

ANÁLISIS DE LA VALORACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

M^aJesús Ferrer Gracia

Profesora Titular de Escuela Universitaria en la Universidad de Alicante.

mj.ferrer@ua.es

Silvia Spairani Berrio

Profesora Asociada en la Universidad de Alicante.

silvia.spairani@ua.es

Departamento de Construcciones Arquitectónicas.

Campus de Sant Vicent del Raspeig, ap.99. CP: 03080. Alicante. España

Teléfono + 34 96 5902950 / + 34 96 5902582

Fax + 34 96 5903702

Palabras clave: Parámetros de sostenibilidad, materiales sostenibles, materiales de construcción

Resumen

Es objetivo de esta comunicación ofrecer algunas consideraciones en relación con la evaluación de la sostenibilidad de los materiales de construcción. Para ello se han localizado varias opciones de valoración ya existentes y se han analizado en la medida que ha sido posible. De ello se deduce, además de la dificultad de obtención de la información, la dispersión en los criterios y parámetros empleados y en las sistemáticas de valoración utilizadas. Todo ello se indica y justifica en el texto, ofreciendo opciones que pudieran ser de ayuda para lograr una mejora de las alternativas existentes.

1. Texto

Hasta hace apenas un siglo, es decir, hasta que se produce el desarrollo industrial, los materiales de construcción que se utilizaban era básicamente naturales, esto es, incorporaban un mínimo nivel de transformación y, normalmente, por las dificultades de comunicación y transporte, procedían del entorno inmediato; además, dado que se trataba de emplearlos en el ámbito del lugar en que se fabricaban solían estar bien adaptados a las condiciones climáticas del territorio y sus usos y costumbres.

Con el desarrollo industrial se produce un gran cambio en las técnicas empleadas en la fabricación de los materiales de construcción y un incremento en la complejidad, calidad y especificidad de los mismos. También comienza la sobreexplotación y agotamiento de los recursos naturales próximos, lo que junto al planteamiento socio-económico capitalista favorece, progresivamente, el aumento de la distancia entre el lugar en que se obtienen las materias primas, el lugar donde se transforman y el lugar donde se ubica la edificación en que se emplean.

Además, desde mediados del pasado siglo, para cubrir las necesidades del auge de la construcción, se incrementa enormemente la demanda de materiales y, consecuentemente, aumenta también el consumo de recursos, materias y energía y, a la par, la producción de desechos.

Con todo ello, el auge de la construcción y la industrialización en los países económicamente más fuertes, ha supuesto el agotamiento de los recursos naturales próximos, la sobreexplotación de los recursos en general y una excesiva emisión de contaminantes de todo tipo y de residuos.

Es claro que el impacto ambiental producido por la industria de la construcción constituye aún una deuda pendiente del desarrollo de la industrialización y de la evolución urbana, social y económica de nuestro sistema, y que está planteando, como consecuencia, un riesgo grave de resolución de las necesidades para las generaciones que nos suceden. Si consideramos que esta afirmación no admite discusión, nos sorprenderá comprobar que las actuaciones que deberían derivarse de estas consideraciones no se llevan a cabo, cuando parece que la situación habría de afrontarse sin dilación.

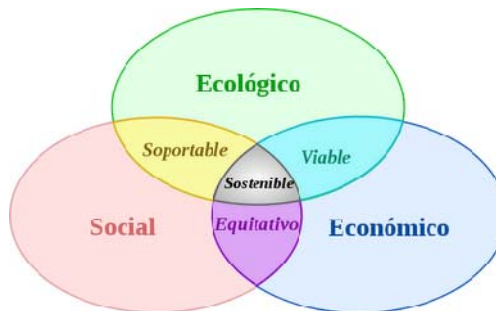
Así pues, actualmente, el reto a superar en el ámbito de la edificación consiste en encaminarse al logro de la sostenibilidad, y esto debe abarcar, desde los momentos iniciales: el diseño de la edificación, la ciudad y el territorio, y la producción de los materiales de construcción, pasando por el tiempo de vida útil del edificios, y de los materiales, sistemas y aparatos e instalaciones que lo integran, incluyendo las posibles etapas de reparación o cualquier otro tipo de intervención, hasta el final de sus respectivos ciclos de vida, y el tratamiento de sus restos como residuos.

Lograr esa sostenibilidad en la edificación implica dos cuestiones fundamentales: consumo de recursos y generación de residuos, a evaluar en el periodo anteriormente referido: desde el diseño y la elección de materiales, hasta el aprovechamiento de los residuos en que se transforman.

Como puede verse, un porcentaje importante de cuanto tiene que ver con la consecución de la sostenibilidad en edificación recae sobre los materiales de construcción. Pese a ello, en España aún hay escasa documentación válida relacionada con la elección y empleo de materiales sostenibles, empezando por lograr el acuerdo para acotar dicha definición. Así, no deja de sorprender encontrar variadas y diferentes definiciones de los que, se entiende, son los "materiales sostenibles". Además de la dificultad que supone localizar dicha definición, las pocas que encontramos son incompletas o redundantes, pudiéndose, incluso cuestionar la veracidad de alguna. Si, por otra parte, aceptamos la opinión generalizada de que, en el plano ecológico, el riesgo se relaciona con el impacto negativo sobre los ecosistemas, siendo uno de los factores fundamentales el problema del agotamiento de recursos, tanto en lo referente a materia como a energía, y, otro, el conflicto que se plantea en relación con la exorbitante generación de residuos de todo tipo, será en estos ámbitos en los que deberemos analizar a los materiales de construcción para lograr evaluar su grado de sostenibilidad.

Además, como es bien sabido, para definir la sostenibilidad no hay que limitarse a las reflexiones en el ámbito ecológico, hay que considerar también los campos de "lo económico" y de "lo social" (figura 1). Así pues, también en estos tres aspectos habrá que considerar el análisis de los materiales de construcción, analizándolos desde el inicio hasta el final de su existencia, es decir, durante todo su ciclo de vida.

Figura 1. Aspectos a considerar en el análisis de los materiales



Fuente: es.wikipedia.org

Así, pues, la consideración de la sostenibilidad del material de construcción debe comenzar por su etapa de fabricación, con la extracción y transformación de materias primas, pasar por su etapa de comercialización, por su puesta en obra, por su fase de servicio como integrante de la edificación y prolongarse hasta la conversión del material en residuo y su tratamiento. Y en relación con lo anteriormente mencionado debe realizarse un análisis que atienda al consumo de recursos (energético y material), a la generación de residuos y emisiones de todo tipo (no sólo sólidos) y su repercusión sobre el agua la tierra el aire y la personas, al impacto sobre el paisaje y los ecosistemas, a la incidencia social y cultural y a las repercusiones económicas.

Empezamos, entonces, por la GÉNESIS DEL MATERIAL, que se inicia en la etapa de obtención de las materias primas. Durante la obtención de las materias primas se producen operaciones que consumen energía. Además, puede contaminarse o dañarse el medio ambiente de diferentes modos, como son el impacto sobre el paisaje, la eutrofización, afectando a entornos protegidos, generando ruido, modificando el

hábitat, acidificando la tierra, etc. Por ejemplo, si consideramos la extracción en canteras y graveras, tendremos que atender al impacto que éstas producen en el paisaje (aspecto, pérdida de suelo, modificación topográfica) y el grado de regeneración posible del mismo. También a si la materia prima es renovable y cual es el consumo de energía y tipo de energía que se consume para la extracción. Además habrá que considerar la contaminación que se produce, tanto acústica como nivel y tipo de emisiones, si las hay. También deberemos valorar socialmente si se está contribuyendo para el bien de las personas que habitan el entorno donde se produce esta actividad.

Las materias primas, generalmente se transportan desde el lugar de extracción hasta el lugar de transformación, en este traslado se invierte un determinado consumo energético y se generan residuos, principalmente contaminación de distinto tipo y en grado variable, en función del medio de transporte, la distancia y el lugar correspondiente. A esto se añade el posible impacto en el paisaje de las vías de transporte y del resto de las instalaciones que se precisen.

Una vez llegados al punto de transformación, las operaciones que se realizan suponen, además del natural consumo de materias primas, un gasto energético, normalmente nada despreciable y, casi con seguridad, la generación de ciertos compuestos contaminantes, además de otras cuestiones que puedan suponer también impacto sobre el medio ambiente, como las ya citadas respecto a las operaciones de obtención de las materias primas.

En cuanto al consumo de materias invertidas en la fabricación del material, tendremos que distinguir si se trata de materia renovable o no, definiendo la materia renovable como aquella capaz de regenerarse en un lapso de tiempo no superior a 100 años (4), o, quizá, mejor consideración sería la de hablar, por ejemplo, de "materia perdurable" como aquella que puede regenerarse en un plazo de tiempo que no supere el ritmo a que es explotada, es decir que su consumo no supone la reducción de su presencia en el planeta (explotación sostenible). También hay que valorar positivamente, en relación con la sostenibilidad, el que para la fabricación del producto se cuente con materiales de desecho como materia prima. El producto resultante será reciclado en cierto grado, es decir, incorporará un cierto porcentaje de productos reciclables, con el consiguiente ahorro de materias primas y su aportación a la eliminación de residuos, y, además, en algunos casos, como el del vidrio y del aluminio, también supondrá una reducción de los desechos de producción y un importante ahorro energético.

En este análisis podría, incluso, asociándolo al producto, tenerse en cuenta el ciclo de vida de los elementos de producción (la vida útil de la maquinaria implicada, etc.). En cuanto al consumo de energía habrá que ver qué gasto se produce, diferenciando el tipo de energía que se gasta: si es renovable o no, y si se trata de energía limpia, ya que, de no ser así, entraría en el cómputo de la generación de residuos. En consumo de energía renovable podría asimilarse a un consumo nulo de energía.

A continuación se produce el TRANSPORTE DEL PRODUCTO hasta el lugar de distribución y su COMERCIALIZACIÓN. De nuevo habrá que evaluar el consumo de recurso que implica, la generación de residuos y las demás cuestiones aludidas relacionadas con el impacto sobre el medio.

Entendiendo que nos referimos, con todo lo expuesto, a la valoración de la sostenibilidad de los materiales de construcción, en todas las operaciones anteriores y también en las que siguen, deberán analizarse, inexcusablemente, los aspectos social y económico, además del ecológico, sobre el que ya nos hemos extendido.

En el campo de lo social ha de tenerse en cuenta si se actúa mediante prácticas socialmente adecuadas. Deben respetarse y potenciarse las tradiciones, la sociedad y la cultura de los grupos humanos relacionados con las actividades que se desarrollan, favorecer el comercio justo, evitando la explotación, principalmente infantil y de la mujer, mantener unas condiciones de trabajo dignas para los trabajadores en general, ofrecer salarios adecuados y condiciones de trabajo justas, entre otras.

En el ámbito de lo económico puede valorarse fundamentalmente el incremento con que repercute sobre el coste del producto, el logro de una mayor sostenibilidad. Dado que algunas empresas han sido evaluadas favorablemente con algunas marcas de calidad relacionadas con la sostenibilidad, entendemos

que si la empresa ha logrado un certificado que asegure algún tipo de práctica sostenible (ecológica, económica o social), en la evaluación de la sostenibilidad del material, la valoración correspondiente a lo que la certificación acredite podría sustituirse por un valor predeterminado. Para ello, naturalmente, será necesario asignar a las diferentes acreditaciones un cierto valor y definir los parámetros con que se corresponde.

Volviendo al ámbito de lo ecológico y llegados a la etapa de PUESTA EN OBRA DEL MATERIAL, se considerará el consumo energético y de recursos materiales que requiere su colocación, así como los desechos que se generan. Probablemente, en este apartado, un mayor grado de industrialización del producto minimiza el consumo de energía y la producción de residuos; aunque, en la evaluación de la sostenibilidad, esta ventaja “ecológica” podría conllevar un inconveniente en el campo de lo económico (precio) o de lo social (trabajo), por lo entendemos que no puede establecerse una conclusión generalista al respecto.

En su ETAPA DE SERVICIO, como componentes de la edificación, los materiales también pueden analizarse en relación su sostenibilidad.

En cuanto a su impacto sobre el medio, sabemos que los materiales pueden emitir compuestos o radiaciones perjudiciales para la salud de los humanos o de los seres vivos en general (radón, monóxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles, etc). Consideramos que, en este aspecto, debe garantizarse que los materiales cumplen estrictamente la legislación existente, pero, dado que no hay acuerdo respecto a la incidencia sobre la salud de algunas emisiones, la información correspondiente puede aportarse como característica del material, para quedar a disposición del usuario, que podrá decidir en consecuencia.

Hay otras características del material que pueden favorecer la eficiencia energética de los recintos, dependiendo, no sólo del valor de la propiedad, sino también de su inclusión en el elemento constructivo y del diseño del conjunto. Así, para evaluar la sostenibilidad de los materiales de construcción, habrá que distinguir las propiedades que no aportan sostenibilidad al material, pero pueden contribuir a la del edificio, como son, por ejemplo, la conductividad térmica, la inercia térmica, la permeabilidad al vapor, etc.

Nos parece evidente que un material no es más sostenible porque tenga, por ejemplo, mayor inercia térmica o mayor aislamiento térmico. Sí lo será el recinto que cierre, si este material está bien elegido, bien colocado, y en posición y con dimensiones adecuadamente decididas. Tampoco será necesariamente más sostenible un aislante térmico frente a un conductor, dependerá de cómo y para qué lo utilizemos.

Por ello consideramos que este tipo de características no deben incorporarse a la evaluación de la sostenibilidad de los materiales, dado que, dependiendo de su aplicación pueden no aportar ningún valor. Se trata de entender, en este caso, el material de construcción como un elemento integrante de la edificación, cuya función no tiene sentido si no es por pertenencia a ésta, por lo que sería en este modo como habría que considerar la posible contribución del material a la “sostenibilidad de la edificación”, pero no valorarlo como parámetro en “la sostenibilidad del material”.

Así pues, entendemos que sería conveniente, en cuanto a la determinación de la sostenibilidad de los materiales de construcción, evaluar parámetros que sean independientes de la función que el material o producto pueda desempeñar en el edificio, tanto más cuanto ésta puede y probablemente deba ser valorada mediante otros sistemas como son las certificaciones “verdes” o certificaciones ambientales, como las ya conocidas certificaciones o sellos BREEAM, GBTool, CASBEE, Green Globes, Green Building y la más popular, la LEED.

Por otra parte, al analizar su etapa de utilización, estamos, de algún modo, haciendo referencia a la vida útil o al ciclo de vida del material, es decir, al tiempo máximo en el que el material puede estar desarrollando su función, pero la valoración de esta característica no es tan fácil. Existen materiales con una larga vida si los consideramos aisladamente, como por ejemplo una baldosa cerámica de grés porcelánico, sin embargo, si nos planteamos la forma en que desarrollan esta función, comprobamos que hay que pensar en que su forma de colocación puede modificar este lapso temporal. Por ejemplo, si el

cerámico se ha colocado bien adherido, su vida útil la condiciona la imposibilidad de variar su colocación, aunque el producto pueda desarrollar su función durante un largísimo tiempo, si no es posible desmontarlo para cambiarlo de sitio, su ciclo de vida no lo define el propio material, sino su forma de puesta en obra. Si se diseña y se coloca de forma que admita el desmontaje, podrá reutilizarse ubicándolo de nuevo en otro lugar. Por tanto, la durabilidad del material y la posibilidad de hacer uso de ella deberían poder ser evaluadas de forma independiente.

Además, también hay que considerar de alguna manera la necesidad de mantenimiento de algunos materiales y la repercusión que ello pueda tener sobre su grado de sostenibilidad.

Tras la etapa de servicio de los materiales, hay que atender a su COMPORTAMIENTO COMO RESIDUO:

Una vez terminada la vida útil del objeto arquitectónico, los materiales de construcción que lo constituyen dejan de cumplir su función, convirtiéndose potencialmente en residuos. Principalmente de su naturaleza y de su estado físico dependerá que verdaderamente acaben siéndolo, o que sea posible su aprovechamiento en distinto grado.

De la naturaleza y composición del material depende que un producto puede ser transformado para volverlo a utilizar, esto es, ser reciclable en mayor o menor grado, pudiendo volver a ser materia prima idéntica a la original, o incluso mejor que ésta. Como ejemplos de lo dicho tenemos el caso de los vidrios o de los metales, que al volver a fundirlos incorporan ya en ellos parte del proceso de transformación inicial, con el consiguiente ahorro energético y de materia prima, incluso con una reducción en la generación de recursos. En otros casos, el aprovechamiento de materiales, como es el caso de los plásticos que admiten reciclado químico, puede suponer un incremento del coste en la transformación, junto al beneficio de reducir el volumen de materia residual. Hay otros materiales que pueden aprovecharse pero no para obtener los mismos productos, aunque sí otros que no necesariamente han de ser peores, como cuando se recicla madera, plástico por sistema mecánico, hormigón, materiales cerámicos, etc.

Destacar la influencia de su estado físico. Existen muchos materiales cuya naturaleza es duradera y la materia permanece en buen estado más allá de lo que alcanza la vida útil del edificio. Así, el material de construcción, cuando termina su etapa de servicio allí donde se colocó, podría seguir siendo útil colocado, de nuevo en otro lugar, siempre y cuando, su estado físico lo permita. Se trata de que pueda trasladarse a un nuevo uso sin que sufra deterioro, y esto depende de que, tanto el diseño del producto, como su puesta en obra, favorezcan la posibilidad de desmontaje frente a la opción del derribo. Así pues, en determinadas situaciones, al final de la vida útil del edificio, algunos materiales pueden ser recuperados y reutilizados, siendo que su vida útil no tiene que terminarse aún.

Por último tendríamos los materiales que no pueden reciclarse ni reutilizarse, que son los que constituyen propiamente los desechos. La única alternativa posible en este grupo es aprovecharlos energéticamente u orgánicamente. El aprovechamiento energético consiste en incinerarlos para utilizar la energía que desprenden, el aprovechamiento de los orgánicos se basa en que se descomponen, se les considera biomasa y puede aprovecharse el gas de la descomposición como combustible y los residuos como fertilizantes. Es el caso de la madera y otros materiales orgánicos.

En estos grupos deben distinguirse los que contienen productos tóxicos y peligrosos, que pueden requerir un tratamiento específico o su inertización, para evitar emisiones perjudiciales para el medio ambiente. En este último grupo se incluyen algunos materiales de gran durabilidad, algunas veces conseguida convirtiéndolos en productos tóxicos o peligrosos, como es el caso de ciertos compuestos que impregnan las maderas para incrementar su durabilidad.

Visto todo lo referido anteriormente es evidente que son muchas las cuestiones que se involucran en la relación que liga la existencia y utilización de los materiales de construcción en la arquitectura y su actuación sobre el medio en cuanto tiene que ver con la sostenibilidad.

Es razonablemente sencillo analizar, como se ha hecho, cuáles son las cuestiones a considerar en esta interacción y en que medida favorecen o perjudican, cada una de ellas, la consecución de la sostenibilidad.

El problema surge cuando pretendemos evaluar hasta qué punto un material sostenible, o cuando un material lo es más que otro. Para ello hay que decidir cuales son los parámetros adecuados a tener en cuenta, es decir, de todos los que relacionan materiales y sostenibilidad cuales nos van a permitir realizar esta valoración sin involucrar relaciones ajenas. Los parámetros han de ser mensurables, reales y proceder de fuentes fiables. Además deben ser relevantes, representativos y comprobables. A todo ello se añade la dificultad en la obtención de los datos.

También es complejo decidir como se interrelacionan para poder establecer una sistemática de evaluación homogénea y coherente. Y además, hay que decidir como se evalúa cada uno de ellos y cual ha de ser el sistema conjunto de valoración. Una vez establecidos los parámetros y la forma de medirlos, hay que establecer cual es la incidencia de cada uno de ellos y su importancia respecto a los demás, para ponderar los que proceda respecto al resto.

Y por último, pero no por ello menos importante, debe decidirse como procesar y ofrecer la información para hacerla lo más accesible, transparente abierta, inteligible y cómoda, sin que pierda la fiabilidad y la representatividad.

Al intentar recopilar información sobre cuales son actualmente los parámetros que sirven para evaluar la sostenibilidad de los materiales de construcción y los sistemas de evaluación existentes, pueden localizarse, no sin cierta dificultad, algunas propuestas, que comentamos a continuación.

A) En el ámbito internacional encontramos una base de datos de materiales, clasificados según su impacto ambiental, que elabora el Centro de investigación para la Construcción sostenible (CSBR), de la universidad de Minnesota (8).

Los criterios que consideran para determinar la sostenibilidad del material son:

- Minimizar el consumo y el agotamiento de los recursos materiales
- Minimizar el impacto del ciclo de vida de los materiales sobre el entorno (medio ambiente)
- Minimizar el impacto de los materiales sobre la calidad del ambiente interior (del edificio)

Para cada uno de los diferentes materiales se diferencian cinco grupos de información:

1. Origen-procedencia, contenido de material reciclado y de material prima renovable
2. Salud: Toxicidad del material
3. Fin de la vida útil: Reutilizable, reciclable, posibilidades de aprovechamiento
4. Ciclo de vida previsto y otro tipo de información
5. Análisis del ciclo de vida mediante el sistema Athena
6. Análisis del ciclo de vida mediante el sistema BEES
7. Propiedades
8. Coste

La guía se organiza mediante fichas, en las que las características de los materiales se exponen agrupadas según los apartados anteriores, con otra ficha conjunta resumen. Se tratan los materiales de forma genérica y específica, lo que permite su comparación. Los ítems no son exactamente los mismos en todos los materiales, y en cada apartado los materiales se clasifican en cuatro categorías:

- Sin clasificar
- Normal
- Bueno
- Excelente

B) En el ámbito europeo, se tiene la *Green Guide to Specification*, que es un sistema de calificación ambiental de los edificios, mediante el sistema BRE.

Los materiales se clasifican, a partir de su ubicación en el edificio (muros exteriores, paredes interiores, particiones, techos, plantas bajas e pisos superiores, ventanas, aislamientos, paisajismo y pisos terminados) y atendiendo a su comportamiento durante todo su ciclo de vida. Se clasifican en una escala que va desde "A+" para el mejor rendimiento ambiental/menor impacto ambiental, hasta "E", para los de peor rendimiento ambiental/mayor impacto ambiental. No cuantifica todos los materiales sino los más utilizados en la construcción dando una clasificación genérica.

Para cada material se valora todo su ciclo de vida, atendiendo a consideraciones respecto a:

1. El cambio climático
2. El consumo de agua
3. El consumo de recursos minerales
4. El agotamiento del ozono y de los combustibles fósiles
5. La toxicidad para los humanos
6. La contaminación del agua dulce y del suelo
7. Generación de residuos nucleares
8. La eliminación de residuos
9. La eutrofización
10. La creación fotoquímica de ozono
11. La acidificación

C) En España, el Observatorio de la Sostenibilidad (OSE), también considera que el impacto que producen los materiales sobre el medio ambiente y la salud humana, debe analizarse a lo largo de su ciclo de vida y centrarse en cinco aspectos:

- El consumo de recursos naturales
- El consumo de energía
- Las emisiones que generan
- El impacto sobre los ecosistemas
- Su comportamiento como residuo

Y plantea como cuestiones más importantes para definir la sostenibilidad de los materiales que éstos:

1. Procedan de fuentes renovables y abundantes
2. No contaminen
3. Consumen poca energía en su ciclo de vida
4. Sean duraderos
5. Puedan estandarizarse
6. Sean fácilmente valorizables
7. Procedan de producción justa
8. Tengan valor cultural en su entorno
9. Tengan bajo coste económico

D) La Agenda de la Construcción Sostenible, en la que se implican el CAATB, la Escuela de Arquitectura del Vallés, el Instituto Cerdá y la asociación GEA, ofrecen una base de datos de materiales de construcción. Los productos se clasifican en cinco grupos, de menor a mayor preferencia ambiental: producto aceptable (una estrella), producto correcto (dos), producto recomendado (tres), producto excelente (cuatro) y producto óptimo (cinco).

Las empresas del sector de la construcción que proponen productos para ser introducidos en la base de datos, han de demostrar que estos cumplen con unos requisitos ambientales, económicos y sociales que superan el estándar de los disponibles en el mercado. Se consideran mínimos:

- cumplir la legislación ambiental vigente
- no tener pagos pendientes con la Seguridad Social
- no utilizar mano de obra infantil
- tener un 20% de representación femenina en su dirección (siempre y cuando la empresa tenga más de 50 trabajadores)

Para incluirlos en la “Agenda de la Construcción Sostenible del Col·legi d’Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona”, además deben garantizar que los productos:

- no estén confeccionados con materias procedentes de especies animales o vegetales en peligro de extinción
- no estén confeccionados con materias incluidas en moratorias o estudios de moratorias sobre su uso
- puedan justificar una mejora ambiental en relación al estándar del mercado
- no tengan un precio superior en un 20% a otros que realizan la misma función

Dentro de la propia base de datos, los parámetros que permiten seleccionar materiales de construcción son los que siguen:

Tabla 1. Parámetros según la agenda de la construcción sostenible

<i>Residus</i>	<i>Aigua</i>	<i>Energia</i>	<i>Emissions</i>	<i>Recursos</i>
Nivell de residus tòxics o peril·losos inferior al mínim normatiu	No transmet elements tòxics o contaminants a l'aigua	Aparell de baix consum energètic	Baixa emissió de compostos orgànics volàtils	Extracció de material amb cura de l'impacte ambiental
No conté elements organoclorats	Permet l'estalvi d'aigua	Bon comportament com a aïllant tèrmic	Baixa emissió de gasos d'efecte hivernacle	Fabricat amb material reciclat
No conté residus tòxics o peril·losos	Permet l'estalvi d'aigua calenta	Procés de fabricació de baix consum energètic	Baixa emissió de contaminació lumínica	Fabricat amb recursos renovables
Residus de reciclatge directe	Permet la reutilització de l'aigua	Utilitza energia renovable en el procés productiu	Baixa emissió de soroll	Fusta de boscos gestionats sosteniblement
Residus de reciclatge secundari		Produeix energia amb fonts renovables	No conté compostos orgànics volàtils	Producte amb vida útil llarga
Residus recuperats pel fabricant			No conté HCFCs	
Residus reutilitzables			No emet gasos tòxics o peril·losos	
			No s'usen CFCs en el procés productiu	

Fuente: Agenda de la Construcción Sostenible

Además se plantea la valoración de la posesión de ciertas etiquetas, certificados, sellos, etc. equiparándolas a la valoración referida (se otorga un número determinado de estrellas, diferente a cada uno de ellos según sus peculiaridades).

E) También contamos con una tabla de valoración ecológica de los materiales de construcción publicada en 1986 por el físico alemán, Dr Anton Schneider (12). Los parámetros de evaluación son los que siguen:

1. presencia natural
2. durabilidad
3. compatibilidad ecológica
4. consumo energético
5. radiactividad
6. características bioeléctricas
7. aislamiento térmico

8. aislamiento acústico
9. resist a microondas
10. transpirabilidad
11. higroscopicidad
12. contenido de humedad y tiempo de secado
13. absorción-regeneración
14. vapores y gases tóxicos
15. olor
16. resistencia superficial

En base a estas cuestiones se evalúan diferentes materiales de construcción, calificándolos de cero a tres. A cada material se le asigna, finalmente una puntuación, resultante de la media de todos los valores, siendo que cuando no se dispone de datos no se adjudica valor y se trabaja con un dato menos¹. De esta tabla se obtiene el valor ecológico de los materiales. Hay que tener en cuenta que se trata de una propuesta inmediatamente anterior a la formulación del concepto de sostenibilidad.

F) El arquitecto Luis de Garrido (2), hace alusión a varias acciones que sirven para incrementar el grado de sostenibilidad de la edificación. En relación con los materiales de construcción propone:

-
1. *Uso de materiales y recursos naturales*
 2. *Uso de materiales y recursos duraderos*
 3. *Uso de materiales y recursos recuperados*
 4. *Reutilización de materiales y recursos*
 5. *Uso de materiales y recursos reutilizables*
 6. *Grado de reutilización de materiales y recursos utilizados*
 7. *Utilización de materiales y recursos reciclados*
 8. *Utilización de materiales y recursos reciclables*
 9. *Grado de reciclaje de los materiales y recursos utilizados*
 10. *Grado de renovación y reparación de los recursos utilizados*
 11. *Grado de aprovechamiento de los recursos*
-

Fuente: Luis de garrido

H) El ITeC, en su base de datos (banco BEDEC) aporta, en algunos materiales o productos información medioambiental. Se refiere específicamente al peso, coste energético y emisión de CO₂, así como al peso y volumen de los diferentes componentes que deben separarse como residuo según algunas normativas.

I) El COAV presenta también una base de datos sobre materiales sostenibles, evaluándolos de la siguiente manera. Se establece de forma diferenciada una valoración ecológica y otra económica.

En la valoración ecológica se considera:

1. Si su materia prima es renovable (MPR) o no (MPNR)
2. Si el material es reciclable (RCB) o no (NRCB)
3. Si el material es reciclado (RCD) o no (NRCD)reciclado
4. Si la energía contenida (ENRG) por producción y transporte es alta o baja
5. El grado de pureza o de mezcla con distintos materias primas (%AÑ)
6. Si su factor de industrialización (FIND) en producción e instalación es importante o no
7. Si su vida útil (VUTIL) es larga o no.

¹ Tabla obtenida del libro referenciado, en el que no se hace alusión alguna a la misma en el texto ni a la fuente de la que se ha extraído.

En la valoración económica se contempla:

1. el grado de comercialización del producto (FCOM): alto o bajo
2. Si su precio homologado (PHOM) en el mercado es una inconveniencia para su aplicación o no
3. Si la política empresarial (PEMP) es respetuosa con el medioambiente en todos sus productos o sólo en alguno
4. El coste añadido de su colocación (CCOL) o coste puesta obra: alto o bajo
5. Si en la empresa se respetan las condiciones humanas (CHUM) o no, referente a elementos volátiles, tóxicos, sistema de seguridad social, etc.

Básicamente², todos los ítems se valoran con 1 en caso positivo y con 0 en caso negativo, pero no se consideran con igual importancia en la decisión sobre la sostenibilidad del material. Algunos de estos ítems se consideran más importantes que otros y se incrementa su valor. Así, en la valoración ecológica el primer concepto (materia prima renovable) se valora doble (x 2) y los dos siguientes (ser reciclable o reciclado) se consideran también más importante (x 1.5). En la valoración económica sucede también: el grado de comercialización del producto puntúa doble, y si su precio homologado (PHOM) en el mercado es una inconveniencia para su aplicación se multiplica por 1,5.

El grado de sostenibilidad se obtiene sumando los diferentes valores, pudiéndose tratar independientemente el aspecto ecológico (con resultado entre cero y nueve) y el económico (entre cero y seis y medio).

J) Charles J. Kibert establece (9)³ unos principios básicos para la identificación de materiales sostenibles, que son:

- conservación de recursos
- reutilización de recursos
- utilización de recursos reciclables y renovables en la construcción
- Gestión del ciclo de vida de las materias primas con prevención de residuos y emisiones
- Ahorro energético en todas las fases
- Incremento de la calidad
- Protección del medio ambiente
- medio ambiente saludable en los edificios

De la información obtenida, analizada y presentada, se desprenden las siguientes consideraciones:

a) Existe una tremenda dificultad para localizar información respecto a la evaluación de la sostenibilidad de los materiales de construcción. Se entremezclan en las fuentes lo correspondiente a la sostenibilidad en la arquitectura, a la arquitectura bioclimática, la eficiencia energética, etc. no apareciendo en muchos casos cuestión alguna referida expresamente a la sostenibilidad de los materiales de construcción.

b) No se expresa con claridad ni de común acuerdo qué se entiende por "material sostenible", en la mayoría de las fuentes consultadas no se expresa en ningún momento definición alguna de este concepto. De aquí, quizá la dificultad expresada en el párrafo anterior.

c) Cuando se evalúan los materiales de construcción, muchas veces no se definen con precisión los parámetros, por lo que, no se entiende qué significa el enunciado, ni en que modo y por qué motivo afectará a la sostenibilidad del material, por ejemplo "el grado de pureza o de mezcla de las diferentes materias primas".

d) Tampoco se indica, la mayor parte de las veces, cual es el sistema de medición de los parámetros, ni se razona en absoluto la metodología adoptada, con lo que no es posible contrastar la correspondencia del método con los criterios del posible usuario.

² Se definen, sin excesiva justificación, unos valores estándar a aplicar para instalaciones y los sistemas constructivos y para los elementos de investigación que aún no están en el mercado

³ Greening federal facilities

e) En la mayoría de los casos no existe una referencia clara a la interrelación entre parámetros, otorgándose a todos el mismo peso en la evaluación.

f) No son sistemas abiertos, que permitan trabajar con opciones diferentes a las establecidas.

g) La información es indeterminada, falta de precisión, por lo que en muchos casos no se ajusta a los mínimos requerimientos de un técnico cualificado, como por ejemplo cuando se indica: "buen aislante acústico".

h) En general, las propuestas no son coincidentes en la elección de los parámetros, en el sistema de valoración, en la interrelación entre los mismos, etc.; lo que sume en la confusión a quién se interesa por la evaluación de la sostenibilidad de los materiales.

Todo ello al margen de otras consideraciones de carácter conceptual, como el hecho de evaluar el consumo energético sin atender a qué tipo de energía se consume, como cuando se afirma, por ejemplo, que "el aluminio, esmaltes, poliestireno o policloropreno (neopreno) no tienen defensa

posible en el sector de la construcción en base a su alto consumo energético" (2), o plantear "en general, los materiales utilizados deben ser lo más naturales posible" sin valorar si la materia prima es no renovable, como algunas rocas, si son nocivos para la salud, como algunas maderas, etc.

Hay que aclarar las cuestiones conceptuales y establecer acuerdos para unificar los criterios y los sistemas, y hacerlo de forma coherente con la industria, el mercado, la legislación y los diferentes agentes implicados.

Añadidas a las consideraciones que se han realizado en el conjunto del texto precedente, entendemos que en relación con la evaluación de la sostenibilidad de los materiales de construcción hay que trabajar aún mucho y aunar los criterios, integrando a ser posible la información relacionada, como es todo tipo de certificaciones ambientales, sellos y marcas de productos y fabricantes, etc.

En el caso concreto de la evaluación de la sostenibilidad de los materiales de construcción, podría plantearse la valoración de cuestiones objetivas y relacionadas exclusivamente con la propia naturaleza del material. De este modo las cuestiones relacionadas con la comercialización, puesta en obra y utilización del material quedarían expuestas asociadas al material concreto, pero no se evaluarían, ya que están absolutamente condicionadas, las primeras por circunstancias no evaluables en el propio material.

También, muchas de las propiedades del material, que se incluyen en las valoraciones de los ejemplos presentados, no son un índice de su sostenibilidad, sino que haciendo un uso adecuado de los mismos, se involucran en aportar sostenibilidad a la Arquitectura. Consideramos, al realizar esta propuesta, que los técnicos competentes nos encontramos capacitados para decidir en función de los valores de ciertas propiedades que se determinan mediante ensayos, cuales son los materiales, o cual es, de entre todos, el material más adecuado para contribuir en mayor grado a la sostenibilidad del edificio, así como la forma más adecuada de ponerlo en obra, es decir, de diseñar el sistema o detalle constructivo idóneo para lograr un mejor comportamiento en cuanto a sostenibilidad se refiere. Estas propiedades podrían ofrecerse como la potencialidad del material de generar sostenibilidad pero no evaluarlas en el propio material.

Entendemos que sería interesante, para poder comparar distintos materiales de construcción, plantear un sistema que permitiera evaluar la sostenibilidad del material valorando con la mayor objetividad posible la fase de fabricación del producto y su comportamiento como residuo, que, pensamos, son las dos circunstancias mejor y más definidas en el ciclo de vida del material.

Sería una opción evaluar en el primer caso "consumo de recursos", en los apartados referentes a "materia" y a "energía", complementándolo con información sobre "otro tipo de impacto ambiental" y "social", si los hubiera, añadiendo a todo ello las consideraciones económicas. Por otra parte se

determinaría el valor derivado de su comportamiento como residuo, valorando si es reutilizable o reciclable y en qué grado, y su nivel y tipo de toxicidad.

En cuanto a la etapa de servicio habría que aportar como datos valorables, en relación con la sostenibilidad del material de construcción, la necesidad de mantenimiento (que se relaciona con la duración de su ciclo de vida) y su salubridad (impacto sobre la salud). El resto de las características, que pueden aportar sostenibilidad a la Arquitectura, se presentarían asociadas al material de construcción que se valorase, así como el precio de comercialización.

Tanto la información sobre la sostenibilidad del producto fabricado, como la del producto como residuo, podría presentarse permitiendo la comparación entre ellos, comparación que también debería poderse hacer respecto al resto de las características definidas para cada material (peso, resistencia térmica, inercia, conductividad, precio...). Además podría ofrecerse como patrón de referencia los datos correspondientes a un material genérico de cada tipo, fabricado sin atender a los criterios de sostenibilidad.

En cualquier caso, lo fundamental en este asunto, es *capacitar para la elección de los materiales a los técnicos competentes y concienciarlos de la importancia de lograr un desarrollo sostenible*, más que ofrecer un "ranking" de materiales como opción cerrada. Proponemos el aportar, razonados, consensuados y bien establecidos, los valores de los diferentes parámetros de la sostenibilidad y las propiedades del material asociadas y generar un sistema que permita la comparación entre los diferentes materiales y productos, atendiendo a que, al margen de proponer una evaluación tipo, se permita al interesado el libre manejo, contraste y uso de una *información clara, concreta y fiable*. De este modo se facilitará la elección, por parte del técnico, de los materiales, por sí mismos, más sostenibles y, también, de los materiales que mayor sostenibilidad vayan a aportar a la Arquitectura.

Bibliografía

- Cuchí**, Albert; **Castelló**, Daniel; **Díez**, Glòria; **Sagrera**, Albert. *ITEC. Paràmetres de sostenibilitat*. España: Catalunya, 2003.
- Garrido**, Luís. *Análisis de proyectos de Arquitectura Sostenible. Naturalezas artificiales 2001-2008*. España: Madrid, 2009.
- Mañá**, Fructuos; **Cuchí**, Albert. *Paràmetres de Sostenibilitat*. España: Barcelona, 2003.
- Mañá**, Fructós. *Nuevos materiales en edificación. Técnicas y políticas hacia una edificación sostenible*. España: 2004
- VVAA**; *Guía de materiales para una construcción sostenible*. España: Murcia, 2008
- VVAA**; *Hacia una arquitectura sostenible*. España: Valencia, 2005
- VVAA**; *Hacia una arquitectura sostenible 2*. España: Valencia, 2007
- www.buildingmaterials.umn.edu Visitada (04/05/2009)
- http://www2.csostenible.net/ca_es/inici/Pages/index.aspx
- www.e-coac.org/home/internacional/rehab/catalogne/2_er/a_energ/rehab/rehab3.htm Visitada (02/05/2009)
- <http://www1.eere.energy.gov/femp/pdfs/29267.pdf> Visitada (02/05/2009)
- Working Papers in Building Biology, Institute of Building Biology, Neubeuern, Germany, 1986.