



Ecomateriales y Construcción Sostenible

Gestión de las Industrias de la Eco-Innovación

Año de realización 2011

PROFESOR:

Kusha Ghoreishi Karimi. Arquitecto



Esta publicación está bajo licencia Creative Commons Reconocimiento, Nocomercial, Compartirigual, (by-nc-sa). Usted puede usar, copiar y difundir este documento o parte del mismo siempre y cuando se mencione su origen, no se use de forma comercial y no se modifique su licencia. Más información: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>



"El FSE invierte en tu futuro"

Índice:

1. Introducción	4
2. Ecomateriales	5
2.1. Materiales ecológicos y bioconstrucción.....	5
2.1.1. El bienestar y la salud de los espacios.....	5
2.1.2. La Geobiología: el lugar	5
2.1.3. La arquitectura: el diseño	6
2.1.4. La bioconstrucción: los materiales.....	12
2.2. La elección de los materiales en la construcción	12
2.2.1. Criterios para la elección de materiales	12
2.2.2. Síndrome del edificio enfermo	13
2.2.3. Substancias contaminantes y alternativas	14
2.3. Materiales nobles	24
2.3.1. La tierra.....	24
2.3.2. La madera	24
2.3.3. La cal	30
2.4. Sistemas y soluciones constructivas. Materiales.....	34
2.4.1. Elección de sistema constructivo.....	34
2.4.2. Morteros, áridos y aditivos	39
2.4.3. Bloques y fábricas	42
2.4.4. Aislantes ecológicos	45
2.4.5. Impermeabilizantes ecológicos	51
2.4.6. Otros materiales ecológicos.....	51

3. Construcción sostenible	53
3.1. Arquitectura bioclimática: Introducción - antecedentes	53
3.2. Proceso de diseño bioclimático.....	57
3.2.1. Ubicación y clima	57
3.2.2. Forma y orientación.....	61
3.2.3. Captación solar pasiva.....	66
3.2.4. Aislamiento y masa térmica	69
3.2.5. Ventilación	73
3.2.6. Espacios tapón	79
3.2.7. Aprovechamiento climático del suelo	80
3.2.8. Protección contra la radiación de verano	84
3.2.9. Sistemas evaporativos de refrigeración	91
3.3. Conceptos básicos	93
3.3.1. Trayectoria solar	93
3.3.2. Radiación directa, difusa y reflejada.....	95
3.3.3. Formas de transmisión del calor	95
3.3.4. Capacidad calorífica e inercia térmica.....	96
3.3.5. Confort térmico	97
3.3.6. Efecto invernadero.....	98
3.3.7. Fenómenos convectivos naturales	100
3.3.8. Calor de vaporización.....	101
3.3.9. Efecto climático del suelo	101
3.3.10. Pérdida de calor en viviendas.....	102
3.3.11. Microclima y ubicación	103
3.4. Herramientas de diseño	104
3.4.1. El diagrama bioclimático	104
Bibliografía	110

Kusha Ghoreishi Karimi

1. Introducción

La arquitectura tradicional siempre ha sido bioclimática. Los romanos, los árabes, los persas o los indios amazónicos han adaptado sus construcciones al entorno, a las circunstancias, a las necesidades, al clima y a los materiales autóctonos. Era la única forma de construir de una forma eficaz, económica y confortable. Los esfuerzos se centraban en el diseño, la orientación, la adaptación topográfica y en definitiva al uso de los materiales y los recursos del entorno inmediato de las edificaciones.

El material a utilizar tenía que ser vernáculo, porque los sistemas de transporte no permitían gran movilidad. Además, estos materiales sufrían procesos de transformación muy básicos, por lo que no suponían apenas ningún esfuerzo de degradación para el medio. Ejemplos magistrales de esta arquitectura son la Alhambra de Granada, las torres de viento Kashán (Irán) o las termas de Caracalla. Cada uno ha sabido adaptarse a su entorno, logrando a través del diseño mejorar las condiciones ambientales interiores de las construcciones. Consiguiendo ambientes más frescos o más calurosos, según las necesidades, usando tan sólo las leyes físicas (inercia térmica de los materiales, evaporación, condensación, convección o dinámica de los fluidos). De este modo, se suplía con ingenio la falta de las tecnologías actuales de calefacción o refrigeración.

Con la revolución industrial y el posterior desarrollo de las nuevas tecnologías, aparece una nueva concepción de la edificación y las obras de ingeniería. Se puede transportar un material de un lado del mundo al otro, se produce calor y frío artificialmente, se sintetizan materiales más agresivos y contaminantes. Aparece una inconsciencia generalizada que deriva en el abuso de energías procedentes de combustibles fósiles. Tras 150 años de consumo de petróleo, carbón y gas desmesurado -creando elevadísimos índices de emisiones de CO₂- comprobamos con estupor las terribles consecuencias. Un planeta recalentado, árido y en continuo conflicto por los escasos recursos fósiles que quedan. Es por ello que es hora de mirar hacia atrás, pero también hacia delante. Aprender de las técnicas milenarias y aprovechar los recursos tecnológicos que nos ofrece el presente.

2. Ecomateriales.

2.1. Materiales ecológicos y bioconstrucción.

2.1.1. El bienestar y la salud de los espacios:

La OMS (Organización Mundial de la Salud) define la salud como el estado de bienestar bajo los planos físico, psíquico y social.

¿Qué nos aporta salud?, ¿Qué nos propicia un estado de salud?, la respuesta a estas preguntas la encontramos en:

- Una alimentación sana y equilibrada.
- Buen estado anímico y las relaciones con los demás.
- En la higiene y ausencia de radiaciones
- En el ejercicio físico y descanso

¿Cómo podemos mejorar nuestra salud a través de la arquitectura?

Teniendo en cuenta:

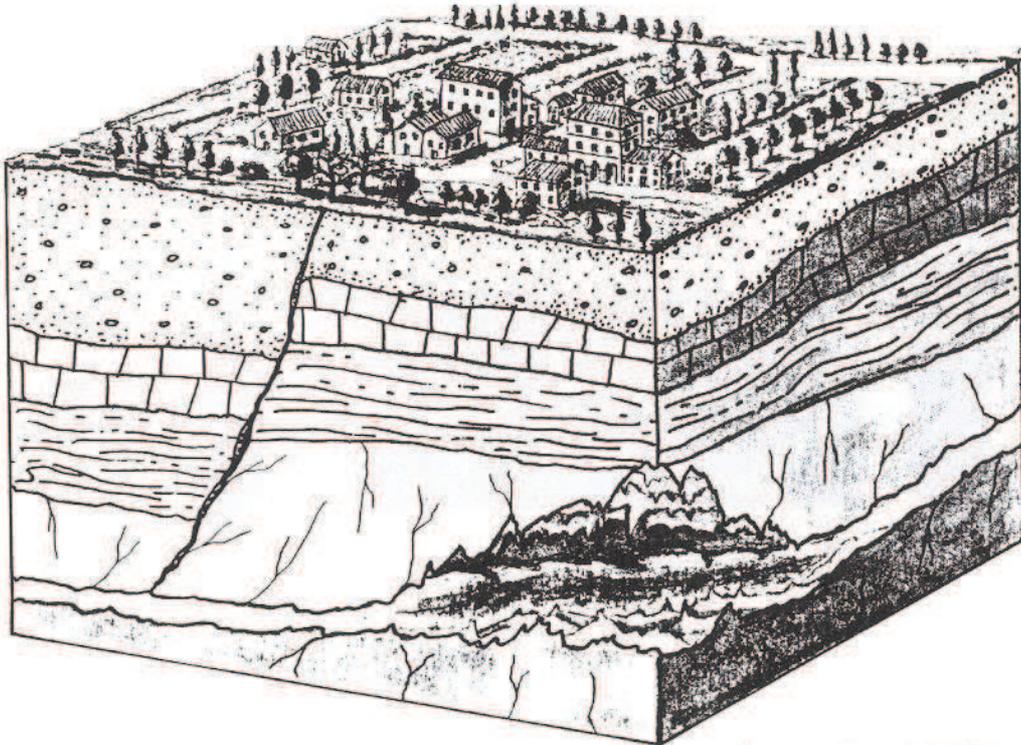
- la elección del lugar
- Unos diseños adecuados
- Mediante el uso de materiales ecológicos

2.1.2. La Geobiología: El lugar

La Geobiología es un campo científico interdisciplinar que explora las interacciones entre la vida, por un lado, y el ambiente fisicoquímico de la Tierra.

Es la ciencia que nos ayudará a elegir la ubicación correcta para una vivienda sana en una parcela. Para disfrutar de un descanso reconfortante necesitamos dormir sobre un lugar sano que nos refuerce y no nos debilite. La geobiología nos ayuda a detectar campos electromagnéticos o corrientes de agua en los estratos inferiores a la corteza terrestre, entre otros accidentes geológicos que afectan directamente a nuestra salud.

Kusha Ghoreishi Karimi

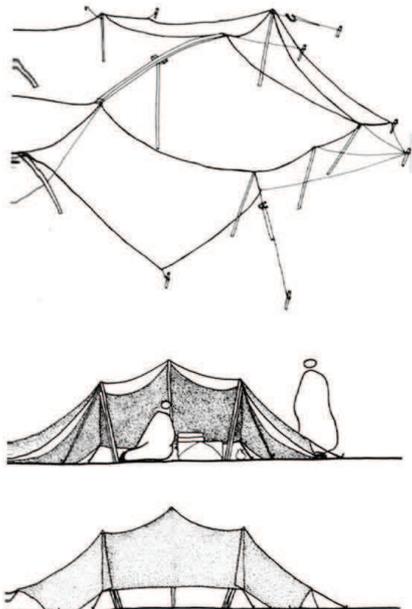


Antes de empezar la construcción, y para evitar un gasto erróneo, debemos consultar a un geólogo: vivir sobre una falla, un curso de agua contaminado o una gruta podría suponer ciertos riesgos

2.1.3. La arquitectura: El diseño

Con la arquitectura y un correcto diseño bioclimático podremos aprovechar los recursos del entorno para crear viviendas sanas y saludables. En el siguiente módulo se detallará el diseño bioclimático para una construcción sostenible. En los siguientes ejemplos podemos observar diseños adaptados a distintas ubicaciones y climas.

Kusha Ghoreishi Karimi



Kusha Ghoreishi Karimi



Kusha Ghoreishi Karimi



Kusha Ghoreishi Karimi



Kusha Ghoreishi Karimi



2.1.4. La bioconstrucción: Los materiales

Recibe el nombre de bioconstrucción los sistemas de edificación o establecimiento de viviendas, refugios u otras construcciones, realizados con materiales de bajo impacto ambiental o ecológico, reciclados o altamente reciclables, o extraíbles mediante procesos sencillos y de bajo costo como, por ejemplo, materiales de origen vegetal y biocompatibles.

2.2. La elección de los materiales en la construcción.

2.2.1. Criterios para la elección de materiales

Los criterios que adoptaremos para la elección de los materiales que conforman nuestras viviendas serán en función de,

- La salud: que sean naturales y libres de tóxicos, inocuos para todas las formas de vida.
- La ecología : que tengan un origen local, es decir, un bajo impacto a la hora de su extracción y transporte
- La ética: que tengan una repercusión social en su producción y que fomenten actividades y oficios.
- La sostenibilidad: que el material sea sostenible en su ciclo de vida, es decir, que tenga un bajo impacto ambiental durante todas las etapas de su existencia (extracción, producción, distribución, uso y desecho).
- La reutilización y el reciclaje del material. Mientras más reciclable o reutilizable sea el material más adecuado será su uso.
- La baja o nula emisión de sustancias tóxicas al aire y su capacidad de no alteración del campo magnético del entorno. Para hacernos una idea de emisiones nocivas de distintos materiales se hace la siguiente comparación:
 - La producción de 1 tonelada de aluminio produce: 10.000 m³ de CO₂
 - La producción de 1 tonelada de hierro produce: 50 m³ de CO₂
 - La producción de 1Tn de cemento emite a la atmósfera: 1Tn de CO₂Por tanto el aluminio produce 200 veces mas CO₂ que el hierro.
Se estima que 6% de la emisión de CO₂ del mundo está producido por la producción y el uso del cemento en la construcción
- Criterio energético, es decir energía necesaria para su producción
Vemos en el siguiente cuadro valores de energía primaria para los materiales más usados en construcción

Kusha Ghoreishi Karimi

ENERGÍA PRIMARIA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	KWH/M ³
LADRILLO COMÚN	1350
LADRILLOS POROSOS CON HUECOS	540
HORMIGÓN	500
HORMIGÓN PREFABRICADO	800
MADERA	590
OSB	1280
BALAS DE PAJA	7
ESTRUCTURA DE MADERA CON BALAS DE PAJA	45 - 70
ADOBES (SIN SECADO ARTIFICIAL)	1 - 10
TIERRA APISONADA, MECANIZADO	40

En resumen tendremos que elegir siempre materiales:

- Inocuos y ecológicos.
- Locales y económicos.
- Necesarios y agradables.
- Fáciles de instalar o aplicar.
- Bajo mantenimiento.
- Reciclables - Reutilizables.

2.2.2. Síndrome del edificio enfermo

La Organización Mundial de la Salud lo ha definido como un conjunto de enfermedades originadas o estimuladas por la contaminación del aire en estos espacios cerrados.

Es un conjunto de molestias y enfermedades originadas en la mala ventilación, la descompensación de temperaturas, las cargas iónicas y electromagnéticas, las partículas en suspensión, los gases y vapores de origen químico y los bioaerosoles, entre otros agentes causales identificados.

El tipo de malestares que producen y estimulan estas situaciones es variado: jaquecas, náuseas, mareos, resfriados persistentes, irritaciones de las vías respiratorias, piel y ojos, etc. Entre estos malestares, las alergias ocupan un papel importante.

Kusha Ghoreishi Karimi

En la evaluación, entre otras cosas, se ha de determinar el tipo y tamaño de las rejillas de impulsión, así como medir su caudal y compararlo con los estándares de ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*)

La OMS estima que afecta al 30% de los edificios modernos y que causa molestias, como mínimo, al 10-30% de sus ocupantes.

Los síntomas son, principalmente:

- Irritación de ojos, nariz y garganta.
- Sequedad de piel y mucosas.
- Eritema cutáneo.
- Fatiga mental, somnolencia.
- Cefaleas, vértigos.
- Mayor incidencia de infecciones de vías respiratorias altas.
- Dificultad respiratoria, jadeo, roncus, sibilancias, cuadros asma-like.
- Disfonía, tos.
- Alteraciones del gusto y del olfato.
- Náuseas.

Los factores más comúnmente citados como responsables del síndrome son:

- Agentes químicos: entre ellos formaldehído, compuestos orgánicos volátiles, polvo, fibras, dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, ozono...
- Agentes biológicos: bacterias, hongos, esporas, toxinas, ácaros.
- Agentes físicos: iluminación, ruido, vibraciones, ambiente térmico, humedad relativa, ventilación.

2.2.3. Substancias contaminantes y alternativas

Según los estudios de dos de los comités más importantes para el estudio de la salud en la Comisión Europea, el Comité Científico de Riesgos Sanitarios y Ambientales de la Unión Europea y el Centro Común de Investigación, SCHER y JRC respectivamente, en sus siglas en inglés:

- Pasamos de media del 85-90% de nuestro tiempo en interiores
- Las atmósferas interiores pueden contener más de 900 substancias químicas, partículas y materiales biológicos con efectos potenciales sobre nuestra salud.

Kusha Ghoreishi Karimi

- La exposición en interiores a sustancias químicas tóxicas, provenientes de diversas fuentes, puede ser significativamente superior que la exposición en el exterior, debido a las condiciones de ventilación.
- Hasta un 20% de los europeos sufren asma debido a sustancias inhaladas en atmósferas interiores.
- Las sustancias contaminantes de las atmósferas interiores pueden aumentar el riesgo de cáncer en la población.

En los informes de SCHER 2007 y JRC 2005 se hace una clasificación de las sustancias contaminantes claves en interiores en función de:

- Han causado efectos adversos en la salud o tienen un potencial alto de causarlos.
- Potencial de concentraciones interiores altas y con impacto en la salud desconocido.
- Sustancias no legisladas.

De esta forma encontramos:

- Materiales de construcción: Formaldehído, benceno.
- Productos de la combustión: Monóxido de carbono, Dióxido de nitrógeno
- Productos usados en el hogar: Naftalina

Otras sustancias que necesitan un estudio más riguroso porque los datos disponibles son todavía limitados para efectuar una valoración del riesgo como contaminantes de interiores son:

- Humo de tabaco, radón, plomo, pesticidas y pesticidas organofosforados.
- Terpenos, pegamento para PVC, ftalatos.
- Acetaldehído, tolueno, xilenos, estireno.
- Amoníaco, limoneno, α -pineno.

Vemos las sustancias mejor estudiadas y las posibles alternativas,

Formaldehído:

- Uso múltiple en el sector de la construcción, sobre todo en resinas adhesivas.
- Toxicidad:
 - Irritante (dolor de cabeza, náuseas), intoxicante respiratorio, genotóxico
 - Carcinógeno humano reconocido (IARC 2004)

Kusha Ghoreishi Karimi

- exposición en interiores:
 - Preocupante a partir de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (nivel del suelo en áreas rurales)
 - Casi toda la población está expuesta en interiores superiores al nivel del suelo
 - Más del 20% de la población europea está expuesta en interiores a niveles que superan el nivel de efectos adversos no observados.

- Fuentes de exposición en edificios:

Materiales aislantes

- lana de vidrio



- lana mineral



Productos de madera compuesta (basados en resina de urea-formaldehído)

- tableros de partículas

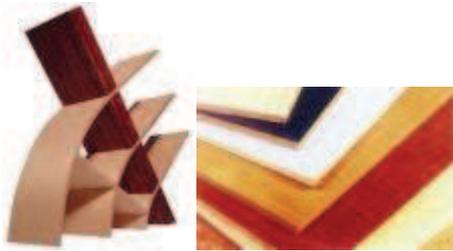


Kusha Ghoreishi Karimi

– MDF



– contrachapado



Revestimientos de melanina



Alfombras

Pinturas



Alternativas sin, o con una cantidad baja, de formaldehído

Kusha Ghoreishi Karimi

Materiales aislantes

- celulosa



- silicato cálcico



Madera maciza



Madera composite con resinas alternativas.

- MDI, PVA (sin formaldehído)
- formaldehído fenólico (de baja emisión)



Kusha Ghoreishi Karimi

Alfombras de lana



Pinturas sin COV o con poca cantidad



El benceno:

- Uso como disolvente en la construcción
- Toxicidad:
 - Irritante (dolor de cabeza, náuseas), intoxicante respiratorio.
 - Carcinógeno humano genotóxico, no existe ningún umbral seguro.
 - Riesgo aumentado de contraer leucemia comparado con el nivel del suelo:
 - En áreas de mucho tráfico: aumento de 6 a 30 veces (las principales fuentes son exteriores)
 - Áreas rurales: aumento de 1 a 5 veces (las principales fuentes son interiores)

Fuentes de exposición en interiores e exteriores:

- humo de tabaco principal fuente en interiores

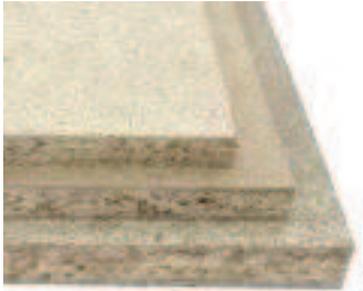


- humo de vehículos en exteriores

Kusha Ghoreishi Karimi



- tableros de partículas



- pegamento, cera, pintura



Alternativas para reducir y evitar la exposición al benceno en interiores:

- dejar de fumar



Kusha Ghoreishi Karimi

- conducir y contaminar menos



- madera maciza y ceras vegetales



- pinturas sin COV o con poca cantidad



- pegamentos sin benceno



El PVC:

- Uso: Es uno de los principales materiales de construcción según el consejo europeo de los productores de vinilo. Alrededor del 60% del total de la producción de PVC en 2001 fue usado para la construcción y en el sector de la construcción.
- Toxicidad: El PVC se fabrica a partir de un residuo de la industria química como es el cloro, un gas altamente tóxico que al combinarse con sustancias orgánicas forma compuestos organoclorados.

Kusha Ghoreishi Karimi

Los productos organoclorados se caracterizan por ser muy estables en el medio ambiente y por provocar una amplia gama de efectos tóxicos en los seres vivos, incluyendo daños a los sistemas inmunitario, reproductor, endocrino y nervioso y una gran variedad de cánceres. Estos efectos se producen también en el ser humano.

Según Greenpeace el PVC produce graves daños humanos y materiales durante los incendios. Los productos de PVC crean atmósferas enfermizas en las viviendas. Los residuos de PVC son una herencia tóxica para el futuro y la baja calidad del PVC hace que lo barato resulte en realidad bien caro.

Alternativas al uso del PVC:

- En tuberías y acoples:
 - polipropileno, polietileno



- zinc, arcilla vitrificada



- En perfiles (para ventanas):
 - madera (local o FSC)



- aluminio



Kusha Ghoreishi Karimi

- En cableados: polietileno



- En revestimientos:
 - cerámica, piedra, madera



- corcho, linóleo



2.3. Los materiales nobles.

2.3.1. La tierra

En la antigüedad, las primeras casas y ciudades se construyeron con tierra cruda. La tierra como material de construcción está disponible en cualquier lugar y en abundancia.

Aunque fueron las casas más primitivas las que se edificaron con tierra cruda, estas técnicas no son algo del pasado: hoy en día, de un tercio a la mitad de la población mundial vive en casas de tierra. En los lugares en que es tradicional se mantiene, y en algunos países desarrollados se continúan llevando a cabo experiencias y se investiga sobre sus aplicaciones incluso a nivel de construcción plurifamiliar o prefabricada. Buenas noticias, pues, para el entorno y la construcción más responsable.

A continuación se exponen las ventajas del barro como material constructivo:

- La tierra es un material inocuo, no contiene ninguna sustancia tóxica, siempre que provenga de un suelo que no haya padecido contaminación.
- Es totalmente reciclable: si en la construcción no se mezcla la tierra con algún producto fabricado por los humanos (por ejemplo, cemento), sería posible integrar totalmente el material en la naturaleza una vez se decidiera derruir el edificio.
- Fácil de obtener localmente, prácticamente cualquier tipo de tierra es útil para construir, o bien se puede escoger una técnica u otra en función de la tierra disponible. También se pueden hacer mezclas con otro material cercano o con algún mejorante de la mezcla (cal, yeso, paja...)
- La construcción con tierra cruda es sencilla y con poco gasto energético, no requiere un gran transporte de materiales o una cocción a alta temperatura. Es por ello que se considera un material de muy baja energía incorporada. Sin embargo, quizá sí es necesario un mayor esfuerzo e implicación de los constructores.
- Su obtención es respetuosa, si se extrae del propio emplazamiento, provoca un impacto poco mayor que el que ya supone realizar la propia construcción. No lleva asociados problemas como la deforestación o la minería extractiva que implican otros materiales constructivos.
- Excelentes propiedades térmicas, la tierra tiene una gran capacidad de almacenar el calor y cederlo posteriormente (cualidad conocida como inercia térmica) Así, permite atenuar los

Kusha Ghoreishi Karimi

cambios de temperatura externos, creando un ambiente interior agradable. Sobretudo resulta adecuada en climas áridos con oscilaciones extremas de temperatura entre el día y la noche pero, si se incluye un aislamiento adecuado, también es idónea en climas más suaves.

- Propiedades de aislamiento acústico, los muros de tierra transmiten mal las vibraciones sonoras, de modo que se convierten en una eficaz barrera contra los ruidos indeseados.
- La tierra es un material inerte que no se incendia, pudre, o recibe ataques de insectos, esto es así porque se evita el uso de las capas superiores de suelo, con gran cantidad de material orgánico.
- Es un material por naturaleza transpirable, los muros de tierra permiten la regulación natural de la humedad del interior de la casa, de modo que se evitan las condensaciones.
- Económicamente asequible, es un recurso barato (o prácticamente gratuito) que a menudo ya se encuentra en el lugar donde se levantará la casa.



La Tierra ofrece soluciones para casi todos los elementos constructivos de las edificaciones. Es el material más universal e infinito (reutilizable y reciclable sin límite).

Kusha Ghoreishi Karimi



Edificio en Alemania construido con tierra y técnicas mixtas de tierra con otros materiales.

Kusha Ghoreishi Karimi



Hasta 20 alturas se llegan a construir con técnicas de tierra y rellenos de piedra en Yemen.

Kusha Ghoreishi Karimi



Una Kashba en Marruecos. Otro ejemplo de la milenaria y resistente técnica de construcción con tierra.



Edificios comunales construidos desde hace siglos en China con técnicas de tapial.

2.3.2. La madera

La madera es uno de los materiales de construcción más sanos que existen. Actúa como regulador natural del ambiente interior, es un material vivo que "respira" y así ayuda a la ventilación; estabiliza la humedad y filtra y purifica el aire; es cálido al tacto y absorbe el sonido. No trastorna los sutiles campos eléctricos y magnéticos naturales como la mayoría de los otros materiales.

En relación a su peso la madera es más fuerte que cualquier otro material de construcción. En su aspecto psicológico y emocional conecta al hombre con la naturaleza haciendo resaltar sus conexiones biológicas. La madera se cura y mejora con el tiempo.

Los productos derivados de la madera también gozan de las mismas características: el corcho, el linóleo, el caucho, el papel y los tableros compuestos (de fibras, contrachapado, alistonado y aglomerado). La madera, correctamente estacionada puede durar siglos, pero en general necesita un tratamiento que evite el peligro de ataques, y es aquí donde puede perder esas condiciones ecológicas.

Una casa de madera es mucho más sana, acogedora y agradable (biótica) que las de materiales como el hormigón y los materiales sintéticos, fríos o impersonales. Además la madera tiene la peculiaridad de permitir la respiración de la vivienda. Es cálida y relajante y evita el posible efecto de caja de Faraday que produce los fenómenos de sobreexcitación, nerviosismo, depresión tan frecuente en las viviendas modernas y especialmente en las oficinas.

La madera, en todas sus presentaciones, y siempre que esté exenta de productos de tratamiento tóxicos- es muy biótica y crea ambientes agradables y acogedores. Ofrece así mismo cualidades neutralizadoras cuando es tratada con ceras naturales y esencias.

Kusha Ghoreishi Karimi



La calidez, nobleza y versatilidad de la madera en construcción: estructuras, cerramientos, revestimientos, pavimentos, decoración, etc.

2.3.3. La cal

Hasta la revolución industrial y el descubrimiento del cemento en 1824 en Pórtland, Inglaterra, la cal ha sido el principal ligante de la construcción en morteros, revestimientos y pinturas. Es responsable de la solidez de los edificios antiguos y medievales y ha participado en obras tan prestigiosas como los frescos y estucos que los decoran.

Los constructores de entonces aplicaban las cales disponibles en las canteras y caleras más próximas.

Es decir, la calidad de las cales reencontradas varía según la roca de extracción, pues de las calizas, las más puras proceden de las cales más grasas, es decir, aéreas y de las calizas las más arcillosas, pues las más ricas en sílice (margas) procedían las cales magras es decir hidráulicas.

Resultaban denominaciones varias para la cal, típicas de los lugares de procedencia. Debido a la limitada facilidad de transporte, los constructores aplicaban el material local pero conocían una amplia gama de trucos para corregir los efectos de cada una de las cales encontradas para aportar a sus morteros las calidades requeridas en cada caso de aplicación, como son el control de la rapidez en el endurecimiento, la dureza y el grado impermeabilizante.

De esto se concluye que todas las clases de cal convivían desde todos los tiempos.

Kusha Ghoreishi Karimi

Un 20 % de la superficie terrestre esta cubierta de roca caliza. Según el tipo de caliza utilizada, la cocción permite la fabricación de varios tipos de cal:

Cal aérea

La calcinación de la Cal Aérea se produce por la cocción de la caliza pura (carbonato de calcio) alrededor de 900 grados y está acompañada de una pérdida del 45% de su peso, correspondiente a la pérdida de gas carbónico.

Tras la extinción de la cal viva (óxido cálcico), resultante de la cocción, se obtiene la cal apagada apta para su aplicación en la construcción (hidróxido cálcico). Por producir mucho calor, el proceso de extinción se hace en fábrica o bien por personal especializado.

El agua, añadida en la elaboración del mortero a base de cal y arena, efectúa el inicio de la carbonización, una reacción lenta de varios meses que exige la presencia de agua y gas carbónico del aire a la vez. Una vez evaporada el agua, la calcinación sigue con el vapor del agua presente en el aire que tiene una afinidad con el gas carbónico (forman ácido carbónico). La calcinación entonces se nutre del gas carbónico presente en este ácido.

Cal dolomítica

En las calizas dolomíticas el carbono de calcio está asociado al carbonato de magnesio.

Tras su cocción a temperaturas inferiores a 900 grados se obtiene una cal aérea.

Cal hidráulica natural

Son raras las calizas puras. Casi siempre aparecen mezclados con arcillas, ricas en elementos químicos como el hierro el aluminio y sobre todo el sílice y de las cuales procede la CAL HIDRÁULICA NATURAL. Entre 800 y 1.500 grados (en general alrededor de 900 grados), el calcio de la caliza se combina con dichos elementos formando silicatos, aluminatos y ferro-aluminatos de calcio.

Al contacto con agua estos cuerpos quieren formar hidratos insolubles lo que confieren al ligante un carácter hidráulico.

Al contacto con el aire húmedo, la cal y los hidratos así formados carbonizan con el gas carbónico del aire. Esta reacción dura varios meses y es la parte aérea del proceso.

Kusha Ghoreishi Karimi

Los científicos del siglo diecinueve intentaron clasificar las cales hidráulicas según su índice de hidraulicidad, dependiente de su contenido de arcilla (entre 5 y 30%).

Las cales de hidraulicidad algo superiores a la de las cales hidráulicas naturales se denominan Cales Hidráulicas Artificiales (cales hidratadas) ya que contienen sustancias añadidas antes o después de la cocción, como son, entre otros:

- Clinker, son silicatos y aluminatos hidratados, obtenidos por cocción encima de la sinterización (1.500 grados).
- Puzolanas de origen natural (volcánico) o bien artificial (mezcla de sílice, aluminio y óxido férrico).
- Cenizas volantes, que provienen de la combustión de petróleo.
- Escorias siderúrgicas.
- Filleres calizos.

Cales hidráulicas artificiales

Hablando de cales hidráulicas artificiales ya entramos en el mundo de los cementos “naturales” (cementos cocidos bajo la sinterización) ya que sus elementos constitutivos son prácticamente iguales.



Apagado de la cal en obra para su posterior aplicación. El famoso “hoyo” de CAL.

Kusha Ghoreishi Karimi



Revestimientos exteriores realizados con cal aérea. Ejemplo de transpirabilidad, sostenibilidad, luminosidad y salubridad.



Fachadas exteriores en Lisboa realizadas con mortero de cal aérea. Correctamente aplicado la fisuración por endurecimiento no existe en la cal.

Kusha Ghoreishi Karimi



Morteros de cal pigmentados en masa con protección de silicato. Máxima elasticidad, plasticidad, transpirabilidad e hidrofugacidad en los exteriores.

2.4. Sistemas y soluciones constructivas. Materiales

2.4.1. Elección de sistema constructivo

Las variables a tener en cuenta a la hora de elegir un sistema constructivo con materiales ecológicos serán en función de,

Su composición:

Hay que renunciar a productos insalubres, que contaminen en exceso en su fabricación, que no sean fácilmente reciclables, que no permitan la transmisión del vapor de agua.

Idoneidad de ubicación/colocación del material:

Dependiendo de su correcta colocación se podrá prevenir futuras patologías y riesgos (humedades por capilaridad, protección frente al fuego, etc.)

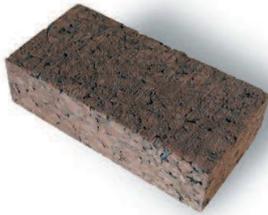
Ahorro económico:

La proximidad del material o el fabricante a la obra, la facilidad de ejecución de la misma y la posibilidad de haber una mano de obra cualificada, economizarán el uso del material.

Kusha Ghoreishi Karimi

El tipo de material a usar:

Los materiales vegetales, minerales o animales son los más idóneos.



El corcho y el cáñamo son materiales que cumplen estos criterios



Kusha Ghoreishi Karimi

Sistema constructivo ecológico: Cimentación de hormigón ciclópeo armado con bambú, refuerzo con hormigón armado. Aislamiento térmico a base de corcho. Impermeabilización con EPDM.



Sistema para impermeabilización de cubiertas mediante membrana anticonvección.



Sistema para impermeabilización de cimentación con membrana de caucho.

Kusha Ghoreishi Karimi



Sistema para aislamiento de cáñamo en interior y de fibra de madera en exterior (cubierta).



Sistema para aislamiento de cáñamo en interior y de fibra de madera en exterior (cerramientos).

Kusha Ghoreishi Karimi



Sistema constructivo mediante estructuras de madera y de mallazo de bambú.

2.4.2. Morteros, áridos y aditivos

La tierra es un excelente material que permite la realización de morteros para todos los usos.



La cal aérea se presenta en forma de pasta (cal apagada, cal hidratada) o en polvo (hidróxido cálcico) para la realización de morteros y revestimientos de una variadísima gama.

Kusha Ghoreishi Karimi



La Cal Hidráulica Natural es un “cemento natural” que aporta numerosas soluciones a la construcción contemporánea.

Kusha Ghoreishi Karimi



Los aditivos para morteros se pueden ser fibras, líquidos o áridos y cumplen distintas funciones: plastificantes, aceleradores de fraguado, aligerantes, hidrofugantes, etc.



2.4.3. Bloques y fábricas

Los bloques o fábricas los podemos clasificar en:

- cal
- cerámicos
- madera
- barro
- aligerados

A continuación vemos algunos ejemplos:



Bloque de paja compactado con mortero de adobe

Kusha Ghoreishi Karimi



Adobe tradicional mejorado con materiales de composición natural



Bloque macizo de cal hidráulica y cáñamo. Estructural, aislante y decorativo al mismo tiempo.

Kusha Ghoreishi Karimi



Distintos bloques de arcilla cocida, biocompatibles y aptos para construcción ecológica aunque con mayor huella ecológica que la tierra cruda.



Bloques de fibra de madera mineralizada y cemento portland, alternativa intermedia hacia una construcción más sostenible.

2.4.4. Aislantes ecológicos

Los aislamientos los podemos clasificar en:

- Minerales - vermiculita, arcilla...
- Animales - lana, plumas...
- Vegetales - corcho, celulosa, cáñamo, lino, madera...

Vemos algunos ejemplos gráficos de aislantes,



Manta lino



Celulosa



Cáscara y paja del arroz - Lana

Kusha Ghoreishi Karimi



Placas de corcho natural



Corcho aglomerado fino de mayor densidad para evitar ruidos de impacto, vibraciones y puentes térmicos y acústicos.



Kusha Ghoreishi Karimi

Pieza especial de aislamiento de uniones de instalaciones de saneamiento.



Sándwich de corcho natural para realización de forjados y cubiertas.



Kusha Ghoreishi Karimi

Celulosa para proyectar en cámaras de aislamiento.



Manta de cáñamo para aislamiento natural que proporciona una excelente regulación de la humedad ambiental.



Redondeles de aislamiento de cáñamo para tapar los huecos de las fijaciones del aislamiento al soporte.



Kusha Ghoreishi Karimi

Aislamiento animal a base de plumas de pato, muy usado en Francia.



Sistema de aislamiento exterior a base de fibra de madera y revestimiento mineral.



Placas de hilos de madera mineralizada y compactada con magnesita o cemento.

Kusha Ghoreishi Karimi



Fibra de video, resistencia al fuego alta.



Fibra de cáñamo (cañamiza) para la elaboración de morteros aislantes.

Kusha Ghoreishi Karimi

2.4.5. Impermeabilizantes ecológicos

Los impermeabilizantes los podemos clasificar en,

- Líquidos: caucho natural, hidrófugos...
- Laminas: caucho, butilo, EPDM, polietileno, polipropileno...
- Masillas: fisuras, tejados...

Vemos algunos ejemplos gráficos de impermeabilizantes,



Lámina de caucho E.P.D.M. para impermeabilizar cubiertas vegetales



Masilla para impermeabilización y reparación de cubiertas

2.4.6. Otros materiales ecológicos

Otros ecomateriales que se usan en la bioconstrucción son,

- Pinturas (ecológicas, a la cal, al silicato, al cuarzo...)
- Adhesivos ecológicos
- tratamientos para madera (aceites y resinas vegetales, de alifáticos, ceras vegetales...)
- tratamiento para metales
- revestimientos ecológicos (de cal, de adobe,...)
- conducciones y materiales para instalaciones.

Kusha Ghoreishi Karimi

- productos de limpieza ecológicos

Nota sobre imágenes del módulo Ecomateriales:

Todas las imágenes e ilustraciones del módulo son cedidas por REDVERDE y por organismos oficiales públicos (como por ejemplo, documentos, estudios e investigaciones realizadas por el parlamento europeo o el grupo parlamentario Los Verdes, alianza libre europea.)

3. Construcción sostenible

3.1 Arquitectura Bioclimática: Introducción y antecedentes

Arquitectura: Arte de construir los espacios donde los humanos desarrollan sus actividades.

Bioclimática: (Bio=vida, Clima=Conjunto de condiciones climáticas)

Tal como indica su nombre, La arquitectura bioclimática es aquella arquitectura que tiene en cuenta el clima y las condiciones del entorno para ayudar a conseguir confort térmico de los espacios para la vida y el desarrollo del hombre.

Haciendo una lectura desde la lógica observamos que la arquitectura en su definición lleva implícito el concepto bioclimático, al tratarse del arte que posibilita la vida (Bio) mediante la construcción de espacios que térmicamente lo permitan.

Por tanto toda la arquitectura es bioclimática, o debería de serlo...

Antes de la Revolución Industrial, la revolución de la energía (electricidad) y por tanto la revolución de los materiales, no existían sofisticados sistemas de climatización, ni perfiles de acero para construir rascacielos, ni aislamiento térmico para reducir el espesor de los cerramientos en las casas.

Antes de todos estos “avances” se usaba el ingenio, la lógica y la razón a la hora de construir una vivienda. Nuestros antepasados usaban los recursos de la naturaleza para resguardarse del frío, se iluminaban y calentaban exclusivamente con la luz del sol y se resguardaba en espacios seguros y protegidos de las inclemencias atmosféricas.

Solamente tendríamos que fijarnos en los pueblos que rodean nuestras ciudades, para descubrir lo que realmente es la arquitectura bioclimática. Seguramente todos hemos sentido el bienestar que se experimenta en una casa de pueblo encalado de blanco, con sus muros de gran espesor y abrigado entre el resto de casas de su entorno; seguramente nos hemos parado paseando en una callejuela en sombra donde corre el aire fresco. Si no, habremos comprobado como en una cueva la temperatura es agradable tanto en invierno como en verano, o como en los patios donde hay una fuente el ambiente es siempre agradable.

Kusha Ghoreishi Karimi

La arquitectura bioclimática trata exclusivamente de jugar con el diseño de la casa (orientaciones, materiales, aperturas de ventanas, etc.), el diseño de los detalles constructivos y los espacios arquitectónicos con el objetivo de conseguir eficiencia energética.

Recursos como orientar las ventanas al sur en nuestras latitudes, el uso de ciertos materiales con determinadas propiedades térmicas, como la madera o el adobe; el recurso de enterrar la edificación al abrigo del suelo, del encalado en las casas de zonas calurosas, la ubicación de los pueblos cercanos a los ríos y tierras fértiles, el uso del agua en los patios como elemento refrescante, el buscar medios para crear sombra al paso de los viandantes, la captación de vientos, etc., nos posibilitan crear arquitecturas bioclimáticas.



Imagen 1: Cuevas primitivas (primeros cobijos del hombre). Fuente: propia

Kusha Ghoreishi Karimi



Imagen 2: Tipi- vivienda tradicional de los indios americanos. Fuente: travelsd.com



Imagen 3: Construcciones en Sistán y Baluchistán (Irán) Fuente: Propia