

Sobre la evaluación de la sostenibilidad de materiales de construcción

ALEX SERRANO; FELIPE QUESADA MOLINA ; MARÍA LÓPEZ
CATALÁN ; VANESSA GUILLEN MENA ; DIANA ORELLANA VALDEZ.

Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
Universidad de Cuenca (Ecuador)

Recibido: 20 de Agosto de 2015

Aceptado: 15 de Septiembre de 2015

Resumen:

El artículo es un recuento sobre la consideración de la construcción como un producto sostenible, revisando las etapas por las que el proyecto atraviesa hasta su construcción y uso, considerando su impacto con el contexto inmediato y su preocupación por un ambiente interno saludable. Se revisa al material que conforma una construcción y se muestra el proceso que debe cumplir para su evaluación como el análisis del ciclo de vida, las eco-etiquetas, además del cumplimiento o consideración de las normas ISO 14040, 14001, 14024, 14025, 14025.

Se realiza un recuento de los sistemas de evaluación medio ambiental "Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM), Verde España, Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) y Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE). y su interés por la evaluación del material como elemento a ser analizado, mostrando su importancia al momento del pedido, transporte y llegada a la construcción, así como el tratamiento de sus residuos y cómo estos son manejados.

Palabras clave: Análisis de ciclo de vida, construcción sostenible, eco-etiquetas, residuos de demolición y construcción, evaluación de vivienda sustentable.

Abstract:

The article is a summary on the consideration of the construction as a sustainable product, reviewing the stages by which the project through to its construction and use, whereas its impact with the immediate context and his concern for a healthy internal environment. We check the material that makes up a construction and we show the process that must be met for evaluation as the analysis of the life cycle, the eco-labels, in addition to compliance with or consideration of standards ISO 14040, 14001, 14024, 14025 14025.

We carry out a recount of the environmental evaluation systems "Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM), Verde España, Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) and Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE), and its interest in the evaluation of the material as element to be analyzed, showing its importance at the

time of order, transport and arrival in construction, as well as the treatment of their waste and how they are handled.

Keywords: Life cycle assessment, sustainable construction, eco-labels, demolition and construction waste, evaluation of sustainable housing.

* * * * *

El crecimiento de la ciudad de Cuenca, como la gran mayoría de las ciudades del Ecuador se desarrolla sin criterios medioambientales, condición que trae consigo construcciones poco eficientes, Cuenca cuenta con un parque de 273.186 viviendas (INEC, 2010), la zona del Centro histórico tiene una extensión de 430Has, la zona urbana con una extensión de 5500Has y la zona de expansión urbana con una extensión de 9800Has (Cuenca, 2015).

Para la edificación, la demanda de materiales de construcción artesanal es constante sin olvidar que el tratamiento de residuos de construcción y demolición, al igual que los materiales no consideran el gasto de recursos que estos representa.

La concientización, limitaciones de recursos naturales, los costos de producción han justificado el interés cada vez mayor por incluir criterios de sostenibilidad en las edificaciones en los últimos años además de ser la principal tendencia en construcción de la vivienda sostenible.

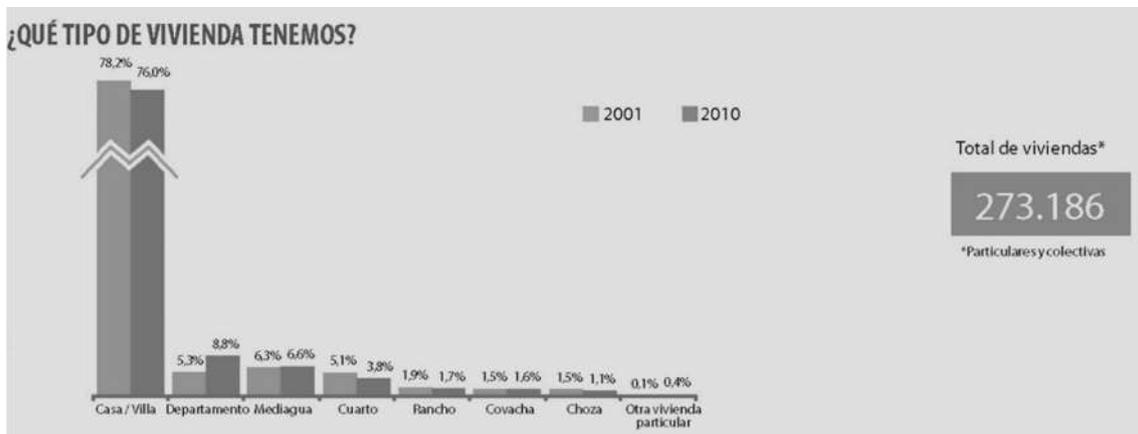


Figura 1 (INEC, 2010)

Para evaluar la construcción y su impacto estudiado desde la sostenibilidad, considera o analiza a la construcción desde varios puntos, y fases de actuación, Las normas se centran en regular el impacto imponiendo restricciones considerando parámetros ambientales como agua, energía, materiales, residuos, etc. Las normas son el punto de inicio de la evaluación medio ambiental.

La evaluación medio ambiental se realiza en diferentes fases del proyecto; como en estudios o proyecciones sobre la eficiencia de una construcción que son diseñados en la fase de proyecto, estos estudios anticipados del proceso de construcción son ratificados o no en curso.

Para poder llegar a un estudio verdadero de la construcción y su impacto con el medio ambiente es necesario saber sobre el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) del material, ya que es la forma de conocer el impacto que producen las materias primas en el proceso de su elaboración para la construcción, considerando indicadores sobre el uso de recursos como energía, materias primas y agua; además de conocer las emisiones del material producido al aire, al suelo y al agua a lo largo de todo el Ciclo de Vida (CV); como aporte medio ambiental las empresas productoras de materiales de construcción deben proporcionar al constructor o evaluador la Declaración Ambiental del Producto (DAP) para poder evaluar la energía o uso de recursos empleados en el material que conforma la edificación.

La necesidad de entender la construcción desde la sostenibilidad tiene sus orígenes con Rudolf Clausius uno de los científicos que predijo la crisis ambiental que hoy afrontamos; *El principio de la irreversibilidad 1854*, deja expuesto que los recursos naturales son finitos, combustibles, agua, materiales de construcción, etc. generando la necesidad de desarrollar energías renovables, no contaminantes, sistemas y construcciones más sostenibles.

Los materiales de construcción y la actividad misma de la construcción son las actividades que producen mayor impacto al medio ambiente, pero de inevitable uso, desarrolladas por la humanidad; Los materiales empleados en la construcción traen consecuencias al medio ambiente como la explotación de recursos naturales no renovables y la gran cantidad de residuos de construcción y demolición.

La construcción es la respuesta a la necesidad de buscar el resguardo ante las inclemencias del clima, con ella se altera el paisaje natural y la aparición de nuevos materiales de construcción y sistemas constructivos hace del crecimiento de las ciudades un nuevo reto para el orden y utilización de recursos naturales.

La construcción actual

La industria de la fabricación de materiales de construcción ha sido en los últimos años enfocada al concreto, acero y vidrio, los que implican un proceso de fabricación y coste energético mayor con un Ciclo de vida (CV) no reutilizable y con una Declaración ambiental del producto (DAP) que deja ver el uso de recursos para la fabricación y el impacto de este material producido en el medio.

El uso de las nuevas técnicas constructivas, de los materiales predominantes de la construcción ha hecho que los residuos de construcción y demolición sean considerados como un problema ambiental a ser resuelto, residuos de concreto, ladrillo, mortero, material cerámico, plásticos, madera, etc. son los predominantes en las ciudades ya que la construcción en su mayoría utiliza cemento, acero y vidrio.

El plan de manejo de residuos de la construcción es importante al momento de evaluar el impacto de una construcción, como se ha expuesto ya los materiales de construcción llegan a la obra con una carga energética y con un impacto ambiental CAV y DAP, que de no ser utilizados se convierten en residuos de construcción. El estudio de la Secretaria del Medio Ambiente del Municipio de Medellín propone una

construcción más sostenible a través del uso de los residuos de construcción: *“Es clara la posibilidad de valorizar los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) a través de prácticas como la reutilización y el reciclaje. Se pueden obtener materiales compuestos de uso masivo en la construcción, tanto a nivel estructural como de baja sollicitación físico-mecánica.” “Con una adecuada gestión y valoración de los escombros urbanos, la ciudad gana en paisaje y en competitividad económica, pues las normas ambientales internacionales cada día son más exigentes con el origen y la composición de los productos”.* (ASOP, 2005)

En la actualidad la ciudad de Cuenca cuenta con un sistema de escombreras para los desechos de construcción, sin que esto sea la solución al problema ya que como se ha dicho antes la construcción de una edificación desde la sostenibilidad implica la programación de uso de materiales por las etapas de uso y demolición del proyecto; en la ciudad las edificaciones se planifican como eternas y no se da la importancia necesaria a la planificación y uso de materiales.

La construcción sostenible

La construcción sostenible no solo se refiere al edificio como producto final, esta se refiere al conjunto de acciones que se toman para la construcción; como este producto construido es implantado en el medio y como lo transforma sin afectar al lugar entendido como espacio para vivir, transitar, estar.

La construcción sostenible no debe cambiar el concepto de construcción tradicional, esta se debe ampliar, realizarse con responsabilidad con el medio ambiente, con responsabilidad por parte de todas las personas y etapas por las que el proyecto de realiza, considerando siempre la optimización de los recursos, minimizando los residuos, proporcionando un ambiente saludable tanto en el interior como con su entorno inmediato.

La construcción sostenible dirige las acciones de construcción de un edificio a la reducción de los impactos negativos en el medio ambiente, así como el uso responsable de energía utilizada y una clara conciencia del impacto con el contexto y ambiente inmediato garantizando siempre ambiente interior saludable. (Alavedra, Domínguez, & Serra, 1998)

Evaluación del impacto ambiental (EIA)

(Cruz Mínguez, Enrique, & González de Paula, 2008-2009)

El proceso es implementado para prevenir o disminuir los impactos medioambientales de un proyecto durante la fase de planificación, cuyo objetivo es valorar el entorno y el impacto del proyecto, determinando si un proyecto es factible desde el campo medioambiental.

Son tres fases por las que el proyecto es analizado:

1. Realización de estudios de impacto. - Generación de objetivos, estudio de alternativas, selección de alternativa medioambiental más viable.

2. Memoria descriptiva del proyecto. - Consulta a los órganos de control ambiental, terminando con el Estudio de Impacto Ambiental.
3. Aprobación. - Revisión y aprobación de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA)

“El fin de una evaluación de impacto ambiental es identificar, predecir, valorar, prevenir o corregir y comunicar los efectos y los impactos ambientales producidos por una obra, discriminando entre las distintas alternativas. La selección de los factores ambientales y de las acciones de la obra conducen a identificar los posibles impactos ambientales y para evaluar estos se tienen los indicadores” (Cruz Mínguez, Enrique, & González de Paula, 2008-2009)

Indicadores de la evaluación

La existencia de normas internacionales que ayuden a crear la conciencia medioambiental para el campo de la construcción son de vital importancia a la hora de proyectar una edificación su evaluación será a partir de estos indicadores y el cumplimiento de estos es el mínimo requerido según los métodos de evaluación medio ambiental.

En la ciudad de Cuenca, la fabricación de la principal materia prima de mamposterías es el ladrillo de fabricación artesanal, que por ser artesanal se cree que es menos perjudicial para el medio ambiente, sin que este material sea estudiado en desde la extracción de la materia prima hasta su transporte y puesta en obra. Es por esta razón que es importante conocer las normas o requisitos mínimos a ser considerados en la construcción sostenible en la ciudad de Cuenca.

Norma ISO 14040. _ Es usada para evaluar el impacto sobre el ambiente de un producto, proceso o actividad a lo largo de todo su ciclo de vida mediante el consumo de recursos que se emplearon para su producción, energía, materias primas, agua, además de cuantificar las emisiones ambientales al aire, agua y suelo, esta norma considera dentro del análisis del ciclo de vida de un producto la extracción, transporte y elaboración de materiales de construcción, además de la reutilización.

Existen programas como SimaPro8 o el TCQ2000 (Cataluña), que realiza un análisis ambiental de productos y materiales de construcción según la norma ISO 14040.

Norma ISO 14001 y EMAS (Eco-Management and Audit Scheme - Reglamento Comunitario de Eco-gestión y Eco-auditoría). - Son dos métodos similares que tienen como objetivo la evaluación, documentación y mejora continua de las medidas medioambientales adoptadas por los constructores en sus proyectos, estas normas controlan el tiempo para conseguir los objetivos medioambientales de los constructores Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

Norma ISO 14024, 14025, 14040. _ Son normas que informan sobre los ciclos de vida de los productos y su impacto medio ambiental, el cumplimiento de estas

normas sirve para la clasificación de productos del sector de la construcción en tres tipos de **eco-etiquetas**:

1. Clasificación del producto en función de su ciclo de vida Eco-etiqueta I.
2. Productos con información proporcionada por el fabricante para considerar a sus productos como ecológicos Eco-etiqueta II.
3. Información del producto como sustentable en base a su ciclo de vida y cumplimiento de normas ISO que lo acrediten Eco-etiqueta III.

La Declaración Ambiental del Producto y el sistema de eco-etiquetado de la construcción es regulado por el comité de estandarización europeo con base a la norma ISO 14040 del ACV y la ISO 14025 que justifican que un producto es considerado con eco-etiqueta, ya que proporciona la información objetiva de los productos de la construcción, además de permitir la comparación de varios productos, esta Declaración Ambiental del Producto (DAP) tiene como sustento el ACV del producto y su verificación, además de permitir el intercambio y comprobación de la declaración ambiental, estas eco-etiquetas proporcionan la información necesaria a las herramientas de evaluación medio ambiental para el cálculo del impacto de la energía contenida de los materiales usados para la construcción, las declaraciones ambientales de los productos (DAP) permiten determinar los datos asociados a su fabricación para ser evaluados en las fases del ciclo de vida del edificio (CVE).

Evaluaciones medio ambientales

Todas las normas y medios empleados para categorizar a los materiales de empleados en construcción como sostenibles o respetuosos dentro del campo medio ambiental no tendría motivo sin los métodos de evaluación medio ambiental, estos métodos ayudan a organizar la forma en cómo se debe abordar el proyecto arquitectónico y como este proyecto idea del arquitecto se debe enlazar con la construcción, uso del edificio, este pequeño salto de proyecto idea a construcción uso implica un sin número de acciones a ser consideradas para su evaluación gracias a los diferentes métodos de evaluación medio ambiental.

Los más utilizados son el BREEAM, LEED, CASBEE, que tienen como finalidad evidenciar como un edificio puede tener un bajo impacto medio ambiental, promoviendo el cambio de esquema de construcción al considerar la construcción como un proceso sometido a un ciclo de vida útil en armonía con el medio ambiente. De estas iniciativas se establecen los estándares para definir hasta qué punto un edificio tiene impacto con el medioambiente; los sistemas de evaluación en el año 2000 se evidencian en cada país principalmente de primer mundo como las herramientas para certificar a una construcción, estas herramientas de evaluación medio ambiental son impulsados por dos grupos internacionales como el IISBE International Initiative for a Sustainable Built Environment y WGBC World Green Building Council.

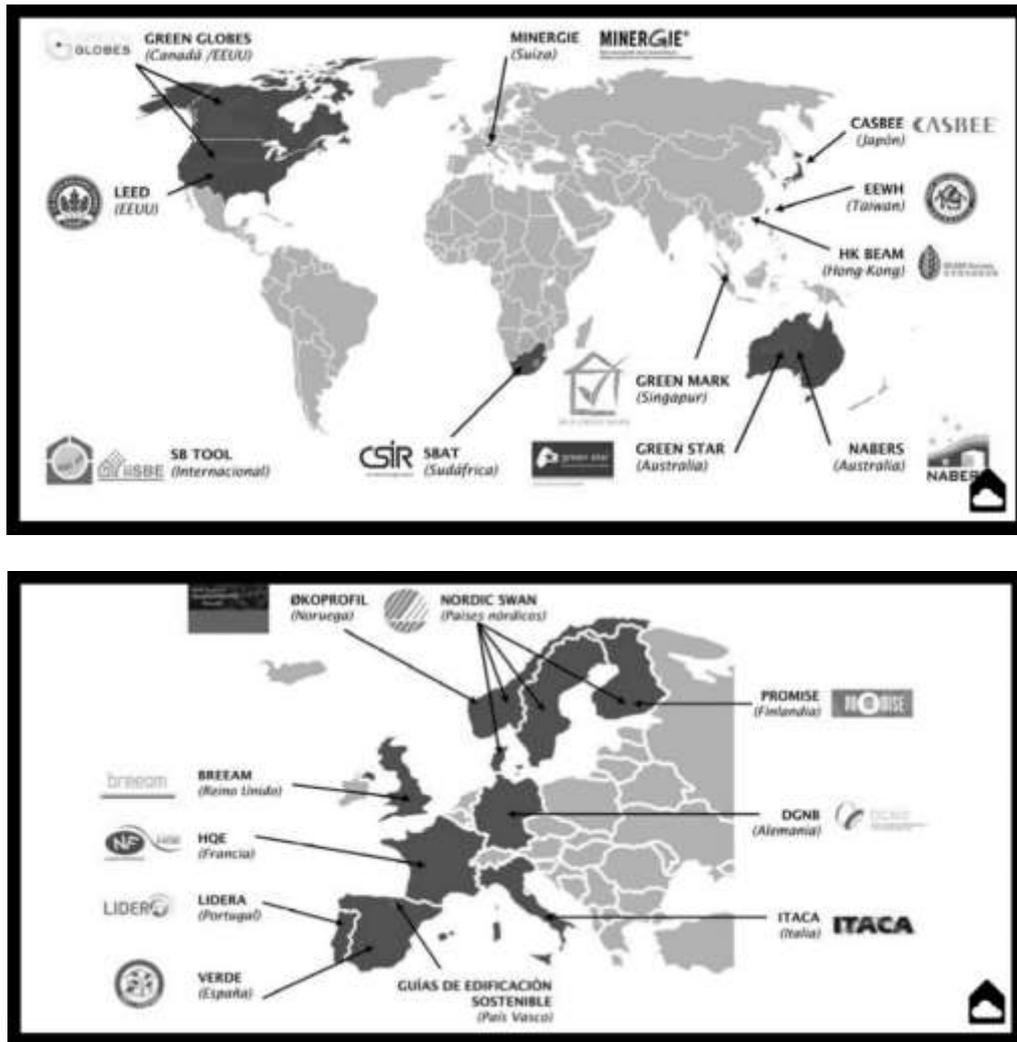


Figura 2 Fuente (AYRE, 2015)

Procesos de certificación

Los diferentes procesos de certificación o evaluación medioambiental buscan que la construcción sea más sostenible y existen organizaciones que dan su apoyo a estos procesos; las herramientas de certificación medioambiental promueven una construcción más responsable con el medio ambiente (aire, agua, suelo)

Todas las etapas del proyecto como el diseño, la construcción y el funcionamiento, son analizados por diferentes métodos de evaluación ambiental, estos métodos de evaluación buscan generar una construcción más sostenible, se analiza los métodos BREEAM, LEED, VERDE y CASBEE por la facilidad de obtención de información.

Método de evaluación LEED

Es uno de los métodos con mayor difusión internacional, método americano ideado por el World Green Building Council (WGBC), su evaluación analiza todo el ciclo de vida del edificio, desde las fases de planteamiento urbanístico, hasta el funcionamiento, uso y mantenimiento. Existen varias formas o sistemas de evaluación,

diferenciándose por la tipología del objeto evaluado hasta clasificaciones como nueva construcción o remodelación; el sistema LEED evalúa también por medio de diferentes áreas de desempeño o eficiencia, estas áreas son puntuadas por medio de indicadores necesarios para obtener un nivel de certificación.

Un nuevo proyecto para ser certificado por LEED debe satisfacer todos los prerrequisitos y optar a un mínimo de puntos distribuidos en las diferentes temáticas, un proyecto puede ubicarse en cuatro clasificaciones de acuerdo a su nivel de sostenibilidad, pasando de la certificación básica con el mínimo puntaje, por la categorización plata, oro y con el mayor puntaje la platino.

Las temáticas desarrolladas y su importancia al momento de la evaluación.

TEMÁTICAS ANALIZADAS	PUNTUACIÓN	PONDERACIÓN
Parcelas Sostenibles	26	24%
Eficiencia en Agua	10	9%
Energía y Atmosfera	35	32%
Materiales y Recursos	14	13%
Calidad Ambiental Interior	15	14%
Innovación en diseño	6	5%
Prioridad Regional	4	3%
Total	110	100%

Método de evaluación BREEAM

Utilizado a principios de los 90 por el BRE (Building Research Establishment) del Reino Unido, es un método con mayor reconocimiento ya que es uno de los primeros, reconocido en el Reino Unido y a nivel Internacional. BRE a diferencia de WGBC, prioriza que este se adapte a las particularidades del lugar del país, región donde se utiliza. Al igual que el sistema de evaluación LEED, clasifica los proyectos por su función y evalúa las edificación por medio de diferentes temáticas o categorías, otorgando puntos según la importancia y el impacto ambiental. Según la calificación obtenida, el edificio consigue uno de los cinco niveles de certificación aceptable, buena, muy buena, excelente o excepcional.

TEMÁTICAS ANALIZADAS	PONDERACIÓN
Gestión	11.5%
Salud y Bienestar	14%
Energía	18%
Transporte	8%
Agua	10.5%
Materiales	12%
Residuos	7%
Uso del Suelo y ecología del lugar	9.5%
Contaminación	9.5%
Total	100%

Método de evaluación VERDE

El sistema de certificación VERDE, se desarrolla con la organización internacional Green Building Challenge.

Los criterios están agrupados por áreas temáticas similares a las de LEED y BREEAM., distribuidos en categorías o temáticas más globales como: 1 Análisis del ciclo de vida de materiales y uso del suelo, 2 estrategias para reducir el consumo de energía, 3 agua potable. A cada temática se le asocia una puntuación de referencia llamada Benchmark¹.

“Esta metodología permite exportar el sistema a cualquier región del planeta sin más que definir el número de criterios e impactos a analizar seleccionados de una base de datos general y modificar los valores de referencia y máximos alcanzables en cada uno de criterios e impactos seleccionados.” (M. Macías, 2010)

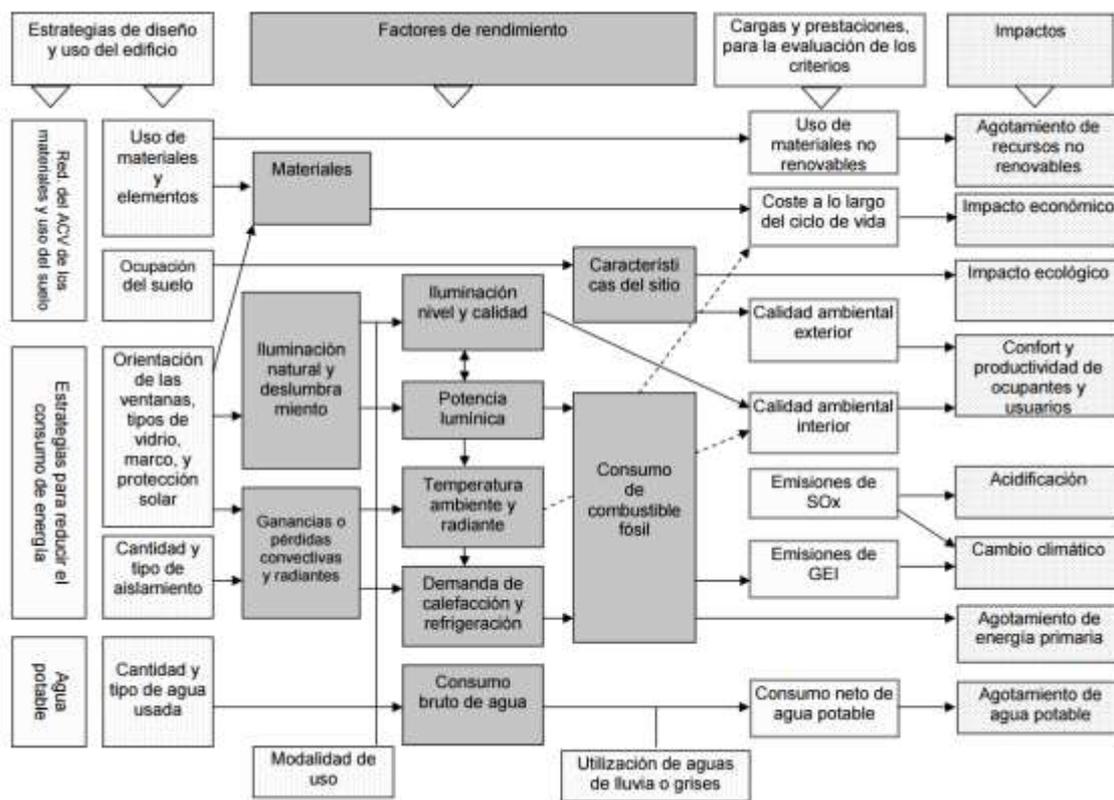


Figura 3 (M. Macías, 2010)

En el método de evaluación medioambiental VERDE, se puntúa sobre 5 y el edificio se certifica por niveles como 0 hojas, 1 hoja, 2 hojas, 3 hojas, 4 hojas y el máximo 5 hojas.

¹ Benchmark, en finanzas, referencia que se usa para hacer comparaciones. benchmark, en informática, técnica utilizada para medir el rendimiento de un sistema o componente del mismo. Fuente: <http://es.ccm.net/faq/9457-benchmark-definicion>

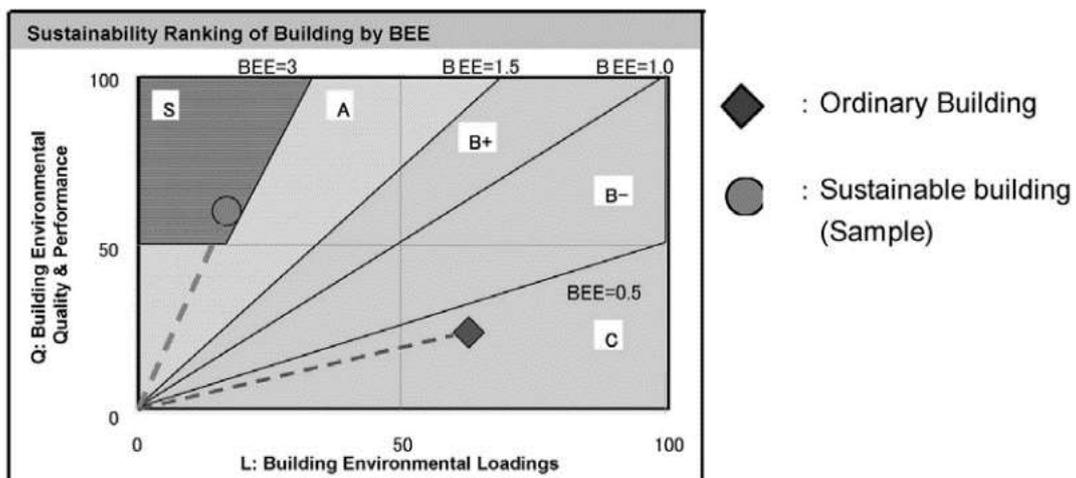
Método de evaluación CASBEE

El método de evaluación, analiza las edificaciones desde el diseño, es un método de evaluación simple que puede ser aplicada en gran cantidad de edificios con diferentes usos, el método de evaluación cuenta con herramientas para el pre-diseño (ayudas para emplazamientos, impactos que se esperan del edificio); herramienta para nuevas edificaciones (evalúa las especificaciones del diseño y su rendimiento o efectividad), entre otras que permiten evaluar situaciones como la isla de calor y el efecto en zonas urbanas donde se estudian varios edificios.

El método evalúa de una edificación las condiciones internas y por separado las externas, las internas se las identifica por la letra Q (Building Environmental Quality), principalmente relacionado al confort de los ocupantes; las condiciones externas del edificio son identificadas con la letra L (Building Environmental Quality), que son las emisiones medioambientales del edificio al ambiente exterior.

El resultado de la evaluación del edificio es el indicador BEE (Building Environmental Efficiency) y es el resultado de la división entre los parámetros de evaluación interior Q y los parámetros de evaluación exterior L ($Q/L=BEE$) estos parámetros de evaluación se puntúan en un rango de 1 a 5

TEMÁTICAS ANALIZADAS	AMBIENTE INTERIOR Q	IMPACTO EXTERIOR L
Eficiencia energética	Q1 Medio Ambiente interior	L1 Energía
Eficiencia en el uso de recursos	Q2 Calidad de Servicios	L2 Recursos Materiales
Ambiente interior	Q3 Medio ambiente Exterior	L3 Calentamiento Global
Impacto ambiental local		



(Higuera, Macias, & Rivas, 2010)

Los resultados de la división de las dos etapas de evaluación se puntúan según el gráfico evaluando la edificación de C (muy malo), B- (malo), B+ (bueno), A (muy bueno) y S (excelente).

TEMÁTICAS ANALIZADAS	AMBIENTE INTERIOR Q	BEE Building Environmental Efficiency
	Q1 Medio Ambiente interior	
Eficiencia energética	Q2 Calidad de Servicios	
Eficiencia en el uso de recursos	Q3 Medio ambiente Exterior	
Ambiente interior	IMPACTO EXTERIOR L	
Impacto ambiental local	L1 Energía	
	L2 Recursos Materiales	
	L3 Calentamiento Global	

En Cuanto al análisis y evaluación de materiales, CASBEE, puntúa con similar condición que los otros métodos a los materiales de construcción, es decir:

El Análisis de ciclo de vida del material ACV

La Declaración Ambiental del Producto DAP

Eco-Etiquetas I, II, III

Las certificaciones Ambientales (madera)

Emisiones peligrosas COVs

Estudios de Gestión de Residuos EGR

Tratamiento de Residuos de Construcción y demolición. RCD

Razón por la cual el proceso de análisis de materiales es similar a los otros métodos, diferenciándose en la obtención BEE que separa el edificio en dos la calidad interior y el impacto exterior al medio ambiente.

Los materiales de construcción

Como se ha dicho ya los materiales de construcción tienen incidencia con el medio ambiente en todas las fases de su ciclo de vida extracción, procesamiento, utilización y final de la vida útil, los materiales de construcción además de utilizar energía para su producción, tienen impactos ambientales con el medio ambiente con el aire, agua y suelo, produciendo CO₂ NO_x o SO_x².

BREEAM impulsa el uso de materiales de bajo impacto ambiental, otorgando puntos su uso, todos los materiales empleados deben poseer eco-etiquetas del tipo uno o dos, es decir la información o declaración ambiental del Producto DAP, o justificar la utilización de un material con el uso de un programa de análisis del ciclo de vida del material; BREEAM en la temática de materiales considera.

ELEMENTOS DE MATERIALES PRINCIPALES LA EDIFICACIÓN	
Estructuras (losas)	Hormigón Armado, Madera, Ladrillo, Hormigón prefabricado, Acero, Piedra, Viguetas, Bovedillas, etc.
Fachadas	Ladrillo, bloque de hormigón, Piedra, panel metálico, hormigón prefabricado, revestimientos (Baldosas, madera, pintura), etc.
Ventanas	Aluminio, PVC, Madera, Vidrio, etc.
Cubiertas	Teja, Pizarra, Sintéticos, Fibrocemento, Paneles galvanizados, prelacados, etc.
Aislamientos	Lana mineral, Polietileno, Poliuretano, Vidrio celular, laminas bituminosas, Laminas PVC, etc.
Urbanización y cierres	Pavimentos (césped, adoquines, asfalto, etc.), cierres (ladrillo, aluminio, madera, bloque de hormigón, vegetal), etc.
Mamposterías	Ladrillo, yeso laminado, madera, pinturas, etc.
Revestimientos de suelos	Madera, cerámica, hormigón, etc. (UPC, 2015)

PUNTUACIÓN	ECO-ETIQUETA 1 O 2	ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA
1	1Mat.	-
2	2Mat.	-
3	-	3 Elem.
4	-	4 Elem.
5	-	6 Elem.

LEED la temática de materiales hace una serie de recomendación en el uso de materiales de bajo impacto ambiental en el campo se sellantes, aislantes, que son, mas materiales de acabados que de obra bruta o de influencia en el sistema constructivo.

VERDE necesita un edificio de referencia para de este procederé al cálculo del edificio que se desea evaluar, la facilidad del sistema es que permite la adaptación del sistema a varias regiones considerando al edificio de referencia como punto de partida para de este ponderar los resultados; los criterios de puntuación deben ser similares al

² CO - monóxido de carbono, CO₂ - dióxido de carbono, SO_x - serie de óxidos de azufre: puede ser SO₂ (dióxido de azufre), SO₃ (trióxido de azufre), NO_x - serie de óxidos de nitrógeno: entre estos NO₂ (dióxido de nitrógeno), NO₃ que en presencia del agua forma HNO₃ (ácido nítrico) uno de los causantes de la lluvia ácida), O₃ - ozono, que en altas concentraciones en nuestra capa atmosférica es tóxico.

edificio de referencia, una mejor practica es si el edificio analizado tiene un 20% menos de impacto generado con el medioambiente.

Para los cálculos o puntuaciones el método de evaluación verde si considera los materiales de construcción como cubiertas, losas, pavimentos fachadas, divisiones interiores y acabados, de forma similar a los materiales más comunes propuestos por el BREEAM. Con igual recomendación de las eco-etiquetas pero de tipo tres, además de la utilización de cualquier programa de análisis de ciclo de vida del material.

MATERIALES	BREEAM	LEED	VERDE
Materiales para Cubiertas	■	-	■
Materiales para Pisos (pavimentos)	■	-	■
Materiales para Fachadas (no Acabados)	■	-	■
Materiales de Cerramientos (Acabados)	■	-	■
Materiales de Tabiquerías	■	-	■
Materiales de Estructura	■	-	■
Materiales de Ventanas	■	-	■
Materiales de Puertas (Exterior)	-	-	■
Materiales Aislantes (General)	■	-	■
Materiales reutilizados o reciclados	■	-	■
Materiales eco-etiquetas Tipo I	■	-	-
Materiales eco-etiquetas Tipo II	■	-	■
Materiales eco-etiquetas Tipo III	■	-	■
Calculo mediante ACV	■	-	■
Calculo mediante base de datos BEDEC ³	-	-	■

En cuanto a la adquisición de materiales, BREEAM es el método de evaluación que evalúa si las procedencias de todos los materiales poseen eco-etiquetas y plan de manejo de abastecimiento responsable, la distancia máxima del lugar de proveniencia de los materiales en zonas urbanizadas será de 25Km y en zonas no urbanizadas 80km

³ Base de datos de materiales y elementos constructivos del Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña. Contiene información económica y medioambiental sobre los componentes.

Uso de material reciclado

Los métodos de evaluación en cuanto al material reutilizado hacen un especial énfasis ya que se evalúa desde la trituración de materiales para su uso como áridos, siempre cumpliendo normas, esto en cuanto a edificaciones que son de restauración o nuevo uso, también es importante mencionar que se valora la utilización de material reciclado nuevo para el proyecto, siempre que cuente con eco-etiqueta de tipo II y si su cantidad en el proyecto es como mínimo del 10%, para ser considerado como positivo en la evolución, no solamente es necesario que los materiales reciclados cumplan un mínimo, es necesario demostrar su ventaja económica en el proyecto; el objetivo que se busca al utilizar material reciclado es la disminución del consumo de materia prima razón para valorar la reutilización de partes de las edificaciones. LEED evalúa si la edificación se reutiliza con un mínimo del 5% de partes del edificio, sean reutilizadas o restaurados, se valora más si se reutiliza materiales como ladrillos, maderas, piedras o adoquines, pero no valora la reutilización de material eléctrico, y de instalación sanitaria, los materiales reutilizados, reciclados o restaurados pasan por el ACV para su valoración en el total del proyecto.

LEDD evalúa la reutilización de partes de las edificaciones y puntúa en el caso de estructuras si estas son conservadas con un mínimo del 55% de la estructura con un punto, dos puntos si se conserva hasta el 75% y tres puntos si se conserva el 95% de la estructura.

PARTES DE LA EDIFICACIÓN	BREEAM	LEED	VERDE
Reutilización Fachada	■	■	-
Reutilización Paredes (Exteriores)	■	■	-
Reutilización Paredes (Interiores y Estructura)	■	■	-
Reutilización Losas (Cubierta)	■	■	-
Reutilización cemento	■	-	-
Reutilización del sistema estructural.	■	■	-
Reutilización Elementos acabados (Ventanas)	■	-	-

Uso de material regional, maderas y compuestos orgánicos volátiles

Los métodos de evaluación puntúan siempre si es un material regional y este es medio por su proximidad con la obra LEED considera un radio de 800km mientras que VERDE uno de 200km, BREEAM no evalúa si el material es regional, todos los materiales pasan por este análisis, cubiertas, losas, suelos, acabados, etc. contando con su eco-etiqueta y con su ACV.

En cuanto al uso de la madera, esta para cualquier método se exige que sean de fuentes renovables, se solicita las certificación forestal y su eco-etiqueta, LEED evalúa la utilización de madera certificada Forest Stewardship Council y si la utilización de

madera es de un 50% del total de este rubro, sin incluir la madera recuperada reciclada, restaurada reutilizada, BREEAM analiza la certificación de la madera para la evaluación, y si esta es obtenida con un mayor estándar de responsabilidad ambiental la puntuación se otorga, además de realizar el ACV del material instalado.

La necesidad conseguir calidad en el aire interior de la edificación es la principal preocupación de los métodos de evaluación, la calidad del aire depende en mayor medida en el uso de materiales que tienen emisiones nocivas que se dan por la temperatura, atmosfera y proceso de secado de estos. En el interior del edificio, suelen ser por lo general materiales con base de carbono que liberan en el ambiente sustancias como smog que afectan a los ocupantes del edificio, a todos estos materiales se los conoce como Compuestos Orgánicos Volátiles también llamados COVs.

Muchos de los productos empleados en la construcción contienen compuestos nocivos para la calidad del aire interior. Los COVs son utilizados generalmente en los acabados de los edificios, siendo los más comunes adhesivos, sellantes, pinturas, barnices, compuestos de madera y compuestos de fibras vegetales.

La ventilación es crucial en el proyecto para evitar la concentración de los contaminantes en el aire, también se recomienda el uso de materiales de con niveles de COVs lo más bajo posibles identificados en el DAP, (Declaración ambiental del Producto).

Según BREEAM los COVS se dividen en siete temáticas

TEMÁTICAS	Emisión Máxima
Tableros de Madera	Formaldehido E1 ⁴
Estructuras de Madera	Formaldehido E1
Pisos de Madera	Formaldehido E1
Pisos de textiles y laminados	Formaldehido E1
Paneles de cielo raso	Formaldehido E1
Adhesivos de revestimiento	Ausencia de sustancias volátiles cancerígenas o sensibilizante
Revestimientos Paredes	Formaldehido E1

Según LEED

TEMÁTICAS	Emisión Máxima COVs
Aplicaciones Arquitectónicas	50-100
Aplicaciones específicas del sustrato	30-80
Imprimadores de sellantes	250-750
Aplicaciones de Especialidades	490-850
Sellantes	250-420
Adhesivos de Aerosoles	55%-70%

⁴ El formaldehido está considerado como un compuesto nocivo irritante clasificado cancerígeno. La emisión de formaldehido se determina mediante el análisis de arrastre de gas en cámaras climáticas, clasificando los tableros como E1 o E2 (miligramos de formaldehido emitido por hora y por metro cuadrado de tablero)

Según VERDE, la evaluación es clasificad por las emisiones de COVs de mínimo0 a 0.29% de emisión, Bajo 0.30% a 7.99% Medio 8% a 24.99%, Alto 25% a 50% muy alto más del 50%.

IMPACTO DE COVs	BREEAM	LEED	VERDE
Pinturas	■	■	■
Adhesivos	■	■	■
Recubrimientos	■	■	■
Pisos	■	■	■
Revestimientos de paredes	■	■	■
Maderas compuestas	■	■	■
Muebles Fijos del edificio	■	-	■
Acabados interiores	■	■	■
Ventilación del edificio	-	-	■

Gestión de residuos de construcción

La construcción de un proyecto debe ser realizada con un plan de manejo de residuos, dicho plan destina mejor los residuos productos de sobrantes de la construcción en su gran parte como hormigón, ladrillo, cerámica, etc. No solamente materiales sobrantes deben ser analizados, embalajes, cartón y todo tipo de material de empaque de productos debe ser considerado para el plan de manejo de residuos.

En la construcción tradicional el plan de manejo no es considerado, y existe generación de residuos además de un plan manejo inadecuado, el problema generando impacta directamente el aire, suelo y agua; una correcta gestión de residuos tiene beneficios económicos, reciclando los materiales sobrantes como el hormigón, el acero, los productos cerámicos, etc.

Las puntuaciones que los métodos de evaluación dan a los residuos se basan el plan de manejo de residuos que está conformado por el Estudio de Gestión de los Residuos (EGR), otorgando un máximo de 4 puntos, se otorga un punto si se demuestra la elaboración del EGR, dos puntos si un 60% del total de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) son reutilizados o tratados como el EGR, tres puntos cuando el 80% de los RCD son tratados como el EGR y se 4 puntos cuando el 95% de RCD son tratados como el EGR.

LEED puntúa por el porcentaje del total de los RCD que son reutilizados dando un punto si el 50% es reutilizado y dos si el 75% es reutilizado.

ACCIONES	BREEAM	LEED	VERDE
Residuos de materiales recuperados.	-	■	-
Residuos de materiales reciclados.	■	■	■
Utiliza la Lista Europea de Residuos para el reciclaje. ⁵	■	-	■
Considera residuos a obras preliminares	-	■	-
Desarrollar un Plan de Gestión de Residuos	■	■	■
Desarrolla un Estudio de Gestión de Residuos	■	■	-

Gestión de residuos

Promover el hábito del reciclaje es lo que los métodos de evaluación promueven, es decir se evalúa si la edificación cuenta con contenedores o depósitos para la separación, almacenamiento y reciclaje de los residuos más comunes como el papel, plásticos y vidrios, además de considerar también a los residuos orgánicos que pueden tener un tratamiento especial; lo que se pretende es generar la conciencia ecológica y reutilización de residuos para convertirlos nuevamente en productos de consumo; el método de evaluación LEED propone que por cada una cantidad de metros cuadrados por área de edificio (oficinas) así 0 a 5000m² se necesitara como mínimo 82m² para reciclado, mientras que VERDE propone un depósito individualizado (papel, cartón, vidrio) por planta del edificio (oficinas). BREEAM evalúa por cada 1000m² la necesidad de 2m² para reciclaje (Oficinas), en el caso de compostaje se evalúa la capacidad en relación al volumen generado por día.

ACCIONES	BREEAM	LEED	VERDE
Depósitos para los residuos en el edificio	■	■	■
Tamaño del área de reciclaje	-	-	■
Compostaje de residuos	■	-	■
Recogida de residuos por separado	■	■	-
Existencia de área de reciclaje, fácilmente accesible.	■	-	-

⁵ <http://www.cma.gva.es/areas/residuos/res/CER2002a.htm>

RELACIÓN CRITERIOS-ESTÁNDARES-REQUISITOS

REQUISITOS	Estructuras Losas, Columnas,	Reutilización Losas, Columnas Cimientos	SimaPro8	Información del Proveedor constructor.	del al Eco-Etiqueta I se acredita en función al ACV	Zonas urbanas 25Km de distancia	Emisión del ensayo Formaldehído E1 E2	Estudio realizado por Especialista en gestión Ambiental	Deposito individual papel, pastico, vidrio,	
Cubiertas	Cubiertas	TCQ2000	Energía Contendida en la elaboración del material de construcción.	Eco-Etiqueta II se acredita en función al ACV y la Información del Fabricante	Zonas Rurales 80km de distancia	Niveles entre 50 y 100 de COVs en aplicación arquitectónica Formaldehído	Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición	Deposito por plantas del proyecto		
Mampostería	Reutilización Paredes (Interiores Exteriores)		Emisión contaminante al aire, agua y suelo del material	Eco-Etiqueta III se acredita en función al ACV y la Información del Fabricante y el Cumplimiento de norma ISO que lo acredite	Regional 200-800km		Porcentaje mínimo de reciclados de residuos de construcción 60% 95% buenas prácticas de manejo	2m2 por cada 1000m2 de edificación		
Aislamientos								82m2 mínimo en 5000m2		
Fachadas	Reutilización Fachada									
Ventanas	Reutilización Elementos acabados (Ventanas)									
Acabado de Suelos										
Urbanización y cierres										
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ELEMENTOS DE LA EDIFICACIÓN	PARTES DE LA EDIFICACIÓN	ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA (ACV)	DECLARACIÓN AMBIENTAL DEL PRODUCTO	ECO-ETIQUETAS I ECO-ETIQUETAS II ECO-ETIQUETA III	ABASTECIMIENTO RESPONSABLE	EMISIÓN DE COVS	PLAN DE MANEJO DE RESIDUO DE CONSTRUCCIÓN	DEPÓSITO DE RESIDUOS	ESTÁNDARES
los materiales de construcción	■		■	■	■	■				
Uso de material reciclado construcción.		■	■		■					
Uso de material regional			■	■	■	■				
Maderas			■	■	■	■	■			
Compuestos orgánicos volátiles.				■			■			
Residuos de construcción								■		

Gestión de residuos (Uso de la edificación)							
Provincia	Total de Permisos	Cimientos					
		Hormigón Armado	Hormigón Ciclópeo	Pilotes Madera	Pilotes Hormigón	Otros	
Azuay	2794	1442	1149	1	7	195	
Provincia	Total de Permisos	Estructura					
		Hormigón Armado	Metálica	Madera	Otros		
Azuay	2794	2438	309	10	37		
Provincia	Total de Permisos	Pared					
		ladrillo	Bloque	Madera	Adobe Tapia	Prefabricada	Otros
Azuay	2794	1619	900	-	7	114	154
Provincia	Total de Permisos	Cubierta					
		Hormigón Armado	Eternit Asbesto	Teja	Zinc	Otros	
Azuay	2794	465	1501	700	37	91	

(INEC, 2010)

Conclusiones

Los métodos de evaluación y los análisis posteriores resultados de los artículos estudiados, dejan ver la preocupación que existe en la comunidad mundial, más específicamente en la de producción de materiales de construcción por acreditar sus productos como sustentables, certificaciones, eco-etiquetas y declaraciones ambientales del producto son los más usados en el mercado para justificar el uso de cualquier material de construcción.

El análisis del ciclo de vida de un producto es de vital importancia a la hora de la construcción ya que de este depende en gran parte del impacto medio ambiental, el dicho de la cuna a la tumba debe ser empleado en los materiales que ingresan a la edificación ya que de esto dependerá cuán sustentable es la edificación analizada dentro de la temática de materiales de construcción, el análisis puede ser realizado por programas informáticos como el simPro8 y el TQC2000, pero también existen bases de datos como el español BEDEC (Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña.) donde cada material es catalogado en análisis de ciclo de vida, es decir desde la materia prima hasta la producción del material de construcción, en estas bases de datos se incluye la declaración ambiental del producto donde se informa de las emisiones que provoca el material al suelo, agua y aire.

En cuanto a emisiones al aire existen varias formas de evaluación que van desde el ensayo de Formaldehído que clasifica en dos, E1 de Baja emisión y E2 emisión alta, a una cuantificación en porcentaje de emisión partiendo de la eco-etiqueta (información básica) y considerando la Declaración ambiental del producto (certificada por el instituto medio ambiental de cada país), que se evalúa como baja a la emisión en elementos arquitectónicos con un 50% de emisiones, las emisiones son medidas por miligramos emitidos de COVs por hora y por metro del elemento analizado.

La importancia de la utilización de materiales con certificación ambiental está planteada y en el medio de la construcción en la ciudad de Cuenca es de suma importancia la aparición de materiales que cumplan con responsabilidad ambiental, la carencia de materiales con eco-etiquetas o declaraciones ambientales deja a la construcción que se realiza en la ciudad como construcción empírica si de responsabilidad ambiental desde el uso de materiales se trata.

En la ciudad los sistemas de evaluación medio ambiental son de aplicación casi nula existen intentos por realizar la construcción de forma responsable con el medio ambiente, de los métodos estudiados el más pertinente si solamente se evaluara el tratamiento de los materiales de construcción será el BREEAM ya que valora la edificación desde se diseñó y como los materiales de construcción son estudiados en el ciclo de vida de la edificación.

El abastecimiento responsable de materiales está ligado a las construcciones, y este se mide por la distancia desde el abastecimiento hasta la obra en kilómetros existiendo una diferenciación si la edificación se encuentra en zona rural máximo 80km o urbana 25km, se diferencia también la adquisición de materiales de construcción si estos son de carácter regional existe una variación entre los métodos de evaluación para determinar el radio de influencia de lo que se considera región obteniendo una media de

500km, este abastecimiento se consideran también los dentro de los materiales de la edificación a todos los embalajes o productos de protección con los que se empaican los materiales de construcción.

Los estudios de residuos de construcción y demolición RCD en los métodos evaluados se ve la necesidad de que estos residuos pasen por un plan de manejo de materiales realizado por un especialista también el uno de los métodos de evaluación se puntúa no solamente el plan presentado por el equipo de diseño, se evalúa también la utilización de residuos de la construcción diferenciados en reciclados (nuevo uso transformación a un nuevo material eco-etiqueta), re utilizados (adaptación al nuevo uso) y tratamiento de residuos como escombros, la evaluación premia si el uso es de más del 60% de los residuos medido en volumen general de la obra y la clasificación llega a la utilización del 95% de residuos de construcción y demolición como la mejor practica medio ambiental.

En cuanto al uso de la edificación se evalúa la capacidad de almacenamiento, accesibilidad y diferenciación de residuos, La cantidad necesaria para el almacenamiento de residuos de 2m² por cada 1000m², la diferenciación de residuos se la realiza para la generación de nueva materia prima.

Estudios en artículos

AUTOR	TITULO	REVISTA	OBJETIVO Y PROPOSITO	METODOLOGIA	RESULTADOS
Adem Atmaca*, Nihat Atmaca	Evaluación de la energía del ciclo de vida y emisiones de dióxido de carbono. Evaluación de dos edificios residenciales en Turquía	Energy and Buildings (2015),	EL estudio se basa en la revisión literaria pues en Turquía las investigaciones sobre LCA de edificios en Turquía son limitadas en cantidad y áreas de estudio. La investigación de los dos edificios está dirigida a estudiar todos los subsistemas y componentes incluyendo paredes, piso, techo y cielo raso, cimentación y subsuelos, puertas y ventanas y sistemas eléctricos.	EL estudio incluye la revisión de literatura, los datos usados para un alanzáis comprensivo. El modelo propuesto se concentra en la construcción del edificio, la etapa operativa y las fases de demolición para estimar la energía total usada y las emisiones de carbono usadas en un periodo de 50 años. La eficiencia energética y los parámetros de emisión son definidos por cada metro cuadrado.	Se encontró que la fase operativa de las dos edificaciones una rural y otra urbana constituye del 73 al 76% de la energía y el 59 al 74% de las emisiones de CO2. La energía contenida en los edificios es del 24 al 27% del total de la energía consumida en todo el ciclo de vida. Los resultados muestra que debido a las diferencias en las estructuras de los edificios, los estándares de vida y los hábitos de aire acondicionado, la demanda de energía del ciclo de vida en los edificios residenciales rurales es 18% más bajo que en las condiciones urbanas

AUTOR	TITULO	REVISTA	OBJETIVO Y PROPOSITO	METODOLOGIA	RESULTADOS
E. Giama*, A.M. Papadopoulos	Herramientas de valoración para la evaluación ambiental de la producción de elementos de concreto, mortero y ladrillo.	Journal of Cleaner Production xxx (2015) 1e11	El objetivo de esta investigación es evaluar el impacto ambiental de los materiales más comúnmente usados. Usando dos metodologías de evaluación, el análisis de la huella de carbono, y su contribución a el ECOLABELLING de los materiales. Esto es importante conocer el impacto ambiental, es realmente la certificación una característica visible que califica ambientalmente al materia hacia los consumidores y la opinión pública.	Los métodos de evaluación son descritos con detalle con respecto a la información de entrada que se necesita, su proceso y los resultados obtenidos, su compatibilidad con otras herramientas de evaluación, sistemas y estándares. La investigación se ha aplicado a tres materiales que más usados en Europa. La investigación incluye la recolección de datos, datos del proceso de fabricación, los cálculos analíticos del impacto ambiental la comparación de los resultados con otros estudios.	Los resultados verificaron el potencial de estas metodologías como herramientas efectivas hacia la construcción sustentable. Así también como el uso de materiales y la eficiencia energética tienen para reducir el impacto ambiental de la producción de materiales de construcción

AUTOR	TITULO	REVISTA	OBJETIVO Y PROPOSITO	METODOLOGIA	RESULTADOS
Amnon Katz *, Hadassa Baum	Una metodología para estimar la evolución de los residuos de construcción en sitios de construcción	Waste Management 31 (2011) 353-358	El propósito de este estudio es desarrollar una metodología que evalúe la acumulación de los residuos de construcción generados en construcciones medianas y grandes desde el comienzo hasta el final del proyecto. Esta información ayudara a los dueños del proyecto a gestionar sus construcciones, estimar el flujo de material que salen del sitio. Estimar su costo. También ayudara a para informar las autoridades para la preparación de lugares de tratamiento y también para establecer políticas adecuadas.	Tres etapas 1. observación de campo y clasificación en el campo de los residuos generados en varios sitios de construcción. 2. Clasificación y recolección de información del total de residuos generados en los sitios durante el periodo de tiempo. 3. Desarrollo de un modelo empírico para predecir las cantidades de residuo y su tasa da acumulación. Los sitios de construcción fueron seleccionados para representar las diferentes actividades de construcción y etapas (estructura, acabado, etc.). La encuesta en campo sirvieron como base para el desarrollo del modelo empírico	Un modelo que predice la acumulación de los residuos de construcción fue desarrollado en base a observaciones de campo. De acuerdo al modelo, los residuos se acumulan de manera exponencial, por ejemplo pequeñas cantidades fueron generadas durante las etapas tempranas de la construcción e incrementados hacia el final del proyecto. La cantidad de residuos de construcción enredos se estimó como 0.2 m3 por cada m2. Una buena relación se encontró entre las predicciones del modelo y los valores reales de la encuesta de campo.
AUTOR	TITULO	REVISTA	OBJETIVO Y PROPOSITO	METODOLOGIA	RESULTADOS
Paola Villoria Saenz a, *, Cesar Porras-Amores b, Mercedes del Río Merino	Nueva propuesta de cuantificación para residuos de construcción generados en construcciones residenciales	Journal of Cleaner Production xxx (2015) 1e8	EL propósito de este investigación es establecer una formula considerando dos variables, el área total, el número total de viviendas de cada proyecto, para estimar tanto el peso como el volumen de RCD. Provea a los interesados de una herramienta necesaria para crear nueva legislación sobre planes, gestión sobre RCD.	Tres etapas1. Selección del modelo más común de construcción en Espana2. Selección de los trabajos y obtención de cantidades de RCD. 3. Desarrollo de la fórmula matemática para estimar RCD considerando dos variables.	Se presente como resultado dos modelos para estimar la cantidad de residuos generados en la construcción, (peso y volumen) Una desviación del 1 al 10% se encontró entre los resultados del modelo comprado con toros proyectos o trabajos publicados anteriormente. incluir otras variables, o si el manejo es adecuado y si se realizan mejores éticas para minimizar la generación de RDC, puede resultar en una máxima desviación del modelo. finalmente este modelo puede servir a las personalas, instituciones, etc. en desarrollar planes de manejo de residuos y reportes requeridos por las legislaciones, para estimar la cantidad de RCD. y por lo tanto optimizar su gestión

Abreviaturas

CV	Ciclo de Vida
ACV	Ciclo de Vida del Material
DAP	Declaración Ambiental del Producto
RCD	Residuos de Construcción y Demolición.
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
DIA	Declaración de Impacto Ambiental
CVE	Ciclo de Vida del Edificio.

Conflictos de intereses

Los autores no reportan ningún conflicto de intereses

Información de los autores

Alex Daniel Serrano Tapia es investigador del Proyecto de Investigación “Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas”. Arquitecto docente de la Universidad Estatal de Cuenca, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Máster en Proyecto Arquitectónico.

Felipe Quesada Molina es Director del Proyecto de Investigación “Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas”, docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo y Director de la Maestría en Construcciones. PhD, Arquitecto, con Máster en construcción y madera y postgrado en docencia.

Vanessa Guillén Mena es investigadora del Proyecto de Investigación “Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas”, docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Arquitecta, con Máster en Eficiencia Energética y Sostenibilidad en Edificación y Urbanismo.

Diana Orellana Valdez es investigadora del Proyecto de Investigación “Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas”, docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca. Arquitecta con Máster en Urbanismo.

María López Catalán es investigadora del Proyecto de Investigación “Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas”. Terapeuta Ocupacional, Educadora social y Psicopedagoga, con Máster en Gestión de ONGs e Intervención Social, Orientación Educativa y Neuro-Rehabilitación.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del Proyecto de Investigación “Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas”, apoyado y financiado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca (DIUC) y por la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca

Bibliografía

- ALAVEDRA, P., DOMÍNGUEZ, J., & SERRA, J. (1998). Obtenido de habitat.aq.upm.es: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n4/apala.html>
- ASOP, S. d. (2005). *Estudio para el diseño de valoración de escombros mediante el diseño de un sistema de gestión integral de los mismos para la producción más limpia en la ciudad de Medellín*. Medellín: Municipio de Medellín.
- AYRE, E. e. (20 de 05 de 2015). Obtenido de AYRE blog: <https://ayreblog.wordpress.com/2012/11/19/la-certificacion-ambiental-de-edificios/>
- BEDOYA MONTOYA, C. M. (2011). *Construcción Sostenible*. Medellín: Diké.
- CRUZ MÍNQUEZ, V., ENRIQUE, G. M., & GONZÁLEZ DE PAULA, L. (2008-2009). *Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Obtenido de <http://eprints.ucm.es/9445/1/MemoriaEIA09.pdf>
- CUENCA, G. M. (13 de 05 de 2015). Obtenido de GAD Municipal Cuenca: <http://www.cuenca.gob.ec/?q=node/8758>
- HIGUERAS, E., MACIAS, M., & RIVAS, P. (2010). *Asistente Técnico para la Construcción Sostenible*. ATECOS.
- INEC. (2010). *Resultados Censo*. Cuenca: INEC.
- MACÍAS, J. G. (2010). Metodología y herramienta VERDE para la evaluación de la sostenibilidad en edificios. *Informes de la Construcción Vol. 62*, 87-100.
- UPC, G. D. (15 de 04 de 2015). Obtenido de <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/17250/1/Memoria.pdf>

Páginas consultadas

- <http://www.breeam.es/>
<http://www.usgbc.org/leed>
<http://www.gbce.es/asociados/empresas>
<http://construccionciviles.blogspot.com/>
<http://habitat.aq.upm.es/boletin/n4/apala.html>
<https://pantalansur.wordpress.com/2006/04/>
<https://sites.google.com/site/construccionenaccion/>
<http://construccionbioclimatica.blogspot.com/2012/07/bre-environmental-assessment-method.html>