



Subvencionado por



Edita

istas
Instituto Sindical
de Trabajo
Ambiente y Salud
www.istas.ccoo.es

Colabora



Guía de construcción sostenible

CONSTRUCCION SOSTENIBLE



Guía de construcción **sostenible**



Guía de construcción sostenible

Noviembre 2005

Edita: Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS)
ISTAS es una fundación técnico-sindical de CC.OO. que promueve la salud laboral, la mejora de las condiciones laborales y la protección del medio ambiente.

Autores: Antonio Baño Nieva. Arquitecto. Profesor Asociado de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Alcalá de Henares.
Alberto Vigil-Escalera del Pozo. Ingeniero Técnico de Obras Públicas. Técnico del Centro Nacional de Educación Ambiental (CENEAM).

Subvenciona: Ministerio de Medio Ambiente

Colabora: Mathieu Dalle

Realiza: Paralelo Edición

Depósito Legal: M-51636-2005

Impreso en papel FSC

El deterioro del medio ambiente, y particularmente los cambios en el clima, obliga al conjunto de la sociedad y a todos los sectores productivos y económicos que lo provocan a una reorientación profunda de las pautas de producción y consumo.

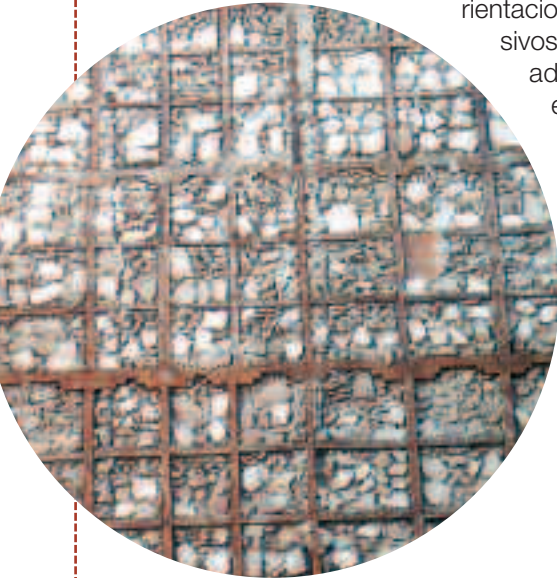
El sector de la construcción contribuye de manera importante a ese deterioro en sus distintas fases (extracción y fabricación de materiales, diseño de la edificación y de sus instalaciones que influye decisivamente en el rendimiento energético de la misma, gestión de la obra y de sus residuos...) y necesita dar un giro notable hacia la adopción de decisiones encaminadas hacia la sostenibilidad.

Existen ya unas cuantas normas e instrumentos legales que marcan caminos. Entre ellas el Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión de CO₂ para algunos fabricantes de materiales, algunas ordenanzas solares municipales, el Código Técnico de la Edificación cuya aprobación parece inminente, los requerimientos para una planificación urbanística racional.

En el ámbito ya más laboral, la normativa sobre prevención de riesgos laborales incorpora límites al uso de materiales o sustancias peligrosas para la salud.

En esta Guía se sugieren sistemas constructivos, materiales y equipos más adecuados ambiental o energéticamente. Eso puede originar que otros materiales o sistemas dejen de utilizarse o pierdan cuota de mercado, lo que

podría suponer dificultades para algunos fabricantes y empresas que los producen. En cualquier caso, los cambios y reorientaciones en el sector deberían ser progresivos, de manera que permitieran una adaptación de estos fabricantes y empresas sin verse así resentido el empleo y las poblaciones, sobre todo las de menor tamaño, en las que se encuentran localizadas estas industrias.



Joaquín Nieto
 Secretario Confederal de Salud
 Laboral y Medio Ambiente
 de CC.OO.

Índice

Introducción	7
Parte I. La necesaria base teórica	9
Principios para una construcción sostenible	9
Un planteamiento urbanístico coherente	15
Diseño de edificios. Lo bioclimático	20
Materiales de construcción sostenibles	31
Parte II. Analizando los múltiples aspectos de la construcción sostenible. Un puzzle donde las piezas encajan	41
Sistemas constructivos sostenibles	41
La secuencia constructiva	44
• La estructura portante	44
• El papel de los cerramientos	46
• Las cubiertas	48
• Las particiones	52
• Las instalaciones	52
• La intervención en edificios existentes. La rehabilitación	54
• Sobre los edificios de carácter público y de servicios	55
Materiales que incorporan criterios de sostenibilidad existentes en el mercado	57
• Cimentación y estructura	57
• Cubierta	59
• Impermeabilización	60
• Aislamiento	61
• Cerramientos	62
• Revestimiento exterior	63
• Sistemas de protección solar	63
• Carpintería	64
• Acristalamiento	64
• Particiones interiores	65
• Pavimentos	66
• Pinturas	67
• Tratamiento para maderas	68
• Tratamiento para metales	69

Instalaciones y sostenibilidad	70
• Instalaciones de climatización	70
• Instalaciones eléctricas	73
• Instalaciones de iluminación	74
• Instalaciones de abastecimiento y saneamiento de aguas	75
Energías renovables en construcción	81
La gestión de los residuos de construcción y demolición	92
Parte III. Es hora de ponerlo en práctica	101
Buenas prácticas. Algunos ejemplos de construcción sostenible	101
Bibliografía seleccionada	111
Páginas web	115
Ayudas y subvenciones	118
Legislación	121
Herramientas para la evaluación ambiental de edificios	125

Introducción

Esta *Guía de construcción sostenible* pretende contribuir al necesario cambio de mentalidad que debe producirse en todos los sectores ligados al proceso constructivo. La consideración de los aspectos medioambientales debe formar parte de las decisiones que adopten los promotores (sean grandes empresas o particulares), los profesionales (arquitectos, aparejadores...), los fabricantes de materiales o equipos, los constructores, los propietarios o usuarios de la vivienda o edificación.

También los trabajadores del sector pueden contribuir con prácticas adecuadas (utilización de materiales, evitación de residuos...) a la sostenibilidad del proceso. Los sindicalistas de todos los sectores (servicios, industrias, administraciones públicas) pueden plantear en el diseño de los nuevos edificios¹ que vayan a constituir sus centros de trabajo o en la rehabilitación de los existentes la incorporación de diseños, materiales o medidas de ahorro adecuadas. Particularmente importante resulta el impulso y la propuesta de sistemas energéticamente más eficientes en la climatización (calefacción y refrigeración) de sus centros de trabajo, que suelen tener grandes posibilidades de mejora.

Para todos ellos puede resultar de interés esta *Guía de construcción sostenible* que, aunque es de dimensiones reducidas y, por tanto, no exhaustiva, permite la profundización en cada tema o área que incluye a través de la remisión a páginas web o bibliografía más específica.

¹ También se habla ahora de parques tecnológicos.



Se ha procurado considerar los requerimientos tanto para viviendas como para edificios de servicios o industrias. Obviamente, cada uno tiene sus particularidades, pero las indicaciones que se dan son aplicables normalmente a ambos. También se ha tenido en cuenta tanto la construcción nueva como la rehabilitación o, incluso, la incorporación de equipos o instalaciones (p.e. para climatización).

Parte I. La necesaria base teórica

Principios de la construcción sostenible

De todos y todas es sabido que la construcción es uno de esos sectores de mayor peso específico en cualquier sociedad de nuestro primer mundo. Curiosamente, cuando asistimos a uno de esos cíclicos períodos de expansión económica, también asistimos a un repunte en la actividad constructora. Así podemos concluir sin riesgo de equivocarnos que la construcción pertenece a los elegidos sectores dinamizadores de nuestra economía. Pero, ¿a costa de qué?

Fundamental, contar con los datos precisos

En la Unión Europea, la construcción de edificios consume el 40% de los materiales, genera el 40% de los residuos y consume el 40% de la energía primaria.

Estos datos nos hablan de un sector profundamente impactante sobre el medio económico, ecológico y social, en definitiva un sector INSOSTENIBLE.

La importancia del sector constructivo nos da idea de los denodados esfuerzos que debemos llevar a cabo para conseguir avanzar hacia un modelo de construcción que no despilfarre energía, recursos naturales y, a su vez, no desborde nuestros vertederos con una avalancha de los denominados Residuos de Construcción y Demolición, en definitiva un modelo de construcción SOSTENIBLE.

> La construcción consume el 40% de los materiales



El gran reto, la gran oportunidad

El 22 de octubre de 2004, el Parlamento ruso ratificaba el Protocolo de Kioto, en ese momento los países cuyas emisiones suman el 55% del total de emisiones de 1990 ya lo habían ratificado y por fin el Protocolo podía entrar en vigor.

La certeza de saber que estamos afectando de forma quizá irreversible la atmósfera, que la actividad humana emisora de los llamados gases de efecto invernadero parece encaminada a romper todos los equilibrios climáticos con sus catastróficos resultados, hace que parezca imprescindible tomar las medidas adecuadas destinadas a reducir nuestra balanza en el consumo de energía a partir de combustibles fósiles. Y si recordamos el famoso 40%, parece que la responsabilidad del sector constructivo es evidente.

El riesgo se plantea cuando la abrumadora presencia mediática del calentamiento global hace que asimilemos el término construcción sostenible únicamente con aquella que ahorra energía. Como iremos comprobando, debe ser mucho más.

El concepto de sostenibilidad, levantando la voz de alarma

El camino del llamado desarrollo sostenible va desde su minoritario nacimiento allá por 1972, y su «Desarrollo capaz de alcanzar el equilibrio entre el desarrollo económico y el uso racional de los recursos», hasta el actual manejo universal del mismo. En la actualidad, lo utópico no es el ideario

verde sino encontrar un discurso político o económico donde no se haga uso y abuso de tan totémico término. El problema se plantea cuando el uso de un vocabulario común no contribuye a avanzar en políticas en verdad sostenibles.

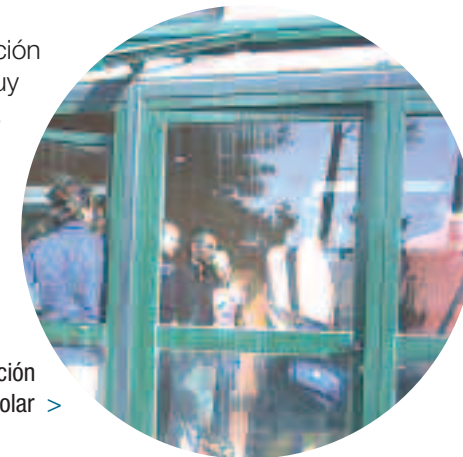
Políticas basadas en los principios de sostenibilidad

- Basadas en la equidad y la solidaridad.
- En el principio de prevención.
- Donde analizamos todo su ciclo de vida.
- Donde los problemas se solucionan en el origen.
- En el principio de participación.
- Primando desarrollos locales.

Volviendo al tema de la construcción, si algo hemos aprendido en los últimos años es que analizar el comportamiento del sector, así como cualquier actividad humana, debe reflejar todos y cada uno de los escalones de su «funcionamiento»: la concepción a través de un planeamiento urbanístico, la plasmación de la idea en el proyecto, la ejecución de las obras, la utilización del edificio y, por último, la finalización de su vida útil. El llamado **Análisis de Ciclo de Vida**.

La historia de la construcción, historia de la adaptación al entorno

Si algo nos enseña la historia de la construcción es que el ser humano siempre ha tenido muy en cuenta el entorno en el que se asentaba. Mientras que en los países del norte se buscaba la radiación solar, la luz y el calor, abriendo grandes ventanales al sur, en zonas más cálidas los huecos se hacen más pequeños para protegernos del sol.



Los invernaderos, estrategia para la captación de la radiación solar >

Asimismo, la construcción de un momento histórico dado responde a una realidad social, política y económica determinada. El paso del tiempo, los avances tecnológicos, han desviado el camino de nuestras sociedades de tan loable adaptación. Sociedades fuertemente industrializadas, donde el mito de la ciencia y la técnica como garantes de todos nuestros problemas, donde los recursos se pretenden ilimitados, se alejan de forma inexorable de la beneficiosa interacción con su entorno.

En nuestros días, cuando la explosión de la conciencia ecológica y el avance imparable de los precios del petróleo hacen que lo ecológico posea un valor añadido, asistimos a un potente movimiento encaminado a construir de forma sostenible. Detrás de este término encontramos propuestas muy dispares que nos hablan de la fuerte polarización en el diseño de edificios ecológicos.

Por un lado, la corriente arquitectónica denominada eco-tech hace de su principal seña de identidad los avances tecnológicos, dando como resultado edificios de alta eficiencia energética.

Por otro, la corriente basada en la regeneración ecológica de lo ya construido, poniendo en solfa un modelo constructivo depredador de recursos y de territorio.

Entendemos que la construcción en verdad sostenible debe llevar a cabo un esfuerzo de convergencia, de síntesis. La construcción sostenible pretende beber de todos, extraer lo positivo de cada una de las propuestas, sin olvidar el necesario posicionamiento ante propuestas que no siempre se manifiestan con la suficiente claridad.

Principios de la construcción sostenible

Aún así, podemos arriesgarnos a esbozar los espacios comunes de todo edificio sostenible como una construcción que:

- se adapta y es respetuosa con su entorno,
- ahorra recursos,
- ahorra energía,
- cuenta con los usuarios.

Una construcción adaptada y respetuosa con su entorno

El respeto por el entorno donde una construcción se asienta parece la primera de las máximas en la regeneración ecológica del sector. Respeto por el agua, la tierra, la flora, la fauna, el paisaje, lo social, lo cultural...

Una construcción respetuosa con su entorno parece también una construcción adaptada al entorno. Conocer el clima ha sido el principal referente de los asentamientos humanos, el conocimiento del sol (de su trayectoria, de su intensidad), del viento, de la latitud, de la pluviosidad, de la temperatura...

Edificio bioclimático en Cantimpalos >



Una construcción que ahorra recursos

Mediante el empleo de materiales de bajo impacto ambiental y social a lo largo de todo su ciclo de vida. Consecuentes con esos materiales, los sistemas constructivos o, lo que es lo mismo, la forma de colocar esos materiales en el edificio deben ahondar en este criterio de ahorro y austeridad.

> Preparando la ejecución de un tapial



Una construcción que ahorra energía

El término construcción sostenible se ha entremezclado con la denominada arquitectura bioclimática, aquella que, a través de las estrategias adecuadas, consigue un ahorro sustancial en el consumo energético de la vivienda.



La construcción sostenible aboga por una actuación lógica; primero minimicemos las necesidades energéticas a través de las denominadas estrategias pasivas, diseño, orientación, uso de aislamientos... A continuación empleando equipos que consuman menor cantidad de energía ofreciendo el mismo servicio, la llamada eficiencia energética. Y por último, para las necesidades que a buen seguro existirán, usemos energías renovables. En definitiva: **Ahorro + Eficiencia + Energías renovables.**

> Actuaciones sencillas favorecen el control solar

Una construcción que cuenta con los usuarios

Lo que nunca debemos olvidar es que los edificios se construyen para las personas, para ser habitados, para vivir. Debemos desterrar la idea de que el futuro usuario no es más que una molestia en el engranaje de la industria que fabrica casas, y apostar por fomentar su participación en todo su ciclo de vida.

Todos esos conceptos nos hablan de una manera nueva de entender la construcción. El entorno, el clima, los materiales, los sistemas constructivos, el usuario, lo social..., se nos presentan como ejes conductores de lo que debe ser la llamada **construcción sostenible**.

Un planteamiento urbanístico coherente

Cuando realizamos el Análisis de Ciclo de Vida del sector de la construcción comprobamos que el primer paso a tener en cuenta será el partir de un planeamiento urbanístico coherente. Sin una ordenación adecuada, las actuaciones que llevemos a cabo a partir de entonces tendrán serias dificultades para que podamos aplicarles el sello de sostenibles.

Un ejemplo sangrante lo vemos en uno de los edificios que en la ciudad de Madrid presenta la etiqueta de ecológico. La fachada sur tiene unos invernaderos que favorecen la captación de radiación solar y su distribución interior. Un planeamiento urbanístico inadecuado plantó, y nunca mejor dicho, un bloque de ocho plantas colindante en esa orientación. Resultado, los invernaderos de las dos o tres plantas inferiores prácticamente no reciben un rayo de sol en todo el año.

Una historia de múltiples ciudades

Ya los antiguos descubrieron que si ejecutaban las ciudades en forma de cuadrícula podrían conseguir mayor número de fachadas orientadas al sur, favoreciendo la captación de radiación solar. Ejemplos como la ciudad de Alejandría en Egipto o Mohenjo-Daro en la India datan del siglo III a.C.

La ciudad medieval y sus necesidades de protección militar eliminó su relación con el entorno, con el clima, para aprovecharlo. La ciudad crece alrededor de castillos o catedrales en forma circular. Los árabes adaptan la ciu-

dad medieval a sus necesidades de protección frente al excesivo soleamiento, calles estrechas y de trazado tortuoso.

El progresivo crecimiento de las ciudades hace que la relación con el entorno se olvide de forma drástica, convirtiéndose en islas que funcionan de forma aislada del paisaje que le rodea.

Hacia 1900, el 14% de la población vivía en ciudades; el inicio del siglo XXI ya agrupa a más del 50% y la perspectiva allá por el 2025 es del 80%. Así, ser conscientes de los riesgos de un urbanismo ajeno al entorno, nos lleva a plantear las enormes posibilidades que se nos abren para caminar hacia un urbanismo sostenible, hacia una construcción sostenible.

Todos y todas tenemos en mente la imagen de la ciudad como un gran monstruo que, incansable, recibe para su buen funcionamiento ingentes cantidades de recursos, energía, agua, territorio..., desechando residuos, ocupando suelo, eliminando vegetación. Así surge el concepto de huella ecológica o, lo que es lo mismo, la cantidad de territorio que una ciudad necesita para su funcionamiento.

Como curiosidad..., conviene recordar que la huella ecológica de Londres supera 125 veces su superficie.

Propuestas hacia una ciudad sostenible surgen a partir de los contraculturales años 60. Los primeros planteamientos son eminentemente antiurbanos, la roussoniana vuelta a la naturaleza. Propuestas de un urbanismo socializante, como los kibbutz, las comunas hippies, los llamados pedestrian pockets.

La extensión planetaria del modelo anglosajón de ciudad dispersa en el territorio (basada en la construcción de baja densidad: chalets y adosados), altamente depredadora de territorio y energía, obliga a un viraje en las propuestas de ciudad sostenible planteando el modelo de la ciudad compacta mediterránea como ejemplo de urbe menos impactante y favorecedora de la socialización de la población.

Avanzando hacia un planeamiento urbanístico sostenible

Desde estas páginas queremos avanzar los aspectos que deben tenerse en cuenta para avanzar hacia un modelo urbanístico sostenible.

• La gestión del territorio

Una gestión del territorio encaminada a conseguir:

- El equilibrio entre desarrollo urbano y conservación del suelo destinado a otros usos (agrícola y forestal), así como a la creación de zonas verdes destinadas al ocio.

A cada lugar una planificación. Cualquier planificación urbana debe estar próxima al terreno, debe valorar los parámetros que lo condicionan, el relieve, el clima, el paisaje, la vegetación...

- La conservación del suelo, de los ecosistemas y de los entornos naturales.

Renunciar a una vivienda aislada con una gran parcela de terreno situada en la periferia urbana (CIUDAD DIFUSA) frente a la recuperación de los cascos antiguos, la vivienda con mayor densidad de población (CIUDAD COMPACTA) es un primer paso hacia un modelo de urbanismo sostenible.

La ciudad compacta permite aproximar la vivienda al lugar de trabajo y a los servicios públicos, permite la organización de un sistema de transporte público más eficiente que en zonas de población dispersa. El gran reto es hacer de la ciudad compacta un espacio para la socialización, un espacio atractivo para la vida, donde el ciudadano no busque desesperadamente una casa unifamiliar con jardín privado.

Segovia, ciudad compacta >



El impacto de la construcción sobre el territorio va a depender de la densidad de la vivienda a diseñar. Así, como podemos comprobar en la siguiente tabla, agrupar a las personas en edificios compactos plurifamiliares presenta múltiples ventajas ecológicas y económicas.

Cuadro 1: Análisis comparativo del impacto producido por tres tipos de viviendas

	8 viviendas en casas aisladas	8 viviendas en 2 bandas en 4 adosados	8 viviendas en edificio plurifamiliar
Ocupación del suelo	100%	70%	34%
Superficie envolvente	100%	74%	35%
Energía calefacción	100%	89%	68%
Coste de la obra	100%	87%	58%

Dentro de la ciudad compacta el barrio parece el marco ideal para la mayoría de ciudadanos, siendo especialmente importante para niños, ancianos y población inactiva. Uno de los aspectos a tener en cuenta es la ciudad compacta de alta diversidad social en los barrios.

El trazado de las calles: fundamental, bien orientado.

Una de las estrategias más interesantes y efectivas sería la correcta orientación de las calles para así aprovechar la radiación solar y aprovechar o protegerse de los vientos.

Calles alineadas a eje este-oeste generan fachadas a sur, fachada captadora ideal, y a norte, buen comportamiento en verano.

• **La gestión urbana**

Un planeamiento urbanístico sostenible debe prestar especial atención al ahorro energético, del agua y de los recursos, a la gestión de los residuos, al impacto acústico y a la creación de un entorno agradable a partir de una red de zonas verdes.

Si algo favorece la diversidad, las relaciones entre personas es la existencia de zonas verdes, por sus indudables beneficios psicosociológicos y ambientales, por proporcionar espacios de encuentro.

Una ciudad que se mueve colectiva

El diseño de ciudad debe reducir las distancias entre vivienda, trabajo y equipamientos y, a su vez, favorecer el desplazamiento en transporte colectivo, el recorrido peatonal y la bicicleta.

El barrio de Vauban en la ciudad alemana de Friburgo recibe el nombre de barrio sin coche. A través de un diseño donde vivienda, trabajo y servicios públicos están agrupados de tal modo que podamos renunciar al coche, dos estaciones de transporte colectivo situadas junto a aparcamientos en la periferia hacen honor a tal apelativo.

Una ciudad participativa

Avanzar hacia un modelo de ciudad sostenible debe tener en cuenta la imprescindible participación de los ciudadanos y usuarios, tanto en su diseño y planificación como en su ejecución y gestión posterior.

Experiencias como el programa «De mi escuela para mi ciudad», en la ciudad de Segovia, articulan propuestas que pretenden recuperar el protagonismo a los ciudadanos y, en especial, a los niños y niñas.



El diseño de edificios. Lo bioclimático

Es muy común la pregunta sobre el encarecimiento que pudiera tener la realización de un proyecto de arquitectura medioambiental. Si bien requiere de la aplicación de conceptos de nuevo cuño que han de ser previamente aprendidos, esto no tiene por qué representar un coste adicional inicial, ya que simplemente nos estamos refiriendo a la concreción de una arquitectura de mayor sensibilidad en cuanto a los costes ambientales que su actividad pudiera ocasionar, incidiendo sobre todo en una mayor eficacia energética.

Sí es posible que la implantación de diversos sistemas de captación energética, la aplicación de determinados sistemas constructivos, el cuidado en la ejecución de los trabajos de obra, el agrupamiento y catalogación de los residuos de construcción y demolición o la utilización de materiales no habituales requieran de la aplicación de un sobrecoste con respecto a la construcción convencional. Pero también es cierto que la utilización de paneles solares, por poner un ejemplo, representa un ahorro diferido en el tiempo, con unos períodos de amortización previamente conocidos, además de los beneficios ambientales colectivos, que la reducción de consumos energéticos de fuentes no renovables o la reducción de la emisión de gases contaminantes puedan ocasionar.

También es cierto que los estudios previos que requiere un proyecto de estas características son de mayor envergadura, y que sería recomendable incluso la participación de distintas disciplinas, como el concurso de técnicos instruidos en ciencias ambientales.

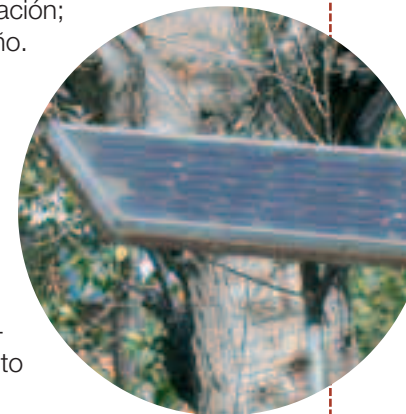
No obstante, como veremos en páginas siguientes, siempre podemos pensar en la incorporación al proyecto de arquitectura de una serie de estrategias de acondicionamiento pasivo, que no requieren más que del conocimiento previo del entorno y de la aplicación y uso adecuado de los parámetros que lo determinan, tales como el soleamiento y el régimen de vientos, o la pluviosidad y la vegetación circundante. Veamos más detenidamente cómo podemos servirnos de estos parámetros de un modo sencillo, natural y económico.

El soleamiento

Desde siempre es conocida la necesidad de incorporar a nuestros edificios espacios habitables con iluminación natural. Desde esta premisa, podemos aprovechar la fracción infrarroja de la radiación solar incidente –aquella capaz de aportar energía calorífica– y disponer una serie de estrategias que permitan capturarla, almacenarla y utilizarla, acondicionando de este modo nuestro ambiente interior. Para ello, tan sólo tenemos que exponer nuestros habitáculos a esta radiación, orientándolos adecuadamente y permitiendo su constante soleamiento.

La primera condición, por tanto, es el conocimiento de la posición del sol a lo largo del año, parámetro variable que depende de la latitud y del día que tomemos en consideración. El sol recorre, desde nuestra posición, la trayectoria más baja y corta posible durante el solsticio de invierno –22 de diciembre–, mientras que en el solsticio de verano –21 de junio– se sitúa en su mayor altura y alcanza su máxima duración; estamos en este caso ante el día más largo del año.

De esta consecuencia podemos aprovecharnos de modo natural y sencillo sin requerir el concurso de ningún ingenio capaz de consumir energía; si miramos al sol, si la orientación la buscamos a mediodía, al sur, conseguiremos que durante el período invernal el sol penetre en todas las estancias, dado que la trayectoria solar es baja y el ángulo de incidencia con respecto a la horizontal, pequeño. Tendremos radiación solar y por tanto calor.



> Trayectorias solares de verano e invierno y su repercusión en la edificación

Durante el verano aumenta el ángulo de incidencia en función de la trayectoria más elevada, con lo que dificultará el paso del sol al interior y contribuirá a evitar el sobrecalentamiento de los espacios servidos. Si además arbitramos elementos de protección solar, tales como parasoles, pérgolas, marquesinas, etc., contribuiremos a potenciar el efecto de refrigeración que pretendemos conseguir.

Además, y abundando en esta tesis, sabemos que la fachada que mayor radiación solar recibe durante el invierno es la de orientación sur, siendo al mismo tiempo la que menos recibe durante el período estival. Por tanto, con la orientación adecuada, de momento y sin ningún aporte energético convencional, estamos en situación de optimizar los rendimientos de los sistemas de acondicionamiento ambiental necesarios en toda edificación.

El almacén energético y la restitución al ambiente interior

Una vez que tenemos aportes solares, debemos ser capaces de almacenar esa energía y de utilizarla del modo que convenga a nuestros fines. Para ello, estudiaremos en qué zonas del espacio interior (suelos, techos o paredes) el sol impacta, y dispondremos en ellas material adecuado capaz de acumular esta energía.

Si lo pensamos bien, no tenemos por qué recurrir a excesivos tecnicismos y tan sólo acudir a la razón y a la experiencia acumulada por cada uno de nosotros para explicar este fenómeno.

Pensemos en diversos materiales básicos, tales como piedras, ladrillos, metales o maderas. Sabemos que cada uno tiene un comportamiento térmico diferente; las piedras al sol se calientan mucho, más cuanto más oscuras, enfriándose poco a poco cuando cesa el aporte. Algo similar les ocurre a los ladrillos, en mayor medida cuanto más masa tienen. Podemos extraer un ejemplo cotidiano de las sopas servidas en cuencos de barro.

De los metales sabemos que se calientan con muchísima rapidez, conservan una gran cantidad de calor y se enfrían igualmente rápido.

De las maderas, por el contrario, sabemos de su dificultad para transmitir la energía calorífica y de su menor capacidad de acumularla (dependiendo de las especies), con un proceso lento de restitución.

Si conocemos por tanto el comportamiento de los materiales (y de todo ello se pueden obtener datos muy precisos), podemos disponer el más adecuado para el paramento receptor de la radiación solar, de modo que seamos capaces de controlar la cantidad de energía acumulada y posteriormente la restitución al ambiente interior.

Esta secuencia de aporte, acumulación y restitución será diferente en tiempo y en cantidad, y tendrá respuestas más o menos adecuadas a las necesidades de confort.

Las estrategias pasivas

Si potenciamos la utilización de materiales pesados (piedras naturales, piedras artificiales y cerámicos pueden ser un buen ejemplo), contribuiremos a tener abundante masa, con buena capacidad de acumulación térmica y una restitución pausada en el tiempo. Es decir, obtendremos muros de considerable inercia térmica.

La secuencia de funcionamiento en este caso sería la siguiente: durante el día el sol impactaría en la superficie del paramento calentando paulatinamente la masa térmica expuesta y almacenándose en ella. Cuando el sol deje de actuar, la temperatura del ambiente bajará y el muro, que tiene una temperatura superior, empezará a emitir al ambiente hasta que descargue el almacén térmico.

Para obtener un muro que obtenga buenas prestaciones en cuanto a inercia térmica se refiere, debemos optimizar cada una de las fases que integran su secuencia de funcionamiento. En primer lugar debemos asegurarnos que de la captación se obtengan los máximos rendimientos posibles, poniendo especial cuidado en el color y la textura de los paramentos receptores.

Cuadro 2: Relación entre el color y la absorción en los materiales

Color	Absortancia
Muy claro	0,10-0,20
Claro	0,50
Medio	0,80
Oscuro	0,90
Muy oscuro	0,92-0,95

Quando el color es oscuro se obtienen los máximos porcentajes de absorción de la radiación incidente, situando al negro con el 100% (absortancia 1). En el extremo opuesto estarían los colores claros, con porcentajes por debajo del 50%. La absorción del color blanco se situaría muy cerca del cero. No en vano el color predominante en los cerramientos de los pueblos andaluces es el blanco del enjalbegado de paramentos exteriores.

> Pueblos de la Alpujarra granadina

El otro factor a tener en cuenta es el de la textura de los muros. Si ésta tiene un carácter especular, como pudiera acontecer con un acabado pulido, la componente reflexiva aumentaría y por tanto disminuiría el porcentaje de radiación absorbida. En el caso contrario se sitúa una superficie mate y rugosa.

También resulta trascendente el ángulo de incidencia de la radiación solar, máximo cuando es perpendicular.



La segunda fase del proceso consistiría en la capacidad del almacén térmico, que depende básicamente del espesor del muro y de las características intrínsecas de carácter térmico del material que lo constituye, tal y como hemos comentado en el apartado precedente.

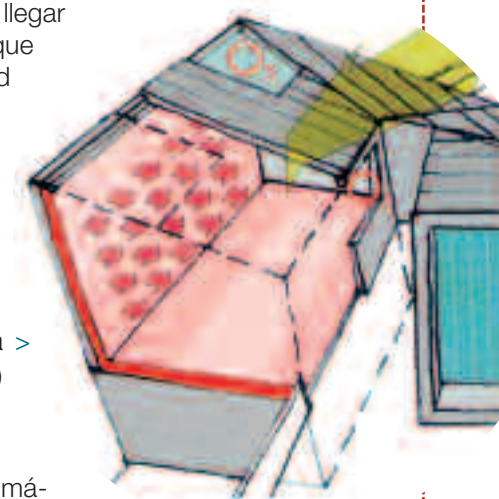
La tercera fase del proceso, sin que ello signifique concatenación de hechos, consiste en la restitución de esa energía almacenada, calefactando el ambiente interior y reduciendo, cuando no excluyendo, los aportes energéticos derivados de la utilización de energías convencionales.

Dos factores influyen en esta fase de modo determinante: la cantidad de energía que va a ser transferida al ambiente –y esto ocurrirá hasta que se alcance el equilibrio térmico–, y el tiempo que va a tardar en comenzar a efectuarse la transferencia calorífica, o dicho de otro modo: el desfase que va a existir entre el comienzo de la captación y el comienzo de la restitución. Esta cuestión se puede prever mediante el correcto diseño del muro.

En definitiva, podemos concluir que disponemos de una energía limpia y gratuita, que se nos concede a diario, y que hemos de canalizar hacia nuestra vivienda; el esfuerzo por nuestra parte consiste en prepararla para una recepción y un uso adecuado.

La consideración de la inercia térmica como estrategia pasiva exige de coherencia formal y constructiva, tal y como se recordará en los capítulos dedicados a los sistemas constructivos sostenibles. Las construcciones que poseen materiales pesados en sus muros, se ocupan en primer lugar de llenar su almacén energético, por lo que el ambiente tarda más en llegar a una situación de confort; pero una vez que lo ha logrado, se produce una estabilidad térmica que permite tener muy pocas variaciones de la temperatura interior, tanto diarias como estacionales, asumiendo las oscilaciones más o menos pronunciadas que experimenten las condiciones exteriores.

Captación, almacenamiento y restitución energética >
(dibujos realizados por José M^a González)



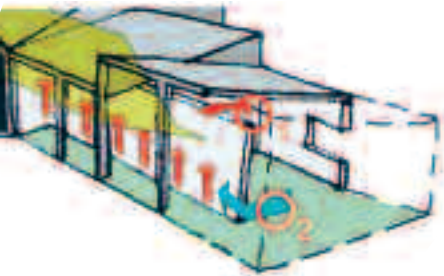
Es una buena solución para situaciones climáticas donde se producen grandes variaciones entre las temperaturas diurnas y las nocturnas, incluso entre las de verano y las de invierno, ya que la inercia térmica corrige y suaviza estos extremos. También es recomendable para aquellos usos de carácter permanente y continuado –es el caso del edificio residencial–, donde las condiciones de confort deben permanecer inalterables durante todos los días del año.

Por poner un ejemplo clarificador, todos hemos experimentado la dificultad que tiene calefactar una casa deshabitada, o habitada tan sólo ocasionalmente, máxime si pertenece a un ámbito rural, donde las construcciones presentan muros de un gran espesor y están confeccionados con materiales de origen pétreo o con tierra cruda, ambos de gran inercia térmica. Cuando intentamos ocupar una de estas construcciones por un período reducido de tiempo, o ponemos en marcha con mucha antelación los sistemas de calefacción o tenemos la amarga experiencia de hacer coincidir las condiciones aceptables de confort con el término de nuestra estancia. Puede ser considerado como una exageración, pero no está exenta de verdad.

Las estrategias pasivas: el efecto invernadero

Dentro del planteamiento global de analizar aquello de lo que disponemos de un modo natural, dándole un uso adecuado y evitando en lo posible la contribución de las energías convencionales de apoyo, nos encontramos con un modo de generación de calor sencillo y eficaz, a través del efecto invernadero. Consiste básicamente en un espacio acristalado permeable a la radiación solar, que permite su impacto sobre una masa térmica enfrentada (muro, suelo o techo), la cual actúa como receptora de la radiación incidente; posteriormente, al devolver la energía absorbida, ésta es aprisionada por el cristal, que no la deja escapar. Todo esto se traduce en un calentamiento progresivo del aire contenido en el invernadero, que puede ser aprovechado para calefactar por convección natural el espacio habitable adyacente a él.

No obstante, es imprescindible arbitrar sistemas de ocultación solar para los meses de verano así como permitir la ventilación hacia el exterior de este espacio, ya que pudiera ocasionar el sobrecalentamiento de los espacios servidos, con los consiguientes efectos nocivos en el confort interior.



> El invernadero
(dibujos realizados por José M^a González)

Las estrategias pasivas de refrigeración

Hasta ahora tan sólo hemos hablado de las posibilidades de aportar calor, pero de la misma manera y con las mismas premisas podemos cubrir las necesidades de refrigeración utilizando técnicas pasivas de acondicionamiento.

Casa enterrada en Villacañas (Toledo)
y cuevas del Sacromonte en Granada >

Empezaremos por donde empezábamos, haciendo hincapié en el doble papel que puede jugar en el confort ambiental: la inercia térmica. Siempre la hemos mostrado como un receptor de energía calorífica, por lo que en condiciones de verano asume las mismas funciones, toma el calor del ambiente cálido y por tanto contribuye a bajar la temperatura interior.

Resulta vital que el sol no penetre de ninguna manera en la estancia y que el paramento encargado de acoger el calor se encuentre en disposición de hacerlo, esto es, sombreado y frío. Pensando en el muro como almacén energético, incluso resultaría beneficiosa su descarga durante la noche –abriendo ventanas que permitan la circulación del aire–, disipando el calor almacenado y preparándolo para el día siguiente.

Recurriendo de nuevo a ejemplos muy conocidos, podemos pensar en un hábitat habitualmente denostado y del que sin embargo se obtienen buenas prestaciones: la cueva o la casa enterrada. No encontraremos otra posibilidad de confinar espacios que posean mayor inercia térmica, lo cual les permite disfrutar de una estabilidad térmica diaria y estacional envidiable, sobre todo bajo climatología extrema de acusadas oscilaciones térmicas.

De una u otra manera, el sol, en verano, no debe penetrar en los edificios. Para ello, la arquitectura ha desplegado a lo largo de la historia numerosos recursos sobre los huecos y paramentos de fachada: parasoles, contraventanas, fraileros, celosías, lamas, etc.; en la actualidad, los propios vidrios contienen importantes prestaciones de control en sus variedades reflectantes y absorbentes.



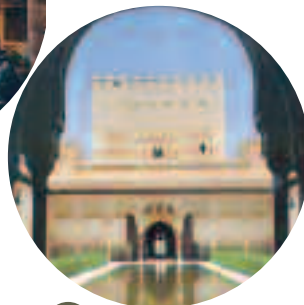
Las estrategias pasivas de refrigeración: el movimiento del aire

Las consecuencias de los movimientos del aire, tanto si son de ámbito geográfico (el viento) como si se producen en el interior del hábitat (la ventilación), son utilizadas como estrategia pasiva en actuaciones encaminadas a la refrigeración ambiental.

Si nos centramos en la capacidad de aireación del espacio interior, las disposiciones en «ventilación cruzada», con el aprovechamiento de las diferencias de presión y temperatura entre fachadas opuestas, la colocación de chimeneas que promuevan la convección natural de corrientes de aire (inducido o no por el calentamiento del aire en el entorno del conducto), o la ubicación de patinillos en zonas interiores de la vivienda, consiguen el saneamiento e higiene del alojamiento por renovación del aire y proponen sistemas efectivos que mitigan los efectos del sobrecalentamiento de los habitáculos.

En este sentido, la contribución de los vientos locales puede mejorar las estrategias propuestas, tal y como sucede en las viviendas de los pueblos costeros con su exposición a las brisas dominantes.

También obtiene buenos réditos la implantación de patios en latitudes propicias, donde el microclima que se forma, tiene que ver con la capacidad del aire para crear una estratificación de capas que permite situar las de mayor frescor –las más pesadas– en la parte inferior y beneficiar, por tanto, directamente a las estancias que se encuentran en contacto directo con él.



> Diversas tipologías de patios

También podemos recurrir a estrategias, a las que no son ajenas ni la arquitectura vernácula ni la arquitectura actual, denominadas de enfriamiento latente, y que consisten en reunir las prestaciones que se pueden obtener del movimiento del aire y del concurso del agua. Si hacemos pasar una corriente de aire seco por una zona húmeda, bien sea por la presencia de vegetación o por la ubicación de fuentes o estanques, el aire se humedecerá –con lo que ganará en calidad– y se enfriará, con lo que contribuirá a bajar unos grados la temperatura ambiente.

A modo de resumen

Después de realizar una breve exposición de las estrategias básicas desarrolladas por la arquitectura bioclimática en orden a la optimización de los consumos energéticos, podemos concluir que sí es posible el diseño de edificios que se conformen como beneficiarios de las condiciones del entorno; por el contrario, el enfrentamiento ocasionará a buen seguro mayores consumos energéticos, sin entrar a considerar, de momento, los costes ambientales derivados.

Es preciso, por tanto, el estudio concienzudo del entorno que le es propio y la elección adecuada de las estrategias a adoptar; la arquitectura sostenible pertenece a un lugar y es difícilmente trasladable a otro.

Mención especial requiere la distribución de espacios en una vivienda tipo; parece sensato la colocación al sur de aquellas estancias que mayor presencia van a tener dejando para la orientación norte las que por su uso específico son productoras de calor (cocina, por ejemplo), o las que puedan servir de tapón ante las pérdidas ocasionadas por la fachada más desfavorable. De manera sorprendente, los bloques de viviendas se diseñan simétricamente en las dos direcciones perpendiculares, con lo que se disponen cocinas, salones y dormitorios a las cuatro direcciones cardinales sin tomar en consideración las particularidades de cada una de ellas.

El manual del usuario

Quedaría por asegurar que aquello que se ha previsto funcione tal y como se ha previsto, para lo cual hemos de incidir en el papel que el usuario debe asumir en la recepción del inmueble, convirtiéndose en pieza clave en el proceso de implantación de técnicas bioclimáticas en los edificios.

Es un tema controvertido el de la necesidad de articular estrategias que necesiten de la manipulación para un correcto funcionamiento o, por el contrario, intentar concebir diseños arquitectónicos que no precisen del concurso del usuario; es decir, la adecuada ubicación y composición de todos los elementos bastaría para conseguir los objetivos deseados.

En principio parece más deseable la segunda opción, en cuanto que no depende de nadie; se ha estudiado su proceder y a ello se debe ajustar. No queda a expensas de usos inadecuados, lo que generaría sin duda anomalías en el confort de la vivienda. Sin embargo, debemos sopesar el hecho de que los parámetros que intervienen están sujetos a una variabilidad considerable y por tanto el comportamiento de las estrategias diseñadas será diferente en cada situación. La posibilidad de corregir estas variaciones mediante la manipulación de determinados elementos, **le otorga flexibilidad a las condiciones del ambiente interior e implica decididamente al usuario en el conocimiento y control de su hábitat, tomando conciencia de un entorno que le es propio.** La manipulación de mecanismos capaces de controlar el correcto funcionamiento de las estrategias previstas puede realizarse de modo manual o mediante la inserción de sensores encargados de estimular automáticamente su operatividad (terreno de la domótica).

Pretender concebir un manual del usuario, nos incluiría decididamente en la primera de las opciones planteadas al inicio; el manual debe ser directo y sencillo, no contener términos excesivamente técnicos e ir dirigido a un amplio sector de población, que no necesariamente debe tener conocimientos arquitectónicos. En él se deben aportar nociones básicas sobre lo que supone el control del confort del ambiente interior, un estudio básico de la climatología del entorno, instrucciones sobre las estrategias desarrolladas en su vivienda, su funcionamiento y su correcto mantenimiento; podrían incluirse las condiciones de usos y modificación de espacios, los materiales y técnicas deseables en cualquier intervención y el papel que un eficaz control de los residuos sólidos urbanos puede desempeñar en el medio ambiente.

Materiales de construcción sostenibles

La importancia de los materiales de construcción a la hora de crear un modelo de construcción sostenible es innegable; solamente la construcción y mantenimiento de edificios consume el 40% de los materiales empleados en la Unión Europea.

A lo largo de la historia se ha producido un cambio en el proceso de obtención de los materiales, hasta no hace mucho las mayoritarias sociedades rurales obtenían sus materiales en el entorno más próximo con un impacto sobre el territorio relativamente bajo. La aparición de medios de extracción y fabricación más eficientes y potentes, así como un transporte mucho más globalizado por la abundante y barata disponibilidad de energía, hace que la producción de materiales pierda la inmediatez de lo cercano y se convierta en una actividad altamente impactante.

Si algo diferencia el tema de los materiales de otros que constituyen el ciclo de vida de la construcción, es el hecho de que, mientras el planeamiento urbanístico, el diseño y ejecución de los edificios parece coto cerrado de técnicos, prácticamente cualquier ciudadano tendrá en multitud de ocasiones la posibilidad de elegir determinados materiales (pequeñas reformas, tareas de mantenimiento, etc.).



Incidencia ambiental de los materiales de construcción

El impacto que sobre el medio ambiente y la salud humana producen los materiales de construcción puede centrarse en cinco aspectos:

1. El consumo de recursos naturales

El consumo a gran escala de determinados materiales puede llevar a su agotamiento. Así, el empleo de materiales procedentes de recursos renovables y abundantes será una opción de interés.

El empleo de la madera puede ser un buen ejemplo de material renovable y abundante. Más adelante veremos alguna aclaración al respecto.

2. El consumo de energía

Si una importante fracción de la energía primaria se consume en el sector de la construcción y si su empleo ocasiona el tristemente famoso calentamiento global, a partir de las emisiones de CO₂, así como el riesgo de agotamiento de determinados recursos, emplear materiales de bajo consumo energético en todo su ciclo de vida será uno de los mejores indicadores de sostenibilidad.

Si analizamos el consumo de energía para la fabricación de estos materiales, comprobaremos que los materiales pétreos (arena, grava, piedra, tierra) y la madera presentan el comportamiento energético más idóneo, mientras que los plásticos y los metales, en especial el aluminio, el más negativo.

Los metales y los plásticos consumen gran cantidad de energía en su proceso de fabricación, aunque los primeros presentan unas óptimas características resistentes y los segundos unas propiedades aislantes de interés.

3. Las emisiones que generan

Uno de los grandes problemas ambientales que supuso la explosión de la conciencia ecológica fue el adelgazamiento de la capa de ozono debido a,

entre otros motivos, la emisión de los denominados clorofluorocarbonos (CFC). Los aislantes más empleados en construcción presentaban un agente espumante que le daba sus características como espuma o panel. Aunque hoy en día los espumantes no utilizan CFC, asistimos a la aparición de multitud de productos de aislamiento ecológicos que nos permiten descartar esas opciones.

Los PVC, abanderados de la industria del cloro, y debido a sus contaminantes emisiones de dioxinas y furanos, son materiales que poco a poco van siendo prohibidos en cada vez más usos, por ejemplo en el suministro de agua para el consumo humano.

4. El impacto sobre los ecosistemas

El empleo de materiales cuyos recursos no procedan de ecosistemas sensibles sería otro aspecto a tener en cuenta a la hora de su selección.

Las maderas tropicales sin ninguna garantía en la gestión de su procedencia, la bauxita procedente de las selvas tropicales para la fabricación del aluminio, las graveras en áreas protegidas de interés para la extracción de áridos.

5. Su comportamiento como residuo

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.

Los materiales metálicos para chatarra, la teja cerámica vieja, las vigas de madera de determinada sección pueden ser pequeñas joyas en el derribo para un uso posterior.

- **En todo su ciclo de vida**

Cuando analicemos el comportamiento de los materiales debemos tener en cuenta el **Ciclo de Vida**, las diferentes fases que lo configuran:

- En la **fase de extracción de los materiales** habrá que considerar la transformación del medio.
- En la **fase de producción** (plásticos y metales), las emisiones que se generan y el consumo de energía.
- En la **fase de transporte**, el consumo de energía que será más elevado si provienen de lugares más lejanos.
- En la puesta **en obra**, los riesgos sobre la salud humana y la generación de sobrantes.
- En la **deconstrucción**, las emisiones contaminantes y la transformación del medio.

Los métodos de Análisis de Ciclo de Vida pretenden analizar el impacto que ocasionan en cada una de las fases de su vida. Lo fundamental es cuantificar en magnitudes comparativas dicho impacto (por ejemplo, las emisiones de gases invernadero se traducen en cantidades equivalentes de CO₂). Y a continuación proceder a su comparación para facilitar la elección.

Uno de los métodos más empleados es el Simapro 6.0 creado por la consultora ambiental Pré Consultants. Siguiendo el esquema antes referido, analiza los siguientes impactos: efecto invernadero, ozono, acidificación del suelo, eutrofización del agua, contaminación atmosférica, contaminación del suelo y el agua por metales pesados y pesticidas, consumo de energía y producción de residuos sólidos.

Materiales de construcción sostenibles

El análisis de las variables anteriores en todo el ciclo de vida del material nos puede determinar una serie de pautas a seguir para seleccionar los materiales más sostenibles. Son los materiales que:

- procedan de fuentes renovables y abundantes;
- no contaminen;
- consumen poca energía en su ciclo de vida;
- sean duraderos;
- puedan estandarizarse;
- sean fácilmente valorizables;
- procedan de producción justa;
- tengan valor cultural en su entorno;
- tengan bajo coste económico.

Cuadro 3: Impacto ambiental de los principales materiales de construcción

Material	Efecto invernadero	Acidificación	Contaminación atmosférica	Ozono	Metales pesados	Energía	Residuos sólidos
Cerámica	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+
Piedra	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+
Acero	++	++	+	+++	++	++	+++
Aluminio	+	+	++	+++	+	+	+++
PVC	++	++	+	+++	++	++	++
Poliestireno	++	+	+	++	+	+	++
Poliuretano	+	++	+	+	++	++	+++
Pino	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++

+++ impacto pequeño; ++ impacto medio; + impacto elevado.

Según el Programa Simapró de Análisis de Ciclo de Vida.

Análisis de los materiales de construcción más empleados

• Los materiales pétreos

Los materiales pétreos presentan un impacto pequeño. Esta situación requiere una aclaración: efectivamente lo es, por kilogramo de material empleado; el problema se plantea cuando analizamos el uso masivo que se hace de ellos.

El principal impacto estriba en su fase de extracción, es decir la alteración que se produce en el terreno, la modificación de ecosistemas y del paisaje.

La extracción y, por su peso, el transporte requieren un consumo de energía elevado; por eso siempre se aconseja el empleo de materiales locales.

La mayor ventaja de los materiales pétreos es su elevada durabilidad, una de las máximas de los materiales sostenibles.

Este tipo de materiales, y debido a su uso masivo, son los principales responsables del colapso de vertederos. En la actualidad, y dada la legislación referente a los Residuos de Construcción y Demolición, emergen iniciativas

encaminadas a comercializar áridos reciclados para relleno y para la fabricación de morteros y hormigones.

El cemento, además de ser altamente consumidor de energía, puede ocasionar peligros para la salud humana. Por ello, se deberán mantener medidas de prevención en su manipulación para controlar tanto la inhalación de polvo como las irritaciones y quemaduras que se producen por el contacto con la piel, priorizando para la manipulación la utilización de los componentes libres de cromo VI.

Otro de los materiales pétreos, considerado universal, sería el hormigón (cemento y áridos gruesos y finos). Su uso masivo en cimentación y estructura aconseja su optimización. Es decir, un conocimiento exhaustivo de la capacidad resistente del terreno nos permitirá dimensionar las cimentaciones de forma que evitemos un exceso en el empleo de material.

Aunque el hormigón es un material de considerable impacto, su elevado calor específico lo hace muy útil para emplear estrategias pasivas de aprovechamiento de la radiación solar, la llamada inercia térmica.

> Materiales cerámicos

• Los metales

Los metales, fundamentalmente el acero y el aluminio, representan la dualidad existente en casi todos los materiales de construcción con una serie de beneficios y otra de perjuicios.

El principal impacto de los materiales metálicos se produce en la fase de transformación y en los tratamientos de acabado y protección. Materiales que requieren un elevado consumo energético, además de producir la emisión de sustancias nocivas a la atmósfera.

Asimismo, se trata de uno de los materiales más valorizables existentes en

obra. La chatarra se convierte en un pequeño tesoro en cualquier derribo. A esto podemos añadir sus muy interesantes prestaciones mecánicas que nos permiten soportar las mismas cargas con una menor cantidad de material.

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.

• Las maderas

Como decíamos con anterioridad, la madera es uno de los materiales que pueden considerarse más sostenibles siempre que cumplan dos premisas. Por un lado debemos tener garantías de que la gestión del espacio forestal de donde procede es sostenible; para eso se ha creado una certificación que garantiza el origen sostenible de esa madera (el sello FSC).

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.

La madera, una magnífica posibilidad para elementos estructurales >

Al finalizar su vida útil, la madera puede ser recuperada o reciclada para la fabricación de tableros aglomerados o bien para su valorización energética como biomasa.

La gran parte de la madera semimanufacturada que se emplea en nuestro país procede de los países nórdicos, bálticos y norteamericanos, con el consiguiente consumo de energía para su transporte. Para minimizarlo, el uso de maderas locales es una opción recomendable.

• Los materiales aislantes

Como señalábamos con anterioridad, los aislantes más empleados en construcción serían las espumas en forma de proyectado o en forma de panel. El uso de agentes espumantes causantes del adelgazamiento de la capa de ozono y del efecto invernadero ha hecho que los CFC se vieran sustituidos por otros productos como el HCFC y el HFC que, aunque evitan daños a la capa de ozono, son responsables del calentamiento global.

Existen en el mercado otras opciones tales como las fibras minerales (fibra de vidrio o de roca), el vidrio celular y, sin duda las más interesantes desde el punto de vista ambiental, las procedentes de fuentes renovables (corcho, cáñamo, celulosa, etc.).

• Los plásticos

Los plásticos son materiales que procedentes del petróleo presentan un comportamiento similar a los metales, elevado consumo energético y altas contaminaciones en su proceso de fabricación. A estos problemas deberíamos añadir los riesgos sobre el medio ambiente en caso de accidentes de petroleros, así como la inestabilidad geopolítica que provoca su control.

Por el contrario, el plástico como material de construcción presenta interesantes propiedades, tales como su alta resistencia, su estabilidad y su ligereza, así como las posibilidades de empleo como aislamiento.

Algunos materiales tradicionales empleados para las instalaciones (cobre y plomo) están siendo sustituidos por los plásticos (polietilenos y polibutilenos) por su mejor comportamiento ambiental y sus magníficas prestaciones.

• Las pinturas

Las pinturas presentan una composición muy variada, pigmentos, resinas, disolventes, etc., muchos de ellos derivados del petróleo. Paralelo a ello, y debido a tratarse de un material comúnmente empleado, se han desarrollado multitud de productos que sustituyen los originales hidrocarburos por componentes naturales, las llamadas pinturas ecológicas y naturales.

En 1994, la Asociación Española para la Normalización y Certificación (AENOR) elaboró la primera norma, la UNE 48-300-94, que recogía los requisitos que un material de construcción debía cumplir para recibir el certificado de producto ecológico.

El principal impacto provocado por las pinturas se origina con los sobrantes del proceso de puesta en obra, ya que son vertidos en lugares no adecuados con el riesgo de emanaciones contaminantes.

Entre las pinturas convencionales están las que utilizan como disolvente el agua; son las denominadas pinturas plásticas o de base acuosa.

Cuadro 4: Materiales peligrosos para la salud

MATERIAL	USOS	IMPACTOS SOBRE LA SALUD
Asbesto	Tableros y placas de fibrocemento. Tratamientos superficiales. Aislamientos. Tuberías	Contacto directo al desprenderse fibras o en caso de incendio Asbestosis. Cáncer de pulmón. Cáncer de peritoneo o de pleura
Plomo	Cubierta. Instalaciones eléctricas. Tuberías. Soldaduras. Pinturas	Ingestión, inhalación, absorción a través de la piel Veneno que se acumula en el organismo
Protección de la madera	Tratamiento de protección, insecticidas y fungicidas	Humos irritantes y tóxicos Cancerígeno
Plásticos	Los más peligrosos serían los volátiles: PVC, el formaldehído y los ftalatos de esteres	Ingestión o inhalación
Fibras minerales	Aislamiento de cubiertas, fachadas y tubos	Enfermedades en los ojos, irritaciones en la piel, problemas respiratorios e incluso cáncer de pulmón

Cuadro 5: Materiales utilizados en diferentes tipologías constructivas

MATERIAL	CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL		EDIFICIO OBRA FÁBRICA CONVENCIONAL		EDIFICIO ESTRUCTURA HORMIGÓN ARMADO		EDIFICIO DE ACERO Y VIDRIO	
	KG/M ²	%	KG/M ²	%	KG/M ²	%	KG/M ²	%
Obra de tapia	920,0	94,7						
Obra fábrica	25,2	2,6	349,0	38,4	389,0	34,7		
Mortero cal	13,1	1,3						
Madera	12,0	1,2	5,2	0,6	1,6	0,1	27,5	8,2
Vidrio	0,7	0,2	2,0	0,2	1,6	0,1	28,3	8,4
Hormigón			539,0	59,3	711,0	63,6	153,0	45,5
Metales			12,2	1,3	16,0	1,4	25,5	7,6
Plásticos			1,6	0,2	0,8	0,1	0,6	0,2
Pétreos							85,0	25,3
Lana de roca							4,8	1,4
Cartón-yeso							11,3	3,4
TOTAL	971,0	100	909,0	100	1.120,0	100	336,0	100

Las etiquetas ecológicas, motivos de elección

Las ecoetiquetas son sellos otorgados por un organismo oficial que nos garantizan que el material posee un bajo impacto ambiental y, por lo tanto, es más respetuoso que otros que hacen la misma función.



Tenemos varias tipologías de etiquetas.

- Las nacionales: AENOR-Medio Ambiente (España), Ángel Azul (Alemania)...
- Las autonómicas: Distintiu de Garantía de Qualitat Ambiental (Catalunya).
- La europea: «European Union Eco-label» (Unión Europea).
- Las sectoriales: Certificación Forestal, FSC (Forest Stewardship Council).
- Varias: etiquetas que colocan los fabricantes a sus productos para resaltar alguna propiedad, tales como libre de cloro, posibilidad de reciclado... Su fiabilidad es baja al tratarse de un reclamo de venta.

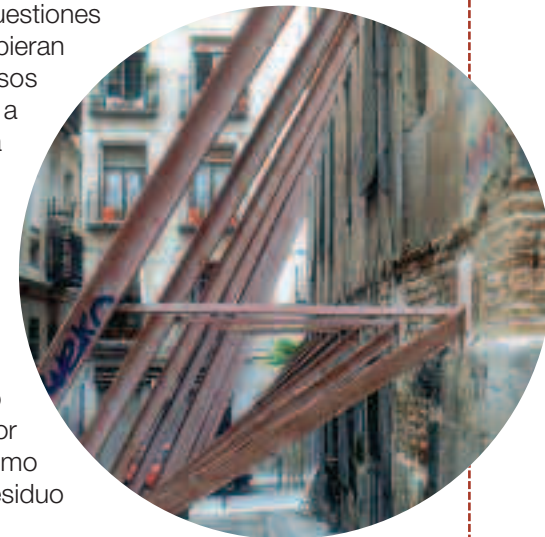
Parte II.

Analizando los múltiples aspectos de la construcción sostenible. Un puzzle donde las piezas encajan

Sistemas constructivos sostenibles

Después de un breve recorrido por los aspectos más generales de los conceptos que informan la arquitectura medioambiental, debemos materializar estas ideas en modos y maneras de construir que logren conferir a nuestras construcciones estabilidad, estanqueidad, confort y durabilidad. Bien es cierto que son cuestiones inherentes a la construcción, o debieran serlo; pero será preciso alterar esos modos y maneras, adecuándolos a parámetros nuevos. No es empresa fácil, debido a la gran inercia que muestra el sector de la construcción para establecer nuevas directrices.

Ya hemos hablado de materiales, por lo que es tarea primordial imponer la presencia de aquellos que representen un mejor comportamiento medioambiental, ya sea por la menor emisión de agentes contaminantes como por su mejor comportamiento como residuo o su menor consumo energético.



Pero no es suficiente con una simple sustitución de materiales, ya que cada uno de ellos puede desempeñar funciones que dependen directamente de su ubicación en el elemento constructivo; la sugerencia de inversión de capas en los cerramientos convencionales, si de un edificio residencial se trata, es prueba de ello. De estas cuestiones hablaremos con mayor profundidad posteriormente.

Nos quedaremos de momento con una idea primordial: materiales y sistemas constructivos colaboran decidida y solidariamente en el confort del hábitat y en su calidad ambiental, por lo que a cada espacio pueden corresponderle distintas conformaciones de cerramientos, desterrando con ello la idea de universalidad en la construcción.

En cualquier caso, se pueden enumerar algunos aspectos a tener en cuenta en el proceso de diseño y ejecución de una obra, los cuales permiten reducir costes energéticos y ambientales.

En primer lugar, sería recomendable la estandarización e industrialización de los elementos y procesos constructivos, ya que mejoran la calidad de los productos, optimizan los gastos de producción y podrían posibilitar su reutilización al final de la vida útil del edificio al que pertenecen.

Para ello, y consecuentemente, deben primarse los sistemas de montaje en seco, ya que facilita el desmontaje de componentes y su posterior inserción en otras construcciones. Al mismo tiempo, las labores de acoplamiento de las distintas partes generan menos residuos y un menor coste global que los sistemas de unión de tipo húmedo. En cualquier caso, si éste fuera el sistema elegido, será preciso atender a la homogeneización de los materiales constituyentes, en orden a su posterior valorización como residuo. Sobre la elección de uno u otro sistema, no existen criterios claros, aunque la vida útil y la durabilidad, podrían ser dos de ellos (existen construcciones centenarias en buenas condiciones de uso).

Los costes ambientales serán aún menores si utilizamos elementos de fácil manejo y transportabilidad, y cuyo mantenimiento no requiera de operaciones de envergadura, ya sea por su buena calidad, lo que incidirá de manera decidida en su durabilidad ya sea por su accesibilidad, lo que permitirá revisiones periódicas de control y con ello la prevención de deterioros de consideración y reparaciones cuantiosas.

Se reducirá consecuentemente la producción de residuos de construcción y demolición, factor determinante en cualquier fase de obra, con la obligación añadida de gestionar adecuadamente los residuos generados.

No podemos olvidar que en el plano estructural, un dimensionado estricto de secciones minimiza el aporte de material y de elementos auxiliares.

La flexibilidad de uso de los espacios de modo que puedan albergar ocupaciones diferentes a lo largo de la vida útil de un inmueble, debe de ser refrendada por las técnicas y sistemas constructivos utilizados y contribuir a la posibilidad de modificaciones en las estancias, sin que ello suponga alteraciones de consideración en el esquema estructural original.

En cuanto a las instalaciones, si se proyectaran registrables y de fácil acceso, permitirían optimizar las labores de mantenimiento, reparación y desmontaje selectivo, posibilitando incluso la recuperación de conductos, líneas, mecanismos y aparatos, etc., para su ulterior reutilización o reciclado.

La toma en consideración de todas estas cuestiones desde la etapa de diseño del inmueble contribuye a la racionalización de la construcción y a la minimización de los costes energéticos y medioambientales.

La secuencia constructiva

Estructura portante

Por hilar un discurso lo más práctico posible, seguiremos un orden similar a la secuencia constructiva real, comenzando por la estructura, auténtico esqueleto del edificio, y dentro de ella por los cimientos, soporte vital en su relación con el terreno. Esta relación es la que marca las consideraciones a realizar en cuanto al empleo de los diversos materiales y técnicas de ejecución.

El material empleado de forma habitual en los cimientos de los edificios es el hormigón. El proceso es muy simple, ya que al excavar zanjas hasta un estrato resistente creamos el molde que va a servir de contenedor a la masa de hormigón. En este contacto mutuo, y obviando en esta ocasión los problemas medioambientales originados en los procesos fabriles, la composición química de los terrenos y la basicidad del cemento pueden alterar la durabilidad del hormigón; además, las adiciones correctoras introducidas para paliar estos efectos incluyen compuestos lixiviables, tales como metales pesados, que puedan contaminar los terrenos colindantes y especialmente las capas de aguas acumuladas en el subsuelo; tiene por tanto mayor repercusión si se trata de cimentaciones sumergidas en aguas en circulación, si los hormigones contienen escorias, cenizas volantes, humos de sílice, etc., como adiciones correctoras, o si la porosidad final del hormigón curado es excesiva, ya que mejorará la posible disolución de componentes internos y su trasvase al terreno. En este sentido la calidad de la masa, sobre todo en cuanto al control de las dosificaciones, es fundamental.

De todos modos, según revelan estudios de análisis de ciclo de vida realizados por el CAATB y la ETSAV sobre una serie de zapatas, presentan peor comportamiento aquellas en las que la inclusión de redondos como armado es mayor. En este caso, el aporte del acero representa unos costes ambientales considerables en cuanto a consumos energéticos y contaminación ambiental, lo que incide decididamente en su valoración negativa.

Esto nos lleva a considerar, por un lado, la sugerencia de incorporar hormigones en masa con áridos reciclados en aquellas soluciones en las que sea posible, o incluso soluciones experimentadas por la arquitectura vernácula y tradicional, en las que el muro llega hasta la misma base resistente, siempre que ésta sea adecuada. Pero la realidad es que el hormigón es el material universal de cimentación y que debemos cuidar su ejecución y puesta en obra para lograr reducir al máximo los niveles de contaminación, realizando actuaciones superficiales, evitando la presencia de freáticos y sobre todo adecuando la tipología edilicia al terreno del entorno; a pesar de que las técnicas de ejecución pueden realizar actuaciones asombrosas, es curiosa la persistencia humana en realizarlas, llegando a perforar con insistencia terrenos graníticos para la construcción de, por ejemplo, aparcamientos. El gasto de recursos y las heridas que se producen en el territorio, podrían justificar otro tipo de intervención con tipologías urbanas menos lesivas e igualmente eficientes.



Cimentación superficial de hormigón armado >

Es imprescindible igualmente resaltar el considerable volumen de suelo excedente que producen las excavaciones, ya que en ocasiones pueden revertir en la propia obra si se organizan ritmos de obra y espacios de almacenamiento adecuados.

Las estructuras portantes sobre rasante no tienen, en principio, esa relación inmediata con el terreno; dependen básicamente de la catalogación ambiental del material de que están formadas y sobre todo de dos consideraciones: la incorporación o no de los sistemas de unión en seco y la utilización de elementos con el mayor grado de prefabricación posible.

Además es imprescindible, como en tantos otros casos, la coordinación con las estrategias pasivas de acondicionamiento, ya que en el caso de necesitar la contribución de la inercia térmica podemos acudir, como modelo más extendido, a sistemas estandarizados completos de losas alveolares, de los que se obtienen buenos rendimientos y mejores prestaciones.

El papel de los cerramientos

Sobre la recomendación anteriormente expuesta de utilizar materiales de bajo impacto ambiental, es aquí donde mayor presencia tienen los elementos considerados como inertes, fundamentalmente pétreos y cerámicos. En la construcción actual se incorporan metales, maderas y vidrios, sobre todo en funciones de acabados, pero con porcentajes en peso y volumen muy inferiores.

La primera consideración que se debe realizar, es la imperiosa necesidad de aislar de manera eficiente el muro, ya que representa el límite del espacio interior y por tanto la superficie por donde se va a producir la transferencia energética con el exterior. Su correcto aislamiento incidirá de manera decidida en los consumos energéticos, tanto de calefacción como de refrigeración.

Recordando que en este campo existe una gran variedad de productos, y que es preciso acudir a aquellos que representen los menores costes ambientales, es tarea vital recoger el compromiso que debe adquirir la conformación de cerramientos en sus distintas capas con las estrategias pasivas de acondicionamiento ambiental. Si el análisis que

> Fachadas convencional y cerámica ventilada

se ha efectuado requiere de la implantación de inercia térmica en el interior de nuestro hábitat, de modo que la energía solar incidente traspase los vidrios, se aloje en el muro, guarde el calor y lo luego lo devuelva, debemos preparar al muro para que esto sea posible. Además, si el edificio tiene un carácter eminentemente residencial, ya hemos visto que se obtendrá un beneficio importante en cuanto a la estabilidad térmica del ambiente interior.

Si observamos la construcción convencional actual (un cerramiento «normal» está constituido, desde el exterior al interior, por medio pie –11,5 cm– de fábrica de ladrillo cerámico, aislamiento térmico y/o cámara de aire, y una hoja interior de tabique o tabicón de ladrillo hueco que sirven de soporte a los guarnecidos de yeso), el aislamiento térmico divide el muro en dos partes que sitúan la mayor masa, y por tanto la mayor capacidad de almacenaje térmico, al exterior, lo que no permite aprovechar sus prestaciones; la hoja colocada al interior tiene muy escasa capacidad de almacenar energía.

Para lograr nuestros objetivos sería preciso darle la vuelta a esta disposición, dejando que los elementos que tengan mayor masa térmica se conviertan en la hoja interior, en contacto directo con el ambiente a acondicionar, y el aislamiento térmico se sitúe sobre el haz exterior de esta hoja, impidiendo la transmisión energética. Lo que constructivamente suceda de aquí hacia fuera, puede depender de muchos factores, entre otros de la configuración estética del edificio. Es el fundamento de las fachadas ventiladas donde toda la masa se concentra hacia el interior, el aislante térmico resguarda y protege la posibilidad de perder la energía almacenada por el muro, y la hoja exterior, confeccionada con fábrica cerámica, pétreo, madera, metal o vidrio, sirve de cierre a este sistema.

Esta disposición permite optimizar otro de los recursos a tener en cuenta, sobre todo en construcciones de poca altura: el doble papel que pueden ejercer las fábricas como piel (cerramiento del volumen habitable) y esqueleto (estructura portante). El razonamiento es muy sencillo: si tenemos un elemento

Fábricas portantes >

imprescindible que nos sirve para evitar las fugas de calor y la entrada de agua, pero que además tiene una cierta capacidad portante, simplemente utilizémosla. Bien es verdad que son estructuras menos flexibles en las que no se pueden abrir todos los huecos deseables, pero pueden responder perfectamente a exigencias de todo orden, incluyendo las compositivas.

Hemos hablado de la posibilidad de darle la vuelta a la habitual configuración del muro y así explotar térmicamente toda la masa que vuelca al interior. Pero pudiera acontecer que la masa térmica fuera perjudicial a nuestros intereses. Si disponemos de un sistema de captación solar directa, el tiempo requerido para la restitución energética puede ser de varias horas con lo que o contamos con sistemas de apoyo convencionales o disponemos sistemas de aportes rápidos encaminados sobre todo al calentamiento del aire. Para ello recurrimos a los sistemas de trasdosados de paneles que preservan la posibilidad de que el muro incorpore la más mínima cantidad de energía calorífica. Puede ser el caso de usos en el sector terciario, donde necesitamos de aportes rápidos en horarios determinados, espacios que no necesitan ser calefactados durante el resto de la jornada.

Esta situación, donde como veremos es muy posible la existencia de suelos técnicos y falsos techos –baja inercia térmica–, puede requerir la confección de fachadas con paneles ligeros que son coherentes con la distribución general de inercia en el edificio en cuestión.

La utilización de elementos modulares prefabricados pesados en fachadas o forjados puede responder a patrones de comportamiento que hayan sido diseñados al efecto y que requieren de tiempos de respuesta medidos y previstos en fase de proyecto.

Las cubiertas

La cubierta, considerada por el movimiento moderno como la quinta fachada, representa opciones similares en cuanto a la correspondencia entre las estrategias pasivas de captación energética y las diversas disposiciones constructivas admitidas por la práctica habitual. Una azotea convencional está formada por un soporte estructural (el forjado) y una serie de capas contiguas en contacto, que pretenden impedir el paso al agua de lluvia y procurar que la transferencia energética en su seno sea la menor posible.

Reconocida la eficacia ante la primera función, siempre que la ejecución haya sido correcta, existen serias dudas sobre la segunda, máxime si tenemos en cuenta que durante la época estival el paramento que mayor radiación solar recibe es precisamente la cubierta. Algunas soluciones adoptadas agravan aún más la situación, al disponer pavimentos cerámicos o pétreos de colores oscuros, o lastrar con gravas protectoras si la cubierta plana no es transitable. La acumulación de calor en materiales muy propicios para ello potenciaría la transferencia calorífica al interior incrementando los aportes energéticos necesarios para la refrigeración del ambiente. Otro tanto sucede con las cubiertas inclinadas convencionales que protegen espacios habitables.

Para mitigar estos efectos, la construcción convencional ya ha ensayado sistemas que han sido contrastados por la experiencia y que arrojan buenos resultados. Es solución muy extendida, allí donde la pluviosidad puede requerir la presencia de una cubierta inclinada, la conformación del tablero de cubierta sobre tabiques palomeros (o cualquier otro recurso constructivo) que dejan una cámara de aire ventilada, convirtiéndose en la única solución realmente eficaz ante los excesivos aportes solares del período veraniego.

Solución similar representa la azotea denominada a la catalana, para climas cálidos, donde las consecuencias del excesivo soleamiento de verano son más acusadas que las derivadas de las pérdidas caloríficas originadas durante el invierno. También en esta ocasión, el sistema despliega una cámara de aire ventilada entre el forjado que sirve de techo al habitáculo inferior y la superficie transitable exterior encargada de asegurar la estanqueidad de la construcción.

Son ejemplos de cómo los sistemas constructivos deben acomodarse a la climatología imperante, rechazando de plano la construcción global válida para cualquier región y situación.

Sin embargo, en ambos casos hemos podido comprobar cómo el desconocimiento de estos aspectos ha inutilizado su correcto funcionamiento; al permitir, por ejemplo, la habitabilidad de los espacios bajocubierta y no arbitrar sistemas compensatorios, se potencian los efectos nocivos para el confort por sobrecalentamiento. También hemos presenciado que el desconocimiento del papel regulador que efectúa la cámara ventilada en las azoteas catalanas, ha provocado la obturación de los huecos de ventilación o direc-

tamente la demolición de «ese espacio sobrante» que tanto ocupa y del que parece que en principio nos podemos servir, sin perjuicio alguno.

> **Cubierta ventilada con tabiques palomeros**

Para las necesidades de evitar la fuga de las calorías producidas en el espacio interior, se recurre a planteamientos muy similares a los desarrollados para los cerramientos verticales. No obstante, y dada la peculiar colocación de sus componentes y su decidida vocación de impermeabilizar el edificio, es posible recurrir a elementos que primen la unión por solape y yuxtaposición, mejorando conceptos tales como la accesibilidad (y por tanto el mantenimiento y la reparación o sustitución de elementos deteriorados), y la reutilización, reciclaje o valorización en los procesos de demolición.

Si analizamos una cubierta inclinada, ésta puede estar constituida por un soporte, ligero o pesado, un aislamiento térmico fijado mecánicamente, un impermeabilizante que bien pudiera ser un placa ondulada –cuya fijación es igualmente mecánica– y un capa de terminación compuesta de tejas sobre rastreles. Si repasamos lo anteriormente expuesto, la secuencia propuesta puede ser invertida sin muchos problemas y sin originar residuos de consideración, permitiendo la reutilización de casi todos sus componentes y por ende su mantenimiento.

El análisis es muy similar si tomamos una cubierta plana invertida o una cubierta plana de tipo flotante. La secuencia constructiva nos deja una serie de elementos que se colocan unos encima de otros y que tan sólo requieren ocasionalmente el concurso de fijaciones mecánicas. En el caso de la cubierta invertida compacta que se propone, se coloca un fieltro sobre el forjado que sirve de soporte, posteriormente una lámina impermeable y a continuación una losa de hormigón poroso que lleva incorporado el aislamiento térmico. El mantenimiento de sumideros y conductos de evacuación de pluviales se convierte en algo instantáneo y sencillo, así como su demolición.

Con la cubierta denominada flotante ocurre algo similar, ya que su capa exterior, la que permite deambular por ella, está conformada por un pavimento sobreelevado resuelto con baldosas que se depositan sobre sopor-



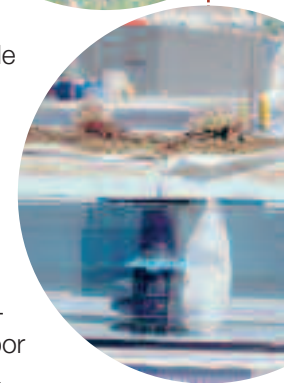
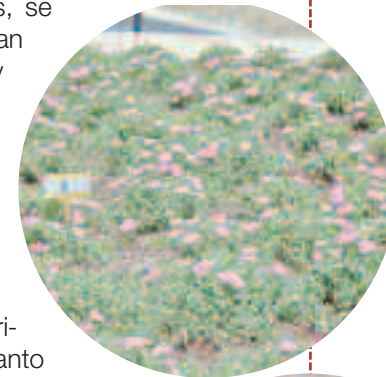
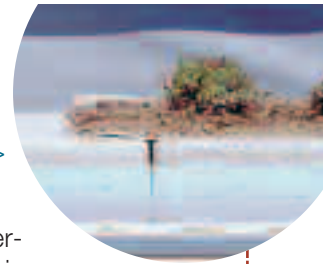
tes que pueden ser articulados, graduables, de plástico o de hormigón. Las prestaciones que de esta solución se pueden obtener, pueden ser fácilmente deducidas por el lector.

Yuxtaposición de elementos en cubierta plana >

Existe desde hace tiempo una nueva generación de cubiertas de tipo ecológico o cubiertas ajardinadas extensivas, donde la capa exterior de cobertura la ocupa un sustrato de pequeño espesor que alberga especies vegetales de poco o nulo mantenimiento, en contraposición con la cubierta ajardinada habitual, intensiva, de ventajas similares, pero donde los continuos aportes de agua y nutrientes, las colocan en dudosa posición en el marco de la sostenibilidad. Son soluciones ensayadas por la arquitectura vernácula aunque adaptadas al entorno tecnológico actual. Con estas premisas, se han desarrollado buen número de tipologías que van desde la cubierta drenante hasta la cubierta aljibe, y donde recipientes o materiales de diversa índole recogen el agua de lluvia, almacenándola hasta que la vegetación la requiera.

Cubiertas ecológicas extensivas >

Este tipo de cubiertas, recomendables en climatologías diversas y allí donde el régimen de lluvias contribuya un mínimo, presentan innumerables ventajas tanto desde el punto de vista del confort higrotérmico como desde la consideración del efecto ambiental que es capaz de producir en su entorno próximo; por destacar alguna de ellas, destacaremos la retención de polvo y sustancias contaminantes en la capa vegetal, la muy eficaz protección contra la radiación solar y el aumento de la capacidad de enfriamiento por evaporación (con la consiguiente mejora del grado de humedad ambiental), el incremento del espacio útil, la considerable mejora del aislamiento y de la estabilidad térmica interior, además de los efectos derivados de la absorción del ruido. El mayor coste del sistema puede ser paliado por las ventajas que proporciona al ambiente interior y al exterior.



Las particiones

La práctica habitual consagra un «modus operandi» que nadie pone en duda en cuanto a la ejecución de la tabiquería interior de una vivienda; ésta se realiza siempre con fábrica de ladrillo hueco sencillo o hueco doble, colocado a panderete, esto es sentado de canto, y que a pesar de su carácter de no dependencia de ningún elemento estructural marca el espacio interior de modo excesivamente rígido. Cualquier modificación posterior obliga a su demolición (suele ser un residuo contaminado por los guarnecidos de yeso), deja heridas en suelos y techos, y obliga a la clausura o adaptación traumática de instalaciones de calefacción o electricidad.

Los cambios de uso en la vivienda son vividos de manera diferente a los de un edificio de servicios (oficinas p. ej.), porque la concepción constructiva es radicalmente distinta. En la oficina, las particiones están acomodadas a posibles desarrollos funcionales; en la vivienda no. Y aunque el período estimado de cambios es menor en el primero, no por ello es inexistente en el segundo, por lo que constituiría una buena práctica dotar de flexibilidad al diseño arquitectónico para que sirva a una posible evolución (o modificación) espacial, y proporcione al edificio un sistema constructivo de partición interior que posibilite estos desarrollos.

No son cuestiones extrañas, pero sí excepcionales en la práctica constructiva residencial: suelos técnicos, falsos techos modulares y particiones ligeras de esqueleto metálico y unión atornillada o húmeda, permiten múltiples soluciones que corrigen algunas de las carencias anteriormente observadas.

Las instalaciones

Además de las referencias que en capítulos posteriores se harán sobre la eficiencia que deben tener las instalaciones para lograr minimizar consumos (debe atenderse a materiales, trazados y cálculos ajustados), la preocupación ahora es el recorrido que precisan por los distintos paramentos para dar el servicio requerido a los aparatos de consumo, ya sean de iluminación, calefacción o abastecimiento.

La premisa fundamental es la accesibilidad a los diversos trazados, ya que de ello se deriva la facilidad en las operaciones de mantenimiento (con reparacio-

nes no traumáticas), la comodidad de ampliación o sustitución de componentes y las ventajas de su recuperación en trabajos de demolición al término de su vida útil, obteniendo residuos de fácil reutilización, reciclaje o valorización.

Como ya comentamos anteriormente, estas cuestiones han sido resueltas por los edificios del sector terciario obligados a acometer un gran número de complejas instalaciones y a soportar numerosos cambios en los espacios que consumen, pero no se ha extendido al parque residencial, a pesar de que los prototipos que se ensayan incorporan soluciones de suelos técnicos. En ellos, la flexibilidad de los espacios es pieza vital de juego, y por tanto ha de serlo también la posibilidad de acoplar las instalaciones en cualquier zona del espacio habitable. Está lejos aún su aceptación por la construcción de mercado, pero no parece, en principio, mala idea.

No obstante, disponemos en la actualidad de recursos que pueden paliar muchas de las dificultades inherentes al trazado de instalaciones, intentando que sean lo más accesibles posibles. La tabiquería en seco realizada con estructura metálica portante y paneles de cartón yeso, por ejemplo, deja en su interior la posibilidad del tendido de redes de electricidad, lo que permite una relativa mejora en las condiciones de flexibilidad y adaptabilidad, siendo sustancial en cuanto a posibilidades de reutilización y/o reciclado de componentes.

Instalaciones por falso techo de cuarto húmedo >



También es práctica habitual la utilización de falsos techos de cuartos húmedos y pasillos de viviendas como espacio para la distribución de buen número de instalaciones domésticas. Debe mejorarse esta práctica, de modo que logre llegar a los más recónditos puntos de la casa, y debe extenderse a los huecos y conductos de comunicación vertical, de modo que la accesibilidad a cualquier punto de la instalación sea continua y fácil.

Y desde luego, la red de saneamiento debe participar de este discurso, permitiendo que tanto sumideros como bajantes puedan ser inspeccionadas, disponiendo arquetas registrables de fácil acceso y mantenimiento. Las fugas accidentales son uno de los aspectos que mayor cantidad de patologías origina y que mayor atención de conservación requiere.

La intervención en edificios existentes. La rehabilitación

La intervención en edificios existentes no debe quedar al margen de los conceptos hasta ahora vertidos, y debe acogerse, aunque con otras condiciones, a los mismos requerimientos que se efectúan para las construcciones de nueva planta.

El principal problema consiste en que partimos de un volumen preexistente con unas condiciones constructivas que pertenecen a otra época y que no responden a los patrones actuales; las actuaciones que pueden realizarse encuentran limitaciones formales y funcionales. En cualquier caso, siempre son posibles intervenciones que logren mejorar el comportamiento energético del edificio reduciendo las pérdidas térmicas. Existen posibilidades de aislamiento por el exterior, bien con sistemas adheridos al cerramiento, bien con la incorporación de fachadas ventiladas, que reducen sensiblemente las pérdidas por transmisión. Si la composición del cerramiento es adecuada (de carga, masivo por tanto, y sin cámara de aire), además volcará toda la inercia térmica hacia el interior logrando una estabilidad térmica muy adecuada.

Si las exigencias del edificio requirieran de la implantación de sistemas de muy poca inercia térmica que busquen un rápido calentamiento del aire, se procedería a aislar sobre el paramento interior mediante el trasdosado de paneles.

Factor determinante, con el que debemos contar de manera inexorable, es el considerable volumen de residuos que se va a generar; sin embargo, también es previsible la calidad y homogeneidad del residuo, ya que los materiales habitualmente empleados en la arquitectura tradicional son de naturaleza inerte (pétreos y cerámicos), con una importante contribución de aportes de maderas en estructuras y huecos. Estas maderas pueden ser fácilmente reutilizables, incluso dentro de la misma construcción, siendo en última instancia de fácil valorización energética ya que no llevan asociados productos conservantes contaminantes.

Se requiere por tanto del constructor una manipulación hábil y una gestión eficaz de los residuos de construcción y demolición, y del técnico proyectista la visión y sensibilidad necesarias para reconocer aquellos materiales que no deben salir de la obra y que pueden ser reutilizados o manipulados para adaptarse a nuevos usos. Una fábrica de sillares, por poner un ejemplo, no

debería nunca trasladarse a vertedero y, si es precisa la desaparición del lugar que ocupaba, podría asegurarse su encaje en zonas pertenecientes a la futura rehabilitación. Todo residuo en potencia que consigamos darle uso, permite la reducción de vertidos, evitando por otro lado la incorporación de nuevos materiales con todos los consumos y costes que esto conlleva.

Sobre los edificios de carácter público y de servicios

Estas construcciones, tal y como ya se ha puesto de manifiesto anteriormente, tienen la peculiaridad de su uso durante una parte del día. Los períodos de ocupación corresponden con horarios comerciales o laborales y por lo tanto tienen «tempos» distintos a los de la edificación residencial. Es preciso medir con precisión los tiempos de respuesta de las estrategias dispuestas para que logren acomodarse a los momentos en que son requeridas.

Si recurrimos a estrategias de aportes rápidos, muros, suelos y techos no deberían captar la energía que va a ser empleada en calentar el aire, por lo que sería recomendable la incorporación de elementos de baja inercia térmica. Este es el tipo de acondicionamiento que actualmente regula el confort de este tipo de edificios, confiándose a los sistemas de «aire acondicionado»; los paramentos que conforman y delimitan los distintos habitáculos, suelen ser paneles de nula inercia térmica, tanto en particiones interiores como en los cerramientos con el exterior. Techos y suelos, habitualmente modulares, poseen las mismas características, por lo que conforman ambientes homogéneos de rápida aclimatación.

Las técnicas bioclimáticas diseñadas para estos edificios, casos realmente escasos y singulares, recurren sobre todo a la contribución de energías alternativas con la incorporación de sistemas solares térmicos y fotovoltaicos. Cuando incluyen sistemas que se basan en la inercia térmica, miden mucho su capacidad de respuesta y sobre todo confían en la recirculación del aire por sus almacenes térmicos.

No obstante, todos desarrollan sobre sus huecos sistemas de captación o protección solar que posibilitan un uso pasivo de la energía incidente, tales como lamas orientables, parasoles o superficies receptoras capaces de difundir y aprovechar la radiación solar. Han sido ensayados también con éxito

estrategias pertenecientes a la construcción tradicional, acomodando patios con vegetación en la estructura formal y funcional de edificios complejos.

En definitiva, aún existen toda una serie de posibilidades por explorar que la actual práctica constructiva de carácter sostenible aún no ha desarrollado.

Sin embargo, en el campo de la prefabricación, industrialización y estandarización de elementos se camina muy por delante de la construcción ligada al ámbito residencial. Es habitual en estos edificios observar técnicas constructivas de rápida ejecución, realizadas en taller, con desarrollos compositivos y funcionales basados en la repetición de un módulo determinado, desde su armazón estructural a sus fachadas.

El espacio interior no es ajeno a esta concepción industrial y modular, y se impregna de ella tanto en la separación de sus espacios como en la confección de sus suelos y techos; proporciona con ello la flexibilidad necesaria para desarrollar cambios de distribución puntuales o adaptaciones complejas, que pueden ser realizadas por cualquier usuario con costes muy inferiores a los requeridos por una construcción de carácter más tradicional basada fundamentalmente en uniones de tipo húmedo, esto es, con el concurso de morteros. La racionalización de los recorridos de las instalaciones dispuestas y su accesibilidad son cuestiones ejemplares para otros ámbitos.



> Acondicionamiento por patios en el edificio Sanitas

Son edificios que se presentan como grandes consumidores, despilfarradores en muchos casos, de energía, y donde es vital avanzar sobre las bases del empleo de sistemas pasivos de acondicionamiento ambiental y el empleo de energías alternativas; además, son muy adecuados para la utilización de sistemas informatizados y automatizados, algo habitual en ellos, lo que incide de manera clara y directa en la optimización de los consumos energéticos.

Materiales que incorporan criterios de sostenibilidad existentes en el mercado

Tras analizar los principales materiales de construcción, ahora nos queda poner en práctica lo aprendido. Para ello os facilitamos un análisis comparativo de las principales unidades de obra desde la perspectiva de la sostenibilidad, así como un directorio de los materiales que podemos encontrar en el mercado.

Cimentación y estructura

Para las cimentaciones el material universal es el hormigón por sus prestaciones ya referidas en anteriores páginas. Junto a este uso masivo, el empleo de hormigones supone un considerable impacto ambiental.

Si comparásemos los dos tipos de hormigones que podemos emplear tendríamos el hormigón en masa o el armado. El hormigón armado, al incluir un nuevo material como son las varillas de acero, produce un mayor impacto.

Lógicamente, las necesidades resistentes del material nos obligan en la mayoría de los casos a utilizar hormigón armado.

Desde hace algunos años en diferentes países europeos se vienen utilizando áridos reciclados en la elaboración de hormigones, ya sea en masa o

armados, y en diferentes proporciones. Estudios del Instituto Torroja avalan estos usos y ya podemos adquirir este tipo de hormigones, aún muy minoritarios.

Áridos reciclados para la fabricación de hormigones
Tecnología del Reciclado (TEC-REC) www.reciclado-rcd.com

Existen otras técnicas muy minoritarias, tales como la estabilización de suelos con cal.

> La demolición de edificios produce una gran cantidad de residuos de origen pétreo

El mercado ofrece aditivos, fabricados con fibras de polipropileno, que mejoran la resistencia del hormigón, lo cual permitiría reducir el empleo de las barras de acero del armado.

Polipropileno Split, Multifilamento
Composites del Levante www.compositesdelevante.com

Otras mejoras ambientales incorporadas por el mercado serían aditivos aceleradores del fraguado o desencofrantes que no contienen residuos tóxicos.

Desencofrante. **Plantomould**
Acelerador de fraguado. **Hormiduc**
Fuchs Lubricantes www.fuchs.es

Para las estructuras los más óptimos serían los materiales pétreos. Las mejores soluciones presentan claras limitaciones, formando parte de la construcción tradicional; el tapial, el adobe, la mampostería.

El adobe es un ladrillo de barro sin cocer secado al sol. Presenta múltiples ventajas ambientales, su carácter local y su mínimo consumo de energía y contaminación, sus propiedades aislantes.

> El bloque de tierra comprimida (BTC)

Otra opción magnífica sería el empleo, como muro estructural, de bloques cerámicos y bloques fabricados con otros materiales naturales que incorporen un interesante comportamiento aislante.

Cannabric. Fibras vegetales de cáñamo, cal y minerales
Cannabric www.cannabric.com

Termoarcilla. Arcilla aligerada mediante bolas de porexpán o papel
Consorcio Termoarcilla www.termoarcilla.com

Climablock. Viruta de madera con cal y cemento
Climablock www.climablock.com

Arliblock. Arcilla expandida y cemento
Optiroc www.optiroc.es
Calibloc www.calibloc.es

Para vigas, jácenas o pilares la madera constituye el sistema más idóneo.

Forjados de vigueta de madera con rasillón, bovedilla o tarima
Biollar www.biollar.com

Para la nivelación de forjados en rehabilitación interesa emplear materiales que aportan ligereza y aislamiento térmico y acústico.

Cubierta formada por vigas de madera >

Hormipan ecológico. Bolitas de poliestireno expandido y áridos reciclados
Brafim Mecplast www.brafim.com

Cubierta

La cubierta formada por múltiples capas; impermeabilización, aislamiento y recubrimiento exterior, ha sufrido modificaciones que incorporan mejoras en su comportamiento ambiental. Así, tendremos las cubiertas multifuncionales, las ajardinadas o ecológicas.

Solar AS integra paneles solares fotovoltaicos
Energie Solaire Hispano Swiss www.energie-solaire.com

Zinco. Cubierta ecológica ajardinada
Vicom www.zinco.de

Entre los materiales de recubrimiento los más interesantes serían las clásicas tejas cerámicas y las de hormigón y, en especial, la teja recuperada o reutilizada. La pizarra es recomendable siempre que podamos disponer del material de la zona.

Flexim. Mortero para teja.
Aceite de linaza,
burbujas de poliestireno

Biomat

www.biomat.com

> Cubierta ejecutada con teja cerámica



Impermeabilización

La impermeabilización de cimientos o zonas en contacto con el terreno tienen en la bentonita el material idóneo.

Bentomat. Láminas de bentonita

Cetco

www.cetco.dl

Fondaline. Lámina de polietileno de alta densidad

Onduline

www.onduline.es

Para cubiertas, la opción más interesante sería las láminas de caucho (EPDM) y las de polipropileno.

Carlisle

Socyr

www.socyr.com

Giscolenne

Giscosa

www.giscosa.com

Klober. 3 filtros de polipropileno superpuestos, anticondensación

Silver Solutions

www.silversolutions.info

Los materiales más empleados como impermeabilizantes son los que presentan un mayor impacto ambiental, las láminas de PVC y, en menor medida, la clásica tela asfáltica.

Aislamiento

Preferibles los materiales naturales a los sintéticos. Actualmente existen en el mercado una gran cantidad de aislamientos que incorporan productos naturales.

Pilar Valero, experta en bioconstrucción, elaboró para la revista *Rehabitar* una tabla donde analiza los aislamientos ecológicos más interesantes. Estos son y en este orden, acompañados de alguna marca comercial:

CORCHO. Natural triturado	Granucorck	Granucorck	www.granucork.com
	Sanvicork	Sanvicork	www.sanvicorck.com
	Subera	Subera	www.biosuro.com

Panel de corcho aglomerado negro o natural	Selva Kork	Hermanos Berná	www.hermanosberna.com
--	-------------------	----------------	--

Panel sandwich de corcho natural	Selva Cuber	Hermanos Berná	www.hermanosberna.com
----------------------------------	--------------------	----------------	--

Manta de CÁÑAMO protegida con sales	Cannobiote	Cannobiote	www.chanvre.com
-------------------------------------	-------------------	------------	--

Bolas de ARCILLA EXPANDIDA	Arlita	Optiroc Áridos Ligeros	www.optiroc.es
----------------------------	---------------	------------------------	--

Tablero de FIBRAS DE MADERA prensada	Gutex	Biohaus Goierri	www.biohaus.es
		Habioclima	www.habioclima.com
		Juan Alkain	www.alkain.com

Placa de VIDRIO CELULAR	Polydros	Polydros	www.polydros.es
-------------------------	-----------------	----------	--

Algodón. Reciclada o con lámina EPDM	Ecobau	Biollar	www.biollar.com
--------------------------------------	---------------	---------	--

Copos de CELULOSA a partir de papel de periódico tratada con sales bóricas	Climacell	Biohaus Goierri	www.biohaus.es
		Habioclima	www.habioclima.com
		Juan Alkain	www.alkain.com
		Biocé	www.bioce.org

Áridos a partir de ROCA VOLCÁNICA y mica exfoliada	Termita	Asfaltex	www.asfaltex.com
	Kriptonita	Giscosa	www.giscosa.com

Tablero de FIBRA DE MADERA aglomerada con cemento o magnesita	Maydisa	Maydisa	www.maydisa.com
	Heraklit	Heraklith	www.heraklith.com
	Knauf	Knauf Midi	www.knauf.com

TABLEROS OSB	Isorex	Isoroy-Salena	www.isoroy.com
--------------	---------------	---------------	--

Entre los materiales sintéticos pueden diferenciarse tres tipos en función del agente expansivo que emplean para conseguir sus propiedades aislantes. Los aislantes plásticos menos impactantes serían los que utilizan aire, los poliestirenos expandidos (EPS). Los peores serían aquellos que utilizan CO², algún poliestireno extrusionado, o HCFC, la mayoría de poliestirenos extrusionados y los poliuretanos.

Cerramientos

Nuevamente las mejores soluciones pertenecen a sistemas en desuso que forman parte de la construcción tradicional, el tapial, el adobe y la mampostería. La tradicional obra cerámica puede ser mejorada con bloques de mayores dimensiones, más ligeros y de un mejor aislamiento térmico y acústico. En algunos climas puede llegar a prescindir del aislamiento exterior.

Cannabric. Fibras vegetales de cáñamo, cal y minerales	Cannabric	www.cannabric.com
Termoarcilla. Arcilla aligerada mediante bolas de porexpán o papel	Consortio Termoarcilla	www.termoarcilla.com
Climablock. Viruta de madera con cal y cemento	Climablock	www.climablock.com
Arliblock. Hormigón ligero de arcilla expandida y cemento	Optiroc	www.optiroc.es
Syporex/Ytong. Hormigón celular	Syporex/Ytong	www.ytong.es
Ecobrick. Bloque cerámico de lodos de depuradora	Ceasa-Cerámicas Aguilar	www.ceramicasaguilar.com
EcoManual Píera. Ladrillo manual fabricado con biogás	Cerámica Píera	www.dcpal.com

> Cerramiento de fábrica de ladrillo donde la inercia térmica se sitúa al exterior

Revestimiento exterior

Nuevamente la solución más sostenible pertenece al ámbito de la construcción tradicional, hoy en desuso, como es el revestimiento de las fachadas con madera. Por supuesto, madera local o gestionada de forma sostenible y tratada con productos naturales.

El ladrillo a cara vista es otra buena opción por economía de materiales al aunar la función de cerramiento con la de revestimiento exterior.

Las soluciones más empleadas pertenecen al grupo de los revestimientos continuos, revocos, estucos y morteros monocapas. Por sus especiales características ambientales e higrotérmicas nuestra actuación sostenible debería avanzar en la sustitución del mortero de cemento por el mortero de cal.

Drempel. Mortero de cal preparado	Calhinat	www.sareda.net
Mortero monocapa Drempel. Elaborado con cal y cemento blanco	Calhinat	www.sareda.net
Haga. Mortero de cal ideal para termoarcilla	Biohaus Goierri	www.biohaus.com
Zacoldur Cal. Mortero de cal	Pubersa	www.pubersa.com

Sistemas de protección solar

Especialmente interesante para evitar la incidencia de la radiación solar en determinadas épocas del año es la utilización de sistemas de protección solar. Podemos emplear desde sistemas sencillos como la persiana o sistemas más complicados que garantizan el control solar. Así, tenemos los denominados brise-soleil formados por un bastidor unido al paramento y una serie de lamas orientables que pueden ser accionadas eléctrica o automáticamente.

Parasoles horizontales >

Brise Soleil. BS ALU	Llambi. Persianas y celosías	www.llambi.com
-----------------------------	------------------------------	--

Carpintería

En este caso, la opción más ecológica está clara, la madera de gestión sostenible o local y con tratamiento natural, frente al PVC o al aluminio mayoritarios en la carpintería exterior.

Existen multitud de carpinterías en las proximidades de cualquier obra, tan sólo debemos asegurarnos de la procedencia y el tratamiento que recibe la madera.

Luvipol. Madera procedente de bosques gestionados sosteniblemente
Vicente Puig Oliver www.luvipol.com

Gaulhofer. Ventanas de alerce laminado de gestión sostenible
Biohaus Goierri www.biohaus.com

Acristalamiento

Los acristalamientos deben cumplir dos de las funciones esenciales de todo cerramiento, por un lado permitir la iluminación natural y por otro, y debido a ser las zonas de la fachada las de mayores pérdidas térmicas, limitar dichas pérdidas. Para ello, existen en el mercado múltiples posibilidades, los vidrios dobles con cámara y los de baja emisividad que impiden las pérdidas de calor. Los vidrios laminares aportan un mejor comportamiento acústico.

Como se ha señalado en este trabajo, en amplias zonas de nuestra geografía y en determinadas épocas del año existe un riesgo de sobrecalentamiento. Para evitarlo debemos contar con sistemas de protección solar.

Vidrio de baja emisividad.
Cámara y una de las caras tratada
Airplak Low Ariño Duglass www.duglass.com

Planitherm Cristalera Española www.climavit.com

Vidrio de control solar
Isolar Solarlux Cristalglass www.cristalglass.es

Particiones interiores

Las particiones interiores pueden desglosarse en dos grandes grupos, por un lado los tradicionales tabiques de obra, con uniones en húmedo y por lo tanto poca transformabilidad, y por otro los paneles prefabricados, con uniones en seco y elevada capacidad de transformación.

Entre los primeros cabe destacar las particiones con bloques, a los que podríamos añadir los bloques cerámicos revestidos de yeso.

Cannabric. Fibras vegetales de cáñamo, cal y minerales
Cannabric www.cannabric.com

Termoarcilla. Arcilla aligerada mediante bolas de porexpán o papel
Consorcio Termoarcilla www.termoarcilla.com

Climablock. Viruta de madera con cal y cemento
Climablock www.climablock.com

Arliblock. Hormigón ligero de arcilla expandida y cemento
Optiroc www.optiroc.es

Syporex/Ytong. Hormigón celular
Syporex/Ytong www.ytong.es

Ladryeso. Bloque cerámico revestido de yeso
Grup-Gine www.ladryeso.net

Los paneles prefabricados están constituidos por una estructura de acero galvanizado o madera y un acabado mediante paneles atornillados a la estructura de diferentes materiales. Los más interesantes vuelven a ser los de madera, ya sea de primera generación o los aglomerados y contrachapados. En la actualidad, los más empleados son los paneles de cartón-yeso formados por un alma de cartón y dos capas exteriores de cartón.

Fibracoustic. Panel de virutas de madera aglomeradas con cemento
Knauf Midi www.knauf.com

Celenit. Panel de virutas de madera aglomeradas con cemento
Maydisa www.maydisa.com

Herakustik, Travertin. Panel de madera aglomerado con magnesita
Heraklith www.heraklith.net

En el caso de los falsos techos, la más utilizada y recomendable es la placa de escayola. Además de las formadas por lanas minerales y el cartón-yeso. Puede mejorarse el comportamiento aislante de la escayola incorporando fibra de vidrio o arcillas aligeradas como la perlita.

Saniciel. Placa de vidrio celular fabricado con vidrio reciclado [Polydros](http://www.polydros.es) www.polydros.es

Indaplak. Placa de escayola con fibra de vidrio y perlita [Yedesa](http://www.yedesa.com) www.yedesa.com

A este grupo podíamos añadir las particiones desmontables constituidas con elementos prefabricados y modulares. Al ser accesibles y registrables admiten el paso de conductos por su interior. Interesantes por posibilitar reestructuraciones y cambios en los espacios de trabajo.

Movinord. Partición desmontable con estructura de acero galvanizado y tablero de cartón-yeso o aglomerado [Movinord](http://www.movinord.com) www.movinord.com

> Particiones, falsos techos y trasdosados de cartón-yeso



Pavimento

Para los pavimentos interiores, los materiales más recomendables desde la perspectiva ambiental serían la madera, que cumpla los criterios ya señalados, el linóleo, el corcho y los textiles naturales. En todos los casos habrá que controlar los adhesivos y los tratamientos de acabado.

> Losas graníticas usadas como pavimento



También de interés tenemos los pavimentos de origen pétreo, las piedras, cerámicos, gres y terrazos.

Kahrs. Madera maciza tratada con aceites vegetales y ceras naturales [Kahrs Ibérica](http://www.kahrs.es) www.kahrs.es

Pergo. Madera laminada formada por tres capas de productos naturales [Pergo](http://www.pergo.com) www.pergo.com

Artoleum, Marmoleum. Linóleo formado por harina de madera o corcho, cal, pigmentos y resinas naturales [Forbo](http://www.forbo-linoleum.es) www.forbo-linoleum.es

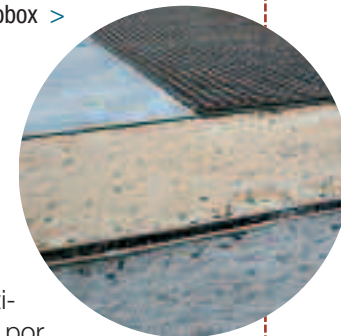
Arcobel. Tarima o parquet formada por corcho en capas o en losetas [Arcobel Pavimentos](http://www.arcobel.es) www.arcobel.es

Hidráulico. Baldosa hidráulica. Diseños tradicionales recuperados [Hidráulico](http://www.hidraulico.info) www.hidraulico.info

Entre los barnices a aplicar resultan de interés para suelos y entarimados aquellos que incorporan productos naturales.

Baucent [Barniz natural](http://www.ecoquimia.info) [Ecoquimia](http://www.ecoquimia.info) www.ecoquimia.info
[Esmalte base aceite color](http://www.ecoquimia.info)

Jardín mineral en Ecobox >



Pinturas

El caso de las pinturas es paradigmático por ser el material que, por un lado, cuenta con la primera normativa de etiquetado ecológico existente en nuestro país y, por otro, existen gran cantidad de marcas comerciales, en especial europeas, de pinturas ecológicas.

De las pinturas tradicionales optaremos por aquellas que utilizan agua como disolvente, son las llamadas pinturas plásticas o de base acuosa.

Imprimación de base	Grava	Livos Eco Paint Ibérica	www.livos.de
	Vorleim	Aglaiia	www.aglaia.de
Disolvente	Livos	Livos Eco Paint Ibérica	www.livos.de
	Biodur	Biodur	www.biodur.net
	Lackerverduner	Aglaiia	www.aglaia.de
Pintura mineral	Biofa	Biofa Naturprodukte	www.biofa.de
Pintura natural	Dubron	Livos Eco Paint Ibérica	www.livos.de
	Calpefach Ecológico	Productos Ralpe	www.ralpe.es
Pintura vegetal	Naturharzfarbe	Aglaiia	www.aglaia.de
Pintura al látex	Biodur	Biodur	www.biodur.net
Pintura al silicato	Beekosil	Aglaiia	www.aglaia.de
	Impergreen	Púberas	www.pubersa.com
Pintura a la cal	Beek Kalfarbe	Aglaya	www.aglaia.de
	Karea	Calhinat	www.sareda.net
Colorante	Ura	Livos Eco Paint Ibérica	www.livos.de

Tratamiento para maderas

Los materiales para el tratamiento de la madera presentan las mismas circunstancias que en el caso de las pinturas. Existen en el mercado multitud de marcas comerciales que incorporan entre sus componentes aceites y resinas naturales. Se trata de tratamientos a poro abierto que requieren un mayor mantenimiento que los barnices tradicionales.

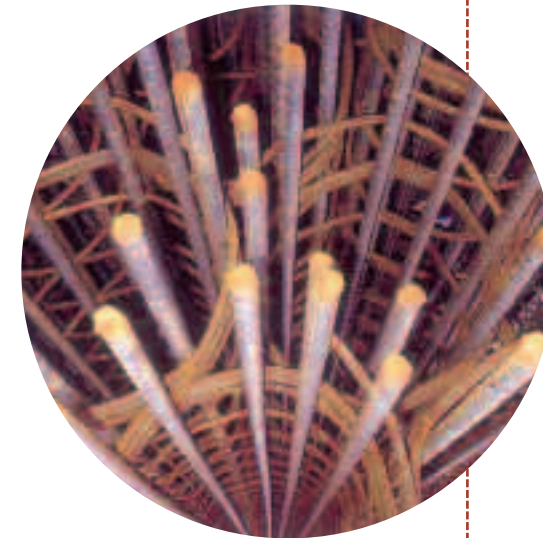
Andrastos. A base de sal bórica	Livos Eco Paint Ibérica	www.livos.de
Donnos. A base de resinas naturales		
Biodur. A base de aceite, boro y materias no tóxicas	Biodur	www.biodur.net
Biofa. A base de aceite, laca y ceras naturales	Biofa Naturprodukte	www.biofa.de
Holzlasur. A base de aceites y materias no tóxicas	Aglaiia	www.aglaia.de
Baucent. Fondo protector, lasur natural para interiores y exteriores, barniz y esmalte	Ecoquimia	www.ecoquimia.info
Arbezol	Zulziri Trading	www.zulziri.jazztel.es

Tratamiento para metales

Al igual que con la madera, los tratamientos para metales más sostenibles son aquellas pinturas que incorporan entre sus componentes materias naturales, las llamadas pinturas ecológicas.

Los tratamientos más nocivos debido a sus elevadas necesidades energéticas y emisiones contaminantes serían los galvanizados en caliente o electrolíticos. Debido a su composición descartamos las pinturas a base de plomo.

Betoncryll. A base de resinas	Eurocampi	www.eurocampi.es
Biodur. A base de aceite, resinas y materias naturales	Biodur	www.biodur.net
Duro. A base de aceite y materias naturales	Livos Eco Paint Ibérica	www.livos.de
Decklak. A base de aceites vegetales y resinas naturales	Aglaiia	www.aglaia.de



Instalaciones y sostenibilidad

Además de los sistemas constructivos, otro de los aspectos fundamentales a analizar dentro de la llamada construcción sostenible serían las instalaciones. Las instalaciones de abastecimiento y evacuación de agua, de climatización, eléctricas y de iluminación. Todas ellas tienen en común que su funcionamiento contribuye al consumo de recursos naturales, en unos casos consumo de agua y en otros consumo de energía. Así, cualquier medida que empleemos en mejorar la eficiencia nos ayudará a reducir nuestra factura a la hora de contabilizar recursos. Emplear determinados equipos o sistemas nos permitirán cubrir las necesidades para ser capaces de ofrecer los servicios que una vivienda demanda con un uso mucho menor en el consumo de recursos.

En este caso procederemos a analizar las principales instalaciones existentes dentro de una edificación buscando no sólo la eficiencia en el uso de recursos, sino también la utilización de materiales más sostenibles.

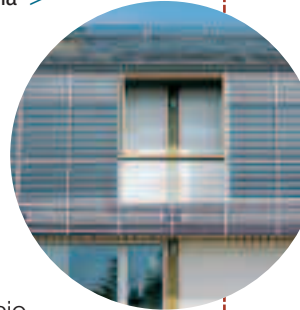
Instalaciones de climatización

Cuando hablamos de climatización nos estamos refiriendo tanto a la calefacción como a la refrigeración. Aspecto este que puede parecer paradójico, ya que en la actualidad nuestra factura en aire acondicionado supera la de calefacción. Para climatizar necesitamos energía, energía que, como veremos en el capítulo dedicado a las energías renovables, puede proporcionarse en

forma de ahorro, de eficiencia o de utilización de energía, por supuesto mejor renovable que procedente de los mayoritarios combustibles fósiles.

Un diseño que favorece el ahorro de energía >

Así, y sin ánimo de levantar la liebre, un buen diseño del edificio puede reducir nuestras necesidades de climatización hasta un 60%. Otro aspecto esencial será el conseguir instalaciones lo más eficientes posible que sumado al uso de energías renovables minimizaría el empleo de energías fósiles y reduciría sustancialmente nuestra factura energética.



Lo primero que podemos hacer es diseñar nuestras instalaciones de tal forma que funcionen según una zonificación que respete orientaciones y usos diferentes, así como los distintos horarios de utilización. Una buena zonificación del edificio en función de usos y un control de los horarios de utilización serán un primer paso fundamental para conseguir unas instalaciones de climatización eficientes.

Estas medidas deben venir acompañadas de la implantación de sistemas de control que garanticen la prestación del servicio cuando éste sea necesario. Sistemas que pueden ir desde los sencillos termostatos de ambiente hasta complejos sistemas de gestión informáticos.

Una decisión habitualmente fundamental es la elección de un sistema de calefacción centralizada, apostando por una caldera única para todo el edificio frente a las calderas individuales por vivienda. Los rendimientos suelen ser mucho mayores y las labores de mantenimiento menos costosas.

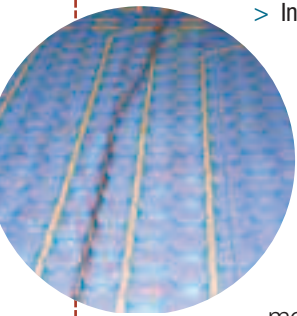
La producción del calor se produce en la caldera o en la central térmica; por tanto, una buena elección puede mejorar el rendimiento de la instalación. Así podemos optar por calderas de baja temperatura o calderas de condensación de menor consumo energético y, por tanto, de inferior emisión de gases de efecto invernadero.

Cerapur	Junkers	www.junkers.es
Eurola-CB	Viessmann	www.viessmann.com
Ecosy	Saunier Duval	www.saunierduval.com

Asimismo, el sistema emisor de calor más interesante es aquel que funciona a baja temperatura como en el caso del suelo radiante. Obtener agua a una temperatura de 45 °C le permite ser compatible con los sistemas solares térmicos de baja temperatura, los más empleados y económicos. Otra ventaja añadida sería la posibilidad de emplear la inercia térmica del solado para mejorar su rendimiento. Los otros sistemas serían los formados por radiadores, siendo preferibles los de fundición a los de aluminio por el menor impacto ambiental del material. También existe otra modalidad menos conocida pero de prestaciones muy similares como es el sistema de calefacción por muro radiante, mediante circuitos prefabricados formados por tuberías de polibutileno y placas de calefacción murales.

Gabotherm Biohaus Goerri www.biohaus.es

> Instalación de suelo radiante



Las tuberías de distribución del calor desde la caldera a los sistemas emisores más empleados son los de cobre o acero negro. En la actualidad, los materiales plásticos, en especial el polietileno reticulado, se presentan como una opción más interesante por su menor impacto global. El polietileno se utiliza sobre todo en el suelo radiante que, como hemos visto, es el sistema más sostenible. De los metálicos mejor optar por el acero negro que por el cobre.

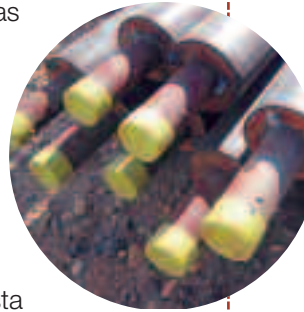
Tubería de polipropileno	Niron	Italsan	www.italsan.es
	Repolen	Reboca-Vicamp	www.cempresarial.com/reboca
Tubería de polietileno	Ecotub	Samaplast	www.samaplast.com
Tubería de acero	Filtube	Filtube	www.inoxidables.com/filtube

Las instalaciones de calefacción deberán contar con el correspondiente aislamiento térmico para minimizar las posibles pérdidas de calor.

Aislante para tuberías de polietileno	Tubex	OK Company	www.okcompanysa.com
	Tubomatic Alu		

Para la refrigeración se recomienda el empleo de máquinas de absorción que funcionan con paneles solares de media temperatura o paneles de vacío.

Tuberías para la distribución de calefacción y ACS centralizada >



Instalaciones eléctricas

Para las instalaciones eléctricas lo principal será aplicar esta energía en los usos que tengan un mayor rendimiento, como son iluminación y equipos de fuerza o inducción. Transformar la energía eléctrica en calor resulta poco eficaz y más cara que los sistemas convencionales.

Asimismo, podemos mejorar la eficiencia de equipos y electrodomésticos y así consumir menos energía y ofrecer el mismo servicio. Para eso, será muy interesante disponer de equipos que posean una calificación energética A (ver capítulo de energías renovables).

El uso de electricidad para refrigeración puede ser más eficiente empleando bombas de calor ya que pueden suministrar más energía, hasta 2,5 veces, de la que consumen.

Una de las instalaciones donde más PVC, material especialmente nocivo por su contaminación, se emplea es en los tubos eléctricos. En la actualidad tenemos sustitutos mucho más ecológicos, como son los tubos corrugados de polipropileno con sus pasatubos correspondientes.

Aiscan	Aiscan	www.aiscan.com
Odi-Bakar	Odi-Bakar	www.odibakar.com

En cuanto al cableado existen opciones de cable con conductor de cobre con sistemas de protección y aislante libres de halógenos y metales pesados.

Afumex	Cables Pirelli	www.pirelli.com
Toxfree	Top Cable	www.topcable.com
Exzhellent	Bicc General Cable	www.generalcable.es

Igualmente existen canaletas para cableado eléctrico sin halógenos para la fijación en paredes.

Igualmente, toda instalación eléctrica requiere de una serie de pequeño material cuyos componentes son la baquelita o la porcelana en detrimento de los plásticos comúnmente empleados.

BJC	BJC	www.bjc.es
Albercht	Jung Electro Ibérica	www.jungiberica.es
Ceese	Ceese	www.ceese.com

Instalaciones de iluminación

De la energía eléctrica utilizada para iluminación sólo entre un 0,15% y un 18% se transforma en luz. Así, si mejoramos la eficiencia de lámparas y el rendimiento de luminarias podemos ahorrar energía de forma sustancial.

El desarrollo de equipos de regulación electrónica permite la reducción del consumo propio. Asimismo, los sistemas de control de encendido, programadores electrónicos, temporizadores, interruptores, permiten adecuar el funcionamiento del alumbrado a la demanda real de uso. Por otro lado, estos sistemas de control permiten adecuar la iluminación a los períodos de baja ocupación o cuando es suficiente la iluminación natural.

Existen en el mercado gran variedad de lámparas de bajo consumo, lámparas electrónicas que permiten un ahorro de hasta un 80% y presentan una vida útil diez veces mayor que las convencionales.

Ple-C	Cegasa	www.cegasa.es
Electronic Biax Genura	Ge Lighting	www.geiluminacion.com
EF	Mazda	www.mazda.es
Dulux Mini Lynx	Osram	www.osram.es

Para alumbrado público también existen posibilidades de lámparas de bajo consumo, de vapor de sodio a alta presión.

Son	Philips	www.eur.lighting.philips.com
------------	---------	--

Igualmente existen tubos fluorescentes de mayor rendimiento que aúnan larga vida útil y bajo consumo energético.

TL-D Gama 90	Philips	www.eur.lighting.philips.com
---------------------	---------	--

Otras posibilidades de alumbrado público sostenible son las farolas de alta eficiencia luminosa con difusor esférico de policarbonato que consiguen una mínima contaminación lumínica.

BR-7	IEP Iluminación	www.jep.es
Salvi	Construcciones Metálicas Salvi	www.salvi.es

Instalaciones de abastecimiento y saneamiento de agua

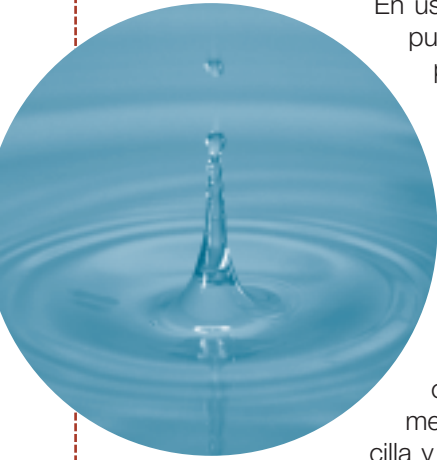
El abastecimiento de agua se nos plantea como uno de los grandes retos a los que hacer frente. Aunque el consumo humano no llega al 14%, en determinadas zonas, como las turísticas, puede superar el 80%. Todo ello nos indica que, si conseguimos ahorros sustanciales en el consumo de agua, avanzaremos hacia un modelo de construcción más sostenible. Para ello, podemos emplear **cinco tácticas**:

- Reducir su consumo.
- El uso de electrodomésticos eficientes.
- Una jardinería de bajo consumo de agua.
- Empleo de contadores individuales.
- La utilización de las aguas grises y de lluvia.

• Reduciendo el consumo de agua

El consumo de agua caliente sanitaria puede reducirse empleando aparatos de una mayor eficiencia y mediante un mantenimiento que evite fugas acci-

dentales de agua. Reducir este consumo no sólo ahorra agua, sino también ahorra la energía para calentarla.



En usos no sanitarios, el consumo de agua potable puede suprimirse si se reutilizan aguas residuales, previamente tratadas, que pueden emplearse en sistemas que no requieran una gran calidad en el agua, instalación contra incendios, refrigeración o riego.

Las instalaciones de abastecimiento de agua pueden ser más sostenibles si empleamos materiales más ecológicos. En el caso de las tuberías, los plásticos vuelven a ser preferibles a los metales por su resistencia a cualquier tipo de agua, su poca rugosidad, su menor conductividad térmica, su colocación sencilla y sus uniones estancas. Los plásticos más interesantes serían los polietilenos y los polipropilenos. Los metales más nocivos serían el cobre, el más empleado, y el plomo, muy desaconsejable por su toxicidad y peligrosidad.

Tubería polietileno	Ecotub	Samaplast	www.samaplast.com
Tubería polipropileno	Aquatherm	Aquatherm Ibéric.	www.aquatherm.es
	Valsir	Saltoki	www.saltoki.es
	Hoechst	Hoechst Ibérica	www.hoechst.com
	Niron	Italsan	www.italsan.es
	Repolen	Reboca-Vicamp	www.cempresarial.com/reboca
Tubería acero	Tuccsa	Tuccsa	www.tuccsa.com
	Filtube	Filtube	www.inoxidables.com/filtube

La medida más sencilla y barata, y que mejores resultados nos va a dar, posiblemente sea incorporar a los elementos de fontanería sistemas de ahorro de agua. Podemos conseguir ahorros entre el 30 y el 40%.

Sistemas ahorradores de agua

Grifos	Monomando	Apertura en dos fases Regulador de caudal Apertura en frío
	Termostáticos	
	Temporizados	
	Electrónicos	
	Adaptaciones a grifos existentes	Aireador-perlizador Limitador de caudal
Duchas	Rociadores eficientes	Mezcla con aire Reducción del área de difusión Reducción de caudal
	Mecanismos externos	Reductores de caudal Interruptores de flujo de agua
Inodoros	Descarga por gravedad	Interrupción de descarga Doble pulsador
	Descarga presurizada	Fluxores/temporizados Descarga electrónica

(Fuente: Guía práctica de tecnologías ahorradoras de agua para viviendas y servicios públicos)

Si hablamos de instalar grifos o inodoros nuevos existen, en el mercado multitud de casas comerciales que incluyen en sus catálogos elementos con sistemas de ahorro de agua. Si, por el contrario, el elemento ya está instalado, podemos colocar dispositivos ahorradores de fácil instalación.

Supergrif	www.supergrif.es
Grifería Tres	www.trescomercial.es
Industrias Ramón Soler	www.ramonsoler.net
Grifería Martí	www.griferiamarti.com
Tehsa	www.tehsa.com
Grohe España	www.grohe.es
Multishower	www.vicentemartinez-multishower.com
Idrols	www.idrols.com
Jimten	www.jimten.com
Friatec	www.friatec.es

• Usando electrodomésticos eficientes

Gran parte de los servicios que demandan agua de nuestras viviendas son los electrodomésticos, en especial los lavavajillas y las lavadoras. El mercado ha desarrollado equipos de mayor eficiencia que pueden alcanzar ahorros de agua y de energía interesantes.

Los sistemas que incorporan los electrodomésticos para conseguir un uso más eficiente del agua pueden ser mecánicos (válvulas antirretorno, sistemas de corte, filtros) o bien electrónicos (que optimizan el lavado).

• Una jardinería que consume menos agua

La implantación de un urbanismo basado en viviendas unifamiliares, adosadas o pareadas con espacios ajardinados, unido a una climatología de veranos secos y calurosos, aumenta de forma sustancial nuestras necesidades de agua para riego.

La xerojardinería permite diseñar jardines agradables y que consuman menor cantidad de agua, adaptándose al clima y a las condiciones del entorno.

Una jardinería sostenible

Diseñar el edificio bajo criterios de ahorro de agua	
Estudiar las características del suelo	
Menos césped	
Plantas con menor necesidad de riego	
Sistemas de riego eficientes	Aspersión
	Riego localizado
	Goteo
	Sistemas de regulación de caudal
	Programadores de riego
Adecuado mantenimiento	

• Empleo de contadores individuales

Parece esencial en cualquier medida de ahorro no dejarlo todo en manos de la tecnología y fomentar la participación de los usuarios. Para el agua se ha comprobado que si los ciudadanos disponen de información periódica sobre sus consumos, a través de contadores individuales, están en mejores condiciones de conseguir sustanciales ahorros.

Aunque las viviendas de nueva construcción ya los llevan por legislación, existen multitud de edificios antiguos que aún mantienen contadores colectivos. Su sustitución por otros individuales puede ser una buena opción como se comprobó en Sevilla en el Plan Cinco con ahorros del 20%.

Actualmente existen baterías de contadores fabricados con polipropileno más interesantes desde el punto de vista ambiental.

Italsan

Italsan

www.italsan.es

• La utilización de las aguas grises y de lluvia

Otra de las opciones para el ahorro de agua sería la utilización de las aguas grises y de lluvia

El diseño de las redes de saneamiento de las ciudades aún en una misma conducción todas las aguas sobrantes sin distinción de aguas de lluvia, aguas grises o aguas negras. Aguas con distintos grados de contaminación que pueden, con tratamientos dispares, fomentar el ahorro. Todas ellas desembocan en las depuradoras, lo que hace que en períodos de muchas lluvias los sistemas de depuración se vean desbordados vertiendo directamente sobre los cauces de los ríos, con el evidente riesgo de contaminación.

Una opción muy interesante sería diseñar sistemas separativos de saneamiento de aguas, desde la construcción de los edificios hasta las redes municipales. Así, las aguas grises y de lluvia podrían encauzarse en la misma conducción y emplearse para riego, inodoros, limpieza de calles o bien vertido directo a los cauces. Mientras que las aguas negras, mucho más alteradas, deberían llevarse a la depuradora para su posterior tratamiento.

En las viviendas (especialmente en chalets y adosados) podemos utilizar técnicas de aprovechamiento de las aguas pluviales para lo que necesitaremos conducir el agua recogida en cubiertas, terrazas, etc., a un depósito desde el que se distribuye a diversos usos.

Para las redes de saneamiento es igualmente interesante optar por materiales más sostenibles. Los canalones y bajantes preferibles serían los cerámicos, aunque su uso no es habitual y pertenecen a la construcción tradicional. Uno de los principales problemas se plantea en las uniones, hasta ahora rígidas, lo que aumentaba los riesgos de rotura. Diferentes casas comerciales, entre las que destacan Juan Cotillella i Martí y Serra Pons, cuentan con canalones y bajantes cerámicos con uniones de polipropileno, lo que limita ese riesgo. A continuación tendríamos los fabricados con polietileno y polipropileno. Entre los menos recomendables tenemos el cobre y el PVC.



Energías renovables en la construcción

Una construcción sostenible será aquella que ahorra energía, así lo mencionaban los principios de la arquitectura verde. Pero además, si queremos caminar hacia la sostenibilidad debemos seleccionar el tipo de energía que empleamos para cubrir nuestras necesidades.

Cerca del 40% de la energía consumida en la Unión Europea se consume en la construcción, en servicios e industria afín.

Cuadro 5: Consumo de energía por sectores en la Unión Europea y en España

	Unión Europea	España
Transporte	32%	43%
Industria	28%	30%
Construcción	26%	16%
Servicios	12%	8%
Agricultura	2%	3%

Una suma de tres factores, **Ahorro + Eficiencia + Energías renovables**

- **El ahorro**

Como ya hemos comentado en anteriores capítulos, podemos emplear diversas estrategias que nos ayudan a aprovechar las condiciones climáticas del lugar donde se asienta nuestra construcción. El diseño de los edifi-

cios nos permite ahorrar energía; el ahorro más eficaz y más sencillo, no necesitamos una compleja tecnología, tan sólo conocer las posibilidades que el entorno nos ofrece. Con medidas sencillas podemos esperar ahorros de hasta un 65%.

Modelo de diseño de edificio de oficinas propuesto por GSA

El estudio sobre el diseño de un edificio de oficinas modelo propuesto por GSA para construir en Manchester por la Consultoría Ingeniería Dubin-Mindell-Bloome evalúa las necesidades energéticas en función de un diseño convencional. Mediante un estudio informático va incluyendo mejoras que suponen ahorros de energía y, lo que es más interesante, las cuantifica:

1. Incrementando la resistencia térmica de paredes, suelos y techos obtiene ahorros del 21,5% al 28%.
2. Utilizando acristalamiento doble mejora un 15% y triple hasta un 21%.
3. Reduciendo la cantidad de sombra puede llegar a ahorrar un 4,5%.
4. Reduciendo el acristalamiento, la proporción de ventanas-pared hasta un 16%.
5. Cambiando la orientación a norte-sur y la relación longitud-anchura a 1:1 puede llegar a ahorrar hasta un 13%.

• La eficiencia energética

Aun aplicando medidas de ahorro seguiremos necesitando energía; menos, pero energía al fin y al cabo. Para minimizar el consumo de energía en nuestros edificios podemos emplear elementos y electrodomésticos de alta eficiencia; capaces de usar menos energía y dar el mismo servicio. Uso de termostatos para controlar la temperatura de las estancias, empleo de sistemas centralizados de mayor rendimiento (calderas de condensación, de baja temperatura).

Electrodomésticos con etiqueta energética

- A Menos del 55% del consumo de los aparatos tradicionales.
- B Entre un 55% y un 75%.
- C Entre un 75% y un 90%.
- D Entre un 90% y un 100%.
- E Entre un 100% y un 110%.
- F Entre un 110% y un 125%.
- G Más de un 125%.

• Empleo de energías renovables

Aplicando medidas de ahorro y eficiencia conseguiremos reducir de forma sustancial nuestra factura energética. Para las necesidades que todavía nos queden, reservamos nuestro tercer sumando, el empleo de las **energías renovables**:

- Energías que tienen una **capacidad natural de regeneración permanente**, no se agotan.
- Energías que presentan un **bajo impacto ambiental**.
- Energías que pueden utilizarse para **obtener electricidad, climatización, agua caliente sanitaria**. Tanto para una única vivienda como para un edificio de varias plantas, una industria, una granja...

En el balance energético general la aportación de las energías renovables es aún baja, aunque se espera un notable incremento en años próximos.

Cuadro 6: Balance energético en el mundo y en la Unión Europea

	Mundo	Unión Europea	España
Petróleo	37%	42%	52%
Combustibles sólidos	25%	16%	17%
Gas natural	21%	22%	12%
Renovables	11%	6%	6%
Nuclear	6%	14%	13%

El tipo de energía renovable más adecuado a cada caso dependerá de las condiciones del emplazamiento (latitud, vientos, orografía, etc.) y de las instalaciones a las que se van a aplicar.

Tipos de energías renovables más utilizadas

46%	Biomasa	Obtiene combustible a partir de materiales vegetales y residuos orgánicos (p.e. leña).
45%	Hidráulica	Aprovecha la diferencia de altura del agua para producir electricidad.
8%	Eólica	Aprovecha la fuerza del viento para producir electricidad o bombear agua.
1%	Solar	Con los paneles solares podemos calentar agua o producir electricidad.
	Geotérmica	Aprovecha el calor procedente del interior de la tierra.

Dada la enorme amplitud del tema nos centraremos, tan sólo, en la aplicación de las energías renovables en la construcción.

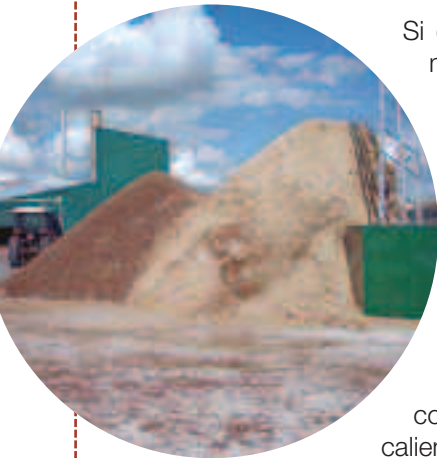
Las energías renovables en la construcción

• Biomasa

Las posibilidades de emplear biomasa para la producción de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) son largamente conocidas. Desde siempre los restos orgánicos han supuesto un combustible para calefactar el medio rural. Como siempre, lo que podemos hacer, y de hecho hacemos, es actualizar los conocimientos adquiridos y darles una mano de tecnología.

Actualmente, podemos encontrarnos dos ejemplos de aprovechamiento de la biomasa.

> Planta de producción de calefacción y ACS con biomasa en Cuéllar



Si empezamos por la escala mayor, tenemos un magnífico ejemplo con la Planta de Biomasa de Cuéllar. En una zona rodeada por el denominado «mar de pinos», donde la resina fue sustituida por los cauchos sintéticos, se ha recuperado el aprovechamiento de los residuos del pinar para instalar una planta de producción térmica centralizada capaz de suministrar calefacción y agua caliente sanitaria a varios barrios del pueblo, así como al polideportivo municipal y la piscina climatizada. A ello se une una red de distribución urbana que conecta a las calefacciones y depósitos de agua caliente sanitaria de las viviendas mediante intercambiadores de calor.

Otra opción interesante serían las calderas individuales que emplean pellets como combustible. Los pellets son pequeños restos orgánicos aglomerados que proporcionan un elevado poder calorífico. En este caso, la tolva de abastecimiento del combustible se encuentra normalizada por lo que dificul-

ta el empleo de restos de diferentes tamaños. Este tipo de estufas, de fácil colocación y mantenimiento, permiten la instalación de radiadores, suelo radiante y producir ACS.

De interés sería analizar las previsiones que el Plan de Energías Renovables hace de la biomasa. Mientras que de la solar y la eólica se esperan crecimientos que permitan alcanzar las previsiones, la biomasa se halla estancada haciéndose necesario un esfuerzo en su fomento en muchas zonas.

Empresas para el desarrollo de proyectos de biomasa

HC Ingeniería	www.hcingeneria.com
L. Sole. Justsen Energiteknik Ais	www.lsole.com
Heymo Ingeniería. Electrowatt Ekono	www.heyemo.com
IMFYE	www.imfye.es

• Energía eólica

La producción de electricidad puede darse tanto a pequeña escala como a gran escala. Los pequeños molinos domésticos se aplican normalmente a viviendas particulares aisladas de zonas rurales, mientras que los aerogeneradores de mayores dimensiones se encuentran agrupados en conjunto, formando un parque eólico conectado a la red eléctrica.



Energía eólica para autoconsumo >

• Energía solar

La energía solar puede aprovecharse mediante captación activa o pasiva. La captación solar activa se realiza mediante paneles captadores que transforman los rayos solares en energía térmica o bien en energía eléctrica (fotovoltaica).

Los captadores solares son actualmente el medio más económico para el suministro de agua caliente corriente. Unos pocos metros cuadrados por familia permiten garantizar un suministro abundante de agua caliente y un

considerable ahorro de energías convencionales. La energía solar térmica se aplica fundamentalmente para producir agua caliente sanitaria (ACS), calentar el agua de las piscinas y, en algunos casos, para calefacción mediante suelo radiante o aire caliente, además de su posible uso en procesos industriales, granjas, etc.

La transformación de la energía solar directamente en electricidad hace posible obtener de forma limpia una energía de gran calidad. Actualmente la transformación fotovoltaica de la energía solar resulta una alternativa competitiva para electrificar instalaciones relativamente alejadas del tendido eléctrico (edificaciones rurales, riego, señalización, alumbrado público, etc.). En asentamientos urbanos, los paneles fotovoltaicos se pueden incorporar a los edificios, y la energía eléctrica que producen, normalmente se utiliza para venderla a la compañía eléctrica, constituyendo su instalación una inversión muy rentable.

• Energía solar térmica

Común es el acuerdo de tomar a la energía solar térmica como la energía renovable más interesante a aplicar en la construcción de viviendas. De una forma sencilla y completamente avalada por la experiencia, con una tecnología que mejora rendimientos, podemos cubrir gran parte de nuestras necesidades de ACS y de climatización. Esto hace que las administraciones, a través de ordenanzas solares y líneas de subvención, apuesten, de forma más o menos intensa, por la instalación de estos sistemas. Veamos a continuación los principales conceptos que debemos conocer.

El aprovechamiento térmico de la energía solar no es ningún concepto nuevo en su utilización para agua caliente sanitaria y la calefacción de espacios. Su funcionamiento es bastante sencillo, un elemento llamado captador permite que en su interior circule un fluido, que hará de transmisor del calor solar hacia donde se quiera aprovechar.

El captador solar

- Colector solar plano, temperatura de hasta 80°C. Los más utilizados en viviendas para ACS y calefacción mediante suelo radiante.
- Alto rendimiento, temperatura alrededor de 100°C. Ideales para calefacción por radiadores y refrigeración con máquinas de absorción.

La producción de ACS es la aplicación de la energía solar que, hoy por hoy, resulta más rentable y extendida. Su demanda constante a lo largo del año permite amortizar la instalación más rápido que, por ejemplo, la calefacción.

Paneles de vacío o de mediana temperatura >

Los componentes de una instalación térmica

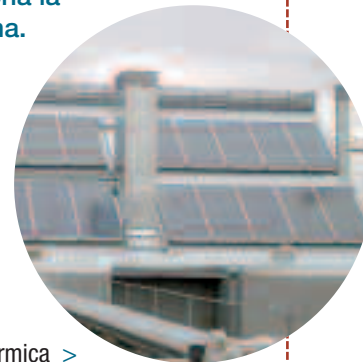
- Colectores La radiación solar calienta el líquido que circula por el colector.
- Circuito primario El agua caliente se traslada del colector a un intercambiador de calor.
- Intercambiador Transfiere el calor del circuito primario al circuito secundario.
- Circuito secundario El agua calentada en el intercambiador pasa al acumulador.
- Acumulador Almacena el agua caliente hasta el momento de uso.

El número de captadores de una instalación depende de tres factores: el consumo de agua caliente previsto, la zona climática y las posibilidades de integración en la construcción.

En general, seguro que hay excepciones, dimensionar una instalación de energía solar para cubrir el 100% de la demanda de agua caliente durante todo el año no suele ser la mejor solución. Es preferible combinar un sistema solar térmico con un sistema auxiliar alimentado con energía convencional. El sistema solar térmico cubre sólo una parte del consumo de energía, la fracción solar. La fracción solar óptima se determina estableciendo un compromiso entre el coste de los colectores, el ahorro económico que proporciona la instalación y el período de amortización de la misma.

También podemos emplear energía solar para calentar piscinas, en estos casos son empleados los captadores solares planos de tipo plástico (EPDM), ya que son suficientes para conseguir temperaturas de entre 25 y 30°C, valores de temperatura del agua de piscina superiores a éstos no son recomendables, ya que sobre todo no son saludables, además de no permitirlos la normativa.

Instalación solar térmica >



• Energía solar fotovoltaica

La tecnología solar fotovoltaica nos permite aprovechar la energía que nos llega del sol transformándola directamente en electricidad. Tradicionalmente, la energía solar fotovoltaica se ha utilizado para suministrar energía eléctrica a lugares donde no era económicamente rentable llevar las líneas eléctricas; la electrificación rural de emplazamientos aislados, los repetidores de telecomunicaciones y el bombeo de agua en fincas rústicas.

Poco a poco, estas utilidades se han ido diversificando y acercando a las zonas más densamente pobladas y actualmente son de gran interés las instalaciones que se encuentran conectadas a la red.

Los componentes de una instalación fotovoltaica

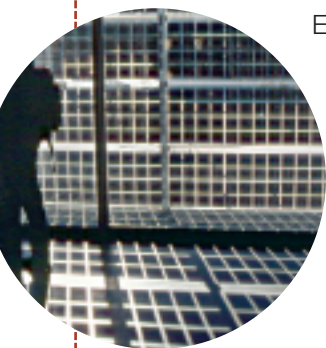
- Placas fotovoltaicas Células fabricadas con silicio. La eficiencia de las placas, radiación solar que transforma en electricidad, es del 14%.
- Soportes Sistemas fijos y seguidores solares.
- Inversor u ondulator Transforma la corriente continua generada por las placas y acumulada por las baterías en alterna de la red eléctrica y aparatos de consumo.
- Sistemas de protección Para corriente continua y alterna.
- Contadores Contabilizan la energía a facturar en el caso de venta a la red.
- Baterías Para almacenar la electricidad en instalaciones no conectadas a la red.

El problema tradicional de las instalaciones fotovoltaicas era la acumulación de la energía, se precisaban baterías sobredimensionadas que hacían inviables las instalaciones. La posibilidad de verter la electricidad a la red, el acumulador ideal, abre nuevos caminos. El usuario a final de mes cobrará de la compañía el resultado de esta «venta de energía».

Venta de energía solar fotovoltaica (Real Decreto 2818/98)

- Instalaciones de menos de 5 Kw 0,4215 euros/Kw
- Instalaciones de más de 5 Kw 0,3372 euros/Kw

> Módulos fotovoltaicos en fachada



Aspectos a tener en cuenta en una instalación solar

- Orientación A sur. Un desvío de +15° ó -15° no afecta la energía interceptada. En el caso de la energía solar térmica se admiten desviaciones mayores que no producen grandes pérdidas de eficiencia.
- Inclinação Latitud del lugar. Un desvío de +15° ó -15° no afecta en exceso. Lo ideal sería tener una inclinación para invierno y otra para verano.
- Sombra La sombra que se proyecta sobre un campo fotovoltaico (árboles, construcciones...) puede alterar mucho su rendimiento.
- Integración Sobre el suelo.
Sobre mástil.
Sobre tejado plano.
Sobre cubierta inclinada.
Fijado en el muro.
Formación de tejado o fachada.

Implantación de instalaciones solares térmicas en viviendas

- I. Análisis de la vivienda
 - Altura.
 - Orientación.
 - Tipo de cubierta: tejado, azotea u otra.
 - Situación respecto a las lindes: aislada, adosada.
 - Accesibilidad.
 - Partes vistas y ocultas. Impacto visual.
 - Sombras.
 - Estilo arquitectónico. Patrimonio.
 - Exposición al viento.
 - Situación cuartos húmedos y producción de ACS.
- II. Análisis del sistema constructivo
 - Recomendable el reparto de cargas, huyendo de las cargas puntuales.
 - En forjados repartir la carga en la dirección perpendicular a las viguetas.
 - En cubiertas evitar cargas puntuales sobre las tejas.
- III. Elección del sistema solar
 - Con depósito incorporado: oculto o visto; horizontal o vertical.
 - Con depósito independiente.
- IV. Aplicación de la normativa existente
 - Determinadas comunidades autónomas disponen de normativa específica para instalaciones solares. En caso contrario el IDAE dispone de Pliegos de Condiciones Técnicas.
 - NBE AE-88. Acciones en la edificación.
 - NBE QB-90. Cubiertas con materiales bituminosos.
 - NBE FL-90. Muros resistentes de fábrica de ladrillo.
 - NBE CA-88. Condiciones acústicas en los edificios.



Actualmente existen multitud de empresas que se encargan de la instalación, del montaje y del mantenimiento de este tipo de sistemas, así como ingeniería, consultoría y asesoramiento. Listado de empresas relacionadas con la energía solar, así como más información puede obtenerse en las siguientes direcciones.

> Instalación solar en edificio de viviendas

Asociación de Fabricantes, Importadores e Instaladores de Energía Solar. HELIOS www.solar-helios.com

Asociación de la Industria Fotovoltaica. ASIF www.asif.org

Asociación de Productores de Energías Renovables. APPA www.appa.es

Asociación Española de Empresas de Energía Solar y Alternativas. ASENSA www.asensa.org

Asociación Solar de Industria Térmica. ASIT www.asit-solar.com

Instituto para el Ahorro y la Diversificación de la Energía. IDAE www.idae.es

• Geotérmica

La calefacción geotérmica es una variante del sistema conocido como bomba de calor, basado en llevar el calor de un sitio a otro. Una bomba geotérmica capta el calor del exterior y lo introduce en el interior de la vivienda.

La manera más recomendable de captar calor es a través de una sonda introducida en el terreno. A una profundidad de entre 10 y 20 m la temperatura se mantiene constante a lo largo del año. Además, por cada metro de profundidad la temperatura aumenta unos 3°C. Las sondas pueden ser abiertas siempre que se llegue hasta una corriente de agua subterránea empleando la misma como líquido caloportador. Del mismo modo, tendremos las sondas cerradas donde incluimos un líquido en su interior circulan-

do en un circuito cerrado. El captador más empleado sería el cerrado horizontal. Formado por un tubo de polipropileno reticulado enterrado hasta 1 metro de profundidad y con un líquido refrigerante en su interior.

En función del generador geotérmico (bomba de calor) tendremos diversas instalaciones de diferentes potencias. Pueden emplearse para calefacción por suelo o muro radiante y para ACS.

Probico www.probicosl.com/html/calefacciongeotermica.html

Solarista Giordano www.solaristes.com

Ayudas a la instalación de energías renovables

- A nivel nacional: Línea de financiación ICO-IDAE para proyectos de energías renovables y eficiencia energética. www.idae.es
- A nivel autonómico: La práctica totalidad de las CCAA tienen sus propias líneas de financiación para el fomento de energías renovables a través de Fondos Europeos.



La gestión de los residuos de construcción y demolición

Como ya hemos señalado, en Europa el 40% de los residuos son generados por la industria de la construcción. Hasta ahora el destino habitual de los denominados Residuos de Construcción y Demolición (RCD) eran los vertederos o escombreras. El progresivo colapso de estos espacios, unido a la dificultad que encuentran los municipios para habilitar nuevos vertederos, hace que el tema de los RCD haya sufrido una cierta convulsión en los últimos tiempos. Así, en el año 2001 se publicó el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) 2001-2006, donde se establecen las bases para una gestión más sostenible de los RCD. Básicamente, sus objetivos son:

- Una gestión basada en el principio de jerarquía donde se trata, en este orden, de prevenir, reutilizar, reciclar, valorizar energéticamente y, por último, depositar en vertedero.
- Respetar el principio de proximidad, ya que dado el elevado peso y volumen de los RCD, el gasto en transporte es muy gravoso. Así, las plantas de tratamiento previstas se ubicarán en un radio de 25 km.
- Articular un sistema que obligue a constructores y a colegios profesionales competentes a incluir en proyecto la adecuada gestión de los RCD.
- Creación de una red de infraestructuras para el reciclaje de RCD.

Cuadro 7: Objetivos del Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) 2001-2006

• Recogida controlada y correcta gestión	90%	2006
• Reducción de RCD	10%	2006
• Reciclaje o reutilización	40%	2005
	60%	2006
• Adaptación vertederos a la nueva Directiva Europea de Vertederos		2005
• Clausura y restauración ambiental de los vertederos no adaptables		2006

En paralelo a la entrada en vigor del Plan Nacional de RCD y ante las evidentes implicaciones en el sector, los cánones de vertido se incrementan de forma exponencial, sobre todo en el caso de residuos donde se mezclan inertes con peligrosos.

El impacto de los RCD en nuestro medio ambiente, la necesidad de avanzar hacia una construcción que ahorre recursos, hace imprescindible acometer las actuaciones precisas para avanzar hacia los objetivos del Plan Nacional de RCD.

Los Residuos de Construcción y Demolición (RCD)

Los RCD se producen en tres fases del «ciclo de vida» de cualquier construcción; en la **excavación**, en la **construcción** y en el **derribo**.

En la excavación, lo fundamental es minimizar el volumen de tierras generado mediante una adecuada programación y control de las excavaciones y rellenos.

La construcción genera en Europa el 40% de los residuos >

Los RCD generados en la construcción y el derribo varían en función del modelo constructivo utilizado y de la forma de llevar a cabo el derribo. Así, la construcción tradicional emplea mayoritariamente materiales de naturaleza pétreo 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 cons-



trucción industrializada emplea menos volumen y mayor variedad de materiales, con mayores posibilidades de valorización. Del mismo modo, un derribo intensivo provocará mayor cantidad de RCD que un sistema que fomente la separación y recuperación.

En definitiva, el objetivo en materia de RCD se centra en intentar minimizarlos y en el caso de existir buscar su reutilización o reciclaje, la llamada valorización económica. Para ello, y como con cualquier otro tipo de residuo, lo esencial es la recogida selectiva. En principio, la mayoría de los RCD son inertes y por tanto no peligrosos.

El proyecto y la construcción de los edificios deberían tomar en consideración que la posterior demolición permita recuperar los residuos valorizables, la denominada deconstrucción.

Cuadro 8: Clasificación de los RCD

Inertes	Piedras naturales: gres, pizarra, arcilla, mármol, granito, etc.
	Productos manufacturados: cal, hormigón, piedra artificial, morteros, etc.
	Materiales originados en la excavación.
	Cerámicos: porcelana, arcilla, refractarios.
	Yesos y escayolas.
	Vidrios.
	Lanas minerales: de vidrio, de roca, de escorias, etc.
Banales	Hormigón celular.
	Yesos y escayolas.
	Metales.
	Vidrio.
	Madera.
	Asfaltos y bituminosos.
	Fibras orgánicas.
	Productos de síntesis como la silicona.
	Plásticos como el polipropileno y la melamina.
	Materiales adhesivos.
	Selladoras y material para juntas.
Ferretería y cerrajería.	
Accesorios para pinturas.	
Especiales	Originados en el proceso de construcción: soldadura, juntas (betunes y amianto), antioxidantes, pinturas y barnices, productos químicos diversos y lodos para perforaciones.
	Originados en el proceso de demolición: amianto y hollines.
	Originados en ambos procesos: metales, madera tratada e hidrocarburos.

Los residuos inertes, a menudo, se eliminan en vertedero. Al ser, en su mayoría, de origen pétreo pueden ser reciclados para la obtención de áridos.

Los residuos banales, por su composición, pueden ser gestionados de igual manera que el resto de los residuos sólidos urbanos.

La mayoría de los residuos de construcción son inertes o banales, muy pocos son potencialmente peligrosos para la salud. Debe evitarse su uso o garantizar su fácil recuperación. El tratamiento de estos residuos se basa en la recuperación selectiva para su tratamiento específico o deposición en vertederos especiales.

La gestión de los residuos de construcción

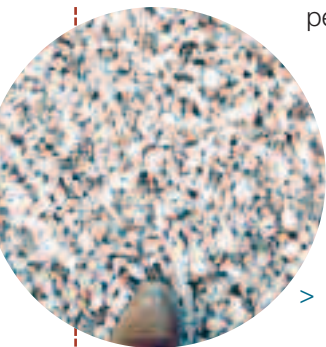
Una de las labores básicas que garantizan el posterior éxito de todo el proceso es la separación y recogida selectiva de los residuos. La finalidad de estas operaciones será el facilitar el reciclaje y la reutilización de los residuos. Una vez realizada la separación se procede a señalar aquellos que son valorizables e incorporables al circuito de reciclaje; de aquellos que no lo son, que se envían a vertedero. Los residuos especiales se envían a vertederos especiales siempre que no puedan ser reciclados.

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.

Materiales reciclables

Pétreos	Pueden machacarse para fabricar áridos o como relleno.
Metales	La chatarra permite su fusión en otros metales.
Plásticos	Requieren una separación muy rigurosa. Reciclaje muy complejo.
Maderas	Triturarse para tableros aglomerados o usarse como biomasa.
Asfaltos y cauchos	Pueden utilizarse en pavimentos de carreteras.

La forma más beneficiosa, por sus evidentes ventajas ambientales y económicas, de valorización de los residuos es la reutilización. Consiste en recu-



perar elementos constructivos completos reutilizables con las mínimas transformaciones. Su éxito dependerá del estado de conservación del elemento y de las dimensiones del mismo (valores modulares). Los productos empleados en construcción podrán ser originados en otras actividades industriales, así a partir de chapas de acero procedentes de la industria del automóvil se obtienen tableros metálicos para ejecutar techos.

> Árido reciclado

Materiales reutilizables

Estructura	Vigas y pilares, cerchas y elementos prefabricados.
Fachada	Puertas, ventanas y revestimientos prefabricados.
Cubierta	Tejas, estructuras ligeras, soleras prefabricadas, lucernarios, clara-boyas y chapas.
Partición interior	Mamparas, tabiques móviles, barandillas, puertas y ventanas.
Acabado interior	Falsos techos, pavimentos sobrepuestos, flotantes, revestimientos verticales en zonas húmedas, decoración, perfiles y piezas de acabado.
Instalaciones	Maquinaria de acondicionamiento térmico, radiadores, mobiliario de cocina.

Dentro de la gestión de los RCD parece fundamental incorporar criterios de construcción encaminados a minimizar los residuos y fomentar el empleo de materiales que originen residuos fácilmente valorizables. Así, entendemos por deconstrucción el conjunto de acciones de desmantelamiento de una edificación que hacen posible un alto nivel de recuperación de materiales. El desarrollo de la deconstrucción se asemeja más a una construcción al revés que a un derribo tradicional.

Acciones selectivas	Recuperación de elementos arquitectónicos reutilizables.
	Recuperación de materiales contaminantes.
	Recuperación de materiales reciclables no pétreos.
Acciones intensivas	Recuperación de materiales reciclables de origen pétreo.

Los nuevos edificios han de ser proyectados para ser deconstruidos, no demolidos. Así, se emplearán falsos techos, suelos flotantes, se evitarán canalizaciones de servicios empotrados, etc.

Los reciclados. Posibilidades de reutilización

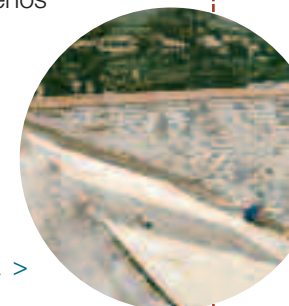
En principio, todos los RCD son potencialmente reciclables, salvo los especiales que requieren un tratamiento específico. En la práctica, tan solo se reciclan aquellos que existe una red que pone en el mercado estos productos, aquellos donde el productor del residuo y el usuario de la materia prima están en contacto. Los residuos producidos en el proceso de fabricación son más fácilmente reciclables que los originados en la demolición.

• Materiales cerámicos

Los materiales cerámicos son materiales muy inertes y estables por lo que son altamente reciclables. Los residuos generados en las diferentes fases de producción del material pueden reincorporarse al circuito de preparación de la materia prima. En general, los residuos de obra de fábrica van a vertedero, aunque podrían ser machacados y empleados en rellenos en firmes de carretera o en la fabricación de hormigones.

Entre los cerámicos destacan una serie de materiales como la teja vieja, muy demandada para su reutilización; la baldosa antigua o artística, recuperada tras un proceso muy complicado y caro, y los sanitarios que pueden recuperarse en piezas completas.

Recuperando teja cerámica vieja >



• Hormigones

En el hormigón en masa los residuos que se originan en el lavado de la amasadora, poco significativos, no se reciclan, aunque debe controlarse dónde se vierten. El hormigón que vuelve a la central en el camión se lava y deposita en una fosa de decantación.

Los residuos generados en la fabricación de elementos prefabricados en serie en taller pueden emplearse como relleno en firmes o canteras.

Los residuos procedentes de derribo pueden ser reciclados como árido para hormigones en masa o armado o para relleno. El proceso lo complica la separación de las armaduras.

• **Yesos**

Para los enyesados no existen técnicas para separar el yeso de la obra de fábrica usada como soporte. En el caso de las placas de cartón-yeso es necesario proceder a la separación de sus dos componentes. A partir de entonces el yeso vuelve al horno y el cartón se envía a la industria papelera.

• **Aislamiento a base de fibras minerales**

Los residuos generados en la puesta en obra y en el derribo se envían a vertedero. Pueden usarse para la fabricación de nuevo material, para lo cual deben ser residuos homogéneos, evitando láminas de aluminio o cartón-yeso adherido.

> Aislamiento con fibras naturales y artificiales

• **Vidrio**

El reciclado del vidrio, tanto el procedente del proceso de fabricación como de la puesta en obra, es muy sencillo mediante la fusión del vidrio. Al no existir circuitos de reciclaje acostumbran a terminar en vertedero. Los vidrios de color y los compuestos de varias hojas son más difíciles de reciclar.

• **Madera**

Los residuos procedentes de la madera son fácilmente reciclables o valorizables. A través de la reutilización de piezas completas, tan sólo los elementos de sección elevada y buena calidad; del reciclaje en forma de tableros y del aprovechamiento energético como biomasa. Los tratamientos de la madera son potencialmente peligrosos para la salud en el caso de su incineración.

> Residuos de madera empleados con biomasa

• **Metales**

Los metales representan el ejemplo más notorio de recuperación de material para su transformación en metal nuevo, consolidando un circuito de transformación del material. Por su ubicación en obra los residuos son fácilmente separables de otros elementos. Una de las razones que explican la creación del circuito de transformación es el mayor coste de fabricación del metal a partir de su materia prima.

• **Plásticos**

La principal característica de los plásticos, su elevada durabilidad, hace que la cantidad de residuos sea pequeña. Aunque técnicamente es posible, los únicos plásticos que se reciclan son los PVC, los poliestirenos y los procedentes del embalaje. La incineración es altamente desaconsejable por la emisión de contaminantes muy nocivos, en especial dioxinas y furanos.

La empresa Tecnología y Reciclado (www.reciclado-rcd.com) posee una planta de tratamiento de RCD donde admite una serie de residuos:

Hormigón	Hormigón en masa, armado, prefabricados, etc.
Suelos y piedras	Áridos, terrazos, granito, mármol, etc.
Cerámicos	Fábrica de ladrillo, tejas, rasillones, bloques, etc.
Asfalto	Capas de rodadura, etc.
RCD mezclados	Madera, plásticos, papel, cableado eléctrico, etc.

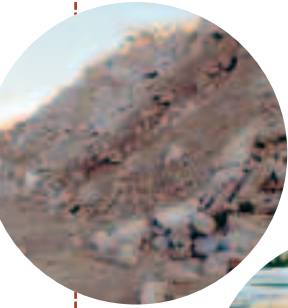
En su planta, estos RCD son tratados produciendo una serie de productos que son comercializados:

Zahorra	0-40	Bases y subbases
Precibado todo	0-30	
	0-40	Rellenos
Morro tipo 2	40-80	Encachados
Árido reciclado tipo 2		
RCD > 90% hormigón	0-4	
	4-20	
	20-40	Morteros, hormigones y prefabricados
Árido reciclado tipo 1		
RCD > 90% cerámico	0-4	
	4-20	
	20-40	Jardinería, cubiertas y aplicaciones deportivas
Recuperación de hierro-acero y productos mixtos para su reciclado		

> Escombrera en instalaciones de TEC-REC

La empresa **AUSA Ecosite** (www.ausa.com) presta una serie de servicios de gestión integral de RCD dentro de la obra; en primer lugar identifica los gestores y valorizadores externos, a continuación implanta en obra un sistema de clasificación en origen y por último aporta los medios especializados para llevarlo a cabo.

> Gestionando los recursos



Parte III. Es hora de ponerlo en práctica

Buenas prácticas. Algunos ejemplos de construcción sostenible

En este capítulo hemos seleccionado algunas de las construcciones sostenibles más interesantes que se han realizado en los últimos años. Esta modesta selección pretende recoger desde el prototipo a la vivienda unifamiliar, al bloque de viviendas y al edificio de oficinas, sin olvidar la imprescindible rehabilitación de viviendas con criterios de sostenibilidad. Teniendo muy presente que no están todas y que por supuesto nuestra selección es discutible.

El prototipo. La Caja Mágica (The Magic Box)

La Universidad Politécnica de Madrid ha sido seleccionada para participar en el Concurso Internacional «Solar Decathlon». Concurso dirigido a universidades, pretende, a través del diseño y construcción de una vivienda de 70 m² alimentada en exclusiva con energía solar y con unas necesidades propias de nuestros días, conciliar las buenas prácticas arquitectónicas con el uso racional de la energía.

La Caja Mágica en construcción >

El edificio debe construirse en Washington en octubre de 2005; en la actualidad está ejecutándose en la explanada junto a la ETSI de Agrónomos.



La denominada Caja Mágica se basa en tres principios; por un lado la calidad de vida (calidad del aire, confort térmico, humedad y temperatura interior), por otro la minimización de las necesidades energéticas mediante la aplicación de los principios del diseño bioclimático y el uso de tecnologías para la producción de electricidad y agua caliente sanitaria. Y por último, el uso de las tecnologías de la información para el mantenimiento de las variables de confort.

El diseño bioclimático se basa en la captación de energía mediante grandes superficies acristaladas orientadas al sur, en la distribución de la radiación captada desde la fachada captadora hasta el otro extremo de la vivienda por convección natural y la acumulación energética.

Los elementos más interesantes de la Caja Mágica son la cubierta fotovoltaica, el patio-jardín, la cubierta ecológica, colectores térmicos de vacío y la fachada cerámica ventilada. Conseguir todo esto en 70 m² puede resultar mágico y dando nombre a su apelativo de Magic Box parte del edificio se desplaza descubriendo un patio interior. La configuración compacta ideal para invierno y la extendida para verano.

Entre los autores del proyecto, el Instituto de Energía Solar y el Centro de Domótica Integral de la ETSI de Telecomunicaciones y el Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas de la ETS de Arquitectura, destacar a Javier Neila González y César Bedoya Frutos. www.solardecathlon.upm.es

El edificio de investigación y trabajo. La sede del Centro Nacional de Energías Renovables (CENER)

El edificio sede del CENER se halla frente a la futura ciudad ecológica de Sarriguren en Navarra, ocupando una superficie construida de 5.000 m².

El edificio se orienta según el eje este-oeste buscando la integración con el entorno. El CENER representa un ejemplo de complejos artefactos de diseño bioclimático. En invierno, las condiciones climáticas precisan aprovechar al máximo la radiación solar, captándola a través de galerías-invernadero y almacenándola en muros de gran inercia térmica. Asimismo, se hace hin-

capié en la necesidad de fomentar la ventilación natural cruzada en las galerías-invernaderos.

En verano, por el contrario, es necesario protegerse del sol y para evitar sobrecalentamientos se instalan en la fachada sur unos toldos automáticos, además de ejecutar una cubierta vegetal y una mejora sustancial del aislamiento térmico.

El edificio trata de optimizar sus funciones mediante un complejo sistema de regulación y control.

Como edificio sede del Centro Nacional de Energías Renovables plantean una serie de estrategias activas de aprovechamiento solar. La fachada sur está formada por una celosía de paneles fotovoltaicos. En la cubierta se han ubicado 240 m² de colectores solares de vacío para calefacción mediante suelo radiante y fan-coils, y refrigerado con una máquina de absorción.



Edificio CENER >

Los autores del proyecto son César Luis Larrea, Antonio Gutiérrez y Luis Miquel.

La rehabilitación de bloques de viviendas. Proyecto Regen-Link para la rehabilitación de dos edificios en el barrio de San Cristóbal de los Ángeles

A través del Proyecto europeo Regen-Link, la Empresa Municipal de la Vivienda de Madrid selecciona dos bloques de viviendas en un barrio de Madrid que presentan serias deficiencias estructurales y de cimentación, así como de aislamiento. La actuación a llevar a cabo pretende derribar uno de los edificios y construir en su huella uno de nueva planta, procediendo a la rehabilitación constructiva y energética del otro.

El edificio de nueva construcción presenta una serie de galerías de climatización cuya función es conseguir maximizar la captación solar en invierno y

protegerse del sol en verano. Para conseguir la refrigeración natural en verano el edificio cuenta con unas chimeneas de refrigeración solar.

Asimismo, una instalación solar térmica contribuye a cubrir el 70% de las necesidades de agua caliente sanitaria. Cada una de las viviendas tiene un sistema de telegestión mediante contador de termias para así poder controlar el consumo de forma independiente.



Las principales actuaciones llevadas a cabo en el edificio a rehabilitar se centran en la mejora de la inercia térmica y aislamiento de las fachadas, a través de una fachada ventilada superpuesta a la existente. Asimismo, se instalan protecciones solares verticales, sistemas de calefacción y ACS centralizada y paneles solares térmicos en cubierta.

> Chimenea solar

Otro de los aspectos a desarrollar ha sido la mejora de la accesibilidad con la instalación de sendos ascensores.

Las autoras del proyecto son Margarita de Luxán García de Diego, una de las principales referencias en esto de la construcción sostenible, y Gloria Gómez Muñoz.

Los bloques de viviendas. Actuación Integrada de Alta Eficiencia Energética y Adecuación Ambiental «Oeste de San Fermín»

A finales de los años 90, la Empresa Municipal de la Vivienda de Madrid promovió un concurso para la construcción de tres bloques de viviendas de las más habituales en nuestras ciudades; el bloque lineal formando manzana y el bloque en «U». Los edificios deberían basarse en criterios ambientales y de eficiencia energética. El hecho de tratarse de tres bloques permite llevar a cabo una estrategia comparada para la realización de nuevas promociones.

Las características de los tres edificios pueden compararse en el cuadro que se acompaña.

Cuadro 9: Análisis comparativo de los tres edificios premiados «Oeste de San Fermín»

Componentes	Parcela 5	Parcela 12	Parcela 15
FACHADA	Termoarcilla	Prefabricada	Ventilada
SOLEAMIENTO			
– Galerías	SÍ	SÍ	NO
– Parasoles	SÍ	SÍ	SÍ
Inercia térmica interior	Fachadas y forjados	Fachadas y forjados	Tabiquería y forjados
VENTILACIÓN			
– Convencional	NO	NO	NO
– Cruzada	SÍ	SÍ	SÍ
– Patio	NO	SÍ	NO
– Mecánica	NO	SÍ	NO
– Chimeneas	SÍ	SÍ	SÍ
CARPINTERÍA	Doble fachada norte, resto rotura puente térmico	Rotura puente térmico	Rotura puente térmico
INSTALACIONES			
– Centralizada	SÍ	SÍ	SÍ
– ACS solar	SÍ	SÍ	SÍ
– Radiadores	SÍ	SÍ	NO
– Suelo radiante	NO	NO	SÍ
ILUMINACIÓN			
Bajo consumo en zonas comunes	SÍ	SÍ	SÍ
Bajo consumo en ascensores	SÍ	SÍ	SÍ
DOMÓTICA			
– Regulación ACS	SÍ	SÍ	SÍ
– Consumo individual	SÍ	SÍ	SÍ
CUBIERTA			
– Grifería bajo consumo	SÍ	SÍ	SÍ
– Cisternas 2 descargas		SÍ	SÍ
– Cubierta aljibe		NO	NO
Cubierta vegetal-ecológica	SÍ (garaje)	NO	NO



> De izquierda a derecha, parcelas 15, 12 y 6

Los ganadores del concurso son: Parcela 5, Guillermo Yáñez; Parcela 12, Fernando Maniá, y Parcela 15, Mario Muelas y Agustín Mateo de Arquitectos Urbanistas e Ingenieros Asociados, AUIA. www.auia.es.

El urbanismo sostenible. La ciudad bioclimática de Sarriguren

La Ecociudad de Sarriguren, promovida por el Gobierno de Navarra, pretende crear un área residencial basada en el concepto de desarrollo sostenible, para ello contará con más de 4.500 viviendas, de las que el 93% serán protegidas.

Con más del 66% de su territorio libre de coches se apuesta por el desplazamiento peatonal, el 47% del sistema viario será exclusivo para el peatón y en bicicleta, con 6,5 km de carril bici. Asimismo se pretende que la vegetación cumpla un importante papel con la plantación de más de 4.000 unidades.

En la ejecución de la Ecociudad se ha desarrollado un método que determina una serie de baremos de ahorro energético, integración de energías renovables y construcción sana, la llamada Matriz Bioclimática.



> Viviendas VITRA en la Ecociudad de Sarriguren, cooperativa por iniciativa de CC.OO.

Cuadro 10: Aspectos desarrollados en Sarriguren para una construcción sostenible

AHORRO ENERGÉTICO	Ahorro de combustible	Invierno	Captación solar Protección viento
		Verano	Protección soleamiento Aprovechamiento brisas
Ahorro de electricidad		Áreas verdes	
		Transporte público y peatonal	
		Iluminación natural	
		Alumbrado bajo consumo urbanización	
Ahorro de agua		Domótica	
		Reutilización aguas grises y de lluvia	
		Tratamiento local de saneamiento	
INTEGRACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	Pasivas		Ventanales a sur
			Plantaciones hoja caduca
	Activas		Paneles solares térmicos
			Paneles fotovoltaicos
			Molinos eólicos
	Otras		Biomasa
		Biogás	
		Hidráulica	

El proyecto de la ciudad de Sarriguren ha sido elaborado por Taller de Ideas. www.fundacion-metropoli.org.

Interesante también es la sede de la Fundación Metròpoli. Ubicada en el municipio de Alcobendas aúna un diseño que optimiza las condiciones climáticas y un aprovechamiento solar mediante colectores solares térmicos de vacío y una fachada que integra módulos fotovoltaicos. Con unos avanzados sistemas de regulación y control representa un buen ejemplo para edificios de oficinas.

El edificio de oficinas. Edificio Trasluz

El edificio Trasluz recoge el reto de construir edificios de oficinas sostenibles, reto en cuanto las condiciones de ocupación no siempre son las mejores, reto en cuanto el concienciado ciudadano no siempre reproduce los mismos esquemas en el lugar de trabajo. Ubicado en la zona de Madrid próxima a Arturo Soria, cuenta con más de 6.500 m² de superficie construida, mediante un edificio en forma de T de 8 plantas la zona central y 5 las laterales. Esto nos da idea de que nos encontramos ante un edificio de considerables dimensiones.



Sus principales características son la búsqueda de la adaptación al clima existente mediante un diseño bioclimático que persiga el aprovechamiento solar pasivo en invierno y la protección y refrigeración natural en verano. Para ello dispone de dos herramientas clave; una fachada ventilada con estructura de madera, 10 cm de aislamiento y acabado exterior de pizarra, y un forjado de elevada inercia térmica de losa alveolar. Para la protección solar cuenta con unos complejos parasoles móviles en la orientación este-oeste y fijos en la sur.

> Edificio Trasluz

Asimismo dispone de 204 m² de colectores térmicos de vacío, que contribuyen a la refrigeración mediante máquina de absorción, y paneles fotovoltaicos de 20 kW pico.

La distribución diáfana fomenta la transformabilidad del espacio de uso. Todo ello permite ahorros de energía estimados en un 40% en comparación con un edificio de oficinas convencional.

Trasluz es obra de Carlos Expósito Mora y Emilio Miguel Mitre de Arquitectura, Energía y Medio Ambiente, ALIA. www.alia-es.com.

La protección y la adaptación al entorno. 40 viviendas en la finca Fuenterroca. Collado Mediano

La finca Fuenterroca es un ejemplo de la construcción de viviendas en un espacio de interés ambiental donde la protección y la adaptación al entorno articulan todas las actuaciones. Además, y como no debería ser de otra forma, estas viviendas incorporan múltiples criterios de sostenibilidad.

REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA

Diseño de los edificios con criterios bioclimáticos

Aprovechamiento directo de la energía solar con sistemas pasivos

Ventilación y refrigeración natural

Reducción de pérdidas/ganancias térmicas. Aislamiento

Aumento de la inercia térmica

Sustitución de energías convencionales por renovables

Aumento de la eficiencia energética de las instalaciones

REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA

REDUCCIÓN DEL IMPACTO DE LOS RESIDUOS

REDUCCIÓN DEL IMPACTO DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

Edificio Fuenterroca >

Como decíamos, la principal característica de estas viviendas sería el objetivo de reducir el impacto de las edificaciones sobre el entorno natural. Debido a que la finca Fuenterroca se asienta sobre un entorno de riqueza ambiental, la mayoría de las medidas adoptadas han tenido como objetivo la protección del arbolado existente. Entre las múltiples pequeñas acciones podemos destacar: la modificación del planeamiento vigente para proteger el arbolado existente, la integración de los edificios del lugar adecuando la volumetría general a la topogra-



fía existente, minimización del impacto de la urbanización y diversificación de las tipologías de viviendas para adaptarse al arbolado, delimitación de un área de protección del arbolado y un área de regeneración. Todas estas medidas se traducen en una urbanización que no sólo reproduce el esquema de viviendas bioclimáticas, sostenibles, sino que además presta especial importancia a la adaptación al entorno, suponiendo un valor añadido para este tipo de viviendas.

El equipo que ha desarrollado este proyecto está formado por Luis Miquel, Raúl Neistat y David Miquel.

Otros proyectos de interés

- La residencia de diseño bioclimático del Proyecto Hombre en Zaragoza.
- La ciudad ecológica de Kronsberg en la ciudad alemana de Hannover.
- La EMV de Madrid ha construido 139 viviendas en el Ensanche de Vallecas dentro del proyecto Sunrise.
- Las 25 viviendas bioclimáticas construidas en Tenerife por parte del Cabildo y el Instituto Tecnológico de Energías Renovables (ITER).
- La futura ciudad ecológica de Bernuy de Porreros (Segovia) contará con 250 viviendas.
- El muy interesante Centro de Información y Educación Ambiental del Parque Regional del Sureste «El Campillo» ubicado en Rivas-Vaciamadrid.
- El proyecto piloto FUJY «Arquitectura por naturaleza» de vivienda unifamiliar sostenible situada en El Escorial (Madrid).
- La Escuela de Ingenieros de Sevilla basada en el diseño pasivo aprovechando el soleamiento y la iluminación natural.



Edificio Fujy >

Bibliografía seleccionada

A medida que nos adentramos en los vericuetos de la construcción sostenible comprobamos que el constructor sostenible cual «hombre del renacimiento», aún conformando equipos multidisciplinares, requiere tener conocimientos de multitud de disciplinas.

Para poder tomar contacto con esa documentación, que existe en cantidad, y pasar a emplearla en nuestra práctica cotidiana se acompaña una selección de algunos de los libros y revistas que podemos encontrar.

- *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible*. F. Javier Neila González. Editorial Munilla-Leira. 2004.
Repaso técnico y muy exhaustivo sobre los conceptos de la arquitectura bioclimática, tales como inercia térmica, refrigeración natural, estrategias de verano, de invierno, etc. Sin duda, uno de los mejores libros sobre bioclimática en castellano.
- *Arquitectura ecológica. 29 ejemplos europeos*. Dominique Gauzin-Müller. Editorial Gustavo Gili. 2003.
Análisis detallado de 23 edificios ecológicos contemporáneos. Estudia todas las tipologías posibles en una amplia variedad de países europeos: viviendas unifamiliares, edificios de viviendas, guarderías, escuelas, oficinas, aparcamientos, etc. Partiendo de la premisa que ninguna construcción ecológica resulta eficiente si no forma parte de una planificación urbana acorde, se incluyen seis ejemplos de ciudades europeas que aplican un urbanismo sostenible: Mäder, Rennes, Friburgo, Stuttgart, Amsterdam y Helsinki.

- **Arquitectura solar: aspectos pasivos, bioclimatismo e iluminación natural.** Guillermo Yáñez. Ed. MOPU. 1988.
Imprescindible recorrido por los fundamentos del bioclimatismo y de la iluminación natural por uno de los padres del tema.
- **Arquitectura solar para climas cálidos.** Alfonso Sevilla. Ed. Geohabitat. 2000.
Manual sencillo donde se recogen los principios de diseño y los sistemas de aprovechamiento solar pasivos particularizados para climas cálidos.
- **Arquitectura sostenible y aprovechamiento solar: diseño arquitectónico integral, preservación del medio ambiente y ahorro energético.** M^a Jesús González Díaz. Ed. SAPT Publicaciones Técnicas. 2004.
Estructurado en cuatro capítulos: el sol, el agua, el aire y la tierra, repasa todos los aspectos a tener en cuenta en la denominada construcción sostenible.
- **Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas.** Víctor Olgyay. Ed. Gustavo Gili.
Auténtico clásico de la arquitectura bioclimática, publicado por primera vez en la década de los años 50 en Estados Unidos. Analiza las relaciones entre los edificios y el medio natural que los envuelve. Se estructura en dos partes: la relación existente entre el clima y el ser humano y la aplicación del clima en la arquitectura y el urbanismo.
- **Arquitectura y climas.** Rafael Serra. Ed. Gustavo Gili.
Partiendo de un análisis de la variedad y complejidad de las variables climáticas, se nos muestran las herramientas que, desde la construcción, persiguen conseguir un cierto grado de confortabilidad en los edificios.
- **Arquitectura y entorno. El diseño de la construcción sostenible.** David Lloyd Jones. Ed. Blume. 2002.
El autor selecciona y analiza 44 ejemplos de construcción sostenible: el edificio, la casa, el complejo arquitectónico, el pabellón, la metrópoli y la torre.

- **Ecourbanismo. Entornos urbanos sostenibles: 60 proyectos.** Miguel Ruano. Ed. Gustavo Gili. 2000.
Este libro presenta, de forma sencilla, 60 ejemplos de urbanismo sostenible, representativos de lo que puede considerarse como lo mejor en la disciplina. Los autores de los proyectos abarcan desde pioneros como Sergio Los o Lucien Kroll hasta profesionales de prestigio internacional como Norman Foster, Richard Rogers o Renzo Piano.
- **Guía de bioconstrucción sobre materiales y técnicas constructivas saludables y de bajo impacto ambiental.** Camilo Rodríguez Lledó. Ed. Mandala. 1999.
Análisis de materiales y técnicas constructivas desde la perspectiva de la sostenibilidad. Incluye un directorio comercial, así como la descripción de sistemas y detalles constructivos.
- **Guía de la edificación sostenible: calidad energética y medioambiental en edificación.** Joseph Lluís Rovira Fontanals et al. Ed. Institut Cerdà, Ministerio de Fomento e IDAE. 1999.
Destaca la determinación de un sistema de preferencia ambiental de los materiales y las técnicas constructivas más empleadas.
- **La enseñanza de la arquitectura y del medio ambiente.** Natividad Casado et al. Ed. COAC Demarcación de Barcelona. 1997.
Análisis exhaustivo de los materiales de construcción, sistemas constructivos, sistemas pasivos e instalaciones, así como un interesante ACV comparativo de cuatro tipologías constructivas, desde la tradicional a la moderna de acero y vidrio.
- **Naturaleza y ciudad. Planificación urbana y procesos ecológicos.** Michael Hough. Ed. Gustavo Gili.
Aportación interesante al estudio del diseño urbano y su desarrollo en busca de una ciudad económica, ecológica y socialmente más sostenible.
- **Proyectar con la naturaleza. Bases ecológicas para el proyecto arquitectónico.** Ken Yeang. Ed. Gustavo Gili.
La preocupación por la sostenibilidad ha llevado al gremio de los arquitectos a adoptar una actitud más responsable a la hora de seleccionar materiales y sistemas constructivos. El autor incluye en el diseño arquitectónico el concepto de ecosistema analizando el impacto ambiental de las construcciones.

- *El rascacielos ecológico*. Ken Yeang. Ed. Gustavo Gili.
Ante el debate de considerar edificios a gran escala como potencialmente sostenibles, el autor plantea la posibilidad de construir rascacielos de forma ecológica.
- *Sol Power. La evolución de la arquitectura sostenible*. Sophia Behling, Stephan Behling. Ed. Gustavo Gili.
Los autores analizan como los edificios, a lo largo de la historia, han sido proyectados teniendo en cuenta el máximo aprovechamiento solar. Además realiza una decidida apuesta por el uso de las energías renovables en edificación.

Páginas web

En la actualidad existen multitud de páginas web donde podemos encontrar información muy interesante sobre construcción y sostenibilidad. Hablar de Internet es disponer de información que excede lo local para poder consultar ingentes cantidades de documentos y material vario.

A continuación os referimos algunas de las páginas que nos parecen más interesantes y que merecen una visita.

- **www.csostenible.net** Agenda de la Construcción Sostenible
Página de extraordinario interés elaborada por el Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Barcelona, la Escuela Técnica Superior de Arquitectura del Vallés, la Asociación de Estudios Geobiológicos (GEA) y el Instituto Cerdá. Cuenta con diferentes apartados entre los que destacan el planeamiento urbanístico, los materiales, los residuos, la energía...
- **www.e-sostenible.com**
Página elaborada por el Ministerio de Vivienda y el Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España y con la colaboración de AUIA, el CSIC y el Instituto Eduardo Torroja. Su objetivo es el desarrollo y difusión de la edificación sostenible en nuestro país.
- **http://habitat.ap.upm.es** Biblioteca Ciudades para un futuro más sostenible
Promovida desde el Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid contiene variada información más centrada en temas de urbanismo sostenible.

- **www.gea-es.org** Fundación GEA
La Fundación GEA destinada al estudio de la bioconstrucción, permacultura, energías renovables, etc. En su página encontrarás información sobre sus cursos de formación, sus publicaciones, etc.
- **www.coac.net/mediambient/Life/life.htm** Formación de técnicos en medio ambiente y edificación
Trabajo esencial que ofrece información sobre diferentes aspectos relacionados con la construcción sostenible. Materiales, criterios de diseño, elementos constructivos, energía, análisis de ciclo de vida, etc.
- **www.iclei.org** Consejo Internacional para las Iniciativas Ambientales Locales (ICLEI)
Asociación de gobiernos municipales de todo el mundo que persigue, a través de un entramado en red, mejorar las condiciones ambientales globales.
- **www.energias-renovables.com**
Magnífica revista de difusión electrónica especializada en ahorro energético y energías renovables.
- **www.idae.es** Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético (IDAE)
Página absolutamente esencial para profundizar en el conocimiento de las energías renovables. Adscrito al Ministerio de Industria y Energía, promueve la eficiencia energética, el uso racional de la energía y la promoción de las energías renovables.
- **www.ciemat.es** Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)
El CIEMAT es un organismo adscrito al Ministerio de Industria y Energía destinado a la investigación y al desarrollo de proyectos encaminados a la mejora de los sistemas de generación de energía y de uso de los recursos.
- **www.censolar.es** Centro de Estudios de la Energía Solar (CENSOLAR)
CENSOLAR es un centro de formación en energía solar térmica y fotovoltaica. Sus cursos a distancia son todo un clásico.
- **www.fundacion-metropoli.org** Fundación Metrópoli
La Fundación Metrópoli se dedica a la investigación y divulgación de aspectos relacionados con el urbanismo sostenible.

- **www.iter.rcanaria.es** Instituto Tecnológico y de Energías Renovables (ITER)
El ITER desarrolla trabajos de investigación y desarrollo tecnológico relacionados con el uso y aplicación de las energías renovables.
- **www.mtas.es/insht/osha** Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales
Página que desarrolla aspectos sobre la calidad ambiental del aire en el interior de los edificios.
- **www.aenor.es/certifica.htm** Asociación Española de Normalización y Certificación
AENOR promueve la etiqueta ecológica para los materiales, entre otros de construcción, denominada AENOR-Medio Ambiente. De carácter voluntario se basa en el análisis de ciclo de vida del material.
- **www.fscoax.org** Forest Stewardship Council (FSC)
El sello FSC promueve la gestión forestal sostenible, ambientalmente aceptable, socialmente beneficiosa y económicamente viable.

Asimismo, prácticamente todas las empresas que comercializan materiales o sistemas constructivos sostenibles poseen su propia página comercial. En el directorio de materiales ecológicos aparece gran cantidad de direcciones en la red.

Entre las revistas a seguir la pista tenemos:

- Eco Habitar **www.ecohabitar.org**
- Eco Rehabitar **www.rehabitar.org**
- Era Solar **www.erasolar.es**
- Gea **www.gea-es.org**
- Rehabitar **www.gea-es.org/rehabitar**
- Energías renovables **www.energias-renovables.com**

Ayudas y subvenciones

Las principales ayudas, a las que podemos acogernos en lo referente a la construcción y la sostenibilidad, hacen referencia al fomento de las energías renovables y a la mejora de la eficiencia energética.

Línea de financiación ICO-IDAE para proyectos de Energías Renovables y Eficiencia Energética

¿Quién la promueve?

El Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético (IDAE) y el Instituto de Crédito Oficial (ICO), ambos adscritos al Ministerio de Economía.

¿Qué pretende?

El Plan de Fomento de las Energías Renovables para el período 2000-2010 persigue que, para el 2010, el 12% de la energía primaria que se consuma en España se realice con energías renovables. Para ello establece una serie de actuaciones entre las que destacan las ayudas públicas.

¿Quién puede beneficiarse?

Todas las personas físicas o jurídicas de naturaleza pública o privada.

¿Qué proyectos pueden financiarse?

- Eficiencia energética
 - Ahorro energético.
 - Sustitución en la industria.
 - Eficiencia energética en edificios.
 - Eficiencia energética en alumbrado público.

- Energías renovables
 - Eólica de autoconsumo inferior a 4 MW.
 - Biomasa.
 - Minihidráulica inferior a 1 MW.
 - Solar térmica, fotovoltaica y termoeléctrica.
 - Aprovechamiento energético del biogás.
 - Valorización energética de residuos.

¿Qué puede financiarse?

Activos fijos nuevos destinados al aprovechamiento de las energías renovables o a la mejora de la eficiencia energética. Instalaciones y equipos, se incluyen los gastos necesarios para su puesta en marcha como son ingeniería, seguros, transporte, etc. En caso de ser necesaria la obra civil no podrá representar más del 20% de la cantidad financiable.

¿Cuánto puede financiarse?

El importe máximo financiable será del 70%, excepto la energía solar (térmica y fotovoltaica inferior a 100 kWp) que dispondrá de una financiación máxima del 100% y 90%, respectivamente.

¿Cómo funciona la línea?

Los proyectos subvencionados recibirán una línea de financiación, es decir un crédito, con una bonificación de 2 ó 3 puntos porcentuales del tipo de interés (variable referenciado al Euribor a 6 meses más 1 punto porcentual).

Proyecto	% Bonificación
Eficiencia energética:	2
Ahorro y sustitución en la industria. Eficiencia energética en edificios y alumbrado público.	
Energías renovables:	3
Eólica autoconsumo inferior a 4 MW. Biomasa. Minihidráulica inferior a 1 MW. Solar. Biogás.	
Residuos:	2

Los proyectos de energía solar fotovoltaica de hasta 100 kWp y los de solar térmica, además de la bonificación al tipo de interés, recibirán una ayuda directa del 20% y 30%, respectivamente, del importe máximo financiable.

Dentro de la línea de financiación ICO-IDAE destacan los proyectos de rehabilitación energética de edificios. Como principal interés plantea para la reducción del consumo energético en los edificios acciones conjuntas sobre la envolvente (cerramientos, muros, cubierta, cerramiento exterior, vidrios, protecciones solares...) y sobre las instalaciones térmicas de calefacción y ACS. En el caso de viviendas sólo podrán financiarse aquellas actuaciones que supongan la rehabilitación de más de 50 viviendas y cuya actuación contribuya a alcanzar la calificación energética igual o superior a 8 puntos (según el programa de Calificación Energética de Viviendas elaborado por el Ministerio de Fomento –ahora Vivienda– y el IDAE). Aunque algo es algo, nos parece totalmente insuficiente y necesaria la ayuda a la construcción bioclimática.

¿Dónde informarnos de estas ayudas?

- En la página web del IDAE, www.idae.es, o en su sede en la C/ Madera nº 8 en Madrid, tlf. 91 456 49 00.
- Asimismo, las comunidades autónomas tienen sus líneas de financiación para el fomento de las energías renovables y la eficiencia energética.

Legislación

A continuación señalamos aquella legislación que puede resultar interesante conocer.

Los Residuos de Construcción y Demolición

El Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición para los años 2001-2006 persigue la adecuada gestión de este tipo de residuos y se establece el marco para su valorización.

Objetivos ambientales previstos en el Plan Nacional de RCD

1. Recogida controlada y correcta gestión ambiental de al menos el 90% de los RCD en el año 2006.
2. Disminución de al menos un 10% del flujo de RCD para el año 2006.
3. Reciclaje o reutilización de al menos un 40% de RCD en el año 2005 y del 60% en el 2006.
4. Valorización del 50% de los residuos de envases de materiales de construcción antes del 2002, de los cuales se reciclará al menos un 25%.
5. Recogida selectiva y correcta gestión de al menos un 95% de los residuos peligrosos contenidos en los RCD para el año 2002.
6. Adaptación de los actuales vertederos de RCD a las exigencias de la Directiva Europea de Vertederos antes de 2005.
7. Clausura y restauración ambiental de los vertederos no adaptables a la directiva antes de 2006.
8. Identificación de las áreas degradadas susceptibles de ser restauradas mediante RCD.
9. Elaboración de un sistema estadístico de generación de datos y un sistema de información sobre RCD y su gestión.

La cantidad de RCD para el año 2006 se estima entre 19 y 42 millones de toneladas. Así, el Estado español deberá dotarse de las infraestructuras necesarias para cumplir los objetivos del plan.

El plan contempla la creación en las ciudades de una red de transferencia para el vaciado de RCD en un radio de 25 km, o de 15 km en las ciudades mayores. Con los residuos generados se construirán las plantas de reciclado y los vertederos adaptados a la Directiva Europea de Vertederos.

La financiación del plan, en su mayor parte, correrá a cargo de los agentes implicados, las Administraciones Públicas y los fondos comunitarios.

El Código Técnico de Edificación (CTE)

El Ministerio de Fomento, de acuerdo con lo establecido en la Ley de Ordenación de la Edificación, 19/1999, ha culminado los trabajos para la elaboración del Código Técnico de Edificación que, incorporando la Directiva Europea de Eficiencia Energética de Edificios, mejorará la calidad de la edificación.

El Código fijará los requisitos mínimos, en cuanto a condiciones acústicas, térmicas, estructurales, etc., tanto de los materiales como de las instalaciones que deben tener los edificios. De este modo, se superará la obsolescencia de la normativa vigente, se armonizará la normativa española con la comunitaria y se mejorará la coordinación y simplificación de toda la norma existente.

Se trata de unas normas de mínimos y su desarrollo y cumplimiento dependerá de las comunidades autónomas y de los ayuntamientos y administraciones competentes.

Una vez aprobadas estas normas, los edificios se clasificarán en función de su comportamiento energético en siete categorías de la A a la G.

En espera de conocer el documento definitivo que configurará el Código Técnico de Edificación cuando se publique; lo que sí podemos analizar es, por un lado, su estructura y, por otro, los aspectos relacionados con la sostenibilidad.

El CTE es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE).

• Estructura del CTE

Parte I (de carácter exigencial):

Objetivos: expresión de los intereses esenciales del usuario en cuanto al edificio.

Exigencias: condiciones específicas que debe verificar el diseño del edificio, sus sistemas constructivos y los productos que lo componen para cumplir los objetivos.

Parte II (de carácter instrumental):

Métodos de verificación: herramientas para comprobar y demostrar que una solución cumple las exigencias tanto en la fase de proyecto como en la construcción.

Soluciones aceptadas: soluciones que se considera cumplen las exigencias.

El CTE supone una profunda revisión y actualización de la reglamentación técnica existente. Todas las Normas Básicas de Edificación (NBE) actualmente vigentes, algunas desde los años setenta, serán sustituidas por los nuevos Documentos de Aplicación del CTE (DAC). Los DAC incorporan el estado del conocimiento actual, nuevos temas y armonizan el proceso de convergencia con la normativa comunitaria. Una vez entren en vigor los DAC sustituirán a las NBE. Además de los que señalamos a continuación, existen otros DAC que cubren áreas hasta ahora no tratadas.

Documentos de Aplicación del CTE (DAC)

Normas Básicas Edificación (NBE)

DAC SE-AE	Seguridad Estructural. Acciones Edificación	NBE AE
DAC SE-A	Seguridad Estructural. Estructuras Acero	NBE EA
DAC SE-F	Seguridad Estructural. Estructuras Fábrica	NBE FL
DAC SI	Seguridad contra incendio	NBE CPI
DAC HS	Salubridad	NBE QBNBISA
DAC HR	Protección contra ruido	NBE CA
DAC HE	Ahorro de energía	NBE CT

El esquema definitivo del CTE sería:

SEGURIDAD	Seguridad estructural Seguridad contra incendio Seguridad de utilización
HABITABILIDAD	Salubridad Protección contra ruido Ahorro energético y aislamiento térmico

En lo que a nosotros nos afecta merece la pena destacar la importancia que se otorga a los aspectos medioambientales, en especial al ahorro energético y al aislamiento térmico, y a los aspectos de salud, en especial a la protección frente al ruido.

El CTE emplea una serie de Documentos Interpretativos que recogen los requisitos esenciales que, a partir de la Directiva Europea 89/106/CEE del Consejo, deben incluirse en la legislación de cada país miembro. Entre los documentos interpretativos que nos interesan destaca el relacionado con el **ahorro de energía y aislamiento térmico**. Según éste:

Las obras y sus sistemas de calefacción, refrigeración y ventilación deberán proyectarse y construirse de forma que la cantidad necesaria para su utilización sea moderada, habida cuenta de las condiciones climáticas del lugar y de sus ocupantes.

El ahorro de energía puede conseguirse mediante:

- La situación, orientación y geometría de las obras de construcción.
- Las características físicas de los materiales y elementos de fábrica.
- El diseño de sus sistemas de equipamiento técnico.
- Los rendimientos de los componentes de estos sistemas.
- El comportamiento del ocupante.

Entre los usos de la energía se cuentan los necesarios para alcanzar las condiciones ambientales que hacen falta para que las obras puedan utilizarse. No se tiene en cuenta la energía necesaria para fabricar los productos de construcción o para construir las obras.



Herramientas para la evaluación ambiental de edificios

La finalidad de los métodos para la evaluación ambiental de los edificios es la de establecer un instrumento objetivo para analizar el comportamiento global del mismo. Estos métodos deben ser verificables, proporcionar una referencia que sirva de base común y recoger información que pueda utilizarse para reducir costes de explotación.

Estas herramientas se basan en el método de Análisis de Ciclo de Vida. Debido a su complejidad y, con el objetivo de lograr metas prácticas, es necesario que los métodos para evaluar el comportamiento de los edificios seleccionen un número limitado de variables y busquen el equilibrio entre el rigor y la practicabilidad.

Siguiendo las directrices ISO, se elaborará un listado de criterios que evalúen el comportamiento ambiental de los edificios. Los países con legislaciones ambientales más avanzadas han desarrollado su propia herramienta de evaluación a partir del proceso iniciado en 1998 con el proyecto Green Building Challenge (GBC).

• Tipos de herramientas existentes

Basados en el método Análisis de Ciclo de Vida: GBC-GBTool, PromisE (Finlandia), BREEAM (GBR), ESCALE (Francia), Eco/Quantum (Holanda), EcoEffect (Suecia) y VERDE (España).

Basados en la valoración de las actuaciones llevadas a cabo (Check-List): LEED (USA).

Basados en la valoración de los impactos empleando «ecopuntos» (a mayor número de ecopuntos mejor comportamiento): ENVEST (GBR).

Basados en el concepto de ecoeficiencia: CASBEE (Japón).

El Green Building Challenge (GBC)

El GBC es un proyecto internacional que persigue desarrollar y aplicar un nuevo método para evaluar el comportamiento ambiental de los edificios. El proyecto ha tenido tres fases; una primera de dos años que culmina, en 1998, en la Conferencia Internacional GBC en Vancouver; una segunda, cuyos resultados fueron expuestos y revisados en Maastricht en el 2000; y una tercera fase que culminó en Oslo en 2002. La última Conferencia se ha desarrollado en septiembre de 2005 en Tokio.

El objeto de estas conferencias es el depurar la metodología, intercambiar experiencias, abrir nuevos campos de investigación y debatir sobre las actuaciones que se vienen desarrollando en los países participantes. Cada país selecciona una representación de los edificios sostenibles más interesantes ejecutados en esos años. España se incorpora al GBC en la Conferencia de Maastricht.