

ACV LIBRE: LA UTILIZACIÓN DEL ELCD EN LA FASE DE DISEÑO

David Cebrián-Tarrasón

Daniel Garraín

Rosario Vidal

Jessica Abad-Kelly

*GID, Grupo de Ingeniería del Diseño, Dpto. Ingeniería Mecánica y Construcción, Universitat
Jaume I de Castellón (España)*

Alex París

LABEIN Tecnalia, Centro Tecnológico. Bizkaia (España)

Abstract

Small and medium enterprises are more and more conscious about knowing the actual products environmental impact. However, they are coming up against two obstacles: firstly, the economic cost by the buy of specialized software; secondly, the difficulty supposed by its use.

Moreover, it is essential to provide an integrated LCA (Life Cycle Assessment) approach that considers environmental impacts of product design in CAE (Computer-Aided Engineering) programs.

This work shows an approximation to a new free LCA based in the ELCD (European Reference Life Cycle Data) system using new available web technologies such as RIA (Rich Internet Applications).

Based on the information that manages the product and process representation, the tool applies the calculation of Eco-Indicator 99 using the European Reference Life Cycle Data System (ELCD). The results are shown in a graphical user interface compatible with any CAE system.

Keywords: *LCA, eco-design, ELCD*

Resumen

Las pequeñas y medianas empresas cada vez son más conscientes que deben conocer el impacto ambiental real que produce un producto. No obstante, se encuentran con dos obstáculos: por una parte, el coste económico por la compra de un software especializado y por otra, la dificultad que supone su uso.

Además es esencial proporcionar un enfoque del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) que considere los impactos ambientales de un diseño de producto en los programas CAE (Computer-Aided Engineering – Ingeniería Asistida por Ordenador).

Este trabajo presenta una aproximación a una nueva herramienta libre de ACV basada en la base de datos libre ELCD (European Reference Life Cycle Data – Datos de Ciclo de Vida de Referencia Europeos) haciendo uso de las nuevas tecnologías web disponibles tales como RIA (Rich Internet Applications - Aplicaciones de Internet Enriquecidas).

Basado en la información que proporciona la representación del producto y el proceso, la herramienta aplica el cálculo del Eco-indicador 99 usando el sistema ELCD. Los resultados se muestran en una interfaz gráfica compatible con cualquier sistema CAE.

Palabras clave: ACV, ecodiseño, ELCD

1. Introducción

Actualmente, la creciente importancia de los criterios medioambientales y, a la vez, la competitividad en el diseño de productos crea la necesidad de incorporar el ACV de una manera efectiva en las fases primarias de diseño.

Es así esencial proveer un enfoque que considere el impacto medioambiental en el diseño de productos a través de programas CAE. Esto se hace especialmente importante en un mundo donde el sistema económico está basado en un crecimiento constante en la producción industrial, consumo y desecho de productos (Marosky et al .2001; Leibrecht, 2005; Faneye, Anderl, 2001).

El verdadero comportamiento ecológico de un producto sólo se puede determinar considerando el impacto que parte de su ciclo de vida en conjunto, incluyendo por tanto todo los impactos conocidos en su análisis (Gabbar, 2007).

Este estudio describe la arquitectura de una herramienta diseñada para integrar la información del ciclo de vida en sistemas CAE. La investigación realizada demuestra la viabilidad de incorporar los criterios medioambientales en el diseño sin la necesidad de la utilización de un software especializado. El hecho que análisis que se propone sea enteramente automático implica que los análisis manuales, y a la vez, tediosos se pueden evitar mostrando así los efectos de la mejora en un diseño de manera instantánea.

El artículo está dividido de la siguiente manera: Primero se explica los tipos de ACV existentes actualmente y las distintas bases de datos como los programas informáticos utilizan dichas bases de datos para realizar el análisis de inventario del sistema. Posteriormente se explica la macro basada en la base de datos libre ELCD. Finalmente se aplica al caso práctico de un freno dentado estático de una cámara submarina.

2. Metodología

Una de las herramientas más ampliamente aceptada por la comunidad científica para evaluar el impacto medioambiental es el ACV, un procedimiento analítico que evalúa el ciclo de vida completo de un proceso o producto. El ACV trata los aspectos ambientales e impactos ambientales potenciales (por ejemplo, el uso de recursos y las consecuencias ambientales de las emisiones) a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto desde la adquisición de la materia prima, pasando por la producción, uso, tratamiento final, reciclado, hasta su disposición final (UNE-EN ISO 14040:2006).

A pesar de que en algunos casos no sea posible realizar el ACV completo de un producto, el propio análisis aún resulta útil como herramienta para la gestión medioambiental de sistemas de producción, ya que posibilita la identificación del foco del problema para optimizar el uso de recursos y/o gestionar los residuos (Wrisberg et al., 1997). Además, puede servir para comparar dos o más productos alternativos que cumplan una misma función y también como herramienta en el ecodiseño, ya que se pueden valorar materiales alternativos contribuyendo al desarrollo de materiales más respetuosos con el medio ambiente. El ecodiseño se puede definir como la incorporación sistemática de aspectos medioambientales en el diseño de los productos, al objeto de reducir su eventual impacto negativo en el medio ambiente a lo largo de todo su ciclo de vida.

Una ventaja clara del ACV es que permite detectar situaciones en las que un determinado sistema parece más limpio que otro simplemente porque transfiere las cargas ambientales a otros procesos o región geográfica, sin una mejora real desde el punto de vista global (fenómeno conocido en inglés como *problem shifting*) (Iglesias, 2005).

Por tanto, el ACV puede ayudar a diversas acciones como la identificación de oportunidades para mejorar el desempeño de productos en las distintas etapas de su ciclo de vida, la aportación de información a quienes toman decisiones en la industria, organizaciones gubernamentales u ONGs, la selección de los indicadores de desempeño ambiental y al marketing (UNE-EN ISO 14040:2006).

Los estudios de ACV comprenden cuatro fases, que son la definición de objetivos y el alcance, el análisis del inventario (ICV), la evaluación de impacto (EICV) y la interpretación. La figura 1 representa la relación entre ellas.

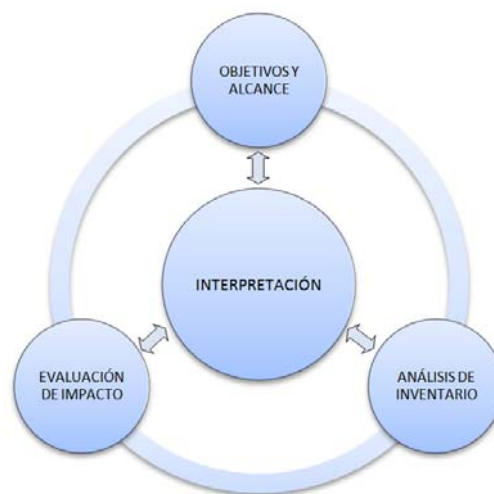


Figura 1: Etapas de un ACV, adaptado de UNE-EN ISO 14040:2006

En la realización de estudios de ACV se pueden utilizar diferentes bases de datos y programas existentes en el mercado. Se está realizando un esfuerzo en los últimos años por construir y estandarizar bases de datos para la realización de inventarios de ACV ya que la accesibilidad de los datos continúa siendo un grave problema.

Las bases de datos utilizadas en los estudios de ACV son las disponibles a escala europea o incluso mundial lo que induce en ocasiones a error al aplicar tecnología europea o medias mundiales, por ejemplo en España.

Los programas informáticos utilizan bases de datos de productos y procesos para realizar el análisis de inventario del sistema a analizar. Las bases de datos disponibles más actuales como Ecoinvent, BUWAL 250, ETH-ESU 96 recogen datos de Suiza; IVAM de Holanda, o la base de datos Franklin, que lo hace de Estados Unidos. Como existen diferencias sustanciales entre los sectores industriales en la UE, se manifiesta necesaria la realización de una base de datos específica, o la adecuación de las ya comercializadas para su aplicación nacional. En la actualidad, hay países que han trabajado o trabajan en el desarrollo de una base de datos para ACV propia, como Alemania, Suiza, Estados Unidos o Japón.

Otro problema que exista es la posibilidad de disponer de estas bases de datos ya que son de propiedad privada y puede suponer un esfuerzo económico añadido no soportable para determinadas empresas o particulares. Por ello, un gran paso para la realización de bases

de datos públicas y aplicables es la denominada *European Reference Life Cycle Data System* (ELCD). La ELCD es uno de resultados de la *European Platform on Life Cycle Assessment* (EPLCA), un proyecto de la UE coordinado por el JRC-IES (*Joint Research Centre – Institute for Environment and Sustainability*) de Ispra (Italia), en colaboración con la *DG Environment Directorate of Sustainable Development Integration*, cuyo objetivo es el de incrementar el conocimiento, aceptación y aplicación de la perspectiva del ciclo de vida (*Life Cycle Thinking*) y el ACV en la industria y el gobierno, mediante (Fullana, 2008):

- Una mayor consistencia y calidad en los datos de ACV, métodos y estudios.
- Un incremento de la disponibilidad e intercambio de información.
- Una reducción de los costes.
- Un enfoque claro de investigación y desarrollo.

La primera fase de este proyecto se ha realizado desde septiembre de 2005 hasta agosto de 2008. Los principales resultados de este proyecto han sido:

- European Reference Life Cycle Database (ELCD) (una de las componentes de la *International Reference Life Cycle Data System* (ILCD)).
- Manual con recomendaciones de ACV (co-desarrollado con el de la ILCD).
- Página web de la EPLCA: <http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/index.vm>.

La ELCD consiste en una compilación de inventarios de ciclo de vida y de datos de evaluación de impactos para realizar ACV. Actualmente se incluyen inventarios de materiales principales (plásticos, metales, productos químicos inorgánicos y madera), energía, transporte y gestión de residuos. Los datos disponibles han sido proporcionados o aprobados por la industria, y son datos armonizados y revisados. En la página web puede descargarse la última versión de la base de datos y también se pueden consultar los inventarios completos disponibles sin necesidad de descargarlos (Fullana, 2008).

En cuanto a programas informáticos para la aplicación del ACV se dispone de varios en el mercado, los cuales poseen ya las bases de datos incorporadas. A pesar de que cada uno de ellos tiene sus propias características, casi todos ellos se basan en la misma metodología y presentan rasgos comunes. Sus aplicaciones cambian en función de la etapa del ciclo de vida; desde el desarrollo de un concepto de producto, hasta que el producto está listo para salir al mercado o debe ser desmontado para su reutilización o vertido final. Entre ellos cabe destacar el LCAManager, Ciclope, Eco-it, Eco-edit, Ecoscan, EcoLab, SimaPro, Umberto, Team, GaBi, Green-e, CMLCA, Athena Model, PT Iser, LCAiT-CIT Ekologic, Design System, KLC-ECO, entre otros. Los más utilizados por la comunidad científica suelen ser el SimaPro (desarrollado por la empresa PRé Consultants de Holanda) y el GaBi Software (desarrollado por la empresa PE International).

3. Macro ELCD

Basado en la información que gestiona representación del producto y del proceso, la herramienta aplica el cálculo del Eco-Indicador 99 usando el sistema ELCD.

En la Figura 2 es posible observar la arquitectura de esta herramienta basada en dos partes diferenciadas: La macro ELCD y el algoritmo ELCD.

El algoritmo ELCD consiste en la aplicación de un algoritmo en una hoja de cálculo para enlazar los valores del Eco-Indicador 99 con la información proveniente de la base de datos ELCD y el producto que está siendo diseñado en un sistema CAE:

Los resultados pueden ser visualizados en un sistema CAE en una macro ELCD. Un Servicio Web provee a los usuarios de un sistema CAE la habilidad de solicitar datos del ELCD y recibir la información de vuelta a la macro ELCD. La macro ELCD muestra la información relacionada con el proceso de fabricación, material y propiedades físicas del producto y con ello, el valor del impacto medioambiental. Además, esta información se puede mostrar en una interfaz gráfica.

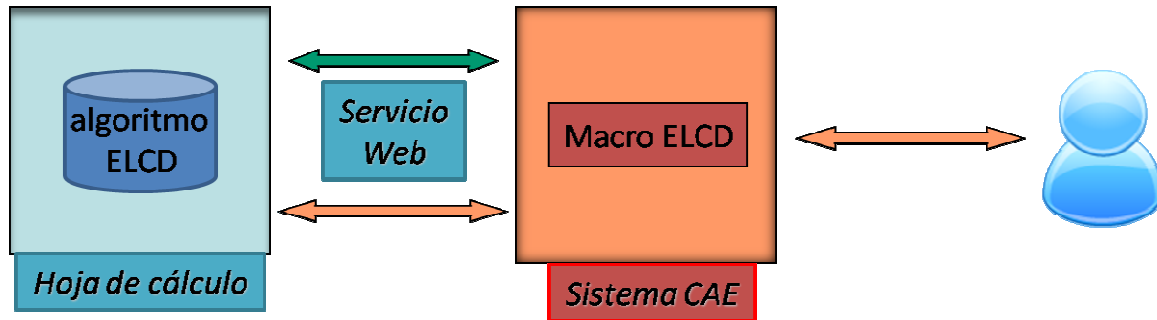


Figura 2: Visión general de la arquitectura del ACV

Esta versión se basa en la creación automática de una hoja Excel de cálculo de impacto medio ambiental. Una macro desarrollada en Visual Basic y lanzada desde el Software de CAD permite atribuir un proceso de fabricación de la base de datos ELCD a cada pieza que se están diseñando (Figura 3).

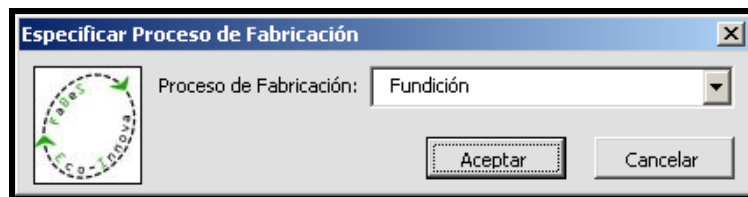


Figura 3: Macro sobre el proceso de fabricación

Desde la hoja de cálculo, y con el software CAD abierto, se lanza las macros de cálculo del impacto del ensamblaje activo en la ventana CAD (Figura 4).

La interfaz muestra un título 'Impacto Medioambiental' y un botón 'Obtener datos de SolidWorks'. Abajo hay una tabla con los siguientes datos:

Nivel	Componente	Masa en Kg	Material	Modulo de Young	Proceso Fabricación	Coordenadas	Impacto	Impacto Total
1		?						
2	part3-1	0,114283185	Thornel Mat VMA	0,00E+00	Modelado	X:89,14 Y:-103,28 Z:0	5,7797E-06	2,1139E+01
2	Ensamblado2-1	1,223136115						
3	Ensamblado2-1/pressure_plate-1	1,223136115	AISI 304	1,90E+11	Bottle	X:-10,19 Y:-7,58 Z:-15,01	1,7797E+01	
2	part4-1	0,090283185	Thornel Mat VMA	0,00E+00	Troquelado	X:59,52 Y:-62,98 Z:0,36	1,0850E-05	
2	part2-1	0,153132741	AISI 304	1,90E+11	Bottle	X:-8,89 Y:-22,66 Z:0	2,2281E+00	
2	part1-1	0,076566371	AISI 304	1,90E+11	Amorphous	X:18,31 Y:-30,27 Z:0	1,1141E+00	

Figura 4: Macro de cálculo de impacto medioambiental

Para ayudar al diseñador a reducir el impacto medioambiental del modelo que está diseñando, se ha incorporado la opción de creación de simulaciones. La hoja de cálculo le da la posibilidad de cambiar uno a uno los materiales o procesos de fabricación del ensamblaje y hacer una simulación del impacto medioambiental del modelo completo con esas nuevas características.

Un gráfico de simulación generado automáticamente permite comparar el impacto medioambiental del modelo actual con el simulado (Figura 5).

La versión posterior permitirá obtener el impacto ambiental de una pieza o ensamblaje sin tener que recurrir a la utilización de una hoja de cálculo. El impacto ambiental del modelo diseñado se podrá pedir directamente desde el interfaz CAD del usuario. Lanzando una macro desde la ventana de diseño CAD, se pide al usuario escoger una pieza o un ensamblaje. La API recoge los datos de material, masa, proceso de fabricación y transporte establecidos previamente para cada pieza. Los manda por servicios web al servidor donde está alojada la hoja de cálculo de impacto medioambiental. Devuelve el resultado del cálculo en la misma ventana del interfaz CAD del diseñador.

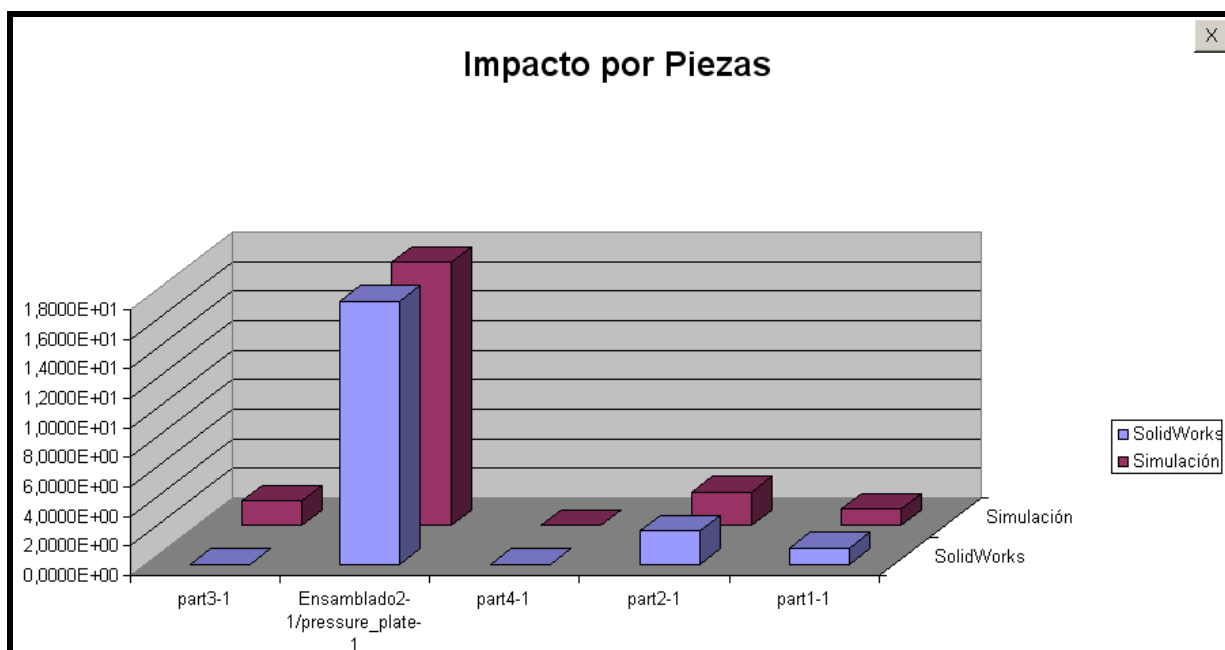


Figura 5: Gráfico de simulación del impacto medioambiental

4. Resultados

Los resultados se muestran en una interfaz gráfica del usuario del sistema CAE Solidworks. Como ilustración práctica, se muestra la evaluación de un freno dentado estático de una cámara submarina.

La figura 5 muestra la representación del impacto ambiental de un freno dentado estático en Solidworks.

5. Conclusiones

Este trabajo presenta un nuevo esquema en el desarrollo de nuevas tecnologías aplicadas al campo del ACV. La aplicación de la base de datos ELCD abre la posibilidad a la vez que permite el desarrollo de nuevos modelos que enlace la información sobre un producto que esté siendo diseñado con su impacto ambiental.

En próximos meses, haciendo uso de las nuevas tecnologías web disponibles tales como RIA (Rich Internet Applications - Aplicaciones de Internet Enriquecidas), se pretende completar la disponibilidad de esta herramienta como software libre sustituyendo la necesidad de utilización de una hoja de cálculo y por tanto del programa Microsoft Excel y del lenguaje de programación Visual Basic.

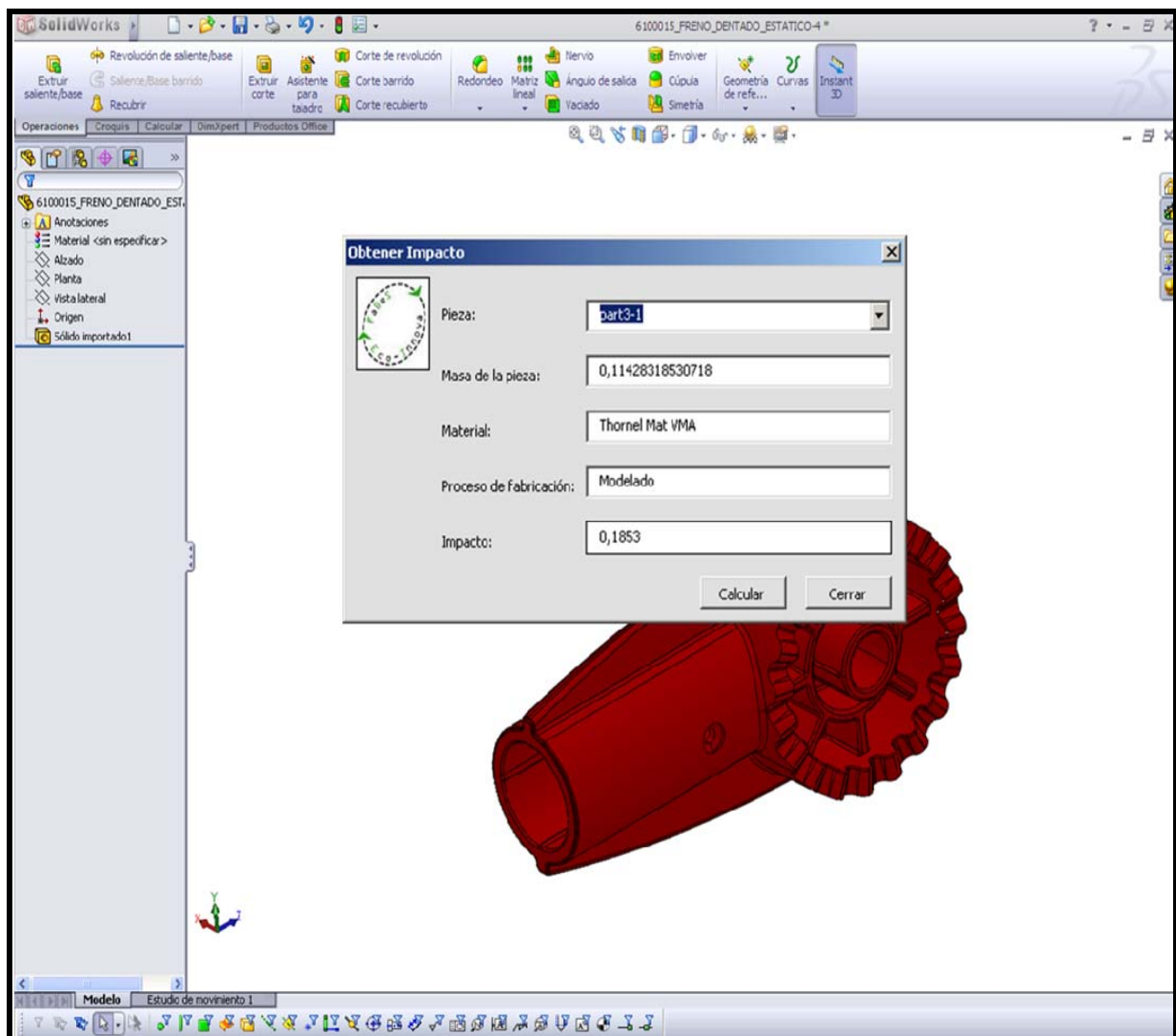


Figura 5: Representación del impacto ambiental de un freno dentado estático en Solidworks

Referencias

- Marosky, N., Dose, J., Fleischer G., Ackermann R.: “Challenges of Data Transfer between CAD- and LCA Software Tools”. *3rd International Conference on Life Cycle Management. Zurich (Switzerland), 2007.*
- Faneyte O. B., Anderl R. Life Cycle Process Knowledge – Application during Product Design. *Second International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing.* Tokyo, Japan, 2001.
- Fullana, P. “ELCD – European Life Cycle Data System”, Seminario “Herramientas informáticas asociadas al ACV”, Universitat de Barcelona, Bellaterra, Barcelona, España, Junio 2008.
- Gabbar, H.A.: Life Cycle Assessment and Environmental Impact Analysis for green energy production plants. *Proceedings of the Sixth International Conference on Machine Learning and Cybernetics.* Hong Kong, 2007.

Iglesias, D.H. "Relevamiento exploratorio del análisis del ciclo de vida de productos y su aplicación en el sistema agroalimentario", *Contribuciones a la Economía*, 2005 [<http://www.eumed.net/ce> - acceso en noviembre de 2007]

Leibrecht, S. Fundamental Principles for CAD-based Ecological Assessments. *International Journal of LCA* 10 (6) 2005. Pages 436 – 444.

UNE-EN ISO 14040:2006, "Gestión ambiental, Análisis del ciclo de vida, Principios y marco de referencia".

Vidal R, Bovea M, Belles MJ, Montilla C: Desarrollo de una herramienta gráfica para el ecodiseño de productos, *Departamento de Tecnología. Universitat Jaume I de Castellón, 2003* - aeipro.com.

Wrisberg, N., Udo de Haes, H.A., Clift, R., Frischknecht, R., Grisel, L., Hofstetter, P., Jensen, A., Lindfors, L.G., Schmidt-Bleek, F., Stiller, H. "A Strategic Research Programme for Life Cycle Assessment", Final Document for the Concerted Action LCANET, LCA Documents, 1997, Vol. 1, pp. 15-31.

Agradecimientos

Los autores muestran su gratitud al Ministerio de Educación y Ciencia por su financiamiento bajo el proyecto con referencia DPI2006-15570-C02-01 y DPI2006-15570-C02-02 dentro del plan nacional de I+D+i (2004 – 2007) y a los fondos FEDER de la Unión Europea. Del mismo modo, los autores muestran su agradecimiento al apoyo del resto de personal del Grupo de Ingeniería del Diseño (GID) de la Universitat Jaume I de Castellón y del centro tecnológico LABEIN Tecnalia.

Correspondencia (Para más información contacte con):

David Cebrián Tarrasón.

GID – Grupo de Ingeniería del Diseño.

Departamento de Ingeniería Mecánica y Construcción, Universitat Jaume I.

Av. Sos Baynat, s/n. E-12071 Castellón.

Tel. +34964729252 Fax +34964728106

e-mail: dcebrian@uji.es

URL: <http://www.gid.uji.es>

Daniel Garraín Cordero.

GID – Grupo de Ingeniería del Diseño.

Departamento de Ingeniería Mecánica y Construcción, Universitat Jaume I.

Rosario Vidal Nadal.

GID – Grupo de Ingeniería del Diseño.

Departamento de Ingeniería Mecánica y Construcción, Universitat Jaume I.

Alex Paris

LABEIN Tecnalia.

Jessica Abad Kelly.

GID – Grupo de Ingeniería del Diseño.

Departamento de Ingeniería Mecánica y Construcción, Universitat Jaume I.