, su emplazamiento no tiene por qué ser distinto al de las calderas convencionales. Lo único que se debe tener en cuenta es que el vapor que surge de la condensación puede ser visible en determinadas ocasiones, con lo que conviene colocar la salida de gases en un lugar donde no moleste este vapor.	
Aplicaciones	Al ser una caldera de media temperatura, es compatible con las instalaciones de radiadores y suelo radiante.	
Valoración económica	El precio de las calderas de condensación se ha reducido considerablemente en los últimos años. Hoy en día se pueden adquirir calderas de condensación al mismo precio las calderas convencionales. Además, la inversión merece realmente la pena si se tiene en cuenta el ahorro de combustible que este tipo de calderas garantiza a medio-largo plazo. La caldera para calefacción y ACS puede costar entre 1800 y 3000 €. Ahorro económico anual: 0,43€/m2 construido y año para instalaciones con radiadores; 0,51€/m2 construido y año para instalaciones con suelo radiante. Tiempo amortización: Min 11,33 años para instalaciones individuales; Entre 5,06 y 7,73 años para instalaciones centralizadas.	
Referencias	IDAE: Financiación/Gestión de ayudas: http://www.idae.es/	

Medida	Caldera de biomasa	Criterios EA1-EA3-EA4
Descripción	Son equipos compactos diseñados específicamente para ser alimentados con biomasa. La biomasa como energía renovable consiste en la utilización de la materia orgánica de origen biológico reciente para fines energéticos, como residuos vegetales (podas, siegas, limpieza de montes), residuos de la industria maderera, cultivos energéticos, residuos de la ganadería, etc.Todas ellas presentan sistemas automáticos de encendido y regulación e, incluso algunas, de retirada de cenizas, que facilitan el manejo al usuario. Para aplicaciones de calefacción doméstica o comercial, estos equipos son de potencia baja a media, hasta 150-200 kW. Este tipo de sistemas alcanzan rendimientos entre el 85 y 92%, valores similares a los de las calderas de gasóleo o de gas. El RITE establece un rendimiento mínimo a plena carga del 75%, solamente, para calderas alimentadas con biomasa. Un caso concreto, cada vez más extendido, son las calderas de pelets. Debido a las características de este combustible: poder calorífico, compactación, etc, las calderas diseñadas para pelets son muy eficientes y más compactas que el resto de calderas de biomasa. Los componentes del sistema son: silo o tolva de almacén de combustible; Sistema de alimentación (tornillo sinfín, neumático o gravedad); Caldera (cámara de combustión, zona de intercambio, cenicero y caja de humos); Chimenea (similar a la de un sistema convencional aunque mayor diámetro); Sistema de distribución de calor (igual que un sistema convencional); Sistema de regulación y control (igual que un sistema convencional en cuanto a la interfaz del usuario); De forma complementaria, la caldera se puede conectar a un sistema de producción de frío por absorción, que alimente al sistema de refrigeración (aire acondicionado).	
Beneficios	La biomasa es un combustible renovable y respetuoso con el medio ambiente, ya que el balance de dióxido de carbono es nulo (el dióxido de carbono que el vegetal ha absorbido a lo largo de su vida viene devuelto a la atmósfera, se pudra o se queme). Tenemos gran excedente de biomasa en nuestro país. Ayuda a evitar los incendios Disminuye las emisiones nocivas que crean el efecto invernadero La política energética nacional apoya la biomasa.	
Limitaciones	Los costes de inversión son elevados. Se requiere un espacio mayor que el que necesitan las calderas de combustible líquido y gaseoso, dada la necesidad de almacenar combustible de un poder calorífico bastante menor que el del gasóleo. Se requieren medidas de seguridad contraincendios, difícil de cumplir en la rehabilitación de edificios. Provoca tráfico de vehículos pesados, lo que, probablemente, es inadmisible en el casco urbano de una ciudad.	

	Medida	**Caldera de biomasa**	**Criterios** **EA 1-EA3-EA4**
	Aplicaciones	El uso puede ser doméstico en viviendas unifamiliares, edificios de viviendas o comerciales, existiendo también modelos para instalaciones industriales y centrales urbanas. En un nuevo proyecto o rehabilitación donde el nuevo Código Técnico de la Edificación obliga al uso de energías renovables. Para calefacción de piscinas descubiertas, ya que está prohibido hacerlo con combustibles tradicionales. En un edificio que necesita sustituir la caldera existente. En instalaciones con grandes consumos de combustible. Industrias donde se puede aprovechar el residuo industrial como biomasa (por ejemplo, fabricantes de muebles). Centros en los que se quieren evitar emisiones nocivas procedentes de la combustión de combustibles fósiles, por ejemplo en escuelas y hospitales.	
	Valoración económica	El precio de la biomasa es muy variable. Puede ser a coste cero, en caso de biomasa de producción propia, o llegar a precios de hasta unos 0.4 €/Kg. En la mayoría de los casos, los usuarios consiguen biomasa producida localmente a precios mucho más competitivos en cooperativas agrarias, por ejemplo. Es importante destacar que las calderas de biomasa pueden quemar varios tipos de biomasa, que esta biomasa puede ser comprada a un distribuidor o producida por el propio usuario y que éste, al tener elección de combustibles también tiene más opción de precios; por lo tanto cada temporada utilizará la biomasa con el precio más competitivo que encuentre en el mercado. En cuanto a las calderas, existen calderas desde 5.500€ para las individuales, hasta 39.000€ para grandes edificios.	
	Referencias	Publicaciones del IDAE: “Biomasa: Edificios”; “Biomasa. Calefacción sostenible para edificios públicos”, y otras RITE-Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios IDAE: Financiación/Gestión de ayudas: http://www.idae.es/	

Medida	Condensador evaporativo SEC	Criterio EA 1
Descripción	Un sistema de enfriamiento evaporativo consiste en el enfriamiento del aire por la evaporación de agua. Cuando el agua se evapora en el seno del aire a enfriar este se humidifica; a este proceso se le denomina enfriamiento evaporativo directo. Cuando el aire se mantiene separado del proceso de evaporación y, por tanto, no se humidifica en el proceso de enfriamiento, se le denomina enfriamiento evaporativo indirecto. El sistema de enfriamiento evaporativo es el sistema natural de enfriamiento utilizado ya en la era precientífica. Este sistema solo es aplicable en zonas áridas o con un bajo contenido de humedad del aire, o en zonas interiores donde la carga latente sea muy pequeña y la componente sensible de la carga sea máxima.	
Beneficios	Tiene un alto rendimiento y se puede emplear energía renovable, reduciendo sensiblemente la producción de CO2 para la refrigeración de edificios.	
Limitaciones	En los aljibes de agua puede desarrollarse el virus de la legionela.	
Aplicaciones	o Sistemas evaporativos directos: compuestos por un elemento de humectación, un ventilador, filtros, un depósito inferior y una carcasa. El agua se recircula y su temperatura se aproxima a la de bulbo húmedo del aire enfriado. Son económicos y eficaces (εs ≈80%, un aumento de la velocidad aumenta el efecto refrigerador). Presenta riesgo de la legionela. o Sistemas evaporativos indirectos: formados por intercambiador de calor, elementos de atomización y recirculación de agua, toma de aire exterior con sus filtros, ventilador y una carcasa. Puede utilizar como aire primario el de retorno o el exterior. No se aumenta la humedad ambiente y además evita la legionela en el sistema de climatización del edificio. o Sistema evaporativo mixto: conectan en serie un evaporador indirecto y otro directo; puede disponerse de una batería de expansión directa de apoyo a las dos etapas. La instalación es: enfriador indirecto, enfriador directo y por último la batería de expansión directa.	
Experiencias	En el Real Decreto 865/2003, y 287/2002, se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), en donde se determinan las condiciones climáticas a considerar para el dimensionado, así como periodicidad de las operaciones de mantenimiento.	



EA 2 Demanda de energía eléctrica en la fase de uso (electrodomésticos, iluminación, ascensores y equipos)

CAMPO	COMPONENTE	TIPO DE MEDIDA
Energía	Diseño	Evaluable
Materiales	Arquitectura	Compromiso
Agua	Instalaciones	
Residuos	Uso y Gestión	
Confort		
Económico		
Entorno		

Objetivos

El objetivo del criterio es promover y premiar la reducción del consumo de energía no renovable necesaria para la iluminación y los electrodomésticos en los edificios del sector residencial.

El criterio valora el ahorro de energía estimado por el uso de sistemas y equipos eficientes para la iluminación y otros equipos eléctricos consumidores de energía diferentes de los consumos para Calefacción, Refrigeración y ACS.

Descripción

El consumo eléctrico de un hogar medio es de 4190 kWh al año. La distribución media del consumo de energía en los hogares es de: alrededor del 43% utilizado por los electrodomésticos, 11,6% por la iluminación, 3,8% por la cocina, 2% por la refrigeración, el 11,6% para la producción de agua caliente, y el 27% por la calefacción. Disminuir el consumo de energía es fundamental para contribuir a la reducción de las emisiones de CO2, siendo además la energía eléctrica la principal responsable de las emisiones de SO2 y NOx.

La instalación de lámparas y electrodomésticos eficientes es una de las principales medidas que se pueden aplicar para reducir el consumo eléctrico de los hogares. Como herramienta informativa para el consumidor, el IDAE publica y mantiene actualizada esta base de datos que contiene información de los electrodomésticos con etiquetado energético de clase A o superior, junto con algunas de sus características técnicas más relevantes.

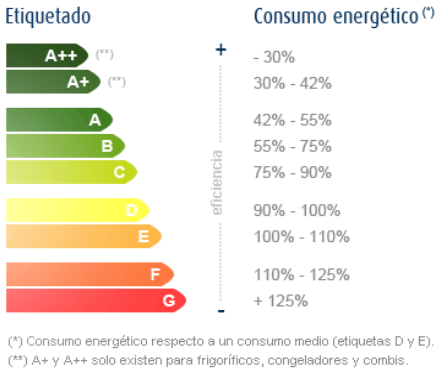


Fig 1. Correspondencia entre etiqueta y consumo energético, Fuente: http://www.hogareficiente.com/es/electrodomesticos-eficientes/etiquetado-energetico

Marco normativo

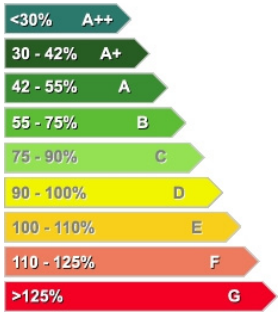
- *Directiva 2005/32/CE requisitos de diseño ecológico aplicable a los productos que utilizan energía.*
- *ISO 25745-1 Energy performance of lifts, escalators and moving walks. Part 1 Energy performance.*
- *DIRECTIVA 2010/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a* la indicación del consumo de energía y otros recursos por parte de los productos relacionados con la energía, mediante el etiquetado y una información normalizada (refundición de la Directiva 92/75/CEE).

Medidas

La valoración del criterio se obtiene a partir de la estimación de la reducción de consumo debida al uso de sistemas de iluminación, electrodomésticos y equipos eficientes, siempre que su instalación venga definida en el Proyecto. Las medidas de reducción de consumo eléctrico que se tienen en cuenta son las aplicadas a:

- Iluminación en viviendas.
- Iluminación en zonas comunes y garajes.
- Ascensores.
- Electrodomésticos en viviendas:
- Lavadora
- Lavavajillas
- Frigorífico
- Horno eléctrico
- Televisores

Medida	Sistema de iluminación eficiente	Criterio EA 2
Descripción	La instalación de iluminación eficiente, junto con la de los electrodomésticos, es una de las principales medidas que se pueden poner en marcha para reducir el consumo eléctrico de los hogares. Es un sistema de iluminación que provee luz de buena calidad con el menor consumo de energía posible. Las instalaciones de iluminación en viviendas suelen ser de incandescencia, halógenas, y fluorescentes y lámparas de ahorro energético. Incandescencia: la luz es de mejor calidad, son las más económicas, su duración es más limitada, y su consumo es mayor. Las halógenas son de dimensiones reducidas, la calidad de la luz es buena, su duración es mayor, pero el consumo de energía también es elevado. Las fluorescentes tienen buena calidad de luz. Respecto a las incandescentes, consumen un 80% menos y la duración es de ocho a diez veces superior. Las lámparas de ahorro energético son fluorescentes compactas electrónicas. La temperatura del color es adaptable, consumen cinco veces menos que las incandescentes, tienen la vida útil de 10000 horas, y tienen dimensiones similares a las lámparas incandescentes y portalámparas de rosca. Permiten la sustitución directa de la convencional.	
Beneficios	La iluminación representa un 25% del consumo eléctrico de la vivienda. Por eso, es importante prestar atención a su consumo, así como a su durabilidad. Para igual cantidad de luz, una incandescente de 100 W equivale a 20-25W de una fluorescente compacta, y una de 25W equivale a una de 7-9W.	
Limitaciones	Deben utilizarse en lugares donde no se enciendan ni se apaguen muchas veces, ya que la vida útil depende del número de encendidos y apagados. No deben utilizarse con fotocélulas de encendido. No deben utilizarse con sensores de presencia. No deben utilizarse con atenuadores de luz. No deben colocarse a la intemperie sin artefactos estancos. No deben colocarse en lugares propensos a cambio bruscos de temperatura (por ejemplo en el baño).	
Aplicaciones	Las lámparas fluorescentes compactas electrónicas tienen dimensiones similares a las lámparas incandescentes y portalámparas de rosca. Permiten la sustitución directa de la convencional.	
Valoración Económica	El precio de una lámpara fluorescente compacta es de alrededor de 13€ y una duración de 10000 horas, mientras que una de incandescencia puede costar 0,42€ y la duración aproximada es de 1000 horas. Durante 10000 horas, el coste de la energía consumida sería de 24€ para la de ahorro energético y de 120€ para la de incandescencia. Para 10000 horas el ahorro sería de 87,15€, y el plazo de amortización de 1.034 horas.	
Referencias	Sección HE-3 del Código Técnico de la Edificación y el Documento Básico de Ahorro de Energía.	



Medida	Electrodomésticos eficientes	Criterio EA 2
Descripción	La instalación de electrodomésticos eficientes, junto con la de lámparas eficientes, es una de las principales medidas que se pueden poner en marcha para reducir el consumo eléctrico de los hogares. La Unión Europea estableció un sistema de etiquetaje energético para una mejor información del consumo energético de los electrodomésticos existentes en el mercado. Consiste en una clasificación A-G (según su consumo energético) que permite comparar electrodomésticos del mismo tipo y similares prestaciones. El nivel D y E representa el valor medio de consumo de los electrodoméstico standard, desde allí se fijan los valores A y G. Es obligatorio para lavavajillas, secadoras eléctricas, hornos eléctricos y bombillas. Cada letra que se baja en la escala, a partir de la A, supone un incremento del consumo energético de alrededor de un 12% más que la letra que le precede. Así, podremos decir que una lavadora "clase A" consume hasta un 38% menos que una de iguales prestaciones y de clase C, y hasta un 58% menos que una de clase D. También existen en el mercado lavadoras y lavavajillas "bitérmicos", que tienen 2 entradas de agua: la fría y la caliente, de manera que el agua caliente puede llegar de la red de ACS, calentada por energía solar térmica.	
Beneficios	El equipamiento habitual de una vivienda: frigorífico, lavadora, lavavajillas y televisor representa casi el 50% del consumo eléctrico de la vivienda. El ahorro para una vivienda con equipamiento eficiente respecto a la misma con aparatos poco eficientes, puede ser de hasta un 40%; si además se sustituyese el calentamiento del agua de lavadoras y lavavajillas, el ahorro puede ser del 50%.	
Limitaciones	A menudo, lo que frena a comprar electrodomésticos de mayor calificación es la diferencia de precio en igualdad de prestaciones, a pesar de ser rápidamente amortizable.	
Aplicaciones	En edificios residenciales. Es obligatorio para lavavajillas, secadoras eléctricas, hornos eléctricos y bombillas.	
Experiencias	Desde la puesta en marcha del Plan Renove de electrodomésticos, en 2006, los españoles han sustituido 2.600.000 electrodomésticos por otros modelos más eficientes. Según el Ministerio de Industria este cambio de electrodomésticos supone un ahorro de energía final de 1.900.000 megavatios hora (MWh), una cifra equivalente al consumo de unos 475.000 hogares medios. Además, al optar por electrodomésticos más eficientes, los hogares españoles dejan de emitir 310.000 toneladas de CO_2 cada año. Se calcula que la sustitución de los 2.600.000 electrodomésticos por otros más eficientes generará un ahorro total de más mil millones de euros.	

	Medida	**Electrodomésticos eficientes**	**Criterio EA 2**
	Valoración económica	En 2006 se lanzó un Plan Renove, que actualmente sigue vigente en varias comunidades autónomas. El Plan consiste en conceder ayudas a los consumidores para sustituir sus electrodomésticos por otros más eficientes: frigoríficos, congeladores combinados, lavadoras, hornos y lavavajillas con etiqueta energética de clase superior y encimeras de inducción y de gas. Además, el Plan Renove obliga a que se reciclen los electrodomésticos que se sustituyen: reutilizar esos residuos en la fabricación de nuevos electrodomésticos es fundamental desde el punto de vista del ciclo de la eficiencia energética.	
	Referencias	Directiva 92/75/CEE sobre el etiquetaje de los electrodomésticos. Base de datos IDAE: http://www.idae.es/ProductosEficientes/	

EA 3 Producción de energías renovables en la parcela

CAMPO	COMPONENTE	TIPO DE MEDIDA
Energía	Diseño	Evaluable
Materiales	Arquitectura	Compromiso
Agua	Instalaciones	
Residuos	Uso y Gestión	
Confort		
Económico		
Entorno		

Objetivos

Promover y premiar la reducción del consumo de energía no renovable a partir de la instalación de sistemas que permitan la generación de energía mediante fuentes renovables.

Descripción

Existen actualmente diversas tecnologías que permiten el aprovechamiento de las energías renovables para la producción de calor o electricidad en el edificio o la parcela. Las más utilizadas son los colectores solares térmicos para el calentamiento de agua; los sistemas de aprovechamiento de biomasa para el calentamiento del aire o del agua, y los paneles fotovoltaicos y turbinas eólicas para la generación de electricidad.

La energía renovable tiene sus limitaciones como una producción no constante, no poder hacer frente a las fluctuaciones de la demanda y un alto coste inicial de instalación. Por esa razón introducir energía renovable sin operar previamente sobre la reducción de la demanda y la eficiencia es contraproducente y poco sostenible.

Marco normativo

- *El documento Básico DB HE: Ahorro de energía.*

  En este criterio las exigencias se centran en las secciones HE-4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria, y HE-5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

- *Directiva 2009/28/CE de 23 de abril de 2009 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.*

  Establece un marco común para el fomento de la energía procedente de fuentes renovables.

- *RD 661/2007 sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración.*

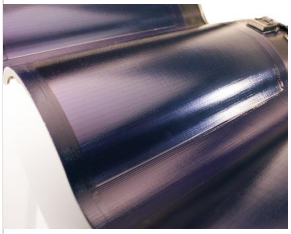
  Este RD se aplica a las instalaciones inscritas después del 29 de septiembre de 2008 y da continuidad a la política de fomento de la energía fotovoltaica. Se contemplan dos tipologías diferenciadas de instalaciones, suelo y techo, y establece una retribución de 32 céntimos/KWh para suelo y 32 y 34 cent/KWh para techo.

- *RD 1578/08 de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica.*

Medidas

La consecución de los objetivos de este criterio pasa por la integración en el edificio o parcela de sistemas de producción de energía a través de fuentes renovables que excedan las exigencias mínimas establecidas por el CTE, siempre que el coste sea aceptable. Los sistemas contemplados son los siguientes:

- Paneles fotovoltaicos.
- Caldera de biomasa para calefacción, de apoyo para el ACS y/o refrigeración con un sistema evaporativo.
- Solar térmica para refrigeración con un sistema evaporativo.



	Medida	Paneles fotovoltaicos	Criterio EA 3
	Descripción	Los paneles fotovoltaicos transforman la radiación solar en corriente eléctrica. Para aprovechar la energía captada, debido a su difícil almacenamiento, y a las elevadas pérdidas que supone, estos sistemas de captación se conectan a la red eléctrica, vendiendo la electricidad en horas de producción, y comprándola en las horas de uso. Los sistemas aislados se utilizan en lugares alejados de la red para que la vivienda sea autosuficiente. Las instalaciones pueden ser explotadas por particulares, o inversores públicos y privados. Se componen de células fotovoltaicas encapsuladas con silicio como material base. Pueden ser células monocristalinas, policristalinas y de silicio amorfo. Sin embargo, las diferentes tecnologías permiten una gran variedad de posibilidades y prestaciones.	
	Beneficios	Permite cubrir las necesidades de consumo eléctrico de la vivienda, esencialmente de iluminación. Si cubre un 100% del consumo de electricidad, supondría alrededor de un 25% del consumo total estándar en la vivienda.	
	Limitaciones	Los momentos de captación y producción no coinciden con los de consumo, y la energía eléctrica es difícil de almacenar. Normalmente la máxima insolación se produce en las horas centrales del día, cuando hay menos necesidad de iluminación. Los sistemas de almacenamiento con baterías tienen bajo rendimiento por lo que las pérdidas son elevadas. A lo largo del año, la máxima captación solar se produce en verano, cuando el consumo en las viviendas suele ser menor. Es difícil determinar las demandas de electricidad de los hogares, las cuales varían notablemente dependiendo de los equipamientos y según los patrones de uso. El óptimo rendimiento del sistema dependerá de factores como la inclinación, orientación. La mejor integración arquitectónica puede no coincidir con la buena instalación.	
	Aplicaciones	Pueden ir en cubierta, fachadas, como elemento de sombra, etc. Los módulos fotovoltaicos pueden ser independientes, superpuestos e integrados respecto a la envolvente del edificio, en los que sustituyen a otros elementos constructivos. Con módulos cristalinos, separando las células entre ellas, se consiguen módulos semitransparentes.	
	Experiencias	Fundación Terra, Barcelona; CEIP Falguera, Sant Feliu de Llobregat, Barcelona; Biblioteca Pompeu Fabra, Mataró, Barcelona; Edificio 'López-Araujo', ETSI Telecomunicación; Terraza IES-UPM, Madrid (1994) (edificio reformado; 69 m2 ↔ 7,3 kWp; Si-monocristalino) Ayuntamiento de Barcelona (1999) (edificio reformado; 39 kWp; Si-monocristalino)	
	Valoración Económica	En 2010, el coste de instalaciones por Wp es de 3-4 €/Wp. Si para producir 1Wp hace falta una superficie entre 7y 15m2, la instalación cuesta a partir de 1300 €/m2. Tiempo vida aproximado 30 años.	
	Referencias	Normativa eléctrica de aplicación general: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (2002) www.pvdatabase.org	

Medida	**Sistema de calefacción a baja temperatura generado con paneles solares**	**Criterio EA 3**
Descripción	Los colectores solares aprovechan la radiación solar para calentar el líquido que transfiere el calor, mediante un intercambiador, al agua caliente sanitaria y al agua que circula por el sistema de calefacción. Desde la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación, es obligada la cobertura del 60% de la demanda de agua caliente sanitaria para la vivienda mediante la captación solar. La energía es almacenada en acumuladores de agua, y después redirigida a los puntos de consumo.	
Beneficios	La energía es producida por un recurso inagotable: el sol. La captación no produce emisiones de CO2, ni de SO2. La producción se realiza donde se consume, evitando pérdidas por transporte.	
Limitaciones	Para cuando la radiación es menor, será necesario un sistema auxiliar. La mayor o menor integración arquitectónica depende del tipo de colector. En muchos tipos de paneles, los rendimientos están ligados a la orientación de los colectores.	
Aplicaciones	Captadores planos estándar para ACS, calefacción por suelo radiante, climatización de piscinas. Son los más usados actualmente tanto para ACS como para calefacción. Colectores solares planos sin cubierta: para calentamiento de agua de piscinas o de ACS con temperatura de servicio baja. Son más económicos y sencillos pero el rendimiento es menor, ya que no tiene la cubierta que produce efecto invernadero. Captadores de vacío: para ACS, sistemas de calefacción, Instalaciones industriales, etc. No dependen de la orientación y tienen un buen rendimiento.	
Experiencias	Club de natación de Mataró, Barcelona CEIP Falguera, Sant Feliu de Llobregat, Barcelona Residencia CAR, Sant Cugat del Vallés, Barcelona	
Valoración Económica	La vida útil es larga. Con materiales de buena calidad debe alcanzar los 20 años, y mantenimiento mínimo. La instalación (captadores, depósitos, tuberías) puede estar alrededor de 700€/m2, aunque con subvenciones los precios pueden variar ampliamente según la Comunidad Autónoma.	
Referencias	Ordenanza solar de Barcelona. (Anexo sobre la captación solar térmica de la Ordenanza General del Medio Ambiente Urbano)	

Medida	**Caldera de biomasa**	**Criterios EA 1-EA3-EA4**
	Ficha desarrollada en criterio EA 1.	

EA 4 Emisión de sustancias foto-oxidantes en procesos de combustión

CAMPO	COMPONENTE	TIPO DE MEDIDA
Energía	Diseño	Evaluable
Materiales	Arquitectura	Compromiso
Agua	Instalaciones	
Residuos	Uso y Gestión	
Confort		
Económico		
Entorno		

Objetivos

Reducir las emisiones de las sustancias foto-oxidantes, precursoras del ozono troposférico, que se producen en los procesos de combustión.

Descripción

El ozono no se emite directamente a la atmósfera, si no que es el producto de una serie de reacciones químicas que experimentan los contaminantes precursores del ozono troposférico en presencia de la luz solar. El principal contaminante es el NOx que se genera en los procesos de combustión tanto a baja como a alta temperatura.

En los edificios las emisiones de estos contaminantes son provocadas principalmente por las calderas para la calefacción y la producción de agua caliente sanitaria. Una de las soluciones más efectivas es optar por un tipo de caldera con bajas emisiones de NOx. Existe una clasificación EN de quemadores de fuel en base a las emisiones de NOx:

- Clase 1: NOx <250 mg / kWh
- Clase 2: NOx <185 mg / kWh
- Clase 3: NOx <120 mg / kWh

Clasificación EN de los quemadores de gas:

- Clase 1: NOx <260 mg / kWh
- Clase 2: NOx <200 mg / kWh
- Clase 3: NOx <150 mg / kWh
- Clase 4: NOx <100 mg / kWh
- Clase 5: NOx <70 mg / kWh

Marco normativo

- *DIRECTIVA 2001/81/CE, sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos.*

Establece el techo de emisión para todos los EU15 en 5.923 kton de NOx.

- *Norma UNE-EN_297(A3=1997).*

Establece el contenido de NOx de los productos de combustión, exentos de aire y vapor de agua.

- *Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.*

Con esta modificación actualmente el RITE obliga a la instalación de calderas de clase 5 solamente en el caso de sustitución de viejos aparatos que realizan la evacuación de humos a fachada. En el mercado existen modelos con emisiones más bajas cómo las calderas de baja emisión (40 mg/kWh).

Medidas

» Para alcanzar los objetivos de este criterio es necesario instalar calderas que generen emisiones inferiores a 70 mg/kWh.

	Medida	Caldera de Condensación	Criterios EA 1-EA4
		Ficha desarrollada en criterio EA 1.	

	Medida	Caldera de biomasa	Criterios EA 1-EA3-EA4
		Ficha desarrollada en criterio EA 1.	

RN 1 Consumo de agua potable

CAMPO	COMPONENTE	TIPO DE MEDIDA
Energía	Diseño	Evaluable
Materiales	Arquitectura	Compromiso
Agua	Instalaciones	
Residuos	Uso y Gestión	
Confort		
Económico		
Entorno		

Objetivos

Reducir el consumo de agua potable en la fase de uso del edificio, mediante medidas de ahorro y eficiencia.

Descripción

El agua es uno de los recursos naturales indispensables para el desarrollo de la vida además de un patrimonio tanto medioambiental, como cultural y social, que hay que mantener y proteger. La innovación tecnológica permite un mayor ahorro y eficiencia en el uso del agua, así como mayor garantía en la calidad y suministro de la misma. [Ley del Agua 2001]

En los hogares, el consumo directo del agua representa sólo el 2% del total: el 60-65% se debe al uso en baños y servicios y entre el 30-35% es lo que se consume en la cocina.

Marco normativo

- *CTE-DB Salubridad, Sección HS4 Suministro de agua, 2.3 Ahorro de agua.*

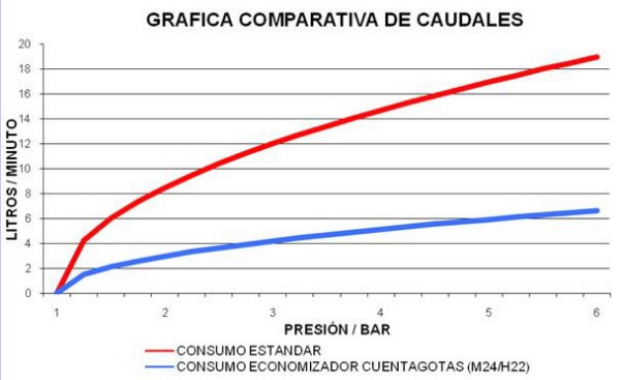
Se especifica lo siguiente:

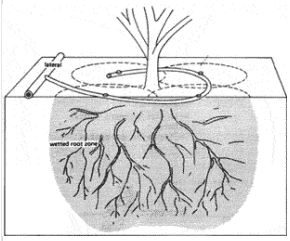
1. Debe disponerse un sistema de contabilización tanto de agua fría como de agua caliente para cada unidad de consumo individualizable.
2. En las redes de ACS debe disponerse una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m.
3. En las zonas de pública concurrencia de los edificios, los grifos de los lavabos y las cisternas deben estar dotados de dispositivos de ahorro de agua.

Medidas

La aplicación de las medidas de ahorro permite consumir menos sin tener que renunciar a los servicios hidráulicos. Además de una buena educación de los usuarios podemos reducir el consumo de agua a la mitad con la instalación de:

- Aparatos eficientes en lavabos, inodoros, duchas, fregaderos
- Lavadoras y lavavajillas con bajo consumo de agua

Medida	Reductor de caudal para grifos	Criterio RN 1
Descripción	Los reductores de caudal son dispositivos que se acoplan a las griferías domésticas, y reducen el flujo pero mantienen la presión. Los reductores de caudal se presentan con diferentes estrategias: algunos mezclan el agua con aire reduciendo su flujo: la boquilla y el difusor consiguen un aumento de la velocidad de circulación de agua y una depresión que facilita la entrada de aire por aspiración. También hay otros que disponen de una válvula de retención en su interior que salta cuando el caudal de agua es superior a un valor determinado de l/min. Otros más simples son reductores de caudal fijo mediante una junta de goma que disminuye la sección y aumenta la presión. 
Beneficios	Permite reducir el consumo de agua hasta un 50% del consumo normal, sin pérdida de confort. Produce una caída del agua regular y abundante sin salpicaduras.
Aplicaciones	Se puede aplicar a cualquier tipo edificio y para cualquier uso.
Experiencias	La implementación de esta medida permite reducir el consumo de agua con un coste muy bajo.
Ejemplos	http://ahorraragua.com/html/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=10
Valoración económica	5-10 €
Referencias	http://www.cuentagotas.net/productos http://ahorraragua.com

	Medida	Riego por goteo	Criterio RN 1
	**Descripción**	El riego localizado es la aplicación del agua al suelo, en una zona más o menos restringida del volumen radicular. Características: la utilización de pequeños caudales (entre 2-8 l/h) a baja presión, y la localización del agua en la proximidad de las plantas. Los elementos que componen una instalación automática de riego por goteo son: o Programador: Corrientemente se dedica una o varias estaciones o fases para el goteo y las demás para los aspersores y difusores. o Electroválvulas: Cada sector de riego lleva una electroválvula que se abre y se cierra según le ordena el programador. Cada sector de goteo llevará su electroválvula correspondiente. o Arquetas: Las electroválvulas van dentro de arquetas. Hay arquetas individuales y otras más grandes que pueden alojar 3, 4, 5 electroválvulas en paralelo. Por ejemplo, un jardín podría tener en la misma arqueta 4 electroválvulas: una para un sector de aspersores, dos para sendos sectores de difusores y una para riego por goteo. o Reductor o regulador de presión: Los emisores de riego por goteo necesitan poca presión de agua para funcionar. Si la red de agua tiene demasiada presión, para evitar que los goteros salgan disparados, se instalan los reductores o reguladores de presión. Se pueden sustituir por una llave de paso colocada antes de la electroválvula, pero se controla con menos exactitud. o Filtro: Situado al inicio del sector de riego, el filtro de agua evita obstrucciones de los goteros. o Tuberías: Suele bastar con tuberías de 32 y 25 mm de diámetro de polietileno (PE). A éstas se le conectan los ramales de goteo, habitualmente tubería de 16 mm. o Piezas especiales: Tés, codos, enlaces, llaves, empalmes, tapones, etc. o Emisores o goteros que pueden estar integrados en la propia tubería, o de botón, para pinchar en tubo. Pueden ser autocompensantes, que regulan el caudal que emiten, compensando las diferencias de presión que se establecen entre los diferentes puntos del circuito de riego.	
	Beneficios	Un riego localizado tiene una eficiencia del 90% contra el 70% de un sistema por aspersión.	
	Limitaciones	Tiene un coste más elevado. Si se tiene una línea muy larga (más de 100 metros) o si hay pendientes fuertes, se debe instalar un sistema de riego autocompensante. Los emisores con el tiempo se obturan, así que es necesario un mantenimiento constante.	
	Aplicaciones	Jardines con setos, grupos de arbustos, flores, rocalla, huerto, árboles, etc.	

	Medida	**Riego por goteo**	**Criterio RN 1**
	Experiencias	Una práctica incorrecta y muy común es poner una sola fase para el goteo y que se riegue todo por igual: setos, árboles, arbustos, frutales, e incluso el huerto, ya que cada grupo de plantas tienen necesidades de agua diferentes. Otra frecuente aplicación incorrecta es, para aprovechar sectores, conectar el goteo a un sector de aspersores del césped, cuando el goteo necesita más tiempo de riego que el programado para los aspersores. Lo ideal es hacer varios sectores dentro del riego por goteo, cada uno con su electroválvula y con una fase del programador. Lo goteros que se pinchan (de botón) resultan útiles para jardineras o zonas donde las plantas están más desperdigadas.	
	Valoración Económica	El programador cuesta alrededor de 100-200€, dependiendo de si está preparado para estar a la intemperie o no y del número de estaciones que tenga. Una instalación completa de riego por goteo para una extensión de 50m2 con goteros autocompensantes y ramales cada metro, puede rondar los 600€.	
	Referencias	http://articulos.infojardin.com	

	Medida	**Reductor para duchas**	**Criterio RN 1**
	Descripción	En el caso de las regaderas, duchas fijas, móviles y/o de teléfono, las cifras en las que ha de encuadrarse el consumo, según las normativas, tiene que ser menos de 10 litros por minuto para presiones de trabajo de 1 a 3 bar de presión dinámica del circuito y de 12 litros por minuto si la presión está comprendida entre 3 y 5 bar. A las duchas normales se les pueden aplicar sistemas que reducen el consumo, con un aumento de coste no significativo.	
	Beneficios		
	Aplicaciones	En edificios residenciales, oficinas, centros deportivos, piscinas y en todos aquellos sitios que tengan instaladas duchas.	
	Experiencias	En el mercado se encuentran rociadores de duchas eficientes que consiguen un ahorro de agua a través de diferentes mecanismos, entre ellos: • Mezcla con aire: consiste en mezclar aire con agua de manera que el chorro proporcione la misma sensación de mojado consumiendo aproximadamente la mitad de agua. • Reducción del área de difusión: la simple concentración del chorro de salida consigue un considerable ahorro sin reducir la cantidad de agua útil por unidad de superficie. • Reducción de caudal: se puede obtener a través de limitadores de caudal estático que se basa simplemente en la disminución de la sección o con los controladores de caudal que se comportan de una manera dinámica en función de la presión a la que son sometidos.	
	Valoración económica	Los precios de los sistemas de reducción de consumo son muy variados, desde los 20€ los rociadores de duchas con aireador incorporado. Los limitadores de caudal estático se encuentran a partir de 3-4€.	

Medida	Cisternas eficientes	Criterio RN 1
Descripción	Un inodoro convencional emplea entre 9 o 10 litros para cada descarga. El uso de cisternas con dispositivos que permiten interrumpir la descarga, consigue un uso más racional del agua. La normativa europea limita la capacidad de las cisternas a 9 litros, aunque varios importantes fabricantes han lanzado al mercado modelos de 6 litros de volumen y con pulsador de corte de descarga a 3 litros, o bien doble pulsador. El éxito de estos modelos se basa en la capacidad del sifón de arrastrar con menos agua. Para los sanitarios antiguos los fabricantes han pensado en variados dispositivos de corte de descarga fácilmente acoplables a la cisterna.	
Beneficios	Se puede conseguir un considerable ahorro de agua sin reducir las prestaciones. Muchos de los sistemas permiten reutilizar un inodoro antiguo y convertirlo en ahorrador de agua, mediante la sustitución única del mecanismo antiguo, tras una fácil instalación. Se disminuye considerablemente el volumen de descarga de 9-10 litros a 6 ó 3 litros, ofreciendo ahorros de entre el 40 % y el 70 %.	
Aplicaciones	En todos tipos de edificios, en inodoros con cisterna baja, sistemas de doble descarga, o bien un sistema de interrupción de descarga. En inodoros con cisterna elevada, contrapeso que interrumpe el flujo cuando deja de accionarse el tirador. Además de los sistemas de doble descarga o de interrupción de descarga existen los sistemas de descarga presurizada: Fluxores o fluxómetros. Hay fluxores temporizados, pensados para sitios públicos de alto tránsito que se accionan mediante un grifo de cierre automático de manera que la presión de descarga proviene directamente de la red, por lo que la limpieza es mucho más efectiva y al no haber depósito de agua adosado al inodoro, se gana en espacio y se evitan obstrucciones de los conductos. También existen fluxómetros electrónicos, que se activan mediante un sistema electrónico de detectores de presencia.	
Experiencias	En inodoros con la cisterna baja se puede instalar un sistema de doble descarga o bien un sistema de interrupción de descarga. El primero permite escoger al usuario entre dos volúmenes distintos de descarga de agua (6 - 9 litros ó 3 - 4 litros) mediante dos botones diferenciados. El segundo consiste en parar voluntariamente la descarga al volver a pulsar el botón. Los nuevos inodoros vienen con estos dispositivos instalados de fábrica. Inodoros con cisterna elevada. En estos inodoros, la incorporación de un mecanismo de interrupción de descarga no es posible, pero se puede colocar en la cisterna un contrapeso que interrumpe el flujo cuando deja de accionarse el tirador	
Valoración económica	Un mecanismo para cisterna cerámica con válvula de doble descarga cuesta entre 20 y 35€.	
Referencias	http://www.enbuenasmanos.com	

RN 2 Recuperación y reutilización de aguas grises

CAMPO	COMPONENTE	TIPO DE MEDIDA
Energía	Diseño	Evaluable
Materiales	Arquitectura	Compromiso
Agua	Instalaciones	
Residuos	Uso y Gestión	
Confort		
Económico		
Entorno		

Objetivos

Reducir el consumo de agua potable durante el uso del edificio, mediante la instalación de un sistema de recuperación y reutilización de las aguas grises.

Descripción

Con un tratamiento previo de depuración, las aguas de las duchas, de los lavabos y de las cocinas pueden ser tratadas y reutilizadas para su uso como aguas de riego, para la limpieza o para los inodoros. Para la implementación de un sistema de reutilización de aguas grises se necesita la ejecución de un sistema de distribución de agua separativo, capaz de gestionar las aguas potables y las recicladas.

Reutilización de aguas grises para las cisternas de los inodoros

Al reutilizar las aguas grises para las cisternas conseguiríamos un ahorro de unos 50 litros por persona y día. Si se considera una familia media de 4 personas, esto supondría un ahorro de unos 200 l/día, es decir, aproximadamente el 25 % del consumo diario de la vivienda.

En función del número de personas que habitan la vivienda o de los usuarios de las instalaciones, se calcula el tamaño del depósito, para llegar a un equilibrio entre el espacio utilizado y la capacidad del mismo. Para viviendas unifamiliares o multifamiliares, depósitos de 0,5 o 1 m3 son los más habituales. Generalmente son de fibra de vidrio, siendo el lugar habitual de ubicación el sótano de la vivienda.

Reutilización de aguas grises para el riego

Las aguas grises utilizadas correctamente pueden ser abonos de gran valor para la horticultura. Dado que contienen fósforo, potasio y nitrógeno, son una fuente de contaminación para lagos, ríos y aguas, sin embargo pueden utilizarse de manera beneficiosa por sus nutrientes para el riego de las plantas.

Hay varios sistemas para tratar las aguas grises destinadas al riego, dependiendo del uso final que se le vaya a dar. Gracias a estos procesos se puede llegar a rescatar hasta un 70% del agua, que a su vez puede ser utilizada para irrigación.

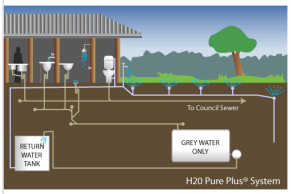
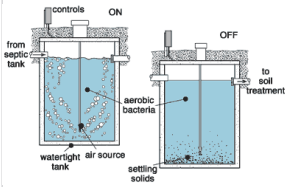
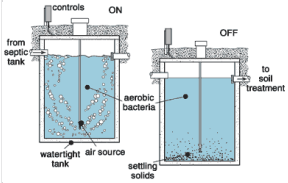
Marco normativo

- *No existe normativa estatal de referencia*

Medidas

La valoración del criterio se obtiene a través de las medidas adoptadas para la reutilización de las aguas grises para:

- El agua de riego
- Los inodoros

	Medida	Sistema de tratamiento de aguas grises	Criterio RN 2
	**Descripción**	Las aguas grises domésticas, provenientes de los lavabos, las duchas y de los electrodomésticos, pueden ser tratadas y reutilizadas. El sistema de depuración se instala en la arqueta de recogida de las aguas grises, y con un sistema de conductos, se llevan las aguas depuradas a los inodoros y el riego. Las aguas vienen tratadas por digestión y un sistema de filtración para eliminar colores y malos olores. Finalmente pasa por un tratamiento de rayos ultravioleta que eliminan los virus y bacterias.	
	Beneficios	Reducir el consumo de agua potable en el hogar. Reducir la producción de aguas residuales y la eutrofización de las reservas hídricas.	
	**Limitaciones**	Se pueden recuperar solo las aguas de ducha. La implementación de este sistema implica un aumento de coste debido al aparato de tratamiento y al doble sistema de distribución de agua. Este sistema no se puede implementar en cualquier lugar puesto que es necesario un espacio suficiente para la instalación que reúna las condiciones para que sean aptas.	
	**Aplicaciones**	En todo tipo de edificios	
	Experiencias	Al reutilizar las aguas grises para las cisternas conseguimos un ahorro de unos 50 litros por persona y día. Si se considera una familia media de 4 personas, esto supondría un ahorro de unos 200 l/día, es decir, aproximadamente el 25 % del consumo diario de la vivienda. Si este sistema se implanta en hoteles, campings o instalaciones deportivas, estaríamos hablando de cifras aún más importantes, en torno al 30% de ahorro de agua potable.	
	Valoración económica	Para una viviendas en construcción de carácter unifamiliar los costes están en torno a los 1.200 € y para instalaciones deportivas u hoteleras las cifras estarían entre los 9.000 € y 27.000 €, dependiendo de las dimensiones de la instalación. La ventaja en la aplicación de estos sistemas es obvia en cuanto al ahorro de agua que se genera. Además se evita la potabilización de un volumen de agua que, por el uso a que se destina, como agua de arrastre, no es necesario que sea potable, produciéndose de esta manera un segundo ahorro significativo.	
	Referencias	http://www.nsf.org http://www.acs.com	

RN 3 Impacto de los materiales de construcción. Reutilización y uso de materiales reciclados

CAMPO	COMPONENTE	TIPO DE MEDIDA
Energía	Diseño	Evaluable
Materiales	Arquitectura	Compromiso
Agua	Instalaciones	
Residuos	Uso y Gestión	
Confort		
Económico		
Entorno		

Objetivos

Reducir los impactos asociados a la producción de los materiales de construcción mediante la elección de materiales con bajos impactos durante su proceso de extracción y transformación así como mediante el uso de materiales reutilizados y/o reciclados.

Descripción

Los impactos generados por los materiales utilizados en la edificación se producen en todas las transformaciones sufridas, desde su extracción como materia prima hasta su salida de fábrica como material preparado para usarse en obra.

La correcta evaluación del comportamiento ambiental de los productos debe hacerse teniendo en cuenta todo el ciclo de vida. La Declaraciones Ambientales de Productos de la Construcción (DAPc) informan de manera objetiva, contrastable y desglosada del consumo de recursos naturales (agua, energía y recursos renovables), de las emisiones atmosféricas, de los vertidos al agua y al suelo en el proceso de fabricación. Desafortunadamente no se dispone todavía de las DAPc de la mayoría de los materiales.

El ámbito de estudio de este criterio se acota a los materiales empleados en los siguientes elementos constructivos: cubierta, forjados completos (incluido el pavimento), fachada y particiones interiores (incluidos acabados). Igualmente, la estructura tiene un gran peso en los impactos generados por el edificio.

Marco normativo

- *Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).*

  El Anejo 13 establece criterios para evaluar la contribución de las estructuras de hormigón a la sostenibilidad definiendo un índice específico para tal fin (ICES), obtenido a partir de otro índice de sensibilidad medioambiental (ISMA), de manera que sea posible estimarlos cuando así lo decida la Propiedad. Para facilitar la tarea de la obtención del índice, el Ministerio de Fomento ha desarrollado el programa de cálculo MIVES (Modelo Integrado de Cuantificación de Valor de la Estructura a la Sostenibilidad) desarrollado por LABEIN Tecnalia a partir de los trabajos liderados por la Universidad Politécnica de Cataluña dentro del Grupo de Trabajo de la Comisión Permanente del Hormigón creado al efecto.

- *ISO 14040 "Environmental management. Life Cycle Assessment. Principles and Framework" (ISO, 2006).*
- *ISO 14025 "Environmental labels and declarations. Type III environmental declarations. Principles and procedures" (ISO 2006)*
- *ISO 21930 "Sustainability in building construction. Environmental declaration of building products" (ISO 2007)*
- *ISO 14044 "Environmental management. Life cycle assessment. Requirements and guidelines." (ISO 2006)*
- *Norma de referencia para la elaboración de EPD ISO 21930:2007 y prEN 15804:2008 en proceso de aprobación.*

Medidas

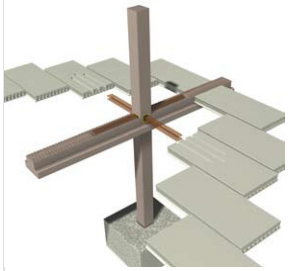
En el diseño de un edificio, se pueden aplicar algunos criterios de selección de materiales generales, como los siguientes:

» Utilizar materiales que por sus propias características los hagan durables y que requieran menor mantenimiento. Mejor optar por soluciones simples, dimensiones y acabado estándar, de fácil colocación y desmontaje para facilitar su reposición y su recuperación al fin de la vida.

» Utilizar siempre que sea posible, alguna solución que emplee materiales reciclados o reutilizados. Se define material reutilizado aquel que puede ser empleado sin necesitar un proceso de transformación.

» Utilizar materiales con bajo consumo de energía en su proceso de fabricación.

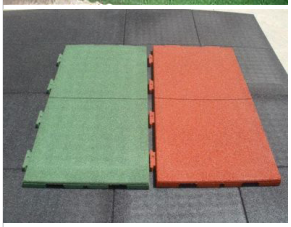
» Ampliar la vida útil del edificio.



Medida	Uso de materiales reciclables al fin de la vida útil	Criterio RN 3
Descripción	Los materiales al finalizar su vida útil pueden ocasionar importantes problemas ambientales. Su destino, ya sea la reutilización directa, el reciclaje, la deposición en vertedero o la incineración, hará que su impacto sea mayor o menor. Muchos de los materiales empleados en la construcción pueden ser reciclados al fin de su vida útil. La mayoría de los materiales pueden ser reciclados para la producción de otros materiales como la madera, el hormigón, los escombros, las materias plásticas, etc. Algunos de ellos, pueden ser reutilizados sin pasar por procesos de modificación, como por ejemplo las estructuras de madera o de acero, los elementos prefabricados, las ventanas, etc. En este caso es aconsejable emplear sistemas de construcción en seco. Una de las labores básicas que garantiza el posterior éxito de todo el proceso es la separación y recogida selectiva de los residuos. Una vez realizada la separación se procede a señalar aquellos que son valorizables e incorporables al circuito de reciclaje. El hormigón que constituye las estructuras de los edificios es reciclable y se puede emplear para la producción de áridos reciclados y zahorras. los áridos se pueden incorporar de nuevo tanto a hormigones tanto esturcturales como no estructurales.	
Beneficios	Se reduce el consumo de materias primas, y la producción de escombros. También se evita el consumo de energía y las emisiones de CO_2 causadas por el transporte de los residuos al vertedero. Si una importante fracción de la energía primaria se consume en el sector de la construcción y si su empleo ocasiona el calentamiento global, por las emisiones de CO_2, así como el riesgo de agotamiento de determinados recursos, emplear materiales reciclables disminuye estos problemas.	
Limitaciones	Hacer una selección de materiales adaptados al re-uso, reduciendo las posibilidades constructivas. Para minimizar los residuos, desde la fase de proyecto deben incorporarse criterios funcionales y constructivos idóneos que fomenten la utilización de materiales y técnicas constructivas que favorezcan la valorización de los mismos; reincorporándolos sin cambios en las nuevas construcciones o transformándolos en nuevos productos.	
Aplicaciones	Desde los más exigentes como elementos “drenantes” en trasdosados de muros de contención, subbases de soleras y cubiertas invertidas, hasta los menos como rellenos en zanjas de instalaciones o subbases de jardines. En la mayoría de usos siempre es importante el control de la cantidad de determinadas sustancias que pueden influir en su calidad final, como por ejemplo la materia orgánica o los sulfatos. La madera puede ser recuperada o reciclada para la fabricación de tableros aglomerados o bien para biomasa. Los metales pueden fundirse y ser reciclados. Al final de su vida útil los materiales pétreos como el hormigón se pueden emplear para la producción de áridos reciclados de acuerdo con la normativa española y la de numerosos países europeos.	
Experiencias	En países con dificultades para acceder a los recursos, en concreto a los áridos naturales (por ejemplo Holanda, Bélgica, Dinamarca y ciertas zonas de Alemania) los porcentajes de reciclaje se sitúan por encima del 80% (casi el 100% de la fracción pétrea)	

Medida	Uso de materiales reutilizados en la construcción	Criterio RN 3
Descripción	En los trabajos de demolición de edificios es posible recuperar materiales íntegros que pueden ser reutilizados en otros edificios, para trabajos de nueva construcción o de restauración y remodelación. Comprende todas aquellas actividades en las cuales el material no ha pasado por procesos de transformación física, química o morfológica. Algunos ejemplos son las estructuras de madera o de acero, los elementos prefabricados, las ventanas, y en general los sistemas de construcción en seco, etc. Es práctica habitual en rehabilitación de edificios la reutilización de la estructura existente de hormigón sustituyendo únicamente las divisiones interiores y en su caso la fachada.	
Beneficios	Reducción de los escombros que se acumulan en los vertederos. Reducción del consumo de materia prima y la energía embebida asociada. Con la reutilización hay una cantidad de residuos (en volumen y en peso) que se evitaría transportar y acumular o incinerar. De esta manera, no solo disminuirá el volumen transportado al vertedero o a la central recicladora, sino también la contaminación y la energía necesaria para ese transporte. Siguiendo estas pautas se le da un segundo uso a los materiales de construcción que fueron diseñados y fabricados para otro uso.	
Limitaciones	Es necesario programar una demolición selectiva. Retirar de forma previa a la demolición propiamente dicha aquellos materiales fácilmente extraíbles que pudieran tener cierto valor en el mercado de la reutilización. Es posible recuperar elementos constructivos si se ha hecho una construcción en seco o con prefabricados. Existe una limitación morfológica para las nuevas construcciones, por lo que se aconseja construir elementos con dimensiones estándar. Si por ley los arquitectos e ingenieros tuvieran que presentar planos del desmontaje de sus edificios, al igual que se dibujan los detalles constructivos para su puesta en obra, y si se consiguiera llegar a un punto de mecanización en la industrialización, se alcanzaría el punto de eficiencia óptima en el que el montaje y desmontaje fueran un negocio rentable que proliferara. De esta manera se podría llevar a cabo un sistema de reutilización regulado en sus competencias y legislado que beneficiara al medioambiente y económicamente a los promotores.	
Experiencias	Muchos elementos montados en seco, pueden ser fácilmente desmontados y reutilizados sin necesitar otros procesos de elaboración: Tejas, piedra labrada, elementos ornamentales restaurables, canalizaciones metálicas, piezas de madera (marcos, puertas, tarimas, vigas), elementos estructurales de acero, aparatos sanitarios, mobiliario, etc. Se clasifican en materiales reutilizables, reciclables e incinerables. Si se estudia el impacto total de dos fachadas ventiladas (una convencional y otra reutilizada), realizando el A.C.V. (análisis de ciclo de vida), sólo el 9% del impacto total es generado por la fachada reutilizada, mientras que el 91% restante lo genera la fachada convencional.	
Ejemplo de edificios	Centro de Creación Contemporánea Matadero Madrid.	
Valoración económica	El ahorro de material resultará favorable económicamente, siempre que el trabajo necesario para la recuperación de los elementos no supere el valor del elemento nuevo.	
Referencias	Reutilización materiales Construcción. Cuchi-Sagrera. Revista Ambienta n66	

Medida	Uso de materiales reciclados: perfiles plásticos extruidos	Criterio RN 3
Descripción	El reciclado es un proceso simple o complejo que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea éste el mismo en que fue generado u otro diferente. Los plásticos pueden fundirse de nuevo para usarlos como materia prima adicional, alternativa o sustituta para el moldeado del mismo producto o para elementos secundarios. Una condición necesaria para el reciclaje de los residuos es una separación selectiva. Una de las formas de reciclaje del plástico es en forma de perfiles. Se fabrican mediante extrusión de una mezcla de residuos de plástico. El proceso de fabricación no requiere lavado previo de los residuos. Se comercializan en las siguientes medidas: redondo 50 mm, cuadrado de 40 x 40 mm, rectangular 30 x 70 mm de sección y 2100 mm de longitud. Pueden emplearse para mobiliario urbano, para elementos de edificación y elementos marítimos.	
Beneficios	Los plásticos se fabrican a partir del petróleo y tardan en degradarse unos 180 años. Al consumir este material se contribuye al agotamiento de un recurso no renovable. Su reciclado permitiría una reducción en el empleo de materias primas, evitar su destierro a vertederos y rellenos sanitarios, así como su incineración que provocaría la liberación de sustancias tóxicas. Es una forma adecuada de evitar la contaminación de productos que, por su composición, materiales o componentes, no son fáciles de desechar de forma convencional. Se le da valor agregado al material, puesto que de “residuo” pasa a ser “materia prima” en este proceso. Ahorro de CO_2 equivalente: como mínimo 1,5 kg de CO_2 equivalente por cada kg de plástico (equivale a 7,7 km recorridos por un coche convencional).	
Limitaciones	Los materiales reciclados serán normalmente competitivos donde exista falta de materias primas y lugares de vertido adecuados.	
Aplicaciones	Construcción, mobiliario urbano, muelles.	
Experiencias	Mobiliario urbano: bancos, mesas, pavimentos para jardín, areneros, jardineras, papeleras. Marítimo: muelles, pasarelas para playas, paseos marítimos, protectores para barcos. Construcción: señalización, muros de contención, separadores de vías, protectores.	
Valoración económica	Perfil de plástico reciclado extrusionado cuadrado 40 x 40 mm de sección y de 2100 mm de longitud: 5,67 €/ud Perfil de plástico reciclado extrusionado rectangular 30 x 70 mm de sección y 2100 mm de longitud: 7,41 €/ud.	

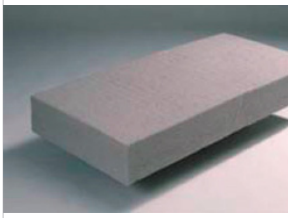


Medida	Uso de materiales reciclados: pavimentos de caucho	Criterio RN 3
Descripción	Consiste en losetas en las cuales aproximadamente el 90 % de sus componentes son cauchos ya utilizados (neumáticos), los cuales son triturados y seleccionados para su posterior uso. Los gránulos de caucho se mezclan con pigmentos y resinas de poliuretano.	
Beneficios	Amortiguación y absorción de impactos. Permeabilidad al agua (seca rápidamente sin dejar charcos). Acción antideslizante. Resistente a las condiciones climatológicas adversas. Acción insonorizante. Además se evita el enterramiento y/o quema de estos materiales evitando focos de contaminación. Ahorro de CO_2 equivalente: a partir de 11,34 kg de CO_2 equivalente ahorrados por cada kg de neumático (equivale a 58 km recorridos por un coche convencional).	
Limitaciones	Las losetas de caucho reciclado anticaída se deben instalar en superficies duras, siendo superficies ideales para su instalación las de asfalto y hormigón.	
Aplicaciones	Zonas de juegos infantiles, zonas deportivas, suelos industriales (carga, vibraciones), bordes de piscinas.	
Experiencias	Parques infantiles	
Valoración económica	Loseta 1.000 x 500 mm elástica prefabricada: 25,95 €/m² . Pavimento de caucho en losetas de 4 cm de espesor, en color rojo, amortiguador a altura de caída de 1,70 m: 30 €/m². o Pavimento de caucho reciclado continuo de 4 cm de grosor, en color rojo, verde y negro, amortiguador a altura de caída de 1,70 m: 40 €/m². o Pavimento de caucho reciclado continuo de 4 cm de grosor, en color azul, amarillo y naranja, amortiguador a altura de caída de 1,70 m: 56 €/m². o Pavimento de caucho reciclado continuo de 4 cm de grosor, en resto de colores, amortiguador a altura de caída de 1,70 m: 50 €/m.	

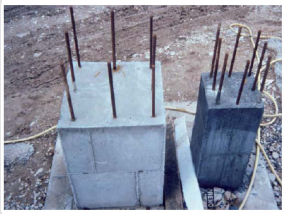
	Medida	**Uso de materiales reciclados: hormigones estructurales y no estructurales**	**Criterio RN 3**
	Descripción	Las estructuras de hormigón tienen una vida útil prolongada, y al final de la misma pueden ser utilizadas para la producción de árido reciclado. El árido reciclado a su vez puede formar parte de hormigones tanto estructurales como no estructurales. La Instrucción Española de Hormigón Estructural EHE 08 contempla ésta práctica y especifica que los hormigones estructurales pueden contener hasta un 20% de árido grueso reciclado, (procedente de la trituración de hormigón estructural), mientras que los hormigones no estructurales pueden contener hasta el 100% del árido grueso reciclado. Con ésta medida se pretende introducir ésta técnica en la práctica habitual, dados los beneficios que reporta en forma de disminución de la necesidad de extraer recursos naturales (graveras y canteras), a la vez que se evita el depósito de inertes en vertederos.	
	Beneficios	Con ésta medida se pretende fomentar una práctica frecuente en muchos países, en los cuales la cuota de mercado del árido reciclado frente al árido natural ó procedente del machaqueo de rocas es ya significativa, (del 20% en UK). De ésta forma se reduce el impacto ambiental asociado a la extracción de recursos naturales, y se evita la proliferación de vertidos de materiales inertes.	
	Limitaciones	La Instrucción EHE especifica las condiciones que debe cumplir el árido grueso reciclado procedente de residuos de hormigón triturado, para su incorporación en hormigones reciclados. Además, limita su empleo en la sustitución de árido grueso, no siendo posible por el momento la sustitución de árido fino por árido fino reciclado. Éstas especificaciones se encuentran en el anejo 15 de la “Instrucción de hormigón estructural EHE 08”. La resistencia mecánica máxima del hormigón reciclado se recomienda sea de hasta 40 MPa.	
	Aplicaciones	Nuevas estructuras de edificios de hormigón estructural, pavimentos, obra civil, etc. El empleo de árido reciclado permite obtener resistencias mecánicas suficientes para la mayoría de las aplicaciones tanto no estructurales como estructurales. Resulta especialmente adecuado el empleo de áridos reciclados en hormigones de limpieza y no estructurales, de escasa ó nula responsabilidad estructural, en los cuales se puede realizar la sustitución del 100% del árido grueso por árido grueso reciclado. dado que no existe un requerimiento exigente en términos de resistencia mecánica.	
	Experiencias	Hormigones no estructurales y hormigones estructurales. Pavimentos. Obra civil. Carreteras.	

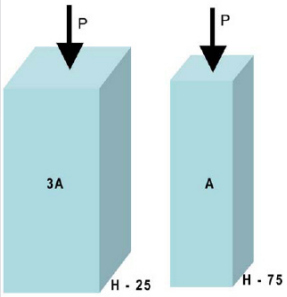
	Medida	**Elección de materiales con bajo impacto en su proceso de fabricación. Declaraciones ambientales de producto DAP**	**Criterio RN 3**
	Descripción	El proceso de fabricación de los materiales y productos de la construcción tiene un fuerte impacto que afecta negativamente al medio ambiente. La extracción del material natural, su transformación en materia prima, el proceso de fabricación del producto, y el consumo de energía derivada del petróleo, originan emisiones de todo tipo, muchas de ellas tóxicas, contaminantes y potencialmente peligrosas para la salud. Pese a que todos los materiales de construcción provocan un impacto sobre el medioambiente, cada uno lo hace de forma diferente. Los de origen pétreo, por ejemplo, repercuten principalmente en el lugar de extracción, afectando al paisaje y originando emisiones de polvo. Los metales, además, consumen grandes cantidades de energía en el proceso de transformación, pero también se han de considerar las prestaciones y las posibilidades de reciclaje. Los plásticos tienen como impacto adicional las emisiones tóxicas que producen al ser incinerados. La madera es un recurso natural renovable (si su producción es correctamente gestionada), que consume poca energía en los procesos de transformación más usuales pero que, para algunos usos, puede requerir tratamientos de protección que a menudo originan emisiones y residuos tóxicos. Es conveniente la utilización de materiales y sistemas de construcción durables, fabricados con componentes reciclados, con consumo energético bajo, reutilizable y/o reciclable en el futuro. La correcta evaluación del comportamiento ambiental de los productos debe hacerse teniendo en cuenta todo el ciclo de vida. La Declaraciones Ambientales de Productos de Construcción (DAPc) son un tipo de certificación que aporta información cuantitativa, de manera objetiva, contrastable y desglosada de los distintos impactos ambientales que puede ocasionar un producto desde la extracción o adquisición de las materias primas necesarias para su fabricación, durante la fabricación (la cantidad de energía utilizada), y hasta su disposición final en vertedero o central de reciclaje una vez acabada su vida útil (cantidad de residuos generados, etc). La cuantificación de la información ambiental permite la comparación entre productos que pueden realizar una función similar. La comparación sólo es posible si los criterios con los que cada fabricante aporta su información, son comunes a nivel europeo (conceptos, estructura, tipo de información facilitada, unidades de medida, etc.). Desafortunadamente no se dispone todavía de las DAPc de la mayoría de los materiales, ya que no son documentos obligatorios. La energía incorporada (energía gris) debe ser baja, con esto nos referimos a un valor, de referencia, que se le asigna a un determinado producto. Este valor nos demuestra cuanta energía incorpora en el proceso de extracción, transporte de las materias primas, procesamiento, manufacturación, comercialización, deconstrucción, la descomposición, la disposición de residuos, desechos y su adecuación para reutilización y el reciclaje.	

	Medida	**Elección de materiales con bajo impacto en su proceso de fabricación. Declaraciones ambientales de producto DAP.**	**Criterio RN 3**
	Beneficios	Para evaluar los beneficios de un elemento (ahorro energético y económico a largo plazo, bajas emisiones de CO2 u otros elementos contaminantes, durabilidad, reciclabilidad o reutilizabilidad…) no sólo se deben tener en cuenta los beneficios logrados durante la utilización efectiva del edificio, sino que se debe hacer un balance global entre la energía gris del elemento (la energía empleada para su fabricación, puesta en uso y eliminación) y los beneficios directos generados durante su vida útil, pues bien podría ser que la energía gris gastada no se vea nunca compensada por los beneficios directos de ahorro económico o energético durante el tiempo que el elemento sea utilizado.	
	Limitaciones	A pesar de que la ISO 14021:1999 especifica los requisitos relativos a las autodeclaraciones ambientales, en ella no se definen los símbolos para cada uno de los aspectos. Por tanto, la cantidad de distintivos, en ocasiones muy similares entre sí, dan lugar a confusión. En numerosas ocasiones, hay materiales sintéticos con alta energía incorporada que son más económicos y de mayor distribución.	
	Aplicaciones	Todo tipo de edificios.	
	Experiencias	Materiales con bajo contenido de energía primaria: celulosa, lana, arlita, lino, arcilla expandida, madera, corcho. Materiales con alto contenido de energía primaria: poliestireno expandido, poliestireno extruido, metales, PVC, poliuretano, pintura y barnices sintéticos, Poliestireno expandido (EPS): Energía incorporada: 100 MJ/Kg; o Hormigón con fibra de madera: Energía incorporada: 450 MJ/Kg; o Aluminio primario: Energía incorporada: 215 MJ/Kg. o Madera/ tablero contraplacado-contrachapado: Energía incorporada: 5 MJ/Kg; o Arena: Energía incorporada: 0,10 MJ/Kg; o Arcilla expandida: Energía incorporada: 6 MJ/Kg.	
	Referencias	Práctica de sostenibilidad de la edificación.ITeC Tectónica (Energía II).Instalaciones, vol.31,pp. 32-33,2010.	



Medida	**Elección de materiales con bajo impacto en su proceso de fabricación: Aislantes térmicos naturales**	**Criterio RN 3**
Descripción	Los aislantes naturales como el corcho, celulosa, fibras vegetales (cáñamo, madera, lino, fibra de coco, paja y algodón) son elaborados con materias primas naturales, como las de origen vegetal que poseen menor huella ambiental y que evitan emisiones durante el uso y después de la vida útil de los edificios. Son renovables a escala humana y reintegrables en la naturaleza. En cambio, los aislantes sintéticos no son renovables y tienen un proceso de fabricación más intensivo en energía. Los aislantes convencionales, de espumas y expandidos PIR/PUR contienen gases de tipo hidrofluorocarburos (HFCs) y CO2. Además de incluir componentes que pueden ser tóxicos para los trabajadores y para el medio, su reciclaje es costoso o imposible.	
Beneficios	Se reducen las emisiones en los procesos de producción. Son productos que emplean materia prima renovable. Se evitan las emisiones de contaminantes perjudiciales para la salud humana, como compuestos orgánicos volátiles COV) tanto al exterior como al interior de los edificios.	
Limitaciones	Las prestaciones de los aislantes naturales son más bajas, y muy diferentes entre un tipo y otro, por eso tiene que ser estudiados caso por caso cual es el material óptimo, teniendo en cuenta el lugar para que sea un producto local. Los sintéticos son los más económicos y de mayor distribución.	
Aplicaciones	Todo tipo de edificios, aislamiento térmico de cámaras frigoríficas, cubiertas, interiores, muros, paredes, parkings en general y suelos.	
Experiencias	Parques infantiles	
Valoración económica	El precio de los paneles depende del tipo de material empleado y del espesor de los paneles. Por ejemplo, las placas de corcho aglomerado natural de 1000 mm x 500 mm pueden oscilar entre los 5€ las de 20mm de espesor y los 15€ por unidad las de 60mm. La conductividad de la placa de corcho aglomerado natural, la del tablero de fibras de madera prensada y la de las placas de celulosa flexible va de 0,042 W/mK a 0,039W/mK. La del aislamiento de poliestireno extruido es 0,034, y del expandido 0,038, por lo que podemos concluir que los grosores de aislamientos naturales con los que conseguir transmitancias equivalentes a las conseguidas con los sintéticos serían ligeramente superiores. Aunque representen un aumento de coste, el aislamiento siempre es amortizado a corto plazo.	
Referencias	Código Técnico de la Edificación (CTE); Guía DITE de aislamientos (EOTA); Guías DAU (ITeC); normas UNE-EN 13163: especificaciones de los productos aislantes (AENOR); UNE-EN 13499: Sistema de aislamiento térmico por el exterior con EPS (AENOR); Asociación Nacional de Fabricantes de Materiales Aislantes: www.andima.es	





Medida	Aumento de la Vida Útil de la estructura	Criterio RN 3
Descripción	Se entiende por “vida útil de una estructura” el periodo de tiempo, a partir de la finalización de su ejecución, durante el que debe mantener los requisitos de seguridad y funcionalidad de proyecto y un aspecto estético aceptable. Durante ese periodo requerirá una conservación de acuerdo con un plan de mantenimiento preestablecido. La propiedad es la que fija un periodo de vida útil de la estructura; para ayudarla en esta tarea la Instrucción EHE-08 recomienda unos valores función del tipo de importancia de la estructura. En el caso de las estructuras de hormigón, la normativa actual vigente en España especifica una vida útil mínima de 50 años para los edificios de viviendas y de oficinas.	
Beneficios	A medida que se prolonga la vida útil garantizada para la estructura, se disminuye la necesidad de reponer los materiales constituyentes de la misma, al evitarse la necesidad de construir un nuevo edificio. Esto redunda en una disminución de los impactos iniciales, que son amortizados durante un periodo más largo de tiempo.	
Limitaciones	En la mayoría de los casos aumentar la vida útil de la estructura implica un mayor uso de materiales o usar procedimientos que aumentan la durabilidad de la armadura. En ambos casos eso puede generar un mayor impacto inicial en materiales respecto a una estructura tradicional.	
Aplicaciones	Las principales estrategias son: o **Recubrimientos**: En el caso de los espesores de recubrimiento estos se hacen depender no sólo de la resistencia característica del hormigón y del tipo de ambiente, sino también del tipo de cemento utilizado y de la vida útil prevista en proyecto. Si se utilizan medidas especiales de protección de las armaduras frente a la corrosión (recubrimientos epoxi, galvanización, protección catódica, etc.) se admite reducir los espesores de recubrimiento de los ambientes más agresivos (III y IV) a los valores correspondientes a la clase IIb. o **Medidas especiales de protección**: Otras medidas de protección son las aplicadas directamente sobre el hormigón en forma de mortero de revestimiento, como puede ser en el caso de los forjados unidireccionales. Para estos casos, se prevé poder contar con la contribución del mortero a los efectos de considerar un espesor equivalente de hormigón, siempre que se consiga que sea un revestimiento compacto, impermeable, definitivo y permanente, su espesor no rebase los 20 mm, y cumpla una serie de especificaciones establecidas en el Anejo 9 de la Instrucción.	
Referencias	Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08. Ministerio de Fomento. http://www.portal-watch.es/index.php?item=687	

RN 4 Desmontaje, reutilización y reciclado al final del ciclo de vida

CAMPO	COMPONENTE	TIPO DE MEDIDA
Energía	Diseño	Evaluable
Materiales	Arquitectura	Compromiso
Agua	Instalaciones	
Residuos	Uso y Gestión	
Confort		
Económico		
Entorno		

Objetivos

Promover un diseño que pueda facilitar el desmontaje de sus componentes a fin de que puedan ser reutilizados o reciclados al final de la vida útil del edificio.

Descripción

Los materiales utilizados en la edificación suponen un alto peso en los impactos ocasionados al medio ambiente por el edificio a lo largo de su ciclo de vida. Para reducir los impactos de estos materiales, no sólo es necesario promover la reutilización de materiales en el diseño y la construcción del edificio, sino, también, diseñar y construir el edifico pensando en su fase de deconstrucción de modo que los materiales empleados puedan ser reutilizados en futuros edificios.

La valorización de materiales procedentes de trabajos de substitución o de derribo puede hacerse de dos formas posibles: la primera y más deseable a nivel medioambiental es la reutilización directa, y la segunda es la vía del reciclaje del material. Por la general la segunda opción es la más aplicada y supone un coste energético asociado al proceso de reciclaje. Ambos casos resultan interesantes ya que se evita la utilización de nuevas materias primas y la disposición de residuos en vertederos.

Marco normativo

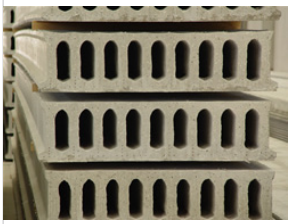
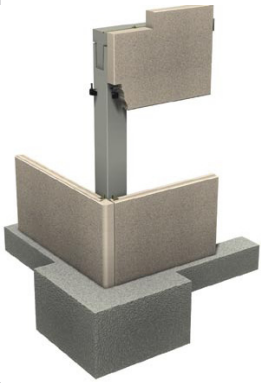
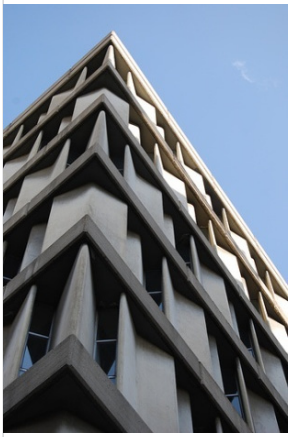
- No existe normativa estatal de referencia

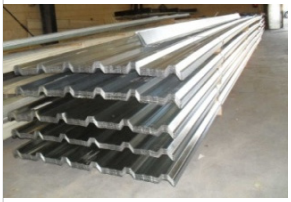
Medidas

Existen algunas estrategias que favorecen la reutilización de materiales y cuya implantación facilitará la reducción de residuos al final de la vida útil del edificio:

- Uso de sistemas constructivos en seco
- Utilización de elementos prefabricados
- Uso de acero o madera en elementos estructurales

	Medida	Uso de sistemas constructivos en seco	Criterio RN 4
	Descripción	Se definen construcciones en seco como aquellas que no usan mortero, hormigón, pegamentos u otros sistemas de conexión húmeda. Se pueden emplear una gran variedad de materiales: madera, acero, hormigón prefabircado, etc. Los elementos pueden ser desmontados y empleados para otras obras. Las paredes secas son cerramientos realizados sin recibir las piezas con mortero u otro aglomerante. En particiones, generalmente se componen de una estructura auxiliar en forma de bastidores de madera y paneles de yeso, cartón-yeso, fibra de yeso, fibras y virutas de madera, entre otros. En el interior de la cámara se dispone algún material aislante acústico y térmico.	
	Beneficios	Los materiales pueden ser desmontados y reutilizados sin pasar por procesos de transformación. Es un sistema de construcción más rápido y económico. Sus principales ventajas son la limpieza de ejecución y la ligereza, así como la flexibilidad de algunos productos para adaptarse a cualquier tipo de proyecto.	
	Limitaciones	El diseño tiene que ser estudiado para el empleo de elementos prefabricados y puesta en obra con sistemas en seco.	
	Aplicaciones	Todo tipo de edificios.	
	Experiencias	Cubiertas, estructuras, interiores, paredes y suelos.	

	Medida	Uso de elementos prefabricados	Criterio RN 4
	**Descripción**	Los elementos de construcción pueden realizarse por medio de procedimientos industriales, de forma que las labores in situ se limitan al montaje o puesta en obra. La utilización de productos y elementos prefabricados y/o estandarizados reduce la generación de residuos al aumentar las posibilidades de reutilización de los mismos y necesitar menos material para su ensamblado, así como el consumo de energía.	
	Beneficios	Se reduce el consumo de materiales y energía gracias a la industrialización del proceso, además de una optimización de los tiempos de ejecución en obra. Se pueden emplear materiales reciclados. Al utilizar materiales modulares se puede dotar de flexibilidad al diseño arquitectónico para que sirva a una posible evolución (o modificación) espacial. Además estos sistemas permiten la posibilidad de cubrir grandes luces y abaratar los costes de las construcciones de grandes dimensiones. Otra ventaja es la gran durabilidad de los elementos prefabricados ante las agresiones por agentes externos. La construcción tradicional emplea mayoritariamente materiales de naturaleza pétrea que generan una gran cantidad de sobrantes en el proceso de ejecución y de residuos en el derribo, responsables del colapso de los vertederos. Mientras tanto la construcción industrializada emplea menos volumen y mayor variedad de materiales, con mayores posibilidades de valorización. Al reducirse la cantidad de residuos se evita el vertido incontrolado de los mismos en zonas de valor ecológico como torrentes o bosques.	
	**Limitaciones**	Hoy, con carácter general, el mercado de la construcción no está preparado para el empleo sistemático de elementos prefabricados. El diseño se tiene que ajustar a los elementos y medidas de las piezas industriales.	
	**Aplicaciones**	Todo tipo de edificios	
	Experiencias	Suelos técnicos, falsos techos modulares, estructuras, placas para forjados, cimientos, paneles de cerramiento, pilares, ménsulas, sistemas de cubierta, jácenas, marquesinas.	
	Valoración económica	La utilización de elementos prefabricados, al reducir cantidad de material y tiempos de ejecución en obra, reduce lógicamente los costes.	



Medida	**Uso de sistemas reutiliazables para elementos de conexión vertical, forjados y elementos estructurales verticales**	**Criterio RN 4**
Descripción	La madera es uno de los materiales que pueden considerarse más sostenibles siempre que se cumplan dos premisas: por un lado, debemos tener garantías de que la gestión del espacio forestal de donde procede es sostenible; por otro, los tratamientos de preservación de la madera frente a la humedad, insectos y hongos suelen ser tóxicos para el medio ambiente y la salud humana. En la actualidad existen varias casas que comercializan imprimaciones y tratamientos cuyos compuestos son resinas vegetales; su rendimiento es inferior a los primeros al ser tratamientos a poro abierto que requieren un mayor mantenimiento. En cuanto al acero el principal impacto de los materiales metálicos se produce en la fase de transformación requiriendo un elevado consumo energético, aunque se trata de uno de los materiales más valorizables existentes en obra. Si para los elementos de conexión vertical se utilizan sistemas modulares, se optimizan los procesos de ejecución en obra y al final de su vida útil pueden recuperarse como elementos valorizables reincorporándolos sin cambios en las nuevas construcciones o transformándolos en nuevos productos. Los elementos prefabricados estructurales de hormigón armado o pretensado, permiten la reutilización después de la deconstrucción del edificio. Al ser fabricados a través de un proceso industrializado, reducen el uso de materia prima, las emisiones de GEI y la producción de residuos. Además estos elementos, son durables, requieren un bajo nivel de mantenimiento, y tienen una buena resistencia al fuego.	
Beneficios	Son materiales que al final del ciclo de vida de un edificio, pueden ser aprovechados para ser utilizados en una nueva construcción (o en la rehabilitación de otro edificio). La madera puede ser recuperada o reciclada para la fabricación de tableros aglomerados o bien para su valorización energética como biomasa. El acero puede ser reciclado, reutilizado y permite construir edificaciones con grandes espacios de luz, además de alturas considerables. El hormigón prefabricado puede ser fácilmente desmontado para su reutiliazación o reciclado.	
Limitaciones	Tanto la madera como el acero requieren un mantenimiento y tratamientos de protección. Los materiales metálicos requieren tratamientos de protección a base de pinturas férricas o galvanizados altamente impactantes. En la actualidad existen múltiples sistemas que incorporan productos naturales. En el caso de forjados, si son prefabricados, limita a construir con dimensiones estándar.	
Aplicaciones	En todo tipo de edificios.	

AI 1 Eficiencia de la ventilación en áreas con ventilación natural

CAMPO	COMPONENTE	TIPO DE MEDIDA
Energía	Diseño	Evaluable
Materiales	Arquitectura	Compromiso
Agua	Instalaciones	
Residuos	Uso y Gestión	
Confort		
Económico		
Entorno		

Objetivos

La ventilación natural es la generada de forma espontánea mediante corrientes de aire producidas por el viento al abrir los huecos existentes en el cerramiento de los edificios.

Asegurar una buena calidad del aire interior a través un sistema de ventilación natural eficaz.

Descripción

Una de las medidas más efectivas para mejorar la calidad del aire de los espacios interiores del edificio es aumentar la ventilación de los espacios de ocupación primaria por encima de los requisitos mínimos exigidos por la norma, cumpliendo, en cualquier caso, las exigencias de la normativa en relación a la energía.

Las condiciones de ventilación pueden ser garantizadas con sistemas de ventilación natural, que pueden ser tan eficaces como la ventilación mecánica, con todas las ventajas asociadas tanto en el confort, como en el consumo energético.

Marco normativo

- *CTE-HS3 Calidad del aire interior*
- *Por razones de higiene y salubridad, exige un caudal de ventilación mínimo que las viviendas deben de cumplir a través de un sistema mecánico o hibrido.*
- *UNE EN 12207:2000 Carpinterías*
- *UNE EN 15251:2008 Parámetros del ambiente interior a considerar para el diseño y la evaluación de la eficiencia energética de edificios incluyendo la calidad del aire interior, condiciones térmicas, iluminación y ruido.*

Medidas

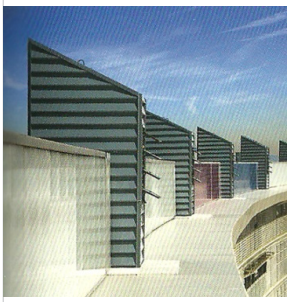
Para que una ventilación natural sea eficaz se deben cumplir las siguientes condiciones de diseño:

» Ventilación natural cruzada

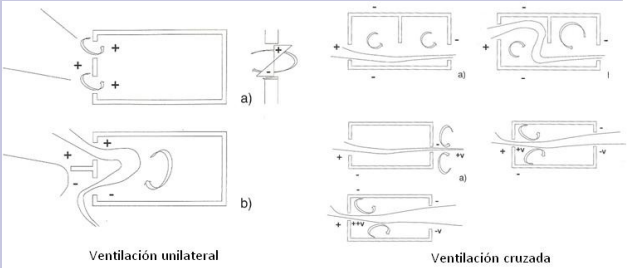
Solo es efectiva cuando la distancia recorrida por la corriente de aire entre las dos aberturas de las fachadas opuestas sea como máximo 5 veces la altura libre entre plantas. La ventilación cruzada también es posible cuando las ventanas estén en fachadas adyacentes y cuando las dimensiones del local no superan los 4.5 x 4.5 m2. El área de las superficies que pueden ser abiertas debe ser como mínimo el 5% de la superficie útil del local.

» Ventilación natural unilateral

La profundidad del espacio no debe superar dos veces la altura libre entre forjados El área de las superficies que pueden ser abiertas debe ser, como mínimo, del 5% de la superficie útil del local. La entrada y salida del aire deben fijarse con una distancia mínima de 1.5 m.



Medida	Confort térmico en los espacios con ventilación natural	Criterio AI 1
Descripción	La ventilación es la corriente de aire que se establece al renovar el aire de una estancia. Es necesario renovar el aire para que la calidad del aire interior cumpla las exigencias higiénicas y de bienestar necesarias para hacer más saludable y agradable la estancia. La ventilación natural es la que se obtiene sin dispositivos mecánicos, mediante diferencia de temperatura, la diferencia de densidad que esta provoca, y la velocidad y presión del viento. Las técnicas de ventilación natural se clasifican en: • Ventilación natural pura: directa y cruzada. • Ventilación forzada natural: por recalentamiento en fachada o por recalentamiento en cubierta, chimenea solar, extracción por viento. • Ventilación inducida: chimenea de viento de una boca, y de múltiples bocas. La ventilación se puede realizar mediante dos posibles estrategias: la sustitución del aire y su movimiento. Para renovar el aire viciado o molesto es necesario sustituir el aire interior por aire exterior, pero el movimiento del mismo aire reduce la sensación de calor en un ambiente sobrecalentado al favorecer la evapotranspiración. La ventilación más correcta es la que utiliza ambas técnicas, eliminando por tanto el sobrecalentamiento, pero también reduciendo la sensación de calor.	
Beneficios	Mejora la calidad del aire interior viciado o molesto. Elimina el sobrecalentamiento del interior y reduce la sensación de calor. Es muy favorable en condiciones de humedad elevada, para eliminar la sensación de calor.	
Limitaciones	Al ser necesario abrir el edificio al exterior pueden ocasionarse problemas de ruido, polvo, olores, y de frío o calor en climas extremos.	
Aplicaciones	En fachada, a través de huecos, en la misma o en diferentes fachadas. En cubierta, mediante chimeneas solares, chimeneas de viento, o simplemente huecos en la cubierta.	
Experiencias	En la arquitectura tradicional, se encuentran numerosas estrategias para lograr la ventilación en casos extremos.	
Ejemplo de edificios	El Reichstag de Berlín emplea la cubierta para establecer la ventilación natural. Los secaderos que usan chimeneas de viento para forzar la ventilación. Hemiciclo Solar, RLA Ruiz-Larrea asociados. Móstoles, Madrid: utiliza chimeneas solares para eliminar el sobrecalentamiento.	
Valoración económica	La ventilación adecuada a menudo se consigue, tras una reflexión sobre condiciones y necesidades, tan sólo con la posición, dimensionado y tipo de aberturas.	

Medida	**Ventilación natural cruzada y unilateral**	**Criterio AI 1**
Descripción	La ventilación natural más empleada es la renovación de aire a través de las ventanas abiertas. La ventilación natural cruzada es la que se produce entre fachadas distintas. Las fachadas están expuestas a presiones de viento diferentes; las diferencias de presión provocan la ventilación. Si además de estar en planos distintos, están a alturas diferentes, el efecto es aún mayor. La mayor eficacia de la ventilación natural se produce cuando la ventilación de salida se establece por la cubierta, dado que el aire caliente tiende a acumularse en el techo. Cuando un local tiene una sola fachada, sólo puede abrir huecos en la misma pared; estos huecos estarán sometidos a la misma presión, y por tanto el movimiento del aire no será inducido. Los huecos estarán sometidos a la misma presión, y por tanto el movimiento del aire no será inducido. La presencia de obstáculos en la fachada, como cuerpos salientes, parasoles, etc., puede dar lugar a diferentes zonas dentro de la misma fachada, creándose suficiente diferencia de presión entre huecos para establecer una buena ventilación entre ellos. 
Beneficios	La ventilación cruzada tiene la ventaja de ser regulable; cuando se necesita menor movimiento de aire basta con cerrar el hueco de una de las fachadas y el sistema de ventilación pasa a ser unilateral.
Limitaciones	La abertura de huecos en fachadas diferentes o incluso en cubierta no es siempre posible.
Aplicaciones	La ventilación natural tiene el inconveniente de que es difícilmente controlable. La estrategia de ventilación mediante movimiento de aire es aplicable para usos compatibles con el movimiento del aire, como en viviendas. En oficinas, sin embargo, donde se trabaja con papeles, la velocidad máxima del movimiento de aire debe ser muy baja.
Valoración económica	Conseguir ventilación cruzada o unilateral sólo depende del diseño de los huecos, lo que no modifica en gran medida el coste.

AI 2 Iluminación natural

CAMPO	COMPONENTE	TIPO DE MEDIDA
Energía	Diseño	Evaluable
Materiales	Arquitectura	Compromiso
Agua	Instalaciones	
Residuos	Uso y Gestión	
Confort		
Económico		
Entorno		

Objetivos

Promover y premiar un nivel adecuado de iluminación natural durante el día en todos los espacios de ocupación primaria.

Descripción

La iluminación natural constituye una alternativa válida para la iluminación de interiores y su aporte es valioso no solo en relación a la cantidad sino también a la calidad de la iluminación. En relación a la iluminación artificial, el ojo humano está adapatado a la iluminación natural y a sus cambios a lo largo del día y del año.

El diseño debe procurar, en primer lugar, optimizar la orientación de las plantas de los edificios para permitir, dentro de sus posibilidades, el acceso a la luz natural en la mayoría de los locales. Los huecos de fachada deben diseñarse para el mejor aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de interiores, sin descuidar los siguientes aspectos:

- Controlar la penetración de la luz solar directa sobre el plano de trabajo.
- Controlar el deslumbramiento.
- Controlar las ganancias térmicas de calor diurno en el período de verano, proporcionando sombras o con sistemas de protección, y maximizarla en invierno.

Marco normativo

- *No existe normativa estatal de referencia*

Medidas

Existen una serie de medidas que garantizarán una buena iluminación natural en las estancias:

» Evitar obstrucciones solares externas, tanto generadas por edificios colindantes como por el propio edificio, que impidan el acceso de la luz natural.

» Asegurar una buena proporción de superficie vidriada con respecto a la superficie útil de la estancia. El ratio entre la superficie de hueco y la superficie útil de la estancia debe ser superior a 0,2. La superficie de ventana a contabilizar es la que se encuentra por encima de 80 cm.

» Tener una profundidad de las estancias limitada y acorde a la altura de la parte superior de las ventanas.

» Contar con una buena reflectancia de los paramentos interiores. Como referencia se dan algunos valores medios en la tabla.

1

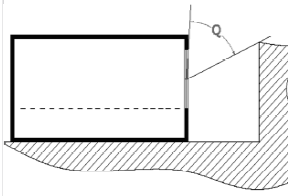
	Color	Reflectancia (ρm)
Techo	Blanco o muy claro	0.8
	claro	0.5
	medio	0.3
Paredes	claro	0.5
	medio	0.3

Tabla 1 Refectacia de paramentos

» Seleccionar vidrios con una alta transmitancia. Como referencia se dan algunos valores medios en la tabla 2:

Tipo de vidrio	Transmitancia T
Vidrio simple	0,87
Vidrio doble con cámara de aire	0,8
Vidrio doble bajo emisivo	0,72
Vidrio con control solar claro	0,28

Tabla 2 Datos manual del vidrio Saint Gobain



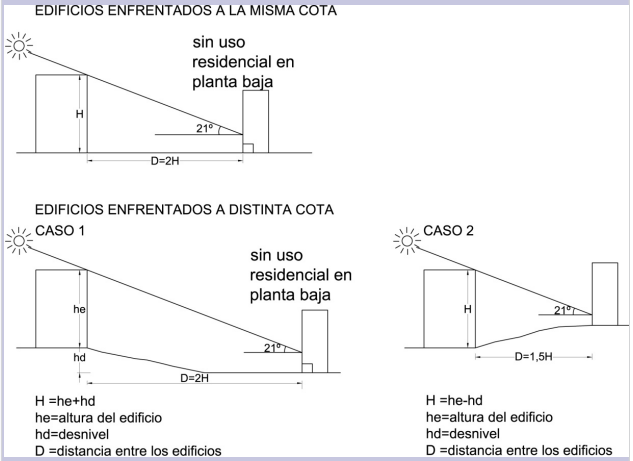
Medida	Iluminación natural adecuada: Evitar obstrucciones solares	Criterio AI 2

Descripción

Para determinar la iluminación de un espacio interior se han desarrollado unos procedimientos más o menos complejos. Entre ellos el Factor de luz natural (Daylight Factor); ésta es una función que depende de las ventanas, de la porción de cielo visible para cada ventana y de la reflectancia de las superficies de acabado interior, según la ecuación: DF = Σ(Sv • τv • Q • fc)/ Σ [Sm • (1-ρm2)], donde:

- o Sv = Superficie de los huecos;
- o Tv = transmitancia en el visible de los vidrios empleados; Q = Ángulo de visibilidad del cielo libre en grados;
- o Fc = factor de corrección, que por defecto se toma 0,5;
- o Sm = superficie muros interiores: suelos, techos y paredes en m2;
- o pm = coeficiente de reflexión de las superficies interiores: suelos, techos y paredes

Hay que tener por tanto en cuenta para el cálculo las obstrucciones solares externas, que pueden ser generadas tanto por el propio edificio, como por otras edificaciones. Para asegurar una buena exposición al cielo visible la distancia D entre edificios debe ser, dependiendo de si hay desnivel o no, de las alturas de las edificaciones, y de si la planta baja es de uso residencial o no, entre 1,5 y 2 veces la altura



Beneficios

Un buen diseño de la luz natural permite reducir el consumo energético debido a la iluminación de los espacios interiores, además de proporcionar un tipo de luz de calidad y mejorar el confort de los usuarios.

Limitaciones

Un buen diseño de la luz natural debe ser planificado desde el principio (es importante poder decidir la separación entre edificaciones, así como la morfología y orientación más adecuada para conseguir una buena iluminación de todos los espacios). La cantidad de luz es variable a lo largo del día y en las diferentes estaciones del año, así que no se puede asegurar la misma iluminación en todas las condiciones. Es importante tomar medidas para evitar los efectos de deslumbramientos sobre todo para los espacios de trabajo.

	Medida	**Techo y paredes blancos o muy claros**	**Criterio AI 2**
	Descripción	En los espacios interiores la distribución de luz que entra depende de la reflexion de las superficies. El factor de reflexión de las paredes es más sensible con la luz del día que con la iluminación artificial, debiendo pintarse las paredes con colores claros a fin de obtener un gran factor de reflexión. Si se usan materiales de color blanco o muy claro se obtienen valores medios de reflexión de 0,7 para el techo, 0,5 para las paredes y 0,3 para el suelo, contra un 0,3; 0,1 y 0,1 respectivamente para superficies de colores oscuros.	
	Beneficios	Se aprovecha más la luz natural, reduciendo el gasto en electricidad y mejorando las condiciones de confort para los ocupantes.	
	Limitaciones	En naves industriales hechas en contrachapado, la reflexión de las superficies es muy baja, y se toma un factor de 0,1. Las paredes con ventanas deben ser tan reflectantes como las otras para reducir el contraste con la ventana y su fondo inmediato.	
	Aplicaciones	Todo tipo de edificios	
	Referencias	http://personal.cityu.edu.hk/~bsapplec/methods.htm	

	Medida	**Estante de luz**	**Criterio AI 2**
	Descripción	Es un sistema de aprovechamiento de la luz natural por las fachadas laterales. Está generalmente colocado horizontalmente por encima del nivel de los ojos, en un elemento vertical de entrada de luz, dividiéndolo en una sección superior y otra inferior. Protege las zonas interiores próximas a las aberturas contra la radiación solar directa y dirige la luz que incide sobre la superficie superior al techo interior. Proporciona así sombra en verano y hace la distribución luminosa interior más uniforme.	
	Beneficios	Permite aprovechar de la luz natural en las fachadas laterales, mejorando y uniformando la distribución de la luz en el espacio interior. Es muy útil en las fachadas norte porque reduce la luz solar directa y en consecuencia el deslumbramiento	
	Limitaciones	La aplicación es limitada a los locales que pueden tener luz natural directa por las fachadas laterales.	
	Aplicaciones	Puede aplicarse a todo tipo de edificios, pero, sobre todo, se aprovechan mejor en los espacios amplios donde la distancia entre el punto de luz y la pared opuesta es grande.	
	Referencias	Luz Natural e Iluminación de Interiores, Andrea Pattini Guía Técnica para el aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios, CEI - IDEA -CSCAE, Madrid mayo 2005	

	Medida	Light pipes - Tubos de luz	Criterio AI 2
	Descripción	Es un sistema de captación y transporte de la luz natural que puede instalarse en aquellos espacios que no tienen acceso a la luz natural a través de la envolvente. Los “light pipes” son conductos para el transporte de la luz que disponen en su superficie material TIR (Total Internal Reflection) que pueden esparcir la luz natural en todos los espacios del edificio. En la cubierta del edificio una serie de espejos conectados con un heliostato, reflejan la luz del sol y la direccionan en los conductos. El sistema es automatizado de forma que puede orientar el espejo según la posición del sol. De esta forma es posible optimizar el aprovechamiento de la luz natural. El sistema de iluminación artificial instalado en el interior de los tubos permite suplir la falta de iluminación en las horas nocturnas o en caso de cielo nublado.	
	Beneficios	Permite el aprovechamiento de la luz natural en aquellos lugares que no tienen un acceso directo por la envolvente, reduciendo el consumo energético para la iluminación interior y mejorando las condiciones de confort para los usuarios. El sistema optimiza la cantidad de luz natural captada a lo largo del día. Ser consciente del paso del tiempo por las variaciones de luz natural, sincroniza los biorritmos, y mejora el bienestar y la productividad. Un aumento de un 1 % en la productividad iguala el total del coste del consumo energético en oficinas (Journal of Property Management, January2000). La luz natural es de mejor calidad (Edward Torcellini, 2002).	
	Limitaciones	Es un sistema caro, además de que el sistema debe diseñarse en función del clima, localización y la orientación además de la morfología del edificio	
	Aplicaciones	Puede aplicarse en todo tipo de edificio, aunque su principal uso es para edificios de oficinas. El conducto puede tener una longitud máxima de 10m. Las secciones tienen un tamaño que van de una dimensión de 0,50x0,50m2 a 1,20x1,20m2.	
	Experiencias	Además de la reducción de costes por la reducción de consumo eléctrico de la iluminación, se puede obtener una mejora de la productividad de los ocupantes entre un 6% y un 16% por la implementación de la luz natural en los espacios de trabajo.	
	Valoración económica	El precio medio de cada conducto es aproximadamente de 350 euros..	
	Referencias	Edward; Torcellini, 2002	
	Productos	o Light pipes o Solatube o Heliobus	

EC 1 Coste de construcción

CAMPO	COMPONENTE	TIPO DE MEDIDA
Energía	Diseño	Evaluable
Materiales	Arquitectura	Compromiso
Agua	Instalaciones	
Residuos	Uso y Gestión	
Confort		
Económico		
Entorno		

Objetivos

Promover un diseño sostenible que no implique un incremento en el coste de construcción con respecto a un edificio convencional.

Descripción

El diseño sostenible, conocido también como "verde" o de alta eficiencia, permite obtener beneficios económicos y sociales a la vez que consigue reducir los impactos ambientales. Estos beneficios suponen una clara reducción de los costes finales de un edificio sostenible a lo largo de su vida útil. Sin embargo la idea generalizada entre promotores, constructores y usuarios, es que este tipo de edificios son más caros. La experiencia está demostrando, no obstante, que ni siquiera la construcción del edificio tiene por qué suponer un coste superior al de la construcción de un edificio estándar.

El coste de la incorporación de medidas sostenibles dependerá de un amplio abanico de factores (emplazamiento, orientación, medidas bioclimáticas, clima local, etc.). En general estos tienen una influencia muy pequeña en el coste de construcción total final y pueden, sin embargo suponer una mejora sustancial en el comportamiento ambiental del edificio. En cualquier caso, considerando el ciclo completo de vida del edificio, el coste finalmente es considerablemente menor que el de un edificio estándar.

Marco normativo

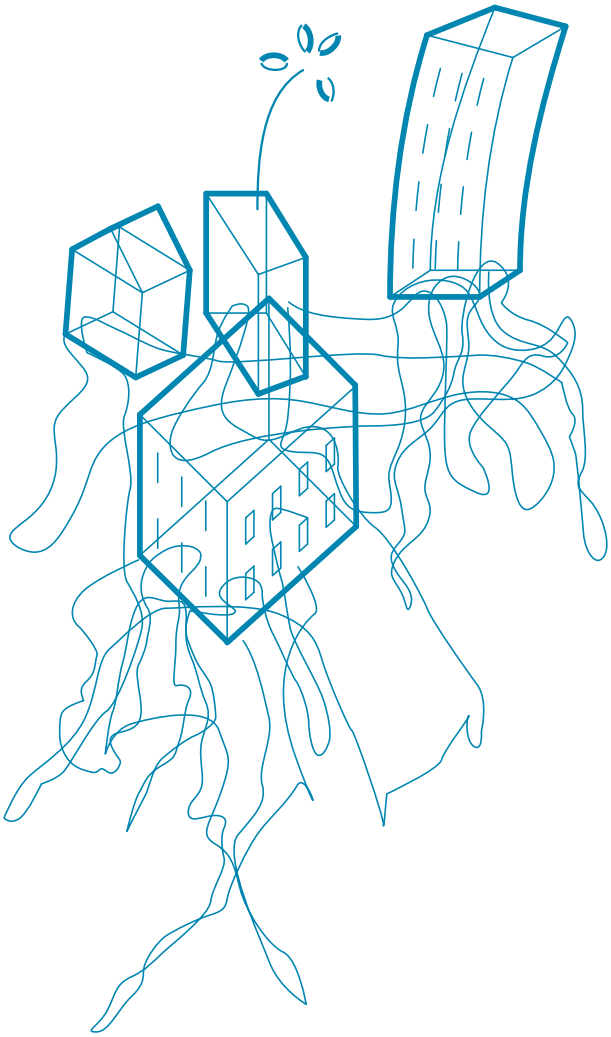
- *ISO/DIS 15686-5 "Buildings and constructed assets – Service life planning. Part. 5 – Life cycle costing" (ISO, 2006).*

Medidas

La evaluación del edificio a través de este criterio se establece a través del Coste de Construcción por m2 de superficie construida. Este valor corresponde al Precio de Ejecución Material de la Edificación por m2 construido, que no comprende beneficio industrial, ni gastos generales, pero sí los costes indirectos de las diferentes partidas.

» HADES considera este criterio cuando existe como máximo un aumento de un 15% del precio de ejecución material por m2 construido con respecto al coste medio de mercado en la región.

	Medida	**Coste de construcción**	**Criterio EC 1**
	Descripción	A pesar de las ventajas de la construcción de un edificio sostenible, la idea más generalizada entre promotores, constructores y usuarios es que estos edificios son más caros. La experiencia está demostrando que la construcción de un edificio sostenible no tiene por qué suponer un aumento de coste significativo respecto al coste de construcción de un edificio estándar. Los materiales y sistemas de construcción sostenibles, han ido bajando el precio en respuesta al incremento de demanda, lo que está ayudando al mercado a una construcción más sostenible. Efectivamente, estos materiales son, cada vez más demandados tanto por los arquitectos e ingenieros, como por los promotores y usuarios. Los sobrecostes normalmente se producen, sobre todo, por el incremento notable de la calidad de los acabados y la mejora de las instalaciones.	
	Beneficios	Reducción del coste a lo largo del ciclo de vida.	
	Aplicaciones	Para la evaluación de este criterio se considera el coste de ejecución material, sin tener en cuenta los costes del suelo, los financieros y de inversión. El procedimiento de cálculo para este criterio se establece de la siguiente manera: o Calcular el coste de referencia por m2 (CR). Para ello se podrá optar por dos métodos: » Utilizar una base de datos de Colegios Oficiales, Comunidades Autónomas u otros organismos reconocidos. » Realizar un estudio de mercado que permita estimar los costes de construcción por m2 que se practican en la zona donde se implanta el edifico objeto. Para realizarlo se deberá especificar el método a seguir y una descripción de los edificios a estudiar y las fuentes de información al Equipo Técnico de GBC España para su aprobación. o Obtener el Coste de la práctica habitual (CPH) incrementando el CR un 15%. » CR x 1,15 = CPH o Calcular el porcentaje de reducción de coste del Edificio Objeto de evaluación (CEO) respecto al Coste de la práctica habitual: » CEO / CPM x 100%	
	Valoración económica	Aquellos que rechazan la construcción sostenible sostienen que existe una subida de coste que roza el 30% del coste habitual. Esto no se corresponde con la realidad ya que las experiencias demuestran que los sobrecostes se deben, en todo caso, por el incremento de la calidad de los acabados y de las instalaciones respecto a un edificio convencional.	
	Referencias	Peter Morris, “What Does Green Really Cost?” PREA Quarterly, Summer 2007 Kats, Gregory et al. “The Costs and Financial Benefits of Green Buildings: A Report to California’s Sustainable Building Task Force. Lei Zhou Proceedings of the RICS Foundation Construction and Building Research Conference, School of Engineering and the Built Environment, University of Wolverhampton, September 2003.	



ANEJO COMPLEMENTARIO

La Herramienta de Ayuda al Diseño (HADES) se apoya en la metodología VERDE, basada a su vez en el cálculo de la reducción de impactos por la cuantificación que representa la implantación de medidas de sostenibilidad agrupadas en una lista de criterios. La evaluación de la eficiencia del edificio en términos de sostenibilidad para los edificios ejecutados según proyecto se realiza a través de la herramienta VERDE, existente también en versión online.

Para HADES se han seleccionado y desarrollado los criterios que representan el mayor peso en la evaluación de impactos en VERDE con el objetivo de ayudar a los promotores y proyectistas a tomar las decisiones adecuadas durante las primeras fases de proyecto del edificio. Sin embargo es importante que el proyectista tenga en cuenta el resto de criterios y estrategias a implementar durante la fase de proyecto de ejecución que hará que su edificio se aproxime más aún a la deseada sostenibilidad.

Por todo ello, a continuación se pasa a describir el resto de criterios que se tienen en cuenta en la evaluación que realiza VERDE. Dado que los criterios se agrupan por categorías, en primer lugar se describirán los aspectos relativos a la sostenibilidad concernientes a cada una de ellas para, a continuación, hacer un repaso de los criterios.

Para mayor información, en la página web de GBCe, **www.gbce.es**, se dispone de la herramienta VERDE y de los documentos asociados.

Parcela y emplazamiento

Parcela y Emplazamiento

La implantación de un edificio en una determinada parcela con su contexto concreto condiciona inevitablemente el potencial de sostenibilidad del mismo. De la misma manera dicha implantación va a tener una serie de efectos en su entorno; por ejemplo, no es lo mismo construir un edificio en una parcela que lleva tiempo urbanizada a hacerlo en una urbanización reciente que ha supuesto la ocupación de nuevos suelos.

Una vez seleccionado el sitio, van a ser fundamentales para minimizar las alteraciones del medio, cómo se implanta el edificio en esa parcela y qué medidas se toman para reducir su impacto. En este sentido es importante tener en cuenta aspectos como la producción de residuos sólidos urbanos (RSU), el consumo de agua en la parcela, la influencia de la iluminación artificial exterior, etc.

En el tema de los residuos es clave seguir la regla de las tres erres, siendo crucial respetar el siguiente orden: reducir, reutilizar y reciclar. Es decir lo prioritario es intentar evitar que se generen residuos; una vez el residuo generado es necesario, primar su reutilización directa, y, si ello no es posible, reciclarlo para que se integre de nuevo en la cadena de materias primas para la generación de nuevos elementos "consumibles". La reducción y reutilización de RSU dependerá más de los hábitos de los usuarios. Sin embargo, la existencia de locales en el interior o exterior del edificio que permitan la separación, almacenamiento temporal y reciclaje de residuos domésticos, es lo que condicionará las posibilidades de reciclaje de los usuarios.

El acondicionamiento de la parcela que se lleve a cabo va a tener una influencia directa en el medio: la impermeabilización del suelo libre de parcela no sólo alterará los porcentajes de retención, evaporación y escorrentía característicos del mismo, sino que además generará un aumento de la cantidad de agua a evacuar por el alcantarillado. Priorizar el acondicionamiento de zonas verdes es una buena opción siempre y cuando se utilicen plantas autóctonas, no sólo por tener menos necesidades de aporte de agua extra, al estar más adaptadas al clima del lugar, sino, también, porque requieren un menor mantenimiento, son fáciles de plantar, tienen poca exigencia en el uso de productos químicos, fertilizantes, etc.

Finalmente las necesidades de iluminación en el exterior del edificio han de ser cubiertas reduciendo al máximo el impacto que esta situación pueda provocar. En este sentido, la dispersión de la luz producida por el alumbrado de la parcela puede tener efectos negativos sobre el ecosistema del sitio y generar contaminación lumínica. Estos aspectos son mitigables mediante un diseño atento a garantizar los niveles mínimos de iluminación sin influir sobre la visión del cielo.

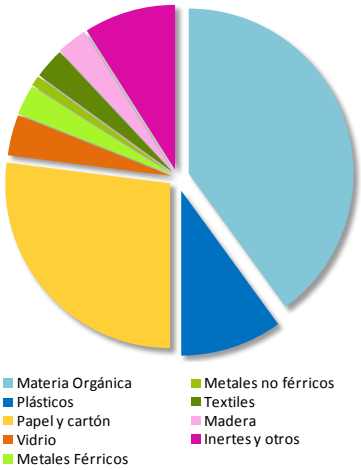
Estrategias para la clasificación y el reciclaje de residuos sólidos urbanos (RSU)

Los objetivos de este criterio son:

- Promover y premiar la existencia de locales en el interior o exterior del edificio para la separación, almacenamiento temporal, y reciclaje de residuos domésticos.
- Asegurar que los residuos sólidos, orgánicos e inorgánicos, sean recogidos, separados y reciclados. Promover una cultura de reutilización y reciclaje.
- Separar los residuos plásticos, cartones-papeles, vidrios, pilas y otros, para su traslado a plantas de reciclado.
- Incentivar otras medidas innovadoras que aseguren la reutilización de residuos generados por el edificio en el uso y mantenimiento del mismo sin necesidad de traslados.

Cuando se generan RESIDUOS[1] , es fundamental que se consiga que su efecto sea lo menos desfavorable para el medio, o que se logre integrar de nuevo en la cadena de materias primas para la generación de nuevos elementos "consumibles".

El reciclado en los distintos países de la Unión Europea varía del 8 al 63%. Sólo es superior al 40% en cinco Estados miembros. La tasa media del reciclado es del 26%, valor coincidente con la media española.



Conviene destacar que previo al reciclado es importante favorecer una cultura de reducción de residuos. Sin embargo, es difícil de impulsar esta cultura a través del diseño del edificio y, en la actualidad, está más asociada a los hábitos de compra de los residentes.

Marco normativo

- *Directiva 96/61/CE del consejo de 24 de septiembre de 1996 relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación.*

Tiene por objeto la prevención y la reducción integradas de la contaminación procedente de las actividades que figuran en el Anexo I.

- *Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos. Disposición final primera. Normativa de edificación. Y modificaciones.*

Tiene por objeto prevenir la producción de residuos, establecer el régimen jurídico de su producción y gestión y fomentar, por este orden, su reducción, su reutilización, su reciclado, y otras formas de valorización, así como regular los suelos contaminados, con la finalidad de proteger el medio ambiente y la salud de las personas.

- *CTE-DB HS2: Recogida y evacuación de residuos. Cálculo de los espacios dedicados al almacenaje de residuos.*

Cada edificio debe disponer como mínimo de un almacén de contenedores de edificio para las fracciones de los

1 El concepto de RESIDUOS que se emplea, tanto en el concepto de RESIDUOS SÓLIDOS como de RESIDUOS LÍQUIDOS, es el que la Ley 10/1998, de 22 de abril, denominada "Ley de Residuos" que nos marca: "Cualquier sustancia u objeto perteneciente a alguna de las categorías que figuran en el Anejo de la presente Ley, del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención u obligación de desprenderse."

residuos que tengan recogida puerta a puerta. Para las fracciones que tengan recogida centralizada con contenedores de calle de superficie, debe disponerse de un espacio de reserva en el que pueda construirse un almacén de contenedores cuando alguna de estas fracciones pase a tener recogida puerta a puerta.

Uso de arboles para crear áreas de sombra

Para crear sombras y disminuir la radiación solar en las fachadas del edificio se pueden emplear elementos ajenos al propio edificio. Para esto son muy efectivos los árboles o pantallas vegetales siempre que sean de hoja caduca, pues varían su transmitancia en función de las estaciones del año.

Según estudios realizados en California (USA), aumentar la presencia de árboles que sombreen la fachada puede reducir de un 10 a un 30 % el consumo en refrigeración. Ver figura 2

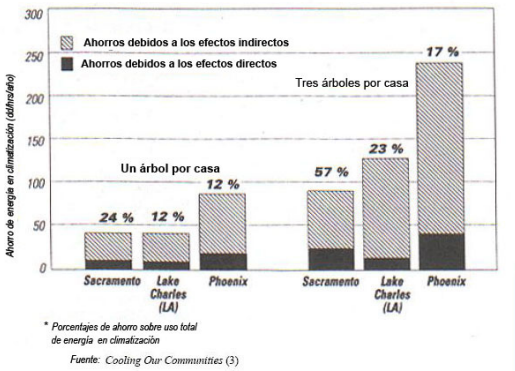
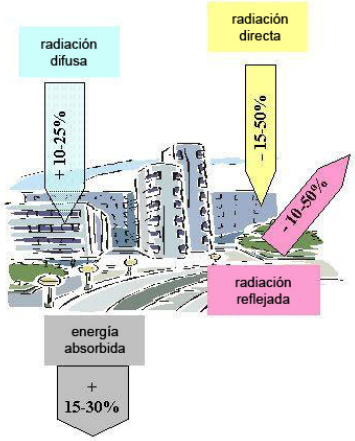


Figura 2. Estimación de la energía ahorrada para la refrigeración por aumento de la vegetación[2].

2 H. Akabari, Shade trees reduce building energy use and CO2 emissions from power plants. Environmental Pollution. 2002.

En nuestra latitud, la plantación de árboles en las fachadas E-S-O permite reducir las ganancias solares en verano por la reducción de la carga térmica de refrigeración. En zonas climáticas D y E se recomienda la utilización de arbolado de hoja caduca para evitar el sombreamiento en invierno.



Efecto de la isla de calor a nivel del suelo

El efecto de isla de calor se produce en todas las grandes ciudades y se traduce en la existencia de una temperatura más elevada en las zonas urbanas en comparación con la temperatura de las zonas forestales o rurales adyacentes.

Este efecto se debe principalmente a la eliminación de la vegetación y su sustitución por calles de asfalto u hormigón, edificios y otras estructuras que presentan una elevada absorción solar debido a su baja reflectancia y gran inercia térmica. Así, la eliminación de las sombras producidas por los árboles y la evapotranspiración de la vegetación que representan el efecto de la refrigeración natural y su sustitución por áreas construidas que almacenan la energía térmica del sol, son los causantes de la isla de calor a nivel de suelo.

El efecto isla de calor se traduce en un aumento de las necesidades de refrigeración en edificios situados en áreas urbanas en comparación con otros edificios semejantes implantados en áreas rurales o con un entorno más verde.[3]

El objetivo de este criterio es disminuir el efecto de isla de calor en áreas urbanas mediante la utilización de zonas verdes en los espacios exteriores o materiales que mejoren el efecto de acumulación de calor.

Efecto de la isla de calor a nivel de la cubierta

El efecto de isla de calor se produce tanto a nivel de suelo como a nivel de las cubiertas, debido a la absorción de los rayos solares de las superficies de cubierta de los edificios.

A nivel de la cubierta de los edificios, la incorporación de cubiertas vegetales o materiales con alta reflectividad solar en lugares con alta carga térmica de refrigeración hace disminuir este efecto en el edificio que se proyecta

El uso de materiales claros de alta reflectividad y emisividad térmica, permite reducir la ganancia solar de los edificios y, en consecuencia, la demanda de refrigeración en verano. Akbari en los estudios llevados a cabo en Sacramento, demuestra que aumentando la reflectividad de un material de cubierta de 0,18 a 0,73 puede suponer un ahorro de hasta un 5% en los consumos en refrigeración.[4]

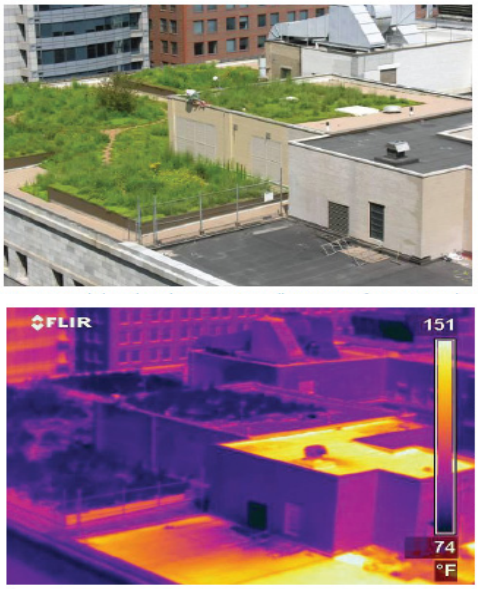


Figura 3. Diferencia de temperatura superficial entre un techo normal y una cubierta verde registrado en un día de verano en Chicago. Fuente: National Centre of Excellence ASU

Contaminación lumínica

La contaminación lumínica es el resplandor nocturno que se produce en las ciudades y los centros urbanizados y que no permite gozar de la

Polución lumínica Nocturna. Fuente: nasa.gov

3 Kibert, Charles, Sustainable Construction-Green building design and delivery, 1st Edition, New Jersey, Wiley & Sons, 2005, ISBN 0-471-66113-9

4 A. Synnefa a, M. Santamouris , H. Akbari. Estimating the effect of using cool coatings on energy loads and thermal comfort in residential buildings in various climatic conditions. Energy and Buildings 39 (2007) 1167–1174

visión nocturna del cielo. Este fenómeno se debe a la luz artificial de los espacios públicos, carreteras y edificios, que se refleja en las partículas en suspensión (polvo, contaminación, vapor de agua, etc.). En caso de una contaminación importante, se puede crear una nube luminosa por encima de la ciudad.

Para la seguridad en los recorridos previsibles en la parcela (recorridos peatonales, aparcamientos, entradas, etc.) los espacios comunes deben ser iluminados en las horas nocturnas. La dispersión de la luz producida por el alumbrado de la parcela puede tener efectos negativos sobre el ecosistema del sitio y generar contaminación lumínica. Estos aspectos son mitigables mediante un diseño atento a garantizar los niveles mínimos de iluminación sin influir sobre la visión del cielo.[5]

No es posible cuantificar la aportación del alumbrado urbano a la contaminación lumínica, pero se pueden tomar medidas para reducir los efectos dañinos y, al mismo tiempo, mejorar la eficiencia energética. Algunas sencillas medidas de mejora son:

- Disponer las luminarias de modo que el haz de luz esté dirigido hacia el suelo, cuando esto no sea posible (por ejemplo, porque los elementos a iluminar estén si-

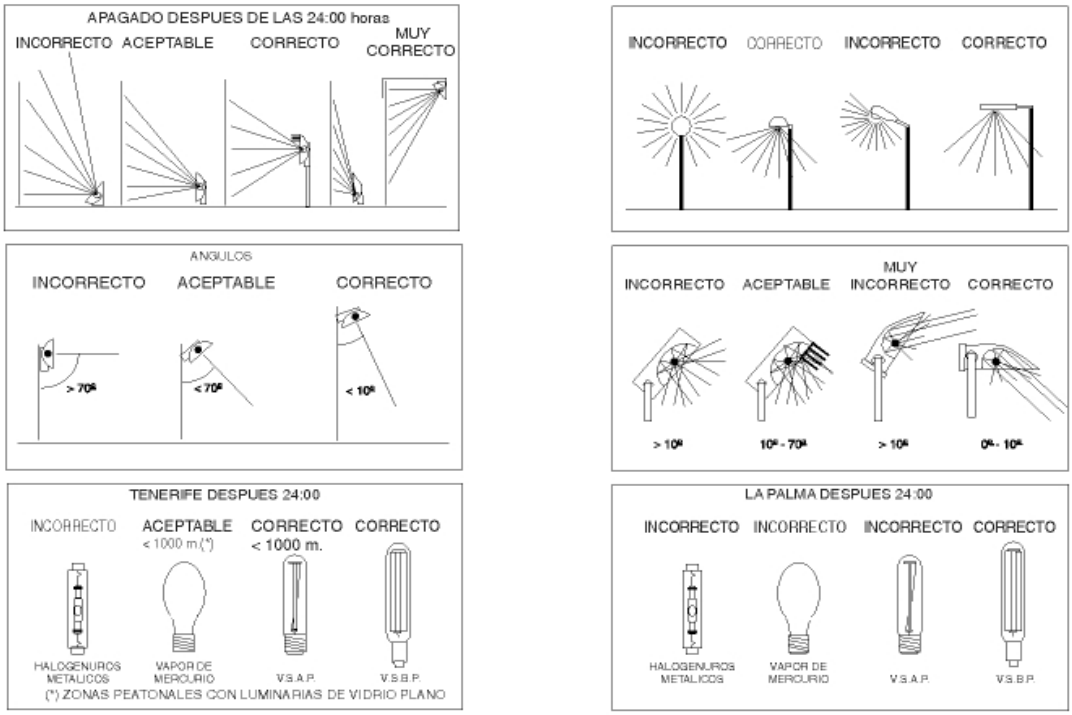
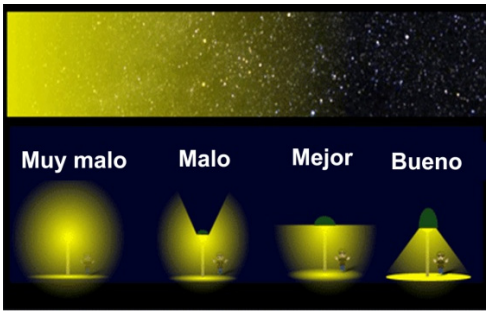


Figura4. Normas básicas de utilización del alumbrado, http://www.celfosc.org/

5 LLEI 6/2001, de 31 de maig, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn, Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya Núm. 3407 – 12.6.2001.



tuados por encima del suelo), posicionar las luminarias por encima de los objetos a iluminar y con el flujo luminoso estrictamente necesario.

- Posicionar los focos con el haz de luz hacia el suelo y dotarlos de apantallamiento.

- Iluminar sólo lo estrictamente necesario, evitando derroche de energía innecesarios.

Marco normativo

o *Reglamento de Eficiencia Energética de Instalaciones de Alumbrado Exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07, aprobado por Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre.*

Tiene por objeto establecer las condiciones técnicas de diseño, ejecución y mantenimiento que deben reunir las instalaciones de alumbrado exterior, con la finalidad de:

- Mejorar la eficiencia y ahorro energético, así como la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero.

- Limitar el resplandor luminoso nocturno o contaminación luminosa y reducir la luz intrusa o molesta.

Energía y Atmósfera

El consumo de energía y su repercusión en la atmósfera representan los impactos de mayor relevancia en el proceso constructivo.

En Europa, el sector de la vivienda y servicios absorbe más del 25% del consumo de energía de la Comunidad Europea (Eurostat2009). En este porcentaje sólo se tiene en cuenta la energía consumida en el uso de los edificios. Como ya se ha comentado, según el Worldwatch Institute, más del 40% de estas emisiones son resultado directo de la construcción y utilización de los edificios.

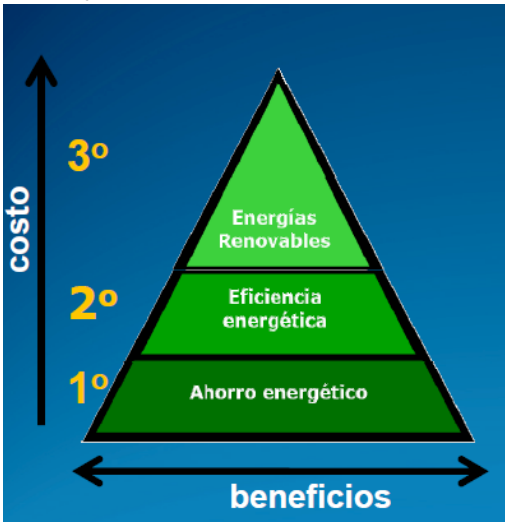
Nuestro sistema energético se apoya principalmente en el uso masivo de combustibles fósiles, por definición no renovables, y responsables de las emisiones de los gases de efecto invernadero y otros gases adversos para la atmósfera. Este apoyo excesivo en las energías no renovables ha generado en España además una elevada dependencia energética del exterior, con un 77% de la energía primaria consumida importada del exterior en 2009 (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio). Todo ello acarrea unos importantes riesgos económicos, sociales, ecológicos y físicos.

Para conseguir edificios medioambientalmente eficientes, las estrategias a implantar han de seguir básicamente **tres líneas de acción**, con una jerarquía en cuanto a su relevancia:

1. Reducción de la demanda/carga ambiental.
2. Uso de instalaciones eficientes.
3. Uso de energías renovales.

El proceso de diseño del edificio ha de orientarse aplicando este protocolo de actuación. Si se quiere reducir lo máximo posible el consumo de **energía fósil durante la fase de uso**, lo más importante y prioritario es que el edificio demande la mínima cantidad de energía. A continuación el rendimiento de las instalaciones será determinante para conseguir cubrir esa demanda con el menor aporte de energía posible. Finalmente, el aporte de energía necesaria podrá realizarse parcialmente o totalmente a través de energías renovables.

La Directiva 2009/28/CE de 23 de abril de 2009 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, pone las bases para que todos los edificios construidos a partir de 2019 produzcan la misma cantidad de energía que consuman, estos son los denominados edificios neutros en carbono. La **energía renovable** tiene sus limitaciones como son no tener una producción constante, no poder hacer frente a las fluctuaciones de la demanda, y un alto coste inicial de instalación. Por esa razón introducir energía renovable sin operar previamente sobre la reducción de la demanda y la eficiencia es contraproducente y poco sostenible.



La arquitectura bioclimática se basa en el aprovechamiento de las condiciones climáticas y del entorno para conseguir el confort en el interior

de los edificios, minimizando así los impactos medioambientales de éstos. Por ello, previo a la implantación de cualquier estrategia o sistema, se hace fundamental un análisis climático del lugar, además de considerar aspectos como la orientación y las condiciones del emplazamiento. A partir del análisis realizado se trata principalmente de implantar estrategias pasivas:

- Aislamiento térmico de la envolvente acorde a las condiciones climáticas.
- Tratamiento diferencial de las fachadas: optimización de los sistemas de captación y obstrucción solares según las diferentes épocas del año y de la orientación de los huecos.
- Utilización de la inercia térmica de los materiales.
- Diseño que favorezca la ventilación cruzada para el enfriamiento nocturno en verano, etc.

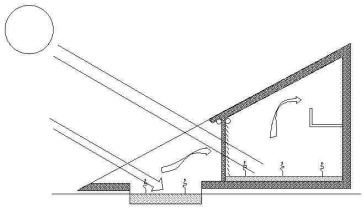


Figura 5. Método de acumulación, vivienda unifamiliar. Alemania. Fuente: Arquitectura Bioclimática en un Entorno Sostenible, F Javier Neila

En línea con todo lo anterior, el CTE a través su Documento Básico "Ahorro de Energía", establece una limitación a la demanda energética del edificio como primer requisito. También se exige una eficiencia mínima a los sistemas de iluminación y equipos de acondicionamiento y una aportación solar mínima al ACS. Igualmente a través del Real Decreto 47/2007, de 19 de Enero, publicado en el BOE el 31 de Enero de 2007 se

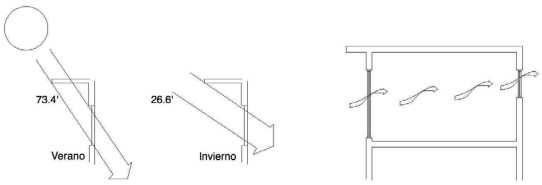


Figura 6. Ventaja de la orientación sur. Altura en invierno, en verano y ventilación cruzada. Fuente: Arquitectura Bioclimática en un Entorno Sostenible, F Javier Neila

establece el "Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción."

La reducción del **consumo de energía** se puede conseguir no solo durante la fase de uso del edificio, sino, además, a través de una cuidadosa selección de los **materiales** en la fase de proyecto, buscando aquellos materiales con bajo consumo de energía durante su proceso de extracción y transformación, así como mediante el uso de materiales reutilizados y/o reciclados. De la misma manera, el uso de materiales locales es una buena medida para reducir el consumo de energía en el trasporte de los mismos y las emisiones asociadas. La disponibilidad de obtener productos locales depende mucho del lugar de proyecto, de la existencia de fabricantes en la zona y de la adaptabilidad del proyecto al uso de productos locales.

Uso de energía no renovable en los materiales de construcción

Los materiales utilizados en la edificación suponen más de un 20% de la energía no renovable consumida a lo largo de todo el ciclo de vida del edificio. Para obtener un edificio sostenible es importante, siempre que sea posible, seleccionar materiales alternativos que tengan alguna mejora energética o medioambiental respecto a los materiales tradicionales.[6]

6 C. Thomark, A low energy building in a life cycle-its embodied energy, energy need for operation and recy-

Una alternativa viable es el uso de materiales más respetuosos con el medio ambiente, como los siguientes:

- Reciclado: cuando en su composición hay un porcentaje de material reciclado, cuyo origen es el mismo producto o de otro origen, pero aprovechado en la fabricación del material.
- Ecológico: cuando el material no contribuye a la degradación del medioambiente en algunos de los impactos más sensibles: reducción de la capa de ozono, lluvia ácida, agotamiento de recursos no renovables, etc.
- Energético: cuando la utilización de material supone una reducción del consumo de alguna fuente energética.[7]

Disponer, cuando sea posible, de datos del fabricante como son los sellos de calidad ambiental, preferentemente la ecoetiqueta de tipo III, como la Declaración Ambiental del Producto (DAP), que realizan un análisis del ciclo de vida de un material hasta la salida de la fabrica (cradle to gate), que garantice las prestaciones para las que está destinado el uso del material.[8]

La Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) introduce nuevas medidas encaminadas a ejecutar estructuras sostenibles. El Anejo 13 establece criterios para evaluar la contribución de las estructuras de hormigón a la sostenibilidad definiendo un índice específico para tal fin (ICES).

cling potential. Building and Environment 37 (2002), pp. 429-435.

7 Guía de la edificación sostenible. Calidad Energética y Medioambiental en la Edificación. IDAE, Ministerio de Fomento, Instituto Cerdá. Madrid. Julio 1999

8 Roberto Zubiaga, Bárbara Pradera, José Antonio Sánchez, Alberto Bonilla. Declaración ambiental de productos de construcción, situación actual y perspectivas futuras. Fundación LABEIN.

Normativa de Referencia

- *ISO 14040 "Environmental management. Life Cycle Assessment. Principles and Framework" (ISO, 2006).*
- *ISO 14025 "Environmental labels and declarations. Type III environmental declarations. Principles and procedures" (ISO 2006)*
- *ISO 21930 "Sustainability in building construction. Environmental declaration of building products" (ISO 2007)*
- *ISO 14044 "Environmental management. Life cycle assessment. Requirements and guidelines." (ISO 2006)*
- *Norma de referencia para la elaboración de EPD ISO 21930:2007 y prEN 15804:2008 en proceso de aprobación.*

Energía no renovable en el transporte de los materiales de construcción

El sector del trasporte depende principalmente de los combustibles fósiles, y es el primer responsable de las emisiones de gases de efecto invernadero.

En la evaluación del impacto de los materiales en un edificio, además de la energía consumida a lo largo de su proceso productivo, hay que añadir el transporte. Las Declaraciones Ambientales de Producto, ya consideran los impactos generados en el proceso de extracción, transporte y fabricación. En este criterio se evalúa la reducción de impacto por el trasporte de material de la puerta de la fábrica a la obra.

De cara a la fase de proyecto, el uso de materiales locales es la principal medida aplicable para reducir el consumo en el trasporte y las emisiones asociadas. La disponibilidad de obtener productos locales depende mucho del lugar de proyecto, de la existencia de fabricantes, y de la adaptabilidad del proyecto al uso de productos locales.[9]

9 LEED, v2.2, Resources and Materials, credit 5.1.

Recursos naturales

Recursos Naturales

Muchos de los recursos naturales utilizados en la edificación son no renovables, pues existen en una cantidad limitada en el planeta o tienen una tasa de regeneración menor a la tasa de explotación. Con el patrón de consumo actual nos situamos al borde del agotamiento de recursos, siendo la edificación uno de los mayores dilapidadores de los mismos. Por todo ello hay que buscar alternativas y estrategias que reduzcan drásticamente su consumo.

El **agua dulce** es un recurso escaso y su distribución no es homogénea. La escasez del agua potable la sufren sobre todo los países áridos y del tercer mundo que no tienen los medios necesarios para su tratamiento y distribución. El problema de la buena gestión del agua afecta tanto a nivel local como mundial, ya que este recurso es fundamental para la vida y el desarrollo de todos los seres vivos, incluido el hombre.

La principal estrategia frente al agua debe ser la reducción del consumo, principalmente mediante la implementación de **medidas de ahorro y eficiencia**. Por otro lado, para muchos usos domésticos, la calidad del agua no exige la tipificación de "apta para el consumo humano", esto sucede con el empleo de la lavadora, el lavavajillas, la limpieza de la casa, la cisterna del inodoro y el riego en general. Según qué casos, el **agua de lluvia** y las **aguas grises**, con un tratamiento previo adecuado, pueden reemplazar perfectamente al agua potable. La ventaja en la aplicación de estos sistemas es obvia en cuanto al ahorro de agua que se genera, pero además se evita la potabilización de un volumen de agua considerable, produciéndose de esta manera un segundo ahorro significativo.

Los **materiales** utilizados en la edificación suponen cerca del 60% de los materiales extraídos del planeta y tienen un alto peso en los impactos ocasionados al medio ambiente por el edificio a lo largo de su ciclo de vida. Estos impactos se generan en todas las transformaciones sufridas, desde su extracción como materia prima, hasta su salida de fábrica como material preparado para usarse en obra.

Para reducir los impactos que los materiales generan, no sólo es necesario promover la reutilización de materiales en el diseño y la construcción del edificio, sino, también, diseñar y construir el edifico pensando en su fase de deconstrucción de modo que los **materiales empleados puedan ser reutilizados en futuros edificios**. Además de reducir los impactos por materiales nuevos empleados en la construcción, con esta medida se reduce considerablemente la producción de residuos de la construcción.

Igualmente importante es la selección de materiales que, por sus características, generan pocos residuos como por ejemplo los productos industriales y prefabricados.

Retención de aguas de lluvia para su reutilización

En los usos domésticos en los que la calidad del agua no exige la tipificación de "apta para el consumo humano", el agua de lluvia puede reemplazar perfectamente al agua potable. Esto sucede con el empleo de la lavadora, el lavavajillas, la limpieza de la casa, la cisterna del inodoro y el riego en general.

El objetivo que se quiere alcanzar con este criterio es promover un sistema de gestión de aguas superficiales, de recogida y almacenamiento de las aguas de lluvia para su reutilización, de modo que se reduzca la demanda de agua potable.

El CTE no hace ninguna referencia explícita al aprovechamiento de aguas grises ni a otros sistemas de aprovechamiento de aguas pluviales. No obstante, algunos municipios cuentan con ordenanzas de ahorro de agua aprobadas.

Previa a la captación de las aguas pluviales se debe conocer la pluviometría histórica de la zona y la superficie de captación, para saber la cantidad de agua que podemos recolectar. Con ello se puede dimensionar adecuadamente el depósito, aljibe o cisterna, etc. Una vez realizados estos pasos sabremos de cuánta agua podremos disponer y decidir si va a ser suficiente, o lo que es más habitual, en qué medida va a complementar otras fuentes de suministro de agua, como la red municipal, pozo, etc. [10]

Esta duplicidad de calidades de agua, implica la necesidad de un sistema eficiente de gestión de ambos tipos de aguas.

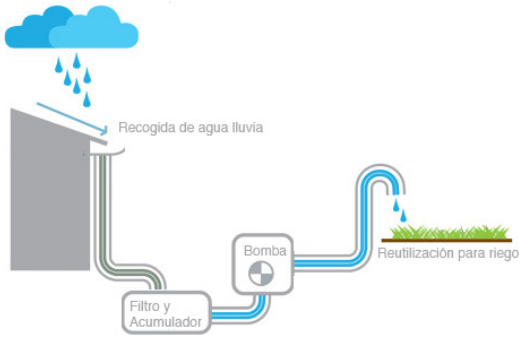


Figura 7. Esquema de la recogida de agua de lluvia para el riego.

Marco normativo

- *Real Decreto 1664/1998, 1620/2007 Anexo 1ª por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas, Capítulo 2. Condiciones básicas para la reutilización de las aguas depuradas*

Impacto de los materiales de construcción. Residuos de construcción

Los residuos de construcción son aquellos que se originan en el proceso de ejecución material de los trabajos de construcción, tanto de nueva planta, como de rehabilitación o reparación. Su origen es diverso. Los hay que provienen de la propia acción de construir, originados por los materiales sobrantes: hormigones, morteros, cerámicas, etc. Otros provienen de los embalajes de los productos que llegan a la obra: madera, papel, plásticos, etc. Sus características de forma y de material son variadas.[11]

A nivel legal, la Ley 10 de 1998, regula los residuos en general, y el Real Decreto 105/2008 regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Éste último obliga a incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.

Para reducir la generación de residuos en la obra es preciso introducir en el plan de gestión de los residuos, la recogida diferenciada, reutilización en la misma obra, o transporte a plantas recicladoras. También es crucial la selección de materiales que por sus características generan pocos residuos, como por ejemplo, los productos industriales y prefabricados.

Marco normativo

- *LEY 10/1998 de Residuos*

  Tiene por objeto prevenir la producción de residuos, establecer el régimen jurídico de su producción y gestión y fomentar, por este orden, su reducción, su reutilización, su reciclado y otras formas de valorización, así como regular los suelos contaminados, con la finalidad de proteger el medio ambiente y la salud de las personas.

- *Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.*

  Establece los requisitos mínimos de producción y gestión de residuos de construcción y demolición, con objeto de promover su prevención, reutilización, reciclado, valorización y el adecuado tratamiento de los destinados a eliminación.

10 Boletín de SEBA, Asociación Servicios Energéticos Básicos Autonómos, Redacción Jaume Serrasolses y Sonia Blasco

11 Catálogo europeo de residuos CER

Calidad de ambiente interior

Calidad del Ambiente Interior

Las personas pasamos un buen porcentaje de nuestro tiempo en el interior de los edificios, por lo que la calidad del ambiente interior de los mismos es fundamental para el bienestar y la productividad. Se engloba en esta categoría un grupo de criterios que tratan se asegurar el confort higrotérmico, el confort visual, el confort acústico y la calidad del aire del ambiente interior.

Las fuentes de contaminación en un edificio que condicionan su **calidad del aire interior** están constituidas principalmente por los ocupantes y sus actividades. Además, los materiales de construcción y acabados, mobiliario, decoraciones y productos químicos de limpieza, emiten al aire sustancias contaminantes. Durante la fase de proyecto es aconsejable seleccionar materiales que no pongan en riesgo la salud de los ocupantes durante la fase de uso. Los estudios indican que el 96% de los compuestos orgánicos volátiles (COV) en los espacios interiores son emitidos por los materiales de acabado y de los muebles. Especial atención respecto al contenido en COV merecen las pinturas y barnices, los adhesivos y sellantes y los compuestos de madera y fibras vegetales.

Una vez reducidas las posibilidades de emisión de los materiales de acabado interior, es deseable la eliminación de los contaminantes emitidos por los mismos, previo a la ocupación del edificio. Para ello es necesario realizar un proceso de purga, durante unos diez días, y el cumplimento con unos caudales mínimos de ventilación, que elimine los contaminantes existentes en el aire.

Finalmente, es fundamental contar con un sistema de ventilación, natural o mecánica, que sea capaz de eliminar tanto los contaminantes emitidos por los materiales, como los bioefluentes debidos al metabolismo humano. A este respecto, el CTE-HS, Sección 3 “Calidad del aire interior”, por razones de higiene y confort de los ocupantes, exige un caudal de ventilación mínimo para los locales (tabla 2.1 del CTE-HS, sección 3 “Calidad del aire interior”) teniendo en cuenta las características y tipo de local. Todo esto sin que ello vaya en detrimento del confort térmico para el usuario, ni que se incremente de manera injustificada el consumo energético.

La iluminación es esencial para el **confort visual** en el interior de los edificios, y las leyes al respecto son cada vez más restrictivas. La iluminación natural constituye una alternativa válida para la iluminación de interiores y su aporte es valioso no solo en relación a la cantidad sino también a la calidad de la iluminación. En relación a la iluminación artificial, el ojo humano está adapatado a la iluminación natural y a sus cambios a lo largo del día y del año, y, además, no emplea combustibles fósiles y, por tanto, ahorra energía.

Por ello, en primer lugar, el diseño debe procurar optimizar la orientación de las plantas de los edificios para permitir, dentro de las posibilidades de los terrenos, el acceso de luz natural a la mayoría de los locales. A partir de ahí, los huecos de fachada diseñados para el aprovechamiento de la luz natural han de cumplir tres grandes funciones: proteger frente al sol directo, proteger del deslumbramiento y redireccionar la luz natural.

La configuración del edificio y las soluciones constructivas adoptadas son clave para alcanzar el **confort acústico** en su interior. El Documento Básico HR Protección frente al ruido, tiene por objeto limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. El edificio debe protegerse frente al ruido aéreo, al ruido de impactos, y al ruido exterior, a la vez que se hace un tratamiento adecuado para evitar la transmisión del ruido y vibración de las instalaciones.

El primer paso es conocer los mecanismos de transmisión acústica entre recintos para predecir

con precisión la transmisión del ruido entre ellos y establecer una buena estrategia de aislamiento acústico. De forma muy simplificada puede decirse que la transmisión de ruido entre 2 recintos (o desde el exterior) se produce:

1. **Por vía directa** a través del elemento constructivo de separación. Esta transmisión depende básicamente del tipo de elemento constructivo y es lo que realmente se mide en laboratorio, ya que allí las transmisiones indirectas son despreciables.

2. **Por vía indirecta o de flancos** debido a las vibraciones de los elementos de flanco conectados al elemento de separación principal.[12]

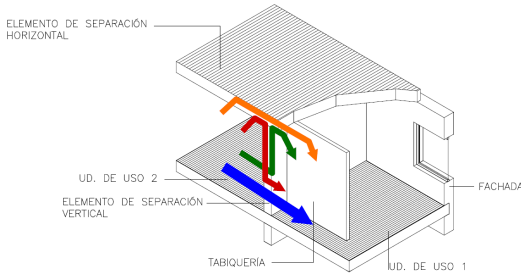


Figura 1.3. Esquema de vías de trasmisión acústica a ruido aéreo entre dos recintos.

•En azul se indica la transmisión directa, a través del elemento de separación vertical.

•En otros colores se han indicado las transmisiones indirectas o de flancos.

•En naranja la transmisión de flanco a flanco, en este caso a través del forjado.

•En rojo, la transmisión flanco-directo, desde el forjado al elemento de separación vertical.

•En verde la transmisión directa-flanco, desde el elemento de separación vertical al forjado.

El objetivo por tanto es conseguir soluciones constructivas para los elementos de separación entre recintos que aporten un buen nivel de aislamiento acústico, pero, además, se pretende tratar adecuadamente el contacto de estos elementos de separación con otros elemetos constructivos para evitar así la propagación del ruido de manera indirecta.

Toxicidad de los materiales de acabado interior

Los compuestos orgánicos volátiles (COV) son todos aquellos hidrocarburos que se presentan en estado gaseoso a la temperatura ambiente o que son muy volátiles a dicha temperatura. Participan activamente en numerosas reacciones, en la troposfera y en la estratosfera, contribuyendo a la formación del smog fotoquímico y al efecto invernadero. Además, son precursores del ozono troposférico.[13]

Muchos de los COV aparecen comúnmente en las pinturas, barnices, adhesivos, sellantes y compuestos de madera y fibras vegetales empleados en los materiales de acabado interior. Tanto la producción como la aplicación y uso de estos productos lleva asociados unos efectos sobre el medio ambiente (residuos de productos) y sobre las personas (emisiones al aire de hidrocarburos) que deben ser minimizados o evitados.

El objetivo de este criterio es promover y premiar el uso de materiales de acabado que no pongan en riesgo la salud de los ocupantes por los contaminantes emitidos por los materiales de terminación interior, se pretende, por tanto, reducir los problemas de calidad del aire interior del edificio como consecuencia del proceso de construcción.

Marco normativo

- *Directiva 1999/13/CE relativa a la limitación de las emisiones de compues-*

12 Guía de aplicación del DB HR Protección frente al ruido. Versión v 0.1. Instituto Eduardo Torroja IETcc-CSIC. Agosto 2009.

13 Indoor Air Fact No. 4. Silk Building Syndrome, EPA, 2001

tos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes orgánicos en determinadas actividades e instalaciones.

- *Real Decreto 117/2003 sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades.*
- *UNE-EN _717-2_AC_2003. Tableros derivados de la madera. Determinación de la emisión de formaldehido.*
- *Directiva Europea 2004/42/CE relativa a la limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) debidas al uso de disolventes orgánicos en determinadas pinturas y barnices y en los productos de renovación del acabado de vehículos, por la que se modifica la Directiva 1999/13/CE y las modificaciones recogidas en la Directiva 2008/112/CE.*
- *REAL DECRETO 227/2006 por el que se complementa el régimen jurídico sobre la limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles en determinadas pinturas y barnices y en productos de renovación del acabado de vehículos*
- *UNE-EN_13986_2006 Tableros derivados de la madera para utilización en la construcción. Características, evaluación de la conformidad y marcado.*

Confort térmico en espacios con ventilación natural

El ambiente térmico de los espacios interiores tiene efecto sobre los ocupantes y es un aspecto muy importante a la hora de enfrentarse al proyecto bioclimático de un edificio. La temperatura es uno de los factores que más influye en la sensación de bienestar. Las condiciones de confort varían según las zonas climáticas, oscilando en verano entre 23-27 ºC, y en invierno entre 20-23 ºC.

La percepción de confort es diferente en los espacios de ventilación natural que en los de ventilación mecánica; por ello, la metodología de evaluación de dicho confort debe ser diferente para cada uno de los casos.

Uno de estos métodos es el propuesto por el ASHRAE Standard 55 rev, 2004, que establece un rango de temperatura operativa aceptable para espacios con acondicionamiento natural a través del siguiente diagrama :[14]

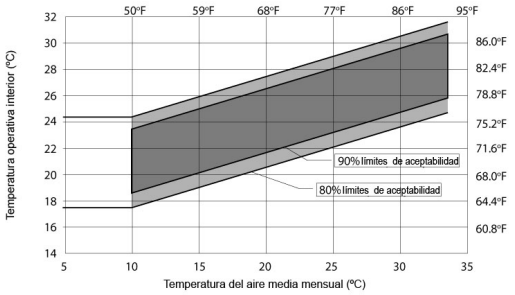


Diagrama 1. Rango de temperatura operativa aceptable para espacios con acondicionamiento natural (Fuente: ASHRAE 55_2004)

14 ANSI/ASHRAE Standard 62-2001 Ventilation for acceptable indoor air quality

Marco normativo

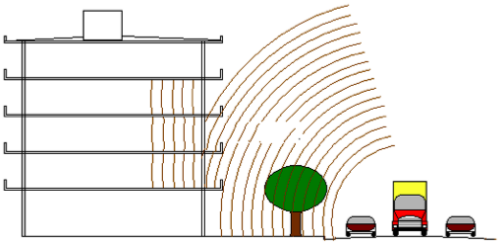
- *RITE y Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio..*

Protección de los recintos protegidos frente al ruido procedente del exterior

El ruido incide negativamente sobre el estado de salud de los humanos. Las personas sometidas constantemente a la contaminación acústica, sufren de las consecuencias de stress, nerviosismo, trastornos del sueño y de la concentración, además de las enfermedades cardiovasculares y de circulación. Para reducir los efectos negativos sobre las personas es importante estudiar las características acústicas del edificio y asegurar un buen aislamiento al ruido de la envolvente.

Los usuarios de un edificio están afectados por diferentes tipos de ruidos:

- Ruido aéreo, generados en el exterior o en el interior del edificio;
- Ruido de impacto, tales como los generados por las pisadas de los vecinos,…;
- Generados por las instalaciones, etc.



Fuente de ruido exterior. Fuente: idiem, Chile

Para dar una adecuada protección frente al ruido se ha elaborado un documento, del CTE, el DB HR, que establece los niveles de aislamiento acústico exigidos a los cerramientos que limitan con el exterior, es decir, a las fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior.

Por otro lado, la Ley 37/2003 del Ruido tiene como objetivo básico la prevención, vigilancia y reducción de la contaminación acústica ambiental producida por emisores acústicos de cualquier índole. En el interior de los edificios de usos residencial (tanto público como privado), hospitalario, docente o cultural, deben cumplirse los objetivos de calidad acústica interiores que garanticen que los usuarios puedan desarrollar las actividades en su interior con normalidad. Se establece igualmente que las Administraciones Públicas deben realizar una zonificación del suelo en áreas acústicas, que son sectores del territorio donde deben cumplirse unos objetivos de calidad acústica ambiental. Estas áreas se clasifican en función del uso predominante del suelo y tienen asignados unos valores máximos de inmisión de ruido ambiental.

Se define Aislamiento Acústico el conjunto de procedimientos empleados para reducir o evitar la transmisión del ruido, del exterior al interior o entre recintos. Todos los elementos constructivos que conforman un recinto, están relacionados con la propagación del ruido. La existencia de vías de propagación indirecta a través de la estructura, hace que el aislamiento acústico medido en laboratorio difiera del aislamiento acústico final de la obra.[15]

Marco normativo

- *DB HR del CTE Protección frente al ruido.*
- *Ley 37/2003 del Ruido*
- *EN UNE 12354 parte 1, 2 y 3.Acustica de la edificación. Estimación de las edificaciones a partir de las características*

15 Guía de aplicación del DB HR Protección frente al ruido. Versión v 0.1. Instituto Eduardo Torroja IETcc-CSIC. Agosto 2009.

de sus elementos.

La norma describe modelos de cálculo diseñados para estimar el aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos de edificios, utilizando primero medidas de la transmisión directa e indirecta a través de los elementos constructivos del edificio, y, después, métodos teóricos de la propagación acústica en los elementos estructurales.

Protección de los recintos protegidos frente al ruido generado en los recintos de instalaciones

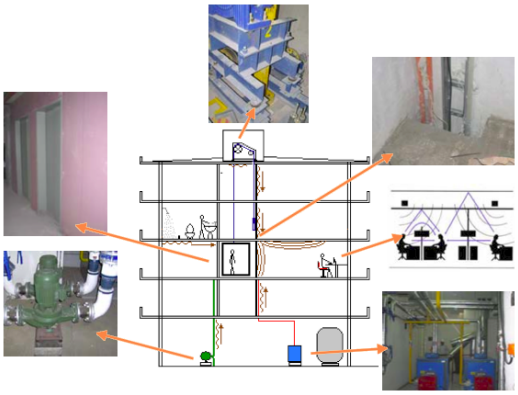
El ruido se trasmite tanto a través del aire como a través de los sólidos. La transmisión entre los sólidos genera lo que se llama efecto "transmisiones laterales", o sea, la trasmisión indirecta del ruido entre un espacio y el contiguo a través de los elementos constructivos unidos al cerramiento de separación sin ser ellos mismos elemento de separación, entre los locales considerados. Así, una pisada, un golpe, o la caída de un objeto, origina una vibración que se propaga a través del forjado a aquellos elementos constructivos (pilares, paredes, etc.) conectados a éste, que excitados a su vez, se transforman en generadores de ruido aéreo.

El ruido por vibración se puede transmitir tanto a través de los forjados, como a través de los recintos colindantes y recintos con una arista horizontal común.

La protección frente al ruido de impacto se mide a través de los índices de nivel de presión de ruido de impacto (ya sean obtenidos "in situ", como en laboratorio), que expresan la transmisión de ruido de impacto entre recintos, es decir, la diferencia entre el nivel de presión sonora provocado por la máquina de impactos, y el nivel de presión sonora recibido en el recinto receptor, de tal forma, que cuanto menor es el valor de L'nT,w exigido, mayor es el aislamiento acústico a ruido de impacto requerido. Por ejemplo: un nivel de presión de ruido de impactos L'nT,w de 80 dB, significa menos aislamiento acústico a ruido de impactos y por lo tanto, menor confort acústico que un nivel L'nT,w de 65 dB.

El Documento Básico de protección frente al ruido DB HR distingue los recintos en las clases siguientes:

- Recintos no habitables: No requieren mantener condiciones de protección acústica (ej. desvanes, trasteros,..).
- Recintos habitables: Precisan una protección frente al ruido (ej. recibidores, baños, pasillos...).
- Recintos protegidos: Son recintos también habitables pero que requieren una protección acústica especial (ej.: dormitorios, salones, aulas, bibliotecas,…).
- Recintos de instalaciones: Son los recintos en donde se alojan las instalaciones del edificio (ej.: cuartos de grupos de presión, ascensores,…) .[16]



Fuentes de ruido interior. Fuente: IDIEM, Universidad de Chile

16 Guía de aplicación del DB HR Protección frente al ruido. Versión v 0.1. Instituto Eduardo Torroja IETcc-CSIC. Agosto 2009.

Marco normativo

- *DB HR del CTE Protección frente al ruido.*
- *Ley 37/2003 del Ruido*
- *EN UNE 12354 parte 1, 2 y 3.Acustica de la edificación. Estimación de las edificaciones a partir de las características de sus elementos.*

La norma describe modelos de cálculo diseñados para estimar el aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos de edificios, utilizando primero medidas de la transmisión directa e indirecta a través de los elementos constructivos del edificio, y después métodos teóricos de la propagación acústica en los elementos estructurales.

Protección de los recintos protegidos frente al ruido generado en recintos no pertenecientes a la misma unidad de uso

Según lo establecido en el DB HR los elementos constructivos interiores de separación, en conjunto con los elementos constructivos adyacentes, tienen que contar con unas características tales que cumplan:

- Protección frente al ruido generado en la misma unidad de uso: el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, de la tabiquería no será menor que 33 dBA.
- Protección frente al ruido procedente de otras unidades de uso: el aislamiento acústico a ruido aéreo, DnT,A, entre un recinto protegido y cualquier otro del edificio, colindante vertical u horizontalmente con él, que pertenezca a una unidad de uso diferente, no será menor que 50 dBA.
- El nivel global de presión de ruido de impacto, L'nT,w, en un recinto protegido colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con cualquier otro que pertenezcan a una unidad de uso diferente, no será mayor que 65 dB. [17]

Debe destacarse que el aislamiento acústico entre recintos depende del conjunto constructivo y no sólo del elemento de separación entre ambos. Eso significa que, por ejemplo, en algunos casos, el aumento del aislamiento es inútil si no se elimina la vía de transmisión indirecta del ruido. [18]

Marco normativo

- *DB HR del CTE Protección frente al ruido.*
- *Ley 37/2003 del Ruido*
- *EN UNE 12354 parte 1, 2 y 3.Acustica de la edificación. Estimación de las edificaciones a partir de las características de sus elementos.*

La norma describe modelos de cálculo diseñados para estimar el aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos de edificios, utilizando primero medidas de la transmisión directa e indirecta a través de los elementos constructivos del edificio, y después métodos teóricos de la propagación acústica en los elementos estructurales.

17 Documento Basico HR-Proteción frente al Ruido, Codígo Técnico de la Edificación.

18 Guía de aplicación del DB HR Protección frente al ruido. Versión v 0.1. Instituto Eduardo Torroja IETcc-CSIC. Agosto 2009

Calidad del Servicio

Es fundamental asegurar una buena calidad del servicio en el edificio que atienda a las necesidades de los usuarios y que garantice un funcionamiento óptimo del mismo durante su uso

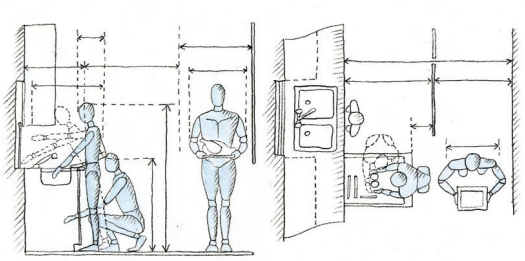
El funcionamiento real de un edificio puede diferir mucho de las condiciones con las que se ha concebido. Tan importante es el diseño del edificio con criterios de sostenibilidad, como asegurar que todas las estrategias implementadas funcionen como se han proyectado. Es por esto que es tan importante elaborar un **plan de gestión** que asegure el buen mantenimiento del edificio, y que las condiciones de eficiencia previstas en el diseño se prolonguen en el tiempo a lo largo de toda la fase de uso del edificio.

Cuando una instalación térmica precisa de proyecto, el RITE obliga a incluir en éste un "Manual de Uso y Mantenimiento" en el que se especifiquen las instrucciones de uso y mantenimiento de acuerdo con las características específicas de la instalación, que contendrá las instrucciones de seguridad, manejo y maniobra, así como los programas de funcionamiento, mantenimiento preventivo y gestión energética de la instalación proyectada.

Por otro lado, los edificios deben ser diseñados pensando en rentabilizar al máximo el espacio de que se dispone. La **racionalidad en la distribución de los espacios** internos es muy importante porque implica un ahorro de material de construcción, ya que no se edifican volúmenes sobredimensionados para aquellos usos que no generan beneficios.

Eficiencia de los espacios

Los edificios deben ser diseñados pensando en rentabilizar al máximo el espacio de que se dispone. La racionalidad en la distribución de los espacios internos es muy importante porque implica un ahorro de material de construcción ya que no se edifican volúmenes sobredimensionados para aquellos usos que no generan beneficios. Además de un ahorro en el coste material de construcción, la distribución interna, el tamaño y forma de las habitaciones influyen significativamente sobre el valor de la vivienda, facilitando la recuperación de la inversión realizada.



La eficiencia de los espacios no debe suponer que los espacios que no generan beneficios (cuartos de instalaciones, pasillos, cuarto de escaleras, patinillos, etc.) no tengan el tamaño y la calidad suficientes para asegurar su función con plena seguridad para los usuarios.

El objetivo de este criterio es incentivar un diseño que distribuya el espacio de forma eficiente y funcional, aprovechando la superficie disponible para zonas de ocupación y usos primarios y reduciendo la superficie empleada en elementos de construcción y/o elementos de distribución o que no respondan al uso del edificio.

Desarrollo e implementación de un plan de gestión de mantenimiento

La vida útil de un edificio de viviendas se establece en 50 años, un período de tiempo durante el que el buen mantenimiento de edifico es un aspecto fundamental para reducir los costes y los consumos generados por el edificio durante su

fase de uso. Es por esto que, en el proyecto del edificio, tan importante como un buen diseño del mismo para que su funcionamiento sea eficiente, lo es el elaborar un plan que asegure el buen mantenimiento del edificio y que las condiciones de eficiencia previstas en el diseño se prolonguen en el tiempo a lo largo de toda la fase de uso del edificio.

Un buen mantenimiento del edificio y de las instalaciones es fundamental para la eficiencia, el ahorro de agua y energía en el uso del edificio. Además del ahorro en los recibos de agua, luz y gas, un buen mantenimiento implica la reducción de los costes de reposición de las instalaciones.

Algunas de las medidas de mejora pueden ser:

- Recoger una descripción detallada de las estrategias adoptadas para lograr una reducción de los consumos y una mejora de la calidad del ambiente interior.
- Dividir las instrucciones de uso en instrucciones para el usuario, e instrucciones para el personal de mantenimiento
- Prever una figura que gestione el mantenimiento del edificio

Marco normativo

o *Ley 38/99 de Ordenación de la Edificación. Art. 7*

Se expresa la obligatoriedad de entregar el Libro del Edificio a los usuarios finales del mismo.

o *RITE*

Cuando una instalación térmica precisa de proyecto, obliga a incluir en éste un “Manual de Uso y Mantenimiento” en el que se especifiquen las instrucciones de uso y mantenimiento de acuerdo con las características específicas de la instalación, que contendrá las instrucciones de seguridad, manejo y maniobra, así como los programas de funcionamiento, mantenimiento preventivo y gestión energética de la instalación proyectada, de acuerdo con la IT 3. Este mantenimiento deberá realizarlo una empresa mantenedora autorizada y se deberán cumplir una serie de condiciones en función de la potencia instalada.

o *C.T.E. Art. 8.1*

En dónde se indica la obligatoriedad de contener las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio terminado incluyendo un plan de mantenimiento con planificación de las operaciones programadas para el mantenimiento del edificio y sus instalaciones.

Aspectos sociales y económicos

A parte del aspecto medioambiental, la sostenibilidad también desarrolla, dentro de todos sus estudios y esfuerzos, una consciencia social y económica, convirtiéndose así en una práctica completa y eficiente. Por ejemplo, los esfuerzos dirigidos al aprovechamiento de la luz natural no significan solamente estrategias de ahorro energético, sino que también están orientados a la mejora de la vida de los usuarios, permitiéndoles una conexión con el exterior, mejorando así la calidad de vida.

Cuando se habla de mejorar la calidad de vida, es importante destacar que esta calidad de vida debe ser aplicada a cualquier usuario. En este sentido es fundamental aplicar los criterios del "Diseño para Todos" y el "Diseño Universal", que se distinguen del diseño tradicional por dirigir sus acciones al desarrollo de productos y entornos de fácil acceso para el mayor número de personas posible, sin la necesidad de adaptarlo o rediseñarlo de una forma especial. En relación a este concepto el DB SUA del CTE, aprobado en 2010, define las condiciones mínimas de accesibilidad, con el fin de facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad.

Por otro lado, el derecho al sol y la conexión con el exterior mediante espacios privados son fundamentales. Todo ello sin descuidar, la necesaria privacidad e intimidad en el interior de las viviendas.

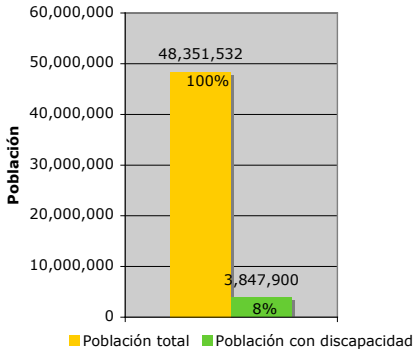
En cuanto a los aspectos económicos, la construcción sostenible está diseñada para tener una vida útil larga, ser flexible y adaptable a posibles cambios y ser saludable, por tanto, los costes económicos de todo su ciclo de vida son inferiores a los de la construcción usual. La eficiencia energética y la introducción de medidas para la reducción del consumo de agua, permiten obtener un ahorro en los gastos de operación del edificio. Igualmente la mejora de la calidad interior del edifico conlleva un aumento de la productividad y de la salud de los usuarios, reduciendo las enfermedades y las bajas laborales, lo que significa un claro beneficio económico.

Acceso universal

Se definen como Barreras arquitectónicas o Barreras a la accesibilidad aquellos obstáculos físicos que impiden a las personas con discapacidad física el libre acceso y uso de los espacios.

El DB SUA del CTE, aprobado en 2010, define las condiciones mínimas de accesibilidad, con el fin de facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad. Dentro de las viviendas, dichas condiciones son exigidas sólo para aquellas que deben ser accesibles. La norma define la accesibilidad al edificio y dentro del edificio, así como las dotaciones mínimas y las características que deben tener las viviendas o alojamientos accesibles.

La problemática no debe ser vista sólo en relación a las personas con discapacidades físicas, sino, además, a todos aquellos que, por edad o por eventos ocasionales, se encuentran en una condición de no poder usar una escalera, una entrada, un interruptor o un servicio higiénico. Estas personas son las personas mayores, los niños, las mujeres embarazadas o quien tiene alguna lesión.



Datos de estadísticos de discapacidad en la población Española. Fuente: www.ine.es

Marco normativo

- *LEY 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad.*
- *Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad.*
- *Orden VIV/561/2010 de 1 de febrero, por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados.*
- *CTE DB-SUA 9*

Derecho al Sol

Conseguir viviendas que dispongan de condiciones de confort térmico y lumínico a sus ocupantes, con la mínima utilización de combustibles fósiles y el aprovechamiento de los recursos renovables, está condicionado de manera significativa por la disponibilidad y accesibilidad al recurso solar. El aprovechamiento solar, tanto para agua caliente sanitaria y calefacción como para la iluminación natural, puede contribuir significativamente al ahorro de energía y a la reducción de las emisiones, además de todos aquellos factores sociales relacionados con el consumo de recursos energéticos.

El DB HE del CTE en el apartado 3.5. Calculo de las pérdidas por orientación e inclinación, define unas condiciones de soleamiento mínimas de los edificios, pero solo relativas a la disposición de los paneles solares, para asegurar que no se superan unas ciertas pérdidas por orientación, inclinación o debido a la obstrucción solar en la parcela.

Sin embargo para que el aprovechamiento solar en zonas urbanas sea factible, se debe proteger su libre acceso.

En una situación urbana, la radiación solar directa depende de la accesibilidad solar del tejido urbano: según la orientación de las calles (calles con directriz este-oeste generan fachadas orientadas al norte y al sur), según la anchura de las calles. [19]

El acceso a la radiación solar directa depende también de la tipología edificatoria (hay que estudiar que no existan viviendas en situaciones desfavorables), así como de las pendientes donde estén las edificaciones (en ladera sur se recibe mayor radiación solar)

Las ordenanzas de “derecho al sol” se están extendiendo en nuestro país. En ellas se pretende asegurar un número mínimo de horas en las que el sol entre directamente en determinados espacios de las viviendas. Aunque todavía no hay un valor establecido en el número de horas y en la forma de contabilizarlas, si se reconoce el “derecho al sol” como un factor que incrementa la calidad de las viviendas.[20]

Acceso a espacios abiertos privados desde las viviendas

Los edificios y las viviendas deben ser diseñados para mejorar las condiciones de confort. Dentro de este objetivo se considera que, el acceso a espacios abiertos privados desde las viviendas, mejora la calidad de vida.

El acceso directo a espacios libres desde las viviendas fomenta una relación del habitante con el entorno, haciéndole más consciente de la climatología exterior, facilitándole el disponer de

19 Néstor A. Mesa, Carlos de Rosa. El libre acceso al recurso solar en entornos urbanos. Evaluación del marco jurídico vigente. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 8, Nº 2, 2004.

20 Néstor A. Mesa, Carlos de Rosa. El libre acceso al recurso solar en entornos urbanos. Evaluación del marco jurídico vigente. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 8, Nº 2, 2004.

plantas de exterior y dotándole de un espacio, incorporado a la vivienda, donde pueda estar en un ambiente abierto. Incluso si este espacio es de dimensiones reducidas, poder salir a un pequeño balcón a "tomar el aire", supone una mejora en las condiciones de habitabilidad de una vivienda.

Los patios, terrazas, balcones propios o comunes, son verdaderos ambientes verdes acondicionados para la protección vegetal y constituyen un paisaje creado y habitado por los mismos ocupantes. Los habitantes ven en este espacio, además de una protección, de una seguridad y de un uso, un carácter de orden estético de identidad y personalización de su propio espacio habitable. Además este contacto con la naturaleza aporta unos beneficios, como de protección, de fijación de partículas, de higienización del aire, además de una mejora de la calidad de vida, a muy bajo coste.

Estos espacios son lugares a los que los habitantes dan sentido y los adaptan a sus entornos, haciendo de estas viviendas un espacio más sostenible.

Protección del interior de las viviendas de las vistas desde el exterior

Un bajo nivel de privacidad incide en el usuario en el control de la información que percibe tanto visual como auditiva, en los diferentes espacios de la vivienda, ya que impide que el usuario lleve a cabo actividades privadas y públicas de socialización, con un cierto nivel de confort y privacidad. Para lograr estos niveles de privacidad, el usuario necesita de elementos arquitectónicos como paredes, ventanas, puertas, losas pero también de una buena disposición y orientación de los huecos.

La privacidad e intimidad en el interior de las viviendas es una necesidad de sus habitantes. Cuando las viviendas por su propio diseño no son capaces de procurar esta intimidad por exponer sus ventanas a miradas exteriores, los habitantes se protegen mediante barreras que impidan la visión desde el exterior. Estas barreras (por ejemplo cortinas) acaban impidiendo disfrutar de otras ventajas que pudiera ofrecer la vivienda como, luz solar directa, una correcta ventilación natural, etc. Resulta, pues, ventajoso plantearse un diseño de las viviendas que asegure la intimidad de las personas en su interior.[21]

Coste de explotación

Este criterio se centra en los costes que representan aquellos consumos producidos durante la fase de uso de un edificio que son fácilmente cuantificables.

Teniendo en cuenta que la vida útil atribuida a los edificios residenciales ronda los 50 años, es fácil concluir que los gastos de uso y mantenimiento representan una parte importante del coste total del ciclo de vida del edificio. Por esto, en ocasiones, un incremento del coste de construcción puede revertir en grandes ahorros de los costes totales a medio o largo plazo.

Según los estudios realizador por Kats, Gregory et al. (ver Bibliografía), la relación entre el incremento de costes en la construcción del edificio y el ahorro conseguido durante la fase de uso es de 1 a 10 en edificios residenciales. Esto, naturalmente, depende de la eficiencia del diseño del edificio y de que el incremento del gasto se realice en los elementos que van a repercutir en el ahorro de costes durante el uso.[22]

21 Jesús Armando Ruíz. La privacidad en la vivienda de interés social. Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Arquitectura. Unidad Temacachalco. Octubre 2009.

22 C. Thomark, A low energy building in a life cycle-its embodied energy, energy need for operation and recycling potential. Building and Environment 37 (2002), pp. 429-435.