

INTRODUCCIÓN A LA BIOCONSTRUCCIÓN

CURSO ON-LINE

JUAN BELLO LLORENTE
CAROLINA MARTÍNEZ GARCÍA



Introducción a la Bioconstrucción

CURSO ON-LINE

El contenido de este documento, fue creado por los autores, y usado como material docente en un curso on-line organizado por el Colegio Oficial de la Arquitectura Técnica de A Coruña en el año 2012.

En agosto de 2024 se realiza la publicación digital en abierto para que sirva de material docente.

Los autores quieren dedicar esta publicación a la arquitecta Petra Jebens-Zirkel, un gran e insustituible referente de la bioconstrucción en España, recientemente fallecida. Petra impartió la conferencia presencial de apertura del curso. Te recordaremos siempre.

ISBN 978-84-09-64197-0

Introducción a la Bioconstrucción. Curso On-line

Martínez García, Carolina

Bello Llorente, Juan

Autoedición. Formato digital

Foto portada: Edificio Circe

colegio oficial
de aparejadores, arquitectos técnicos
e ingenieros de edificación
a coruña



colexio oficial
de aparelladores, arquitectos técnicos
e enxeñeiros de edificación
a coruña

CURSO ON-LINE



INTRODUCCIÓN A LA BIOCONSTRUCCIÓN

FECHAS DE IMPARTICIÓN

Fecha de comienzo: 2 de marzo de 2012.

Fecha prevista de finalización: 30 de marzo de 2012.

Este curso se impartirá a través de la plataforma de formación on-line del COAATIEAC.

Se realizará una Conferencia de Apertura, que tendrá lugar el viernes 2 de marzo, en el Salón de Actos de la oficina colegial de A Coruña, de 16,00 a 20,00 h. Esta Conferencia se emitirá por Videoconferencia para todos los alumnos que no puedan asistir presencialmente a la misma.

TOTAL HORAS LECTIVAS: 35

www.coaatieac.org

A CORUÑA
Plaza del Marqués de San Martín, 5
15001, A Coruña
T: 981 206 214
F: 981 206 312
E: correo@coaatieac.org

FERROL
Avda. de Estelro, 121
16408, Ferrol
T: 981 266 617
F: 981 262 977
E: ferrol@coaatieac.org

SANTIAGO
Ramón Piñero, 11
15702, Santiago
T: 981 576 718
F: 981 573 688
E: santiago@coaatieac.org



OBJETIVOS DEL CURSO:

- Realizar una introducción a la bioconstrucción para profesionales de la arquitectura técnica
- Sensibilizar sobre el impacto ambiental y la salud de la actividad constructiva, promoviendo soluciones más respetuosas.
- Presentar los temas más relevantes para realizar una transición de la construcción convencional a la construcción sana y ecológica.
- Sentar las bases para una posterior especialización.

Nivel del curso: Iniciación

Tipo de contenido: Teórico-práctico.

PROGRAMA

Conferencia de apertura (viernes 2 de marzo de 16.00 a 20.00 h): Petra Jebens Zirkel. Arquitecta alemana que ejerce en España, aplicando rigurosos criterios de bioconstrucción en sus proyectos y obras, entre las que destacan el edificio CIRCE de la Universidad de Zaragoza. Esta conferencia se emitirá por videoconferencia para todos los alumnos que no puedan asistir presencialmente a la misma.

MÓDULO I. BIOCONSTRUCCIÓN: CONSTRUCIR RESPETANDO LA SALUD Y EL MEDIO AMBIENTE

- 01.01.- Bioconstrucción: generalidades
 - 01.02.- Bioclimática
 - 01.04.- Economía de recursos
 - 01.05.- Energías renovables
 - 01.07.- Ejemplos construidos de bioconstrucción
- Cuestionario módulo I

MÓDULO II. MATERIALES DE BIOCONSTRUCCIÓN

- 02.01.- Introducción y objetivos del módulo
- 02.02.- Criterios generales de elección de materiales
 - 02.02.01. Proteger la salud y ser biocompatibles
 - 02.02.02. Evitar el síndrome del edificio enfermo
 - 02.02.03. Garantizar un compromiso ambiental
 - 02.02.04. Tener un origen próximo a la construcción
 - 02.02.05. Cumplir con la ley de las 3 r
 - 02.02.06. Tóxicos en nuestro entorno
- 02.03.- Muros y cerramientos
 - 02.03.01. Piedra: sillería y mampostería.
 - 02.03.02. La tierra como material de construcción
 - 02.03.03. Ladrillos y bloques cerámicos

-
- 02.03.04. Balas de paja
 - 02.04.- Estructuras
 - 02.04.01. Hormigón armado
 - 02.04.02. Madera
 - 02.04.03. Fábricas de ladrillo y bloques
 - 02.05.- Aislamientos
 - 02.05.01. De origen mineral
 - 02.05.02. De origen vegetal
 - 02.05.03. De origen animal
 - 02.05.04. Comparación de los principales materiales aislantes
 - 02.06.- Cubiertas
 - 02.07.- Instalaciones
 - 02.07.01. Fontanería
 - 02.07.02. Electricidad
 - 02.08.- Materiales para acabados superficiales
- Cuestionario módulo II

MÓDULO III. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

- 03.01.- Introducción y objetivos del módulo
 - 03.02.- Sistemas estructurales
 - 03.02.01.- Cimentaciones
 - 03.02.02.- La madera estructural
 - 03.02.03.- La tierra
 - 03.02.04.- La construcción con balas de paja
 - 03.03.- Cerramientos
 - 03.03.01.- Evaluación y análisis del aislamiento térmico
 - 03.03.02.- Tipologías de cerramientos
 - 03.04.- Cubiertas
 - 03.04.01. Techos verdes o cubiertas ajardinadas
 - 03.05.- Divisiones interiores
 - 03.04.01.- Paneles
 - 03.04.02.- Técnicas tradicionales
 - 03.06.- Tratamientos superficiales
- Cuestionario módulo III

MÓDULO IV. INSTALACIONES

- 04.01.- Introducción y objetivos del módulo
- 04.02.- Instalaciones eléctricas
 - 04.02.01.- Instalación eléctrica biocompatible para vivienda
- 04.03.- Fontanería y saneamiento
 - 04.03.01. Sanitarios secos
 - 04.03.02. Aprovechamiento del agua de lluvia
 - 04.03.03. Depuración ecológica

04.03.04. Ejemplos de reutilización de aguas

04.04.- Calefacción

04.04.01. Edificio de bajo consumo energético

04.04.02. Estándar PassivHaus

04.04.03. Fuentes de energía

04.04.04. Confort térmico interior

04.04.05. Criterios de salud

04.04.06. Tipologías de calefacción

04.04.07. Ejemplos de esquemas de sistemas de calefacción con apoyo de energías renovables.

04.05.- Sistemas eficientes

Cuestionario módulo IV

Módulo I
BIOCONSTRUCCIÓN
Construir respetando la salud
y el medio ambiente



Juan Bello Llorente

Carolina Martínez García

Colegio Oficial de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de la Edificación.

A Coruña, marzo de 2012



Contenido

SOBRE LOS AUTORES.....	3
OBJETIVOS DEL MÓDULO.....	3
BIOCONSTRUCCIÓN.....	4
SOBRE MUCHAS DE LAS CONSTRUCCIONES ACTUALES.....	4
LA ELECCIÓN DEL LUGAR. Alteraciones artificiales y naturales.	5
BIOCLIMÁTICA	7
LA NECESIDAD DE UNA CONSTRUCCIÓN BIOCLIMÁTICA.....	8
ECONOMÍA DE RECURSOS.....	9
ENERGÍAS RENOVABLES	12
EJEMPLOS DE BIOCONSTRUCCIÓN.....	13
As Corcerizas.	14
Albergue ALBARELLA.....	15
Módulo Bioclimático del parque eólico SOTAVENTO.	16
Cantera de Empresas.	17
CUESTIONARIO MÓDULO I.....	18

SOBRE LOS AUTORES

Juan Bello Llorente. Arquitecto Técnico. Profesor del Departamento de Edificación y Obra Civil, coordinador de las actividades de bioconstrucción realizadas en los últimos diez años, coordinador de innovación y formación en el Centro Integrado de Formación Profesional SOMESO de A Coruña. Premio a la Innovación Educativa en Energías Renovables.

Contacto: juanbello@edu.xunta.es

Carolina Martínez García. Arquitecta Técnica. Dra. en Ingeniería Civil. Especializada en materiales de construcción, y en restauración y rehabilitación de edificios históricos.

Es autora del blog *Bioconstruirme* <http://bioconstruirme.blogspot.com/> y socia fundadora de la *Asociación Espiga* <http://espigabioconstrucion.org/>

Contacto: carolina.martinezg@udc.es

OBJETIVOS DEL MÓDULO

Definir Bioconstrucción, describir sus principales características y diferenciarla con claridad respecto a otros términos empleados frecuentemente como construcción ecológica, construcción sostenible, etc.

Sentar las bases para que los profesionales con experiencia en la construcción convencional puedan iniciar la transición hacia una construcción responsable con la salud y el medio ambiente.

Describir la aportación de otras disciplinas a la bioconstrucción.

Sensibilizar en la necesidad de un cambio de paradigma a la hora de desarrollar una actividad que en las últimas décadas ha generado graves agresiones hacia el medio ambiente y la salud.



Nota sobre la documentación gráfica:

Las fotografías han sido realizadas por alguno de los autores de este documento a excepción de aquellas en las que se cita expresamente la fuente.

Si necesitas imprimir esta documentación, reflexiona un momento y encontrarás la forma de minimizar el impacto (doble cara, papel *reciclado*, *papel reutilizado por una cara...*) ¡Tú decides!

BIOCONSTRUCCIÓN

El término bioconstrucción es una adaptación del término alemán “Baubiologie”. En 1976, tras evidenciar los daños provocados por el Síndrome del Edificio Enfermo, se funda en Baviera el Institut fur Baubiologie con el objetivo de encontrar soluciones constructivas saludables para evitar dichos problemas. Esta institución, reconocida internacionalmente, continúa realizando importantes tareas de investigación, formación y divulgación. En España, será algunos años más tarde cuando comienzan a aplicar esos conceptos los primeros profesionales.

Al referirnos a la bioconstrucción hemos de entenderla como la forma de construir respetuosa con la vida: la vida de las personas, la vida del entorno y la vida del planeta. Para poder aplicar esta definición es necesario pensar no solo en el instante actual, si no en el antes y el después de cada proceso, es preciso realizar un análisis completo del ciclo de vida de la construcción.

Por ejemplo, cuando se habla de materiales, se ha de estudiar el origen, el proceso de fabricación, el transporte necesario, la energía necesaria en todas y cada una de las fases, la manipulación, el uso, y una vez alcanzado el final de su vida útil, el desmontaje y su posible reutilización, reciclaje o destrucción final.

Por tanto, se hace necesario tener una perspectiva global que va desde la elección del lugar, un estudio en profundidad de las necesidades actuales y futuras, las características del diseño, la selección de materiales, el análisis de los ciclos que puedan intervenir (energía, agua, etc.) hasta la gestión de los residuos.

En resumen, hablar de bioconstrucción es hablar de construir casas sanas y ecológicas, sin embargo, es necesario contemplar ambas simultáneamente, puesto que en la actualidad términos como construcción ecológica, construcción sostenible, etc. son adaptados a numerosas situaciones en función de las necesidades de justificación de quien lo utiliza. Por ello, criterios limitados como ahorro energético no debe ser el único parámetro para optar por una solución.

Hay muchos niveles de practicar la bioconstrucción si la entendemos en su acepción más amplia, la de hacer “**cosas sanas y ecológicas**”: a nivel personal podemos modificar actitudes, valorar propuestas a la hora de comprar o reformar una vivienda, a nivel profesional son muchos los aspectos a trabajar, desde el asesoramiento, diseño o ejecución de una vivienda unifamiliar, hasta edificios plurifamiliares, instalaciones de uso público, planificación urbanística o territorial, etc.

Procuremos no encasillar un nombre en una imagen genérica. Este curso pretende mostrar propuestas que cada cual tendrá que adaptar en función de circunstancias particulares. No nos quedemos solo con los ejemplos o con anécdotas, traslademos los conceptos fundamentales a todos aquellos aspectos que consideremos que son mejorables en el ámbito de la salud o la ecología. Con imaginación y voluntad se han logrado muchas cosas y quedan muchas por lograr.

SOBRE MUCHAS DE LAS CONSTRUCCIONES ACTUALES

Algunas de las siguientes expresiones nos resultarán conocidas:

A esta casa nunca le da el sol. Esta casa es muy fría, no tiene aislamiento ninguno, hay que instalar calefacción. Esta calefacción reseca mucho el aire, hay que poner un humidificador. En verano hace mucho calor, es imprescindible el aire acondicionado. Hay mucha humedad en esta casa, siempre tenemos conectado el deshumidificador, el depósito de agua se llena todos

los días. El aire de esta estancia era insano e instalamos un ionizador que tenemos conectado todo el día.

Somos muchos en la familia y cuando nos juntamos todos nos hace falta espacio, por eso la casa es tan grande. Una vez que te pones a hacer la casa, es mejor tener metros de más. Esta casa es tan grande que gasta mucho en calefacción. Los hijos viven fuera y ahora la casa es demasiado grande.

Me cuesta mucho dormir, por eso tengo una televisión en el dormitorio. El teléfono móvil lo uso de despertador mientras se carga en la mesilla la noche. El dormitorio de mis hijos parece un centro de alta tecnología, tienen un montón de aparatos enchufados. Hay una antena de telefonía delante de mi casa. En mi casa se capta la señal de varias redes wi-fi. Cuando tengo que descargar archivos muy grandes, dejo el ordenador conectado a la red wi-fi toda la noche.

No sé que tiene esta casa que no me encuentro bien en ella. Nos pusieron una pintura con fungicida y desaparecieron las manchitas negras que teníamos en el dormitorio. Con este producto se eliminan todas las bacterias. Después de limpiar el polvo de los muebles ya vuelve a estar pegado a ellos. Tengo alergia y todavía no saben decirme a qué. No puedo utilizar los productos de limpieza, me pongo muy mal.

Este material sale muy barato, lo fabrican en China. Es un material especial que viene de Estados Unidos. Es un producto de última tecnología, es ecológico. Esta madera viene de Brasil. Los muebles del exterior son de teca.

Trabajo un edificio construido hace poco, pero al final de la jornada siento seca la garganta, me pican los ojos y se me hinchan las piernas. Al darle la mano a otra persona sentí una descarga eléctrica. Alrededor de mi mesa de trabajo hay un montón de cables y transformadores enchufados.

No hay ningún servicio cerca de casa, hay que ir en coche a todas partes. Uso poco la bicicleta porque me da pereza sacarla del trastero. No tengo bicicleta porque no tengo donde guardarla. No utilizo el autobús porque hay que esperar mucho en la parada y además da mucha vuelta. Llego antes en coche. Tengo que ir al gimnasio porque no me muevo nada.

Son numerosos los ejemplos de construcciones en las que se ha dado prioridad a criterios de ostentación, reconocimiento, estética, comodidad, economía a corto plazo, eficiencia en el instante de la realización y, sin embargo, no han tenido en cuenta las consecuencias de tales decisiones sobre la salud o el medio ambiente, a pesar de que algunas llevan mucho tiempo referenciadas y existen soluciones contrastadas.

LA ELECCIÓN DEL LUGAR. Alteraciones artificiales y naturales.

La mayoría de las culturas han desempeñado la tarea de elegir el lugar aplicando diferentes métodos a lo largo de la historia. El objetivo era siempre el mismo, encontrar un emplazamiento que favoreciera el desarrollo pleno de la vida.

En la actualidad la **Geobiología** reúne importantes conocimientos y aplica diferentes recursos para ayudar en la elección de un lugar libre de alteraciones, naturales o artificiales, que puedan suponer un deterioro de la salud para los moradores de ese lugar.

Entre las herramientas disponibles se encuentran un amplio abanico de instrumental electrónico que permite detectar diferentes tipos de agentes contaminantes, entre los que podríamos destacar:

Gaseosos (emisiones de instalaciones industriales diversas, de vehículos motorizados en zonas con alta densidad de tráfico, de compuestos volátiles en productos o materiales empleados en la construcción o utilización de la edificación...)

Líquidos (contaminación de aguas superficiales o subterráneas por vertidos de origen diverso...)

Sólidos (partículas en suspensión en el aire, canteras y explotaciones minerales al aire libre, transferencia de graneles, vertederos o depósitos mal gestionados...)

Acústica (centros industriales, vías de comunicación de elevada densidad, establecimientos ruidosos con deficiente insonorización...)

Electromagnética (líneas de alta tensión, transformadores eléctricos, antenas de telefonía móvil, teléfonos inalámbricos, redes wi-fi...)

Radiactiva (gas radón, laboratorios, centros sanitarios, centrales nucleares...)

Existen también elementos perturbadores de origen natural que es necesario tener en cuenta, puesto que pueden perturbar nuestro equilibrio energético: venas de agua subterránea, fallas geológicas, alteraciones magnéticas locales, líneas asociadas al campo magnético terrestre (Hartmann, Curry), etc.



Además de los sofisticados instrumentos electrónicos que se están desarrollando y mejorando continuamente, cada uno de nosotros disponemos de forma natural de maravillosos instrumentos de gran capacidad: nuestro cuerpo y nuestra mente. A través de diferentes manifestaciones, entre ellas la intuición y la sensibilidad, podemos emplearlos para encontrar “nuestro lugar”. Una técnica ancestral que se emplea en la actualidad en muchas actividades es la radiestesia, que, basándose en la capacidad de percepción del cuerpo, permite determinar la presencia o ausencia de diferentes elementos. La aplicación más conocida de la radiestesia es en la localización de aguas subterráneas para la perforación de pozos.

En esa elección del lugar también influyen otros elementos determinantes:

- Climatología: temperaturas, humedad, variaciones día-noche, variaciones estacionales (primavera, verano, otoño e invierno)
- Meteorología: Presencia o ausencia de diferentes agentes meteorológicos (sol, nubes, nieblas, vientos, lluvias, tormentas, nevadas, heladas...)
- Situación geográfica: costa, interior, llanura, valle, montaña...
- Emplazamiento: Núcleo urbano, núcleo rural, aislado...
- Recursos disponibles: agua, energía, materiales...
- Gestión de residuos: depuración de aguas residuales, recogida selectiva...
- Rutinas personales o familiares: distancia entre la casa y el trabajo o lugares de actividades complementarias y de ocio, medios de desplazamiento disponibles, etc.

En la elección del lugar, muchas de las referencias mencionadas son anuladas por los más diversos condicionantes sociales, haciendo caso omiso de manifestaciones con las que el cuerpo nos advierte de la poca salubridad de nuestra elección (reacciones inmunológicas, alergias, cefaleas, tensiones musculares, alteraciones del sueño, falta de descanso...) y que con la permanencia continuada pueden dar lugar a graves dolencias. Cada vez hay más estudios que relacionan determinadas patologías con las influencias ambientales, aunque en la actualidad no exista un reconocimiento completo aceptado oficialmente.

Todas estas referencias se enfocan fundamentalmente en la determinación del lugar para vivir, puesto que en la vivienda se suele pasar una parte importante del tiempo. Resulta de especial interés el lugar destinado al reposo, dado el tiempo permanencia en él. Durante el sueño el cuerpo se encuentra en estado de mínima defensa, pero desarrollado una función de regeneración que resulta fundamental para el mantenimiento de la salud. Sin embargo, estos parámetros deben de tenerse en cuenta también para todos aquellos lugares en los que se desarrolla una actividad prolongada y continuada en el tiempo, como puede ser el lugar de trabajo.

BIOCLIMÁTICA

La bioclimática es la ciencia que estudia los principios y procedimientos para climatizar una construcción haciendo uso, fundamentalmente, de recursos que la naturaleza nos aporta gratuitamente: sol, aire, agua, etc. Cualquiera de las soluciones adoptadas basadas en la bioclimática va a tener como objetivo principal la minimización del impacto ambiental de la construcción a lo largo de todo su periodo de utilización.

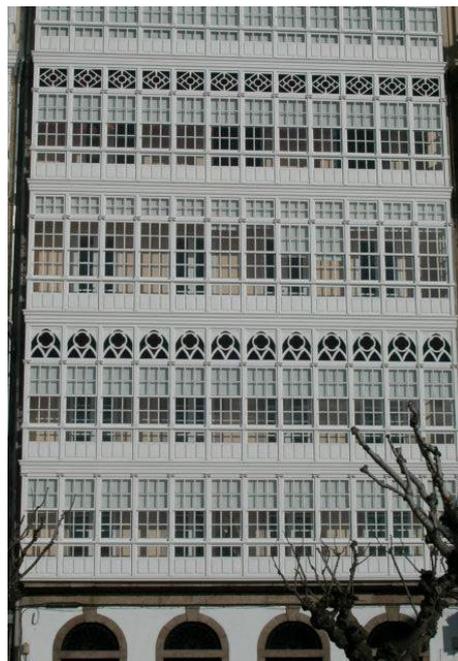
Lo que en la actualidad podemos asimilar como una ciencia moderna con un importante papel en la reducción del deterioro del planeta, no es otra cosa que la recopilación, estudio y evolución de los conocimientos ancestrales desarrollados por todas las culturas del planeta para hacer habitables las construcciones en el lugar donde siempre han vivido. Esos conocimientos están basados en la observación de las condiciones climáticas del lugar y la búsqueda de soluciones en función de los recursos disponibles. Las soluciones adoptadas en cada lugar del planeta, han demostrado su eficacia con la permanencia en el tiempo, que en algunos ejemplos se remonta a miles de años.

Esas condiciones climáticas y los recursos materiales disponibles conformaron el diseño de las edificaciones y la relación entre ellas, los materiales empleados, el desarrollo de sistemas constructivos, la gestión de los recursos climáticos y meteorológicos, pero también conformaron hábitos de vida, relaciones sociales y manifestaciones culturales.

Un trabajo muy interesante son los APUNTES DE BIOCLIMÁTICA de la profesora del CIFP Someso de A Coruña Dolores García Lasanta que se pueden descargar libremente desde la página web del centro: <http://www.edu.xunta.es/centros/cifpsomeso/> en el apartado bioconstrucción SOMESO

Una de las imágenes más características de A Coruña es un ejemplo muy claro del aprovechamiento bioclimático en esta latitud: las galerías. En esencia, es un cerramiento acristalado de un balcón, una piel transparente para el muro de fachada sur del edificio.

El funcionamiento de la galería es sencillo: en invierno se mantienen cerradas, la radiación solar invernal incide con un ángulo reducido (respecto a la horizontal) y penetra a través del cristal calentando los elementos del interior (fundamentalmente el muro de fachada). Este muro tiene un espesor considerable y una inercia térmica con un desfase de unas ocho/doce horas, lo que implica que durante el día absorbe el calor solar que más tarde cederá a las estancias. Esa inercia térmica aporta estabilidad en la temperatura interior y el consiguiente grado de confort. El vidrio actúa como una válvula, permite el paso de la radiación solar (su longitud de onda puede atravesar el cristal) pero impide el paso de la radiación térmica producida en el interior (la radiación infrarroja tiene una longitud de onda que tiene mucha dificultad para atravesar el cristal).



En verano, es necesario evitar el sobrecalentamiento, y para ello es preciso mantener abiertas las ventanas para garantizar la ventilación y refrigeración natural. Por otra parte, la radiación solar incide con un ángulo muy superior al del invierno, por lo que el balcón superior o el alero de la cubierta proyectan una sombra pronunciada sobre el muro de fachada.

Por supuesto, es necesario tener en cuenta la latitud del lugar, los ángulos de incidencia en la trayectoria solar anual, la orientación de las fachadas, estudiar las estrategias a aplicar, etc.

En la Península Ibérica tenemos numerosos ejemplos de construcción tradicional que reflejan a la perfección esa adaptación al clima y una sabia utilización de los materiales disponibles empleando la mínima energía posible y obteniendo enorme rendimiento a lo largo del tiempo.

LA NECESIDAD DE UNA CONSTRUCCIÓN BIOCLIMÁTICA

Actualmente, el mundo “desarrollado” se encuentra en una etapa cuyo comienzo se sitúa en la adopción de la idea de **dominio de los sistemas de generación de energía** por procedimientos industrializados, de la convicción de una **duración infinita de los recursos energéticos** y de la confianza en el **desarrollo tecnológico necesario para ignorar el clima** en la realización de las edificaciones. Esas convicciones, tan extendidas en nuestra sociedad, en los gobiernos y, en un ámbito más concreto, entre los técnicos responsables del desarrollo urbanístico y de la edificación han dado como resultado actuaciones con tan alto grado de irresponsabilidad que el 75% de la energía producida en el planeta es consumida por el 25% de la población mundial

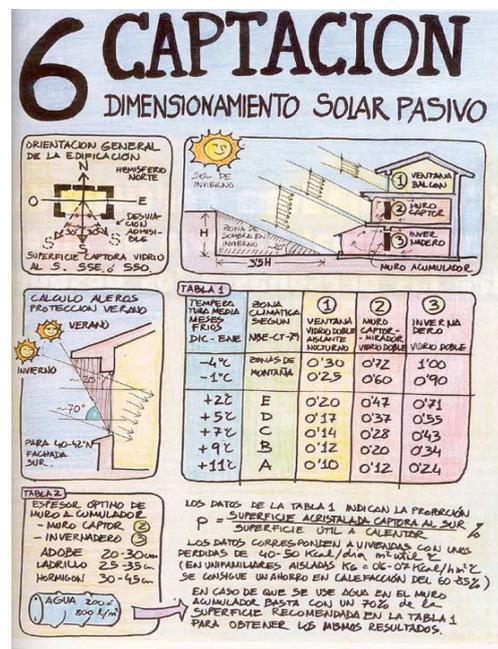
Asociados a esa producción energética se encuentra el agotamiento de los recursos energéticos no renovables (carbón, petróleo y gas), la contaminación asociada a la producción de esa energía (emisiones de CO₂ y otras sustancias) y las graves consecuencias ambientales que afectan a grandes áreas geográficas o incluso al conjunto del planeta (lluvias ácidas, efecto invernadero y recalentamiento global de la atmósfera, etc.)

***Visualicemos una amenaza: el calentamiento global de la atmósfera.** A la mayoría de los gallegos nos encantan las mariscadas y para celebrar un acontecimiento compramos una buena cantidad de nécoras. Como no caben todas juntas en la olla, es necesario cocerlas en dos veces. Ponemos agua en una olla y cuando esté hirviendo introduciremos las nécoras en ella, vemos como hacen lo imposible para intentar librarse de una muerte cierta. Las imágenes que vemos nos conmueven y todavía nos queda la otra mitad, por lo que variamos el procedimiento. Introducimos las nécoras en agua fría y se aumenta la temperatura lentamente. Las nécoras, con el aumento de la temperatura, reducen su actividad, cada vez hacen menos, al final se mueren igual que las otras, pero sin la*

conciencia del peligro evidente al que estaban sometidas. Debemos por tanto hacernos una pregunta ¿Se está comportando la humanidad como en el segundo ejemplo?

De todo ese consumo energético desmedido y sus peligrosas consecuencias, más de la mitad corresponde al proceso constructivo, la utilización de las edificaciones y el transporte (en el que la construcción tiene su parte de responsabilidad con la utilización de materiales procedentes de lugares lejanos).

Se hace, por tanto, imprescindible y urgente la adopción de medidas para que el diseño bioclimático pase a ser criterio fundamental en los diferentes campos: planeamiento urbanístico, diseño arquitectónico, proceso constructivo y utilización de las edificaciones. Como referencia citar las experiencias realizadas en Zaragoza con el Barrio Goya y Valdespartera (6.000 y 11.000 viviendas bioclimáticas en las que los usuarios consumen un 30% menos que sus vecinos de otros barrios con viviendas de características similares).



TBO BIOCLIMÁTICO. Paneles divulgativos. ARQUITECTURA ECOLÓGICA. Elaborados por el grupo “Encuentros”, Delegación Navarra del Colegio de Arquitectos Vasco-Navarro en 1998. Completados por Iñaki Urquía y coloreados por Manolo Vilches. La serie completa se puede encontrar en el libro: *ENERGÍA RENOVABLE PRÁCTICA* de Iñiqui y Sebastián Urquía Lus, Ed. Pamiela.

ECONOMÍA DE RECURSOS

En la actualidad, cuando hablamos de recursos pensamos fundamentalmente en los económicos (personales o de la entidad que quiere desarrollar el proyecto) y nos olvidamos de que la mayor parte de los recursos son un bien colectivo, de todo el planeta y que son finitos, por muy abundantes que nos parezcan.

La forma de vivir ha evolucionado, alcanzando niveles de confort que facilitan mucho las condiciones de vida, pero es necesario diferenciar claramente entre tener cubiertas nuestras necesidades vitales y sociales, y la generalización de necesidades artificiales que suponen un consumo desmedido de recursos y energía sin aportar beneficios sustanciales a la calidad de vida.

Un ejemplo ilustrativo: Usar el coche para ir a comprar una barra de pan (o algo semejante). Mover una 1 tonelada de vehículo para transportar 100 gramos de mercancía. Una propuesta, en lugar de ir cómodamente sentados en su

interior, empujamos el coche hasta la panadería, compramos el pan y regresamos a casa empujando de nuevo. Sin duda no haríamos algo que es claramente irracional. Sin embargo, el ejemplo es muy frecuente. Inconscientemente realizamos acciones que suponen un gran consumo energético y contaminación.

Es necesario ser conscientes de lo que supone cada una de nuestras acciones, personales y profesionales en el ámbito de la salud y el medio ambiente. Cada caso tiene su particularización. Consiste en asumir los criterios de racionalización y respeto por el medio ambiente y la salud para encontrar más de una solución y poder elegir la que se considere más adecuada.

Observando detenidamente la **construcción tradicional** realizada en los distintos lugares de nuestra geografía, aprenderemos interesantísimas lecciones de cómo optimizar los recursos empleando el mínimo esfuerzo posible y por tanto la energía justa.

Las dimensiones de la construcción han de ser proporcionales a los recursos disponibles. Están directamente relacionadas con la cantidad necesaria de materiales, con la energía necesaria para procesar y transportar esos materiales, pero también con la que se necesita para climatizar el interior a lo largo de su vida. Se busca cubrir lo mejor posible las necesidades reales. Una opción puede ser un diseño modular que admitan una adaptación en forma o usos en función de la evolución de las condiciones de vida. En este ámbito siempre será más favorable rehabilitar lo ya construido en lugar de construir de nuevo.

Cuando el transporte de los materiales es limitado, se construye con los materiales más próximos a la construcción y por tanto se elaboran soluciones constructivas eficaces con los materiales disponibles. Por ejemplo, si el terreno nos aporta piedras pequeñas, la mampostería es una muestra de construcción eficaz, limitando la necesidad de piezas más grandes o de sillares traídos de lejos a aquellos elementos especialmente delicados como esquinales o huecos. En la actualidad, para la encimera de una cocina o un portal se puede elegir entre numerosas piedras como “negro Sudáfrica”, “verde Guatemala”, mármol de la India, etc. y lo que consideramos decisivo es que el color combine bien. Si fuéramos a pie a buscar la piedra, sin duda nos valdría una solución más próxima.

Las casas cueva tradicionales son un magnífico ejemplo de que (cuando las condiciones del terreno lo permitían) en lugar de fabricar, transportar y colocar los materiales de construcción, la utilización de herramientas manuales permite la realización de una vivienda. Es un claro ejemplo de minimización del consumo de recursos. En la Península Ibérica existen numerosas localidades con este tipo de construcciones que se siguen utilizando como viviendas en la actualidad, entre los que podemos



Foto: www.cannabric.com

Instalaciones de la fábrica Cannabric en Guadix (Granada).

citar: Guadix en Granada, Chinchilla de Montearagón en Albacete, Aguilar de Campos en Valladolid, Paterna en Valencia, Juslibol en Zaragoza, etc.

El concepto de una vivienda “troglodita” puede parecer que no se corresponde con la actualidad, sin embargo el funcionamiento de una casa cueva (respetando ciertos principios) sería el ejemplo a seguir en las más modernas construcciones: bajo consumo de recursos en la construcción, baja oscilación térmica a lo largo de todo el año, regulación higrométrica

ambiental continua (si las paredes tienen un recubrimiento higroscópico como la tierra natural o morteros de cal) reducido consumo energético en su utilización, estar rodeado de materiales biocompatibles, durabilidad, etc.

Construir con tierra es un procedimiento utilizado en todo el planeta, la tierra que pisamos es lo más próximo a la casa y por tanto nuevamente un ejemplo de mínimo consumo energético. Se han empleado diferentes técnicas para construir con tierra, en muchas culturas diferentes desde tiempos inmemoriales y muchos de esos ejemplos se han mantenido en el tiempo hasta la actualidad. Muchas veces cubriendo necesidades estructurales y otras solamente como cerramientos, recubrimientos o incluso como impermeabilización de cubiertas planas (“terraos” tradicionales en la comarca de la Alpujarra en Granada). Construcciones con cientos o incluso miles de años de permanencia.

Se emplea tierra cruda o con aditivos naturales de reducido consumo energético: paja u otras fibras vegetales, excrementos de animales, cal, aceites vegetales, suero de leche, etc.

Construir con tierra no solo es una opción perfectamente válida en la actualidad, sino que debe ser revalorizada, reconociendo sus propiedades constructivas, respetuosas con el medio ambiente, con la salud, pero especialmente porque una gran parte de la población del planeta vive en construcciones de tierra y a la que se le expone el concepto de construcción moderna como aquella realizada con bloques prefabricados (cerámicos o de hormigón) cuyo consumo energético sería inasumible por el planeta si toda la construcción de tierra fuera sustituida.

Un ejemplo interesantísimo de economía de recursos es la construcción con balas de paja. La paja es un subproducto de la agricultura del cereal para la alimentación. Absolutamente natural, todo su proceso se limita a la siega, el empaquetado y el transporte, normalmente a distancias moderadas. Como contrapartida nos ofrece un material constructivo de muy bajo impacto ambiental, con gran capacidad aislante, con cierta capacidad portante, con una durabilidad más que aceptable si se hace correctamente (la casa de paja más antigua se encuentra en Nebraska, es de 1903 y continúa en pie). En Ámsterdam se encuentra una casa de cinco plantas que utilizaron, soluciones modulares con estructura de madera y la paja como cerramiento. Una vez finalizada su vida útil, la paja se puede compostar y pasa a ser un nutriente del suelo. ¿Qué más se puede pedir?

El agua es un bien vital, no es solo un recurso, sin agua no hay vida. El uso que se está haciendo del agua es el de disolvente universal. A la inmensa mayoría del agua limpia se le asigna la función de arrastrar porquería, sin darnos cuenta de que no podremos vivir sin ingerir agua. Es posible vivir sin petróleo, consumiendo una ínfima cantidad de la energía que utilizamos en la actualidad, la humanidad lo ha hecho durante miles de años, por supuesto que las condiciones no eran las mismas, pero sin agua no es posible la vida. Si no asumimos el verdadero valor del agua, en todas las escalas (personal, profesional, comunitaria, estatal y global) el futuro se presenta muy oscuro.

En la bioconstrucción hay muchos niveles de trabajo en torno al respeto por el agua: instalación de economizadores en los grifos; sistemas automáticos de interrupción del consumo en instalaciones públicas (grifos, duchas...); reutilización del agua del lavabo en la cisterna; mecanismos de descarga controlada en las cisternas; sistemas separativos para aguas pluviales, grises y negras; recogida del agua de lluvia para usos de limpieza y riego; amortiguación y acumulación del agua de lluvia con cubiertas verdes; depuración natural de aguas residuales en la propia parcela; estanques de baño con depuración natural en lugar de piscinas con depuración química...

ENERGÍAS RENOVABLES

La energía más ecológica es la que no se necesita, es decir, cualquier solución que permita evitar el consumo de energía siempre será la opción más favorable. Ventilación, iluminación, calefacción, etc. resueltas con procedimientos naturales sin consumo energético serán siempre más interesantes que los más eficientes mecanismos de producción energética (aunque sea renovable). Una vez que se da prioridad al ahorro energético, las necesidades reales disminuyen de forma sustancial y es entonces cuando, para cubrir el total hará falta estudiar qué instalación de energía renovable (o combinación de varias) se adapta mejor a cada circunstancia.

Además de los sistemas centralizados diseñados a gran escala, normalmente para producción eléctrica, existen diferentes sistemas de aplicación directa en la edificación. Un repaso nos dará una idea de las opciones disponibles:

- Producción térmica:
 1. Solar: Captador plano. De pizarra. Tubos de vacío. Termodinámicos. En cuanto al funcionamiento de los sistemas, los hay forzados, por termosifón, de acumulación directa.
 2. Geotérmica: Sistemas de profundidad o de superficie.
 3. Biomasa: Calderas de pellets, astillas o leña.
- Producción eléctrica: instalaciones con conexión a red o instalaciones aisladas con equipos de acumulación.
 1. Fotovoltaica: estáticos o con seguimiento (de uno o dos ejes, motorizados y gestionados por ordenador. Incluso hay experiencias de seguidores solares sin ningún tipo de motor ni consumo eléctrico)
 2. Microeólica
 3. Microhidráulica
- Producción mecánica:
 1. Aerobombas: extracción de aguas subterráneas.
 2. Ariete hidráulico: elevación continua de pequeñas cantidades de agua por medio de la energía aportada por un pequeño curso de agua.

Cocinar con el sol¹: Hornos y cocinas solares constituyen un interesantísimo recurso de sensibilización y aprendizaje sobre el comportamiento del sol (movimiento, posición anual, estaciones...), el ahorro energético, la economía de recursos, las aplicaciones bioclimáticas de la energía solar, y por supuesto una deliciosa, nutritiva y divertida forma de experimentar. Existen interesantes experiencias de integración de la cocina solar en viviendas e instalaciones comunitarias (en India hay numerosas instalaciones de gran capacidad, entre ellas una que proporciona energía solar directa para preparar 50.000 comidas diarias).

¹ Juan Bello recibió el Premio a la Innovación Educativa en Energías Renovables en Galicia en su primera convocatoria en 2003 de la Consellería de Educación y el Instituto Energético de Galicia (INEGA) por el trabajo "Hoxe Cociña o Sol" sobre la didáctica de la energía solar con las cocinas solares.

EJEMPLOS DE BIOCONSTRUCCIÓN

Una pequeña relación de construcciones realizadas con criterios de bioconstrucción en la medida en que se pudieron aplicar en cada caso.

Toda construcción se encuentra inmersa en numerosas circunstancias y por ello, en algunos ejemplos, puede haber aspectos en los que la acepción precisa de bioconstrucción sería mejorable.

Sirvan para valorar la iniciativa, analizar e intentar mejorar las propuestas.

As Corcerizas. Centro de Educación Ambiental. Serra de San Mamede. Ourense

www.ascorcerizas.com



Acrilamiento en la fachada orientada este-sureste. Alero en la cubierta.



Árboles de hoja caduca frente a la fachada acristalada orientada al sureste, la sombra proyectada impide el sobrecalentamiento en verano, en invierno dejan pasar el sol. Hornos y cocinas solares.

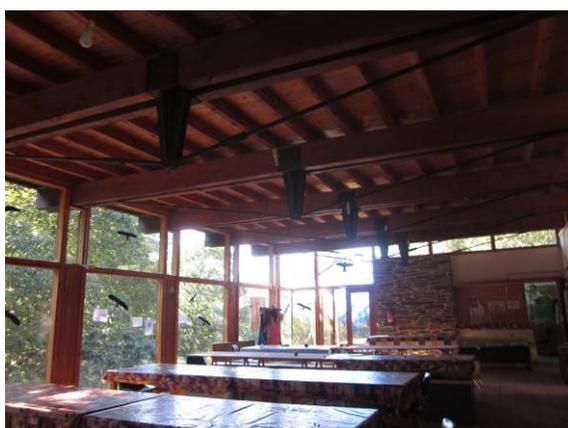


Semienterrada al oeste-noroeste, las pérdidas de calor se reducen. Cubierta verde con especies autóctonas sin riego. Sistema solar para ACS. Lucernarios para iluminación natural.

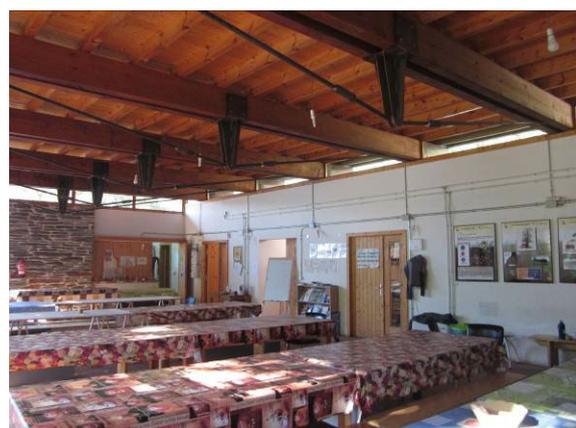


Depuración de aguas con filtro de plantas acuáticas.

Foto: www.ascorcerizas.com



Instalaciones comunes: pavimento cerámico, madera estructural con tratamientos no tóxicos



Albergue **ALBARELLA**. Doroña, Vilarmaior, A Coruña.

Albergue de turismo rural, desarrollan actividades de educación ambiental para grupos, en torno a la bioconstrucción, las energías renovables, la economía de recursos, la gestión de los residuos, etc.



Disposición de los edificios buscando el mayor soleamiento posible. En la fachada sur, ventanas amplias, una dimensión correcta del alero permite que la ventana esté soleada en invierno pero no en verano.



La fachada sur busca captar el máximo de aportación solar para climatizar el interior. La norte busca minimizar las pérdidas térmicas disminuyendo el tamaño de los huecos e incrementando el aislamiento



Instalaciones de energía eólica y solar (térmica y fotovoltaica)



Depósitos de acumulación del agua caliente solar para uso sanitario y calefacción por suelo radiante.



Instalaciones comunes: pavimento de linóleo, paramentos transpirables, pinturas no tóxicas, madera estructural



Composteros para la gestión de los residuos orgánicos in situ. Estos residuos se transforman en abono para la siguiente temporada

Módulo Bioclimático del parque eólico SOTAVENTO. Equipamiento didáctico enfocado a la construcción bioclimática, instalaciones de energías renovables, eficiencia energética y economía de recursos. Momán. Xermade. Lugo. www.sotaventogalicia.com



Vista sur oeste. Sistemas de climatización solar por galería invernadero y muros trombe. Sistemas solares térmicos y fotovoltaicos.



Sistema de protección solar delante del invernadero. Las dimensiones y separación entre las lamas permiten el paso del sol en invierno y lo impide en verano.



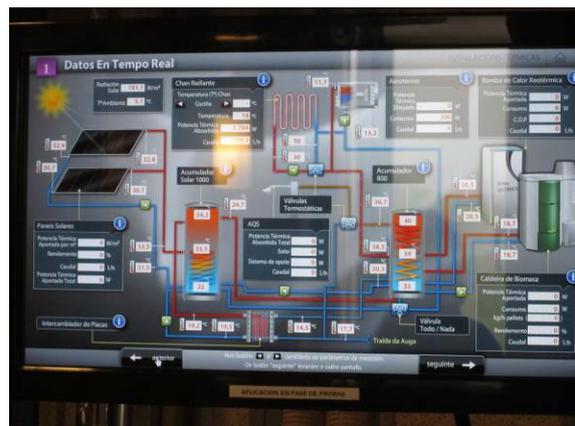
Vista noreste. La fachada norte no dispone de huecos, minimizando las pérdidas térmicas. Cubierta de pizarra, propia de la construcción tradicional del entorno.



Estructura de la cubierta en madera laminada. Lámparas de bajo consumo. Ventilador para controlar la temperatura en verano (consumo inferior al de un sistema de aire acondicionado)



Muro trombe en la fachada sur. Interior: conductos abiertos para favorecer la entrada de aire caliente en invierno. En verano se cierran los conductos y se abren unas trampillas de ventilación en el exterior.



Sistema de gestión de las instalaciones térmicas

Cantera de Empresas. Ayuntamiento de Collado Villalba Madrid SOTAVENTO. En 2008, finalista en el premio de Sostenibilidad, Innovación y Calidad en la Edificación (SICE 2008), que otorga el Consejo Nacional de Colegios de Arquitectos de España.



Foto: Anahí Asenjo (Arquitecta)

Orientación **sur:**
Grandes acristalamientos para aprovechamiento bioclimático.
Instalaciones solares térmicas y fotovoltaicas.



Foto: Anahí Asenjo (Arquitecta)

Fachada orientada al norte. Piedra procedente de canteras locales
Menor superficie acristalada. Carpintería exterior de madera tratada con productos no tóxicos de poro abierto.



Foto: Ed.Ecohabitar

Madera laminada estructural



Foto: Anahí Asenjo (Arquitecta)



Foto: Ed.Ecohabitar



Foto: Anahí Asenjo (Arquitecta)

Muro trombe en la fachada sur. Interior: conductos abiertos para favorecer la entrada de aire caliente en invierno. En verano se cierran los conductos y se abren unas trampillas de ventilación en el exterior.



Infografía.
Fuente: www.elfarodelguadarrama.com

CUESTIONARIO MÓDULO I

1. La actividad relacionada con la bioconstrucción en España se ha iniciado de forma reciente. ¿Hace cuanto tiempo crees que ha aparecido la primera construcción con estos criterios?

- a) Más de 10 años
- b) Más de 20 años
- c) Más de 30 años

RESPUESTA CORRECTA: C

2. ¿Qué es la bioconstrucción?

- a) Hacer construcciones sostenibles aplicando criterios de ahorro energético.
- b) Construir con materiales reciclados y energías renovables.
- c) La forma de construir respetuosa con la vida: la vida de las personas, la vida del entorno y la vida del planeta, lo que obliga a tener en cuenta parámetros de salud y ecología.

RESPUESTA CORRECTA: C

3. A la hora de elegir un buen lugar para asentar un edificio, ¿cuáles de estas cosas tendrías en cuenta apoyándote en la geobiología?

- a) Instalaciones de alta tensión
- b) Corrientes de agua, y redes de energía terrestre
- c) Todas las anteriores

RESPUESTA CORRECTA: C

4. A la hora de diseñar el sistema energético de una construcción, ¿a que se debería de dar prioridad?

- a) A soluciones que supongan el mínimo consumo de energía.
- b) A que el precio de las instalaciones sea lo más económico posible.
- c) A instalar el máximo posible de energías renovables.

RESPUESTA CORRECTA: A

5. Cuando hablamos de economía de recursos, nos referimos a:

- a) Materiales más baratos.
- b) Economía de agua, materiales y energía en todo el ciclo de vida de la construcción.
- c) Ahorro de energía y utilización de energías renovables.

RESPUESTA CORRECTA: B

6. Con un diseño bioclimático de una edificación estamos consiguiendo:

- a) Que reciba sol todo el día
- b) Climatizar empleando fundamentalmente sistemas de la naturaleza.
- c) Instalar placas solares para calefacción.

RESPUESTA CORRECTA: B

7. ¿Por qué puede considerarse la construcción tradicional como un referente de bioconstrucción?

- a) Porque empleaban materiales naturales próximos a la vivienda y con poco coste energético.
- b) No puede considerarse un referente, entonces no existían las energías renovables
- c) Porque las casas eran de piedra.

RESPUESTA CORRECTA: A

8. Para que la construcción bioclimática suponga una reducción sustancial del consumo energético, sería prioritario:

- a) Que todas las casas fueran bioclimáticas.
- b) Que la planificación urbanística garantizara el soleamiento de todos los edificios.
- c) Que los edificios tengan mucho aislamiento.

RESPUESTA CORRECTA: B

9. El objetivo fundamental en el diseño bioclimático de un edificio en nuestra latitud, es:

- a) Captar el máximo sol posible poniendo grandes cristaleras en la fachada sur.
- b) No poner ventanas mirando al norte para evitar pérdidas de calor.
- c) Calentar el edificio en invierno e impedir que se caliente en verano, para mantener la temperatura correcta todo el año.

RESPUESTA CORRECTA: C

10. Aplicando criterios de bioconstrucción, procuraremos:

- a) Que los materiales no contengan sustancias perjudiciales para la salud y su producción tenga el mínimo impacto ambiental.
- b) Construir con materiales naturales, da igual de donde procedan.
- c) Que todos los materiales sean reciclados para ahorrar energía, así se daría salida a todo tipo de residuos.

RESPUESTA CORRECTA: A

Curso On-Line

INTRODUCCIÓN A LA BIOCONSTRUCCIÓN

Módulo II
MATERIALES DE
BIOCONSTRUCCIÓN



Juan Bello Llorente

Carolina Martínez García

Colegio Oficial de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de la Edificación.

A Coruña, marzo de 2012



Contenido

OBJETIVOS DEL MÓDULO	3
CRITERIOS GENERALES DE ELECCIÓN DE MATERIALES	4
PROTEGER LA SALUD Y SER BIOCOMPATIBLES.	4
EVITAR EL SÍNDROME DEL EDIFICIO ENFERMO	5
GARANTIZAR UN COMPROMISO AMBIENTAL	5
TENER UN ORIGEN PRÓXIMO A LA CONSTRUCCIÓN	6
CUMPLIR CON LA LEY DE LAS 3 R	6
TÓXICOS EN NUESTRO ENTORNO	7
MATERIALES PARA MUROS Y CERRAMIENTOS	8
PIEDRA: SILLERÍA Y MAMPOSTERÍA.	8
LA TIERRA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	8
LADRILLOS Y BLOQUES CERÁMICOS	11
BALAS DE PAJA	12
MATERIALES PARA ESTRUCTURAS	13
HORMIGÓN ARMADO	13
MADERA	14
FÁBRICAS DE LADRILLO Y BLOQUES.....	15
MATERIALES PARA AISLAMIENTOS	15
DE ORIGEN MINERAL	15
DE ORIGEN VEGETAL.....	17
DE ORIGEN ANIMAL	18
COMPARACIÓN DE LOS PRINCIPALES MATERIALES AISLANTES	19
MATERIALES PARA CUBIERTAS	19
MATERIALES PARA INSTALACIONES.....	20
FONTANERÍA	20
ELECTRICIDAD	21
MATERIALES PARA ACABADOS SUPERFICIALES	21
CUESTIONARIO MÓDULO II.....	23

OBJETIVOS DEL MÓDULO

Exponer los criterios fundamentales que permitan identificar un material como apto para la bioconstrucción acorde a los parámetros de respeto por la salud y el medio ambiente

Identificar el uso correcto como una forma de evitar patologías propias del conocido como Síndrome del Edificio Enfermo.

Conocer las posibilidades de los materiales durante y después de su vida útil, jerarquizando soluciones en función del impacto ambiental que generen.

Conocer los materiales más empleados en las diferentes aplicaciones constructivas con criterios de bioconstrucción sin ceñirse rigurosamente a un área geográfica.

Nota sobre la documentación gráfica:

Los fotografías han sido realizadas por alguno de los autores de este documento a excepción de aquellas en las que se cita expresamente la fuente.

Si necesitas imprimir esta documentación, reflexiona un momento y encontrarás la forma de minimizar el impacto (doble cara, papel *reciclado*, *papel reutilizado por una cara...*) ¡Tú decides!

CRITERIOS GENERALES DE ELECCIÓN DE MATERIALES

Las principales características que deben de reunir los materiales a emplear en Bioconstrucción son:

PROTEGER LA SALUD Y SER BIOCOMPATIBLES.

Evitar los materiales que contengan compuestos tóxicos y contaminantes. Las emisiones de compuestos tóxicos, aunque sea en concentraciones reducidas, en el interior de una edificación (vivienda o espacio de trabajo) suponen una exposición prolongada a sustancias perjudiciales para la salud de las personas que hacen uso de esos espacios.

La generalización en el uso de productos “prácticos” y “eficaces” para obtener un resultado inmediato, ha dado como consecuencia, en numerosas ocasiones, el hecho de pasar por alto la alta toxicidad de determinados compuestos. Esto supone que muchos manipuladores de los productos no pongan en práctica las más básicas medidas de protección, los procedimientos de gestión de residuos o los recomienden como una buena solución sin conocer las consecuencias que puedan ocasionar a largo plazo sobre la salud de las personas que van a permanecer en las proximidades del material.

Por tanto, la mejor manera de proteger la salud y el medio ambiente es la no utilización de ese tipo de materiales.

Buscar aquellos que son agradables a la vida (no a la vista). En muchas ocasiones, la elección de un material responde a criterios fundamentalmente estéticos o de comodidad sin darnos cuenta que el cuerpo, de forma sutil, tiene la capacidad de comunicarnos la validez de un material. Solo con el tacto podemos realizar experiencias muy enriquecedoras: probemos a acariciar una viga de madera, una estructura metálica, un muro de hormigón, una superficie plástica, etc. y saquemos nuestras conclusiones, reflexionando desde lo más íntimo. Por muy bien que se pueda reproducir el dibujo de una veta de madera en una superficie plástica, entenderemos perfectamente como el cuerpo sabe diferenciar la imitación de la madera original.

Una fuente de consulta muy importante es el **Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo** (www.insht.es), donde es posible descargar abundante documentación que nos ayude a tomar decisiones sobre la elección de materiales. Sirva como ejemplo la *NTP 521: Calidad de aire interior: emisiones de materiales utilizados en la construcción, decoración y mantenimiento de edificios*. En esta Nota Técnica de Prevención se revisan los diferentes tipos de materiales utilizados con más frecuencia en un edificio, tanto en la construcción como en la utilización posterior. Describe los efectos de los compuestos emitidos sobre los ocupantes del edificio, los tipos de emisiones y aporta una amplia relación de los materiales de construcción y decoración utilizados, relacionándolos con los compuestos químicos emitidos. También sobre las emisiones peligrosas procedentes de productos utilizados en el mantenimiento y limpieza de un edificio. La NTP 521 se encuentra en la siguiente dirección:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_521.pdf

EVITAR EL SÍNDROME DEL EDIFICIO ENFERMO

Definido por la Organización Mundial de la Salud como un conjunto de enfermedades originadas o estimuladas por la contaminación del aire en los espacios cerrados. El ambiente interior de estos edificios se ve condicionado por una mala ventilación, cargas iónicas y electromagnéticas, partículas en suspensión, compuestos volátiles, etc. Son numerosas las dolencias relacionadas con este tipo de edificaciones: irritaciones en la piel, ojos y vías respiratorias, náuseas, mareos, jaquecas y resfriados persistentes, problemas circulatorios y alergias varias.

Es recomendable, por tanto la elección de materiales naturales, que permitan respirar al edificio, tratados sin compuestos perjudiciales para la salud, que no favorezcan la acumulación de partículas de polvo ni la proliferación de microorganismos, que no emitan vapores ni gases tóxicos y que no generen cargas electrostáticas en su superficie.

No solo los materiales tienen responsabilidad sobre la aparición del síndrome del edificio enfermo en los usuarios, instalaciones con fallos de concepción, diseño, gestión o mantenimiento pueden ser la consecuencia de muchas de las dolencias descritas.

GARANTIZAR UN COMPROMISO AMBIENTAL

A la hora de elegir un material es necesario analizar su ciclo de vida: origen, extracción de materias primas, fabricación, transporte, puesta en obra, utilización, deconstrucción, reutilización, reciclaje y, de ser necesario, su destrucción final.

Se debe de buscar la protección y conservación del entorno, utilizando materiales naturales renovables de origen próximo, minimizando el consumo energético de su producción, transporte, utilización y destrucción final. Materiales que no generen desechos tóxicos ni contaminantes a lo largo de todo su ciclo de vida. Con ello estaremos contribuyendo realmente a la sostenibilidad y equilibrio natural del planeta.

En el conjunto del planeta, el 50% de los recursos extraídos y una cifra todavía superior tienen como origen la edificación. Más del 40% del consumo energético de la Unión Europea se vincula a la edificación

Los restos de materiales con compuestos tóxicos deben de ser considerados como residuos peligrosos y tratados según la legislación vigente, que define protocolos rigurosos, con un coste económico considerable. En ocasiones, al considerar que el volumen es poco importante, no se estima necesario emplear sistemas de gestión especializados, sino que acaban en contenedores de residuos urbanos, y en ocasiones vertidos directamente al medio ambiente.

TENER UN ORIGEN PRÓXIMO A LA CONSTRUCCIÓN

Es la forma más eficaz para controlar las condiciones de producción de los materiales, los criterios ambientales aplicados, unas condiciones laborales éticas, reduciendo a su vez el impacto ambiental producido por el transporte (consumo energético, contaminación...)

En este apartado, la construcción tradicional es el mejor de los ejemplos.

Sirva como elemento de reflexión la utilización de maderas tropicales, que en nuestros almacenes tienen unos precios competitivos con las maderas próximas. En muchos casos, la extracción de la madera supone la destrucción del bosque, sin respetar áreas de protección, sin incluir proyectos de reforestación, etc. Habitualmente, la explotación la realizan empresas no locales, cuyos beneficios irán a parar muy lejos de donde estaba el recurso y por tanto, con escasa repercusión en los ingresos de la población del lugar. También hay numerosas referencias de actividades de dudoso respeto por los derechos humanos sobre las poblaciones indígenas.

CUMPLIR CON LA LEY DE LAS 3 R

A la conocida como ley de las 3R, Reducir, Reutilizar y Reciclar, es necesario añadirle una cuarta palabra que no comienza, sino que termina en R, que es evitaR. Aplicarla nos ayudará a

REDUCIR

El consumo de materiales no renovables.

La utilización de materiales que generan un importante impacto ambiental

El consumo de energía en la producción, transporte y utilización y destrucción final de los materiales.

REUTILIZAR

Un material que ha cumplido su función en un lugar no tiene por que ser destruido, es posible que tenga utilidad en otro lugar. Esta opción, previa al reciclaje, es mucho menos costosa para el medio ambiente.

RECICLAR

Es la mejor opción para los materiales que han concluido su vida útil.

Es necesaria la existencia de un circuito de reciclaje eficaz para que realmente el proceso se generalice.

El hecho de que un material sea reciclado, no es sinónimo de ser sano y por tanto apto para bioconstrucción.

EVITAR. NO COMIENZA, ACABA CON R

El uso de materiales perjudiciales para la salud: que contengan o generen sustancias tóxicas (en la casa o en el medio ambiente).

El uso de materiales cuyo ciclo de vida genere un grave impacto en el medio ambiente de forma directa o asociada: necesiten de grandes cantidades de energía, consuman importantes cantidades de petróleo...

TÓXICOS EN NUESTRO ENTORNO

En diciembre de 2003, WWF y el Co-operative Bank promovieron una campaña de sensibilización sobre los productos químicos en la que 39 europarlamentarios, junto con otras 8 personas (entre ellas, tres miembros de WWF) de 17 países europeos se analizaron la sangre.

En los resultados se encontraron 76 productos industriales tóxicos, persistentes y bioacumulativos

La persona que más tóxicos tenía eran 54 compuestos, la que menos 13, es decir, ninguno estaba libre de contaminantes. Alguna de esas sustancias habían sido prohibidas en Europa desde hacía más de 20 años.

MATERIALES PARA MUROS Y CERRAMIENTOS

PIEDRA: SILLERÍA Y MAMPOSTERÍA.

Es una solución tradicional en aquellos lugares donde la geología provee de este material, muy abundante en la mayor parte del territorio, la extracción mecanizada en canteras tiene un impacto ambiental innegable.

En la actualidad, la facilidad que ofrece la maquinaria ha dado como consecuencia la falta de valoración real del impacto ambiental que supone la utilización de la piedra, grandes cantidades se extraen cada día, se transportan de un lado al otro del planeta. El consumo energético y la emisión de contaminantes a la atmósfera son muy elevados. La mayor parte de las veces, con la demolición se generan escombros que, sin clasificar, terminan en vertederos. Mejor solución sería una deconstrucción metódica que permitiera la reutilización del máximo posible de piedra, aunque los morteros utilizados dificultan el proceso.

El esfuerzo de la extracción, preparación y puesta en obra queda compensado por la durabilidad de las construcciones, siendo esta la principal ventaja. Su uso estaría justificado si la piedra es de procedencia local, evitando aquellas aplicaciones sujetas a modas y tendencias con una vida tan corta que en el transcurso de pocos años fuerzan a una renovación y por tanto a la generación de nuevos impactos.

LA TIERRA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

El uso de la tierra como material de construcción se puede remontar a las primeras civilizaciones, es un material muy abundante y disponible prácticamente en la totalidad del planeta. La tecnología necesaria para ponerlo en obra es variable, pasando de técnicas muy sencillas de realización manual, hasta el uso de maquinaria en la extracción y la compresión industrializada de bloques o prefabricados. El consumo energético asociado es proporcional a la técnica y maquinaria empleada. El impacto del transporte está directamente relacionado con la distancia. Los residuos generados en el uso de este material suponen un impacto ambiental muy pequeño o casi nulo.

La utilización de la tierra cruda permite beneficiarse de interesantes características como la elevada inercia térmica, la permeabilidad al vapor de agua y la gran capacidad de regulación higrométrica del interior de las edificaciones.

Sin duda la propuesta que menos energía y materiales necesita sería la excavación de una casa cueva, donde es el terreno el que va a posibilitar la realización y tradicionalmente, con unas herramientas manuales se podía realizar la construcción.

En la actualidad, un tercio de la población del planeta habita construcciones realizadas con tierra y, si nos planteamos verdaderamente el concepto de desarrollo sostenible, deberíamos asumir la investigación y promoción de este material, puesto que no es comparable su impacto ambiental con el que genera la cerámica o el hormigón que son tan populares en los países desarrollados.

Por tanto, en lugar de infravalorar las construcciones tradicionales con tierra (adobe, tapial, etc.) debemos de conocer la técnica y las características de los materiales, las ventajas que ofrecen y trabajar para solucionar las desventajas más importantes, fomentando la autonomía de los pueblos y contribuyendo a disminuir su dependencia de sistemas industrializados.

Sobre las posibilidades de las construcciones con tierra, hay numerosos ejemplos en todo el mundo que hablan por sí solos: En Weilburg, Alemania, se mantiene en pie una casa de 6 plantas construida en 1826. En la ciudad de Shibam, Yemen, se encuentra un conjunto de numerosas edificaciones realizadas con tierra cruda, los edificios llegan a tener 16 plantas, con una altura de 40m, pero el edificio más alto es un minarete con 50m, están catalogados como verdaderos rascacielos de tierra. Todo el conjunto es Patrimonio de la Humanidad desde 1982.

En España hay una larga tradición de construcción con tierra cruda con ejemplos en, prácticamente, todo el territorio. Edificios de todo tipo realizados con adobes o en tapial, algunos con más de 100 años, resisten el paso del tiempo, aunque se deterioran si no se realiza un mantenimiento periódico (como cualquier otra construcción).

Es de destacar la trayectoria del arquitecto alemán Prof. Dr. Ing. Gernot Minke, que una parte muy importante de su vida profesional la ha dedicado a la investigación y a la realización de edificios de muy bajo impacto ambiental, utilizando entre otros materiales, la tierra cruda. En la actualidad, imparte cursos y conferencias en múltiples lugares del planeta. Con sus alumnos de la universidad de Kassel desarrolló interesantes estudios sobre construcciones experimentales, entre ellos un “Manual de Construcción para Viviendas Antisísmicas de Tierra”, en español y que es posible descargar gratuitamente en su página web: <http://www.gernotminke.de/>. Gernot Minke habla español y ha estado en diversas ocasiones en España dando conferencias en diferentes actividades relacionadas con la bioconstrucción (en A Coruña, impartió dos conferencias con motivo de las “Xornadas de Bioconstrucción” organizadas en el CIFP Someso)

Para ampliar información sobre la construcción con tierra, consultar la web de la RED construTIERRA (red de investigación en tierra de España) en: www.construtierra.org

BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA

Los bloques de tierra comprimida BTC pueden considerarse como una evolución del tradicional adobe, pudiendo llevar o no fibras vegetales en su composición. La tierra se estabiliza añadiéndole un pequeño porcentaje de cal, cemento o yeso, con la ayuda de una prensa se comprimen en el interior de un molde, mejorando notablemente las características mecánicas.

La maquinaria necesaria en el proceso tiene un consumo energético reducido, siendo posible utilizar prensas de acción manual. La puesta en obra es relativamente sencilla y ofrece una vida útil prolongada.

Al final de su vida útil, admite una recuperación sencilla, con posibilidad de reutilización o en su caso reciclado. En un proceso de destrucción final, los residuos generados no tendrían prácticamente impacto.

Gernot Minke realizó investigaciones en el laboratorio de la Universidad de Kassel sobre alguna de las técnicas ancestrales, como la adición de un porcentaje de excremento animal, para hacer más resistente la superficie del bloque a la erosión de la lluvia, confirmando la lógica de esa tradición (por muy antihigiénica que nos parezca).

Se puede consultar una interesante presentación de Rafael López y Jorge Seisdedos en la dirección: <http://www.consulterra.es/>

La norma UNE 41410 “Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo” es una herramienta que facilitará a los técnicos los cálculos para extender la utilización de este material y prepara el camino para la creación de pequeñas fábricas de producción repartidas por todo el territorio nacional, con lo que se conseguiría disminuir el impacto del transporte.

Una experiencia destacable es la realizada por los promotores de la ecoaldea de Amayuelas de Abajo con la construcción de diez casas de bioconstrucción empleando la tierra como material fundamental. Aplicaron las técnicas de tapial, adobe y BTC. Para conseguir los bloques optaron por comprar las máquinas de fabricación (trituradora, mezcladora y prensa) y a partir de ahí, fabricaron la totalidad de los bloques necesarios y construyeron sus casas.

Un caso singular entre los bloques de tierra comprimida es el del bloque aligerado con paja de cáñamo desarrollado por la arquitecta alemana experta en bioconstrucción Monika Brümmer, afincada en Guadix (Granada). En su fábrica, situada en el barrio de las cuevas se procesan continuamente unos bloques que reciben el nombre de Cannabric.

Los componentes del Cannabric son: tierra procedente de la excavación de nuevas cuevas en la comarca, cal en un porcentaje reducido (es el componente que más energía consume en su producción) paja de cáñamo en la mayor cantidad posible sin que disminuyan las características mecánicas del bloque, aportando ligereza (lo que disminuye la cantidad de energía necesaria para el transporte) y capacidad de aislamiento. Además, la planta del cáñamo se da en terrenos muy austeros contribuyendo a la creación de ecosistemas, del cáñamo se obtienen múltiples productos industriales como textiles, cordelería, aislamientos para construcción, etc. Lo que no sirve para uso industrial, la paja o “cañamiza”, se tritura y se comercializa como aislante a granel. En Guadix se emplea en la fabricación del bloque. La cañamiza no posee nutrientes para los insectos, por lo que no les resulta atractiva para instalarse en el bloque. Toda una lección de elección de materiales sanos, de bajo impacto ambiental y excelente comportamiento constructivo y biótico.

TAPIAL Y ADOBE

Soluciones constructivas ancestrales con numerosos ejemplos en la Península Ibérica y en muchos lugares del planeta. El Tapial tradicional, con más de 2000 años de antigüedad, utiliza la tierra, con o sin adición de estabilizantes, mezclada con fibras como la paja o la crin de caballo y con un grado de humedad reducido, que se deposita en el interior de un encofrado y se compacta con ayuda de pisones manuales o mecánicos. El encofrado se va trasladando a lo largo del muro. Es una técnica que se está recuperando en muchos lugares de Europa por los

buenos resultados de las construcciones realizadas, llegando a haber empresas dedicadas a fabricar elementos prefabricados para instalar en la construcción. La Alhambra de Granada es una magnífica referencia sobre la calidad y durabilidad de la construcción con tapial.

Por su parte el adobe es la mezcla de barro y paja de cereal que se seca al sol. Sus prestaciones mecánicas no son comparables con los BTC, pero la baja tecnología necesaria para la fabricación (un foso en el suelo para mezclar la tierra, el agua y la paja) y un sencillo molde de madera ha permitido que se extendiera entre numerosas culturas en todos los rincones del planeta. La mayor estructura de adobe construida en el mundo (180.000m²) era la ciudadela de Arg-é Bam, en Irán, sus orígenes se remontan a 500 años a. C. se mantuvo habitada hasta mediados del s. XIX y fue destruida en un 80% por un terremoto en diciembre de 2003

COB

La técnica del cob utiliza los mismos materiales que el adobe o el tapial pero con la diferencia de que la construcción de muros no requiere del trabajo previo de fabricar los adobes ni precisa de encofrado para la puesta en obra. Configura estructuras monolíticas a base de ir añadiendo pequeñas cantidades de la masa húmeda, de consistencia plástica y alta adherencia que colocan sobre la parte ya construida y se comprimen apretando con los dedos. Las caras de la construcción quedan inicialmente irregulares para después, una vez que ha endurecido lo suficiente sean talladas con herramientas manuales hasta dar planeidad a la superficie. El grosor de los muros oscila en torno a los 50cm y admite que se incrusten grandes piedras en su zona central que incrementan la solidez y reducen el trabajo.

El conocimiento actual de la técnica muestra que debe mezclarse bien con el fin de que sus constituyentes se distribuyan uniformemente por toda la mezcla. Es conveniente, que los áridos de la mezcla tengan una granulometría uniforme, desde grava de 50 mm de diámetro hasta arenas finas y limos. Según el informe “The Cob Technic. Past, present and future”¹, una buena mezcla para la elaboración de cob tendría la siguiente dosificación: grava 30-40%, arena 25-30%, limos 10-20%, arcilla 10-25% Las proporciones de los distintos componentes ha podido ser establecida a través de la caracterización del material tomado de paredes de adobe existentes que sobreviven en buen estado.

El cob tiene sus orígenes en el neolítico y como sucede con el adobe y el tapial, se encuentran construcciones en numerosos lugares del planeta.

LADRILLOS Y BLOQUES CERÁMICOS

Aunque la arcilla es uno de los materiales más abundantes en la naturaleza, la elaboración de cerámica lleva aparejado un importante consumo energético, es necesario cocer los ladrillos en hornos a temperaturas elevadas. Los procesos industriales de fabricación requieren de altas cantidades de energía y generan la emisión de grandes cantidades de gases de combustión. La

¹ Informes de la Construcción Vol. 63, 523, 59-70, julio-septiembre 2011 ISSN: 0020-0883 eISSN: 1988-3234 doi: 10.3989/ic.10.018

utilización de residuos como materia prima para la combustión en los hornos suele suponer una contaminación ambiental añadida.

La utilización de bloques cerámicos aligerados (la marca más conocida es Termoarcilla) se considera una solución bastante aceptada en bioconstrucción, valorando positivamente la capacidad aislante y portante.

BALAS DE PAJA

El empleo de balas paja como material de construcción supone realizar construcciones con un impacto medioambiental casi nulo. El cereal se da en abundancia en casi cualquier parte del mundo, y crece en un período corto de tiempo. Es un captador de CO₂ durante su crecimiento, y su destrucción no supone un residuo, es biodegradable. La ejecución de edificaciones con paja embalada no conlleva el uso de maquinaria pesada ni herramientas caras o especializadas.

La construcción con balas de paja procede originariamente de los Estados Unidos. Unos colonos llegaron a finales del siglo XIX a un lugar en el estado de Nebraska donde no había árboles, tan sólo dunas de arena y pastos por todas partes. Para entonces ya se había inventado la primera embaladora de paja, accionada por caballos, y los colonos empezaron a construir casas apilando las balas. Concebida en principio como una solución provisional, esta manera de construir llegó a establecerse. En la actualidad podemos encontrar viviendas con más de 100 años de antigüedad, que se mantienen actualmente en perfecto estado.

Con la industrialización de los materiales de construcción se fue abandonando este sistema constructivo, y no es hasta principios de los años 90 cuando este sistema se vuelve a imponer a otras tipologías constructivas. Es también aquí cuando el renacer de la construcción con paja tiene el primer visto bueno desde normativas técnicas. Según algunos autores, la primera casa de balas de paja fue construida con permiso, asegurada y financiada por un banco en 1.991 en Nuevo México. Ese hecho marcó la nueva era del uso de este material en construcción.

Hoy en día, según Barbara Jones², arquitecta inglesa y gran divulgadora de este sistema constructivo, se construyen más de 1.000 casas de balas de paja al año en todo el mundo. Existen diferentes normativas y regulaciones en varios países, que avalan la ejecución de obras con este material. Son numerosos los ensayos técnicos realizados que ponen de manifiesto unas excelentes características térmicas ($\lambda=0,0456$ W/mK) y acústicas de las balas de paja (45-53 dB, dependiendo de los anchos y revestimientos). Estas propiedades se deben a la forma tubular del tallo del cereal, que le da elasticidad y capacidad aislante.

El fuego es la preocupación mayor de todos los que se encuentran por primera vez con este sistema. Existen muchos ensayos de resistencia al fuego realizados en todo el mundo, incluso en España. En todos ellos se han obtenido resultados que dan más de 90 minutos de

² Fundadora de la afamada empresa Amazon Nails, disuelta en 2010. Actualmente sigue su actividad al frente de Straw Works. Se pueden encontrar varios documentos y vídeos, realizados por B.Jones, de descarga gratuita en internet.

estabilidad, incluso en un ensayo realizado en California³, ha llegado a alcanzar 120 minutos sin perder la estabilidad del muro ensayado.

La bala de paja es un material flexible, además, es capaz de alcanzar densidades desde 90 kg/m³ hasta más de 200 kg/m³, en el caso de balas jumbo. En cuanto a la capacidad portante, según Gernot Minke, la resistencia en punta de un muro de balas de paja es de 1.983 kg/m.

En construcción sirve la paja de la mayoría de los cereales: arroz, centeno, trigo, espelta, cebada, etc.

CARACTERÍSTICAS DE LAS BALAS DE PAJA PARA CONSTRUCCIÓN

Los criterios básicos para poder construir con balas de paja son:

Contenido de humedad del material < 15%

Densidad > 90kg/m³, óptima 110 kg/m³

La longitud de la paja debe ser lo más larga posible

El material de atado más recomendable es el polipropileno, evitar las balas atadas con alambres. Las dos cuerdas deben tener la misma tensión.

DIMENSIONES Y TIPOS DE BALAS DE PAJA.

- Bala pequeña o convencional, las embaladoras pequeñas sacan balas con un ancho por alto estándar, que suele rondar los 45x36 cms. El largo suele ser variable desde 80 a 120 cms. Suelen pesar entre 15 y 30 kg, y se usan para viviendas por el fácil manejo.
- Bala Jumbo o “big bale”. Son balas muy grandes y pesadas: desde 80x45x2000cm hasta 120x130x3000cm y pesan entre 200 y 700 kg. No es habitual emplearlas para construcción, aunque existen experiencias en Dinamarca y otros países. Exigen el uso de maquinaria para su transporte y colocación.
- Bala redonda. De momento no se conocen experiencias de construcción.

MATERIALES PARA ESTRUCTURAS

HORMIGÓN ARMADO

El hormigón armado es un recurso constructivo que se debe minimizar todo lo posible por diferentes motivos: un exceso de masas metálicas configurando la estructura de la casa distorsiona el campo magnético natural de la casa. La energía magnética del planeta produce una influencia natural sobre los seres vivos y su perturbación, sin duda, tendrá consecuencias sobre la estabilidad energética de quien habita esa casa.

³ B. King et al.

La producción de cemento tiene un coste energético y ambiental enorme. En los últimos tiempos, dada la preocupación ciudadana por la salud y el medioambiente, muchas empresas han modificado los sistemas de producción llevando la fase de fabricación del clinker a países con menos exigencias medioambientales, reservando la fase final de la producción para realizarlas en España.

Los cementos, en general suelen tener en su composición productos nada recomendables para la salud y el medio ambiente, por lo que hay que ser rigurosos en la elección del tipo de cemento, libre de escorias y cenizas volantes.

MADERA

La utilización de madera estructural en la construcción es una tarea que España ha quedado relegada a tiempos pasados. Este hecho ha proporcionado que los buenos carpinteros de obra sean especialistas muy buscados. Otro hecho que sorprende, es que en la formación profesional estatal, la formación en carpintería de armar se haya abandonado por falta de exigencia del mercado.

Las casas de madera de entramado, componen en la Península una tipología de casa tradicional, presentes en el País Vasco, Tierra de Pinares y la Alcarria. En esta tipología constructiva, donde se construye un armazón del entramado, que normalmente estaba relleno de mampostería, ladrillo e incluso a veces la madera forma parte del propio cuerpo exterior del edificio. La madera más empleada es la de pino, roble, haya y castaño.

En nuestra formación como arquitectos técnicos, vemos de forma amplia la madera como material de construcción, la composición, las tipologías de encuentros, ensambles, detalles....pero rara vez se elige este material para una obra, que no se trate de una rehabilitación. Son numerosos los casos que encontramos en rehabilitación de edificios: forjados o estructuras verticales de más de 100 años casi en perfecto estado. Y esto nos confirma, que si protegemos y sabemos cuidar la madera, nos puede durar mucho más que la vida útil esperada de materiales habituales en la construcción convencional, incluso en nuestro clima, especialmente húmedo.

REQUISITOS BÁSICOS PARA UNA MADERA ESTRUCTURAL DE CALIDAD

- Bajo contenido de humedad, alrededor del 18% dependiendo del uso.
- Escoger madera con ausencia de defectos (fendas), en las que es más probable la proliferación de xilófagos.
- Cálculo de la sección y la especie apropiada para el uso y el clima.
- Protección contra el fuego.
- Buenas características acústicas y térmicas

Desde el punto de vista de la bioconstrucción, debemos tener en cuenta algunos otros:

- Escoger madera de la región y con una gestión sostenible de los recursos forestales, o en su caso comprarla bajo el sello FSC
- Evitar uniones encoladas y la madera laminada (en la medida de lo posible)
- Evitar productos derivados de la madera en cuya protección o fabricación se utilicen productos químicos
- Evitar uniones con grandes piezas metálicas, que generen campos electromagnéticos en zonas de descanso
- Evitar tratamientos antixilófagos con sustancias que puedan desprender tóxicos al ambiente durante toda su vida útil

En el mercado se pueden encontrar muchas tipologías de madera estructural, como los paneles de madera maciza machihembrados, con grandes ventajas en la rapidez de ejecución, o los sistemas de panel contralaminado, que hace poco han obtenido un sello DIT (documento de idoneidad técnica). Este material se ha utilizado para el diseño y pronta construcción, de un edificio de 14 plantas exclusivamente de madera en Milán, Italia.

FÁBRICAS DE LADRILLO Y BLOQUES

La recuperación de soluciones constructivas como arcos y bóvedas tabicadas realizadas con ladrillos o bloques, permite cubrir vanos sin tener que recurrir al hormigón armado con su elevado coste ambiental

MATERIALES PARA AISLAMIENTOS

La revista Ecohabitar, en su número 30 del verano de 2011 publica un amplio y bien documentado reportaje sobre los aislamientos más comunes empleados en la bioconstrucción. Las fichas Ecohabitar que se adjuntan fueron publicadas hace algún tiempo y a pesar de que algunos datos comerciales pueden estar desactualizados, la información de las características técnicas continua siendo válida en términos generales.

DE ORIGEN MINERAL

ARCILLA EXPANDIDA

Geológicamente la arcilla es una roca sedimentaria impermeable de estructura pulverulenta. Entre los diferentes tipos de arcilla que existen encontramos una de tipo fuerte que se expande a los 800 oC. De este proceso industrial se obtiene un árido ligero con propiedades de aislamiento gracias a una estructura altamente porosa.

La arcilla expandida se produce con diferentes granulometrías y densidades en función de su aplicación:

- Aislamiento de cubiertas, jardinería, horticultura: granulometría 8-16 mm y densidad 325 ± 50 kg/m³.

- Prefabricados, recrecidos, hormigones aislantes: 3-8 mm y 350 ±50 kg/m³.
- Capas de compresión, estructuras en edificación: 3-8 mm y 550 ±50 kg/m³.
- Morteros refractarios, hormigones superligeros: 0-4 mm y 575 ±50 kg/m³.
- Pretensados, obra civil: 3-8 mm y 750 ±50 kg/m³.

Más información en la Ficha Ecohabitar del fichero PDF adjunto (NOTA: Es posible que la información relativa a contactos este desactualizada)

PERLITA

Es una roca volcánica compuesta fundamentalmente por dióxido de silicio (65-75%), óxido de aluminio (10-20%) y agua (2-5%). Para su empleo en construcción es necesario someterla a un proceso físico de expansión consistente en el calentamiento de la perlita a unos 1000°C en hornos de procesamiento una vez triturada. En este proceso el agua se transforma en vapor y se expande en el interior formando micro-celdas y aumentando 20 veces su volumen.

Más información en la Ficha Ecohabitar del fichero PDF adjunto (NOTA: Es posible que la información relativa a contactos este desactualizada)

VERMICULITA

Pertenece a la familia de la mica, se compone de silicatos de aluminio, hierro y magnesio principalmente. Tiene una estructura en placas cristalinas de color amarillento. La vermiculita es sometida a una temperatura de unos 800°C se expande en una sola dirección en ángulo recto respecto a la línea de la hendidura, en filamentos que tienen un movimiento vermicular, de ahí su nombre. Durante este proceso, su volumen aumenta hasta 16 veces.

Más información en la Ficha Ecohabitar del fichero PDF adjunto (NOTA: Es posible que la información relativa a contactos este desactualizada)

VIDRIO CELULAR

El vidrio es un material duro y generalmente translucido o transparente que resulta de la solidificación de la mezcla fundida de arenas silíceas, cal y carbonato de sodio o de potasio, que tienen una función vitrificante, fundente y estabilizante, respectivamente. Es un material mal conductor del calor y de la electricidad.

Con el polvo de vidrio se fabrica un aislamiento empleado en construcción y que se conoce como vidrio celular. Se obtiene por la fusión del polvo vítreo, donde por proceso termoquímico se crean células en estado de vacío parcial y cerradas entre sí lo que evita la comunicación entre ellas.

Más información en la Ficha Ecohabitar del fichero PDF adjunto (NOTA: Es posible que la información relativa a contactos este desactualizada)

DE ORIGEN VEGETAL

CORCHO

Se obtiene de la corteza exterior del alcornoque (*Quercus suber*) y por tanto es un recurso natural renovable. Los aglomerados de corcho para aislamiento están constituidos por granulado de corcho, aglutinado entre si por la propia resina natural mediante un proceso de cocción que determina una alteración sensible del tejido suberoso. Existen tres clases de elaborados: Aglomerados expandidos para aislamiento térmico, para aislamiento acústico, y para aislamiento de vibraciones.

Más información en la Ficha Ecohabitar del fichero PDF adjunto (NOTA: Es posible que la información relativa a contactos este desactualizada)

CELULOSA

La celulosa, hidrato de carbono isómero del almidón, es el componente fundamental del esqueleto de los vegetales. La borra del algodón, por ejemplo, contiene un 99% de celulosa, y la madera entre un 40 y un 50 %. La celulosa pura es blanca y de gran resistencia mecánica; las fibras de algodón, por ejemplo, llegan a soportar tensiones de hasta 80 kg/mm².

La celulosa empleada en construcción como aislamiento, se obtiene del papel de los periódicos que no se venden.

Más información en la Ficha Ecohabitar del fichero PDF adjunto (NOTA: Es posible que la información relativa a contactos este desactualizada)

CÁÑAMO Y CAÑAMIZA

El Cáñamo (*cannabis*) es una planta usada en todo el mundo desde hace miles de años. Su uso es muy variado, desde alimentación, cosmética, productos textiles, cartón, materiales para la construcción, para la industria (pastillas de frenos y combustible para coches), aceites industriales y, en especial, como fuente siempre renovable de energía. En agricultura, al tener un crecimiento rápido, se emplea para proteger el suelo evitando la erosión y el crecimiento de malas hierbas. Al ser refractaria a las plagas no necesita protección de pesticidas. A partir de las fibras del cáñamo unidas se fabrica un excelente aislante térmico empleado en construcción.

Más información en la Ficha Ecohabitar del fichero PDF adjunto (NOTA: Es posible que la información relativa a contactos este desactualizada)

ALGODÓN

Lo que conocemos por algodón procede de una bola oval de fibras que envuelven las semillas de un arbusto de la familia de las malváceas llamado *Gossypium*.

Aprovechando los restos de la industria textil y mediante procesos de transformación consistentes en el humedecido y prensado de las fibras, existen diversas empresas que fabrican aislamientos térmicos y acústicos para ser utilizados en el sector de la construcción.

Más información en la Ficha Ecohabitar del fichero PDF adjunto (NOTA: Es posible que la información relativa a contactos este desactualizada)

FIBRA DE MADERA

Los paneles de fibras de madera empleados como aislamiento en la construcción, se fabrican a partir de restos de madera aglomerados con agua y posteriormente prensados. El hecho de estar fabricados con restos de la industria forestal, el empleo de agua como aglomerante y el hecho de ser biodegradable lo convierten en un material con un excelente ciclo de vida.

Algunos fabricantes han optado por utilizar poliuretano en el proceso de aglomerado para reducir el consumo de agua pero con ello se incrementa el riesgo de liberación de isocianatos en el interior de las viviendas.

Más información en la Ficha Ecohabitar del fichero PDF adjunto (NOTA: Es posible que la información relativa a contactos este desactualizada)

DE ORIGEN ANIMAL

LANA DE OVEJA

La lana es la fibra tupida, suave y rizada que recubre la piel de las ovejas y otras especies de mamíferos. Su extracción, el esquilado, se realiza una vez al año, entre los meses de mayo y junio. La producción dependerá de la especie, se calcula que una oveja Merina proporciona anualmente entre 3 y 5 kilos de lana.

El empleo de la lana como material aislante lleva implícito unos tratamientos consistentes en un lavado mediante jabón biodegradable y un posterior tratamiento con sal bórica para fortalecer y proteger la fibra contra el ataque de insectos a la vez que aumenta su capacidad de resistencia a la combustión.

Más información en la Ficha Ecohabitar del fichero PDF adjunto (NOTA: Es posible que la información relativa a contactos este desactualizada)

COMPARACIÓN DE LOS PRINCIPALES MATERIALES AISLANTES

Comparación global			Utilización					Características aislantes			Características técnicas				Balance medioambiental ^(a)	
Origen	Aislantes	Tipo	Muro	Forjado	Cubierta inclinada	Cubierta plana	Solera	Lambda en W/m.K	Espesor para R=5 en cm	Precio indicativo para R=5	Capacidad higroscópica	Resistencia al vapor de agua	Clasificación al fuego	Tiempo de desfasaje (para ita para 20 cm)	Energía primaria ^(b) (kWh/EqJ/m ²)	Efecto invernadero (CO ₂ eq./EqJ/m ²)
Aislantes sintéticos	Poliestireno expandido	Panel	●	●	●	●	●	0,037 a 0,040	18 a 20	15 a 20	No	30 a 100	B	6	84	10
	Lanas minerales	Lana de vidrio	●	●	●	●	●	0,035	17	6 a 16	No	1	A a B	6	74	12
	Lana de roca	Rollos	●	●	●	●	●	0,040	20	6 a 10	No	1	A a B	6	168	43
Aislantes de origen vegetal	Fibra de madera	Panel flexible	●	●	●	●	●	0,038 a 0,040	19 a 20	24 a 38	Baja	1 a 2	E	7,5	41	-4
		Paneles densos	●	●	●	●	●	0,037 a 0,046	18 a 23	36 a 75	Baja	3 a 8	E	15	195	-21
	Guata de celulosa	Granel insuflado	●	●	●	●	●	0,038 a 0,044	19 a 22	10 a 15	Media	1 a 2	B a E	10	22	-10
		Granel vertido	●	●	●	●	●	0,037 a 0,040	18 a 20	10 a 15	Media	1 a 2	B a E	10	22	-10
		Granel	●	●	●	●	●	0,039	20	38 a 42	Media	2	E	12	71	-5
	Corcho	Granel	●	●	●	○	●	0,040 a 0,045	20 a 22	28 a 42	Baja	5 a 30	E	9	41	-26
		Panel	●	●	●	●	●	0,036 a 0,042*	18 a 21	45 a 71	Media	5 a 30	E	13	41	-26
	Lana de cáñamo	Rollos	●	●	●	●	●	0,038 a 0,042	19 a 21	25 a 36	Media	1 a 2	E	7	52	-1
		Paneles	●	●	●	●	●	0,038 a 0,042	19 a 21	20 a 40	Media	1 a 2	E	7	69	-1
	Cañamiza	Granel	○	●	●	○	●	0,048	24	17 a 30	Media	1 a 2	E	8,5	16	-49
Lana de lino	Rollos	●	●	●	●	●	0,037	19	35 a 40	Media	1 a 2	C a D	6	38	1	
	Paneles	●	●	●	●	●	0,037 a 0,047	18 a 23	22 a 25	Media	1 a 2	C a D	6	57	1	
Aislantes de origen animal	Lana de oveja	Rollos	●	●	●	●	●	0,035 a 0,042	17 a 21	20 a 28	Alta	1 a 2	C	5	20	0
		Paneles	●	●	●	●	●	0,035 a 0,040	17 a 20	28 a 36	Alta	1 a 2	C	5	20	0

* 0,048 para el corcho natural sin escocer
 ● : Uso aconsejado
 ○ : Posible uso con hormigón ligero

(a) Promedio calculado por la asociación Arcantra (ver explicación en la página 25)
 (b) 1 UF = 1 m² de aislamiento de R = 5 m² K/W

EcoHABITAR n° 30, Verano 2011

EcoHABITAR n° 30, Verano 2011

Para la realización de cubiertas, los materiales a utilizar deberían ser fundamentalmente los tradicionales de la zona, puesto que la permanencia en el tiempo les ha permitido demostrar su idoneidad y también habrán puesto de manifiesto sus debilidades, lo que permite estudiarlos en profundidad y elaborar las soluciones adecuadas. En Galicia, la construcción tradicional utilizo pizarra o “lousas” en la zona oriental y teja en la zona occidental, fundamentalmente por la geología de esas áreas. Cambiar los materiales de sitio llevara siempre aparejado un importante consumo energético quemando combustible durante el transporte y emitiendo gases contaminantes.

La irrupción del fibrocemento, como una solución practica, rápida, económica y efectiva ha tenido como consecuencia una disminución de la calidad estética de los conjuntos constructivos, pero especialmente y como consecuencia del uso de amianto, un enorme problema ambiental con peligrosas consecuencias sobre la salud. Lo que en el momento de la instalación suponía una solución relativamente económica, el proceso de desmontaje de cubiertas de fibrocemento en la actualidad es una sofisticada operación de descontaminación de asbestos con un importante coste económico.

Bajo los elementos de cubrición tradicionales como la teja o la pizarra, pueden colocarse membranas higroscópicas que siendo impermeables permiten el paso del vapor. Con su presencia se garantiza que una infiltración de lluvia provocada por un fuerte viento, no logre

llegar al interior de la cubierta dañando elementos estructurales o el aislamiento. En el caso de las cubiertas, esas membranas han de ser antideslizantes.

Una solución a estudiar con interés son las cubiertas verdes que necesitan de una perfecta impermeabilización pero que por lo demás reúnen enormes ventajas ambientales que se expondrán en el modulo de soluciones constructivas. Para la impermeabilización el material más utilizado en bioconstrucción son las láminas de caucho-butilo o EPDM, en Alemania hemos visto aplicar láminas de poliofelina termosoldadas. Sobre la lámina impermeabilizante debe de ir una lámina de protección que además facilite el drenaje como pueden ser las láminas alveoladas de polietileno con una lamina geotextil adosada. En cuanto al sustrato de la cubierta vegetal y las especies, hay diferentes posibilidades que van de colocar la misma tierra vegetal retirada para la construcción del edificio, aligerarla con la adición de arcilla expandida o pizarra expandida (muy utilizada en Alemania) sobre las que se puede dejar crecer especies espontaneas adaptadas al clima y condiciones del lugar y que ellas mismas se autolimitan, hasta poner solamente áridos ligeros y seleccionar especies con mucha capacidad para vivir con escasos nutrientes.

Una fuente de inspiración en cuanto al uso de materiales naturales, de bajo impacto, renovables, con buenas prestaciones impermeabilizantes y una elevada eficiencia energética es el de las cubiertas con materiales vegetales de los que quedan unos pocos ejemplos en las pallozas, entre Galicia y León y que durante siglos dieron cobijo a sus moradores. Si bien exigían un mantenimiento periódico, cumplían a la perfección con los parámetros más exigentes de la bioconstrucción.

MATERIALES PARA INSTALACIONES

FONTANERÍA

SUMINISTRO DE AGUA

Existen diversos materiales que se pueden utilizar para el abastecimiento de agua: acero inoxidable, polietileno, polibutileno, polipropileno. No se recomienda el cobre por posibles cesiones al agua. Entre los plásticos, el que tiene una formula con menos enlaces y por tanto menos susceptible de ceder sustancias al agua es el polipropileno, opción hacia la que parece que se decantan los fabricantes. Queda absolutamente descartado el PVC.

El sistema de conexión preferente, será aquel que permita desmontar una parte de la instalación y reutilizar los elementos en la nueva configuración o en otro lugar. Los sistemas por termofusion, son rápidos y seguros, pero si hay un error o una modificación de la instalación, en lugar de tener piezas, tendremos residuos.

RECOGIDA DE AGUAS PLUVIALES

Como alternativa al PVC, es posible utilizar canalones y bajantes de cobre o zinc.

EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES

Como alternativa al muy extendido PVC se encuentra el polipropileno (PP) que no genera los problemas ambientales derivados del uso del cloro. Una característica del polipropileno es que no se puede encolar, las uniones han de ser por junta labiada, lo que por otra parte puede considerarse una ventaja al poder corregir la posición de piezas ensambladas o incluso reutilizar los elementos para otra instalación.

En Alemania hemos visto instalar sistemas de saneamiento urbano realizados con tuberías y accesorios de gres, tal y como se hacía en España antes de hacer su aparición estelar los plásticos. Si bien son piezas mucho más pesadas y frágiles durante su manipulación e instalación, la durabilidad de estas instalaciones supera muchas decenas de años, como se puede comprobar cuando se abre alguna calle y se observan las tuberías de gres instaladas en tiempos pasados.

CALEFACCIÓN

Las instalaciones de calefacción mas recomendadas por la bioconstrucción son las radiantes con agua a baja temperatura, especialmente los muros y zócalos radiantes. Para ello el material adecuado es el polietileno reticulado.

ELECTRICIDAD

Los componentes de una instalación eléctrica (conducciones, cajas, cableado...) con criterios de bioconstrucción han de estar fabricados con plásticos libres de halógenos.

MATERIALES PARA ACABADOS SUPERFICIALES

Los morteros a aplicar en los revocos de las paredes, han de tener como característica principal la higroscopicidad, es decir, permitir la absorción de humedad del ambiente cuando es excesiva y devolverla posteriormente cuando el ambiente es seco (en ocasiones, meses después).

Los materiales más utilizados son el yeso, la cal y la arcilla, siendo esta la que exige menos energía en su fabricación.

Los revocos de barro han irrumpido a lo grande en el sector en los últimos años. Ya son muchas las casas comerciales que venden mezclas idóneas con diferentes texturas y acabados para la aplicación tanto en interiores como en exteriores. También son varios los expertos en la aplicación de los mismos, que una vez inician su andadura profesional con este material, no suelen querer trabajar con ningún otro.

En España, diversas empresas se están abriendo hueco en el mercado. En Galicia, Guido Tomasini, un artesano de origen alemán afincado desde hace años en la provincia de Lugo, realiza sus propias mezclas con tierra procedente del lavado de piedra de cantera. Su saber hacer ha llegado a muchas comarcas gallegas, sobre todo por las ventajas que tiene el uso de morteros de barro en la restauración de casas tradicionales de piedra.

Normalmente, tras la aplicación del revoco, una vez conseguido el acabado requerido, se le da una aplicación de silicato potásico que permite transpirar pero endurece la superficie impidiendo el desprendimiento de polvo.

RECUBRIMIENTOS

Pinturas, aceites y lasures (barnices al agua) suelen ser los productos mas utilizados como recubrimiento. A todos ellos ha de exigírseles la no emisión de Compuestos Orgánicos Volátiles COV's cuya presencia puede suponer graves trastornos de salud.

Existen diversas marcas comerciales que han estado investigando en esta línea desde hace años. La experiencia con los profesionales que lo aplican es positiva pero al principio, el problema suele estar en el desconocimiento del producto y el miedo a no acertar con la valoración económica del trabajo.

CUESTIONARIO MÓDULO II

1. Oficialmente, la Organización Mundial de la Salud define el “síndrome del edificio enfermo” como:

- a) Enfermedades que padecen los trabajadores de las oficinas.
- b) Conjunto de enfermedades originadas o estimuladas por la contaminación del aire en los espacios cerrados.
- c) Un edificio que tiene daños en su estructura.

RESPUESTA CORRECTA: B

2. Cuando hablamos de un material biocompatible, debemos entender:

- a) Materiales con cierta resonancia con los seres vivos, de origen natural, escaso procesamiento y no emite sustancias tóxicas.
- b) Un material reciclado que da otra oportunidad a lo que sería un residuo.
- c) Un material reciclable y por tanto con una buena valoración como ecológico.

RESPUESTA CORRECTA: A

3. Cuando en 2003, un grupo de europarlamentarios permitieron analizar su sangre, los resultados evidenciaron:

- a) La presencia de sustancias industriales tóxicas, persistentes y bioacumulativas en todas las muestras.
- b) Solo alguna persona tenía restos de alguna sustancia tóxica.
- c) La ausencia de sustancias preocupantes, muestra de la excelente salud de ciudadanos de países desarrollados.

RESPUESTA CORRECTA: A

4. Sobre los materiales de construcción, que expresión te parece más correcta:

- a) Los materiales reciclados son ecológicos y por tanto, valen para bioconstrucción.
- b) Los materiales de construcción y decoración pueden contener múltiples sustancias perjudiciales para la salud.
- c) Los materiales de construcción que hay en el mercado no pueden contener sustancias tóxicas de ningún tipo, sino estarían prohibidos.

RESPUESTA CORRECTA: B

5. Al hablar de la tierra como material de construcción debemos de entender que:

- a) Es un material de extracción muy próxima a la construcción, de bajo impacto ambiental, buen comportamiento higrométrico y con un mantenimiento periódico, una elevada durabilidad.
- b) Era un material que solo se usaba para construir casas de escasos recursos económicos y por tanto, no se le pueden pedir buenas prestaciones constructivas.
- c) Es un material de poca durabilidad, que solo permite hacer edificaciones provisionales.

RESPUESTA CORRECTA: A

6. Cuando nos referimos a un Bloque de Tierra Comprimida (BTC), estamos hablando de:

- a) Es la forma actual de llamar al adobe de toda la vida.
- b) Un bloque de tierra cocida a alta presión.
- c) Un ladrillo de tierra cruda, con adición cal, cemento o yeso, comprimido con una prensa.

RESPUESTA CORRECTA: C

7. La utilización de balas de paja como material de construcción implica:

- a) Algo muy poco técnico, las casas de paja solo aparecen en el cuento de los tres cerditos...
- b) Vivir en una casa de alto riesgo, cuando esté terminada se puede producir un incendio y ardería rápidamente.
- c) Una excelente solución de muy bajo impacto ambiental, elevada eficiencia energética y revocada por ambas caras tiene buena resistencia al fuego.

RESPUESTA CORRECTA: C

8. Con madera se construye poco porque:

- a) Es un material con poca durabilidad, la madera se deteriora rápidamente.
- b) Es un material escaso, si cortamos los árboles nos quedamos sin bosques.
- c) Se ha perdido la confianza en los materiales y soluciones constructivas tradicionales.

RESPUESTA CORRECTA: C

9. El plástico cuya fórmula tiene menos enlaces y por tanto, es menos susceptible de ceder sustancias al agua en una instalación de fontanería es él:

- a) Polipropileno PP
- b) Cloruro de polivinilo PVC
- c) Polietileno reticulado

RESPUESTA CORRECTA: A

10. Las características fundamentales de los materiales empleados en los acabados superficiales de los paramentos de una vivienda de bioconstrucción ha de ser:

- a) Facilidad de puesta en obra, que sea rápido de ejecutar y endurezca en poco tiempo.
- b) Que sea totalmente impermeable al vapor de agua y fácil de limpiar.
- c) Permeabilidad al vapor de agua e higroscopicidad, es decir, la capacidad de regular la humedad ambiental del interior de la vivienda de forma natural sin consumo energético.

RESPUESTA CORRECTA: C

Curso On-Line

INTRODUCCIÓN A LA BIOCONSTRUCCIÓN

Módulo III SISTEMAS CONSTRUCTIVOS



Juan Bello Llorente

Carolina Martínez García

Colegio Oficial de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de la Edificación

A Coruña, marzo de 2012



Contenido

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL MÓDULO	3
SISTEMAS ESTRUCTURALES.....	4
CIMENTACIONES.....	5
LA MADERA ESTRUCTURAL.....	10
LA TIERRA.....	15
LA CONSTRUCCIÓN CON BALAS DE PAJA.....	23
CERRAMIENTOS	28
EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL AISLAMIENTO TÉRMICO.....	29
TIPOLOGÍAS DE CERRAMIENTOS	33
CUBIERTAS	36
TECHOS VERDES O CUBIERTAS AJARDINADAS.....	38
DIVISIONES INTERIORES.....	40
PANELES.....	41
TÉCNICAS TRADICIONALES.....	42
TRATAMIENTOS SUPERFICIALES.....	43
CUESTIONARIO MÓDULO III.....	47

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL MÓDULO

Este módulo, al igual que los restantes, está orientado hacia el ejercicio profesional de arquitectos técnicos (y titulaciones homólogas). Los sistemas constructivos aprendidos en dicha formación, proveen como sabemos, una alta cualificación en la ejecución de la construcción de edificios. Por este motivo, este módulo quizás pueda plantear un nuevo paradigma constructivo, para los que, en vuestro ejercicio profesional, no halláis ejecutado sistemas distintos a las estructuras porticadas con hormigón armado o estructura metálica, que son algo casi exclusivo en la construcción convencional en España de los últimos años.

Por el contrario, a los que la rehabilitación y restauración de edificios les es familiar, es muy probable que este módulo les haga echar la vista atrás a forma de reflexión, donde generalmente la construcción buscaba el sentido común y la sencillez de las soluciones tomadas.

Dentro del temario, citaremos sistemas básicos como las estructuras de madera, que casi han desaparecido de nuestra construcción, exceptuando la rehabilitación, y técnicas tradicionales conocidas y utilizadas en España y en el resto del mundo, como los muros portantes de piedra, el tapial, los tabiques trenzados de madera y barro... También citaremos técnicas que, aunque no son recientes, han tenido una repentina entrada en el sector de la construcción y que casi son desconocidas para la mayoría: las balas de paja o alpacas, el COB y otras técnicas de la construcción con tierra, las estructuras de cañas...

El objetivo de este módulo, es asomarnos a ver el gran abanico de técnicas consideradas dentro de la bioconstrucción, y que en un futuro podáis ampliar la información en la dirección que más os interese. La gran cantidad de información nos impide contemplar en este curso todo lo referente a detalles constructivos y características especiales de cada sistema, así como algunas patologías conocidas. Por lo que siempre recomendamos, que recurráis a la bibliografía o nos planteéis las dudas a nosotros directamente.

Nota sobre la documentación gráfica:

Las fotografías han sido realizadas por alguno de los autores de este documento a excepción de aquellas en las que se cita expresamente la fuente.

Si necesitas imprimir esta documentación, reflexiona un momento y encontrarás la forma de minimizar el impacto (doble cara, papel *reciclado*, *papel reutilizado por una cara*...) ¡Tú decides!

SISTEMAS ESTRUCTURALES

En este módulo citaremos diferentes sistemas estructurales con criterios de bioconstrucción que deberán garantizar las siguientes características técnicas:

- el buen aislamiento térmico y acústico
- un ambiente interior saludable
- que se adapte al entorno y al clima (criterios de construcción tradicional)
- la exigencia del mínimo transporte de materiales (uso de materiales locales)
- la exigencia del mínimo consumo de energía para refrigerar y calefactar los ambientes

Dentro de las mencionadas características, omitimos mencionar las exigencias que son inherentes a cualquier solución constructiva: garantizar la seguridad estructural, estabilidad ante el fuego, ausencia de aparición de condensaciones y mohos en superficies de paramentos, dar solución a posibles puentes térmicos...

Aunque se cumplan todas estas cosas, para que un sistema constructivo funcione, es imprescindible hacer buen uso del mismo. Es notable cómo en viviendas con buen diseño bioclimático y bien aisladas, pueden derrochar energía en su mantenimiento por la falta de conocimiento del funcionamiento del edificio por parte del usuario.

En los siguientes puntos haremos un recorrido siguiendo el esquema del proceso constructivo. Cabe mencionar, que previamente a cualquier construcción, como se ha mencionado en los anteriores módulos, es preciso analizar el lugar, hacer un estudio geobiológico y climatológico de la zona, situar correctamente las estancias en función de la orientación y situación de la parcela.

Diseño del edificio

Cuando iniciamos la planificación de una vivienda o cualquier tipo de edificación, se debe buscar el resultado más eficaz en cuanto a la volumetría del edificio. Esto determinará también una distribución de espacios interiores, que garantice el mejor aprovechamiento del diseño bioclimático. Es decir, que si hemos favorecido una orientación de la fachada acristalada al sur, no escojamos una solución constructiva que pierda calor al norte. Podemos elegir distintas soluciones constructivas para cada fachada, siempre que garanticemos la correcta resolución

de puentes térmicos. Debemos tener en cuenta que el soleamiento de los materiales aumenta los valores de ganancia de calor, y viceversa.

Zonificación de estancias

Se ha de garantizar que se sitúen las estancias con masa térmica en sus muros desde el sur hacia el interior de la superficie de la vivienda. Esto proporcionará la correcta acumulación y distribución del calor. Por el contrario, las estancias de usos no habitables o de paso (almacenes, cuartos de instalaciones, escaleras...) se tomarán como volúmenes que impidan la pérdida de calor, normalmente situados al norte. En estos se debe garantizar el buen aislamiento en sus paredes.

CIMENTACIONES

Dentro de las cimentaciones, en bioconstrucción la opción menos agresiva para el suelo es la más recomendable. Escapar, siempre que sea posible, de procesos de excavación o grandes perforaciones, que conlleven gran consumo energético y contaminación ambiental derivada del uso de maquinaria.

El hormigón armado, es un material con elevada resistencia de carga, y por esto se ha convertido en una exclusividad en cimentaciones dentro de la construcción convencional. En bioconstrucción hay que minimizar su uso todo lo posible, y elegir alternativas adecuadas a cada tipología constructiva.

Cimentaciones de piedra o de hormigón ciclópeo

Es grande la extensión de las edificaciones con muro portante de piedra, cuya cimentación se considera inexistente, ya que es el mismo muro que penetra en el subsuelo en forma de zapata corrida.

El hormigón ciclópeo, sería una variante del hormigón en masa, y está compuesto por grandes piedras y hormigón. Es habitual su uso para cubrir grandes volúmenes, en rellenos de carreteras, en pozos de perforación. Esta opción, permite reducir el consumo de cemento y acero, contribuyendo a reducir los consumos de energía en todo el proceso.

Hormigón de cal

Aunque es poco frecuente el uso de cales como conglomerante, en cimentaciones o en soleras,

su uso es aconsejado. Las resistencias a compresión que alcanza la cal (citaré la hidráulica NHL 5 pues es la recomendable en este uso) a 28 días se acerca a los 5MPa, y a los 180 días llega a alcanzar más de 12 MPa. Con estos valores, su uso es viable en casi cualquier edificación. Ante la duda frecuente de la resistencia y durabilidad de los hormigones de cal, citar el Panteón en Roma, durante siglos fue la cúpula más grande que hizo la humanidad y en su totalidad es hormigón de cal en masa.

Para los armados, se recomienda recurrir al acero inoxidable, a la fibra de vidrio, o a las fibras vegetales.

Zanja de grava

El uso de grava en cimentación está muy extendido en construcciones de viviendas unifamiliares de una planta, o edificios con poca carga. El sistema no es más que un proceso derelleno y compactación de grava de tamaño medio, confinada en una zanja del mismo terreno que se excava de forma corrida bajo los muros de la edificación. También la propia grava realiza una función de capa anticapilaridad, aunque siempre es mejor asegurarse y colocar una lámina que realice esta función justo debajo del muro.

Armados con caña (bambú)

El bambú tiene una característica de relación de elasticidad/resistencia mayor a la del acero¹, lo que lo hace muy valorado en sistemas estructurales sobre todo aplicados en cubiertas. En bioconstrucción, se utiliza la caña vegetal para cosidos en muros, y armados complementarios en zapatas.



Imagen: Cimentación de hormigón armado con bambú, sobre cama de grava y aislamiento exterior con plancha de corcho. Fuente: Rikki Nitzkin.

SOBRECIMENTACIONES

En algunas tipologías constructivas (tapial, ladrillos de barro crudo, balas de paja...) nos encontramos con una parte denominada *sobrecimentación*. Esta es la parte de la cimentación que sobresale de la rasante, y que su construcción tiene el objetivo de aislar el material del

¹ Informes de la Construcción, Vol. 63, 523, 51-58, julio-septiembre 2011. ISSN: 0020-0883. eISSN: 1988-3234. doi: 10.3989/ic.10.025

muro o cerramiento del suelo, sobre todo para evitar la humedad por salpicadura o inundación. Normalmente con una altura de 20 cms suele ser suficiente, en climas más lluviosos, es conveniente llegar a los 40 cms.

Para algunas aplicaciones se utilizan con frecuencia los siguientes tipos de sobrecimentación:

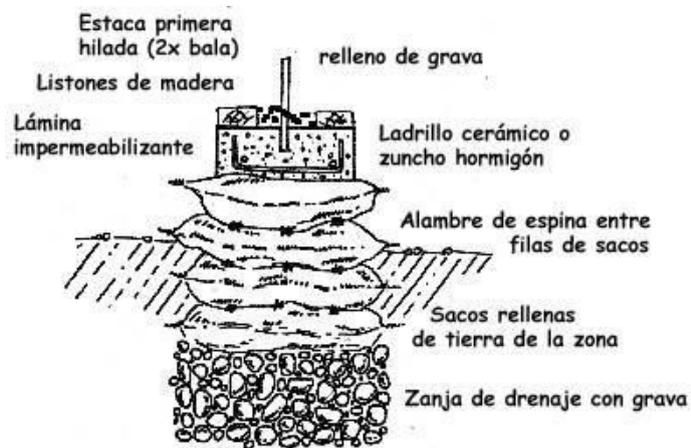


Sacos rellenos de tierra estabilizada o Superadobe

Esta técnica, consiste en rellenar sacos de polipropileno (es posible reciclar los sacos de piensos y arroz), o cualquier textil, de tierra (arcilla, limos y arena) humedecida, que posteriormente se compacta. En algunas ocasiones se le añade una pequeña proporción de cal o cemento, para aumentar la resistencia. Es aconsejable rellenar la primera hilada con grava para evitar la absorción de humedad. Los sacos se colocan a junta corrida en dos o más hiladas dependiendo de la altura deseada, y se les coloca algún material de atado entre los mismos (alambre espinado, zarzas secas, estacas de madera o caña).

La gran desventaja de esta sencilla y económica técnica, es que los sacos en general se deshacen por los rayos UV, por lo que siempre es necesario ejecutar un revoco exterior. Esta técnica denominada “superadobe”.

Además de usar el superadobe en sobrecimentaciones también se pueden realizar edificios enteros con esta técnica.



Neumáticos rellenos

El reciclado de neumáticos para el uso en construcción tiene más de 30 años. Fue el arquitecto estadounidense Michael Reynolds², quién después de realizar su tesis doctoral construyó su primera casa en 1972 con materiales reciclados, a esta técnica la llamó Earthship Biotecture.

2 Bibliografía recomendada: Documental “The Garbage Warrior”

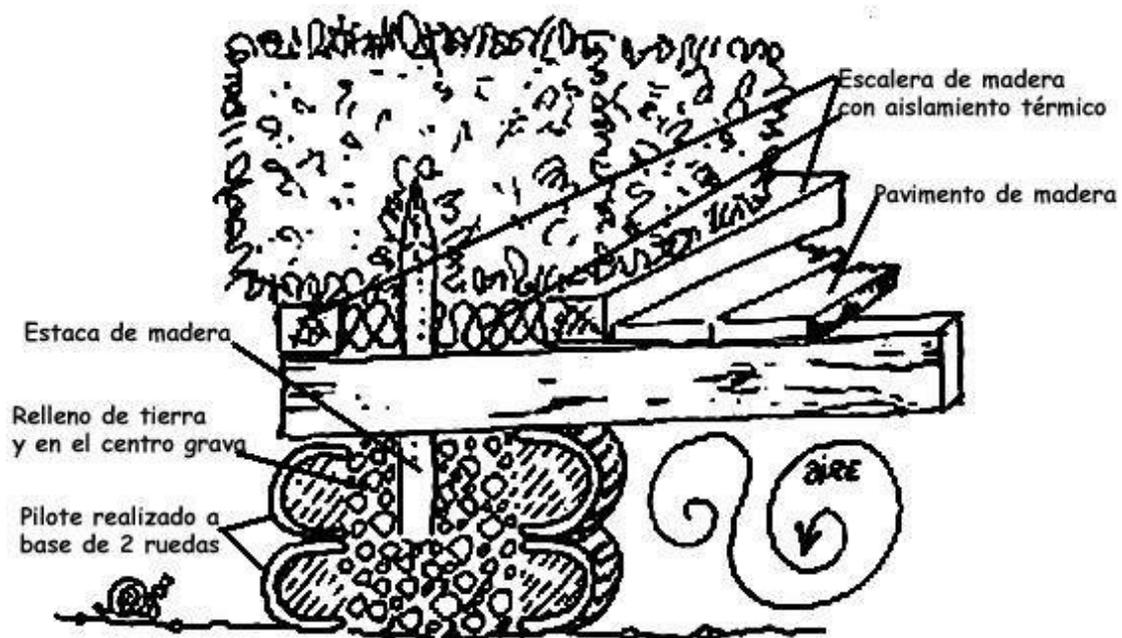
El material de los neumáticos es utilizado como encofrado perdido para la ejecución de cimientos, sobrecimientos, muros de contención y muros de cierre. Los neumáticos se rellenan con grava (en la primera capa como barrera capilar) y/o tierra (en ocasiones estabilizada) que se va echando en distintas capas compactadas. El neumático es capaz de confinar



Foto: Rikky Nitzkin

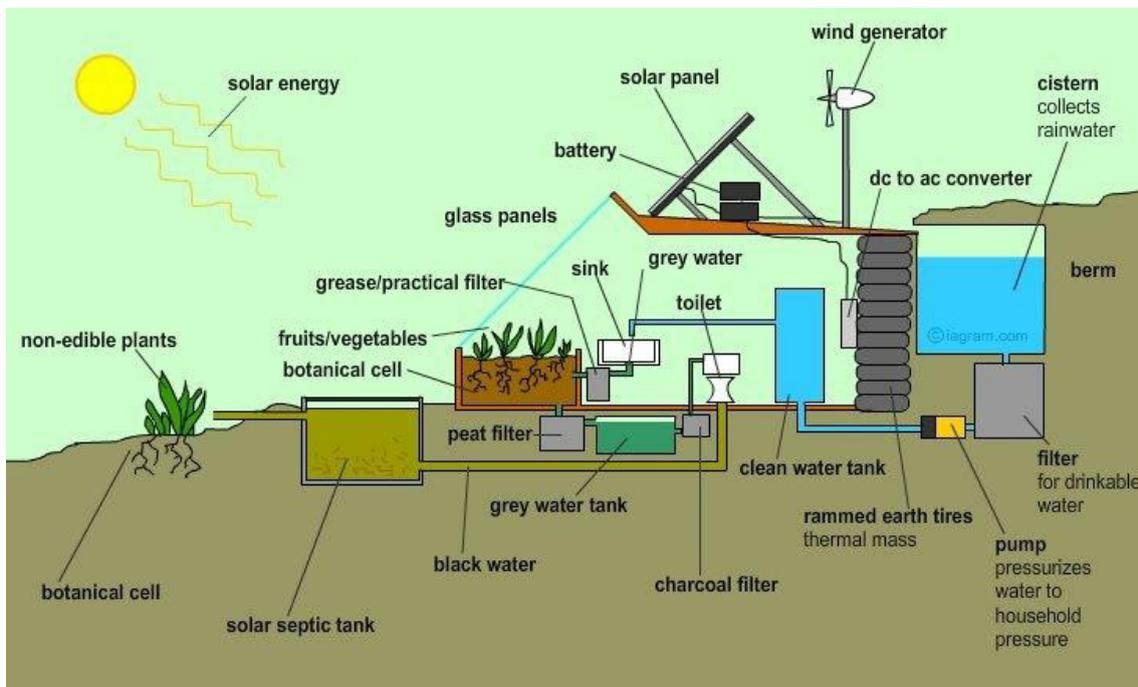
una gran cantidad de material en su interior, con lo que puede soportar gran capacidad de carga. Una buena característica de esta tipología constructiva es la inercia térmica. La superficie exterior de los neumáticos se debe de proteger con pintura, revocado exterior con morteros o bien con forrado de algún otro material, pues sufren un notable deterioro frente a los rayos ultravioleta.

Esquema de Sobrecimentación con neumáticos para balas de paja. Fuente: Amazon Nails + L'Horta de la Viola.



Las tipologías constructivas ejecutadas por Reynolds, solían enterrar estos muros del lado norte y en el sur cubrirlos de morteros de tierra, que se utilizaban como masa térmica de un invernadero adosado. A modo de curiosidad, Mike Reynolds también resolvía el sistema energético y el consumo de agua de las viviendas como un ciclo cerrado.

Imagen: Earthship diagram. Fuente: Sustainable Man.



Soleras y solados

A la hora de definir las soleras o solados en bioconstrucción, aunque no supone un cambio radical con la construcción convencional, sí se deben tener en cuenta algunas consideraciones.

Cuando situamos una fachada acristalada al sur, y esta no lleva detrás un muro térmico, el solado debe hacer las funciones de almacenamiento de ese calor. Este sistema es muy eficaz si usamos una sección constructiva adecuada. Se debe intentar que todas las capas de la composición del suelo tengan capacidad de carga térmica.



A modo de ejemplo, se podrían citar las siguientes capas:

- capa drenante o barrera anticapilaridad: grava/vidrio celular/restos de tejas o ladrillos apisonados/conchas de bivalvos compactadas...
- solera aligerada o aislamiento térmico: mortero barro aligerado con paja/ mortero de cal+fibras /material aislante: librillos de paja o plancha de corcho o similar
- capa de acabado de alta inercia térmica: mortero de barro/mortero de cal + baldosas de barro cocido o crudo/placas de pizarra o similar

Debemos de garantizar que tenemos un adecuado valor de aislamiento, sobre todo en lugares donde es habitual la helada. En Galicia, en zonas costeras, por debajo de la capa vegetal es raro tener una temperatura de terreno inferior a 6°C. En cualquier caso, una vez colocado el aislamiento se debe favorecer un elevado espesor de material con capacidad térmica (detrás de acristalamientos o galerías al S o SW-SE).



Apisonado de solera de barro sobre capa de concha de mejillón (Dimarca). Fuente: www.baubiologie.at

En cuanto a las soluciones de suelo sobre una planta inferior, debemos de garantizar que el calor que se acumula en la planta baja no pase a la superior. Por esto se debe diseñar un correcto aislamiento de los forjados, y por consiguiente de las cubiertas.

LA MADERA ESTRUCTURAL

Como ya se comentó en el módulo anterior, es preciso seleccionar maderas de producción local, donde se evitan impactos del transporte sobre el medio y se favorece el desarrollo económico en el medio rural y la rentabilidad de la explotación forestal de nuestros montes.

Es conveniente también escoger la madera sin hacer distinción de sus “imperfecciones” estéticas, la madera de un mismo árbol no es toda igual, se han de aprovechar las piezas con diferentes tonos, veteados y restos de nudos, ya que se colabora en la producción de madera sin desperdicios.

Huir de las modas y escoger maderas aptas para usos mediante el tratamiento con sistemas naturales. No hace falta recurrir a maderas tropicales para conseguir determinados colores o durabilidad.

Greenpeace España ha publicado diversos informes que son un excelente recurso formativo, como la “Guía de la Buena Madera”. La guía aconseja y orienta sobre el consumo de madera, donde se seleccionaron 30 especies muy comunes en el mercado español. Además de indicar el nombre, la procedencia y aplicaciones, se advierte también cuales de ellas son *maderas recomendables*, *maderas aceptables*, *maderas problemáticas* y *maderas de alto riesgo*.

El sello FSC

El sistema de certificación forestal FSC (Forest Stewardship Council o Consejo de Administración Forestal) es hasta la fecha la mejor garantía de una gestión forestal responsable. El FSC es una organización independiente, no gubernamental, internacional y sin ánimo de lucro, creada en 1993, cuyos objetivos son promover la gestión ambiental en todo el mundo de forma que sea:

- ambientalmente responsable
- socialmente beneficiosa
- económicamente viable

Se puede obtener más información para conocer las posibilidades del mercado español con sello FSC en las siguientes direcciones: www.fsc-spain.org/lista_certificados, www.fsc-info.org, www.terra.org/html/s/rehabilitar/madera.

Otros convenios y listas rojas

El convenio CITES, al que España está adherida desde 1986, regula el comercio de especies amenazadas y promueve su conservación. Sin embargo, a pesar de todo el esfuerzo de los países firmantes, sigue existiendo contrabando de estas especies y no siempre se puede garantizar la legalidad de la madera con permiso CITES. Más información en www.cites.es/citesapp/Portada

En un esfuerzo de promover la conservación de la biodiversidad, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) elabora una Lista Roja de Especies Amenazadas, donde aparecen las especies clasificadas en orden creciente de amenaza: vulnerable, en peligro y en peligro crítico. Más información en www.iucnredlist.org

Madera maciza

En Galicia, a modo de ejemplo, podemos encontrarnos en el mercado, vigas macizas de castaño, roble o abeto de las siguientes secciones estándar: 35x30 , 30x20, 25x15. Pudiendo alcanzar cada pieza los 10 mts de longitud. Mayores longitudes es probable que vengan del extranjero. Tampoco es recomendable ir a luces mayores, que implican medios de transporte de gran tamaño.



Fuente: www.casasdepaja.org

Dentro de los sistemas constructivos con madera, se debe huir en la medida de lo posible de las uniones con grandes piezas metálicas, y favorecer la elección de ensambles tradicionales. Tampoco es recomendable la elección de encolados por los compuestos químicos nocivos para la salud, contenidos en todas las colas del mercado.

Existen también sistemas de construcción con entramado ligero en madera maciza, que pueden suponer un abaratamiento de los costes tanto en material como en ejecución, por la facilidad de manipulación de las piezas.

Madera laminada

Cuando por una exigencia estructural y dimensional la madera maciza no cumple los requisitos, es preferible recurrir a la madera laminada en vez de a productos de acero laminado u hormigón armado, de superior impacto ambiental, consumos de agua y energía, etc. Aunque los encolados presentes en la madera laminada no son todo lo saludable que se requiere.

Por eso, ante todo, debemos pensar en las necesidades de dimensionamiento reales de cada proyecto, y evitar sobredimensionar vanos innecesariamente.

Tablero contralaminado

El uso de tablero contralaminado se está dando cada vez con más frecuencia a nivel europeo. Las posibilidades estructurales son cada vez mayores, y todos los fabricantes de este material

cuentan con sellos de calidad y compromiso ambiental.

Los paneles contralaminados se elaboran con capas de tablas de madera de abeto rojo (o similar) cruzadas con encolado de superficie. En general, los fabricantes cuentan con el certificado PEFC, que garantizan que la materia prima utilizada proviene de una explotación forestal ecológica, económica y socialmente responsable.

La disposición cruzada de las láminas longitudinales y transversales impide casi por completo el alabeo y la contracción en la superficie del tablero. La resistencia estática y la rigidez aumentan considerablemente. Las cargas no solamente se pueden transferir en una dirección, como por ejemplo en el caso de soportes o vigas, sino en todas las direcciones, en el caso de tableros y planchas.

Se fabrican paneles autoportantes para muros exteriores, que permiten vuelos considerables, y también paneles para forjados, cubiertas, huecos de escaleras, cajones de ascensores...

Recientemente, la empresa vasca EGOIN, ha conseguido el Documento de Idoneidad Técnico Europeo de este producto (DITE 11/0464) emitido por ITEC (Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya).

Este requisito de evaluación de características del producto se suma al sello AITIM nº 31 de Fabricación de Tableros Contralaminados, que implica un control mediante inspección periódica de las instalaciones de producción, el marcado de muestras y ensayo externo de la calidad de los encolados.

Ladrillos de madera

Existe una tipología constructiva de reciente aparición, compuesta por una estructura vertical de madera y rellena con ladrillos prefabricadas de madera. La técnica permite una ejecución seca de la solución constructiva, con uniones mecánicas, en vertical mediante tornillería y en horizontal mediante ensamblajes en forma de cola de milano. El proceso constructivo es rápido pues se consigue ejecutar gran cantidad de superficie de muro en poco tiempo.



Más información: <http://www.ecoladrillomasena.com/>

Estructuras de caña (bambú)

Queremos hacer una mención especial al uso de la caña como material estructural. Ya lo mencionamos en el apartado de cimentaciones pero quizás sea interesante, abarcar las posibilidades del bambú para sistemas estructurales.

Son conocidas en Perú las diferentes construcciones con caña que se asientan en las islas del Titicaca. Pero no son pocas las experiencias que utilizan la caña para la realización de estructuras.

En España el arquitecto inglés J. Cory-Wright utiliza la caña para hacer grandes estructuras orgánica, una de sus obras fue la gran pérgola de acceso al edificio Faro, Pabellón de Iniciativas Ciudadanas, de la Expo de Zaragoza 2008. Desde la institución Canya Viva, de la que es fundador, se imparte formación en este tipo de construcciones.



Pérgola acceso al Edificio Faro, Expo Zaragoza 2008

Un reciente estudio, “Investigación Tecnológica aplicada: Domocaña” establece una comparación de las capacidades materiales del bambú y otros dos tipos de cañas, frente a materiales comunes en construcción.

El estudio se basa en la construcción de cubiertas tipo domo, realizadas con estructura de caña y recubiertas con diferentes capas de morteros de barro, una última capa de lechada de cemento y dos manos finales de pintura impermeable.

Material	Resistencia de diseño Kg / cm ²	Masa por Volumen Kg / m ³	Relación Resist./Masa R / M	Módulo de Elasticidad Kg / cm ²	Relación de Elast / Rigid. E / M
Hormigón	82	2.400	0,032	127.400	53
Acero	1.630	7.800	0,209	2'40.000	274
Madera	76	600	0,127	112.000	187
Bambú	102	600	0,127	112.000	340

Tabla 1: Comparativo (Fuente: Investigación Tecnológica Aplicada Domocaña)

Dentro de las conclusiones, las estructuras de caña además de resistir satisfactoriamente las cargas estáticas, todos los prototipos superaron los ensayos ante movimientos sísmicos, incluso una construcción superó un sismo real de grado 7,9 en la escala Richter.

Prototipo estructura de domo realizado con caña de bambú. Fuente: Investigación Domocaña

La Casa Tortuga, Perú.

Fuente: www.amarengo.org



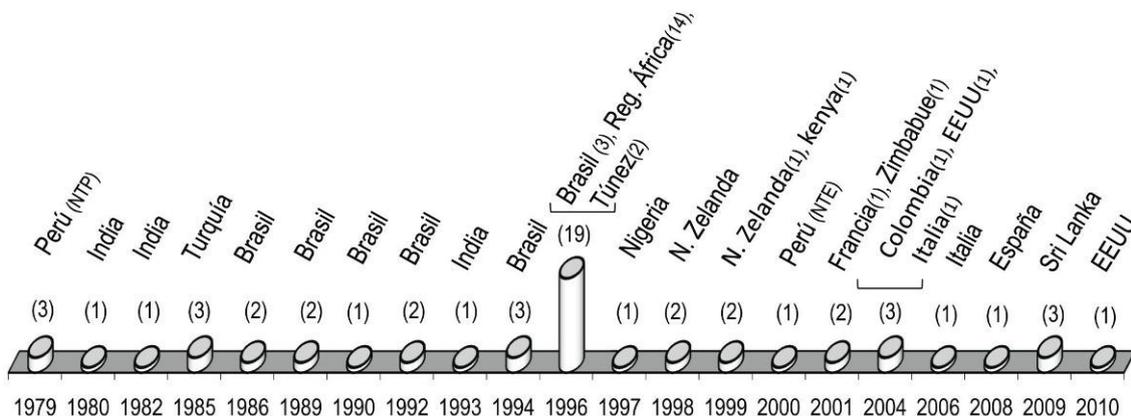
Como recurso de cálculo para estructuras de bambú, se puede tomar de referencia una tesis doctoral, de la Facultad de Arquitectura de San Carlos de Guatemala:

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_0782.pdf.

LA TIERRA

La construcción con tierra lleva muy presente en la humanidad desde hace miles años. En Galicia se utilizaba de forma muy frecuente para tomar los muros de piedra, pero también podemos ver varias construcciones de tapial en la zona este de Lugo, y en divisiones interiores o tiros de chimeneas en combinación con un entrelazado de madera.

Existen en la actualidad 55 documentos en el mundo, sobre normativa y reglamentos emitidos sobre la construcción con tierra cruda. La figura², muestra una cronología de las normativas publicadas en cada país, donde figura entre paréntesis el número total de documentos. Estos



² "Las normativas de construcción con tierra en el mundo" Informes de la Construcción, Vol. 63, 523, 159-169, julio-septiembre 2011. ISSN: 0020-0883. eISSN: 1988-3234. doi: 10.3989/ic.10.011

documentos avalan las condiciones de idoneidad técnica del uso de tierra cruda en construcción, y su gran presencia en el mundo.

Con la llegada de la industrialización (aparición de los medios de transporte, maquinaria pesada) queda en desuso de la tierra como material de construcción. Con la aparición del cemento y la producción industrial de ladrillos de barro cocido se agrava la situación. Una comercialización masiva de materiales “modernos” asociados a progreso y riqueza, mientras que se asocia la tierra a una imagen de pobreza y escasez de recursos.

Es fácil reconocer en las aldeas gallegas, muchas construcciones tradicionales de piedra tomada con tierra, que se revocaron con morteros de cemento con el pensamiento de mejorar las condiciones de sus casas debido a la buena fama de este material en el mercado.

Las amplias propiedades de la tierra cumplen con creces los requisitos que se le exigen a un material desde un punto de vista ecológico y saludable:

- Material transpirable y regulador de la humedad ambiente.
- Gran inercia térmica: capacidad de acumular calor.
- Aislante acústico.
- Regulador de olores
- Capacidad de regenerar el aire.
- Totalmente reciclable y sus residuos generan un impacto ambiental casi nulo.
- De fácil elaboración, disminuye los consumos de energía y por tanto la contaminación ambiental.
- Gran adherencia, facilidad de aplicación.
- Material saludable para la piel, resulta muy agradable trabajar con él.
- Ausencia de radioactividad.
- Presente en casi cualquier parte del mundo, lo que lo hace siempre un material local.

El tapial

Son muchas las zonas en España en las que la técnica de la tierra apisonada, o tapial, es una característica arquitectónica y una imagen indiscutible de muchos pueblos. En muchos casos las casas construidas de tapial deterioradas por falta de mantenimiento, se demolían para hacer casas “modernas”. Afortunadamente, cada



vez son más frecuentes las referencias de construcciones en las que la tierra de muros de tapial, de aprovecha y se vuelve a convertir en otro tapial.

En cuanto a la técnica, no es más que una mezcla de arcilla, arena, algo de fibra (paja) y un 5% de cal (normalmente) para estabilizar. La mezcla debe tener un grado de humedad bajo, para lo que suele utilizar una manguera con difusor para ir humectando poco a poco. Cuando la mezcla tiene la consistencia adecuada, se va echando en un cajón, tapialera o encofrado, en tongadas de 10 a 20 cm que se van compactando con pisón. Suele haber varios tipos de pisones, redondos y rectangulares o en triángulo para las esquinas. Los pesos van de los 5 a los 8Kg, y son habituales los fabricados con madera o metal. Aunque también se utilizan pisones hidráulicos, algunos artesanos de esta técnica prefieren no utilizarlos, pues el momento de determinar el fin del apisonado de cada capa, es mediante el sonido que se produce en la tierra cuando está correcta.



Es importante ejecutar los diferentes tapias de forma que tenga un entrelazado con el siguiente, además de realizar las diferentes hiladas a junta corrida, para que no queden juntas verticales en toda la altura del muro.

Como cualquier muro portante se ha de garantizar que tenga algún elemento (durmiente) que reparta las cargas, de manera uniforme, y centradas en el eje del muro, para el apoyo de la estructura de cubierta. También hay que tener en cuenta las condiciones de esbeltez del muro.

En cuanto a los acabados del tapial, dentro de las técnicas tradicionales practicadas en la Península, son típicos los encalados de las viviendas realizadas con esta tipología, aunque últimamente se empiezan a notar construcciones que aprecian el color de la tierra, y dan capas de acabado incoloras a base de silicato. Lo más importante es seguir respetando la transpirabilidad de toda la solución constructiva, y evitar el uso de sustancias químicas contaminantes y nocivas para la salud.

La técnica del COB

Esta técnica se conoce con diferentes nombres incluyendo clob, witchert, mud wallen las Midlands, arcilla DAB en Escocia y Clom en Gales. En Francia “Bauge” describe la técnica de cob, en Alemania “Weller” y en italiano se llama Terre Crue. Como ya se ha descrito el proceso constructivo al explicar la técnica en el módulo anterior, la forma de ejecución es ir añadiendo capas de tierra, con arena y fibra, que conforman un muro macizo con capacidad portante. La adición de fibra (paja de cereal, juncos, pelos de animales, hierba) en el cob, ocupa un papel muy importante ya que asegurar que se seque el material uniformemente evitando así grandes grietas por retracción. También favorece a la mezcla y puede ayudar en el rendimiento estructural y térmico del muro. Al igual que en el tapial, los muros tienen mucha inercia térmica pero suponen un gran peso para el suelo, y mover gran cantidad de material para su ejecución. Se utiliza también en esta técnica una sobrecimentación de barro cocido, piedra u otro material que resista bien la humedad por salpicaduras.

No se recomienda construir en cob con tiempo húmedo y frío, a pesar de ser técnicas apropiadas para estos climas. Los huecos para carpinterías y apoyos de cubiertas se realizan de la misma forma que para un muro de carga.

En el siguiente enlace, podéis ver tres vídeos de los talleres desarrollados en Nicaragua, por Mateu Ortoneda. <http://bioconstruccion.blogspot.com/search/label/cob>

Superadobe

La técnica denominada superadobe, surge en California, en el Instituto de California de Arquitectura del Arte de la Tierra: Cal-Earth <http://calearth.org/>. La institución fue fundada en 1986 por el arquitecto iraní Nader Khalili (1936-2008) cuyo objetivo fue la construcción de refugios de emergencia en zonas de catástrofe en países pobres. Hoy en día, el instituto está a

la vanguardia en la tecnología de la arquitectura con tierra, e imparte formación certificada en todo el mundo.

Este sistema realiza construcciones en forma de *domo*, muy sólidas y resistentes a terremotos, huracanes e inundaciones. El superadobe consiste en la construcción de



tierra compactada dentro de sacos textiles, (en el caso de Cal-Earth suministran rollos de manga continua), que van rellenos de tierra apisonada con adición de cal. Se colocan en forma circular o redondeada para garantizar la estabilidad del conjunto. Las hiladas se van sucediendo a junta corrida. Para huecos de ventanas y puertas se utilizan camones de madera. Es muy habitual que se coloquen lucernarios para la iluminación natural, ya que en la forma de domo la ejecución de ventanales en muros no es de fácil ejecución. La luz cenital siempre garantiza un mayor aprovechamiento de la luz natural, y por consiguiente un ahorro de energía.

Proceso de llenado de sacos.

Fuente: <http://www.premiarte.com.mx/zipolite/superadobe/ejemplos/index.html>



Pequeña construcción de superadobe sin revocar en exposición.

<http://www.premiarte.com.mx/zipolite/superadobe/ejemplos/index.html>

En España hay varias empresas que se dedican a realizar construcciones e imparten formación de esta tecnología: Tienes Tierra Tienes Casa y Domoterra. Aquí están los enlaces para acceder a los espacios web de las mismas:

<http://www.tienestierratienescasa.com/>, <http://www.domoterra.es/>

Técnica de Stranglehm y mangueras rellenas con barro

En el año 1982 se desarrolla en la Universidad de Kassel, Alemania, una nueva técnica de barro plástico denominada Stranglehm, o barro extruido. Es similar en el aspecto a unos chorizos de barro crudo, con la que se pueden construir muros, bóvedas y cúpulas, también muebles y artefactos sanitarios. A partir de esta técnica, el Prof. Gernot Minke desarrolla una técnica similar a la del barro extruido, donde se rellenan unas mangueras de algodón elástico con barro aligerado con mineral utilizando un embudo o con una bomba. Una vez alcanzada la longitud deseada de “chorizo”, se le hace un nudo a la tela y se coloca. Los diferentes rulos se



van apilando a junta corrida, y posteriormente se revisten con barro húmedo. La apariencia es muy característica. En la foto, se puede ver la ejecución de muebles de baño en el hotel situado en Wangelin, Ganzlin, Alemania, que se desarrolló durante los talleres impartidos por Gernot Minke. En este mismo lugar se sitúa la Academia Europea de Construcción con Barro, y el Museo de la Construcción con Barro. Más información: www.earthbuilding.eu, <http://lernpunktlehm.de>

Revocos de barro

Cómo se citó en el módulo 2, están muy extendidas las ventajas del uso de barro en acabados superficiales.

Como cualquier otro revoco interior o exterior, se debe realizar una preparación previa de superficies. Colocar materiales de continuación en los encuentros de



materiales diferentes (en cantos de forjados, encuentros de carpintería...). Es necesario garantizar la adherencia de los revocos al soporte, para ello se debe:

- Soporte completamente seco o estable (endurecido en caso de barro crudo)
- Humectado y rayado de la superficie justo antes de la aplicación del revoco
- Aplicación del mortero mediante lanzado con fuerza, para que se impregnen las partículas de barro del revoco provocadas por el impacto.

Para detallar un poco los procesos básicos de la aplicación, se recomienda seguir los siguientes pasos:

Revocos realizados con material local

- Realizar una prueba del material que tenemos, por el método de sedimentación. En esta prueba deberán salir 3 capas de material: arena, limos y arcilla, en este orden de abajo a arriba.
- Realizar mezclas para morteros con diferentes dosificaciones (arcilla + arena + fibra + agua), apuntarlas y referenciarlas con algún código. Normalmente se hacen $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{5}$ pero dependerá del porcentaje de arcilla que tengamos en la mezcla.
- Aplicar los morteros con las distintas mezclas en una pared.
- Observar y escoger: analizar cómo funcionan las muestras realizadas (aparición de grietas, falta de adhesión...) y seleccionar la que mejor funcione. Si no se obtienen resultados convincentes, se debe repetir el proceso y si es necesario, recurrir a aditivos estabilizantes.

También se puede evaluar la resistencia del material, en caso de trabajar con aditivos y estabilizadores, con la prueba de la galleta o la bola.

Fibras y arena

La adición de fibras y arena reduce las fisuras por retracción. Con lo que el porcentaje influirá en los tiempos de secado. Se debe evaluar también los tamaños de las partículas en función del acabado deseado (rústico, fino...).

Aditivos y pinturas

Para mejorar la dureza de la superficie se puede añadir a la mezcla de la capa final, aditivos como estiércol de vaca, cal, caseína, aceite de linaza...

Las pinturas a base de cal, silicato potásico, o pinturas naturales, endurecen la superficie y mejoran la resistencia a la abrasión húmeda.¹

En cuanto a la aplicación diferirá según el soporte. Lo normal es distribuir el revoco en tres capas:

1. Revoco base: más líquida, con arena más gruesa y con fibra (paja, lino, fibras textiles, serrín...)
2. Revocos acabados: pueden ser más de una capa en función del espesor o finura deseados. No se recomienda aplicar capas mayores a 10mm de espesor. Con lo que, si no obtenemos el acabado deseado con una capa, debemos aplicar otra más fina. Estas capas llevan los contenidos de fibra y arena mucho más finos que la capa base.

Revocos prefabricados

Las mezclas prefabricadas de tierra o barro han surgido en Europa, y más concretamente en países con gran tradición en bioconstrucción como Alemania y Holanda, debido a la aparición de pequeñas empresas que han invertido en la recuperación de estos materiales para facilitar su colocación. Los revocos prefabricados se obtienen tras el análisis las distintas mezclas seleccionando las mejores tierras, arenas y aditivos. Todo esto supone un sobrecoste importante en el material para el usuario final, pero un gran ahorro de tiempo a



la hora de buscar la mezcla ideal, para aplicadores inexpertos. Además, garantizan los acabados. Para la aplicación de estos materiales prefabricados, lo mejor es seguir las recomendaciones de los fabricantes. A continuación se relacionan una serie de empresas que comercializan estos materiales, con sus direcciones de internet donde se facilitan las fichas técnicas que mejoran las justificaciones de cálculo para aplicar en diferentes proyectos.

España: www.redverde.com, www.ecoclay.com

Portugal: www.embarro.com (tiene filial en España)

Alemania: www.claytec.de, www.lesando.de, www.kreidezeit.de

Holanda: www.tierrafino.nl, www.leemstuc.nl, www.siennastucco.com, www.topleem.es

Francia: www.akterre.com

Reino Unido: www.clay-works.com

República Checa: www.rigi.cz

Lituania: www.indigas.lt

LA CONSTRUCCIÓN CON BALAS DE PAJA

Aunque la paja se lleva utilizando como material de construcción desde hace miles de años, las balas de paja nacen con la invención de la máquina empacadora en el último tercio del siglo XIX.

Como se ha visto en el módulo anterior, la paja ha demostrado tener unas características extraordinarias para ser considerado un material de construcción, y en concreto de bioconstrucción. Durante estos más de 100 años de experiencias con la paja embalada, a dado lugar a diversas tipologías constructivas, y quizás a medida que continúe su uso podrían surgir aún más. Es abundante la bibliografía editada sobre la construcción con paja. Estos apuntes están apoyados fundamentalmente en el libro Casas de Paja², sobre el que Carolina Martínez realizó dos ponencias en el centro de formación Atinne, en A Coruña. La presentación se puede descargar de forma gratuita en esta dirección: <http://goo.gl/ZztLf>

NEBRASKA O AUTOPORTANTE

Esta tipología surge inicialmente en las llanuras de Nebraska, Estados Unidos, donde era muy difícil aprovisionarse de los materiales de construcción convencionales. Estructuralmente, los muros realizados con balas de paja soportan toda la carga de forjados y/o cubiertas y la transmiten a la cimentación. Se debe garantizar que la carga se reparta



Cambrils. Fuente: www.casasdepaja.org

² En el año 2011 se publicó el primer libro escrito en España, "Casas de Paja. Una Guía para Autoconstructores" por Rikki Nitzkin y Maren Termens, dos de las fundadoras de la RCP (Red de construcción con paja)

correctamente a todos los muros por igual, y que no se aplique descentrada (de la misma forma que para cualquier muro portante). Para esto, lo mejor es la colocación de un zuncho dereparto que abarque todo el ancho de muro.

La colocación de los muros se realiza como una pared de ladrillos. Se debe colocar la bala de plano, con lo que, en las juntas verticales, las cuerdas quedan en disposición vertical. Es importante marcar los huecos antes de iniciar la primera hilada y colocar los marcos de puertas y ventanas. También es aconsejable realizar un dibujo con el despiece de cada hilada para configurar encuentros y cortes, ya que mejora mucho la planificación de obra.

Esta tipología tiene muchas ventajas, como la fácil y rápida ejecución de los muros, pero sin duda también existen limitaciones. Algunas de estas están limitadas por los diferentes códigos o normas vigentes en todo el mundo son:

- Densidad mínima de la bala autoportante debe ser mayor de 90 Kg/m³
- Se debe dejar mayor longitud de una bala o bala y media entre cualquier hueco y las esquinas.
- No es posible abrir huecos con superficie superior al 50% del muro
- Limitar el fallo por esbeltez: la relación entre altura y espesor de pared se recomienda que sea de 5:1, según la norma alemana. Es decir, que si el ancho del muro son 50 cms la altura no podrá exceder de 2,50 mts. Esta altura se considera a partir de la sobrecimentación. La normativa de Arizona marca 5,6:1. Otros autores marcan como límite 7 hiladas.
- Longitud máxima de un muro portante sin arriostrar será según la norma de Arizona = espesor x 13 = 0,50 x 13 = 6,5m.

La bala de paja es un material flexible, por lo que se debe esperar que los muros una vez cargados tengan un asentamiento. Normalmente, con densidades superiores a los 90kg/m³, los muros pueden llegar a deformarse un 6% de su altura, y en torno a 1 ó 2 cm por hilada. Esta flexibilidad lo hace un material con buen comportamiento frente al sismo, pero implica un esfuerzo de cálculo para la colocación de puertas y ventanas. Por otra parte, la gran flexibilidad supone el movimiento de los muros hasta su asentamiento final. Esto hace retrasar la aplicación de los revocos, y actualmente se utiliza una técnica denominada precompresión.

El sistema de precompresión, no sólo anticipa la deformación de los muros, sino que aumenta su capacidad de carga y hace que el conjunto trabaje como un todo. Además se encarga de

atar los muros a la cimentación y a la cubierta, realizando un atado de los muros desde la sobrecimentación, hasta la parte superior del zuncho perimetral. El atado se realiza con cables (mejor acero inoxidable) y tensor de valla, generalmente, cada 2m de separación. Al lado de cada cable de atado se utiliza provisionalmente un sistema de compresión con cinchas de amarre de cargas en camiones o similar. Se va tensando las cinchas de forma equilibrada en todos los muros. Una vez que se comprime, se ajusta el atado de cables. Este proceso se ha de repetir durante dos o tres días consecutivos. También es aconsejable esperar una semana y volver a realizar una nueva tensión. Los cables de atado quedarán embebidos en los morteros de agarre, las cinchas se retiran y recuperan para otras obras.

Para la ejecución de este sistema se debe utilizar guías verticales de madera en las esquinas para evitar los desplomes. A partir de la 5 hilada, los muros pierden mucha estabilidad con lo que se aconseja realizar un cosido de los mismos insertando cañas o estacas de madera, de forma que se vayan uniendo tres hiladas consecutivas. Siempre se han de colocar grapas en las esquinas (o encuentros de muros en diferentes direcciones) en todas las hiladas.

Se recomienda no colocar las balas a mucha presión, pues con la precompresión de todo el conjunto pueden deformarse los muros.

Esta tipología da lugar a diversas formas y apariencias de edificios construidos. Como buen material resistente a compresión, permite la ejecución de arcos y formas abovedadas.

POSTES Y VIGAS o DE RELLENO

En este caso, se realiza una estructura portante, normalmente de madera, que se encarga de resistir las cargas de cubierta. Las balas de paja se colocan a modo de relleno. En este caso podemos elegir si la colocación de la bala es de plano, o de canto, que permite reducir un poco más el espesor final del muro.



Mallorca. Fuente: www.casasdepaja.org

Lo más importante a tener en cuenta de esta técnica es:

- Resolver las conexiones entre la paja y la madera (estructura), o en caso de que la estructura vaya exenta, estabilizar correctamente los muros de paja.
- Diseñar los encuentros con la estructura dando solución a los posibles puentes térmicos.

Elección de postes macizos:

Se pueden dar diferentes casos en función de si la estructura enrasada con el muro, interior o exteriormente, o si por el contrario se sitúa de forma exenta (interior o exterior).

Elección de columnas de madera:

Esta es una buena opción para minimizar los encuentros, y reducir los puentes térmicos (en el caso de postes compuestos por aislamiento). En esta tipología podemos encontrarnos con una pieza simple o con doble pieza, que pueda abarcar todo el espesor del muro.

En este sistema, sí es necesario meter a presión las balas contra la estructura.

Una de las grandes ventajas de este sistema, es que se puede construir toda la estructura incluida la cubierta antes de colocar la paja, con lo que permite trabajar en condiciones climatológicas más adversas.

En este caso, la compresión de los muros se realiza contra la estructura. Se recurre a gatos hidráulicos para comprimir la penúltima hilada, sobre la que después se colocará la última. Se ha de estimar la deformación previamente.

HÍBRIDOS O MIXTOS

Surge un sistema híbrido o mixto, cuando se combinan varias tipologías, incluso no siendo todas de sistemas de construcción con paja.

Existen casos en los que por mejorar las técnicas bioclimáticas, o simplemente por ser una rehabilitación o ampliación de la edificación, nos encontremos con diferentes soluciones constructivas en un mismo edificio.

Esto da mucha flexibilidad en el diseño pero también genera problemas de ejecución, ya



que es preciso resolver complicados encuentros. También es preciso que se diseñen sistemas de precompresión eficaces cuando no tenemos homogeneidad de los muros.

Esta tipología puede dar lugar, a fachadas sur con muro de alta inercia térmica (tapial, cob, muro trombe) y encontrarnos con muros de paja, portantes o con estructura auxiliar, en el resto de las fachadas. Es habitual ver plantas bajas de piedra o ladrillo, y la superior con paja. Hay casos en los que la paja se utiliza para forrar el edificio al exterior, y mejorar considerablemente su aislamiento. Si se quisiera colocar al interior es preciso colocar una barrera de vapor, por las posibles condensaciones.

Imagen: Colocación de balas de paja por el exterior en rehabilitación para alojamiento de alumnos de la Academia Europea de Construcción con Tierra. Wangelin, Ganzlin. Alemania.

TÉCNICA DE GREB

La técnica de greb, es una tipología surgida en Francia y que cada día se le suman más adeptos.

El sistema está compuesto por una estructura liger de madera, donde se utiliza para toda la vivienda un único tamaño de travesaño, tanto vertical, horizontal como para la cubierta: 10x4 cm (aconsejado la madera de abeto). Los muros se realizan en doble pared de modo que la paja se pueda colocar en su interior. Los enlaces son con tornillería para madera. Las cintas que fijan la paja a la estructura de madera pueden metálicas, de cuerda de PE o listón.

El material de acabado se realiza con serrín, arena, cal y cemento. Se aplica por relleno y compactado dentro de un encofrado fijado en los listones. Una vez retirado el encofrado se rascan los defectos y se aplica un acabado fino y/o pintura.

Más información: <http://www.arquitectura-y-paja.org>

PANELES PREFABRICADOS

El hecho de cumplir con todas las normativas, ya que la tipología autoportante no está permitida por la normativa alemana, facilitar así la ejecución, surgen los sistemas modulares. Tanto fabricados in situ previa colocación, o de forma industrializada, esta solución permite agilizar los procesos de ejecución, obteniendo en el caso industrial, grandes garantías de calidad. Aunque los procesos industriales siempre son más contaminantes, presentan una solución para aquellos que no están dispuestos a autoconstruir su propia vivienda. En esta tipología, las balas de paja se introducen a presión en marcos de madera. Estas cajas forman

los paneles prefabricados de paja. Se puede obtener más información de esta tecnología, en la web de la empresa inglesa ModCell: www.modcell.com. Las balas de paja también se suelen utilizar como aislamiento tanto en soleras como en cubiertas o forjados. La gran ventaja sigue siendo su gran aislamiento térmico y la facilidad de colocación. Pero también hay que tener en cuenta la sección que se maneja de acabado, y en el caso de cubiertas inclinadas, conocer los procedimientos para cortes y encuentros en ángulo.

En España, existe desde el 2005, la Red de Construcción con Paja, fundada por autoconstructores y técnicos interesados en dar a conocer el uso de este material. También existen un montón de espacios web

donde ver vídeos de construcciones realizadas, técnicas para dividir balas, para aplicar revocos en las mismas. Existen empresas que se dedican a la construcción de viviendas de forma profesional, pero aún queda mucho por hacer. En la foto: Trabajos de



construcción de la Oficina de Medio Ambiente de la Ufa Fabrik en Berlín.

Más referencias web de construcción con paja en España: www.casasdepaja.org, <http://rikkinitzkin.wordpress.com/>

CERRAMIENTOS

Elegir la tipología de un cerramiento dentro de la bioconstrucción, puede llegar a suponer tarea difícil a primera vista, ya que este debe solucionar, además de la estabilidad, aprovechamiento del diseño bioclimático, eficiencia energética, el buen ambiente interior, baja contaminación ambiental de los materiales usados...

No se pretende encarnar un dilema, sino más bien valorar todas las opciones válidas y elegir la más cercana y accesible, lo que muchas veces suele ser la más económica.

Una vez solucionados los criterios de localismo para elegir los materiales, las pautas a seguir deberían ser diseñar los muros que nos darán la captación solar al sur (hemisferio norte). En cada caso, se aconseja:

- Galería o invernadero: colocar suelo y muros a base de materiales de elevada inercia térmica y de considerable espesor.
- Fachada acristalada: colocar material de suelo de alta inercia térmica. Divisiones interiores o cerramientos colindantes con mínimo una hoja interior o un revestimiento de elevada inercia térmica.
- Muro trombe: material con elevada inercia térmica y espesor considerable.

El barro crudo, la piedra, la tierra cocida, la cal... son materiales capaces de acumular calor en su masa.

Aislar los muros de alta inercia térmica es innecesario. Es más importante la captación solar de los mismos que la pérdida de calor que puedan suponer para la vivienda.



Una vez tenemos definidos estos muros, pasaremos a diseñar los restantes, de forma que consideremos las pérdidas caloríficas de las estancias interiores sean las mismas.

Debemos tener en cuenta que aislar puede ser beneficioso tanto para invierno como para el verano, pero no siempre puede ser así. Hay que garantizar también la ventilación cruzada de las estancias, para que el aire interior en tiempo caluroso sea también el adecuado.

EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL AISLAMIENTO TÉRMICO

Desde la formación que obtenemos en la carrera, aprendemos soluciones constructivas que van encaminadas al aislamiento mediante cámaras de aire entre dos hojas de muro, acompañadas de un aislante térmico.

De todos son conocidas las patologías que puede sufrir este sistema, tanto por errores de ejecución como fallo del mismo sistema: condensaciones intersticiales, falta de ventilación de la cámara, insuficiencia del aislamiento, ocasionando grandes consumos de energía para calefacción, aparición de mohos y humedades en las paredes, ambiente interior insano...

¿Por qué pasa esto?

Un buen material aislante es aquel cuya estructura pueda albergar aire en reposo ocluido en su masa. Según esta definición, el propio aire debería ser un buen aislante, pero cuando tenemos aire en una cámara entre dos hojas de cerramiento, puede suceder que por diferencia de temperaturas, y/o por fallo de estanqueidad, se genere movimiento de aire en la misma cámara, y que las diferentes temperaturas de aire se mezclen habiendo transmisión de calor, por tanto no hay aislamiento.

Valores λ , R y U.

De forma muy resumida recordaremos el significado de estos valores y su relación con los materiales y las temperaturas superficiales de los cerramientos.

El valor **λ o coeficiente de conductividad térmica**, caracteriza la cantidad de calor necesario por m², para que atravesando durante la unidad de tiempo, 1m de material homogéneo obtenga una diferencia de 1°C de temperatura entre las dos caras. Es una propiedad intrínseca de cada material, no depende de su espesor pero sí de su densidad, y normalmente se obtiene en laboratorio a una temperatura establecida normalizada, para poder comparar los valores entre los distintos materiales. Se mide en W/m.K (vatios partido metro por grado Kelvin). A menor valor más capacidad aislante.

El valor **R o resistencia térmica** de un material representa la capacidad del material de oponerse al flujo de calor. Este valor sí depende del espesor del material, y si nos referimos a capas homogéneas de material sólido, tenemos que R es el espesor (e) del material partido por su coeficiente de conductividad térmica: $R=e/\lambda$ (m².K/W). Cuanto mayor valor numérico, mayor capacidad aislante del material.

**Resistencia térmica superficial:* es el valor que refleja la resistencia de la transmisión entre la superficie del material y el aire y viceversa. Estos valores calculados se indican en forma de constantes y son necesarios para calcular la transmitancia térmica U. R_{si} : resistencia térmica superficial interior, R_{se} : resistencia térmica exterior. Para la obtención de los valores de cálculo, ver el apéndice E, del DB HE.

El valor **U o transmitancia térmica**, representa el flujo de calor en vatios a través de 1 m^2 de un elemento constructivo por grado de diferencia de temperaturas con el aire en contacto a ambas caras. Cuanto menor sea el valor de U, menor será la pérdida calorífica de un elemento o una solución constructiva. Se mide en $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$. La fórmula de cálculo es la siguiente:

$U=1/ (R_{si} + R_T + R_{se})$, siendo R_T el sumatorio de todos los R de cada material del que se compone la sección constructiva.

Si hacemos una comparación de los valores de cálculo de la resistencia térmica para una cámara de aire, en función de su espesor, con el cálculo de R del mismo espesor con un material aislante, se obtiene:

Grosor de la capa de aire en mm	Dirección del flujo de calor	
	Horizontal (de exterior a interior)*	Material aislante de comparación: panel de corcho aglomerado $\lambda=0,045\text{W}/\text{mK}$
5	0,11	0,11
10	0,15	2,22
25	0,18	5,55
50	0,18	11,11

*Valores de cálculo de R para capas de aire en reposo, escogidos según DIN EN ISO 6 946.

De los resultados de la tabla se desprende, que sólo capas de aire de 5 mm pueden competir con el valor de un material aislante.

De forma general, para establecer un ahorro energético y confort térmico interior, se aconseja no intentar conseguir un valor U óptimo en la solución constructiva, sino intentar minimizar las pérdidas caloríficas, y garantizar una temperatura superficial adecuada de los paramentos interiores.

Aislamiento interior o exterior

Cuando evaluamos donde colocar un aislamiento tenemos que tener en cuenta de qué y cómo nos queremos aislar. Analizar también que en el interior de las viviendas se produce calor y vapor de agua, que hay que regular y controlar, evitando siempre las posibles condensaciones que se producen por diferencias de temperaturas de los paramentos. En general desde la bioconstrucción existen estas recomendaciones:

Considerar aislamiento por el interior del cerramiento

De forma esquemática, a la hora de calefactar una estancia se sobreentiende que el calor será almacenado en los elementos constructivos para que la temperatura del aire pueda mantenerse constante. Si una estancia está aislada por el interior, y este aislamiento no tiene inercia térmica para acumular ese calor, nos encontramos con que calentamos el aire interior, y en cuanto ventilemos la estancia el calor se perderá.

Si no nos queda más remedio, que aislar al interior, es importante ejecutar esta solución colocando un material entre el aislante y el muro, que evite la condensación en la cara fría, y de esta forma se evite también la formación de mohos.

La solución de aislar en el interior es adecuada cuando la vivienda es de uso esporádico, ya que permite calentar el aire interior más rápidamente.

Aislamiento exterior o sistema SATE

Son una realidad en el mercado los sistemas de aislamiento exterior, desde hace ya algún tiempo. En bioconstrucción, se debe seleccionar el sistema que utilice materiales biocompatibles, y que en caso de incendio no generen gases tóxicos contaminantes.

Entre otras mejoras, los sistemas de aislamiento por el exterior impiden las pérdidas de calor y dan solución a los posibles puentes térmicos, y se evitan condensaciones interiores. Plantean

también una solución viable en rehabilitación (cuando es posible cambiar el aspecto de la fachada) para mejorar la eficiencia energética de los edificios.

Aunque hay muchas soluciones en el mercado, en general estos sistemas se forman por las siguientes partes (de interior a exterior):

- Muro de cerramiento
- Mortero adhesivo y/o fijación mecánica
- Mortero orgánico libre de cemento
- Malla de fibra de vidrio
- Material de acabado (revoco y pintura)

Se recomienda seleccionar una solución constructiva en la que todos los materiales sean compatibles entre sí (normalmente del mismo fabricante), y así dar garantías de resistencia a la lluvia, viento, impactos y también evitar posibles fisuras en los acabados.

En cualquier caso, por motivos de salubridad, se aconseja colocar el aislamiento lo más alejado del interior posible.

TIPOLOGÍAS DE CERRAMIENTOS

Existen muchas tipologías de cerramientos posibles con criterios de bioconstrucción, teniendo en cuenta la gran gama de materiales vistos en el módulo II, que tenemos a nuestra disposición para hacerlo. Diferentes aparejos de los distintos bloques o ladrillos, o tipologías similares a las convencionales que utilizan materiales biocompatibles.

Citamos aquí algunos ejemplos de soluciones constructivas con criterios de bioconstrucción, de exterior a interior:

- Muro de piedra (25-30cm), con corcho (5cm) y hoja interior de bloque cerámico aligerado (19cm) + revoco de cal (2 cm):

En este caso, que podría ser una rehabilitación, se aísla el muro con panel de cocho aglomerado, y se trasdosa con un material con inercia térmica al interior que acumule el calor. No se realiza cámara de aire. El acabado de cal permite la regulación de humedad del ambiente, y todo el conjunto permite la transpiración.



- Revoco de cal (5 cm), bala de paja portante (42 cm) y revoco de barro (5 cm):

Es la solución constructiva de un muro portante con balas de paja. También se puede realizar el revoco exterior con mortero de barro, añadiendo una pintura de cal u otra pintura transpirable de exterior. Es muy importante proteger los muros de paja, y los revocos al exterior, con un buen alero y una sobrecimentación. Se suele dejar un material lineal de encuentro (perfil de madera con goterón) para terminar el revoco exterior en la sobrecimentación.

Con paja es necesario que todos los revocos sean transpirables.

- Pintura a la cal (1cm), revoco cal hidráulica (1,5cm), muro de carga de bloque de tierra comprimido (Cannabric 30 cm), revoco cal hidráulica (1,5cm)

Esta solución fue tomada para una obra de vivienda unifamiliar aislada en Almería.



Además de los ejemplos citados, existe una técnica que utiliza el bloque cerámico aligerado, presentado en cursos de bioconstrucción en Cantabria.

Técnica de Termoarcilla sin junta (dry stacked method)

Me parece interesante mencionar esta peculiar técnica que da a conocer el bioconstructor Mateu Ortoneda. La descripción de la técnica, está transcrita de un post colgado en la web de EcoHabitar por el mismo Mateu:

“Se coloca la primera hilada con masa con mucho mimo, y después se levanta el muro en seco. Se comprueba el plomo y la planeidad y se revoca con el “mortero de unión en superficie”, (“surface bonding cement”) que preparamos nosotros mismos. En un cuevo grande mezclamos en seco 6,5 litros de cemento blanco, 3 litros de hidróxido de cal y 100 gr de estearato cálcico. Mientras, en un cubo con 5 lts. de agua, mezclamos 200 grs. de cloruro cálcico y 40 grs. de perlon (fibra de polipropileno de 12 mms. de largo) Luego mezclamos ambas cosas y a partirde ahí tenemos unos 20 minutos para darlo. Sobre el muro saturado de agua aplicamos una capita de apenas 2 mms de grosor. Esta cantidad de masa debería valer para 2 m² de muro. Es la manera más sencilla y barata de hacerse una casa ecológica”.

Aunque la termoarcilla es un material que permite la transpiración del vapor de agua, este material de pegado, no permite la transpiración del muro. Se recomienda realizar cubiertas ventiladas para la correcta regulación de la humedad interior. Utilizando termoarcillas de 29 cms, no sería



necesario aislar la vivienda en zonas con climas no extremos. Si es necesario aislar no habría problema para hacerlo por el exterior. En cuanto a los acabados, el bioconstructor recomienda el yeso para el interior tiene buena adherencia y acabado. Y para el exterior, un mortero con cemento blanco y arena raspada. No recomienda dar otra vez el mismo mortero de unión de superficie, pues craquela y se despega.

CUBIERTAS

No hay tipologías de cubiertas específicas de bioconstrucción. Como regla general se puede decir que las cubiertas deben considerarse de la misma forma que cualquier cerramiento, en cuanto a la pérdida calorífica y aislamiento. Es aconsejable que sean cubiertas transpirables, de la misma forma que el resto de los cerramientos.

Se aconseja siempre recurrir al uso de madera estructural para cubiertas. Minimizar las dimensiones y longitudes de las piezas, para reducir la huella ecológica que supone el transporte de vehículos pesados.

Se puede citar como un diseño óptimo en estos casos, las cubiertas recíprocas o de Serlio, pues reducen la sección de madera y realizan vanos mayores con piezas de menor largo. Además permiten dejar iluminación



cenital, que garantiza el uso de iluminación natural por más tiempo.

De forma sencilla podemos englobar los siguientes tipos de cubiertas, según criterios funcionales:

- **Techo caliente:** en este sistema, coloca el aislamiento entre la estructura, hacia el interior de la vivienda. No es un techo transpirable, con lo que se recomienda que las paredes sí lo sean para garantizar la regulación de la humedad. Funciona bien en invierno, pero debería realizarse una ventilación superior para que funcione bien en verano. Válido para cubiertas ajardinadas.

Ejemplo (de interior a exterior):

- entablado visto al interior
- lámina impermeable
- estructura de madera + aislamiento de corcho/celulosa a granel o insuflado entre vigas (aprovechando el espesor)
- lámina impermeable
- tablero OSB
- rastrel
- teja árabe

Se deben vigilar los puentes térmicos en la estructura. Los aleros y cumbrera son puntos claves donde resolver pérdidas de calor.

- **Techo frío o invertido:** en este caso el aislamiento está fuera de la parte habitable del edificio, por encima de la estructura. No se aconseja realizar un techo verde en esta tipología, pues el aislamiento podría estar desprotegido frente al agua en caso de perforación de la lámina impermeable.

Ejemplo (de interior a exterior):

- estructura de madera
 - tablero OSB
 - lámina impermeable
 - aislamiento
 - lámina impermeable
 - rastrel
 - teja árabe
-
- **Techo frío ventilado:** este sistema garantiza el buen aislamiento en verano y en invierno. La ventilación evita la formación de condensaciones. Es la mejor solución para techos verdes, ya que es la única que permite evacuar el vapor de agua por la cubierta.

Ejemplo (interior a exterior):

- vigas de madera
- entablado machihembrado
- lámina transpirable
- aislante de corcho 3 cm
- rastrel + aislante de corcho 4 cm
- lámina transpirable
- rastrel
- teja (se dejan piezas especiales de ventilación en cumbrera)

TECHOS VERDES O CUBIERTAS AJARDINADAS

La ciudad de Copenhague aprobó este año 2012 una ley que obliga tener algún tipo de vegetación en las nuevas cubiertas que se ejecuten y ha desarrollado un plan para revegetar las antiguas, con el objetivo de mejorar el hábitat y ahorrar consumo de energía. Fuente: www.ecocosas.com

Los techos verdes reúnen un sin fin de ventajas tanto desde el punto de vista ecológico como el funcional. Los citados son extraídos (resumen) del libro “Techos Verdes” de Gernot Minke:

- disminuyen las superficies pavimentadas
- producen oxígeno y absorben CO₂
- filtran las partículas de polvo y suciedad del aire
- evitan el recalentamiento de los techos
- reducen las variaciones de temperatura del ciclo día-noche
- disminuyen las variaciones de humedad en el aire
- tienen larga vida útil si es correcta su ejecución
- surten efecto como aislamiento térmico
- aíslan acústicamente
- absorben la lluvia aliviando el sistema de alcantarillado
- generan aromas agradables
- su estética influye positivamente en el estado de ánimo de las personas

Aunque la pendiente admisible para la ejecución de un techo verde es casi ilimitada, la ejecución de pendientes planas o demasiado elevadas supone un esfuerzo añadido en la resolución de detalles. La inclinación recomendada de un techo verde oscila entre los 3 a 5º de pendiente a un máximo de 23º. A partir de los 15º es necesario utilizar un sistema para arriostrar o lastrar la tierra.

Como ya se ha comentado en el módulo de materiales, deben usarse materiales biocompatibles para las láminas impermeables. El PVC no sólo no se recomienda desde el punto de vista de la bioconstrucción, sino



que este material sufre retracciones importantes en un período corto de tiempo, del orden del 10% en 2 a 3 años desde su colocación. Si no está prevista dicha retracción, el material se rompe.

Son diversas las experiencias que confirman que la garantía de la extensa vegetación de un techo verde está en la presencia de agua, y no tanto de tierra. Para garantizar el contenido de agua aún en épocas de sequía, es importante la adición de materiales porosos con capacidad para acumular agua en su estructura, como la arcilla expandida, la pizarra expandida o cenizas volcánicas. Estos materiales, además reducen el peso del techo notablemente: tierra 16 kg/m² y cm, arcilla expandida 6,5 kg/m² y cm, pizarra expandida 8 kg/m² y cm, cenizas 10 kg/m² y cm.

Se pueden diferenciar los techos extensivos de los intensivos. Los primeros carecen casi de mantenimiento. Son

Sistema antiraíces y drenaje

En el procedimiento de ejecución de un techo verde se ha de garantizar el drenaje del agua, y un eficaz sistema antiraíces que proteja el material impermeabilizante, y por tanto la vida útil de la cubierta. Para un techo verde extensivo, por encima del impermeabilizante se agregan unos 10 cms de material aligerado mezclado con tierra (el porcentaje de arcilla expandida

puede llegar a ser del 90%). En esta mezcla se añaden semillas de césped. Encima de la mezcla se extiende una tela de saco/arpillera. Se abren huecos en la tela para plantar el sedum.

En cuanto a los tiempos, se ha de dejar unas 6 semanas con riego para que enraíce. Cerca de los 2 meses las raíces deberían estar estables. El césped y la arpillera se van desintegrando en el propio techo.

En el perímetro de un techo verde se coloca grava para el drenaje. Además, es necesario colocar un tubo drenante sobre todo a partir de los 10º de inclinación. Los sumideros para bajantes es recomendable hacerlos de forma vertical en el exterior, aprovechando los aleros de la cubierta.

En Galicia, se recomienda siempre colocar evacuación de aguas con canalón y bajantes.

Esquema de un techo frío ventilado con cubierta ajardinada realizado en la Ufabrik de Berlín (interior a exterior):

- tablero OSB visto interior
- lámina transpirable
- vigas de madera (20cm) + aislamiento de celulosa en copos (15cm) + rastrel con tablero aislante de fibra de madera (15 mm): capa de aire superior 4 cm.
- Tableo OSB
- lámina impermeable
- arcilla expandida + tierra
- sedum

DIVISIONES INTERIORES

Las divisiones interiores de cualquier edificación deben garantizar el aislamiento acústico y térmico. Ha de ser también una solución especial si se trata de un espacio tampón (que impida la pérdida de calor de lugares con inercia térmica) o si se tratan de espacios expuestos al norte de uso no habitable. Es decir, que se han de resolver en función de cada estancia, de su situación y orientación en la edificación.

Tenemos varias opciones de materiales desde la bioconstrucción, pasando por los ladrillos huecos, semimacizos (unidos con cal), a otras más específicas como los paneles de barro...



PANELES

Los paneles prefabricados se han convertido en algo muy usual en obras, por su bajo

consumo en agua, limpieza de obra y rapidez de ejecución. En bioconstrucción se utilizan los paneles de fibra-yeso, que en su composición llevan yeso y fibra de celulosa que se obtiene mediante el reciclaje de papel. La elección de este panel debe ir acompañada por estructura de madera. En esta dirección: <http://www.fermacell.es> podréis encontrar las fichas técnicas para una colocación apropiada, con dimensiones y detalles técnicos, incluso para zonas húmedas.

En Alemania es habitual la existencia de paneles prefabricados de barro que llevan armado de malla de fibra de vidrio, y hasta se encuentran en el mercado, paneles de barro crudo con los tubos de calefacción embebidos, para pared radiante.



En algunos casos, los propios paneles aislantes como la fibra de madera, pueden realizar las divisiones de los espacios interiores, fijados a una estructura ligera de madera. Estos pueden ser revocados directamente con barro³, cal y posteriormente pintados.

TÉCNICAS TRADICIONALES

Existen algunas técnicas constructivas tradicionales, que hoy en día se identifican con la construcción natural. Estas técnicas, encontradas en rehabilitación de edificaciones, suelen ser desechadas por desconocimiento, o porque el uso de los inmuebles tiende a sacrificar estructuras interiores para ampliar espacios.

El *entrelazado de madera*, con revestimiento de barro, es una técnica que nos podemos encontrar en antiguas viviendas en Galicia. Es común que formen parte de las divisiones interiores, aunque su estructura podría soportar parte del peso de forjados. Para los marcos de madera se usaban secciones mecanizadas, para el entrelazado, se usaban ramas de avellano verde, más flexibles.



Los revocos de las caras eran a base de tierra, arena y paja, y se remetían entre las ramas entrelazadas hasta cubrir toda la superficie, en un espesor similar al de un tabique. Es también común, ver esta tipología en tiros de chimenea.

La restauración de estas técnicas no supone ningún esfuerzo ni sobre coste. El barro protege la humedad de la madera y normalmente esta puede conservarse en perfecto estado durante

³ En algunos tipos de paneles aislantes de fibra de madera o de corcho, es posible que los taninos puedan teñir el revoco. Se recomienda hacer una prueba antes de realizar el acabado

muchos años. Una vez se pica el revoco, éste se puede volver a mezclar con agua, y ya es válido para formar parte de la nueva pared.

TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

Los tratamientos superficiales tanto de paredes, suelos o carpinterías y muebles, están en contacto con nuestra piel muchas veces de forma directa. Es importante que tengamos en cuenta nuestra salud, a la hora de utilizar cualquier producto de acabado. Se aconseja que los tratamientos de superficie no se presupongan eternos, siempre se ha de garantizar el buen mantenimiento. También hay que considerar todos los trabajos que se incluyen en este mantenimiento dentro de la valoración del mismo.

Dentro de este apartado, se citarán, sobre todo, aquellos sistemas que se utilizan para la protección de paramentos y maderas: pinturas naturales, aceites, ceras ...

Pinturas naturales

Las pinturas naturales están hechas, principalmente, a base de aceites vegetales, sobre todo de lino, resinas naturales y caseína. Contienen pigmentos a base de tierras, óxidos de metales y diversos productos de origen mineral o vegetal. Las lacas y pinturas para exteriores contienen



disolventes a base de cortezas de cítricos y elementos minerales como el silicato. Resisten a la intemperie, a los rayos ultravioletas, a la contaminación ambiental, dejan respirar a las paredes, no intoxican a los operarios y tampoco molestarán a los futuros habitantes.

Las pinturas y barnices deben comportarse como una piel sana sobre los materiales que cubren. Esto quiere decir que no deben contener ingredientes perjudiciales para la salud de las personas ni para la naturaleza (representan el 60% de los residuos peligrosos que se generan

en el hogar), a la vez que permiten la respiración natural de la casa, lo que se traduce en mayor calidad del aire y una regulación de la humedad.

Las pinturas convencionales están hechas con productos sintéticos derivados de la industria petroquímica y pueden afectar a la salud de los habitantes de la casa y la de los pintores profesionales y trabajadores de las industrias fabricantes.

El principal peligro reside en los metales pesados (plomo, cadmio, mercurio...) y en los compuestos orgánicos volátiles (COV), como el xileno, el tolueno, los epóxidos, las acetonas, los fenoles y el formaldehído; gases que son emitidos por pinturas y barnices mientras se aplican, cuando se secan e incluso semanas y meses después. Los COV irritan la piel, los ojos y las vías respiratorias, provocan náuseas y dolores de cabeza, dañan el sistema nervioso central y son potencialmente cancerígenos. Algunas personas sufren dolores de cabeza o problemas respiratorios sin conocer su origen hasta que alguien les informa de que la causa puede ser el barniz del parquet. Pinturas y barnices pueden incorporar otros aditivos, como insecticidas y fungicidas, que emiten también gases nocivos. Uno de los mayores riesgos de las pinturas y barnices sintéticos en general es que arden con facilidad y entonces desprenden gases tóxicos y un humo denso que puede resultar mortal.

Por otra parte, la mayoría de pinturas convencionales no son porosas, por lo que no permiten la evaporación de la humedad ni que pase el aire a través de las superficies. Entre los diferentes tipos de pinturas, el más peligroso es el esmalte o pintura al aceite y, en general, los que desprenden un olor fuerte, signo sin duda de la presencia de demasiados disolventes. Las pinturas con base acuosa son las menos tóxicas entre las convencionales.

Pinturas naturales caseras

Existen desde tiempos remotos numerosas técnicas de pinturas caseras, muy sanas y muy baratas. Estas pinturas, ecológicas desde siempre, son, entre otras, las pinturas de leche, de cola, a la cal, al temple... Su preparación es sencilla, sus componentes son baratos y los resultados hermosos. Merece la



pena interesarse en un tema que puede ahorrar euros y que contribuye a cuidar la salud.

Pintura de leche:

Mezclar suero de leche o de mantequilla, o bien leche desnatada con pigmentos de tierra o vegetales a los que se añade yeso mate y una pequeña cantidad de cal para mantener alejados los insectos. Proporciona colores suaves y ligeramente quebradizos con el tiempo.

Pintura a la cal:

Hay que tener en cuenta que la cal es bactericida y fungicida, sobre todo frena el ataque de las termitas. Sus efectos duran un año aproximadamente, y mientras este protegida del agua o las humedades, su mantenimiento es bastante bueno.

La cal, que se disuelve en agua, puede teñirse con arcillas, pigmentos o tintes de los de la ropa, y se le añade un poco de aceite de linaza.

Si se compra cal ya apagada, de venta en las caleras, el proceso es más sencillo. Si la cal es viva, hay que apagarla primero con agua, pero es un proceso peligroso por las temperaturas que alcanza y lo corrosiva que es. Por ello es preferible comprarla apagada.

Pintura de cola animal:

Se elabora a base de cola de pieles o cola de conejo, yeso muerto o blanco de España y tierras tintes.

La cola se prepara dejándola a remojo y luego calentándola al baño maría, y después se le añaden el yeso y los tintes. También se puede añadir un poco de aceite de linaza, con lo que el pincel o la brocha correrán más suavemente sobre la superficie. Las pinturas de cola animal no valen para exteriores, pero en interiores y sobre muebles quedan muy bien, se pueden lograr acabados muy cubrientes o veladuras (capas semitransparentes), dependiendo de la cantidad de yeso que incorporemos.

Algunos fabricantes de pinturas ecológicas:

- Biofa
- Algalia
- Livos
- Keim
- Colorea
- ALP
- Haga
- Osmo

Para los tratamientos superficiales para conservación de madera se emplea el aceite de linaza. El material sobrante ha de ser retirado con un paño. Se trata en capas muy finas. Este material es adecuado en superficies que no están accesibles (vigas, entablados de techo...), pues el aceite no resiste el tacto.



Para tratar pasamanos, carpinterías interiores y suelos, se realiza mediante el siguiente procedimiento:

- Imprimación con aceite de linaza
- Tiempo de espera para secado
- Cera natural (2 manos)
- Tiempo de espera para secado
- Bruñido

Foto: <http://blog.carpinteria-tradicional.es/>

CUESTIONARIO MÓDULO III

1. Los sistemas constructivos realizados con criterios de bioconstrucción tienen que cumplir con:

- a) Los mismos parámetros técnicos y legales que se exigen para la construcción convencional.
- b) Los mismos parámetros técnicos y legales que se exigen para la construcción convencional a los que se les añaden exigencias de respeto por la salud y el medio ambiente.
- c) No hay normativa sobre bioconstrucción, por lo que se puede construir sin ninguna restricción.

RESPUESTA CORRECTA: B

2. A la hora de decidir una cimentación para realizar una bioconstrucción optaríamos preferentemente por:

- a) Una casa de bioconstrucción no necesita cimentación.
- b) Realizarla con hormigón armado tal y como se realiza en la construcción convencional.
- c) Estudiar sistemas con técnicas que utilicen materiales que requieran el mínimo consumo energético posible.

RESPUESTA CORRECTA: C

3. La función principal de una sobrecimentación es:

- a) Hacer las casas de paja más altas.
- b) Proteger los muros y cerramientos realizados con materiales sensibles a agua, de la acción de las salpicaduras o posibles inundaciones.
- c) Reforzar la capacidad de la cimentación para soportar muros de tierra comprimida.

RESPUESTA CORRECTA: B

4. Las aplicaciones de las balas de paja en soluciones constructivas se refieren a:

- a) Puede utilizarse como muro portante y como cerramiento para sistemas estructurales con otros materiales, en ambos casos aporta su excelente capacidad aislante y bajo impacto ambiental.
- b) Exclusivamente como material aislante, pues no tiene otras prestaciones.
- c) La paja no se debe de utilizar en la construcción, puede resultar peligroso en caso de incendio.

RESPUESTA CORRECTA: A

5. Las soluciones constructivas de bioconstrucción realizadas con tierra se limitan a:

- a) Utilizarla como materia prima para realizar ladrillos, tejas y otros productos cerámicos cocidos en hornos a alta temperatura.
- b) Aunque existen muchas construcciones antiguas realizadas con tierra, estas se encuentran degradadas, lo que demuestra que no es un buen material de construcción y por eso se abandonó su uso.
- c) La realización de elementos estructurales, de cerramiento utilizando técnicas como el tapial, el cob, bloques de tierra comprimida, etc. También en acabados superficiales con gran capacidad higroscópica. Limitando la tierra cocida en horno a la fabricación de elementos que necesitan una elevada resistencia al agua.

RESPUESTA CORRECTA: A

6. La instalación de un techo verde en la cubierta supone:

- a) Incrementar la superficie de vegetación en el entorno del edificio, contribuyendo mejorar la calidad del aire con la producción de oxígeno, absorción de CO₂, reteniendo las partículas en suspensión y generando aromas agradables.
- b) Una instalación que requiere un mantenimiento continuado puesto que es necesario cortar la

hierba con regularidad y que al ser en la cubierta es un trabajo de riesgo incrementando los gastos.

- c) Una solución para evitar recalentamiento de los techos, disminuyendo las diferencias día noche, aportando aislamiento térmico, acústico y retención del agua de lluvia que alivia los sistemas de evacuación.
- d) Las características conjuntas de las respuestas A y C

RESPUESTA CORRECTA: D

7. Entre las características fundamentales que debe reunir un cerramiento, la bioconstrucción hace especial hincapié en:

- a) Que los componentes del cerramiento aporten regulación higroscópica y permitan la transpirabilidad.
- b) Que las superficies sean totalmente impermeables al vapor de agua.
- c) Que nos protejan de las inclemencias del tiempo sin tener en cuenta que pase en el interior.

RESPUESTA CORRECTA: A

8. Si la propiedad de un material aislante se la confiere el aire ocluido en reposo contenido en él, ¿por qué aísla mejor un material aislante que una cámara de aire?

- a) no es cierto, aísla siempre mejor una cámara de aire estanca que cualquier aislante.
- b) porque en las cámaras de aire, no siempre hay estanqueidad ni temperaturas constantes y hacen que exista transmisión de calor por movimientos de convección.
- c) porque es más barato aislar con un aislante que hacer una cámara de aire.

RESPUESTA CORRECTA: B

9. ¿Qué importancia tiene recurrir a tratamientos superficiales naturales para los acabados de los paramentos interiores de la vivienda?

- a) tiene mucha importancia desde el punto de vista económico, ya que supone gran parte del precio final de la vivienda
- b) tiene mucha importancia porque son materiales con los que estamos en contacto, y deben garantizar un buen ambiente interior, libre de tóxicos y de carga electrostática.
- c) no tienen importancia pues apenas influyen en nuestra actividad cotidiana.

RESPUESTA CORRECTA: B

10. Ventajas de las pinturas naturales frente a las convencionales.

- a) Reducen la carga de electricidad estática y no contienen componentes tóxicos nocivos para la salud, tanto de aplicadores como de usuarios
- b) Mejoran la calidad del aire interior, y permiten la transpiración de los materiales tratados.
- c) Todas las anteriores.

RESPUESTA CORRECTA: C

Curso On-Line
INTRODUCCIÓN A LA BIOCONSTRUCCIÓN

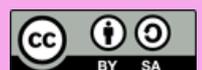
Módulo IV INSTALACIONES

Juan Bello Llorente
Carolina Martínez García



Colegio Oficial de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de la Edificación.

A Coruña, marzo de 2012



Contenido

INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVOS DEL MÓDULO	3
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	4
<i>INSTALACIÓN ELÉCTRICA BIOCOMPATIBLE PARA VIVIENDA</i>	5
FONTANERÍA Y SANEAMIENTO	8
<i>SANITARIOS SECOS</i>	8
<i>APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA</i>	9
<i>DEPURACIÓN ECOLÓGICA</i>	10
<i>EJEMPLOS DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS</i>	11
CALEFACCIÓN	14
<i>Edificio de bajo consumo energético</i>	14
<i>Estándar PassivHaus</i>	14
<i>Fuentes de energía</i>	15
<i>Confort térmico interior</i>	15
<i>Criterios de salud</i>	16
<i>Tipologías de calefacción</i>	17
<i>Ejemplos de esquemas de sistemas de calefacción con apoyo de energías renovables</i>	23
SISTEMAS EFICIENTES	24
CUESTIONARIO MÓDULO IV	27

INTRODUCCIÓN

Las instalaciones son una parte importante en el equipamiento de las viviendas y sus características están muy relacionadas con el nivel de comodidad y seguridad de la casa.

En los últimos tiempos la evolución en la complejidad de los sistemas, ofreciendo cada día mayor comodidad, pero en ocasiones, ha dejado descuidados importantes aspectos relativos a la salud y al medio ambiente.

No es agradable renunciar a niveles de confort adquiridos, pero la protección de la salud de moradores y medio ambiente, obliga a reflexionar sobre todas las características que reúnen las diferentes instalaciones que equipan un edificio, analizando que cosas son mejorables y promoviendo las acciones oportunas para que se cumplan los objetivos de la bioconstrucción: construir respetando la vida (de los moradores, del medio ambiente y del planeta)

En este módulo se dará un repaso a las instalaciones principales exponiendo diferentes aspectos a trabajar y en su caso proponiendo soluciones de las que se tienen referencia.

OBJETIVOS DEL MÓDULO

Facilitar un diseño de las instalaciones de los edificios con criterios de ahorro energético y mejor aprovechamiento de los recursos naturales.

Analizar diversos aspectos de las instalaciones en relación con la protección de la salud.

Conocer propuestas de instalaciones de elevado nivel de respeto con el medio ambiente.

Nota sobre la documentación gráfica:

Las fotografías han sido realizadas por alguno de los autores de este documento a excepción de aquellas en las que se cita expresamente la fuente.

Si necesitas imprimir esta documentación, reflexiona un momento y encontrarás la forma de minimizar el impacto (doble cara, papel *reciclado*, *papel reutilizado por una cara...*) ¡Tú decides!

INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Cada vez son más numerosos los estudios que vinculan las instalaciones eléctricas con efectos sobre la salud. La normativa vigente en España, definida en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) RD 842/2002, no contempla la existencia de efectos sobre la salud producidos por las instalaciones. Por ello, son pocos los profesionales que tienen en cuenta criterios de protección de la salud de los usuarios con respecto a los campos electromagnéticos generados por las instalaciones eléctricas.

Podemos considerar como referencia el hecho de que ninguna compañía aseguradora cubre posibles daños sobre la salud producidos por contaminación electromagnética, y si alguien ha estudiado en profundidad el mundo de los riesgos son las compañías de seguros.

Según el Instituto Karolinska, de Estocolmo, la distancia de seguridad a una línea de alta tensión debe ser, al menos, 1 m. por cada 1.000 V de tensión en línea. Así, para una línea 400kV, las viviendas deberían ubicarse a más de 400 m, pues generan fuertes campos eléctricos y magnéticos, y son variables según las horas de mayor o menor suministro.

En ocasiones sucede que una línea trifásica soporta un desequilibrio entre fases generando importantes campos electromagnéticos. Estas líneas parecen mucho más inofensivas que una torre de alta tensión o una subestación en las proximidades de la vivienda, pero pueden provocar niveles de contaminación importante. Si el trazado de estas líneas discurre por la fachada de la casa se debe alejar la cama lo máximo posible. Se recomienda realizar mediciones periódicas de campos electromagnéticos en zonas especialmente sensibles.

Actualmente, y cumpliendo el CTE y el REBT, se permite la construcción de nuevos edificios de viviendas instalando un transformador en la planta baja.

Esta situación llega a producir altos valores de inducción magnética en las viviendas superiores, llegándose a encontrar valores no tolerables (por encima de los 4000 nT) y afecciones de salud muy graves, que, a pesar de no existir un reconocimiento oficial, dan fe de ello aquellos que las padecen.

Para los campos electromagnéticos, las paredes son totalmente transparentes. Así, algunas veces ocurre que es la instalación de un vecino o algún electrodoméstico que se encuentra al otro lado de la pared el que genera intensos campos cuando está conectado. Son muchos los electrodomésticos que generan campos electromagnéticos. La distancia respecto de ellos y el tiempo de uso serán factores clave a considerar. Es posible medir más de 500nT a poca distancia de cocinas de eléctricas, televisores, lavadoras u otros electrodomésticos.

Aplicando criterios de bioconstrucción, es absolutamente fundamental que la toma de tierra esté correctamente realizada procurando una resistividad lo más baja posible. A esta instalación deben de conectarse todos los aparatos eléctricos, así como todos los objetos con masas metálicas importantes. Es recomendable realizar revisiones periódicas del funcionamiento correcto de esta instalación, pues en algunos casos las picas se degradan en pocos años.

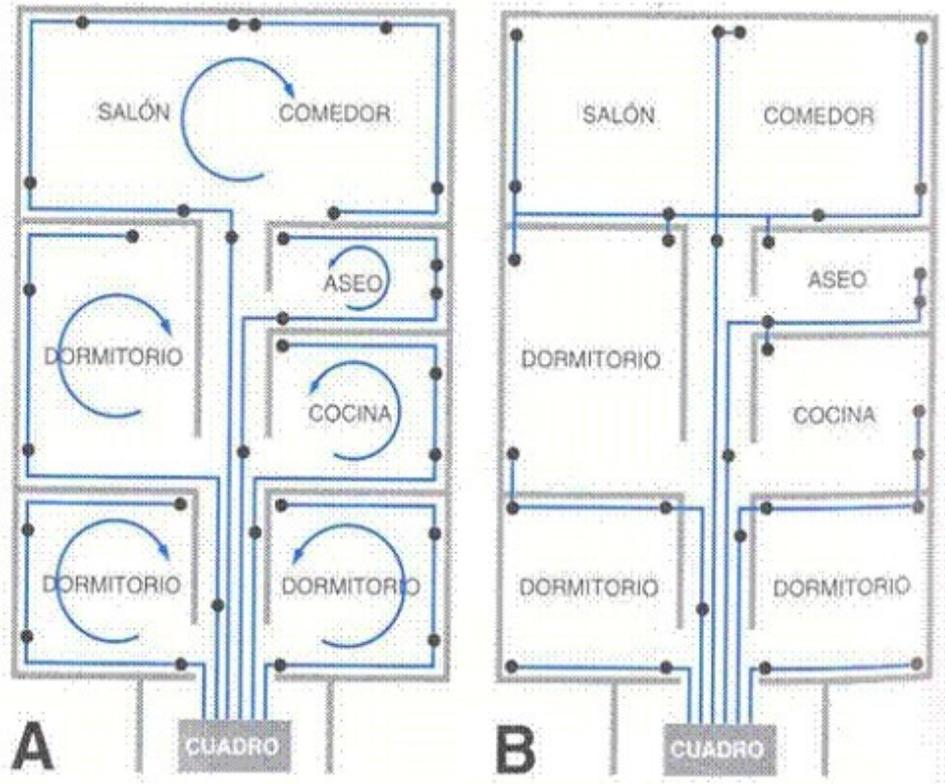
Siguiendo criterios de geobiología, las picas de la toma de tierra se deben situar en puntos libres de alteraciones energéticas o geopatías (cruces de las redes Hartmann y Curry, o la superposición de estas con venas de agua subterránea o fallas geológicas)

La caja de distribución y registro conviene que realizarlas con una carcasa metálica derivada a tierra y no situarlas tampoco en la vertical de geopatías puesto que se incrementan los efectos perjudiciales.

El trazado de las líneas eléctricas en los dormitorios ha de realizarse sin generar bucles cerrados, ya que la generación de campos electromagnéticos altera la calidad del sueño, distorsionando la necesaria ralentización de las ondas cerebrales. Se recomienda un valor inferior a 5 V/m.

Diferentes esquemas de distribución eléctrica de una vivienda. A: instalación convencional. B: instalación con criterios de bioconstrucción. Fuente: Estrés de Alta Tensión. Carlos Requejo. DIDACO, S.A.

El esquema de distribución A es más usual buscando recorridos lo más cortos y sencillos posible. Los bucles cerrados generan tensión en el interior, nociva para la salud de los moradores. Una solución es realizar la distribución en forma de árbol, tal como se muestra en el esquema B.



Por otra parte, se recomienda que el cableado de los dormitorios suba al menos 1m con respecto a la parte superior del cabecero, y bajar en vertical a las tomas de corriente.

La mejor opción es desconectar la electricidad de toda la instalación próxima a los dormitorios. Esto se podría realizar manualmente todas las noches (solución poco práctica, pero muy económica) o instalar sistemas automáticos de desconexión.

En este ámbito, hemos contado con la inestimable colaboración de José Luis Sequeiros, Ingeniero Técnico Industrial, que nos ha facilitado una descripción de un sistema de desconexión para la instalación eléctrica de una vivienda realizada con criterios de bioconstrucción y que transcribimos a continuación.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA BIOCÓMPATIBLE PARA VIVIENDA

El fin de esta instalación es de reducir notablemente la exposición a los campos electromagnéticos generados por la corriente alterna a 230 V/50 Hz, que circula durante la conexión de los receptores de alumbrado y de los electrodomésticos en nuestra vivienda.

La exposición del cuerpo humano a estos campos electromagnéticos da lugar a unas corrientes inducidas en su interior que reorganizan las cargas eléctricas del mismo actuando sobre la membrana y el núcleo de

sus células. La glándula pineal se muestra muy sensible a estos campos bajando su actividad y en consecuencia su control sobre las otras glándulas endocrinas y la producción de la melatonina, una hormona que es la encargada de eliminar las células degeneradas.

Por otro lado, la Física nos enseña que toda instalación eléctrica sometida a una fuerza electromotriz o tensión, altera su entorno con un campo eléctrico que disminuye con la distancia a la misma, y si además se cierra el circuito con uno o varios receptores, circula una intensidad de corriente que altera aún más el entorno con un campo magnético que también disminuye su influencia al alejarnos, pero aumenta proporcionalmente a la potencia consumida.

Se puede considerar que todo receptor y su línea de alimentación en una vivienda con conexión a la red de la compañía suministradora se encuentra en una de las siguientes situaciones:

- a) *Está desconectado, emitiendo solo campo eléctrico. No circula corriente eléctrica.*
- b) *Está conectado, circula por él corriente eléctrica, emitiendo campo eléctrico y campo magnético, es decir, campo electromagnético.*

El campo eléctrico puede reducirse por medio de una adecuada puesta a tierra de las masas metálicas o un apantallamiento de los conductores.

El campo magnético no se puede eliminar utilizando materiales usuales en construcción ya que todos son permeables a su paso y, nos queda como solución, alejarse foco emisor para permanecer fuera de su alcance, ya que su intensidad disminuye con el cuadrado de la distancia.

REDUCCIÓN DEL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO EN DORMITORIOS.

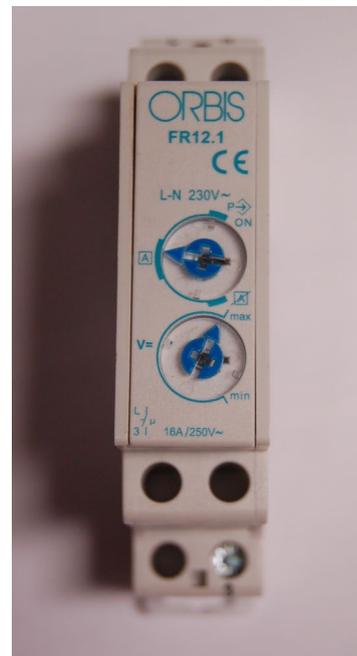
1. EN LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

Debido a que aproximadamente un tercio de nuestra vida lo pasamos durmiendo y que durante el sueño nuestras defensas son menos activas, debemos limitar los campos eléctricos y magnéticos los conductores que pasan detrás de la cabecera de la cama.

Para ello, se utiliza un relé desconectador de fase que se encarga, interrumpe la fase del circuito de alumbrado cuando no existan luces encendidas. Un modelo recomendado es el FR12.1 de la marca ORBIS. Está diseñado para evitar la presencia de campos electromagnéticos en lugares de descanso (dormitorios, etc.) desconectando la fase de la instalación cuando no existe demanda de energía. Mientras las cargas principales permanezcan apagadas la fase de la instalación estará desconectada. Cuando se enciende una lámpara, el relé conecta fase permitiendo el uso normal de la instalación.

El aparato está internamente protegido contra las interferencias por un circuito de seguridad, no obstante, algunos campos magnéticos especialmente fuertes pueden llegar a alterar su funcionamiento. Las interferencias pueden evitarse si se tienen en cuenta las siguientes reglas de instalación:

- *El aparato no debe instalarse próximo a cargas inductivas (motores, transformadores, contactores, etc.).*
- *Conviene prever una línea separada para la alimentación (si es preciso provista de un filtro de red).*



de

la

- *Las cargas inductivas deben estar provistas de supresores de interferencias (varistor, filtro RC).*

MONTAJE: En armario de distribución, provisto de perfil simétrico de 35mm, de acuerdo a la norma EN 60715 (Raíl DIN).

PUESTA EN SERVICIO: Reponer la tensión de alimentación de 230 V y apagar las luces de la vivienda que queremos controlar. La instalación a controlar con todas las luces apagadas debe tener un consumo inferior a 200 mA. Girar el regulador de tensión de control a la posición **min** y el interruptor de modo a la posición **P→>**. En ese punto se enciende el led interior del interruptor, llevarlo hasta la posición **A** y se apagará el led. Al encender cualquiera de las luces controladas el FR12.1 conecta la fase después de aproximadamente 1 segundo, restableciéndose la tensión en la instalación. Si existen cargas distintas a las de incandescencia es posible que la tensión de control no sea suficiente; en este caso girar el selector inferior hasta comprobar que las cargas funcionan correctamente. La tensión de control puede ajustarse entre 5 y 230 V_{DC}. La tensión de cc de control no produce ningún campo en alterna medible, ni siquiera al máximo valor de 230 V_{DC}, debido al bajo rizado residual.

INTERRUPTOR DE MODO: Posición **P→> ON**. Posición de lectura instantánea de la corriente de corte de la instalación. En esta posición el circuito a controlar queda permanentemente encendido.

Posición **A**. El aparato supervisa continuamente la corriente demandada por la instalación y si el valor es diferente al ajustado en la instalación se auto ajusta automáticamente a los nuevos valores pasadas 24 horas.

Posición **A** ~~X~~ La corriente de desconexión permanece invariable en los valores medidos en la posición **P**.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Alimentación 230 V~
- Poder de Ruptura 16 A/250 V~
- Sensibilidad de corte 5 mA – 200 mA
- Tensión de Control 5V – 230 VDC programable

2. EN LA INSTALACIÓN DE LAS BASES DE ENCHUFE DE OTROS USOS

Las bases de enchufe de otros usos, se pueden conectar a un contactor bipolar modular mandado por un reloj programador que las desconecte a partir de una hora prudente para evitar la emisión de campos electromagnéticos (Por ejemplo, las 12 de la noche) y las vuelva a conectar por la mañana (Por ejemplo a las 8 de la mañana).

La base que alimenta a la nevera **no puede ir conectada** a este circuito, así como cualquier otra que tenga que alimentar un receptor que funcione obligatoriamente de noche. En este caso, el emplazamiento de estos aparatos ha de estar suficientemente alejado de los lugares de reposo.

En el cuadro de distribución, las conexiones eléctricas en el circuito de otros usos se harán de la siguiente manera: salida del interruptor automático magnetotérmico de 2x16 A – entrada en el contactor modular de 2x25 A – salida del contactor modular con la fase y el neutro hacia las bases de enchufe de otros usos que se quieren desconectar a las 12 de la noche.

Solo queda conectar el reloj programador de forma que su contacto active el contactor modular en el horario previsto y lo desactive a las 12 de la noche. El reloj programador analógico de caballetes con maniobra mínima de 15 minutos es suficiente, como el modelo UNO QRD de la casa ORBIS.

Los demás circuitos no se tocan y quedan cableados como están.

FONTANERÍA Y SANEAMIENTO

Las instalaciones de fontanería y saneamiento (baños, cocinas, lavaderos, evacuación de aguas...) de una vivienda, están diseñadas de forma convencional entorno al consumo de grandes cantidades de agua.

El agua es el recurso más valioso del planeta y su demanda crece de forma constante. Aunque el 70% de la superficie del planeta está cubierto por agua, el 97,5% es agua salada y solamente el 2,5% es dulce, de ese 2,5% casi el 70% está concentrado y congelado en casquetes polares, y la mayor parte del resto se presenta como humedad en el suelo o yace en profundas capas acuíferas subterráneas inaccesibles.

En bioconstrucción se aconseja utilizar instalaciones que reduzcan todo lo posible el consumo de agua, y normalmente las soluciones pasan por sencillos cambios en los hábitos diarios.

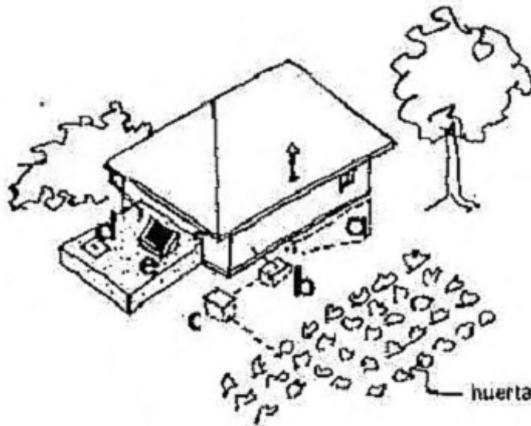


Imagen: Vivienda sin alcantarillado.
 Fuente: Cantos del arquitecto descalzo, Johan Van Lengen. a tanque de sanitario seco (desechos baño y cocina); b separador de grasas; c filtro de arena; d depósito agua de lluvia; e calentador solar

SANITARIOS SECOS

En el baño se gastan el 65% del total del agua de toda la vivienda. Las cisternas consumen una media de unos 10 litros de agua cada vez y el residuo está considerado como agua negra. Una manera de reducir considerablemente el consumo de agua consiste en instalar inodoros ecológicos o sanitarios secos.

Hay varios tipos de baños secos en función de su tamaño y diseño. De forma genérica, se trata de un sistema que descompone los residuos humanos sin agua, y los transforma en abono orgánico: baño compostero. A través de un conducto, el inodoro se conecta con un amplio contenedor hermético que se coloca en el sótano o en un nivel inferior. El aire que circula en el contenedor facilita la descomposición de los residuos. El tamaño del contenedor influye mucho en tiempo de reutilización del residuo y en la necesidad de evacuación de los mismos.

CONTENEDORES DE GRAN TAMAÑO

Un gran contenedor sólo debe ser vaciado cada 2 años, y el material sirve para compostar directamente. Este sistema también permite mezclar residuos orgánicos del baño con los de la cocina y jardín. Para facilitar la descomposición inicial se requiere introducir una cama de 10 cm de espesor de hojas secas y serrín o tierra de 5 cm, esto también permite absorber los líquidos (sólo desechos humanos). También es usual añadir lombrices en la primera fase del proceso.

PEQUEÑOS CONTENEDORES

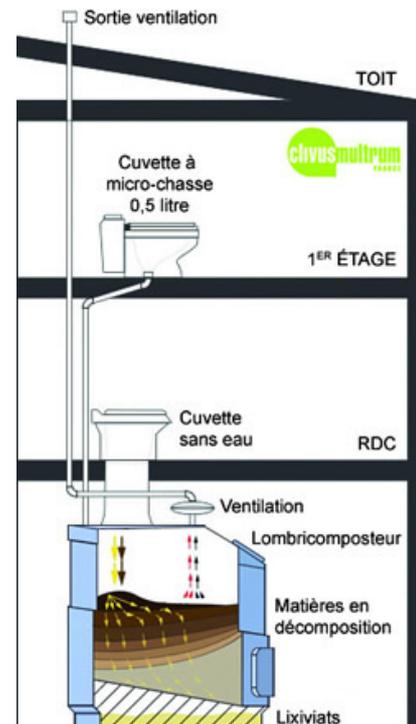
En sistemas de poco espacio, es necesario agregar material orgánico (serrín, cenizas, tierra seca o mezcla de todos) después de cada uso, para garantizar que la mezcla se oxigene y se descomponga correctamente. Normalmente se componen de dos cámaras, cuando está llena la segunda es tiempo

de evacuar la primera. El material retirado se usa como compost para mejorar suelos, pero no es apto para cultivos ni árboles frutales.

En ambos casos se ha de colocar un tubo de ventilación al exterior, y este debe estar protegido de la entrada de insectos y agua. Si los sanitarios se hacen de obra es necesario garantizar las dimensiones e inclinaciones adecuadas para el correcto funcionamiento. Se aconseja también que los acabados de las paredes interiores de los depósitos de obra, sean muy lisos.

Existen en el mercado diferentes modelos prefabricados de sanitarios ecológicos, entre ellos:

- **Ecodomeo:** estos modelos funcionan sin agua, aunque admiten el uso de agua y productos de limpieza. El sistema de aspiración de aire por la taza permite eliminar de forma eficaz los malos olores. El tratamiento de materias fecales es por lombricompostaje y se hace en un compartimento separado con gran capacidad. El compost se evacúa cada 3 años. Más información en: <http://www.ecodomeo.com>
- **Clivus Multrum:** está es una tecnología sueca probada en todo el mundo. También funcionan con lombricompostaje como los anteriores. Se intenta recrear la descomposición aeróbica del estiércol, trabajan por la eliminación de residuos por gravedad a un tanque. Los residuos se deshidratan en contacto con un lecho de material carbonoso instalado inicialmente. Con el tiempo, esta mezcla se transforma por la acción de las lombrices en un humus rico en nutrientes y químicamente estable para utilizar como abono. Más información en: <http://clivusmultrum.com>



En caso de no disponer del volumen necesario para colocar un sistema de compostaje, se recomienda aprovechar las aguas grises (previa depuración) para el uso en cisternas de inodoros convencionales. El uso de agua de lluvia en estos casos también es una práctica recomendada en bioconstrucción.

APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA

La recuperación del agua de la lluvia y su almacenamiento en grandes cisternas, constituye una manera de asegurar la disponibilidad de agua en el entorno doméstico utilizada tradicionalmente en muchos lugares. El agua de lluvia no cumple los parámetros legales de potabilidad, pero sus usos son múltiples:

- Lavado de coches, aceras...
- Riego de jardines
- Reutilización en lavadoras, inodoros, etc. (previa eliminación de impurezas)

Se estima que el uso de agua en una vivienda ronda los 130-150 litros por persona y día. Un gran porcentaje de esta (50-60%) se destina a usos que podrían provenir de la lluvia o de agua reciclada. Galicia es una zona privilegiada en este sentido, que permite dimensionar los depósitos más pequeños por mayor índice pluviométrico, si llueve más seguido necesitamos almacenar menos agua.

La Agencia Catalana del Agua ha elaborado una guía destinada a proporcionar una serie de consejos para la construcción de depósitos de almacenamiento del agua de lluvia. Este documento, que se

puede consultar en versión digital en la web de la ACA¹, aporta una serie de criterios técnicos para habilitar los depósitos de almacenamiento adaptables a cada realidad. El documento está en catalán.

La revista Consumer tiene colgado en su espacio web, una infografía que explica paso a paso un sistema de aprovechamiento y reutilización del agua de lluvia:

http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2008/06/15/177775.php

Son varias las empresas que comercializan productos para el aprovechamiento de aguas, muy presentes en las últimas ferias de construcción.

Hay sistemas que presentan incluso la depuración.

DEPURACIÓN ECOLÓGICA

Con la entrada en vigor de la Directiva Marco del Agua a través de la Ley de Aguas 1/2001, de 20 de julio se produce un gran impulso en materia de saneamiento y depuración de aguas. Durante los primeros años se implementó el primer Plan Nacional de Saneamiento y Depuración (2001-2005) y actualmente nos encontramos en ejecución del segundo (2007-2015), fecha para la que deberíamos cumplir con todos los requisitos especificados en saneamiento². Sin embargo, estamos lejos de cumplir objetivos, y en la mayoría de los casos el saneamiento de las aguas residuales supone a su vez, con las tecnologías actuales, un problema de impacto ambiental por la energía necesaria, la producción y gestión de fangos, la emisión de gases de efecto invernadero, etc.

Hay diferentes sistemas de depuración natural del agua, entre ellos citar el sistema FMF, Filtro de Macrófitas en Flotación.

Las macrófitas o plantas palustres (juncos, eneas...) son plantas que habitualmente colonizan los suelos de los humedales, ya que pueden vivir en terrenos inundados durante largos períodos de tiempo. El sistema FMF se basa en la transformación artificial del medio para que las macrófitas sean flotantes. De esta forma, se crea una estructura artificial formada por piezas plásticas (polibutileno, polietileno...no PVC) que permite que las plantas formen un tapiz flotante uniforme, homogéneo y estable.

Para asegurar su supervivencia en el medio, las macrófitas captan grandes cantidades de oxígeno del aire a través de sus hojas que transportan a sus raíces, asegurando que su sistema rizomático goce de una alta oxigenación. Así se crea una barrera natural para que las bacterias y microorganismos de la pudrición no puedan descomponer sus tejidos, predominando la acción de los microorganismos aerobios, que medran en el agua. Las raíces por su parte segregan ácidos que matan a las bacterias patógenas del agua (coliformes), dejando prosperar sólo bacterias (microorganismos) aptas para el crecimiento de cualquier ser vivo asociado al humedal, incluido el ser humano.

El sistema funciona de forma autónoma, basado en la construcción de grandes balsas con plantas en flotación a la intemperie (es necesaria la luz solar para que el sistema funcione), con poca profundidad y con una realización de obra mínima. La calidad de agua depurada es idónea para la reutilización.

Este sistema presenta innumerables ventajas frente al sistema convencional:

- Ausencia de demanda energética
- Ausencia de fangos
- Mínimos costes de explotación

¹ http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/sensibilitzacio/campanyes_sensibilitzacio/aprof_aigues_pluvials.pdf

² Ecohabitar nº32, Filtro de macrófitas en flotación por Laura Gallego (Macrofitas,S.L.)

- Instalaciones simples
- Sin olores
- Sin ruidos
- Sistema auto-regenerable
- Tolerancia a fuertes variaciones de caudal y carga
- Con huella ecológica positiva (actúa como sumidero de CO₂)

Son muchos los ejemplos actuales de aguas depuradas con el sistema FMF, tanto en viviendas unifamiliares como depuradoras de nueva construcción para poblaciones de varios miles de habitantes y pequeñas instalaciones industriales o ganaderas (mataderos, queserías, purines de cerdos, etc.)

Más información en www.hidrolution.com

EJEMPLOS DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

El agua de lluvia en la Ufababrik Berlín

El sistema de agua de lluvia en la Ufababrik Berlín tiene una capacidad total de almacenamiento de 240 m³ en dos cisternas. Esto es equivalente a 40 mm o 6,7% de la precipitación anual de la zona de captación. El sistema recoge principalmente aguas pluviales de techos verdes y aceras, con un sistema de alcantarillado exclusivo. Esta agua se deposita previa separación de los restos de suciedad e impurezas, en un primer filtro de grava de 80 mm de tamaño. Del gran depósito es bombeada a una pequeña piscina con plantas en flotación y microorganismos. El sistema es oxigenado mediante ciclos de bombeo intermitente en función de la demanda. El agua de lluvia recogida se utiliza para los inodoros y para riego. Alrededor del 75% del agua de lluvia utilizada en los meses de verano está vinculado al riego.

Piscinas Naturales

Las piscinas naturales y estanques de baño, son instalaciones diseñadas para realizar la depuración de las aguas empleando sistemas que la naturaleza ha desarrollado y que evitan la utilización de sustancias químicas agresivas para el medio ambiente y la salud. Además, el consumo energético de estos sistemas se reduce al máximo.

Se muestran algunos ejemplos en diferentes lugares de la Península Ibérica:

PISCINA EN LA PROVINCIA DE VALLADOLID

Piscina con depuración natural en el que el vaso de baño está separado del sistema de depuración formado por diferentes fases con diversas especies vegetales y que discurre paralelo. El sistema solar fotovoltaico aporta la electricidad necesaria para que la bomba mantenga el agua siempre en movimiento. Los diferentes saltos de nivel garantizan una oxigenación continuada.



ESTANQUE DE BAÑO EN LA PROVINCIA DE A CORUÑA

El área de baño tiene el sistema de depuración natural en disposición perimetral, compuesto por una serie de gradas con sustrato de grava donde enraízan las diferentes especies vegetales en función de la profundidad que necesiten. Un sistema de recirculación permanente con una fuente que precipita en cascada el agua para una oxigenación continuada. Las plantas, propias de un ecosistema acuático de la zona, no tienen sustrato térreo y obtienen su alimento filtrando las impurezas del agua.



PISCINA NATURAL EN LA ISLA DE MALLORCA

A continuación del vaso de baño se suceden una serie de estanques a diferente cota aprovechando el desnivel del terreno. En ellos que se sitúan diversas especies vegetales que se nutren de las sustancias disueltas en el agua.

Un sistema de bombeo que mantiene la circulación continuada del agua.



CALEFACCIÓN

De forma general, la calefacción debe contribuir al confort del ambiente interior de una vivienda. En bioconstrucción se recomienda siempre solventar la climatización (calefacción y refrigeración) de una vivienda de forma natural apoyándose en la bioclimática, y en la eficiencia energética de las edificaciones. Por otra parte, los consumos energéticos para climatización deben intentar apoyarse en recursos renovables.

Como unidad de medida, se citan las siguientes tipologías de edificaciones en función de la demanda energética:

Edificio de bajo consumo energético

No está definido concretamente en ninguna normativa, sobre qué parámetros de consumo se puede definir a un edificio de bajo consumo energético. Se considera que es de bajo consumo energético aquel que consume para calefacción desde 70 a 30 kWh por metro cuadrado de superficie útil habitable y año.

Sí están definidos de forma específica los edificios de ahorro energético denominados *KfW 40y 60*, en el que la demanda de energía primaria es de 40 y 60 kWh/m² útil y año respectivamente.

También están claramente establecidos, las características técnicas que componen a una casa con estándar Passivhaus.

Estándar PassivHaus

El estándar PassivHaus define claramente las características técnicas y los requisitos que debereunir un edificio para obtener un certificado acreditativo:

- Un requerimiento de energía de calefacción $\leq 15 \text{ kWh/m}^2$ por año.
- Una carga de calor específica $\leq 10 \text{ W/m}^2$
- Hermeticidad al aire de $50 \text{ Pa} \leq 0,6/\text{hora}$ (0,6 renovaciones del volumen interior por hora)³
- Requerimiento total de energía primaria $\leq 120 \text{ kWh/m}^2$

Más información en <http://www.plataforma-pep.org/>

Es necesario aclarar que una casa con estándar passivhaus, no tiene porqué estar realizada con criterios de bioconstrucción. Las exigencias de los consumos de energía para calefacción, no garantizan que se utilicen materiales biocompatibles. Sin embargo, de los requisitos iniciales para iniciar un proyecto de bioconstrucción es un diseño bioclimático que permita la mayor aportación posible a la climatización empleando fuentes naturales de forma pasiva, es decir, reduciendo al máximo el empleo de mecanismos de gestión.

³ La hermeticidad de una casa pasiva se prueba con un test conocido como *blower door*.

Fuentes de energía

Siempre se ha de garantizar el menor impacto ambiental a la hora de elegir la fuente de energía que alimente el sistema de calefacción. Es necesario dar pasos significativos hacia el abandono definitivo de la utilización de combustibles fósiles y energía nuclear.

Con respecto a la electricidad, de la energía contenida en el recurso primario hasta el consumo final, los procesos de producción, distribución, transformación, etc. tienen importantes pérdidas, por lo que se debería dedicar la electricidad a destinos diferentes al de producir calor.

Por ejemplo, el consumo de un calefactor eléctrico para poco más de una estancia suele ser de unos 1100W, cantidad de energía que permitiría utilizar 100 lámparas de bajo consumo de 11W, solucionando las necesidades de iluminación de varios hogares.

Además, cuanto mayor sea la utilización de aparatos eléctricos, mayor será la problemática de contaminación electromagnética.

Para cubrir la demanda calorífica que complete la aportación solar en aquellos periodos en que resulta insuficiente, se recomienda recurrir a sistemas de combustión de biomasa. En estos sistemas, debe de garantizarse la utilización de restos de madera seca y libre de contaminantes (restos de barnices, pinturas, colas, etc.) o se llenará el territorio de pequeñas incineradoras de residuos tóxicos. En la producción de combustible, los sistemas de reciclado de residuos de madera han de analizarse cuidadosamente, de lo contrario, en lugar de soluciones se pueden crear problemas semejantes a los actuales.

Confort térmico interior

Se considera que hay propagación de calor siempre que exista una transferencia de energía entre dos cuerpos a diferente temperatura, que tenderá a igualar estas temperaturas al transferirse en el sentido del más caliente al más frío.

En sentido estricto, sólo se debería considerar como transmisión de calor la **conducción**, que se produce cuando la energía calorífica (grado de agitación molecular), se propaga de molécula a molécula en un cuerpo. La velocidad de propagación es variable según la conductividad calorífica del material, que en los materiales utilizados en la construcción, suele ser cm/h, es decir, muy lenta si se compara con las otras formas de propagación de la energía.

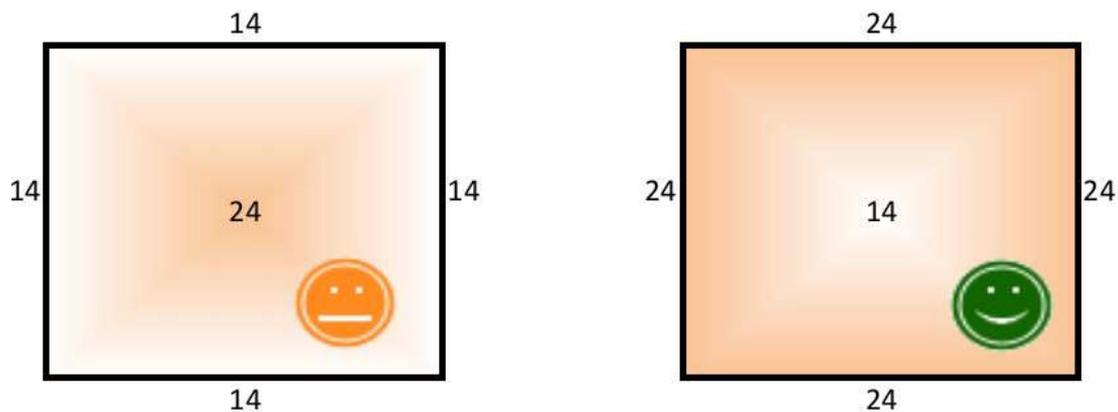
Una segunda forma de transmisión de calor es por **convección**, que en realidad consiste en un desplazamiento de la materia y se da en el caso de fluidos. Cuando una parte de un fluido se calienta (normalmente por conducción) disminuye su densidad y tiende a ascender, siendo sustituido por otra parte más fría del fluido. Este fenómeno puede llegar a crear, en un ámbito determinado, una transferencia de calor de la zona más caliente a la más fría, por la termo-circulación producida. La velocidad de transferencia será prácticamente la del movimiento de las moléculas del fluido y, en el caso del aire, del orden de dm/s.

Finalmente, el tercer sistema de transmisión de calor es el de **radiación**. Este transporte de energía se produce cuando dos superficies a distinta temperatura radian térmicamente, una hacia la otra.

Parte de la radiación es absorbida por la superficie receptora y transformada nuevamente en calor. Este intercambio es mayor en el sentido de la superficie más caliente hacia la más fría, y resulta una transferencia limpia de energía en este sentido. La velocidad de propagación es la de la radiación y por lo tanto, se puede considerar instantánea a efectos prácticos.

En bioconstrucción se utiliza fundamentalmente sistemas térmicos radiantes y se evitan los que utilizan la convección como procedimiento de difusión del calor.

El confort térmico se consigue procurando un ambiente con una temperatura de entre 18º y 24ºC, y condiciones de humedad relativa entre el 40 y el 65%. Los sensores cutáneos captan más la radiación térmica de paredes y suelos que la temperatura del propio aire. Cuando la humedad del aire aumenta (aumenta también la conductividad eléctrica del aire, y con ello su capacidad de conducción térmica) se incrementa la percepción del frío y el calor. En “El libro práctico de la casa sana”, Mariano Bueno explica que por esta razón en una habitación con una temperatura del aire de 24ºC y la de las paredes de 14ºC la sensación corporal es de frío, mientras que si la temperatura de las paredes es de 24ºC y la del aire es de 14ºC la sensación corporal es muy confortable.



Criterios de salud

La calefacción óptima, desde el punto de vista de salud, es la que utiliza la radiación como sistema de intercambio de calor, pero sin generar campos electromagnéticos. Además, se han de cuidar los siguientes aspectos:

- Aporte del calor necesario para el confort térmico, con posibilidad de una rápida regulación y alta eficiencia para un máximo aprovechamiento de los recursos.
- Minimizar los sistemas que recurran a aparatos con altas temperaturas superficiales que puedan significar riesgo de quemaduras, evitando también grandes diferencias de temperaturas entre el aire y el emisor.
- Evitar sistemas que fomenten circulación de aire y polvo, así como las emisiones de gases tóxicos y la generación de malos olores, ruidos o vibraciones.
- Utilizar sistemas que garanticen una contaminación ambiental mínima.

- Permitir una limpieza fácil.

Tipologías de calefacción

CALEFACCIÓN INDIVIDUAL

En general, los sistemas individuales son menos eficientes que una calefacción centralizada con sistemas de regulación más controlados y protocolos de mantenimiento continuado.

En la actualidad, se pueden encontrar diferentes sistemas calefactores que emplean la biomasa como combustible y que van desde las chimeneas “hogar” abiertas, estufas de hierro fundido, las cocinas económicas o bilbaínas, estufas nórdicas de alta inercia y de elevado rendimiento, las antiguas glorias hasta modernas calderas de pellets. Algunos de estos sistemas están pensados solo para aportar calor a la casa y otros están equipados con recuperadores de calor para producir agua caliente sanitaria.

Las chimeneas hogar son las menos eficientes, con un aprovechamiento del calor en función de la madera consumida que como máximo llega al 30%. Estos sistemas se pueden mejorar notablemente instalando un cierre de vidrio.

Las glorias, empleadas ya en construcciones romanas, consiste en un sistema de pequeñas galerías que discurren bajo la casa configurando un circuito horizontal por el que se va a evacuar el humo y los gases de combustión de un hogar instalado normalmente en una esquina de la casa al que se accede por el exterior. La chimenea se encuentra en la esquina opuesta y en el recorrido que tiene que realizar el humo hasta alcanzar la chimenea va cediendo parte del calor al conducto, sobre el que se encuentra el suelo de la vivienda. Este sistema se instaló en las diez casas que constituyen la ecoaldega de Amayuelas de Abajo (Palencia).



Fuente imagen: Gloria romana situada en Bolonia, en la provincia de Cádiz, cerca de la Punta de Tarifa
<http://imagina65.blogspot.com.es/2010/10/la-zona-historica-baelo-claudia.html>

A continuación se citan algunas referencias para ampliación de información.

- Estufas de alto rendimiento

<http://www.estufaseficientes.blogspot.com.es/>

Artículo muy completo sobre estufas de inerciatérmica en el N°32 de la revista Ecohabitar.



- Glorias (vídeo explicativo del origen del sistema)

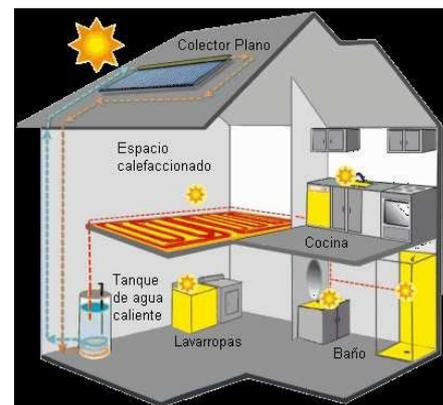
http://www.youtube.com/watch?v=qzUM3Qz7le0&list=PLA3EA963EA91959FD&index=28&feature=plpp_video

CALEFACCIÓN CENTRALIZADA

Las instalaciones de calefacción centralizada, la más habitual destinada a calefactar varias estancias al mismo tiempo, se compone de tres partes principales: la caldera central, los conductos de distribución del calor y las superficies calefactoras.

En cuanto a las calderas, existen en el mercado diversas tipologías de calderas:

1. Calderas doble combustión, de pellets, materias solidas
2. Calderas de baja temperatura/condensación
3. Estufa rusa/chimenea calefactora
4. Bomba de calor



La mayoría de los sistemas funcionan a base de agua caliente, y en pocos casos aire caliente o vapor de agua. Como fuente de calor, lo más común es el gas o el petróleo, por eso se recomiendan escoger los sistemas más eficientes. Los sistemas de bomba de calor (bien instalados) se pueden considerar como muy eficientes para un suministro eléctrico de energía, sobre todo si se puede hacer una combinación de geotermia y solar. Las que menor rendimiento tienen son las que funcionan con aire exterior. En el caso de que el suministro sea gas, son las calderas de condensación las que tienen un superior aprovechamiento de la energía.

Cualquiera de ellas puede asumir diferentes partes de una instalación, como por ejemplo una estufa rusa con producción de agua caliente puede estar conectada a su vez a unos radiadores con apoyo de caldera de gas y colectores solares.

Otros sistemas de calderas a comentar, son las **centrales de cogeneración**.

Las centrales de cogeneración son aquellas que producen electricidad y calor de forma simultánea, en un porcentaje 30-70% respectivamente. Al generar electricidad se produce calor, este calor se aprovecha para calefacción. El funcionamiento más rentable se da en el caso en que se puede emplear la calefacción y la electricidad directamente. Como combustibles se utilizan casi siempre gas natural, biogás, biodiesel, petróleo...

En este enlace podéis ver la instalación de cogeneración que abastece a los edificios de la UfaFabrik Berlín: <http://www.ufafabrik.de/es/nav.php?pid=n23>

Conductos de distribución del calor

El calor se ha de transportar mediante conductos o tubos hasta las estancias o superficies calefactoras. Tanto se utilice aire o agua es necesario que se realice un buen aislamiento de los tubos, por ahorro de energía, por aislamiento acústico y para evitar la condensación. Se aconseja que en el diseño de la instalación se minimicen los recorridos al máximo.

Las conducciones de agua caliente tienen efectos similares a las vetas de agua, según radioestetas especializados. Por este motivo, se aconseja dejar libre de conductos el lugar de la cama y zonas de descanso o estancia prolongada, de forma preventiva.

Superficies calefactoras

De forma genérica hoy en día podemos encontrar diferentes aparatos de calefacción. Se debe garantizar que cualquiera de estos aparatos, tenga sistemas de regulación y desconexión automática cuando se abre una ventana. Los sistemas existentes: radiadores, paneles calefactores y convectores, se deben seleccionar los que mayor porcentaje de calefacción mediante radiación tenga, evitando los sistemas que funcionen por convección. También es importante tener en cuenta que el acero, uno de los materiales que más comúnmente componen los aparatos, está rodeado de un campo magnético uniforme, y debe separarse mínimo a 1m de distancia de las camas y zonas de descanso o estancia prolongada. La gran desventaja de las superficies calefactoras es la gran diferencia de temperatura que puede haber entre la superficie del aparato a la temperatura del aire en el otro lado de la habitación.

Calefacción de superficie

Existen distintos sistemas de calefacción de superficie, que responden todos a sistemas de calefacción de baja temperatura. De forma genérica todas las tipologías podrían considerarse idóneas desde el punto de vista de ahorro energético, y con algunos matices, también desde el punto de confort térmico interior y salud. Las grandes ventajas de estos sistemas es que se minimiza la

diferencia de temperaturas del aire en el interior de la estancia, consiguiendo en la gran mayoría un confort térmico óptimo.

Detallamos a continuación los siguientes tipos:

- Suelo radiante.

Nota: Los sistemas de suelo radiante eléctrico resultan totalmente desaconejados, pues crean una gran contaminación electromagnética y el consumo de electricidad es muy elevado.

El sistema de suelo radiante con agua, es un sistema de calefacción idóneo en el caso de zonas de baja exigencia calorífica, o zonas de tránsito elevado (iglesias, museos, edificios públicos...).

No se debe colocar un sistema de agua en la vertical de la cama ni de zonas de descanso (sofás, mesas de trabajo en oficinas...)

Desde la bioconstrucción, se hace mucho hincapié en el ahorro energético, y este sistema está considerado como lento, que supone un gasto importante a nivel energético para su encendido hasta que el suelo alcance la temperatura adecuada.

Algunas de las contraindicaciones atribuidas a este sistema, es que se mantienen diferencias de temperatura en el ambiente llegando haber varios grados (hasta 7°C según algunos autores) desde la superficie del suelo hasta la del techo.

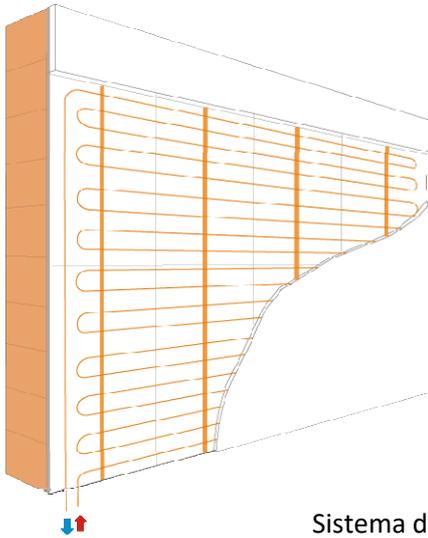
- Pared radiante

Este sistema reúne de forma óptima los requisitos de "calefacción ideal":

- caldea a base de bajas temperaturas, tiene elevado índice de calor por radiación (el mejor) y una alta temperatura superficial (25°C a 40°C) pero con temperatura del aire baja (18°C),
- no produce combustión del polvo,
- emite el calor a partir de una gran superficie,
- responde rápidamente a la regulación,
- ahorra energía
- ofrece buenas posibilidades con colectores solares
- no precisa mantenimiento
- es un sistema casi silencioso
- mantiene las paredes exteriores secas

Existen diferentes sistemas de pared radiante, en caso de que puedan estar embebidos en el revestimiento interior (de barro, de cal) o pueden formar parte del sistema de tabique seco. Encada

caso lo idóneo es seguir las recomendaciones del fabricante. En el caso particular de los revocos de barro, se debe embeber tras el sistema de tuberías, una malla de fibra de vidrio o similar, para disminuir las posibles fisuraciones que se pueda producir por las diferencias de temperatura.

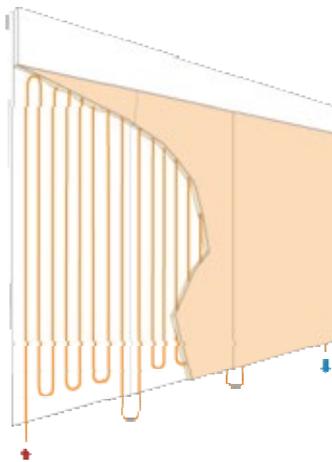


Sistema de calefacción por muro radiante, embebido en el mortero de revestimiento.

F

uente:

<http://www.variotherm.at/en/home/products/wallheating-plastered/technics.html>



Sistema de calefacción embebido en tabique seco.

<http://www.variotherm.at/en/home/products/wall-heating-drywall/technics.html>

Los sistemas de suelo y pared radiante rondan los 60 – 75€/m² colocado, y la instalación normalmente obedece a una relación de: m² calefacción por m² de superficie a calefactar, es decir, si tenemos una estancia de 20 m², debemos instalar 20 m² de superficie radiante.

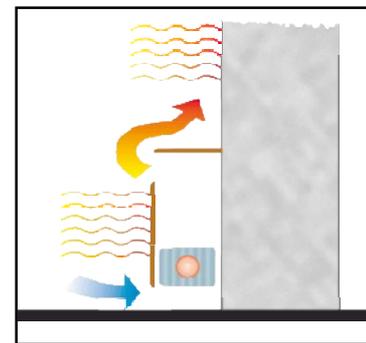
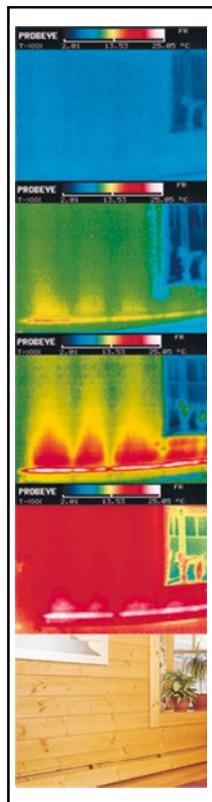
- Zócalo radiante

Es un sistema que funciona de forma similar al muro radiante, de hecho algunos muros radiantes se

colocan en forma de zócalo. La instalación consiste en un elemento calefactor de una gran similitud con zócalo tradicional. Según las casas comerciales, las ventajas del sistema son la uniforme distribución del calor por toda la habitación, desde el suelo hasta el techo, creando una sensación térmica sin estratificación y evitando el problema de pies frío y cabeza caliente. El cometido del sistema de zócalo radiante emplea el 20% de su potencia en calentar los paramentos y el otro 80% lo emplea en transmitir calor por radiación a través de la propia pared. Conforme vamos ascendiendo, disminuye la potencia de emisión de calor por radiación pero también aumenta la temperatura del aire por lo que ambos gradientes de temperaturas hacen que la persona tenga una sensación de temperatura uniforme en toda la habitación.

Se puede instalar delante de ventanas o carpinterías acristaladas como medida para evitar pérdidas caloríficas. También es posible colocar cortinajes y muebles delante sin disminuir su eficacia ni rendimientos. Cabe destacar que el tiempo de reacción del sistema es muy bajo, en 30-35 minutos después de encendido estaría ya a pleno rendimiento.

No mueve polvo, y mantiene el nivel de humedad relativa del aire. La cantidad de agua circulante es reducida, y se ahorra energía por el bajo suministro de temperatura. Admite cualquier fuente de calor: solar, chimeneas calefactoras de leña o pellets, calderas de condensación, biomasa, gasóleo y eléctricas. Tiene un bajo mantenimiento y es fácil de colocar, sobre todo en rehabilitación. Se recomienda recurrir a sistemas que empleen materiales de recubrimiento distintos del acero, como la madera o el aluminio.



(De izq. a dcha de arriba a abajo)

Figura 1: Termografía de una pared con instalación de zócalo radiante. De muestra el efecto del velo de aire caliente que bloquea el frío y calienta la pared.

Figura 2: Esquema de funcionamiento del zócalo radiante.

Fuente: <http://www.variotherm.at/en/home/products/skirting-heating/skirting-heating-delta/technics.html>

Los sistemas de zócalo radiante son bastante más caros que los sistemas de suelo y pared radiante, rondan los 100 – 120 €/m². La colocación obedece a una relación de: ml de zócalo por m² de superficie a calefactar.

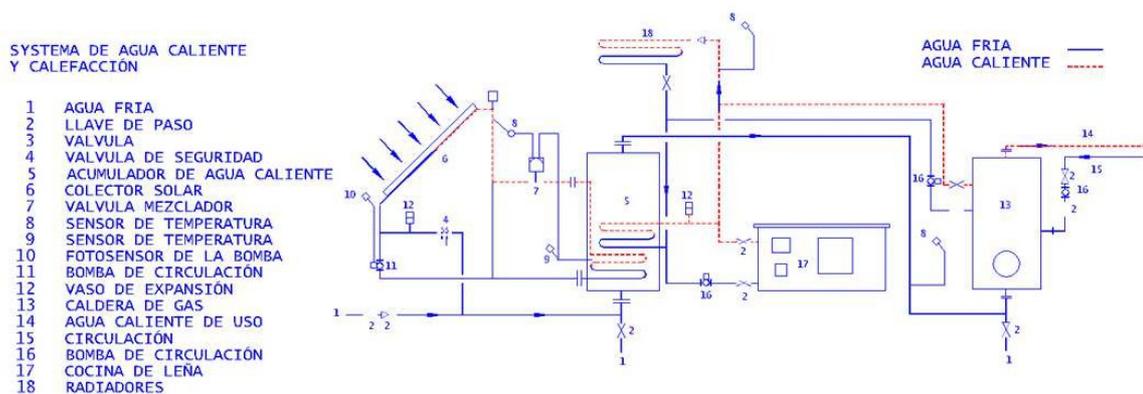
Ejemplos de esquemas de sistemas de calefacción con apoyo de energías renovables.

Fuente: <http://www.jebens-architecture.eu/>

Existen muchos tipos de sistemas centralizados apoyados en energía renovable. Aquí os exponemos dos esquemas que aparecen en la web de la arquitecta Petra Jebens.

En el primer esquema: una cocina económica abastece la calefacción por radiadores. El acumulador de agua caliente es abastecido por un colector solar. Toda la instalación de calefacción y de agua caliente está conectada a su vez a una caldera de gas de apoyo.

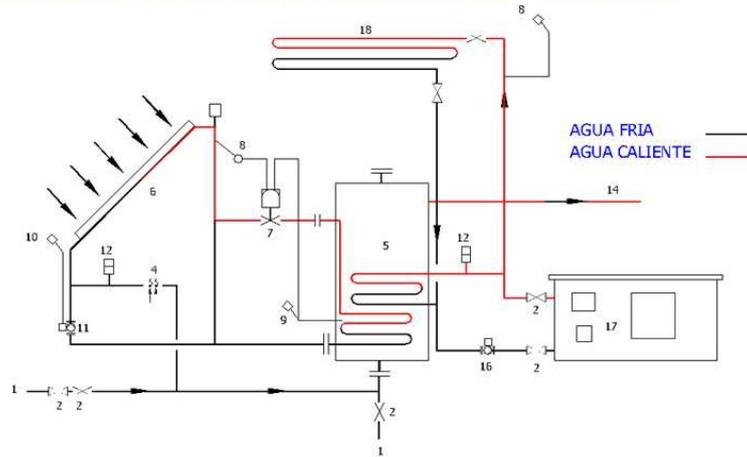
ESQUEMA DE SISTEMA DE AGUA CALIENTE POR: COLECTOR SOLAR-CALDERA DE GAS-CON RADIADORES-COCINA ECONÓMICA



En el segundo esquema, es la cocina económica de leña la que abastece al sistema de calefacción por pared radiante, y al agua caliente sanitaria, apoyada por un colector solar.

ESQUEMA DE SISTEMA DE AGUA CALIENTE POR: COLECTOR SOLAR - COCINA ECONÓMICA DE LEÑA - MURO RADIANTE

- 1 AGUA FRÍA
- 2 LLAVE DE PASO
- 3 VALVULA
- 4 VALVULA DE SEGURIDAD
- 5 ACUMULADOR DE AGUA CALIENTE
- 6 COLECTOR SOLAR
- 7 VALVULA MEZCLADOR
- 8 SENSOR DE TEMPERATURA
- 9 SENSOR DE TEMPERATURA
- 10 FOTOSENSOR DE LA BOMBA
- 11 BOMBA DE CIRCULACIÓN
- 12 VASO DE EXPANSIÓN
- 14 AGUA CALIENTE DE USO
- 15 CIRCULACIÓN
- 16 BOMBA DE CIRCULACIÓN
- 17 COCINA DE LEÑA
- 18 MURO RADIANTE



SISTEMAS EFICIENTES

La búsqueda de la eficiencia ha de ser una constante en el desarrollo de cualquier iniciativa asociada a la bioconstrucción.

Existe la opción de utilizar sofisticados productos tecnológicos diseñados para conseguir importantes niveles de ahorro energético o de recursos y que suelen tener un coste proporcional a la tecnología empleada, lo novedoso del sistema o la economía prometida.

También se pueden conseguir elevados niveles de eficiencia con pequeñas intervenciones en los diferentes procesos a mejorar. Siempre exigen un análisis minucioso, y en ocasiones la modificación de hábitos o conductas, por lo que es muy importante la participación de todos los agentes implicados en el proceso.

Este apartado no pretende ser un exhaustivo catálogo de todos los sistemas existentes para mejorar la eficiencia, si no un pequeño muestrario de ideas que, con diferentes grados de intervención, contribuyen a la economía de recursos o energía. Sirva de estímulo para integrar estos principios en todos aquellos apartados en los que veamos posible una mejora, tanto como técnicos en construcción (en apartados de asesoramiento, diseño, realización, etc.) como en nuestras acciones cotidianas de ciudadanos o familias.

Agua

Como ya se ha mencionado, el agua es un **bien vital** y es necesario un importante esfuerzo de toda la sociedad, en acciones conjuntas e individuales para lograr su justa valoración.

En los últimos tiempos han aparecido en el mercado numerosos modelos de economizadores de agua para grifos y duchas. La instalación sistemática de estos mecanismos puede suponer un ahorro muy considerable.

Atomizadores, aireadores, perlizadores y limitadores de caudal. Diseñados inicialmente para el ahorro de agua en los submarinos, su comercialización está muy extendida. El sistema de funcionamiento consiste en introducir aire en el chorro de agua, consiguiendo que a cada burbuja le suceda un nuevo frente de agua que es el que ofrece mayor capacidad de arrastre de la suciedad.



En la imagen se muestra un sistema didáctico que permite la comparación de dos grifos iguales accionados simultáneamente. Transcurrido un breve tiempo se puede observar la cantidad de agua consumida. El atomizador de la izquierda permite un caudal de 12 litros/minuto y el de la derecha de tan solo 6. Evidentemente, los chorros no son iguales, pero la funcionalidad es equivalente y el ahorro de agua más que considerable.

Griferías de gestión electrónica. Sistemas más sofisticados y de mayor coste, son interesantes para instalaciones de uso público. Se consume el agua realmente necesaria.

Mecanismos de descarga controlada para cisternas. Son numerosos los modelos y sistemas: de doble botón, de doble pulsación, de acción sostenida, etc.

Las cisternas de reciente comercialización, todas están equipadas con sistema de descarga controlada, sin embargo, hay muchas cisternas instaladas que tienen sistemas de descarga completa sin posibilidad de interrupción voluntaria. Un sistema muy ingenioso consiste en utilizar unas gomas elásticas de paquetería: se enlazan unas con otras hasta tener la longitud necesaria que permita atar la parte fija con la parte móvil del mecanismo manteniendo cierta tensión. Dependiendo del modelo del mecanismo, que tenga dos o tres apoyos en la base donde atar en la parte fija, utilizaremos más o menos gomas (la acción de las gomas sobre el mecanismo ha de ser simétrica para no desplazar la junta de cierre del agua y conseguir que funcione correctamente).

Con esta instalación, la cisterna descargará agua mientras tengamos accionado voluntariamente el mecanismo, en cuanto lo soltemos detendrá la descarga.



Esta solución artesanal, de coste ínfimo, permite un elevadísimo ahorro que podemos cuantificar con un ejemplo sencillo: En una cisterna común, su capacidad suele ser de 12 litros, pero para cambiar el agua después de orinar es suficiente con tres o cuatro litros. Supongamos un ahorro de 8 litros con la descarga controlada, 4 usuarios con una utilización mínima de 2 veces por día: $8 \times 4 \times 2 = 64$ litros de agua ahorrada al día, $64 \times 7 = 448$ litros a la semana, $448 \times 4 = 1.792$ al mes y $1792 \times 12 = 21.504$ litros de agua no desperdiciada al año.

Se puede generalizar que cada instalación del sistema de las gomitas, con un coste máximo de 10cts. supone un ahorro de agua superior a 20.000 litros anuales. ¿Nos parece suficientemente eficiente? ¡Pues pongámoslo en práctica allá donde podamos, es responsabilidad de todos!

NOTA: Es necesario sustituir las gomitas deterioradas una vez al año.

NO DEBEMOS OLVIDAR QUE:

El ahorro de agua siempre implica un ahorro de energía. Pocas veces los usuarios asimilan que detrás del grifo abierto hay un consumo eléctrico importante, el de las bombas del servicio de suministro. Si además el agua utilizada es caliente, hay que añadir la energía necesaria para calentarla. Hay por tanto doble responsabilidad en el uso del agua.

CUESTIONARIO MÓDULO IV

1. Aplicando criterios de bioconstrucción, las instalaciones eléctricas deben tener en cuenta:

- a. Una correcta toma a tierra, colocando las picas en puntos libres de alteraciones energéticas o geopatías.
- b. El trazado de las líneas eléctricas en los dormitorios sin generar bucles cerrados.
- c. Todas las anteriores.

RESPUESTA CORRECTA: C

2. Una instalación eléctrica biocompatible para una vivienda tiene como objetivo:

- a. Anular la influencia de los campos electromagnéticos en las zonas de reposo.
- b. Utilizar electricidad procedente de fuentes renovables.
- c. Eliminar el consumo de electricidad de la vivienda por las noches para disminuir el consumo energético.

RESPUESTA CORRECTA: A

3. ¿Qué ventajas tiene un sanitario seco?

- a. El ahorro de gran cantidad de agua, evitando la generación de aguas negras de depuración compleja.
- b. Permite la transformación de los residuos orgánicos en compost, aprovechable como abono en aplicaciones diferentes a la producción de alimentos.
- c. Todas las anteriores.

RESPUESTA CORRECTA: C

4. La recogida y almacenamiento de agua de lluvia permite:

- a. Reducir el consumo de agua potable en actividades cotidianas como: Lavado de coches y pavimentos exteriores, riego de jardines y, previa eliminación de impurezas, utilizarla en cisternas de inodoros y lavadoras.
- b. Utilizarla en la mayoría de los usos domésticos sin necesidad de depuración.
- c. El agua de lluvia no se puede utilizar para ningún uso doméstico sin potabilizarla previamente.

RESPUESTA CORRECTA: A

5. La depuración de aguas residuales por el sistema de Filtro de Macrófitas en Flotación consiste en:

- a. Un sistema de filtrado de las aguas residuales realizado con una gran cantidad de plantas diversas, estableciendo un ecosistema vegetal muy tupido que retiene los contaminantes del agua.
- b. Un sistema de plantas palustres (micrófitos) que, con la ayuda de una estructura artificial, flotan sobre la superficie. Para sobrevivir, sus raíces producen una elevada cantidad de oxígeno y generan ácidos, fomentando la proliferación de bacterias aerobias y la eliminación de los microorganismos patógenos.
- c. Ninguna de las anteriores.

RESPUESTA CORRECTA: B

6. La calificación kfW40 para un edificio, supone:

- a. Que la energía consumida por el del edificio, en todo el ciclo de vida, es de 40 kWh/m².
- b. Que es considerado como edificio de ahorro energético y su demanda de energía primaria no supera los 40KWh/m² útil y año.

- c. Que el edificio cumple los niveles más exigentes dentro de la bioconstrucción.

RESPUESTA CORRECTA: B

7. ¿Una casa construida según el estándar Passivhaus, es necesariamente una casa de bioconstrucción?

- a. Sí, porque el test blower door es muy utilizado en bioconstrucción.
b. Sí, porque supone un gran ahorro energético, factor determinante según criterios de bioconstrucción.
c. No, porque el estándar Passivhaus no exige el uso de materiales biocompatibles.

RESPUESTA CORRECTA: C

8. Aplicando criterios de bioconstrucción, para calefactar un edificio se recomienda:

- a. Priorizar un diseño bioclimático y potenciar el asilamiento, minimizando el consumo de energía de apoyo que ha de ser de renovable.
b. Incrementar el aislamiento, empleando cualquier tipo de aislante e instalar calefactores eléctricos de bajo consumo.
c. Realizar una instalación de energía solar térmica suficientemente grande.

RESPUESTA CORRECTA: A

9. En bioconstrucción, un sistema de calefacción por pared radiante consiste en:

- a. La instalación consistente en un entramado de resistencias eléctricas que producen calor de forma rápida.
b. Una instalación con numerosos radiadores pequeños, dotados de múltiples aletas para calentar el aire, transmitiendo rápidamente la sensación de calor.
c. Una instalación de calefacción por agua caliente que circula por tubos empotrados en los paramentos emitiendo radiación térmica.

RESPUESTA CORRECTA: C

10. Sistemas eficientes son aquellos que:

- a. Están diseñados para ahorrar electricidad.
b. Buscan minimizar el consumo de recursos, bien sean energéticos o materiales, estudiando los procesos en su totalidad.
c. Utilizan aparatos de última tecnología, y por tanto con un sobrecoste justificado.

RESPUESTA CORRECTA: B