

### 1.3.2. INFORME SOBRE LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub> EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN ESPAÑA

OERCO2  
ONLINE EDUCATIONAL RESOURCE FOR INNOVATIVE STUDY OF CONSTRUCTION  
MATERIALS LIFE CYCLE

This project has been funded with support from the European Commission.

This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein

1



ROMANIA  
GREEN  
BUILDING  
COUNCIL



CTM  
Centro Tecnológico  
del mármol, piedra y materiales



Consortium members: Universidad de Sevilla (US), Asociación Empresarial de Investigación Centro Tecnológico del Mármol, Piedra y Materiales (CTM), CertiMaC Soc. Cons. a r. L. (CertiMaC), Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro (CTCV), Universitatea Transilvania din Braşov (UTBV), Asociația România Green Building Council (RoGBC).

En este informe se revisan las metodologías existentes en España con las que es posible calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al sector de la edificación. Algunas de estas herramientas son versiones traducidas de métodos internacionalmente conocidos, mientras que otras han sido desarrolladas en nuestro país a partir de proyectos de investigación en los últimos años.

En primer lugar, se describen los métodos de certificación de edificios que contemplan las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a los materiales de construcción. Éstas influyen en las puntuaciones finales obtenidas, aunque no aparecen como un valor numérico de kilogramos de CO<sub>2</sub> emitidos a la atmósfera.

El Spain Green Building Council (SpainGBC), lidera la utilización de los certificados LEED en España con su versión 4 [1], en la que los campos de aplicación se han subdividido en cinco categorías: edificios, interiores, operación y mantenimiento, desarrollo urbano, y viviendas (Fig. 1). En cada una de estas categorías se evalúan distintos aspectos, entre los que se encuentran las emisiones de CO<sub>2</sub> provocadas por la fabricación de los materiales utilizados y por la energía consumida en la operación del edificio. Éstos vienen relacionados con la utilización de energías limpias, la adaptación de la eficiencia energética del edificio en relación a la demanda, la utilización de materiales sostenibles, apoyados por Declaraciones Ambientales de Producto (EPD), o la correcta gestión de los residuos. Las medidas tomadas en cuanto a emisiones de CO<sub>2</sub> en el diseño, construcción, u operación del edificio estudiado influyen en la cantidad de puntos para la evaluación final del certificado LEED. En este certificado se puede obtener nivel básico, plata, oro o platino, dependiendo de la puntuación conseguida.



**Figura 1.** Categorías para el certificado LEED en España

Asimismo, la versión española de los certificados BREEAM [2] se subdivide en cinco categorías equivalentes a las de LEED, sustituyendo la categoría de interiores por una modalidad “A medida” (Fig. 2). El sistema es similar, con puntuaciones de distintos aspectos de la edificación evaluada. Si bien estas metodologías requieren de una cuantificación de las emisiones de CO<sub>2</sub> por el

certificador profesional para otorgar la puntuación en los apartados correspondientes, éstas no se ven reflejadas numéricamente en el certificado final, que únicamente se basa en la puntuación total. Se puede decir que BREEAM, junto con LEED, son líderes a nivel mundial en la certificación de edificios sostenibles, aunque en España están surgiendo herramientas alternativas, algunas de ellas procedentes del ámbito académico.



**Figura 2.** Modalidades de certificación BREEAM ES

El Green Building Council también presenta el conjunto de herramientas VERDE [3], dedicadas a la ayuda al diseño (HADES), nueva edificación (VERDE NE), rehabilitación (VERDE RH), y desarrollo urbano (VERDE DU). Estas herramientas dan la mayor ponderación a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), alrededor del 25%, como muestra de su importancia respecto a los impactos ambientales que se desean evitar.

Por otro lado, existen herramientas de calificación energética, con las que se pueden estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> que se producirán como consecuencia de la demanda energética en el uso de los edificios. No tienen en cuenta el CO<sub>2</sub> correspondiente a los materiales de construcción empleados, ya que solamente analizan la fase de uso de los edificios.

Estas herramientas se dividen en dos categorías: las que utilizan el procedimiento simplificado de cálculo, y que sólo son aplicables a edificios existentes; y las que utilizan el procedimiento general, más complejo, y obligatorio para edificios de nueva construcción y terciarios, aunque también se puede utilizar para edificios existentes. Entre las primeras se encuentran CE3, CE3X, o CERMA [4], desarrolladas por asociaciones y universidades españolas. Como documentos reconocidos para edificios existentes se encuentran la Herramienta Unificada LIDER-CALENER [5], desarrollada desde la Universidad de Sevilla, y CYPETHERM [6], de CYPE Ingenieros. Todas ellas arrojan resultados estimados de kgCO<sub>2</sub> por m<sup>2</sup> de construcción.

Por último, existen varias plataformas más especializadas que permiten el cálculo pormenorizado de emisiones de CO<sub>2</sub> basándose en las mediciones de los proyectos de edificación.

La primera en aparecer fue el banco de precios BEDEC [7], desarrollado por el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña. Este banco permite realizar una medición en la que para cada partida se incluyen datos de energía incorporada y emisiones de CO<sub>2</sub> de los materiales de construcción, así como la generación de Residuos de Construcción y Demolición (RCD)

derivados de su utilización. Para la elaboración del banco BEDEC, la información se extrajo de la base de datos Ecoinvent de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) [8], conocida por ser una de las bases más completas a nivel Europeo, y por su integración en el software de ACV Simapro.

En el análisis del banco BEDEC, los datos sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> de los materiales tiene en cuenta la extracción de las materias primas, el transporte del origen a la fábrica, y su transformación en la fábrica. La transformación en el producto de construcción final y el transporte a la obra no se incluyen, así que se puede asumir que este banco implementa un modelo de ACV de la cuna a la puerta, a falta de algunas transformaciones para obtener el producto de construcción. En esta herramienta no se muestran enlaces visibles a las fuentes de información o a los análisis aplicados a cada material, como sí ocurre con otras bases de datos de ACV como Ecoinvent, por lo que su falta de documentación y trazabilidad constituyen su mayor inconveniente. A pesar estos problemas, actualmente es la base de datos más utilizada en España para análisis ambientales del proceso constructivo [9], ya que incluye una gran variedad de elementos constructivos, lo que facilita el análisis de edificios completos.

La herramienta arCO<sub>2</sub> es una calculadora que nos permite estimar la Huella de Carbono de la cuna a la puerta a partir de las mediciones y presupuesto de un proyecto [10]. Además de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), se puede obtener el peso de los materiales o las proporciones entre unos materiales y otros. Esta aplicación obliga a utilizar la Base de Precios CENTRO de Guadalajara, respetando su estructura de Capítulos y Unidades de Obra.

Para las emisiones de carbono de los materiales, arCO<sub>2</sub> utiliza una base de datos llamada OpenDAP, en la que los factores de emisión se han obtenido a su vez a partir de diversas fuentes: Informes sectoriales de la UE, Base de datos de ITeC (BEDEC), DAPs de producto, Inventory Carbon and Energy (ICE), PE 2 Inventory, Highway Agency carbon calculation, entre otros [11]. Finalmente, arCO<sub>2</sub> reporta las emisiones totales del proyecto en base a tres unidades funcionales distintas: kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, kgCO<sub>2</sub>/usuario, y kgCO<sub>2</sub>/€.

También en 2014 y como fruto de un proyecto de investigación del Ministerio de Economía y Competitividad, surge la herramienta SOFIAS, a la que actualmente se puede acceder en versión de pruebas a través de la plataforma del proyecto [12]. Esta aplicación analiza el ciclo de vida completo de los edificios basándose en la entrada por el usuario de soluciones constructivas utilizadas. Para las emisiones de CO<sub>2</sub> correspondientes a los materiales de construcción utiliza, al igual que arCO<sub>2</sub>, la base de datos OpenDAP. Al ser un análisis del ciclo de vida completo, incluye hipótesis de transporte de los materiales, impacto de la energía operacional del edificio, de la sustitución de materiales al fin de su vida útil, y del posterior tratamiento de residuos [13].

E2CO<sub>2</sub>Cero es una herramienta informática que permite calcular la energía embebida y la Huella de Carbono de un edificio, atendiendo a los materiales incorporados y los procesos constructivos utilizados durante la fase de construcción. Permite realizar evaluaciones sucesivas en distintos

momentos del proyecto en función del nivel de conocimiento existente en el mismo **[14]**. La Energía Embebida es la ENERGÍA TOTAL consumida para la construcción de un edificio. Contempla la energía empleada en los procesos de fabricación de los productos o materiales utilizados para la construcción, la energía consumida por el transporte de estos materiales a obra y la energía utilizada por la maquinaria en la ejecución de las distintas unidades de obra. Además de la energía embebida, la herramienta calcula las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la extracción, fabricación, transporte y puesta en obra de los materiales, así como a la ejecución de la obra. Esta aplicación obliga igualmente a utilizar la Base de Precios CENTRO de Guadalajara, respetando su estructura de Capítulos y Unidades de Obra. La herramienta informática ha sido subvencionada por el Gobierno Vasco y el consorcio de empresas que la gestionan es igualmente del País Vasco. Dispone de dos versiones del software: completo y simplificado. En el primero es necesario incorporar en las mediciones del proyecto y en el segundo no.

Se puede afirmar igualmente que la herramienta implementa un modelo de ACV de la cuna a la puerta.

ECOMETRO Es una herramienta de código abierto para la medición y lectura transversal de la ecología en el proceso de diseño, construcción y uso de los edificios, que cuantifica tanto los impactos sobre la Tierra, como sobre los ecosistemas y la salud humana. Utiliza el lenguaje del análisis de ciclo de vida, y se presenta en formato digital mediante un programa (Open Source) a través de un website que mide el impacto medioambiental de un edificio. Es similar a la declaración ambiental de un producto pero de un edificio, no es un sello verde, no es una medalla, ni es un premio, es simplemente una declaración ambiental y no social. Mide y comunica los resultados de los impactos para poder actuar y corregir resultados en la fase de un proyecto de arquitectura. Estos impactos se establecen a través de cinco categorías diferentes, donde agrupamos indicadores similares por familias relacionadas con un criterio principal, diseño, material, energía, agua o entorno.

En la herramienta se valoran las categorías de impacto para las que existe un mayor consenso a nivel internacional, esto es, cambio climático, agotamiento de capa de ozono, eutrofización, acidificación, formación de oxidantes fotoquímicos y agotamiento de recursos así como otras categorías de impacto: uso del suelo, radiación ionizante, toxicidad o consumo de energía primaria. Las etapas incluidas en el análisis son extracción de materias primas, producción de materiales de construcción, transporte hasta obra, instalación y mantenimiento. Esta evaluación puede ser realizada a partir de la información aportada por la base de datos de la herramienta o a través de registros creados por el propio usuario a partir de la información contenida en declaraciones ambientales de producto (ecoetiquetas de tipo III).



## Referencias

- [1] SpainGBC. Certificado LEED. <http://www.spaingbc.org/web/leed-4.php>
- [2] BREEAM ES. <http://www.breeam.es/index.php/certifica/esquemas-de-certificacion>
- [3] VERDE. <http://www.gbce.es/es/pagina/herramientas-de-evaluacion-de-edificios>
- [4] MINETUR. Procedimientos simplificados para la certificación energética de edificios. <http://www.minetur.gob.es/ENERGIA/DESARROLLO/EFICIENCIAENERGETICA/CERTIFICACIONENERGETICA/DOCUMENTOSRECONOCIDOS/Paginas/procedimientos-certificacion-proyecto-terminados.aspx>
- [5] Código Técnico de la Edificación (CTE). Herramienta unificada LIDER-CALENER. <http://www.codigotecnico.org/index.php/menu-recursos/menu-aplicaciones/282-herramienta-unificada-lider-calener>
- [6] CYPE Ingenieros. CYPETHERM HE. <http://cypeterm-he.cype.es/>
- [7] Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITeC). Banco de Precios BEDEC. <http://metabase.itec.cat/vid/#/es/bedec>
- [8] ITeC. BEDEC. Contenido y criterios / Contents and criteria. <http://docs1.itec.cat/e/Guia.criterios.bedec.pdf>; 2015 [accessed 01.09.15].
- [9] Marrero M, Martínez-Escobar L, Mercader-Moyano MP, Leiva-Fernández C. Minimización del Impacto Ambiental en la Ejecución de Fachadas Mediante el Empleo de Materiales Reciclados / Environmental impact minimization of façade construction through recycled materials use. Inf Constr 2013; 65(529):89–97.
- [10] arCO2. <http://huella-carbono.es/>
- [11] arCO2c. Guía metodología. [http://huella-carbono.es/wp-content/uploads/2014/12/guia.metodologica.arco2\\_.pdf](http://huella-carbono.es/wp-content/uploads/2014/12/guia.metodologica.arco2_.pdf)
- [12] SOFIAS. <http://www.sofiasproject.org/>
- [13] Oregi Isasi X, Tenorio JA, Gazulla C, Zabalza I, Cambra D, Leao SO, Mabe L, Otero S, Raigosa J (2016). SOFIAS – Software for life-cycle assessment and environmental rating of buildings. Inf Constr 68(542):e151. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/ic.15.055>.
- [14] E2CO2CERO. <http://tienda.e2co2cero.com/>
- [15] ECOMETRO. <http://ecometro.org/>