

CONTRIBUIR AL FUTURO: ARQUITECTURA SOSTENIBLE=BIOCLIMATISMO+BIOCONSTRUCCIÓN

PETRA JEBENS-ZIRKEL

Arquitecta especialista en bioconstrucción

EL ACTUAL DESASTRE AMBIENTAL Y EL SÍNDROME DEL EDIFICIO ENFERMO

El *cambio climático* y el calentamiento global son ya una realidad. La temperatura ha incrementado más de un grado en las últimas décadas. La causa está íntimamente ligada a la actividad humana: el aumento excesivo de gases, como el dióxido de carbono, metano, óxidos de nitrógeno y los clorofluorocarbonos, que además contribuyen al deterioro de la capa de ozono. Según datos del Worldwatch Institute de Washington casi la mitad de las emisiones son producidas directamente en la construcción y utilización de los edificios, cada m² de vivienda es responsable de una media de emisión de 1,9 toneladas de CO₂ en el curso de su vida útil. Aquí es donde entra la responsabilidad de los técnicos de la construcción para no contribuir a este desarrollo no sostenible y no seguir contaminando en nombre de la arquitectura. El ahorro y el uso sostenible de los recursos naturales son cruciales para el futuro del planeta.

Las *ciudades modernas* están creciendo a base de criterios especulativos, con energías no-renovables y con materiales anti-ecológicos. El resultado es que en las grandes ciudades hay una masificación inhumana, una contaminación insoportable y cada vez más enfermedades.

LA BIOCONSTRUCCIÓN: VOLVER AL SENTIDO COMÚN

La bioconstrucción entiende la casa como un *ecosistema dinámico armónico* y en equilibrio, que antiguamente y en otras culturas era el enfoque natural y lógico. No necesitaba un nombre especial porque toda la construcción era ecológica, realizada con materiales naturales y aprovechando las ventajas del lugar y del clima.

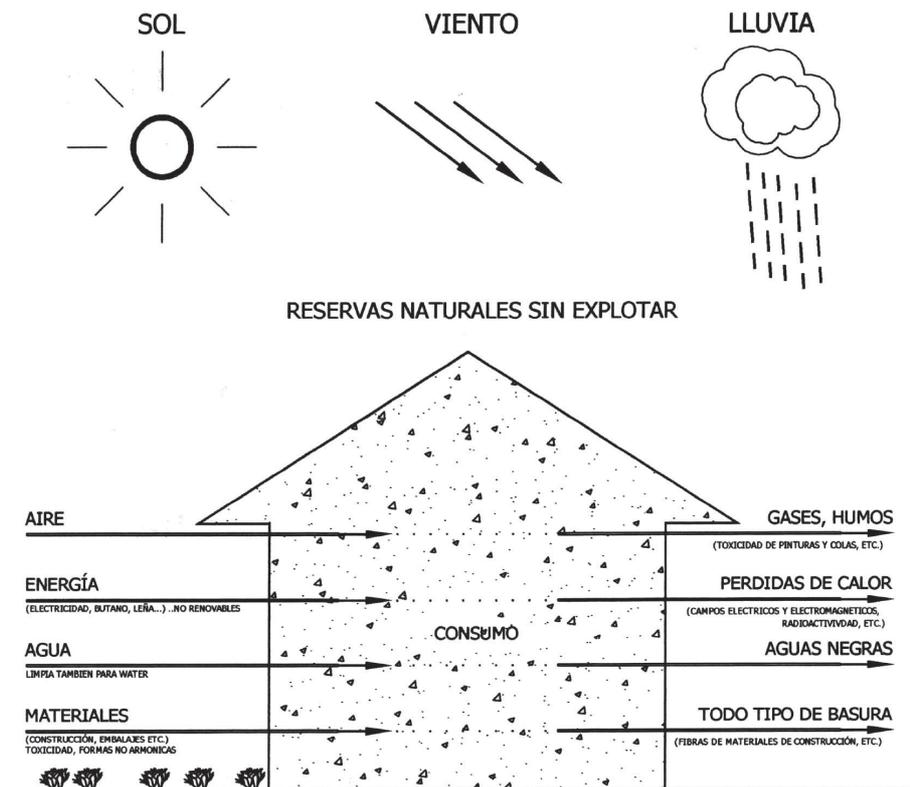
Los mayores progresos de la bioconstrucción se han hecho en los países de habla alemana, donde nació de la preocupación por la contaminación química producida por los materiales sintéticos empleados. Aquí aparece el tópico del síndrome del edificio enfermo.

Paralelamente al aumento de las enfermedades e incluso de la mortandad, el movimiento creció y en 1976 se fundó el Institut für Baubiologie (Instituto de bio-

construcción) en Baviera, Alemania, que se ocupa hasta la actualidad de todos los aspectos de la bioconstrucción, tanto en la faceta de la investigación como de la divulgación.

El funcionamiento de las *casas convencionales* actuales se basa en sistemas lineales. Se utilizan reservas naturales y generalmente se despilfarran estos elementos. Entran recursos básicos, en su mayoría no-renovables, y salen todo tipo de residuos. Las reservas naturales del sol, del viento y del agua de lluvia no se aprovechan. Los daños se derivan a corto y sobre todo a largo plazo.

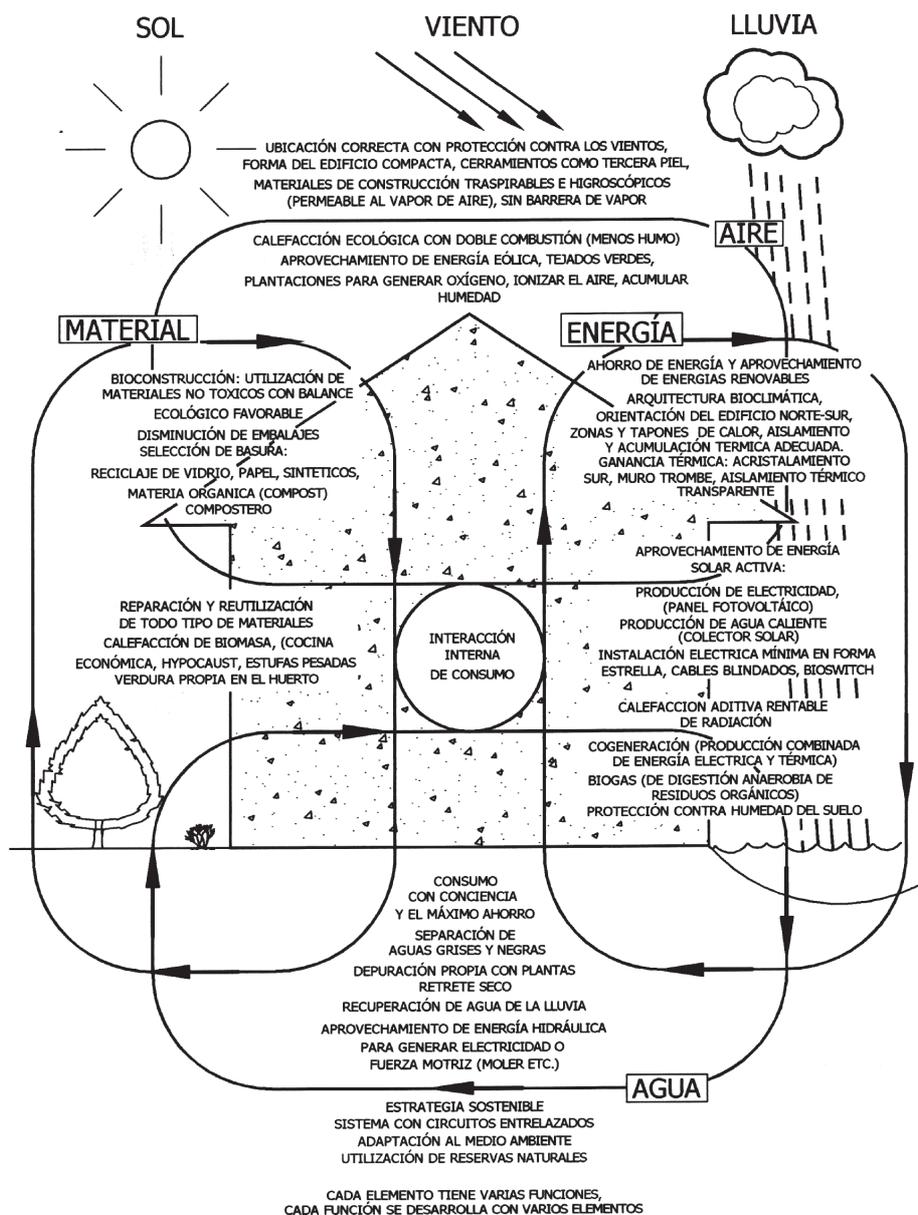
FIGURA 1. La casa enferma



Se puede resumir en cuatro recursos que entran por cada recurso, que entra a la casa, sale un residuo sistema lineal-reservas naturales no-renovables cada vez más explotadas y más basura de todo tipo.

En un *edificio de bioconstrucción* existen una serie de recursos básicos que forman circuitos cerrados y entrelazados. Se evitan las pérdidas que pueden perjudicar al medio ambiente y se utilizan las reservas naturales renovables. Así se ahorra energía.

FIGURA 2. La casa sana



PAUTAS PRINCIPALES EN ARQUITECTURA Y URBANISMO

Las personas en el centro. Solidaridad y alma

Actualmente el sistema del mercado de la vivienda es justo el contrario a lo que debería ser, situando a la persona como *consumidor pasivo*, cuyas necesidades más auténticas no son tenidas en cuenta.

La arquitectura no es una entidad autónoma sino que aparece integrada en el sistema y debe estar al *servicio de las personas*. Adquirir una vivienda digna es un derecho primordial de todos. La vivienda no debe ser objeto del mercado financiero desregulado, tampoco el suelo. El urbanismo debe ser más social con una concepción más integradora.

Las personas no deben ser víctimas de la especulación del suelo. Se deben favorecer iniciativas sociales, solidarias y justas para facilitar viviendas para todos, incluso para los más pobres (ejemplo Samuel Mockbee).

Los edificios se ejecutan para individuos y para que puedan vivir agradablemente. Hay que realizar una *arquitectura para el alma*, con calidades de colores, aromas, texturas en las superficies, en una construcción que favorezca la experiencia propia, que no solamente sea funcional sino que nutra nuestros sentimientos y cultive nuestra creatividad.

La *autoconstrucción* de la propia vivienda, incluso en el marco de cooperativas o de ecoaldeas, en intercambios vecinales, puede ayudar a experimentar el sentido profundo del hogar y encontrar el equilibrio saludable entre lo social, lo económico y el medio ambiente.

El respeto al lugar

El edificio y sus habitantes, el terreno y su microclima siempre son únicos. Hay que optar por una *buena ubicación*, tener en cuenta la topografía del lugar, sus vistas, el paisaje, la vegetación, el tipo de tierra y el agua, las influencias de la geobiología y adaptarse con el diseño a todo ello. Hay que respetar la flora y la fauna y realizar movimientos de tierra mínimos.

Se debe reflexionar sobre la *cultura de la ciudad* con sus valores urbanos y el sentido de las urbanizaciones. Hoy en día es posible vivir apropiadamente en el medio rural. No tenemos que vivir todos en aglomeraciones grandes, utilizando el campo el fin de semana como parque temático, consumiendo naturaleza, sin una relación auténtica. Podemos crear “ruralizaciones”, ecoaldeas integradas en el paisaje, creando zonas verdes, y todo ello económicamente accesibles para familias jóvenes.

Estamos a favor de una *cultura pausada* en lugar de la cultura rápida de usar y tirar, de las modas y de la corta vida de los materiales, del consumismo. Un buen diseño necesita su tiempo para componer todas las partes del “puzzle” de las influencias diversas, necesita maduración y un desarrollo conciente. Así evitamos los prototipos

de “cajas” uniformes y el aburrimiento arquitectónico (lo que ocurre muchas veces en los concursos por los plazos demasiados ajustados).

Clima y orientación

El factor del clima determina con qué orientación y de qué forma construimos. Cada clima tiene que crear su *forma específica* de edificación, y así surge la arquitectura popular en todo el mundo.

Los movimientos modernos en la *arquitectura internacional* generalmente no observan este factor y por eso se diseñan edificios iguales en las ciudades del norte, sur, este y oeste, con un coste enorme de mantenimiento para refrigeración y calentamiento.

Diseño armónico

La forma del edificio debe ser diseñada para minimizar las pérdidas de calor en invierno y protegerlo en verano, con los patrones del *bioclimatismo*. Debe ser compacta con la menor superficie exterior, y planeando la casa por zonas según orientación y las necesidades de los habitantes.

Se realiza el diseño en proporciones armónicas, basadas en el *número áureo*, y con el estudio exhaustivo de los *colores* adecuados. Después de valores materialistas y diseños angulosos es preciso expresar formas más sensibles, en construcciones que se unan al ser profundo de las personas y sintonicen con la naturaleza de forma perpetua, como vemos en la *Arquitectura Orgánica*, que es una tradición viva ya desde hace muchos años (Gaudí, Calatrava, Frank Lloyd Wright...). La arquitectura orgánica nace de la naturaleza vivida y entiende a las personas como seres espirituales. Ambos son punto de partida y fuente de inspiración para el diseño.

Ahorro de energía y agua

Antes se construía sobre el principio de la fuerza de la gravedad, con *muros de carga* que eran por lo tanto muy gruesos y pesados. Esto tenía como consecuencia que proporcionaban un aislamiento acústico y una inercia térmica muy favorable, mientras que en los sistemas de construcción actuales se ha perdido esta cualidad de la envolvente de los edificios. En la bioconstrucción, sin embargo, retomamos este aspecto tan importante.

Se diseñan los edificios con un aislamiento térmico óptimo, sistemas de calefacción adecuados, con un porcentaje alto de radiación, aparatos electrodomésticos de bajo consumo y aparatos sanitarios de ahorro de agua.

El estándar para viviendas de gasto de energía para la calefacción debe ser *menos de 30 kwh/m²* de superficie calefactada por año. También es posible crear edificios de energía cero o incluso energía positiva.

Se favorece la *vegetación abundante autóctona* de cada zona cerca de los edificios, que solamente necesita un riego nocturno muy esporádico (“xerojardinería”).

Uso de las energías renovables

En la arquitectura tradicional siempre se han tenido en cuenta el sol, el viento y el agua con el uso intuitivo de estas reservas energéticas naturales y renovables.

Conmemoramos esta sabiduría y utilizamos la energía solar activa, por ejemplo en sistemas fotovoltaicos y colectores solares, y de forma pasiva en acristalamientos al sur. También se usa la energía eólica, hidráulica y geotérmica, siempre en sistemas descentralizados, nunca en grandes escalas.

Materiales de construcción limpios

La elección de los materiales de construcción es esencial para el bienestar de los habitantes y para el equilibrio del medio ambiente. Entendemos los cerramientos de un edificio como nuestra *tercera piel* (después de la piel corporal y de la ropa).

En la *elección de los materiales* que garanticen estos atributos se debe considerar lo siguiente: *no usar materiales que sean tóxicos* para el ser humano, tanto en su producción, como en su instalación y luego para los habitantes de la casa. Se aplican artículos “verdes” no contaminantes y renovables producidos con bajos costes sociales, ambientales y energéticos, biodegradables o fácilmente reutilizables o reciclables. *No usar materiales que acumulen electricidad estática*, es decir que incrementen los iones positivos del aire, como lo hacen la mayoría de los sintéticos; ésta puede ser la causa de cierto malestar en muchas casas modernas con superficies plastificadas, por ejemplo con un tratamiento de madera inadecuado. *No usar materiales que impidan la transpiración*, cerrando herméticamente las superficies tratadas, sino utilizar materiales higroscópicos. *Utilizar materiales de la zona*, apoyando la economía local de pequeñas industrias y evitando desplazamientos importantes.

Por ejemplo para el *aislamiento térmico* del tejado y del suelo es aconsejable recurrir a materiales más naturales como corcho natural, cáñamo, papel reciclado, arcilla expandida, planchas de fibra de madera, placas de viruta de madera con magnesita y lana de oveja tratada con sal de bórax. En ciertos casos se puede utilizar, con un mínimo de coste, serrín de madera o paja espolvoreado con cal.

La *madera* es una materia prima renovable y una de los más adecuados para construcciones sanas, no sólo para estructuras como forjados, cubiertas y paredes, sino también para la carpintería y pavimentos. Este material se ha utilizado en toda la historia humana y en todo el mundo. Como es fácilmente manejable, sirve perfectamente para la autoconstrucción de casas unifamiliares.

Instalaciones sensatas

En las instalaciones se buscan *sistemas sencillos*, económicos, perpetuos, que no se agoten y que permitan la máxima descentralización, buscando una autosuficiencia máxima.

Se emplean estufas o calderas complementarias de biomasa y muros radiantes, inodoros secos tipo “clivus multrum”, depuración natural de aguas residuales con plantas palustres y cisternas para el aprovechamiento de aguas pluviales.

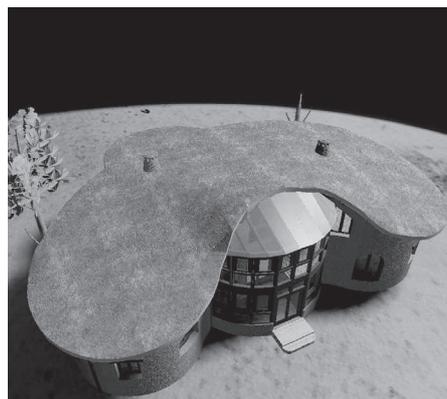
EJEMPLOS

Se enseñan edificios realizados como prototipos de Arquitectura Sostenible realizados por la propia arquitecta y por arquitectos varios (Samuel Mockbee y su Estudio Rural, Imre Makovecz...).

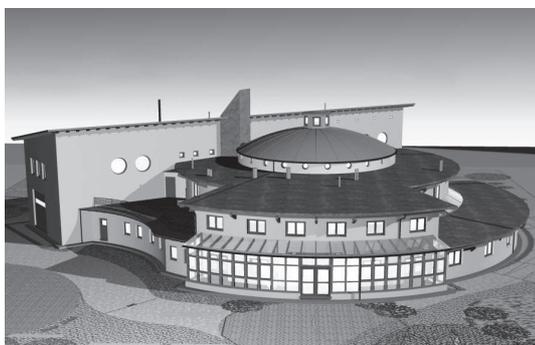
Los ejemplos quieren expresar asimismo que la Arquitectura Sostenible, como la única solución para el futuro, puede dar lugar a un amplio espectro de formas y expresiones diversas según climas y culturas.



Alzado sur Fanlo



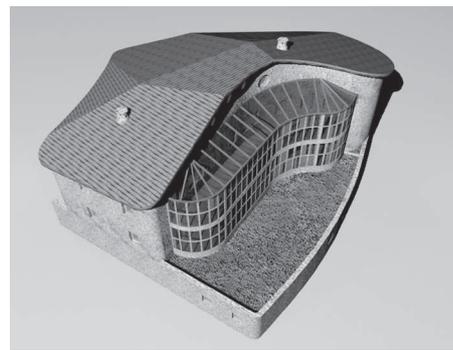
Apies



Circe-Universidad Zaragoza-Sur



Vivienda unifamiliar Rapun

*Guasillo**Nueva Guasillo**Rehabilitación Plan**Alpicat, Lleida**Sureste - Vilafranca del Penedès-Barcelona**Castellbo, 5 viviendas*

APÉNDICE

Ocho ventajas de la madera en la construcción

Si protegemos la madera de condiciones húmedas, puede durar cientos de años, como nos lo demuestran casas de madera en el sur de Alemania y en Suiza. A pesar del clima especialmente húmedo, estas casas se mantienen sanas y en perfectas condiciones gracias a una ejecución correcta y al tratamiento adecuado de la madera.

- **Respeto al medio ambiente y equilibrio ecológico:** La masa forestal aumenta con el aprovechamiento sostenible de la madera. En un bosque ordenado se permite la corta periódica de árboles, sin que por ello se extinga o deteriore, porque solamente se corta el volumen de madera, que produce la masa forestal en un año. Además, la repoblación de bosques es una actuación contra la desertización, porque las raíces mantienen la humedad y de esta manera, entre otras ventajas, se mejora el clima. En España existen algunas zonas de bosques autóctonos y una política forestal adecuada: preferidamente se apoya y se compra madera de allí. No se compra madera procedente de zonas tropicales de bosques primarios (“comprando destrucción” y “la madera de la guerra” en caso de Liberia), a no ser que disponga de un certificado de explotación controlada (certificado forestal FSC).
- **Ahorro energético:** Para la fabricación de la madera la energía necesaria es nula, porque el árbol utiliza la energía solar gratuita. Si se estima el consumo de energía para talar, serrar y transportar la madera en 580 KWh por tonelada, el coste energético para producir aluminio es 126 veces más, para acero 24 y para cemento 5 veces más (fuente: *El libro de casa natural* de David Pearson).
- **Calidad técnica:** La estructura de la madera es tubular y hueca, con una superficie interior de 200 m²/cm³. La celulosa arrolla helicoidalmente la pared tubular, que tiene con 10.000 Kp/m² una resistencia a la tracción superior a la del acero. La lignina, que constituye la masa de la pared tubular, actúa como un aglomerante de la celulosa y tiene con 2.400 Kp/cm² una resistencia a la compresión superior a la del hormigón. Esta maravillosa estructura optimizada permite una economía de peso sorprendente, al compararla con su resistencia, con una enorme estabilidad y elasticidad.
- **Material muy duradero, con un tratamiento correcto:** El cuidado empieza eligiendo el momento adecuado para la tala de los troncos, evitando el periodo de crecimiento de los árboles. En los meses de diciembre y enero contienen poca humedad, especialmente en los días de la luna menguante. Luego, para evitar torsiones, hay que secar los troncos pelados bajo peso, hasta que contengan menos del 20% de humedad.

La **ejecución correcta** de las piezas de madera en la obra también es importante. Siempre hay que evitar que se mojen, y además deben colocarse de modo que, de ser necesario, puedan secarse sin impedimentos. Esto implica que evitamos

barreras de vapor, y siempre dejamos la madera bien ventilada. En el exterior la protegemos con un alero saliente.

El **tratamiento antiparásito** contra xilófagos es aconsejable en interiores húmedos (por ejemplo en el cuarto de baño) y en el exterior, pero se debe evitar productos que contienen Lindano y pentaclorofenol (PCP): son venenos muy fuertes que dañan el sistema respiratorio, perjudican los riñones y el hígado, y pueden producir cáncer. El peligro existe no solo durante su aplicación: las sustancias nocivas pueden seguir envenenando durante meses e incluso años siguientes. A consecuencia de unas defunciones en Alemania en 1978 se prohibió el uso de PCP en interiores. Gracias a la presión de los usuarios, allí las empresas utilizan cada vez menos sustancias tan peligrosas. Hoy en día se venden insecticidas naturales igualmente eficaces pero no nocivos para las personas.

Conviene **proteger la superficie** de la madera contra humedades. La utilización de barnices ordinarios, que cierran herméticamente la superficie, no ha dado buen resultado. En el mercado se encuentra todo tipo de barnices naturales, también con colores para todos los gustos.

- **Buena resistencia ante el fuego:** Con la baja conductividad térmica de la madera la temperatura exterior no llega rápidamente al interior. La carbonización superficial aumenta el efecto anterior. La dilatación térmica es inapreciable y no hay gases tóxicos de combustión. Es fácil conseguir tiempos elevados de estabilidad al fuego para elementos estructurales de madera. Además, el tratamiento natural contra xilófagos con sal de bórax convierte la madera en ignífuga.
- **Buen aislamiento y acumulación térmica:** El coeficiente de conductividad térmica (λ) de madera de pino por ejemplo es con 0,13 W/mK muy favorable, y con un peso de sólo 600 kg/m³ consigue un coeficiente de acumulación de calor de 1.260 kJ/m³K, que es más alto que el de ladrillo doble hueco (que pesa el doble). Con su superficie caliente se puede conseguir un buen equilibrio ambiental.
- **Traspiración e higroscopicidad:** Para las personas, uno de los procesos vitales más importantes es la respiración. También cuando se encuentran en un edificio, deben mantener una relación tal, en la que se proporcione siempre suficiente aire puro, incluso con las ventanas cerradas. Las paredes y techos de una casa sana deben estar compuestos por materiales permeables que no sean nocivos y además tengan capacidad de *transpirar*, al igual que nuestro vestido, que, aunque forme un “envoltorio” cerrado, protegiéndonos de las inclemencias del tiempo, debe permitir una relación permanente con el medio ambiente. Esta capacidad de traspiración de los materiales debe ser la mayor posible. Los materiales naturales tienen esta cualidad inherente y por lo tanto son los más adecuados. Por lo dicho, normalmente no utilizamos barreras de vapor en las construcciones sanas. Frecuentemente conducen a daños estructurales y colocando un aislamiento térmico adecuado, no son necesarias en la mayoría de los casos.

Para el bienestar y la comodidad en la casa se debe tener en cuenta la temperatura tanto como la relación de esta con la humedad ambiental. Los materiales de la construcción deben tener *higroscopicidad*. Ésta es la capacidad de absorber y acumular el vapor del aire y despedirlo nuevamente. Si consideramos que una persona despidе aproximadamente dos litros de humedad al día con un trabajo sedentario, y mucho más con un trabajo físico, comprendemos la importancia de la absorción del vapor por el entorno. La madera puede “almacenar” 100 litros de agua en forma de vapor en un metro cúbico, sin perder sus propiedades de aislamiento térmico. Cuando el aire, con un alto porcentaje de saturación se enfría al contacto con una pared exterior, se condensa. La condensación aparece en la superficie o en la masa interior de un cerramiento, cuando su temperatura es igual o inferior al punto de rocío del aire, que está en contacto con dicha superficie. El intercambio de humedad natural y sano funciona, cuando una pared sana almacena cierta cantidad de humedad y la evapora cuando el aire puede recogerla, por ejemplo al calentarse o al disminuir su humedad relativa. Sin embargo muchos hogares modernos son unidades herméticamente cerradas. Barreras de vapor, como capas impermeables de pintura plástica, hacen imposible la respiración.

Los materiales naturales con higroscopicidad y traspiración, junto con un tipo de calefacción saludable, hacen realidad un clima ambiental equilibrado.

- **Recuperación y reutilización fácil:** Se recicla esta materia prima, una vez finalizado su ciclo de vida, o se valoriza como leña para energía calorífica o como material naturalmente biodegradable, para abono. Además, los nuevos productos, como las diversas planchas de madera, aprovechan los residuos de otras industrias de madera integral. Si se incluyeran los costes de eliminación de residuos de construcción en el precio de los productos industriales —y este proceso en el ámbito europeo ya está en marcha—, el coste de la madera saldría muy económico.

¿En que mundo vivimos?

Resumen comparativo:

Elementos	Casa enferma	Casa sana
Selección del terreno, emplazamiento	Cualquier sitio	Elección según las energías del lugar Orientación específica según clima
Deshechos de la obra	Plásticos y escombros de 500 – 1.000 kg en vivienda unifamiliar; materiales tóxicos, vertederos especiales	Reutilización de todos los elementos (por ejemplo escombro como aislamiento acústico en forjado)
Cimentación y solera	Losa de hormigón armado, cemento gris con cenizas dudosas, fosfatos...	Zapatas de biohormigón con cal sin armar o con barras de acero galvanizado o de fibras sintéticas
Estructura vertical	Pilares y jácenas de hormigón armado, cemento gris con cenizas dudosas, fosfatos...	Muros de carga de ladrillo macizo, Termoarcilla, adobe, tapial, mampostería de piedra natural
Estructura horizontal en forjados y cubiertas	Losa de hormigón armado, viguetas de hormigón armado con bovedilla de hormigón, cemento gris con cenizas dudosas...	Vigas de madera, fijadas a zunchos de madero o de biohormigón
Saneamientos	Tubos de PVC, pegamentos tóxicos, arquetas de obra como punto de humedad; muchos pueblos sin depuración	Tubos de polipropileno con elementos específicos para evitar arquetas, tubos cerámicos, depuración con plantas palustres
Instalación de fontanería	Inodoro con un consumo de agua de 100 l/persona/día, aparatos electrodomésticos con mucho consumo	Inodoro seco, aparatos de ahorro
Fontanería	Tubos de cobre, contaminante en su producción; no renovable	Tubos de polietileno reticulado
Energía eléctrica	Producida a mucha distancia con energías no-renovables, energía nuclear, desastres medioambientales, pantanos, despilfarro	Producción cercana e incluso propia con energías renovables. Aparatos electrodomésticos de ahorro. No <i>stand-by</i>
Instalación eléctrica	Cables, enchufes, etc. de PVC y con halógenos, campos eléctricos	Cables blindados sin PVC ni halógenos de polipropileno desconector de la luz
Aislamiento térmico y acústico	Grosos escasos, justo cumpliendo la ley con materiales sospechosos: espuma de poliuretano, fibra de vidrio, fibra de roca, poliespan	Espesores gruesos para ahorro energético con materiales naturales: fibra de cáñamo, lana de oveja tratada con sal de bórax, corcho natural, planchas de fibra de madera, papel reciclado...
Carpintería	Ventanas y puertas de PVC, aluminio, hierro, madera tropical de talas incontroladas	Ventanas, puertas, invernaderos adosados de madera del país, o de la comunidad europea con certificado del FSC
Agua	Suministro con cloro; despilfarro	depuración natural, aparatos de ahorro
Agua de lluvia	Canalización sin aprovechamiento	Cisternas de almacenamiento, utilización directa para lavadoras, inodoros y riego
Calefacción y agua caliente sanitaria	Gasoil y gas, energías no renovables con un porcentaje alto de importación, calderas de bajo rendimiento, suelo "radiante"	Arquitectura bioclimática, calefacción adicional con biomasa, muro radiante, colectores solares

Pinturas de paredes interiores y exteriores, madera y metales	Química con PCP, Lindano, a poro cerrado	Naturales, a poro abierto
Equipamiento	Muebles de madera aglomerada con vida corta, formaldehído, alfombras de fibras sintéticas; electroestática	Muebles de madera maciza para toda la vida, fibras naturales
Alimentos	3-10% de la compra es embalaje = basura; incineradoras, cultivo anti-ecológico	Producción y elaboración propia, bolsas de papel, 3 "r" (reducir, reutilizar, reciclar)
Medicina	Medicinas industriales sintéticos, efectos secundarios	Productos naturales, tratamiento integral

