

1^{er} WorkshopesLCA

Gestión del ciclo de vida en los sectores de la
construcción y de la energía

ISBN: 978-84-608-4606-2

1^{er} Workshop esLCA

“Gestión del ciclo de vida en los sectores de la construcción y de la energía”



LIBRO DE ABSTRACTS

2016

ORGANIZADORES/ORGANISERS



La organización agradece la financiación recibida del Ministerio de Economía y Competitividad a través del proyecto CTM2015-71930-REDT.
The organisation acknowledges the funding received from the Ministry of Economy and Competitiveness (CTM2015-71930-REDT).



Universidad Rey Juan Carlos – Instituto IMDEA Energía
Editado por/*Edited by* Mario Martín-Gamboa, Diego Iribarren, Javier Dufour
Editado por/*Edited by* Servicio de Publicaciones de la Universidad Rey Juan Carlos
ISBN: 978-84-608-4606-2

Ilustración de la cubierta del libro: Fotografía de IETcc, de espacio de acceso al Edificio del Instituto de C.C. Eduardo Torroja-CSIC- Madrid

PRÓLOGO

El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) y otras metodologías derivadas como las huellas de carbono e hídrica son actualmente herramientas ampliamente reconocidas para evaluar la viabilidad ambiental de procesos y productos, como demuestra, a nivel español, el Real Decreto 163/2014 por el que se crea el registro de huella de carbono o, a nivel europeo, la creación de la Plataforma Europea de Análisis del Ciclo de Vida y la identificación del ACV dentro del programa marco Horizon 2020 como una herramienta clave para la toma de decisiones y la elaboración de políticas. España dispone de diferentes grupos trabajando en el campo del ACV que son referencia a nivel mundial. La **Red de Excelencia esLCA** pretende potenciar las sinergias entre todos los grupos, dando un salto cualitativo que permita afrontar de forma efectiva los retos pendientes en materia de ACV. Esto supondría un gran paso en cuanto a la fiabilidad de los análisis de sostenibilidad asociados, posibilitando una mejor toma de decisiones a diferentes escalas (política, industrial, etc.).

FOREWORD

Currently, Life Cycle Assessment (LCA) and other related methodologies such as carbon and water footprints are widely recognised tools to assess the actual environmental feasibility of processes and products. For instance, this is shown, at the national level, by the Royal Decree 163/2014 which creates the Carbon Footprint Register or, at the European Level, by the creation of the European Platform on Life Cycle Assessment and the consideration of LCA as a key tool for decision- and policy-making within the Horizon 2020 framework programme. A number of Spanish research groups are reference actors in the field of LCA worldwide. The goal of the **Excellence Network esLCA** is to promote synergy among the Spanish LCA groups, thus providing a real breakthrough in effectively facing current national and international challenges in LCA research. Overcoming these challenges would mean a key step forward towards holistic sustainability assessment, thus enhancing decision making at different levels (industry, governments, etc.).

PROGRAMA

9:00-9:15	Registro y recepción
9:15-9:30	Bienvenida. Javier Dufour, Coordinador de la Red esLCA
9:30-10:30	"Por qué 14 compañías unieron sus fuerzas para desarrollar un <i>Product Social Impact Assessment Handbook</i> pragmático, y cómo beneficiarse". Mark Goedkoop, PRé Consultants bv
10:30-10:50	"Análisis de Ciclo de Vida en edificación mediante software libre. Ecómetro". Diego Ruiz, Asociación Ecómetro
10:50-11:10	"Metodología, herramientas y ejemplos de evaluación del ciclo de vida en construcción". Patxi Hernández, Tecnalia
11:10-11:30	"Análisis del ciclo de vida de un edificio de madera en España". Rosario Vidal, Universitat Jaume I
11:30-11:50	Pausa café y sesión de póster
11:50-12:10	"Estudio ACV de infraestructuras de agricultura urbana integrada en cubiertas de edificios". Joan Rieradevall, ICTA Universitat Autònoma de Barcelona
12:10-12:30	"Ampliando el enfoque del ciclo de vida a otros pilares de la sostenibilidad: Aplicación a la energía solar termoeléctrica". Irene Rodríguez-Serrano, CIEMAT
12:30-12:50	"¿Es la producción de bioenergía a partir de residuos agroalimentarios una alternativa ambientalmente viable?". Gumersindo Feijoo, Universidade de Santiago de Compostela
12:50-13:10	"Cuando las comparaciones no son odiosas: Uso combinado de simulación de procesos, LCA y DEA". Diego Iribarren, IMDEA Energía
13:10-13:30	Conclusiones y despedida

PROGRAMME

9:00-9:15	Welcome and registration
9:15-9:30	Opening session. Javier Dufour, Coordinator of the Network esLCA
9:30-10:30	"Why 14 companies joined forces to develop a pragmatic Product Social Impact Assessment Handbook, and how you can benefit". Mark Goedkoop, PRé Consultants bv
10:30-10:50	"Life cycle assessment in building through free software. Ecómetro". Diego Ruiz, Ecómetro Association
10:50-11:10	"Methodology, tools and examples of life cycle assessment in urban environment". Patxi Hernández, Tecnalia
11:10-11:30	"Life cycle assessment of a wooden building in Spain". Rosario Vidal, Jaume I University
11:30-11:50	Poster session and coffee break
11:50-12:10	"Assessment of rooftop greenhouses". Joan Rieradevall, ICTA Autonomous University of Barcelona
12:10-12:30	"Expanding the life cycle perspective to other sustainability pillars: Application to solar thermal electricity". Irene Rodríguez-Serrano, CIEMAT
12:30-12:50	"Is bioenergy production from agri-food wastes an environmentally viable alternative?". Gumersindo Feijoo, University of Santiago de Compostela
12:50-13:10	"When comparisons are not odious: Combined use of process simulation, LCA and DEA". Diego Iribarren, IMDEA Energía
13:10-13:30	Conclusions and closing session



Mark Goedkoop



Diego Ruiz



Patxi Hernández



Rosario Vidal



Joan Rieradevall



Irene Rodríguez-Serrano

LISTA DE COMUNICACIONES

- COMUNICACIONES ORALES

- COMUNICACIONES PÓSTER

Comunicaciones orales

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA EN EDIFICACIÓN MEDIANTE SOFTWARE LIBRE. ECÓMETRO

Diego Ruiz

Departamento de Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales,
Universidad Politécnica de Madrid
Email: diego.ruiz@upm.es

Resumen

La construcción y el uso de los edificios son responsables de buena parte del consumo de energía y recursos, y de la generación de impactos ambientales, en nuestras sociedades. Durante las últimas dos décadas, las políticas de reducción de impactos en el sector de la edificación se han centrado en la etapa de uso del edificio: consumos en climatización, calefacción, iluminación, etc. (impactos directos). Bajo este enfoque se obvian otras etapas del ciclo de vida como la extracción y producción de materiales de construcción, el mantenimiento, el fin de vida del edificio así como el transporte de todos estos flujos (impactos indirectos). La interacción entre estas dos fuentes de impactos puede ser compleja por lo que se precisa de su evaluación bajo los mismos indicadores a la hora de tomar decisiones durante la etapa de diseño de los edificios.

Ecómetro es una herramienta que permite obtener información ambiental de un proyecto de edificación basándose en el Análisis de Ciclo de Vida (ACV). La herramienta genera indicadores comunes para los impactos directos e indirectos. De esta forma proporciona información ambiental coherente del proyecto asistiendo así en la toma de decisiones. Es aplicable tanto a edificios nuevos como a edificios ya existentes y a proyectos de rehabilitación. Ecómetro es una aplicación de ejecución online desarrollada con criterios de conocimiento colaborativo bajo la cultura del código libre.

El ACV que contempla el ecómetro está armonizado con la normativa existente sobre sostenibilidad en los trabajos de construcción tanto del Comité Europeo de Normalización –CEN/TC350– como del Comité Técnico de Normalización de AENOR –AEN/CTN 198. En concreto con las normas UNE-EN 15978:2012 (Sostenibilidad en la construcción. Evaluación del comportamiento ambiental de los edificios. Métodos de cálculo) y la UNE-EN 15804:2012+A1:2014 (Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de producto básicas para productos de construcción). Mediante la nomenclatura definida por estas normas, el alcance del ACV del ecómetro incluye las siguientes etapas y procesos:

A1: Suministro de materias primas. Extracción y procesado primario de recursos materiales.

A2: Transporte. Transporte hasta instalación del fabricante.

A3: Fabricación. Fabricación de productos y materiales de construcción.

A4: Transporte. Transporte desde puerta de fábrica del productor hasta centro regional de distribución; y desde éste hasta obra.

A5: Construcción. Proceso de construcción/instalación en el edificio, en la que se incluyen el consumo de agua, de combustibles de origen fósil y de electricidad durante la ejecución de la obra. También se ha incluido el movimiento de tierras y acondicionamiento del terreno previo a la construcción y la gestión y transporte de los residuos generados durante la obra.

B4: Sustitución. Sustitución de materiales y productos de construcción por ser su vida útil inferior a la del edificio.

B6: Uso de energía operacional. En el que se incluye la producción y quema de los combustibles, o la generación de electricidad, empleados por los equipos de calefacción, de aire acondicionado e iluminación durante la etapa de uso del edificio.

La base de datos que nutre de información ambiental al ecómetro cubre la mayoría de los materiales y productos relacionados con los siguientes capítulos de obra: cimentación, estructura, fachada, cubierta, divisiones interiores horizontales y verticales y acabados superficiales. Para completar el inventario de ciclo de vida, ecómetro obtiene buena parte de los datos de actividad necesarios a partir de las mediciones incluidas en el presupuesto de ejecución del proyecto. Como requisito previo dicho presupuesto se ha de generar empleando la Base de Precios CENTRO, respetando su estructura de Capítulos y Unidades de Obra. Este presupuesto debe estar en formato BC3. Cuando se completa este paso, inmediatamente todas las partidas de obra del presupuesto pertenecientes a los elementos del edificio bajo análisis quedan asociados a los materiales y productos de construcción de la base de datos ambientales de ecómetro. Como resultado de la importación del presupuesto se genera un listado de materiales y productos de construcción con las unidades propias de las partidas de obra asociadas. Este listado queda visible al usuario ya que el siguiente paso consiste en completarlo con información adicional relativa al transporte. Finalmente, para la evaluación de la etapa B6 es necesario aportar información relativa al consumo anual de electricidad en equipos de refrigeración y calefacción, la fuente de energía para calefacción (gas natural, gasóleo, electricidad y biomasa) y si la electricidad usada en iluminación y climatización es de origen renovable.

El inventario de las cargas ambientales asociadas a la fabricación de materiales de construcción (representativos de la realidad productiva europea) y a procesos de transporte, construcción y producción de energía se ha obtenido a partir de la base de datos de la European Life Cycle Database (ELCD 3.2) y de Ecoinvent 3.2.

Finalmente, las categorías de impacto evaluadas por el ecómetro, también acorde con la normativa citada, son agotamiento de recursos abióticos, acidificación, eutrofización, calentamiento global, agotamiento del ozono estratosférico, formación de ozono fotoquímico y consumo de energía primaria.

METODOLOGÍA, HERRAMIENTAS Y EJEMPLOS DE EVALUACIÓN DE CICLO DE VIDA EN ENTORNOS URBANOS

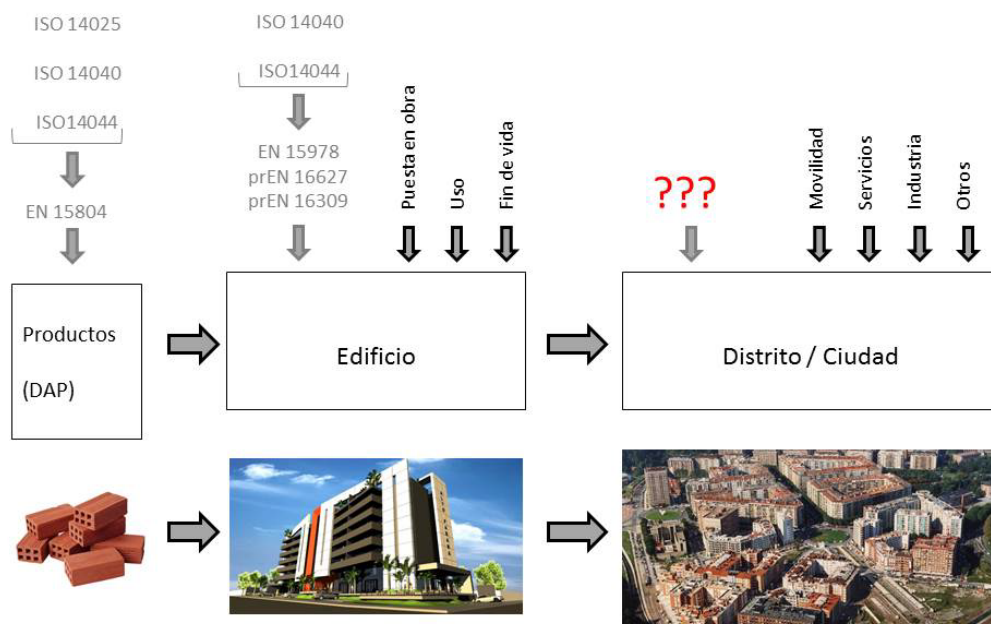
Patxi Hernández, Lara Mabe, Xabat Oregi y Eneko Arrizabalaga
TECNALIA Research & Innovation
Parque Tecnológico de Bizkaia
c/ Geldo, Edificio 700
E-48160 Derio - Bizkaia (España)
Email: patxi.hernandez@tecnalia.com

Resumen

El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) se ha aplicado durante décadas a diferentes procesos y productos, y es ampliamente reconocido como una herramienta útil para mejorar su desempeño ambiental. Hoy en día el sector de la construcción es uno de los campos más activos de aplicación del ACV. Las Declaraciones Ambientales de Producto (DAP) son cada vez más comunes para los diferentes productos de construcción. Comités de normalización como el CEN TC 350 o ISO TC 59 / SC17 han desarrollado normas que definen las diferentes fases del ciclo de vida de los edificios, detallan los límites del sistema y métodos de cálculo para el análisis de cada fase, y proponen una serie de indicadores para expresar los resultados del análisis. Diferentes herramientas para un ACV completo a escala de edificio ya han sido desarrolladas y son cada vez más utilizadas por los arquitectos y profesionales de construcción, e incluso están consideradas en la normativa de construcción de distintos países. Sin embargo, el grado en que se aplica a ACV a nivel de distrito o ciudad aún está lejos de la normalización. Los límites del sistema y las metodologías que consideran un análisis ambiental completo en estas escalas difieren entre diferentes estudios, y la complejidad del análisis aumenta cuando los servicios, el transporte y la infraestructura de la ciudad se añaden al análisis a nivel del edificio.

TECNALIA está trabajando en metodologías para calcular los impactos ambientales de los distritos y ciudades teniendo en cuenta una perspectiva de ciclo de vida, y en el desarrollo de una gama de herramientas en este campo. Un ejemplo de este tipo de herramientas es NEST (Neighbourhood Evaluation for Sustainable Territories), que es una de las primeras herramientas que permiten el análisis de ciclo de vida a escala de distrito, y que también incluye el análisis económico y social. La herramienta NEST se ha utilizado en la práctica, por ejemplo, para estudiar los impactos económicos, ambientales y sociales de estrategias de rehabilitación energética para tres distritos en la ciudad de Donostia-San Sebastián.

Proyectos actuales de investigación incluyen la integración de los datos socioeconómicos y análisis de la cadena de suministro a nivel local y regional en la metodología y las herramientas desarrolladas, para una evaluación más integrada a nivel de ciudad. El objetivo final es proporcionar un marco y herramientas para permitir la comparación de los impactos ambientales y socioeconómicos de diferentes soluciones, que pueden facilitar la toma de decisiones y la definición de las transiciones hacia ciudades más sostenibles.



Descripción de procesos de estandarización para la integración del ACV a nivel de producto, edificio, y distrito/ciudad

ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE UN EDIFICIO DE MADERA EN ESPAÑA

Rosario Vidal¹, Núria Sánchez-Pantoja¹ y Germán Martínez²

¹ Departamento de Ingeniería Mecánica y Construcción, GID, Universitat Jaume I, Avda. Sos Baynat s/n, 12071 Castelló, España

² Departamento de Proyectos de Construcción e Ingeniería, Universidad de Granada, c/ Severo Ochoa s/n, 18071 Granada, España
Email: vidal@uji.es

Resumen

Las investigaciones sobre Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de edificación residencial publicadas hasta hoy, se han centrado principalmente en construcciones de madera en países desarrollados y zonas climáticas más bien frías. Encontramos pocos estudios en la literatura llevados a cabo en el sur de Europa y normalmente hacen referencia a comparativas de diferentes sistemas constructivos utilizados en la envolvente del edificio. Hay por tanto una carencia de datos respecto al comportamiento de los edificios de madera en zonas climáticas más moderadas o cálidas, con una demanda de calefacción más baja, pero en las que la refrigeración y la ventilación aparecen también como una necesidad importante. De los estudios encontrados en la literatura se ha tenido en especial consideración el trabajo realizado por el Joint Research Center "Environmental improvement potentials of residential buildings", que se ha tomado como referencia para la comparación de los datos de impactos ambientales obtenidos en nuestro trabajo, junto con otros pocos estudios de España y Portugal.

El trabajo aquí presentado se ha realizado sobre un edificio de madera construido en Granada (España) en 2015. En el sur de España, la industria maderera es escasa y por ello la madera estructural se ha importado desde el centro de Europa. Resulta por tanto muy interesante también, el estudio del potencial efecto nocivo producido por el transporte de esta madera.

La investigación se ha centrado en el impacto generado por un edificio de madera utilizando la metodología del ACV desde la extracción de las materias primas hasta la gestión de los residuos del fin de vida del edificio, incluyendo el Análisis del Ciclo de Vida Energético (ACVE) y planteando varios escenarios en cuanto a la gestión de los residuos, que tienen en consideración el cumplimiento de la directiva de residuos en el horizonte 2020. La unidad funcional utilizada es 1 m² de superficie construida durante 50 años de servicio y se han trabajado las categorías de impacto ambiental según estándar EN15978 y adicionalmente se ha considerado la Energía Acumulada (CED).

El primer dato positivo que se desprende del estudio es referente al peso. Mientras que para un edificio de estructura convencional otros estudios dan un peso medio de más de 1,50 t/m², para el edificio de madera obtenemos un peso de 0,97 t/m². Esto tiene una repercusión directa positiva tanto para el impacto producido por el transporte de materiales más ligeros, como para el diseño de la cimentación que puede ser más sencilla.

Los resultados evidencian que la huella de carbono embebida es muy baja gracias a la captura de CO₂ de la madera en su fase de crecimiento. Dado que las condiciones térmicas de los cerramientos de madera son muy buenas, se consigue una mejor eficiencia energética del edificio y esto se traduce en una menor demanda de consumo energético para climatización durante la fase de uso del edificio. Para el edificio de madera, la demanda de energía en la fase de uso oscila entre el 33% y el 47% de la energía total del ciclo de vida.

Respecto al transporte, el análisis de sensibilidad nos indica que el suministro de paneles estructurales de madera por parte de proveedores locales, no supondría una reducción significativa de los impactos, a excepción de la huella de carbono que se vería mejorada. En cuanto a la gestión de los residuos, el estudio de varios escenarios ha permitido comprobar que es factible cumplir el objetivo de la Directiva de Residuos de Construcción para el año 2020. La valorización de los residuos de madera (por ejemplo, como materia prima para fabricación de tableros de partículas) no es especialmente ventajosa. Sin embargo, el reciclaje de los metales reduce muy significativamente todos los impactos.

La investigación incluye también la comparación de los sistemas constructivos utilizados en la envolvente térmica del edificio de madera (fachadas, medianeras y cubiertas) con otros utilizados en construcción tradicional a base de cerramientos cerámicos y placas de cartón-yeso. La comparativa se ha realizado siempre (para 1 m²) entre elementos constructivos con la misma transmitancia térmica (U), de forma que la demanda del edificio en la fase de uso para climatización fuera la misma. Para ello, ha sido necesario aumentar el espesor de las capas de aislante de los cerramientos convencionales hasta conseguir igualar las transmitancias del edificio de madera. La conclusión obtenida es que los cerramientos del edificio de madera, además de pesar menos y tener menos espesor, causan menores impactos ambientales que los convencionales.

A pesar de los buenos resultados para los impactos ambientales del edificio de madera, los valores obtenidos para la energía embebida son notablemente más altos que para otros edificios tradicionales de España y Portugal, aunque fundamentalmente esto es debido a los altos valores de energía *feedstock* en los materiales.

La realización de este trabajo ha sido posible gracias a la Fundación Universidad de Granada – UCOP Construcciones, S.A.

AMPLIANDO EL ENFOQUE DEL CICLO DE VIDA A OTROS PILARES DE LA SOSTENIBILIDAD: APLICACIÓN A LA ENERGÍA SOLAR TERMOELÉCTRICA

Irene Rodríguez-Serrano, Natalia Caldés, Cristina De la Rúa y Yolanda Lechón

¹ Unidad de Análisis de Sistemas Energéticos. Departamento de Energía. CIEMAT. Av. Complutense 40, 28053 Madrid (España)
Email: irene.rodriguez@ciemat.es

Resumen

En esta contribución, se presenta un marco metodológico para el análisis, no solo de impactos socioeconómicos y ambientales, sino también de riesgos sociales existentes en el ciclo de vida de productos y servicios. El marco metodológico llamado "Framework for Integrated Sustainability Assessment" (FISA), combina un análisis Multi-Regional Input-Output (MRIO) con una base de datos de riesgos sociales llamada "Social Hotspots Database" (SHDB). Este marco ha sido aplicado a un proyecto de energía solar para producción electricidad en México. Se muestran los principales resultados obtenidos de los riesgos sociales existentes en los sectores económicos que podrían ser estimulados por dicho proyecto a lo largo de todo su ciclo de vida.

El análisis MRIO permite analizar la relación entre sectores económicos y países dado un aumento en la demanda de bienes y servicios generada por un proyecto (Leontief, 1936). Partiendo de los datos de costes de un proyecto (costes de inversión y operación y mantenimiento "O&M"), o dicho de otro modo, la demanda directa del proyecto; el análisis MRIO permite calcular la estimulación indirecta generada por el proyecto, es decir, la producción de bienes y servicios necesaria para satisfacer la demanda directa. Mediante la suma de los efectos directos e indirectos estimados, se obtienen los efectos totales o producción total de bienes y servicios generada por el proyecto. Estos efectos se han calculado para los 40 países y 35 sectores económicos de la base de datos World Input-Output Database (WIOD) (<http://www.wiod.org>).

Una expansión del análisis MRIO permite añadir vectores socioeconómicos y ambientales por unidad monetaria generada en un determinado año (por ejemplo empleos/\$ o emisiones de CO₂/\$) (Hendrickson et al., 1998). De este modo, habiendo obtenido los efectos económicos totales generados por el proyecto, es posible estimar los impactos socioeconómicos o ambientales asociados a esa estimulación económica mediante la multiplicación por dichos vectores. Uno de los impactos socioeconómicos analizados, que es esencial para la vinculación con la base de datos SHDB, es la estimación de las horas totales trabajadas en cada sector económico por el desarrollo del proyecto a lo largo de todo su ciclo de vida.

Por otro lado, la base de datos SHDB contiene una cuantificación de diferentes riesgos sociales existente en los sectores económicos en una escala de riesgo del uno al cuatro, correspondiendo "uno - bajo riesgo" hasta "cuatro - muy alto riesgo". La cuantificación de dichos valores de riesgos se realiza mediante diferentes procesos de caracterización de diferentes indicadores sociales, normalmente mediante series lógicas de distribución de los datos (ej. cuartiles) o consultas de expertos, en este caso especialmente cuando los indicadores tienen un carácter cualitativo difícil de cuantificar.

El vínculo mediante la SHDB y el análisis MRIO llevado a cabo en el marco FISA consiste en la relación de las horas de trabajo obtenidas en el análisis MRIO en los diferentes sectores económicos de la WIOD con los valores de riesgo social existentes en los mismo sectores WIOD, generando los llamados "Project Social Index" (PSI). De este modo, se podrán identificar cuáles son los sectores con altos riesgos sociales que más se van a estimular a raíz del proyecto analizado, estos son los llamados "Project Social Hotspots" (PSH), que corresponderán a los sectores con mayores valores de PSI.

Este marco se ha aplicado a un proyecto de energía solar de concentración para producción de electricidad en México. Los resultados obtenidos muestran que, a pesar de estar involucrados en la demanda directa países exportadores de ciertos componentes como Alemania u Holanda, y en la demanda indirecta más de 40 países a través de relaciones comerciales, los mayores PSH identificados a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto corresponderían a México. Dentro de los 5 mayores PSH identificados en Mexico, un 43% correspondería al sector de "alquiler de maquinaria y equipos y otras actividades de negocio"; un 27% correspondería al sector financiero; un 12% correspondería al sector de la construcción; un 10% al sector de metales básicos y metales fabricados; y un 7% al sector de "otros minerales no metálicos".

La identificación de estos PSH es una oportunidad para valorar otros aspectos de la sostenibilidad derivados de la estimulación económica que un proyecto podría generar. De este modo, se pueden explorar cuáles son los riesgos específicos dentro de los PSH para enfocar la búsqueda de soluciones a los mismos. Dichos riesgos serán más fáciles de identificar con un control de los agentes implicados en la cadena de valor de bienes y servicios y comprobando, en la medida de lo posible, que las compañías involucradas tienen y cumplen con prácticas de responsabilidad social corporativa.

Referencias

- Hendrickson, C., Horvath, A., Joshi, S., Lave, L., 1998. Economic input-output models for environmental life-cycle assessment. *Environ. Sci. Technol.* 32, 184A-191A.
- Leontief, W., 1936. Quantitative input and output relations in the economic systems of the United States. *Rev. Econ. Stat.* 18, 105-125.

¿ES LA PRODUCCIÓN DE BIOENERGÍA A PARTIR DE RESIDUOS AGROALIMENTARIOS UNA ALTERNATIVA AMBIENTALMENTE VIABLE?

Gumersindo Feijoo, Sara González-García y M^a Teresa Moreira

Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Santiago de Compostela, 15782 Santiago de Compostela
Email: gumersindo.feijoo@usc.es

Resumen

La reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la búsqueda de fuentes de energía sostenibles son dos fuerzas impulsoras en el desarrollo de una gestión adecuada de los recursos y en la promoción de las energías renovables. Otro problema ambiental a resolver es el incesante aumento de la producción de residuos orgánicos generados en las actividades humanas (agricultura, alimentación, industria). La enorme producción de residuos animales en el sector de la cría requiere soluciones sostenibles para su gestión. De hecho, en términos de emisión de gases de efecto invernadero, este sector es responsable de $\approx 37\%$ del metano antropogénico, así como de la emisión del 65% y el 64% de óxido de nitrógeno y amoníaco antropogénicos, respectivamente.

La digestión anaerobia de estos residuos es una alternativa adecuada y viable, ya que puede ser considerada como una gestión sostenible de los residuos debido a la producción tanto de una energía renovable (biogás) y un valioso fertilizante orgánico (digestato). Como resultado, muchas plantas agrícolas de biogás que utilizan estiércol como materia prima principal se han construido recientemente en toda Europa.

Ahora bien, este potencial beneficio ambiental se debe justificar con la consiguiente cuantificación de los impactos ambientales asociados a esta producción. En consecuencia, la sostenibilidad ambiental de la producción y uso de biogás debe ser evaluada adecuadamente por medio de métodos científicos y robustos como el Análisis de Ciclo de Vida (ACV). El ACV permite evaluar ambientalmente cadenas completas de producción de bioenergía a través de su ciclo de vida. De hecho, hay varios estudios de ACV disponibles en relación con los sistemas de producción de biogás (que a su vez puede usarse para la generación de electricidad y/o calor) que analizan sus ventajas y debilidades ambientales.

Sobre todo, la producción de biogás a partir de la digestión anaerobia de residuos orgánicos representa una oportunidad para alcanzar ventajas ambientales en el sector de la energía. Sin embargo, su potencial de producción de biogás no ha sido todavía optimizado en relación al que se obtiene con el uso de otros sustratos; por ejemplo, los cultivos energéticos. La digestión anaerobia de los cultivos energéticos tiene la capacidad de proporcionar un rendimiento energético mayor. Sin embargo, la fase agrícola necesaria para producir la materia prima es un factor clave en la definición del perfil ambiental de estos sistemas.

Los impactos ambientales de la producción de biogás a partir de cultivos energéticos están principalmente relacionados con i) los requisitos y las emisiones de combustión diésel asociados a las actividades agrícolas, así como ii) las emisiones de derivadas del uso de fertilizantes. De acuerdo con la literatura, la co-digestión anaerobia de dos o más sustratos puede lograr incrementar la producción de biogás hasta en un 10%, y la obtención de créditos ambientales más altos a causa de la reducción del uso de combustibles fósiles.

Otro factor importante en la definición del perfil ambiental de la producción de biogás es la gestión del digestato. La consideración del digestato como un co-producto valioso en la fertilización orgánica debe implicar beneficios ambientales derivados de la sustitución de fertilizantes minerales (producción + aplicación). Sin embargo, la relevancia ambiental de aplicación del digestato como abono debe tener en cuenta las emisiones de amoníaco y nitrato. En este sentido, las diferentes opciones de gestión del digestato han sido evaluadas en la literatura.

El objetivo de este estudio fue analizar y comparar desde un enfoque de la cuna a la puerta el perfil ambiental de una planta de producción de bioenergía a partir de mono- o co-digestión anaeróbica de purines de cerdo y maíz como cultivo energético. Se demostraron las ventajas medioambientales del uso de los purines como sustrato para la producción de bioenergía. Además, los procesos más críticos desde el punto de vista ambiental se identificaron con el fin de evaluar las oportunidades de mejora en los dos estudios de caso. La unidad funcional considerada fue 1 tonelada de materia prima procesada.

Agradecimientos

Programa de Grupos de Investigación Competitivos de Galicia (GRC 2013-032), cofinanciado por FEDER. La Dra. S. González-García también quiere expresar su agradecimiento al Ministerio de Economía y Competitividad por la financiación de su contrato Ramón y Cajal (RYC-2014-14984).

CUANDO LAS COMPARACIONES NO SON ODIOSAS: USO COMBINADO DE SIMULACIÓN DE PROCESOS, LCA Y DEA

Diego Iribarren¹, Mario Martín-Gamboa¹ y Javier Dufour^{1,2}

¹Unidad de Análisis de Sistemas, Instituto IMDEA Energía, E28935 Móstoles (España)

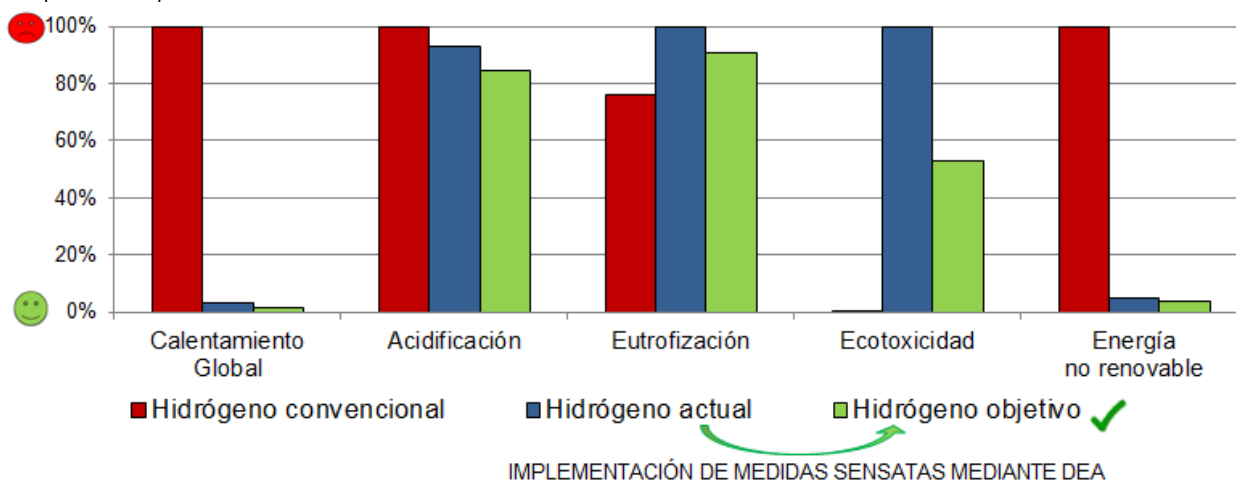
²Departamento de Tecnología Química y Energética, Universidad Rey Juan Carlos, E28933 Móstoles (España)

Email: diego.iribarren@imdea.org

Resumen

El Análisis del Ciclo de Vida (*Life Cycle Assessment*, LCA) se encuentra ampliamente reconocido como una valiosa metodología para la evaluación del comportamiento ambiental de sistemas del producto, sin constituir los sistemas energéticos una excepción. Cuando se extiende el alcance habitual del LCA para incluir aspectos más allá de la dimensión ambiental (por ejemplo, aspectos técnicos, económicos y sociales), los intentos basados exclusivamente en una perspectiva de ciclo de vida no han gozado de la misma aceptación. En este contexto, la combinación de enfoques con y sin perspectiva de ciclo de vida se considera a menudo como una práctica sinérgica encaminada a una evaluación multidimensional robusta y práctica. En particular, el uso combinado de enfoques de ciclo de vida y Análisis Envoltante de Datos (*Data Envelopment Analysis*, DEA) –conocido como el concepto LC + DEA– goza de una creciente popularidad en los últimos años, con una cobertura internacional en aumento (instituciones de, al menos, 18 países) y un crecimiento del 145% en el número de publicaciones científicas en el periodo comprendido desde enero de 2013 hasta junio de 2016 con respecto al periodo completo 2009-2012.

DEA es una metodología de programación lineal que cuantifica empíricamente la eficiencia productiva relativa de múltiples entidades homogéneas. Hasta la fecha, el uso combinado de DEA con enfoques de ciclo de vida tales como el LCA, la evaluación de huella de carbono y el análisis de energía ha facilitado la evaluación y *benchmarking* multidimensional de un amplio abanico de entidades: bateas, granjas, barcos, viñas, parques eólicos, elementos de construcción, estaciones depuradoras de aguas residuales, etc. La variedad tanto de enfoques de ciclo de vida como de modelos DEA favorece el posicionamiento del LC + DEA como un campo en expansión. Además, los métodos LC + DEA pueden beneficiarse del uso combinado de otras herramientas analíticas. En este trabajo, se propone y se prueba el uso conjunto de simulación de procesos, LCA y DEA a través de un caso de estudio bioenergético. Estas tres herramientas se usan de manera conjunta para verificar, cuantitativamente, la hipótesis de que la implementación de medidas actualmente factibles en la etapa de cultivo de biomasa lleva a mejorar significativamente el perfil tecnoambiental del biohidrógeno. Se emplea DEA para el *benchmarking* del desempeño operacional de un conjunto de viñas, mientras que la simulación de procesos se usa como una fuente clave de datos de inventario para el sistema de conversión energética (producción de hidrógeno mediante gasificación indirecta de residuo de poda de vid). Finalmente, se utiliza LCA para cuantificar el perfil de ciclo de vida tanto del biohidrógeno asociado a prácticas agrícolas promedio actuales como del biohidrógeno asociado a prácticas agrícolas objetivo. Como se muestra en la figura, los resultados conducen a la aceptación de la hipótesis ya que las prácticas de cultivo optimizadas derivan en un biohidrógeno objetivo con impactos de ciclo de vida sensiblemente inferiores a los del biohidrógeno actual procedente de viñedos no optimizados. Cabe destacar que, de acuerdo al procedimiento LCA + DEA seguido, los valores tecnoambientales objetivo de las viñas optimizadas (y, por ende, del biohidrógeno objetivo) se fundamentan en valores observados para la muestra original de viñedos actuales. En otras palabras, se pueden conseguir importantes beneficios en términos de sostenibilidad simplemente actuando de forma sensata de acuerdo a prácticas observadas. Definitivamente, las comparaciones pueden no ser odiosas sino beneficiosas en el camino hacia un desarrollo sostenible.



Comunicaciones póster

ACV DE UN NUEVO PANEL PREFABRICADO DE ADAPTACIÓN CLIMÁTICA. PROYECTO ADAPTIWALL

E.A. Zukowska¹, J. Cubillo¹, E.E. Keijzer², H.E. Buist² y M. Hauck²

¹ ACCIONA Infraestructura. Dirección de Innovación Tecnológica

² TNO. Nederlandse Organisatie Voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek

Email: ewaalicia.zukowska@acciona.com

Resumen

La herramienta de Análisis del Ciclo de Vida (ACV) en el sector de la construcción se utiliza principalmente para la comparación de los impactos de la salud y el medio ambiente de nuevos materiales, tecnologías y sistemas con sus equivalentes tradicionales. Esta presentación se dedica a un panel de adaptación climática que será capaz de adaptar sus propiedades para regular las condiciones interiores del edificio sin calefacción y refrigeración. Se espera que el proceso de rehabilitación con panel ADAPTIWALL será más rápido, con menor coste y más eficiente que las metodologías utilizadas actualmente. El nuevo panel se compone de tres elementos: 1) hormigón ligero para el almacenamiento térmico eficiente, 2) materiales poliméricos adaptables para resistencia térmica conmutable y 3) intercambiador de calor total para la temperatura, humedad y control anti-bacteriana (Figura 1).

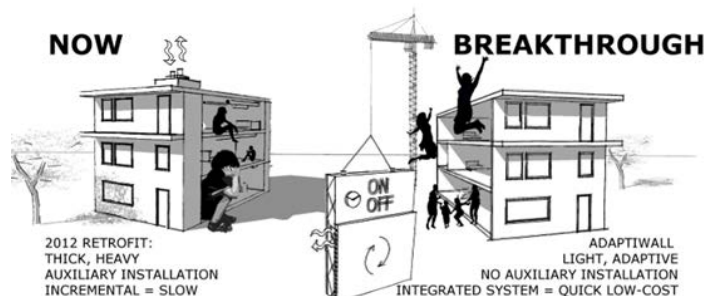


Figura 1: Idea principal del proyecto ADAPTIWALL.

El nuevo sistema de fachada debe ser adaptable a las diferentes condiciones climáticas, por lo tanto en el análisis comparativo se tiene en cuenta tres casos de referencia de tres diferentes prácticas del proceso de rehabilitación que se utilizan actualmente en tres diferentes condiciones climáticas representadas por los Países Bajos, Polonia y Francia. En este caso, el objetivo del estudio ambiental es optimizar el diseño del panel de tal manera que el panel no tendrá un efecto negativo sino incluso positivo para la salud y/o impacto ambiental en comparación con las soluciones actuales del proceso de rehabilitación de los edificios.

Esta presentación se dedica a los siguientes temas de ACV:

- Proceso continuo de desarrollo y recopilación de datos.
- Definición de la unidad funcional adecuada para el ACV de los paneles de fachada.
- Análisis comparativo en la fase de diseño del panel.

Para evaluar el impacto ambiental de ADAPTIWALL, el ACV está realizado según las siguientes normas europeas: ISO 14040-14044, EN 15804:2012 y Manual ILCD. El software GaBi ts versión 7.2 y bases de datos tales como: GaBi y v3 Ecoinvent se utilizan para crear los modelos de ACV.

El Proyecto ADAPTIWALL está financiado por la Comisión Europea dentro del 7º Programa Marco (GA:608808), comenzó en septiembre de 2013 y está programado para ser terminado en agosto de 2017. <http://www.adaptiwall.eu>

PROYECTO LIFE BATTLE CO2. INCORPORACIÓN DE BIOMASA COMO COMBUSTIBLE ALTERNATIVO EN PROCESOS DE FABRICACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

A. Moral¹, L. Pablos¹, C. García² y J.L. Peña³

¹ CARTIF Centro Tecnológico, Parque Tecnológico de Boecillo, p 205. 47151 Boecillo (Valladolid), España

² COLLOSA, c/ Aluminio 17. 47012 Valladolid, España

³ Plataforma Tecnológica Española de la Carretera. C/ Goya N° 23, 3 dcha. 28001 Madrid, España

Email: albmor@cartif.es

Resumen

En el marco de la convocatoria de proyectos LIFE14, y más concretamente en el Subprograma de Mitigación del Cambio Climático, nace el Proyecto LIFE BATTLE CO2: "Biomass incorporation in asphalt manufacturing towards less emissions of CO₂", LIFE14CCM/ES/000404.

El proyecto arrancó en octubre de 2015 y tiene prevista su finalización a finales de 2018.

El Centro Tecnológico CARTIF es el coordinador del proyecto, que cuenta también con la participación de la empresa constructora COLLOSA y la Plataforma Tecnológica Española de la Carretera (PTC).

El proyecto LIFE BATTLE-CO2 se centra en la demostración de la viabilidad técnica, económica y ambiental de la incorporación de la biomasa como combustible en el sector de la fabricación de mezclas asfálticas, típicamente vinculado a un alto uso de combustibles fósiles; y tiene como principal objetivo establecer un proceso de fabricación de mezclas bituminosas en los que se opere sin necesidad de uso de combustibles fósiles en los procesos térmicos (calentamiento de áridos y atemperado de betún), y disminuyendo de manera sensible el consumo eléctrico procedente de grupos electrógenos o motores diésel, incorporando sistemas de recuperación y generación eléctrica a partir de la energía residual de los gases de combustión para el abastecimiento de la propia planta.

Para ello, el consorcio llevará a cabo importantes modificaciones en la planta de fabricación de aglomerado asfáltico que COLLOSA tiene ubicada en la localidad de Cubillas de Santa Marta, en el provincia de Valladolid, donde se instalará una planta prototipo que coexistirá con los equipos actuales permitiendo a la empresa validar los nuevos procesos utilizando biomasa como combustible alternativo.

Las acciones del proyecto se enfocan, en su primer tramo de desarrollo, en el diseño y adquisición de los equipos que coexistirán con los equipos industriales de COLLOSA. Los nuevos prototipos constarán de una caldera modificada para el atemperado de betún, un quemador de biomasa y un trómel específicamente diseñado para el calentamiento de áridos. También se incluye la incorporación de un sistema ORC capaz de generar electricidad a partir de los calores residuales generados en la planta.

Posteriormente, se procederá a la validación técnica de la calidad de los áridos calentados y de las nuevas mezclas fabricadas utilizando biomasa como recurso energético, procediendo a la realización de un tramo de ensayo de más 1000 toneladas (7200 m² pavimentados) de mezcla asfáltica fabricada de acuerdo al nuevo esquema.

El Análisis del Ciclo de Vida también tiene presencia en este proyecto, ya que el Proyecto LIFE BATTLE CO2 tiene previsto, entre sus objetivos principales, establecer las Reglas de Categoría de Producto (PCRs) necesarias para poder desarrollar Declaraciones Ambientales de Producto (EPDs) de mezclas asfálticas, de acuerdo a las condiciones que marca la ISO 14025.

De esta forma, todas las etapas del ciclo de vida de las mezclas asfálticas podrán ser valoradas desde un punto de vista ambiental, estando las empresas constructoras en disposición de proporcionar información ambiental de sus productos bajo un esquema normalizado que incorpora los criterios establecidos en las normas ISO 14040 y 14044 de la gestión de la herramienta ambiental análisis del ciclo de vida.

En términos de huella de carbono, la etapa de fabricación de mezclas asfálticas representa aproximadamente un 50% de las emisiones de gases de efecto invernadero (dentro del scope "cradle to construction"). El Proyecto LIFE BATTLE CO2 tratará de reducir las emisiones generadas en el proceso de fabricación entre un 80-90%, gracias al cómputo neutro de las emisiones procedentes de la biomasa.

El proyecto también colabora de forma paralela con otros proyectos europeos en la definición y cuantificación de criterios ambientales que hagan factible el uso de la Compra Pública Verde (Green Public Procurement GPP) de acuerdo a las indicaciones de la Comisión Europea.

Este proyecto está financiado por el Programa LIFE de la Comisión Europea.

Website: www.battleco2.com

Email: info@battleco2.com

Twitter: @battleco2life

ACV DE LA FABRICACIÓN DE PANELES AISLANTES DE CORCHO Y SU RENDIMIENTO AMBIENTAL EN LA REFORMA DE EDIFICIOS

J. Sierra-Pérez^{1,2}, J. Boschmonart-Rives^{1,3} y X. Gabarrell^{1,4}

¹ Sostenipra (ICTA – IRTA - Inèdit Innovació SL) 2014 SGR 1412. Instituto de Ciencia y Tecnología Ambientales (ICTA), Unidad de excelencia «María de Maeztu» (MDM-2015-0552), Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 – Cerdanyola del Vallès (Bellaterra), Barcelona, España.

² Centro Universitario de la Defensa. Ctra. de Huesca s/n, 50.090, Zaragoza, España

³ Inèdit Innovació, S.L. Parc de Recerca de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 – Cerdanyola del Vallès (Bellaterra), Barcelona, España

⁴ Departamento de Ingeniería Química (XBR), Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 – Cerdanyola del Vallès (Bellaterra), Barcelona, España
Email: jsierra@unizar.es

Resumen

El sector de la construcción es uno de los mayores desafíos ambientales de Europa, representando más del 40% de su consumo de energía y de sus impactos ambientales. Las existentes políticas energéticas promueven la eficiencia energética y el uso de energías renovables en los edificios; lo que resulta en un menor consumo de energía operativa durante la fase de uso del edificio. Sin embargo, la energía y los impactos ambientales fijados en los materiales de construcción durante todos los procesos de fabricación, la construcción del edificio, su demolición y su eliminación, son normalmente ignorados. En el caso de la reforma de edificios, su principal objetivo es el aislamiento de la envolvente de los edificios, así que la relativa importancia de la carga ambiental contenida en los materiales aislantes será más relevante con respecto a la situación inicial. Por eso, el uso de materiales aislantes de origen renovable se ha visto incrementado como una estrategia de minimización del uso de materiales no renovables, reduciendo el impacto ambiental de los edificios. Con respecto a esto, el corcho es uno de los materiales renovables más utilizados como material aislante, especialmente en el norte de Europa, por lo que es importante evaluar las implicaciones ambientales de su fabricación y de su rendimiento en el edificio, siendo comparado con otros materiales aislantes más comunes.

El corcho se extrae del alcornoque, siendo un material renovable típico de la Península Ibérica. El corcho está caracterizado por su elasticidad, impermeabilidad y su buen aislamiento térmico. Los actuales productos aislantes de corcho están caracterizados por sus tradicionales procesos de fabricación. El presente estudio compara el rendimiento ambiental de un producto aislante de corcho desde dos niveles del ciclo de vida. Por una parte, se compara a un nivel de producto y su fabricación, donde se comparan los procesos de fabricación de los materiales con la metodología ACV desde un enfoque "cradle to site". Por otra parte, el corcho es comparado durante el uso con otros materiales, en un caso de estudio de reforma de un edificio siguiendo el estándar Passivhaus para edificios de bajo consumo energético. En este análisis se usa una evaluación integrada de ciclo de vida con simulación dinámica térmica, incluyendo el análisis ACV "cradle to gate" de los nuevos materiales añadidos al edificio, el fin de vida de los elementos reemplazados del edificio y los cálculos de ahorro energético tras la reforma; todo esto de acuerdo con la norma relativa a la evaluación ambiental de edificios EN 15987 y la norma relativa a las declaraciones ambientales de producto (DAP) para productos de la construcción EN 15804:2014. En esta última parte, solamente fue comparado el corcho con el material aislante más extendido en la construcción bajo el estándar Passivhaus, la lana de vidrio (GW).

En un nivel de fabricación, los resultados muestran que el panel aislante de corcho supone mayores impactos que el resto de materiales en la mayoría de categorías de impacto, por lo que el uso de materiales naturales no supone una reducción de impactos ambientales. El factor que más influye en el ciclo de vida es el transporte utilizado tanto en la extracción de la materia prima como en el transporte hasta la fábrica. Además, debido al bajo desarrollo tecnológico de los procesos de fabricación, se producen unos grandes consumos de electricidad y gasoil. Por otra parte, si el carbono biogénico del corcho es tenido en cuenta para GWP, los resultados globales de la reforma del edificio en kg de CO₂ eq dan un valor negativo; es decir que el proyecto de reforma con el corcho mejorado ayudaría a mitigar el cambio climático. A nivel edificio, los mayores impactos ambientales y energía contenida del corcho son transferidos al edificio, así que los resultados de la alternativa de reforma utilizando corcho implica mayores impactos para la mayoría de categorías ambientales. Aunque el corcho consigue mayor ahorro energético debido a su inercia térmica, beneficiando la conservación del calor generado por la calefacción en el interior del edificio. Si el carbono biogénico del corcho es tenido en cuenta, el valor de Calentamiento Global es similar a la opción de aislamiento con GW. Para la categoría de ADPE, el corcho tiene mejores valores en la renovación del edificio.

Resumiendo, el proceso de fabricación de los paneles de corcho debe ser más eficiente y productivo para mejorar la competitividad del producto. El diseño del producto debe ser mejorado para ayudar a aumentar su cuota de mercado, implementando estrategias de ecodiseño en diferentes etapas del ciclo de vida. Además se debería promocionar el uso de materia prima local para reducir la distancia de transporte hasta la fábrica. La inclusión del carbono biogénico en los análisis de ciclo de vida de materiales de construcción de origen forestal mejora su GWP considerablemente. Sin embargo, es importante analizar cómo se calcula ese carbono biogénico y cómo es gestionado al final de su vida.

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL POR LA VÍA TERMOQUÍMICA

P. García-Haro, B. Alonso-Fariñas, B.M. Pedregal y F. Vidal

Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, Universidad de Sevilla, España
Email: bernabeaf@us.es

Resumen

El objetivo de este trabajo ha sido la evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero originadas en la producción de bioetanol obtenido por la ruta termoquímica a partir de madera de chopo. Para ello se ha empleado la metodología para la realización del Análisis de Ciclo de Vida recogida en la norma ISO 14040. Los resultados han sido comparados con los límites establecidos en la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo para ser considerado biocombustible. Dicha directiva establece un marco común para el fomento de la energía procedente de fuentes renovables. En su artículo 17, incluye los criterios de sostenibilidad para los biocarburantes y biolíquidos, indicando que la reducción de los gases de efecto invernadero debe ser al menos de un 35% en la actualidad, del 50% a partir del 2017 y del 60% a partir del 2018. Para el cálculo de dichos porcentajes, se ha tomado el combustible de referencia propuesto en la citada directiva, con unas emisiones de gases de efecto invernadero de 83,8 g CO₂ eq/MJ.

Se ha tomado como caso base una planta de producción de bioetanol situada en la provincia de Soria, Castilla León (España), diseñada para procesar 500 MW_{th} de biomasa como materia prima durante sus veinte años de vida útil. El sistema evaluado incluye el cultivo de la biomasa, el transporte hasta la planta de bioetanol de esta biomasa cultivada, el proceso de síntesis del bioetanol y su posterior transporte y distribución, excluyéndose del estudio la etapa de consumo del combustible (Well to Tank). Tal y como la Directiva 2009/28/CE sugiere, se han tenido en cuenta las emisiones referentes a la fabricación de todo químico o solvente utilizado. Dicha normativa no contempla las emisiones en la fabricación de la maquinaria utilizada, y por lo tanto no se han considerado.

Se han estudiado dos configuraciones distintas de la misma planta diferenciadas únicamente en el proceso usado para el reformado: oxidación parcial (POX) o reformado autotérmico (ATR). En ambos casos, las plantas son autosuficientes energéticamente, consumiéndose, en el proceso de depuración y acondicionamiento del gas de síntesis, parte del gas generado. Para el caso del reformado autotérmico, se ha considerado, a su vez, una variante en la que no se consume gas de síntesis como fuente de energía, siendo la producción de bioetanol máxima (ATRmax). En este tercer caso, la energía requerida se importa como energía eléctrica.

Los resultados obtenidos pueden verse resumidos en la Figura 1. El impacto al calentamiento global está íntimamente ligado a la fase agrícola, donde se produce la madera. Es esta la etapa con mayor contribución al total de las emisiones en los casos en que la planta se diseña con autosuficiencia energética. El bioetanol obtenido por la ruta termoquímica presenta una reducción de emisiones bastante alta respecto a la gasolina convencional. Esta reducción se encuentra entre el 87 y 92%, en función de la etapa de reformado utilizada en el proceso y de la autosuficiencia energética de la planta. Estas reducciones permiten concluir que el bioetanol obtenido por cualquiera de las vías estudiadas puede ser vendido como combustible en la actualidad e incluso en 2018. El caso en el que se emplea el reformado autotérmico y se importa toda la energía necesaria como energía eléctrica, permite una producción máxima manteniendo una reducción que permite la venta del bioetanol producido como biocombustible.

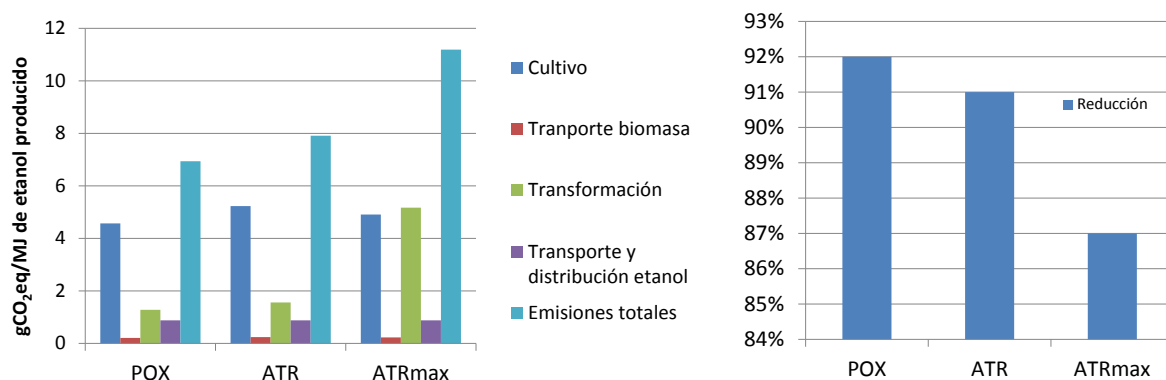


Figura 1: Emisiones de CO₂ eq (izquierda) y reducción de emisiones respecto al combustible de referencia (derecha).

ENFOQUE DE LA CUNA A LA PUERTA PARA LA PIEL DE UN EDIFICIO

D.C. Gámez-García¹, J.M. Gómez-Soberón², R. Corral-Higuera³, P.S. Arredondo-Rea³,
H. Saldaña-Márquez¹ y J.L. Almaral-Sánchez³

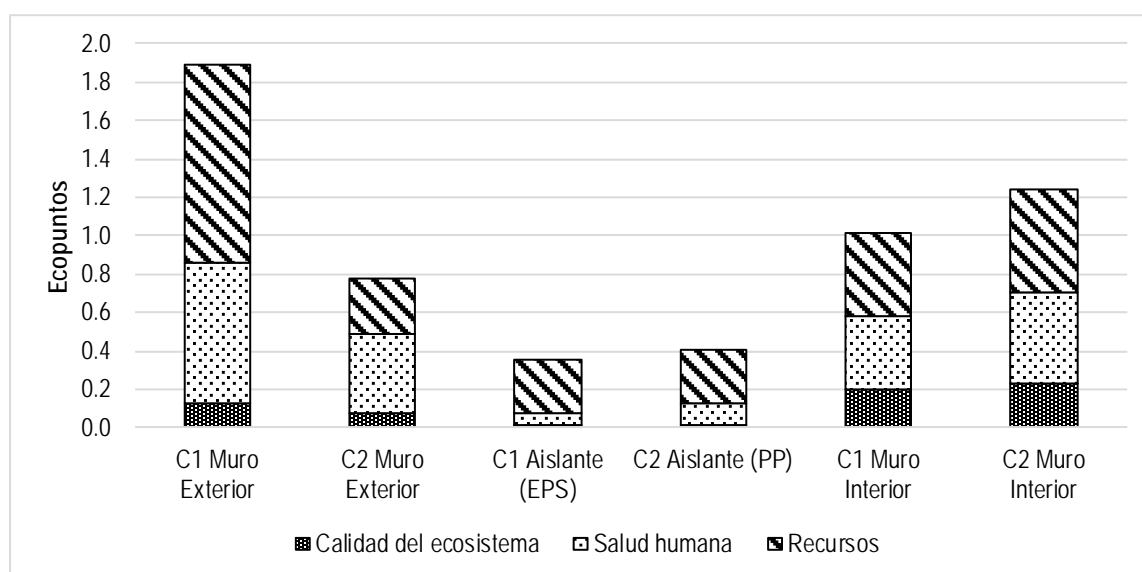
¹ Universidad Politécnica de Cataluña, Esc. Téc. Sup. de Arquitectura de Barcelona, Av. Diagonal, 649, 08028, Barcelona, España

² Universidad Politécnica de Cataluña, Esc. Politéc. Sup. de Edificación de Barcelona, Av. Dr. Marañón, 44, 08028, Barcelona, Esp.

³ Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ingeniería Mochis, Fuente de Poseidón y Á. Flores Pte., 81223, Los Mochis, Méx.
Email: josemanuelgomez@upc.edu

Resumen

La industria de la construcción se enfrenta a grandes retos: la disminución de sus índices de contaminación, su alto consumo de energía y de recursos naturales, su generación de residuos sólidos y sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El Análisis de Ciclo de Vida puede contribuir a mitigar estos daños, por lo que el objetivo de este trabajo es analizar dos sistemas de cerramientos típicos en la edificación española, con el fin de definir qué opción es más conveniente para llevar a la práctica. Las etapas consideradas fueron la extracción y producción de los materiales, y la construcción de los cerramientos; se utilizó como unidad funcional el m² de cerramiento. Para el análisis de los inventarios de ciclo de vida y el análisis de los impactos ambientales se utilizaron las bases de datos BEDEC y ECOINVENT, y como método de impacto ambiental, el ecoindicador 99. Los cerramientos consisten en dos hojas de muro (exterior e interior) y un aislamiento intermedio. El cerramiento 1 (C1) está compuesto por una hoja exterior de ladrillo cerámico perforado de alta densidad (Cer), un aislamiento intermedio de poliestireno expandido (EPS) y una hoja interior de tabique de gran formato (TGF), y el cerramiento 2 (C2) consta de una hoja exterior de bloque de mortero (Mor), un aislamiento intermedio de poliuretano proyectado (PP) y una hoja interior de ladrillo cerámico hueco doble de baja densidad (HD). Los resultados indican que la etapa de construcción representa menos del 1% de las afectaciones generales, lo cual no debe considerarse como un parámetro general en la edificación, dado que el proceso de construcción de cerramientos tiende a ser manual en gran medida. La gráfica muestra la repercusión que tienen todos los elementos de forma individual en cada zona de protección; la zona más afectada por el proceso es el agotamiento de los recursos naturales, seguido de los daños a la salud humana, y por último la afectación a la calidad del ecosistema. Se aprecia que los muros elaborados con piezas cerámicas son los de mayor afectación, siendo esto más evidente mientras menor y más denso sea el tamaño de la pieza; por su parte el muro exterior formado por bloque de mortero resultó ser el que más beneficio reportó, sin embargo dicho beneficio se tiene que analizar con su baja eficiencia térmica o combinar con materiales más eficientes como por ejemplo aislantes de poliuretano. El comportamiento general de ambos aislantes es similar, sin embargo, tiende a ser menos contaminante el poliestireno expandido.



META-ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE EMISIÓN DE ACIDIFICACIÓN Y EUTROFIZACIÓN DE LOS CULTIVOS ENERGÉTICOS EN ESPAÑA

S. Jerez-Uriarte y D. Garraín

CIEMAT, Dpto. de Energía, Ud. de Análisis de Sistema Energéticos, Av. Complutense 40, 28028 Madrid (España), www.ciemat.es
Email: daniel.garrain@ciemat.es

Resumen

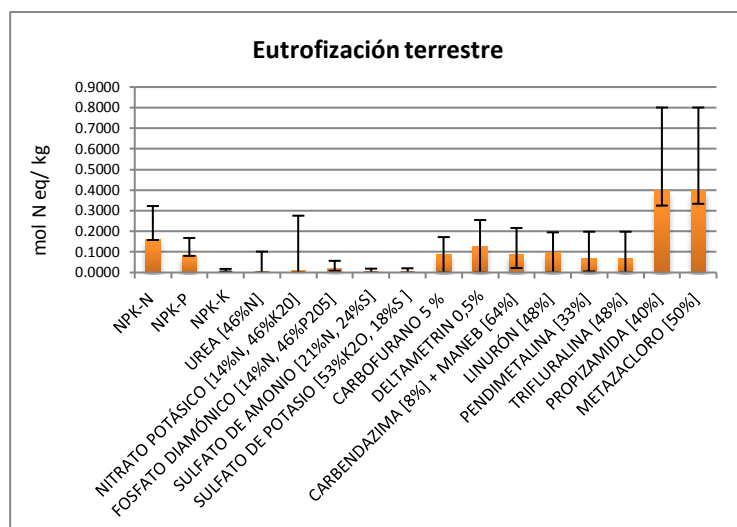
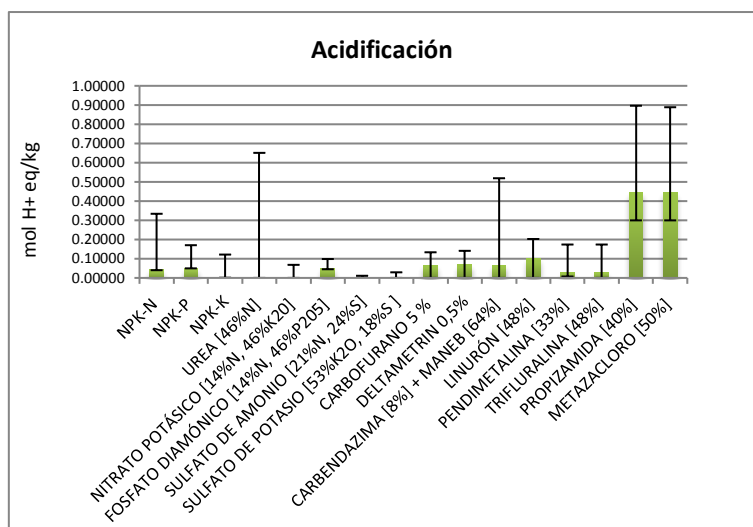
Los estudios de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de la producción de biocombustibles a partir de cultivos energéticos se han centrado principalmente en las categorías de cambio climático y de consumo de energía, ya que son las que, a priori, resultan más favorables a la hora de comparar el comportamiento ambiental con las alternativas fósiles. Otras categorías han sido menos estudiadas y detalladas, como la acidificación y la eutrofización, responsables de efectos dañinos de importancia sobre la salud y los ecosistemas, y que son muy desfavorables para los biocarburantes. Más concretamente, en la fase de producción, los mayores consumos de energía y emisiones de gases de efecto invernadero se deben a la fabricación y uso de fertilizantes y pesticidas, responsables además de los altos valores de las otras categorías mencionadas.

El objetivo de este estudio es realizar un meta-análisis a partir de estudios científicos y bases de datos para obtener factores de emisión directos del impacto de los fertilizantes, pesticidas y fitosanitarios utilizados en los cultivos energéticos en España, en las categorías de acidificación y eutrofización, para su consideración en el cómputo global del impacto medioambiental de biocombustibles mediante el ACV. Los fertilizantes, pesticidas y fitosanitarios seleccionados se presentan a continuación:

- Fertilizantes: NPK-N, NPK-K, NPK-P, Urea, Nitrato de potasio, Fosfato diamónico, Sulfato de amonio y Sulfato de potasio.
- Pesticidas y fitosanitarios: Carbofurano, Delametrín, Carbenzamida+Maneb, Linurón, Pendimetalina, Trifluralina, Propizamida, Metazaclo-ro.

Tras la recogida de datos mediante dicho meta-análisis se recopilaron y trataron todos los datos en las mismas unidades para así poder compararlos. El método de caracterización empleado para la presentación de resultados ha sido el ILCD 2011 *midpoint*, de la Comisión Europea. Posteriormente, se realizó una selección entre todos los factores de emisión encontrados, de manera que se adecuaron lo máximo posible a las condiciones reales del listado presentado anteriormente.

Las figuras siguientes muestran los resultados para las categorías de acidificación (izqda.) y eutrofización (dcha.), indicando los diferentes factores de emisión producidos con un valor típico y un rango de sensibilidad. Se observa que los pesticidas generan un mayor impacto que los fertilizantes. Analizando en detalle el impacto para cada materia prima, se puede concluir que la principal causa del valor de los factores de emisión son principalmente los propios procesos de síntesis de productos y subproductos, como las emisiones de SO_x , el H_2S en la síntesis de amoníaco, los NO_x en la del ácido nítrico, el amoníaco en la síntesis de la urea, o el H_2F y el SF_4 emitidos en la industria del fósforo en general.



REPENSANDO EL MODELO CONSTRUCTIVO

J. Pedroche Chércoles

Knauf GmbH Sucursal en España

Email: pedroche.javier@knauf.es

Resumen

Debemos darnos cuenta de que es necesario cambiar nuestro modelo de construcción, en busca de otro más sostenible. Hemos superado ampliamente nuestra capacidad de auto-regeneración y se hace vital establecer una serie de nuevas bases para compensar el impacto ocasionado sobre el medio ambiente y evitar un empeoramiento del cambio climático.

Es evidente que uno de los sectores que ha tenido un mayor impacto negativo en el medio ambiente ha sido el de la construcción, no en vano es el responsable del 40% del consumo de la Unión Europea y el 36% de las emisiones de CO₂. Ya se han dado pasos en esa línea por parte de las instituciones, limitando el consumo de energía y las emisiones de CO₂ de los edificios, pero está claro que todavía hay mucho camino por recorrer.

Solamente aplicando los estándares Passivhaus se podrían reducir en un 85% la media del consumo de energía de un hogar, según el informe de ADENA. Pero lo que es mucho más importante que aplicar estos estándares es determinar en qué tipo de vivienda se aplican. La vivienda nueva supone solamente un 1% del total de viviendas construidas, por lo que es en la rehabilitación energética de edificios ya existentes donde podemos conseguir un impacto exponencial.

El impacto de la construcción no se queda en el propio consumo energético del edificio. Más importante aún es la influencia de todo el ciclo de vida del edificio. La energía consumida por la industria de materiales de construcción representa el 14% de la energía total, siendo un sector con una alta demanda de materiales. Solo la construcción y el mantenimiento de edificios consumen el 40% de las materias primas utilizadas en la Unión Europea, estimando que un edificio estándar requiere de unas 2 toneladas de material por m². Solo enfocándonos en sistemas sostenibles, con un ciclo basado en su diseño ecológico y un compromiso de eficiencia, podremos reducir este impacto.

Las placas de yeso existentes nos ofrecen una amplia gama de posibilidades para ser utilizadas en cualquier tipo de situación, superando los requisitos de las diferentes normas, incluyendo, por supuesto, el nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE). En la nueva arquitectura del siglo XXI las nuevas normas y criterios de sostenibilidad, como el Sello Verde (España), LEED (EE.UU.), BREEAM (Reino Unido), HQE (Francia), DGNB (Alemania) son los conductores también en el uso de este tipo de sistemas totalmente sostenibles. Hospitales, escuelas, casas unifamiliares, edificios grandes, salas de rayos X, estadios, teatros de ópera, laboratorios, piscinas..., la versatilidad y eficiencia de estos sistemas les dan una gran ventaja y ahorro respecto a los sistemas tradicionales.

RETOS EN LA REGULACIÓN DE LAS BIORREFINERÍAS TERMOQUÍMICAS EN EUROPA

P. Haro, C. Aracil, F. Vidal-Barrero y P. Ollero

Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, Universidad de Sevilla, España
 Email: pedrogh@us.es

Resumen

La producción de biocarburantes en Europa está regulada por cada estado miembro de la Unión Europea (UE). No obstante, existe una regulación común a nivel EU en el marco de la Directiva de Energía Renovable (RED) que establece unos objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del 60% en 2018 (comparado con las emisiones de GEI de un indicador de los carburantes fósiles). Las biorrefinerías termoquímicas son instalaciones en las que se transforma biomasa mediante técnicas como la gasificación o la pirólisis en un único producto o varios. Si estos productos son biocarburantes estarán obligados a cumplir con el objetivo de reducción fijado en RED. Para poder determinar el cumplimiento del objetivo es necesario contabilizar todas las emisiones de GEI desde la cuna hasta la tumba en su ciclo de vida, lo que se define como su balance de GEI. En la Figura 1 se muestra este balance junto con las emisiones contabilizadas para el indicador de los carburantes fósiles (sistema de referencia).

La producción de múltiples productos en una biorrefinería termoquímica (biocarburantes, electricidad y químicos) implica la ponderación de las emisiones de GEI en cada producto. Sin embargo, los productos químicos procedentes de biomasa no están regulados a ningún nivel, lo que implica que no se podría fijar reducciones de GEI en los productos de estas biorrefinerías. Para poder incluir a los químicos en la regulación, sería necesario establecer las emisiones en su posterior procesamiento y criterios para el almacenamiento del carbono biogénico. Ese almacenamiento de carbono es similar al que actualmente se reconoce en el *biochar*.

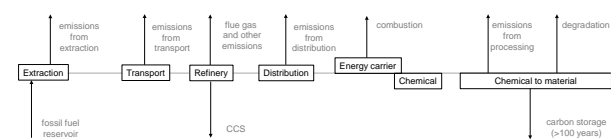
Tanto la literatura en biorrefinerías termoquímicas como las plantas de demostración han probado que existe una reducción potencial de emisiones de GEI superior a la requerida. Esto implica que existen unas emisiones de GEI evitadas por encima del nivel fijado en la UE que por tanto podrían ser objeto de compensación económica.

La captura y almacenamiento de carbono biogénico (Bio-CCS) ha sido estudiada por la Agencia Internacional de la Energía como una tecnología de retirada de CO₂ de la atmósfera. Sin embargo, en Europa no sería posible la venta de los derechos de emisión correspondientes al Bio-CCS dentro del mercado Europeo de emisiones de CO₂ (EU-ETS).

La única alternativa compatible con la regulación actual para la compensación económica de las emisiones evitadas por encima del objetivo fijado sería la sustitución parcial de la biomasa por un combustible fósil de menor coste.

La Figura 2 muestra el impacto en la economía del proceso de la futura regulación de los retos aquí planteados (ninguno previsto a corto o medio plazo). Cabe destacar que la venta de derechos de emisión sería rentable a precios inferiores a los de captura en plantas de potencia convencionales (50-100 €/t).

a) GHG balance using fossil fuels (E_p, regulated):



b) GHG balance using biomass (E_c, calculated):

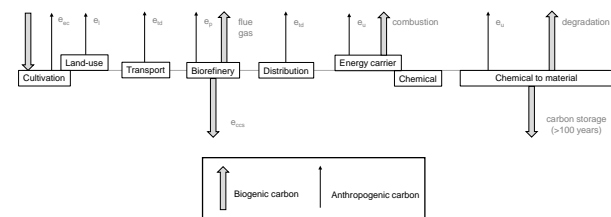


Figura 1: Balance de emisiones de GEI en el sistema de referencia (fósil) (a) y en la biorrefinería termoquímica (b).

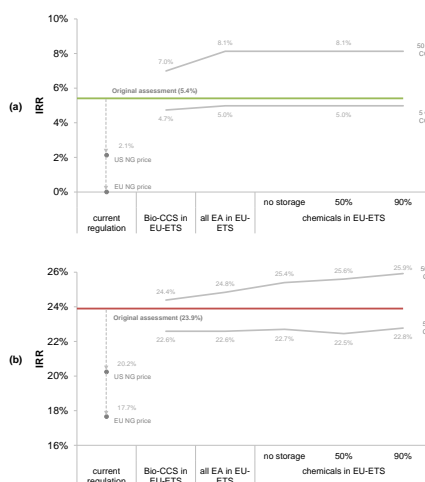


Figura 2: Ejemplo del impacto de una futura regulación en la economía del proceso. (a) Producción de un único biocarburante y (b) multiproducción de biocarburantes y químicos.

LIST OF CONTRIBUTIONS

- ORAL CONTRIBUTIONS
- POSTER CONTRIBUTIONS

Oral contributions

LIFE CYCLE ASSESSMENT IN BUILDING THROUGH FREE SOFTWARE. ECÓMETRO

Diego Ruiz

Department of Industrial Chemical Engineering and Environment, School of Industrial Engineers, Technical University of Madrid
Email: diego.ruiz@upm.es

Abstract

The construction and use of buildings are responsible for a large part of the energy and resources consumption and the generation of environmental impacts in our societies. Over the past two decades, policies to reduce impacts in the construction sector have focused on the use stage of the building: consumption in air conditioning, heating, lighting, etc. (known as direct impacts). Under this approach, other life cycle stages of the building as the extraction and production of building materials, maintenance, end of life and the transport of all these flows (indirect impacts) are obviated. The interaction between these two sources of impact can be complex, therefore, it is necessary to evaluate them together under the same indicators in order to make coherent decisions during the design stage of buildings.

Ecómetro is a tool to obtain environmental information based on the life cycle assessment from a building project. The tool generates results on direct and indirect impacts of the project expressed in common indicators. Thus provides coherent environmental information on the project assisting in decision-making. It is applicable to both new buildings and existing buildings and rehabilitation projects. Ecómetro is open source software developed under the collaborative knowledge criteria available in online version.

The assessment performed by ecómetro is harmonized with the existing standards on sustainability in construction work from the European Committee for Standardization –CEN / TC350– and the Technical Committee of Standardization AENOR –AEN / CTN 198. Specifically with the standards UNE-EN 15978:2012 (Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method) and UNE-EN 15804:2012+A1:2014 (Sustainability of construction works. Environmental product declarations. Core rules for the product category of construction products). Using the nomenclature defined by these standards, the scope of the LCA includes the following steps and processes:

A1: Supply of raw materials. Extraction and primary processing of raw materials.

A2: Transport. Transportation up to the factory gate.

A3: Manufacturing. Manufacture of building products and materials.

A4: Transport. Transportation from factory gate to regional distribution center; and from there to building site.

A5: Construction. It includes consumption of fossil fuels, electricity and water during the execution of the works; ground conditioning works prior to construction; and the transport and EoL of waste generated.

B4: Replacement. Production of the components and of ancillary products with a lower lifetime than the building.

B6: Operational energy use. Production (and combustion) of fuels, and electricity generation, consumed in heating, air conditioning and lighting during the building use.

The environmental database of ecómetro covers most materials and products related to the following building components: foundation, structure, facade, roof, horizontal and vertical partitions and surface finishes. To complete the life cycle inventory, ecómetro is designed to obtain a large part of the activity data required for the assessment from the measurements included in the project budget. As a prerequisite, the budget must be generated using the prices database of the Official Association of Quantity Surveyors and Technical Architects of Guadalajara, respecting its chapter structure and work units. This budget must be uploaded to online tool in BC3 format. When this step is completed, immediately all items of the project budget will be associated with the building products and materials of the environmental database of ecómetro. As a result, a list of materials and construction products with their characteristic work units is generated. This list is available to the user because the next step is to complete it with additional information concerning the transport stage. Finally, for the evaluation of operational energy use it is necessary to provide information on:

- the annual consumption of fuel and electricity in heating, air conditioning and lighting;
- the energy source used for heating (natural gas, diesel, electricity and biomass); and
- if the electricity consumed is from renewable sources.

The life cycle inventory of the manufacture of building materials, transport processes, construction and energy production has been obtained from the European Life Cycle Database (ELCD 3.2) and 3.2 Ecoinvent.

Finally, the impact categories assessed by the ecómetro are also harmonized with cited standards: depletion of abiotic resources, acidification, eutrophication, global warming, ozone depletion, photochemical ozone creation and primary energy consumption.

METHODOLOGY, TOOLS AND EXAMPLES OF LIFE CYCLE ASSESSMENT IN URBAN ENVIRONMENT

Patxi Hernández, Lara Mabe, Xabat Oregi and Eneko Arrizabalaga
TECNALIA Research & Innovation
Parque Tecnológico de Bizkaia
c/ Geldo, Edificio 700
E-48160 Derio - Bizkaia (Spain)
Email: patxi.hernandez@tecnalia.com

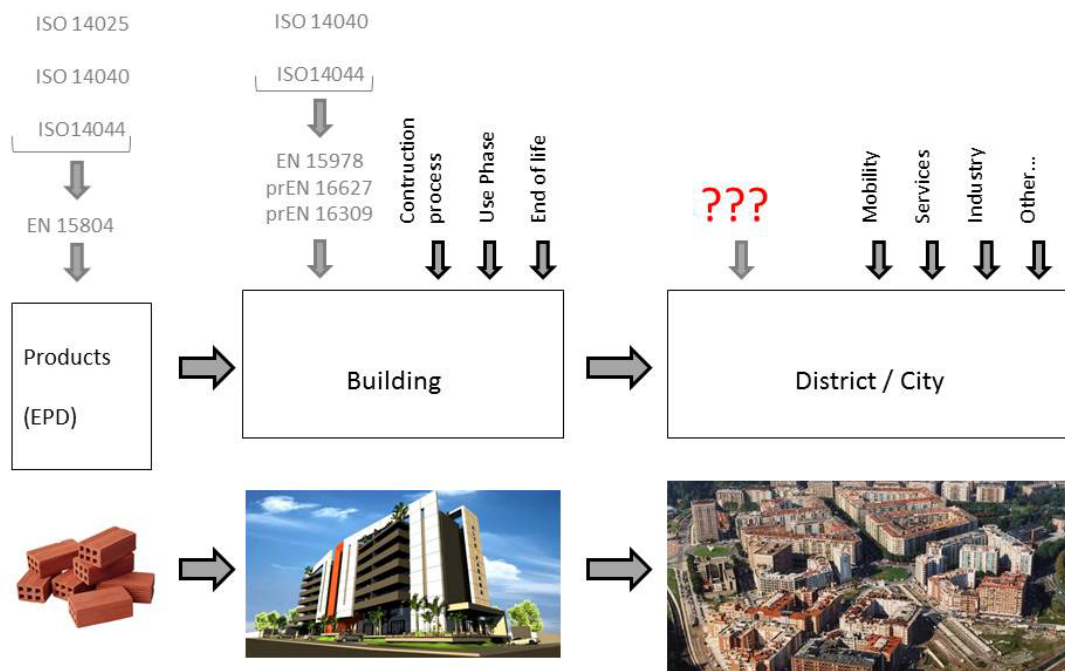
Abstract

Life Cycle Assessment (LCA) has been applied for decades to different processes and products, and is widely recognised as a useful tool to improve their environmental performance. Nowadays the construction sector is one of the most active fields of application. Environmental Product Declarations (EPDs) are increasingly common for different construction products. Standardization committees such as CEN TC 350 or ISO TC 59 / SC17 have developed standards defining the different life cycle phases for buildings, detailing system boundaries and calculation methods for the analysis on each phase, and proposing a number of indicators to express the results of the analysis. Different tools for a complete LCA at building level have already been developed, and are increasingly used by architects and designers, and are even embedded within building regulations.

The extent to which LCA is applied to wider analysis at district or city level is however still far from standardization. Boundaries and methodologies considering a full environmental analysis at these levels differ on different studies and the complexity of the analysis increases when city services, transport and infrastructure are added to the building level analysis.

TECNALIA is working on methodologies to calculate the environmental impacts of districts and cities considering a life cycle perspective, and developing a range of tools in this field. An example of such tools is NEST (Neighbourhood Evaluation for Sustainable Territories), which is one of the first tools allowing life cycle analysis on district scale, and which also includes economic and social analysis. NEST tool has been used in practice, for example to study economic, environmental and social impacts of building refurbishment strategies for three districts in the city of Donostia-San Sebastian.

Further research work is being carried integrating socio-economic data and supply chain analysis at local and regional level into the methodology and tools developed, for a more integrated city-level evaluation. The final objective is to provide a framework and tools to allow comparison of environmental and socioeconomic impacts of different smart and efficient solutions and strategies, which can facilitate decision making and the definition of transition paths towards more sustainable cities.



Description of standardization efforts integrating LCA at product, building, and district/city level.

LIFE CYCLE ASSESSMENT OF A WOODEN BUILDING IN SPAIN

Rosario Vidal¹, Núria Sánchez-Pantoja¹ and Germán Martínez²

¹ Department of Mechanical Engineering and Construction, GID, Universitat Jaume I, Av. Sos Baynat s/n, 12071 Castelló, Spain

² Department of Construction & Engineering Projects, University of Granada, c/ Severo Ochoa s/n, 18071 Granada, Spain
Email: vidal@uji.es

Abstract

Life Cycle Assessment (LCA) research studies published to date for residential building are mainly concentrated on timber constructions in developed countries and climatic zones mostly cold. We found only a few studies in the literature carried out in southern Europe, and they usually refer to comparative advantages of different constructive systems used to form the building envelope. Thus, there is a lack of data about the environmental performance of wooden buildings in moderate or even warmer climatic zones, with a lower heating demand, but where cooling and ventilation are a significant requirement too. In particular, we have taken into special consideration one of the studies found in the literature carried out by the Joint Research Centre: "Environmental improvement potentials of residential buildings". It was considered as the reference scenario for comparing the environmental impacts data obtained in our research, together with other studies of Spain and Portugal.

The work presented here has been carried out concerning a wooden building built in Granada (Spain) in 2015. In southern Spain, timber industry is scarce and for this reason the structural wood has been imported from central Europe. Therefore, the potential harmful effect of the transportation of this structural wood results very interesting to study.

The research has focussed on the impact caused by a new wooden building using the LCA methodology, from raw materials extraction to the waste management at the end of building life. Life cycle energy analysis (LCEA) is included and various scenarios have been raised for the waste management regarding the compliance with the landfill directive on the 2020 horizon. The functional unit is one square meter of gross floor area (GFA) considering 50 years of service and the environmental impact categories considered are those in standard EN15978 and additionally we have considered the cumulative energy demand (CED).

The first positive data in this study is regarding the weight. While for a building with conventional structure other studies give a mean weight of more than 1.5 t/m², for the wooden building we have obtained a weight of 0.97 t/m². This has a positive direct effect on the impact of the transport due to the lighter materials, as well as on the foundation design, which can be easier.

The results showed that the embodied carbon footprint is very low thanks to the CO₂ sequestration during the growth phase. Thermal conditions of the wooden solutions are especially good, so we get a better energy efficiency of the building and it results in a lower demand of energy consumption in heating and cooling during the use phase of the building. For the wooden dwelling, the energy demand in the use phase ranges from 33% to 47% of the total energy throughout the life cycle.

Regarding the transport, sensitivity analysis tells us that obtaining structural wood from local suppliers would not mean a significant reduction of the impacts, except for the carbon footprint, which would be better. Regarding the waste management, the study with various scenarios has allowed to verify that it is feasible to achieve the objective of the Construction Waste Directive for the year 2020. The recovery of wooden wastes (for example, as raw material for particle board production) is not particularly valuable. On the other hand, metals recycling reduces a lot all the impacts.

The research includes also a comparison between constructive systems used into the thermal envelope of the wooden building (façades, party-walls and roofs) with others used in traditional construction made with ceramic materials and plasterboard. The comparison is made always (for 1 m²) between constructive elements with the same thermal transmittance (U-values), so the energy demand for heating and cooling during the use phase was the same. To this end, it was necessary to increase the insulation layers' thickness of the conventional solutions until we reach the same thermal transmittance as in wooden building. The conclusion is that timber solutions, in addition to be lighter and to have less thickness, cause less environmental impacts than conventional solutions.

Despite the good results achieved for the environmental impacts of the wooden building, the obtained values for the embodied energy are higher than for other traditional dwellings of Spain and Portugal, although mainly this is because of higher energy feedstock values of the materials.

This research was carried out thanks to the Foundation University of Granada – UCOP Construcciones, S.A.

ASSESSMENT OF ROOFTOP GREENHOUSES

Esther Sanye¹, Jordi Oliver-Solà¹, Juan Ignacio Montero¹, Joan Rieradevall^{1,2} and Xavier Gabarrell^{1,2}

¹ SosteniPrA (ICTA-IRTA-Inèdit Innovació), Institute of Environmental Science and Technology (ICTA), Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 Bellaterra, Barcelona, Spain

² Department of Chemical, Biological and Environmental Engineering, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 Bellaterra, Barcelona, Spain

Email: joan.rieradevall@uab.cat

Abstract

Rooftop greenhouses (RTGs) are increasing as a new form of urban agriculture. Several environmental, economic, and social benefits have been attributed to the implementation of RTGs. However, the environmental burdens and economic costs of adapting greenhouse structures to the current building legislation were pointed out as a limitation of these systems in the literature. In this sense, this contribution aims to analyse the environmental and economic performance of RTGs in Barcelona. A real RTG project is here analysed and compared to an industrial greenhouse system (i.e. multi-tunnel), from a life cycle perspective. Life cycle assessment (LCA) and life cycle costing (LCC) methods are followed in the assessment. The analysis is divided into three parts that progressively expand the system boundaries: greenhouse structure (cradle-to-grave), at the production point (cradle-to-farm gate), and at the consumption point (cradle-to-consumer). The applied LCIA methods are the ReCiPe (hierarchical, midpoint) and the cumulative energy demand. A cost-benefit analysis (CBA) approach is considered in the LCC. For the horticultural activity, a crop yield of 25 kg·m⁻² is assumed for the RTG reference scenario. However, sensitivity analyses regarding the crop yield are performed during the whole assessment. The greenhouse structure of an RTG has an environmental impact between 17% and 75% higher and an economic cost 2.8 times higher than a multi-tunnel greenhouse. For the reference scenario (yield 25 kg·m⁻²), 1 kg of tomato produced in an RTG at the production point has a lower environmental impact (10–19%) but a higher economic cost (24%) than in a multi-tunnel system. At the consumption point, environmental savings are up to 42% for local RTGs tomatoes, which are also 21% cheaper than conventional tomatoes from multi-tunnel greenhouses in Almería. However, the sensitivity assessment shows that the crop efficiency is determinant. Low yields can produce impacting and expensive vegetables, although integrated RTGs, which can take advantage from the residual energy from the building, can lead to low impacting and cheap local food products. RTGs face law limitations that make the greenhouse structure less environmentally friendly and less economically competitive than current industrial greenhouses. However, as horticultural systems and local production systems, RTGs can become an environmentally friendly option to further develop urban agriculture. Besides, attention is paid to the crop yield and, thus, further developments on integrated RTGs and their potential increase in crop yields (i.e. exchange of heat and CO₂ with the building) are of great interest.

EXPANDING THE LIFE CYCLE PERSPECTIVE TO OTHER SUSTAINABILITY PILLARS: APPLICATION TO SOLAR THERMAL ELECTRICITY

Irene Rodríguez-Serrano, Natalia Caldés, Cristina De la Rúa and Yolanda Lechón

Energy Systems Analysis Unit, Energy Department. Technical, Environmental and Energy Research Centre (CIEMAT).
40 Complutense Avenue, 28040, Madrid (Spain)
Email: irene.rodriguez@ciemat.es

Abstract

In this contribution, a theoretical framework for the analysis of not only socioeconomic and environmental impacts but also social risks involved over the whole life cycle of products and services is presented. The framework is called "Framework for Integrated Sustainability Assessment" (FISA), and it is based on a combination of a Multi-Regional Input-Output (MRIO) analysis and a social risk database entitled "Social Hotspot Database" (SHDB). This framework has been applied to a solar thermal project for electricity production in Mexico and main results of social risks involved in economic sectors which could be more stimulated by the project along its whole life cycle are represented.

MRIO assessment allows to analyze the relationships among economic sectors and countries when an increase of goods and services is produced by a specific project (Leontief, 1936). Based on project cost data (investment and operation and maintenance "O&M" costs), which corresponds to the direct demand; MRIO analysis allows to estimate indirect effects produced by the project, which corresponds to production of goods and services needed to satisfy the direct demand. The addition of direct and indirect effects represents total effects or total production of goods and services generated by the project. These effects have been calculated for the 40 countries and 35 economic sectors of the World Input-Output Database (WIOD) (<http://www.wiod.org>). An expansion of MRIO analysis allows to add socioeconomic or environmental vectors of the required impact by monetary unit produced in a specific year (e.g. employments/\$ or CO₂ emissions/\$) (Hendrickson et al., 1998). Once the total economic effects generated by the project have been calculated, it is possible then to estimate socioeconomic or environmental impacts associated to this economic stimulation by multiplying these vectors. One of the key socioeconomic impacts analyzed for the link with the SHDB is the estimation of total hours worked in each economic sector in the whole life cycle of the project.

The SHDB contains a quantification of different social risks existing in economic sectors. These risk values are based on a 1 to 4 risk scale, in which one represents low risk and four very high risk. The quantification of these risks values is calculated by different characterization processes of the different social indicators, normally by data distribution (e.g. quartiles) or expert consultation, being this one especially relevant when indicators have a qualitative nature difficult to quantify.

The link between the SHDB and the MRIO analysis involved in the FISA framework consists in the relationship of hours worked obtained from the MRIO assessment in the different WIOD economic sectors and the social risk values existing in the same WIOD sectors classification, producing the so called "Project Social Index" (PSI). In this sense, it is possible to identify what sectors with high social risks will be more stimulated by the analyzed project, which are entitled "Project Social Hotspots" (PSH), which correspond to sectors with largest PSI values.

This framework has been applied to a solar thermal project for electricity production in Mexico. Main results obtained show that, despite being involved through the direct demand exporter countries such as Germany or the Netherlands, as well as through the indirect demand more than forty countries by trade relationships, the largest PSH identified are in Mexico. Within the top five PSH identified, 43% corresponds to the "Renting of machinery and equipment and other business activities" sector; 27% to the financial sector; 12% to the construction sector; 10% to the basic metals and fabricated metals sector; and 7% to the other non-metallic minerals sectors.

The identification of PSH is an opportunity to account for other aspects of sustainability derived from the economic stimulation that a project would generate in its whole life cycle. In this sense, it is possible to explore the specific risks that contribute with larger social risk values to the PSH in order to focus the set of solutions aiming at minimize those harmful risks. These risks will be easier to identify with monitoring of companies involved in the whole value chain of production of goods and services and, if possible, verifying that they have and accomplish their corporate social responsibility practices.

References

- Hendrickson, C., Horvath, A., Joshi, S., Lave, L., 1998. Economic input-output models for environmental life-cycle assessment. *Environ. Sci. Technol.* 32, 184A–191A.
- Leontief, W., 1936. Quantitative input and output relations in the economic systems of the United States. *Rev. Econ. Stat.* 18, 105–125.

IS BIOENERGY PRODUCTION FROM AGRI-FOOD WASTES AN ENVIRONMENTALLY VIABLE ALTERNATIVE?

Gumersindo Feijoo, Sara González-García and M^a Teresa Moreira

¹ Dept. of Chemical Engineering, University of Santiago de Compostela, 15782 Santiago de Compostela, Spain
Email: gumersindo.feijoo@usc.es

Abstract

Emission of greenhouse gases (GHG) and energy sources security are driving forces that have encouraged the promotion of renewable energies and resources. Other remarkable environmental problem is the incessantly increasing production of organic wastes generated in human activities (agriculture, food, industry). The huge production of animal waste in the breeding sector requires sustainable solutions for its managing. In fact, in terms of GHG emission, this sector is responsible for $\approx 37\%$ of the anthropogenic methane. Moreover, it also releases 65% and 64% of anthropogenic nitrous oxide and ammonia emissions, respectively.

The anaerobic digestion of this animal waste is being promoted because it can be considered as a sustainable waste management due to the production of both a renewable energy and a valuable organic fertiliser (named digestate). As a result, many agricultural biogas plants using manure as main feedstock have been recently built all over Europe.

Although biogas production arises as an environmentally harmless alternative for energy production, it is mandatory to quantify the corresponding environmental impacts associated to this production. Consequently, the environmental sustainability of biogas production and use should be properly evaluated by means of scientific and robust methods for instance Life Cycle Assessment (LCA). LCA enables environmentally assessing complete bioenergy production chains through their life cycle. In fact, there are available multiple LCA studies regarding biogas production systems (biogas can be further converted into electricity and heat) analysing their environmental benefits and weaknesses.

Mostly, biogas production from the organic waste anaerobic digestion represents a chance to attain environmental advantages in energy sector. However, its biogas production potential is showed to be smaller compared with the use of other substrates such as energy crops. The anaerobic digestion of energy crops has the capacity of provide a bigger energy yield. However, the agricultural phase required to produce the feedstock (i.e. energy crop) showed to be key factor in the definition of the environmental profile of these biogas systems.

The environmental impacts of crops production are mainly related with i) the diesel requirements and derived combustion emissions associated with the agricultural activities as well as ii) field emissions from fertiliser (mineral or organic) application. According to the literature, the anaerobic co-digestion of two or more different feedstock can achieve up to 10% higher biogas yield in comparison with those with single feedstock digestion. These systems are interesting to study because higher bioenergy production entails higher credits because of replaced fossil fuel-based energy production.

Other important factor in the environmental profile definition of biogas production is the digestate management. The consideration of the digestate as a valuable co-product in organic fertilisation should involve environmental benefits since mineral fertilisers production (and application) could be avoided. However, the environmental relevance of digestate application in arable land became clear due to fertilising related emissions such as ammonia and nitrate. In this sense, different digestate management options have been assessed in the literature.

The goal of this study was to analyse and compare from a cradle-to-gate approach the environmental profile of a bioenergy production plant from anaerobic mono- or co-digestion of pig slurry and maize as energy crop. The environmental advantages of using pig slurry as a substrate for bioenergy production were demonstrated. In addition, the most critical processes from an environmental point of view were identified in order to assess improvement opportunities in both case studies. LCA was the international methodology selected to gain insight into the environmental consequences of this biogas system and the functional unit chosen for comparison was 1 t of feedstock digested.

Acknowledgements

Authors belong to the Galician Competitive Research Group GRC 2013-032, programme co-funded by FEDER. Dr. S. González-García would like to express her gratitude to the Spanish Ministry of Economy and Competitiveness (grant reference RYC-2014-14984) for financial support.

WHEN COMPARISONS ARE NOT ODIUS: COMBINED USE OF PROCESS SIMULATION, LCA AND DEA

Diego Iribarren¹, Mario Martín-Gamboa¹ and Javier Dufour^{1,2}

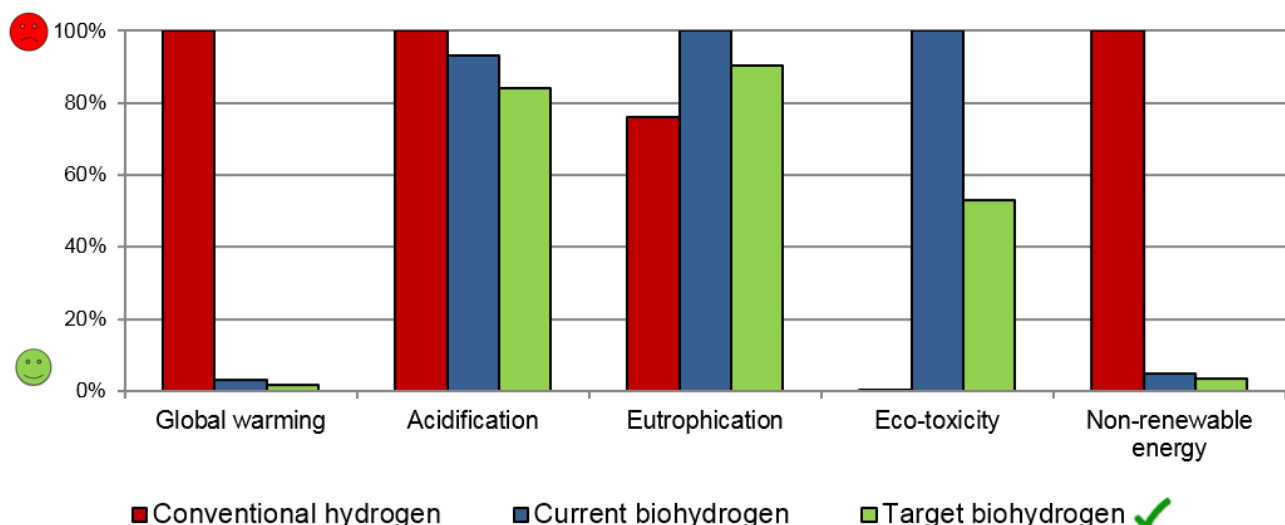
¹ Systems Analysis Unit, Instituto IMDEA Energía, E28935 Móstoles (Spain)

² Department of Chemical and Energy Technology, Rey Juan Carlos University, E28933 Móstoles (Spain)
Email: diego.iribarren@imdea.org

Abstract

Life Cycle Assessment (LCA) is widely recognised as a useful methodology for the evaluation of the environmental performance of product systems (energy systems not being an exception). When enlarging the traditional LCA scope to include aspects beyond the environmental dimension (e.g., technical, economic and social aspects), the attempts based exclusively on a life cycle perspective have not enjoyed the same level of acceptance. Within this context, the combination of life cycle and non-life cycle approaches is often seen as a synergistic practice towards a robust and practical multi-dimensional assessment. In particular, the combined use of life cycle approaches and Data Envelopment Analysis (DEA) –which is known as the LC + DEA concept– has gained in popularity in recent years, with an increasing international coverage (institutions from at least 18 countries) and a 145% increase in the number of scientific publications in the period January 2013-June 2016 with respect to the whole period 2009-2012.

DEA is a linear programming methodology that quantifies in an empirical manner the comparative productive efficiency of multiple similar entities. To date, the combined use of DEA with life cycle approaches such as LCA, carbon footprinting and emergy analysis has facilitated the multi-dimensional assessment and benchmarking of a wide range of entities: mussel rafts, dairy farms, fishing vessels, vineyards, wind farms, building components, wastewater treatment plants, etc. The variety of both life-cycle approaches and DEA models favours the position of LC + DEA as an expanding field. Furthermore, LC + DEA methods can benefit from the combined use of other analytical tools. In this work, the joint use of process simulation, LCA and DEA is proposed and proven through a bioenergy case study. These three analytical tools are jointly used to quantitatively verify the hypothesis that the implementation of currently feasible measures at the biomass cultivation stage leads to significantly improve the techno-environmental profile of biohydrogen. DEA is used herein to benchmark the operational performance of a set of vineyards, while process simulation is used as a key source of life cycle inventory data for the energy conversion system (hydrogen production through indirect gasification of grape pruning waste). Finally, LCA is used to quantify the life cycle profile of both biohydrogen according to current (average) agricultural practices and biohydrogen according to target agricultural practices. As shown in the figure below, the results lead to accept the hypothesis since the benchmarked cultivation practices result in a (target) biohydrogen product with life cycle impacts significantly lower than those of (current) biohydrogen from non-optimised vineyards. It should be noted that, according to the LCA + DEA procedure followed, the techno-environmental benchmarks of the optimised vineyards (and, subsequently, of target biohydrogen) rely mainly on observed values from the original sample of current vineyards. In other words, relevant sustainability benefits can be achieved by just performing sensibly according to observed practices. Definitely, comparison among peers may not be odious but advantageous when pursuing sustainable development.



IMPLEMENTATION OF SENSIBLE MEASURES ACCORDING TO DEA

Poster contributions

LCA OF A NEW, CLIMATE ADAPTIVE PREFABRICATED PANEL. ADAPTIWALL PROJECT

E.A. Zukowska¹, J. Cubillo¹, E.E. Keijzer², H.E. Buist² and M. Hauck²

¹ ACCIONA Infraestructura. Dirección de Innovación Tecnológica

² TNO. Nederlandse Organisatie Voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
Email: ewaalicja.zukowska@acciona.com

Abstract

Life Cycle Assessment (LCA) tool in the construction sector is mainly used for comparing the health and environmental impacts of new materials, technologies and systems with their traditional equivalents.

This presentation is dedicated to a climate adaptive multi-functional lightweight prefabricated panel suitable for rapid, cost-efficient and energy-efficient retrofitting of façades that is being developed under the ADAPTIWALL Project. The novel panel consists of 3 elements: 1) lightweight concrete buffer with nanoadditives for efficient thermal storage, 2) adaptive insulation for switchable thermal resistance, and 3) total heat exchanger (THEX) for temperature, moisture and anti-bacterial control (Figure 1).

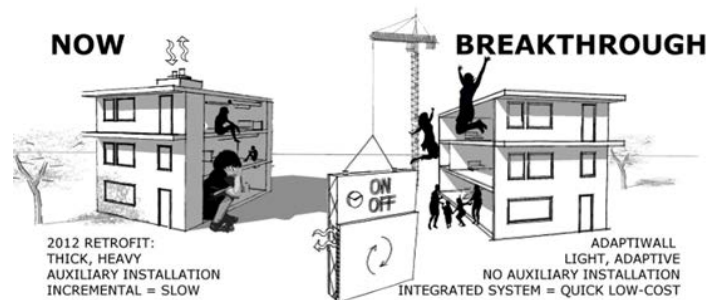


Figure 1: Main idea of the ADAPTIWALL project.

The new façade system should be adaptable to the different climatic conditions, and therefore three reference cases of three different retrofitting practices currently used in three different climatic conditions represented by the Netherlands, Poland and France are taken into account in the comparative analysis. In this case the goal of the environmental study is to optimize panel design so that the panel will not have a negative or even a positive health or environmental impact compared to current retrofitting solutions.

This presentation refers to the following LCA issues:

- Continuous development process and data collection
- Definition of the right functional unit for the LCA of façade panels
- Comparative analysis in the design phase of the panel

In order to assess the environmental impact of ADAPTIWALL, LCA studies the following European norms: ISO 14040-14044, EN 15804:2012 and ILCD Handbook have been taken into account. The software GaBi ts version 7.2 and databases such as: GaBi and Ecoinvent v3 have been used to create the LCA models.

The ADAPTIWALL Project is financed by the European Commission under the 7th FP (GA: 608808), began in September 2013 and is scheduled to be finished in August 2017. <http://www.adaptiwall.eu/>

PROJECT LIFE BATTLE CO₂. BIOMASS INCORPORATION IN ASPHALT MANUFACTURING TOWARDS LESS EMISSIONS OF CO₂

A. Moral¹, L. Pablos¹ C. García² and J.L. Peña³

¹ CARTIF Centro Tecnológico, Parque Tecnológico de Boecillo, p 205. 47151 Boecillo (Valladolid), Spain

² COLLOSA, c/ Aluminio 17. 47012 Valladolid, Spain

³ Plataforma Tecnológica Española de la Carretera. C/ Goya nº23, 3 dcha. 28001 Madrid, Spain

Email: albmor@cartif.es

Abstract

In the framework of the European LIFE Programme 2014, in the Climate Change Mitigation Sub-programme, the Project LIFE BATTLE CO₂ "Biomass incorporation in asphalt manufacturing towards less emissions of CO₂" (LIFE14CCM/ES/000404) has started its activities, that will be developed from October-2015 to September-2018.

The Technology Centre CARTIF is the coordinating beneficiary of the Project, working together with the construction company COLLOSA and the Spanish Road Technology Platform (PTC), as associated beneficiaries.

LIFE BATTLE CO₂ project is focused on the demonstration of the introduction of biomass as an alternative fuel in the asphalt manufacturing sector (typically linked to the use of fossil fuels) from the technical, economic and environmental point of view.

The main objective of the project is to establish an alternative manufacturing process with no dependence on fossil fuels in the thermal parts of the process (aggregate and bitumen heating), and diminishing the electricity consumption of the asphalt plant, usually obtained by diesel generators, by including ORC technology and in order to recover the energy in the exhaust gases from the biomass process combustion.

The Project consortium will develop important modifications in the industrial asphalt plant owned by COLLOSA, located in Cubillas de Santa Marta (Valladolid - Spain). A prototype plant will be installed coexisting with the current industrial plant of COLLOSA, allowing the company the validation of the new processes designed using biomass as an alternative fuel.

The first stages of the Project are focused on the design and acquisition of pilot equipment that will be incorporated to the industrial plant of COLLOSA. The new prototypes will be a modified thermal oil biomass boiler for the bitumen heating, and a biomass burner linked to a rotary drum for the aggregate heating. An ORC system will be also incorporated to the plant, with the aim of recovering part of the residual energy and supply electricity to the plant.

After the pilot installation, the aggregates and the asphalt mixes manufactured will be assessed in terms of quality and technical adequacy, considering the Spanish legislation.

A demonstration civil work will be developed, manufacturing 1.000 tons of asphalt mix using biomass as alternative fuel, paving 7.200 m² of a road.

Life Cycle Assessment (LCA) is a key point in this project. The consortium of LIFE BATTLE CO₂ has established, as one of the main objectives, the development of the Product Category Rules (PCRs) for the asphalt mixes, with the purpose of developing an Environmental Product Declaration (EPD) according to the ISO 14025.

All the life cycle stages will be evaluated from the environmental point of view, according to the new asphalt mix PCR developed. This will facilitate that any construction company will have the opportunity to communicate its environmental impacts in asphalt manufacturing, calculating them under the same conditions regulated by the PCR (including ISO 14040 and 14044 criteria).

In terms of greenhouse gas emissions, manufacturing stage in asphalt mixes represents close to 50% of the GHG emissions in the scope "cradle to construction". The GHG emissions reduction in the manufacturing stage will be 80-90%, due to the neutral emissions of the biomass.

The project also works in parallel with other European projects in the definition and quantification of environmental criteria that make feasible the use of Green Public Procurement (GPP) according to the instructions of the European Commission.

This project has been financed by the European LIFE Programme.

Website: www.battleco2.com

Email: info@battleco2.com

Twitter: @battleco2life

LCA OF CORK INSULATION BOARD MANUFACTURING AND ITS ENVIRONMENTAL PERFORMANCE IN RENOVATION OF BUILDINGS

Jorge Sierra-Pérez^{1,2}, Jesús Boschmonart-Rives^{1,3} and Xavier Gabarrell^{1,4}

¹ Sostenipra (ICTA – IRTA - Inèdit Innovació SL) 2014 SGR 1412. Institute of Environmental Science and Technology (ICTA), Unidad de excelencia «María de Maeztu» (MDM-2015-0552), Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 – Cerdanyola del Vallès (Bellaterra), Barcelona, Spain

² Centro Universitario de la Defensa. Ctra. de Huesca s/n, 50.090, Zaragoza, Spain

³ Inèdit Innovació, S.L. Parc de Recerca de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 – Cerdanyola del Vallès (Bellaterra), Barcelona, Spain

⁴ Department of Chemical Engineering (XBR), Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 – Cerdanyola del Vallès (Bellaterra), Barcelona, Spain
Email: jsierra@unizar.es

Abstract

The building sector is one of Europe's main environmental challenges, accounting for more than 40% of the continent's energy consumption and environmental impact. The existing energy policies promote energy efficiency and renewable energy use in buildings, such as the increasing of the installation of insulation material in the building's envelope, resulting in less operating energy consumption during the use phase of the building. However, the embodied energy and environmental impacts in building materials throughout all of processes of production, on-site construction, final demolition and disposal are often neglected. In the case of building renovation, the main objective of these practices are the insulation of the buildings envelope, so the relative importance of the environmental burden of insulation materials will be more relevant with regard to the baseline situation. For that, the use of renewable insulation materials has been increasing due to the strategic minimization of the use of non-renewable materials to reduce the environmental impact of buildings. In this regard, cork is one of the most widespread renewable materials used as thermal insulation, especially in northern Europe. For this reason, the current cork insulation product used in building sector is environmentally assessed to know its environmental implications of its manufacturing and its performance in buildings, being compared with the most common insulation materials used currently in Europe.

The cork material is extracted from the cork oak forests and it is a typical renewable material from the Iberian Peninsula. Cork is characterized by its elasticity, impermeability and good thermal insulation. The current cork insulation products used in building sector are characterised by its traditional manufacturing processes, and this study compares its environmental performance from two levels. On the one hand, at manufacturing level, the manufacturing process of cork insulation product is assessed and compared with the different insulation products by means of LCA methodology from a cradle to site approach. On the other hand, cork is compared in a case study of a building renovation by means of Passivhaus standard for low-energy buildings, using an integrated life cycle and thermal dynamic simulation assessment, including the cradle to gate LCA approach for the new building materials, the end-of-life of the replaced elements and the calculations of the energy saving in the post-renovation, according to the standard related to the environmental assessment of buildings EN 15978 and the standard related to the environmental product declaration (EPD) for construction products EN 15804:2014. In this case cork is compared with Glass Wool, the most common insulation material used in Passivhaus standard.

At manufacturing level, results show that the cork insulation board implies higher impacts than the rest of the insulation materials for the majority of the impact categories, so the use of natural insulation materials does not necessarily imply a reduction of environmental impacts. The most influential factors in the product life cycle are the transport used during the life cycle (in the raw cork extraction and the transport to the manufacturer) and the large quantities of electricity and diesel in the manufacturing stage due to the low technological development of the manufacturing process. If the biogenic carbon is included in the analysis, the global result of the building renovation, in kg CO₂ eq, is negative; that implies that the renovation project combined with improved cork boards can help to mitigate climate change. At building level, the higher embodied energy and environmental impact of cork are transferred to the buildings, so the results of the alternative renovation of building using cork results in higher impacts for the majority of impact categories. Although cork obtains higher energy saving due to its thermal inertia, conserving better the heat from the heating inside the building. If the biogenic carbon is taken into account the results for GWP equals to GW. For ADPE, cork has better results for renovation.

Summarising, the cork manufacturing processes should be made more efficient and productive to increase the competitiveness of the product. The product design should be improved to help increase its market share, introducing eco-design strategies through its life cycle. Moreover, it has to promote the acquisition of local raw cork to reduce the transport distance to the manufacturer. The inclusion of biogenic carbon in the environmental assessment of forest-based building materials improves the GWP results considerably. However, it is very important to analyse how this biogenic carbon is calculated and how the product is managed after its lifetime.

LIFE CYCLE ASSESSMENT OF THE PRODUCTION OF THERMOCHEMICAL BIOETHANOL

P. García-Haro, B. Alonso-Fariñas, B.M. Pedregal and F. Vidal

Department of Chemical and Environmental Engineering, University of Seville, Spain
Email: bernabeaf@us.es

Abstract

This work deals with the assessment of greenhouse gas (GHG) emissions in the production of thermochemical ethanol from poplar chips. The selected methodology for the life cycle assessment (LCA) is the standard ISO 14040. The results are compared with the targets indicated in Directive 2009/28/CE of the European Parliament for biofuels. This Directive sets a common framework for the promotion in the use of renewable energies. Article 17 of the Directive, which describes the criteria for the sustainability assessment of biofuels and bioliquids, sets the saving targets for GHG emissions, i.e., 35% for current plants producing biofuels, 50% for plants starting in 2017 and 60% for plants starting in 2018. The fossil comparator for transportation fuels is also indicated in the Directive (83.8 g CO₂ eq/MJ).

The case study is a plant processing 500 MW_{th} of poplar chips during 20 years and located in Soria (Castile-Leon, Spain). The analysis includes the biomass cultivation, transport to the plant of the biomass, bioethanol synthesis, and transport and distribution of the biofuel. The well-to-tank emissions of the biofuel are not included in the analysed system. As described in the Directive 209/28/EC, all emissions coming from the use of chemicals and solvents during the synthesis of the biofuel are included in the assessment. However, as it is also described in the Directive, the emissions coming from the construction of the plant are not included.

Two plant configurations (referred to the conditioning of the syngas) are analysed in this study: partial oxidation (POX) and auto-thermal reforming (ATR). In both cases, the plant is designed to be energy self-sufficient and electrical energy neutral by consuming a fraction of the generated syngas. In the ATR configuration, an alternative configuration importing electricity from the grid has also been analysed. In this case, the production of bioethanol is maximized (ATRmax).

Figure 1 shows the results of the assessment and comparison. The cultivation of the biomass is the most significant contribution to the global warming indicator for the energy self-sufficient and electrical energy neutral configurations, i.e., POX and ATR configurations. The saving of GHG emissions ranges for all configurations from 87% to 92%. These savings of GHG emissions support the sale of the generated bioethanol for a plant even starting after 2018. Regarding the economic assessment (not included in this study), the ATRmax configuration would be able to be profitable by the import of electricity from the grid without penalizing the saving of GHG emissions.

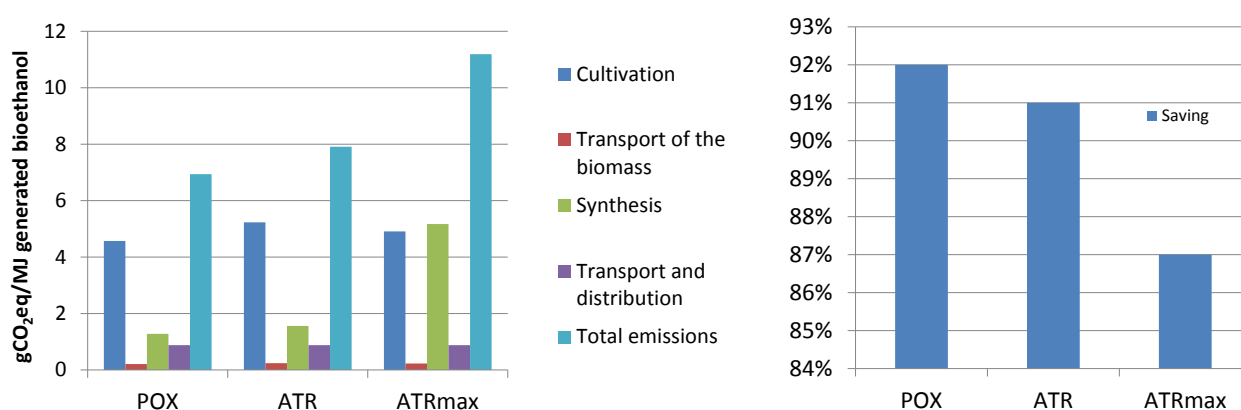


Figure 1: Emissions of CO₂ eq (left) and saving (right) compared to fossil fuel reference.

"CRADLE-TO-GATE" APPROACH FOR THE SKIN OF A BUILDING

D.C. Gámez-García¹, J.M. Gómez-Soberón², R. Corral-Higuera³, P.S. Arredondo-Rea³,
H. Saldaña-Márquez¹ and J.L. Almaral-Sánchez³

¹ Universidad Politécnica de Cataluña, Esc. Téc. Sup. de Arquitectura de Barcelona, Av. Diagonal, 649, 08028, Barcelona, Spain

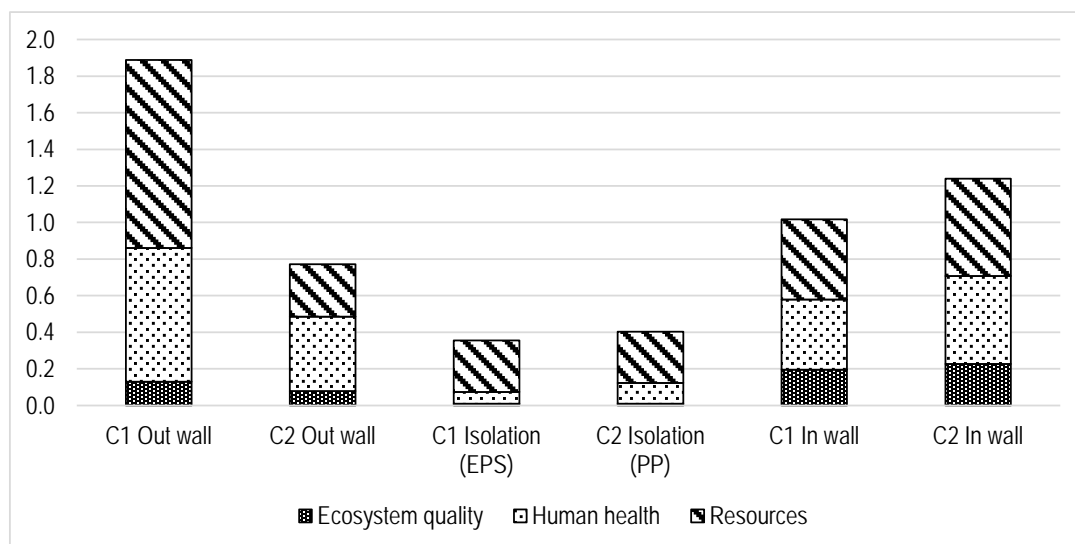
² Universidad Politécnica de Cataluña, Esc. Politéc. Sup. de Edificación de Barcelona, Av. D. Maraón, 44, 08028, Barcelona, Spain

³ Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ingeniería Mochis, Fuente de Poseidón y Á. Flores Pte., 81223, Los Mochis, Mex.
Email: josemanuelgomez@upc.edu

Abstract

The construction industry is facing great challenges: reducing the levels of pollution, high consumption of energy and natural resources, solid waste generation and emissions of greenhouse gases (GHGs). The life-cycle assessment can help mitigate these damages, so the aim of this work is to analyze two systems of typical enclosures in the Spanish construction, in order to determine which option is more convenient to implement. The steps considered were extraction and production of materials, and construction of the enclosures; it was used as a functional unit m² of enclosure. For the analysis of life cycle inventories and analysis of environmental impacts BEDEC and ECOINVENT were used, and as a method of environmental impact, Ecoindicator 99. Enclosures consists of two sheets of outer and inner wall and intermediate insulation. The enclosure 1 (C1) is composed of an outer sheet of perforated ceramic brick of high density (Cer), an intermediate insulation of expanded polystyrene (EPS) and an inner sheet partition large format (TGF), and the enclosure 2 (C2) consists of an outer sheet of mortar block (Mor), an intermediate insulation of projected polyurethane (PP) and an inner sheet of double hollow ceramic brick of low density (HD).

The results indicate that the construction stage accounts for less than 1% of the general damages, which should not be considered as a general parameter in the building, since the process of building walls tends to be largely manual. Figure shows the impact of elements individually in each zone of protection; the most affected area by the process is the depletion of natural resources, followed by damage to human health, and ultimately the ecosystem quality. It is appreciated that the walls made from ceramic pieces are the most affected, being this more evident for the smaller and denser pieces; for its part the outer wall formed by block mortar turned out to be the most beneficial, however this benefit must be analyzed with low thermal efficiency or combined with more efficient insulation materials such as polyurethane. The general behavior of both insulators is similar, however, it tends to be less polluting the expanded polystyrene.



META-ANALYSIS OF ACIDIFICATION AND EUTROPHICATION EMISSION FACTORS FOR ENERGY CROPS IN SPAIN

S. Jerez-Uriarte and D. Garraín

CIEMAT, Energy Department, Energy Systems Analysis Unit, Av. Complutense 40, E28040 Madrid, Spain, www.ciemat.es
Email: daniel.garrain@ciemat.es

Abstract

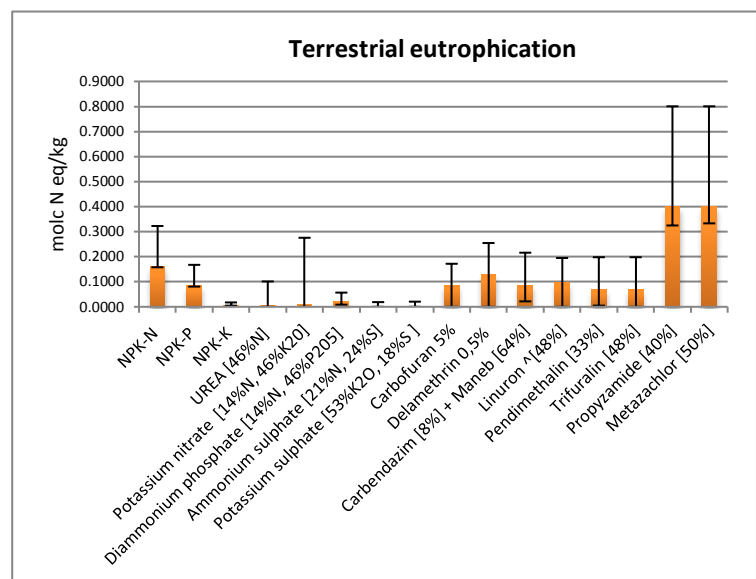
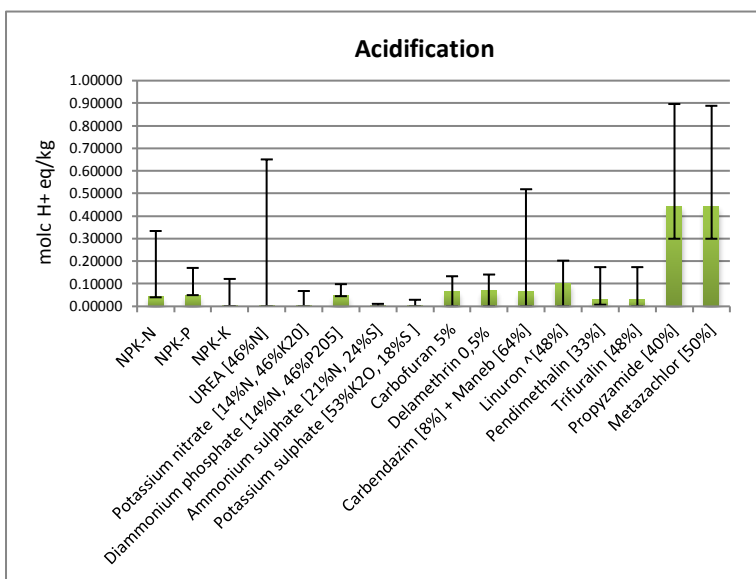
Life Cycle Assessment (LCA) studies of the production of biofuels from energy crops have mainly focused on climate change and energy consumption impact categories, due to the more favourable environmental behaviour when compared to fossil counterparts. Other categories, such as acidification or eutrophication, have been studied and detailed in a lesser extent when biofuels are responsible for important damage effects on health and ecosystems. More specifically, the high energy consumptions and greenhouse emissions in the fabrication and use of fertilisers and pesticides phases are also responsible for the high values of these related categories.

The goal of this study is to carry out a meta-analysis from scientific studies and several databases in order to obtain direct acidification and eutrophication emissions factors of fertilisers, pesticides and phytosanitarios used in Spanish energy crops. These values will help to compute the global environmental impact of the LCA of biofuels. The selected fertilisers, pesticides and phytosanitarios are the following:

- Fertilisers: NPK-N, NPK-K, NPK-P, Urea, Potassium nitrate, Diammonium phosphate, Ammonium sulphate, and Potassium sulphate.
- Pesticides and phytosanitarios: Carbofuran, Deltamethrin, Carbendazim+Maneb, Linuron, Pendimethalin, Trifluralin, Propyzamide, and Metazachlor.

The collected data were handled in the same units for comparison purposes. The characterization method used for presenting the results was the ILCD midpoint 2011, of the European Commission. After collecting the emission factors, a screening has been made in order to consider the most adapted values to real conditions of farming.

The figures below show the emission factors for acidification (left) and eutrophication (right) impact categories. Vertical bars indicate the selected typical value with their corresponding sensitivity range. Pesticide production generates a higher impact than the fertilizers. If a detailed analysis of each raw material is done, it can be concluded that the main cause of these high emission factor values is the own pollutant process of synthesis, where the following emissions happen: SO_x in general processes, H₂S in ammonia synthesis, NO_x in nitric acid synthesis, ammonia in urea synthesis, or H₂F and SF₄ in phosphorus industry.



RETHINKING THE CONSTRUCTION MODEL

J. Pedroche Chércoles

Knauf GmbH Sucursal en España
Email: pedroche.javier@knauf.es

Abstract

We must realize the need to change our building model, looking for a more sustainable one. We have far exceeded our capacity for self-regeneration and is vital to establish a series of new bases to offset the impact caused on the environment and avoid a worsening climate change.

Clearly one of the sectors that has had a greater negative impact on the environment has been the construction, not in vain is responsible for 40% of consumption in the European Union and 36% of CO₂ emissions. We have already taken steps in this direction by the institutions, limiting energy consumption and CO₂ emissions of the buildings, but it is clear that there is still a long way to go.

Only by applying the Passivhaus standards could be reduced by 85% the average energy consumption of a household, according to the report ADENA. But what is much more important to apply these standards is to determine what type of housing applies. The new housing accounts for only 1% of all homes built, so it is in the energy rehabilitation of existing buildings where we can get an exponential impact.

The impact of construction will not stay in the energy consumption of the building itself. More important is the influence of the entire life cycle of the building. The energy consumed by the building materials industry accounts for 14% of total energy, a sector with high demand for materials. Only the construction and maintenance of buildings consumes 40% of raw materials used in the European Union, estimating that a standard building requires about 2 tons of material per m². Only focusing on sustainable systems with a design based on its ecological efficiency and commitment cycle, we can reduce this impact.

Existing plaster boards offer a wide range of possibilities for use in any situation, exceeding the requirements of different standards, including, of course, the new Technical Building Code (CTE). In the new century architecture, the new rules and sustainability criteria, such as Green Seal (Spain), LEED (USA), BREEAM (UK), HQE (France), DGNB (Germany) are also drivers in the use of such systems fully sustainable. Hospitals, schools, family houses, big buildings, X-ray rooms, stadiums, opera houses, laboratories, swimming pools..., the versatility and efficiency of these systems give them a huge advantage and savings over traditional systems.

CHALLENGES IN THE REGULATION OF THERMOCHEMICAL BIOREFINERIES IN EUROPE

P. Haro, C. Aracil, F. Vidal-Barrero and P. Ollero

Department of Chemical and Environmental Engineering, University of Seville, Spain
 Email: pedrogh@us.es

Abstract

The production of biofuels in Europe is regulated by each Member State in the European Union (EU). However, there is a common regulation based on the amended version of the Renewable Energy Directive (RED), which sets a target of greenhouse gas (GHG) savings that in 2018 is going to be 60% compared with the generic fossil comparator for transportation fuels. Therefore, thermochemical biorefineries, facilities processing biomass by means of pyrolysis and/or gasification for the production of one or several products, are obliged to fulfill this GHG saving in the production of biofuels. In order to check the GHG saving, the sum of all cradle-to-grave anthropogenic GHG emissions in the life cycle, i.e., the GHG balance, needs to be counted along with the fossil comparator (Figure 1). The main challenges for the specific regulation of thermochemical biorefineries in terms of GHG emissions are described below.

In a thermochemical biorefinery, multiproduction (multiple products) is not a remote option but a common factor in most process design in the literature. Not only energy carriers (e.g. biofuels and electricity), but also chemicals can be co-produced. Therefore, the calculation of the GHG balance would require the allocation of emissions up to the biorefinery for each co-product (including chemicals, which are not regulated). Thus, currently it would not be possible to calculate the GHG saving of a biofuel in such a situation. Considering chemicals would be regulated as biofuels, it would be necessary to know the corresponding fossil reference, the emissions for further processing (if any) and the timing of carbon storage (carbon average stock in the long-term) in either the chemicals or the product made from them. This storage would be similar to carbon storage in biochar, which is widely accepted and included in European regulation. However, this regulation is not expected in the short or medium term.

In both the literature and current demonstration thermochemical biorefineries, the achieved GHG savings are always above the target set by the EU. Therefore, there are avoided GHG emissions above the minimum target in European regulation (extra-avoided emissions) that could be rewarded. However, such a rewarding is neither possible today, nor expected.

The capture and storage of biogenic CO₂ (Bio-CCS) has been analyzed as a potential contributor to CO₂ removal from the atmosphere among others by the International Energy Agency. However, currently such rewarding is not included in the European Emissions Trading Scheme (EU-ETS).

Currently, there is only one option for the rewarding of extra-avoided emissions, i.e., via the co-feeding of a fossil fuel in the biorefinery (reducing the cost of biomass input by a cheaper fuel).

Figure 2 shows the potential economic impact of incorporating the aforementioned challenges in EU regulation. It is remarkable that sale of CO₂ credits would be profitable even at lower prices than in conventional power plants (50–100 €/t).

a) GHG balance using fossil fuels (E_f, regulated):

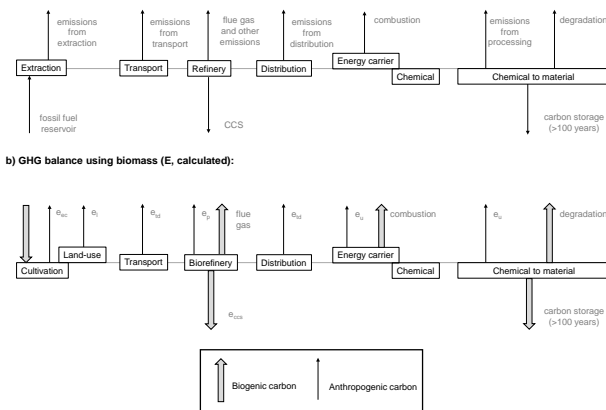


Figure 1: Balance of GHG emissions in the reference system (fossil) (a) and the biomass system (thermochemical biorefinery) (b).

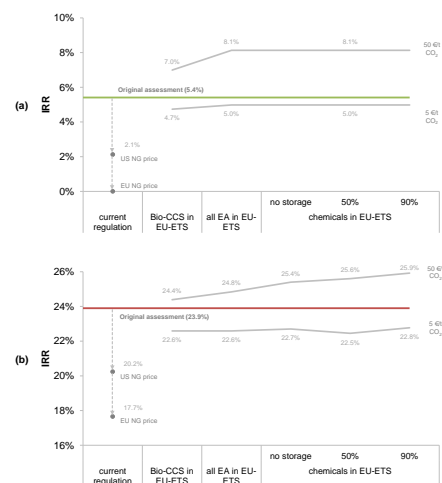


Figure 2: Example of the impact of future regulation on the process economy. (a) Production of a single biofuel and (b) multiproduction of biofuels and chemicals.

