



Madrid  
**Ahorra**  
con Energía



La Suma de Todos



CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA

**Comunidad de Madrid**

[www.madrid.org](http://www.madrid.org)

# Guía sobre Declaración Ambiental de Producto y Cálculo de Huella de Carbono







# Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

Madrid, 2014



Fundación de la Energía de  
la Comunidad de Madrid



[www.fenercom.com](http://www.fenercom.com)



CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA  
**Comunidad de Madrid**  
[www.madrid.org](http://www.madrid.org)

Esta Guía se puede descargar en formato pdf desde la sección de publicaciones de las páginas web:

[www.madrid.org](http://www.madrid.org)

(Consejería de Economía y Hacienda, organización Dirección General de Industria, Energía y Minas)

[www.fenercom.com](http://www.fenercom.com)

Si desea recibir ejemplares de esta publicación en formato papel puede contactar con:

**Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid**

[dgtecnico@madrid.org](mailto:dgtecnico@madrid.org)

**Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid**

[fundacion@fenercom.com](mailto:fundacion@fenercom.com)

La Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, respetuosa con la libertad intelectual de sus colaboradores, reproduce los originales que se le entregan, pero no se identifica necesariamente con las ideas y opiniones que en ellos se exponen y, por tanto, no asume responsabilidad alguna de la información contenida en esta publicación.

La Comunidad de Madrid y la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, no se hacen responsables de las opiniones, imágenes, textos y trabajos de los autores de esta guía.

Depósito Legal: M. 24.661-2014

Impresión Gráfica: Gráficas Arias Montano, S. A.

28935 MÓSTOLES (Madrid)

# Autores

- Capítulo 1. Métodos de análisis ambiental y análisis del ciclo de vida  
*Marcel Gómez Ferrer*  
*Marcel Gómez Consultoría Ambiental*  
*info@marcelgomez.com*
- Capítulo 2. Aumento de la competitividad de las empresas mediante el análisis del ciclo de vida: mejora del desempeño y comunicación ambiental  
*Marcel Gómez Ferrer*  
*Marcel Gómez Consultoría Ambiental*  
*info@marcelgomez.com*
- Capítulo 3. El análisis del ciclo de vida y otras herramientas para la toma de decisiones en el sector energético  
*Cristina de la Rúa Lope*  
*CIEMAT*  
*crisrina.delarua@ciemat.es*
- Capítulo 4. Declaración Ambiental de Producto (DAP): herramienta para la comunicación y mejora del desempeño ambiental de productos y empresas  
*Marcel Gómez Ferrer*  
*Marcel Gómez Consultoría Ambiental*  
*info@marcelgomez.com*
- Capítulo 5. Las DAP y su valor en la certificación ambiental de edificios leed y verde  
*Manuel Macías Miranda*  
*Green Building Council España (GBCE)*  
*manuel.macias@upm.es*
- Capítulo 6. Implementación de DAP en una empresa global a nivel multiproducto  
*Nicolás Bermejo Presa*  
*Isover*  
*nicolas.bermejo@saint-gobain.com*

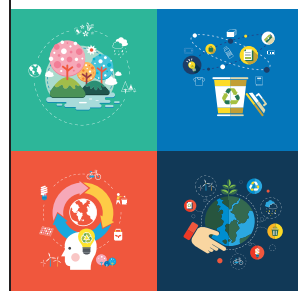




- Capítulo 7. Desarrollo sostenible durante todo el ciclo de vida del yeso  
*Pedro José García Ramón*  
Placo  
[pedrojose.garcia@saint-gobain.com](mailto:pedrojose.garcia@saint-gobain.com)  
*S. Bailo*  
Placo  
[silvia.bailo@saint-gobain.com](mailto:silvia.bailo@saint-gobain.com)  
*A. Somlinos*  
Placo  
[adolfo.somolinos@saint-gobain.com](mailto:adolfo.somolinos@saint-gobain.com)  
*P.J. García*  
Placo  
[pedrojose.garcia@saint-gobain.com](mailto:pedrojose.garcia@saint-gobain.com)
- Capítulo 8. Implementación de medidas de cuantificación y comunicación de la sostenibilidad en obra civil: ACV-DAP  
*Rocío Fernández Flores*  
Acciona  
[rocio.fernandez.flores.ext@acciona.com](mailto:rocio.fernandez.flores.ext@acciona.com)  
*E. Guedella*  
Acciona  
[edith.guedella.bustamante@acciona.com](mailto:edith.guedella.bustamante@acciona.com)
- Capítulo 9. Hacia los nuevos materiales de construcción con huella de carbono nula  
*Sergio Fernández*  
KNAUF GmbH  
[ernandez.sergio@knauf.es](mailto:ernandez.sergio@knauf.es)
- Capítulo 10. Huella de carbono: metodologías de cálculo, estándares internacionales, y RD. 163/2014  
*Grao de Sarria Sopeña*  
CO<sub>2</sub> Summit  
[gsarria@co2summit.com](mailto:gsarria@co2summit.com)
- Capítulo 11. Caso práctico del cálculo de huella de carbono de organización  
*Eduardo Fernández*  
Gas Natural Fenosa  
[efernandez@gasnatural.com](mailto:efernandez@gasnatural.com)  
*Amado Gil*  
Gas Natural Fenosa  
[agilm@gasnatural.com](mailto:agilm@gasnatural.com)

# Índice

INTRODUCCIÓN	9
1. MÉTODOS DE ANÁLISIS AMBIENTAL Y ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA	11
2. AUMENTO DE LA COMPETITIVIDAD DE LAS EMPRESAS MEDIANTE EL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA: MEJORA DEL DESEMPEÑO Y COMUNICACIÓN AMBIENTAL	25
3. EL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA Y OTRAS HERRAMIENTAS PARA LA TOMA DE DECISIONES EN EL SECTOR ENERGÉTICO	43
4. DECLARACIÓN AMBIENTAL DE PRODUCTO (DAP): HERRAMIENTA PARA LA COMUNICACIÓN Y MEJORA DEL DESEMPEÑO AMBIENTAL DE PRODUCTOS Y EMPRESAS	63
5. LAS DAP Y SU VALOR EN LA CERTIFICACIÓN AMBIENTAL DE EDIFICIOS LEED Y VERDE	87
6. IMPLEMENTACIÓN DE DAP EN UNA EMPRESA GLOBAL A NIVEL MULTIPRODUCTO	105
7. DESARROLLO SOSTENIBLE DURANTE TODO EL CICLO DE VIDA DEL YESO	123
8. IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE CUANTIFICACIÓN Y COMUNICACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN OBRA CIVIL: ACV-DAP	143
9. HACIA LOS NUEVOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN CON HUELLA DE CARBONO NULA	169
10. HUELLA DE CARBONO: METODOLOGÍAS DE CÁLCULO, ESTÁNDARES INTERNACIONALES, Y RD. 163/2014	191
11. CASO PRÁCTICO DEL CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO DE ORGANIZACIÓN	213







## INTRODUCCIÓN

El sector industrial español sufre una profunda crisis, siendo necesario para las empresas manufactureras ofrecer la máxima calidad en sus productos, diferenciarse de la competencia y reducir en la medida de lo posible los costes operativos, al mismo tiempo que favorecer al máximo las exportaciones.

La sostenibilidad y contabilidad ambiental se introducen de forma creciente y transversal en la economía actual: el consumidor exige productos más sostenibles e información cuantificada y rigurosa, las empresas manufactureras exigen a sus proveedores información ambiental para la cadena de suministro y las administraciones públicas europeas introducen la contabilidad ambiental en sus legislaciones como herramienta de proteccionismo del mercado. Es en este contexto donde el Análisis del Ciclo de Vida y los servicios derivados de su implementación (Declaraciones Ambientales de Producto, Ecodiseño, Huella de Carbono, contabilidad ambiental de empresas, análisis y mejora de procesos industriales) se erigen como una herramienta de gran valor para aumentar la competitividad de las empresas mediante la mejora de su rendimiento ambiental y una comunicación cuantificada, objetiva y científica.

En este contexto, la **Consejería de Economía y Hacienda**, a través de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, junto con la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, editan la presente **«Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono»** que aborda la importancia de comunicar y reducir el impacto de productos, servicios y empresas de forma objetiva y rigurosa.

El objetivo de esta guía es exponer el estado del arte, describir las metodologías, y dar a conocer casos de éxito sobre la implementación de servicios como el Ecodiseño, las Declaraciones Ambientales de Producto (DAP), la Huella de Carbono, o la Contabilidad ambiental en empresas. Y es que los beneficios derivados de esta filosofía empresarial permiten reducir el uso de materia y energía, aumentar el valor añadido de sus productos y servicios, ayudar a abrir nuevos mercados, y mejorar la imagen corporativa de la empresa. El alcance de la información tratada en la guía cubre tanto a grandes em-



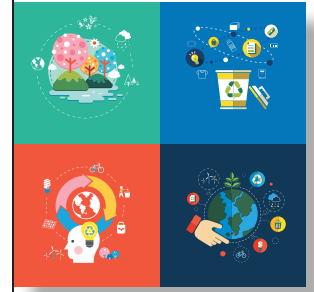


## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

presas multinacionales líderes en su sector, como a PYMES y centros de investigación, de modo que se abarca un amplio espectro socio-empresarial con las últimas novedades en armonización en sistemas de DAP.

# 1

## MÉTODOS DE ANÁLISIS AMBIENTAL Y ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA



### 1.1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día existe en el mercado una amplia variedad de metodologías de análisis ambiental a disposición de la empresa privada y pública, así como los centros investigación científica. Herramientas de análisis ambiental como el Análisis del Ciclo de Vida (ACV), los análisis de riesgos o el estudio de impacto ambiental son utilizadas de forma habitual. Cada herramienta posee una serie de características intrínsecas (objeto, escala, efectos analizados, etc.) que la hace la más adecuada para una situación concreta, por lo que no se puede afirmar que haya una metodología ideal para todo tipo de análisis ambiental. A modo de ejemplo, la metodología ideal para analizar el riesgo de contaminación ambiental por vertido de una plataforma petrolera no es la misma que la que utilizaremos para calcular el impacto sobre el medio ambiente del ciclo de vida de una bebida refrescante bajo condiciones habituales de producción. En este capítulo se realizará una breve introducción a las diferentes herramientas de análisis ambiental disponibles, poniendo especial hincapié en el Análisis del Ciclo de Vida. Se realizará una descripción de sus principales características: objeto del análisis, escala, efectos ambientales analizados y elementos de base.

### 1.2. ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA: DEFINICIÓN

El incremento de la concienciación acerca de la importancia de la protección del medio ambiente, y los posibles impactos asociados con productos<sup>1</sup>, tanto en su manufactura como en su consumo, ha incrementado el interés en el desarrollo de metodologías para una mejor comprensión y gestión de estos impactos. Una de las herramien-

<sup>1</sup> El término producto incluye cualquier tipo de producto y servicio.



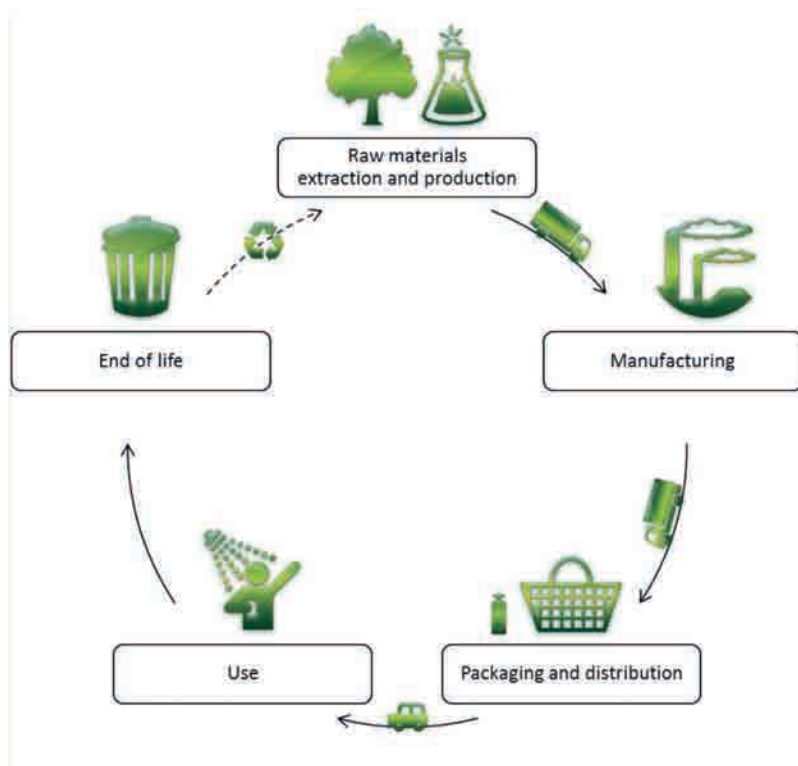
## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

tas que se han desarrollado para este propósito es el Análisis del Ciclo de Vida (ACV).

El ACV puede asistir en:

- Identificar oportunidades de mejora del desempeño ambiental de productos en varios puntos de su ciclo de vida
- Informar a los poderes de decisión en la industria, y organizaciones públicas y no públicas (p. ej. en el establecimiento de planificaciones estratégicas, establecimiento de prioridades o en el diseño y rediseño de productos y/o procesos)
- La selección de indicadores relevantes de desempeño ambiental, incluyendo técnicas de medida y
- Márketing (p. ej. en el momento de implementar un programa de Ecoetiquetas, realizar una aseveración ambiental o implementar una Declaración Ambiental de Producto)

El Análisis del Ciclo de Vida es la única herramienta que permite cuantificar de forma objetiva, científica y verificable el impacto sobre el medio ambiente del ciclo de vida de productos y servicios. Dicho análisis se realiza el uso de materia y energía, y la producción de emisiones al medio y residuos a lo largo de todo el ciclo de vida del producto, de la cuna a la tumba. Se incluye, en consecuencia, la extracción y manufactura de las materias primas y su transporte, la manufactura del producto, su transporte hasta el cliente, su utilización durante su vida útil y su fin de vida, incluyendo el transporte hasta el gestor y su procesado (reciclaje, reutilización, incineración o deposición en vertedero controlado). El ACV provee información (indicadores) tanto sobre el uso de recursos materiales (renovables y no renovables) como energéticos (renovables y no renovables) utilizados aguas arriba, así como del impacto del ciclo de vida del producto sobre el cambio climático, la calidad de los ecosistemas, la salud humana y el agotamiento de recursos naturales, ofreciendo en consecuencia una visión holística del impacto del ciclo de vida del producto sobre el medio ambiente.

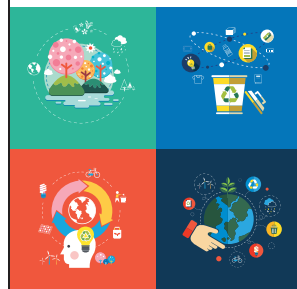


**Figura 1.** Etapas del ciclo de vida de un producto o servicio<sup>2</sup>.

En el momento de utilizar un producto o servicio por parte de un usuario, dicho usuario necesita satisfacer una función (p. ej. transporte de una persona a un emplazamiento) y no un producto (p. ej. un automóvil particular). En consecuencia, un ACV hace siempre referencia a una Unidad Funcional con el fin de poder establecer comparaciones de diferentes productos con la misma función. Una Unidad Funcional es la unidad de referencia respecto a la cual se normalizan todos los flujos de entrada y salida de materia y energía del sistema. A modo de ejemplo, en el ejemplo comentado de transporte de una persona la Unidad Funcional sería el transporte de una persona un kilómetro en un tiempo determinado. De esta forma es posible comparar el desempeño ambiental de diferentes medios de locomoción: vehículo de gasoil y eléctrico, motocicleta, autobús, metro, a pie, etc.

Los estudios de ACV son desarrollados en base a metodologías validadas y armonizadas a nivel internacional

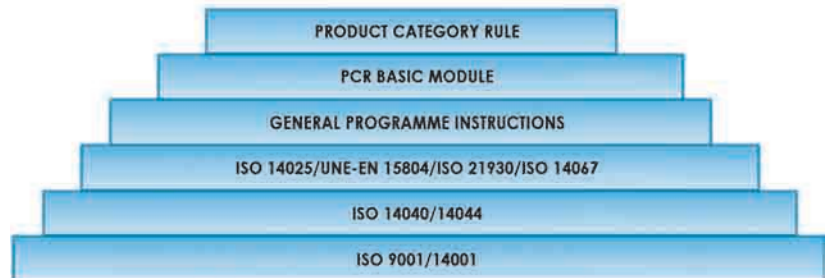
<sup>2</sup> [www.mappingignorance.org](http://www.mappingignorance.org)





## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

- UNE-EN ISO 14040 (2006): Gestión Ambiental, Análisis del Ciclo de Vida. Principios y marco de referencia.
- UNE-EN ISO 14044 (2006): Gestión Ambiental, Análisis del Ciclo de Vida. Requisitos y directrices.
- UNE-EN ISO 14025 (2006): Etiquetas y declaraciones ambientales. Declaraciones Ambientales tipo III. Principios y procedimientos.
- UNE-EN 15804 (2012): Sostenibilidad en la Construcción. Declaraciones Ambientales de Producto.
- General Programme Instructions: manual de referencia específico de cada programa de DAPs.
- Reglas de Categoría de Producto (RCP): indica como calcular y comunicar una Declaración Ambiental de Producto para una categoría de producto/servicio concreta.



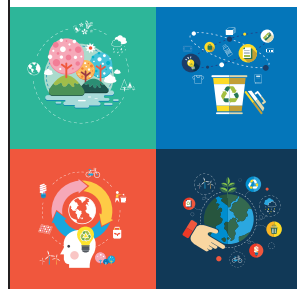
**Figura 2.** Normativas de referencia en ACV.

### 1.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS AMBIENTAL: ¿QUÉ NO ES EL ACV?

A día de hoy existe en el mercado una serie de herramientas de análisis ambiental. La pregunta lógica a realizarse es: ¿cuál es la mejor herramienta de análisis ambiental? Desafortunadamente no se puede dar una única respuesta. En función de nuestras necesidades (escala, objeto a estudio, efectos a analizar y elementos de base) escogemos la herramienta más apropiada.

Entre las principales herramientas de análisis, además del ACV podemos incluir las siguientes:

- **Análisis de flujos de materiales:** el análisis de flujos de materiales es un análisis sistemático de los flujos y stocks de materiales en un sistema definido en el espacio y tiempo.
- **Estudio de Impacto Ambiental:** es un estudio técnico, objetivo, de carácter pluri e interdisciplinario, que se realiza para predecir y gestionar los impactos ambientales que pueden derivarse de la ejecución de un proyecto, actividad o decisión política permitiendo la toma de decisiones sobre la viabilidad ambiental del mismo. Constituye el documento básico para el proceso de Evaluación del Impacto Ambiental.
- **Análisis de riesgos ambientales:** proceso el cual incorpora información técnica y valores sociales en la consecución opciones de gestión del riesgo. El análisis de riesgos ambientales se encuentra formado por las siguientes etapas: Identificación de los peligros y Formulación del Problema, Análisis y Caracterización del Riesgo<sup>3</sup>.
- **Auditoría energética:** se define como un procedimiento sistemático para obtener un adecuado conocimiento del perfil de los consumos energéticos en una instalación, identificando y valorando las posibilidades de ahorro de energía desde el punto de vista técnico y económico.
- **Sistema de gestión ambiental (SGA):** se define como el marco que ayuda a una empresa a conseguir sus objetivos ambientales mediante un control robusto de sus operaciones. Se asume que un mayor control repercutirá en una mejora del desempeño ambiental de la organización. El sistema de gestión ambiental en sí mismo no establece un nivel de desempeño ambiental a conseguir, cada SGA se ajusta a los objetivos y negocios de la empresa<sup>4</sup>.



<sup>3</sup> <http://www.unep.or.jp/ietc/publications/techpublications/techpub-14/1-EnRA1.asp>

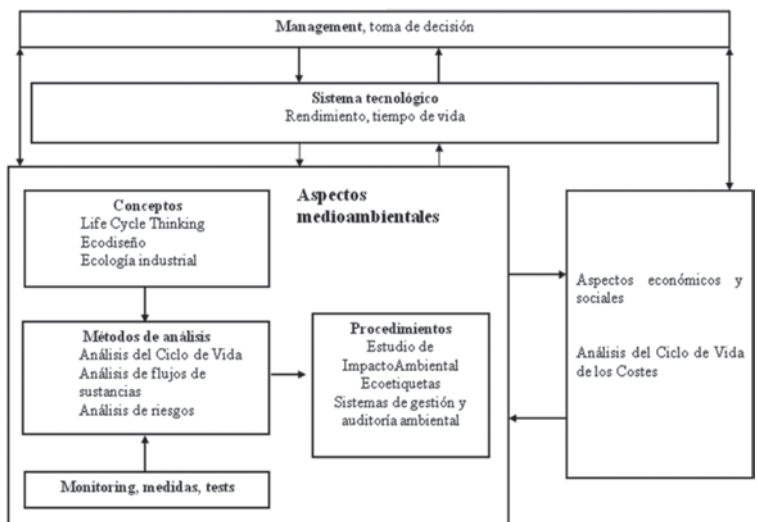
<sup>4</sup> <http://www.epa.gov/ems/>





**Tabla 1.** Herramientas de análisis ambiental y principales características.

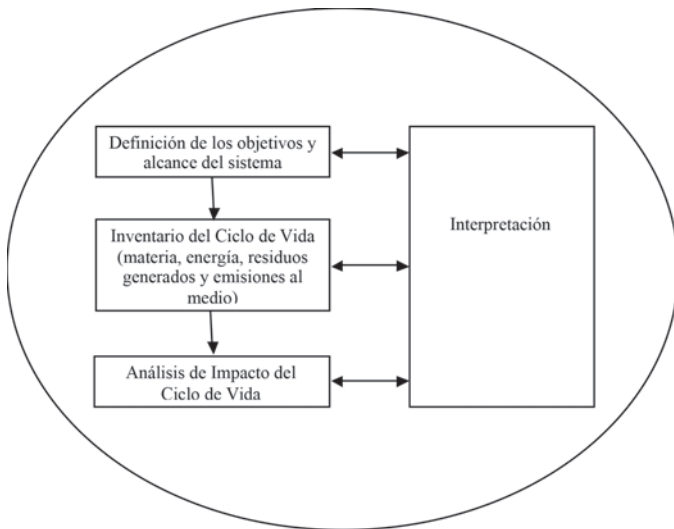
Herramienta	Objeto	Escala	Efectos	Ligados a	Elementos de base
ACV	Producto o sistema	Global Ciclo de Vida	Múltiples Efectos+ sustancia	Función producto	Balace de masa, modelos de transferencia + impacto
Análisis de flujos de materiales	Sustancia contaminante	Regional Ciclo sustancia	No objeto análisis	Tiempo y región determinada	Balace de masa, modelos de transferencia
Estudio de Impacto Ambiental	Nueva actividad	Local	Variable según autor	Capacidad de absorción local	Variable según autor
Análisis de riesgos ambientales	Instalación Sust. química	Regional	Toxicidad	Periodo de tiempo	Modelos de transferencia e impacto
Auditoría Energética	Instalación	Local	Consumo de energía y CO <sub>2</sub>	Tiempo e instalación determinada	Balace de energía
Sistema de Gestión Ambiental (ISO 14001, EMAS)	Organización	Local	Múltiples, especial- mente gestión	Tiempo e instalación determinada	No es una herramienta de análisis ambiental sino de análisis del sistema de gestión



**Figura 3.** Metodologías, conceptos y procedimientos de análisis ambiental disponibles en el mercado.

## 1.4. FASES DE UN ESTUDIO DE ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE VIDA

Un estudio de Análisis del Ciclo de Vida se encuentra formado por las siguientes fases: determinación del objetivo y alcance del estudio, análisis de inventario del ciclo de vida (LCI), análisis de impacto del ciclo de vida (LCIA) e interpretación del ciclo de vida. La interrelación entre las diferentes fases se encuentra descrita en la figura 3.



**Figura 4.** Interrelación entre las diferentes etapas de un Análisis del Ciclo de Vida.

### 1.4.1. Determinación del objetivo y alcance del estudio

- El **objetivo** de un ACV establece el uso establecido del estudio (márketing, mejora de producto), las razones para su realización (información o desarrollo de productos, estrategia, política, como respuesta a la legislación, etc.), la audiencia esperada (uso en interno, consumidor, administración pública) así como si los resultados serán utilizados en aseveraciones comparativas públicas. En este apartado también se indicará el equipo responsable de la realización del estudio así como la organización o consultor encargado de realizar la verificación externa, en caso de existir.





## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

- El **alcance** de un ACV describe los siguientes puntos:
  - El sistema de producto a ser estudiado.
  - La(s) función(es) del sistema producto a estudio.
  - La Unidad Funcional.
  - Los límites del sistema.
  - Los procedimientos de asignación de cargas establecido (masa, €, horas de trabajo, otros).
  - Categorías y metodología de análisis de impacto seleccionados.
  - Requerimientos iniciales de la calidad de los datos.
  - Hipótesis y limitaciones del estudio.
  - Tipo de revisión crítica, en caso de existir.
  - Tipo y formato de memoria requerido en el estudio.

La Unidad Funcional es la unidad a la que hace referencia todo el análisis. Une los impactos a la función del sistema ya que el consumidor requiere una función, no un producto en sí mismo. La Unidad Funcional debe hacer referencia a todas las características funcionales del producto. En el momento de comparar dos o más productos nos debemos formular la siguiente pregunta: ¿las funciones secundarias difieren mucho entre escenarios? En caso afirmativo, dichos productos no serán comparables. Permite determinar los flujos de referencia, base en el inventario del ciclo de vida.

Un ejemplo de Unidad Funcional para, por ejemplo, el ciclo de vida de una vivienda sería *Construcción, uso durante 50 años y fin de vida de una casa unifamiliar de 150m<sub>2</sub> de superficie construida en Barcelona (zona climática C2).*

Los límites del sistema determinarán todos los procesos útiles para la realización de su función, de la cuna a la tumba, a incluir en el inventario del ciclo de vida.

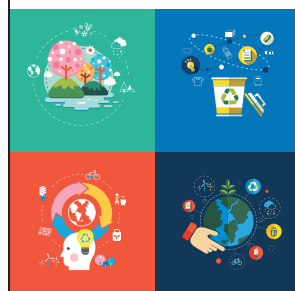
El alcance del ACV irá en función de los objetivos del estudio. A modo de ejemplo, en el caso de realizar una Declaración Ambiental de Producto (DAP) para uso público se realizará un ACV de la cuna a la tumba, con un nivel de detalle, calidad de los datos y profundidad en la interpretación de los resultados elevados. En el caso de realizar

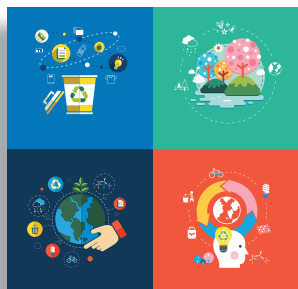
un estudio de ACV screening (simplificado), donde se persigue obtener una primera aproximación al impacto del ciclo de vida de un producto, puede no incluirse todas las etapas del ciclo de vida, la calidad de los datos y el nivel de profundidad de interpretación de los resultados será menor. En el caso de que el alcance del estudio se ajuste a los objetivos marcados, un ACV screening puede presentar la misma calidad que un estudio de ACV completo. Del mismo modo un estudio de ACV, ya sea completo o screening, donde el alcance no se ajuste a los objetivos del estudio, será de mala calidad y menor utilidad. En el caso de que se detecte que el alcance del estudio no se ajusta al objetivo marcado, se deberá redefinir el alcance del estudio.

### 1.4.2. Análisis de inventario del ciclo de vida

Es la fase del ACV que incluye la recolección de datos y los procedimientos de cálculo para la cuantificación de las entradas y salidas significativas del sistema durante todo su ciclo de vida.

- **Recolección de datos:** los datos a recolectar se pueden clasificar en las siguientes tipologías.
  - Entradas de energía, materias primas, aditivos y otras entradas físicas.
  - Productos, coproductos y residuos.
  - Emisiones al aire, descargas al suelo y al agua.
  - Otros aspectos ambientales.
- **Cálculo de los datos:** los procedimientos de cálculo se realiza a continuación de la recolección de datos e incluye:
  - Validación de los datos recolectados.
  - Conversión de los datos a cantidad por Unidad Funcional (p. ej. pasar el consumo de electricidad anual de una línea productiva al consumo de electricidad durante la manufactura de un m2 de producto).





**Figura 5.** Análisis de inventario de la etapa de fabricación de un kg de aluminio.

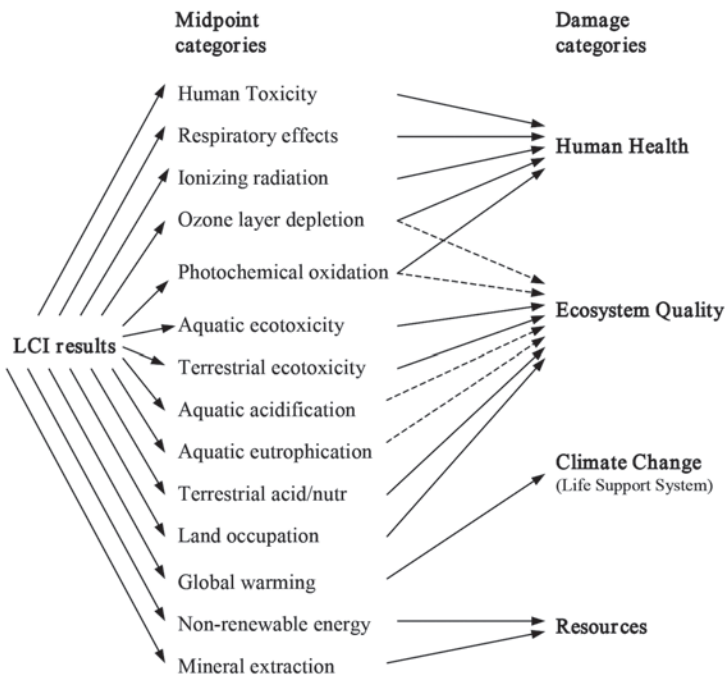
Una vez hemos realizado el inventario hemos determinado las cantidades de materia, energía, emisiones y residuos producidos pero no sabemos cómo se relacionan con el impacto sobre diferentes compartimientos del medio ambiente. Es entonces donde pasamos a la siguiente fase del ACV, el Análisis de impacto del ciclo de vida, donde realizamos la unión de los datos de inventario con los daños causados por las sustancias inventariadas, mediante el uso de factores de caracterización.

### 1.4.3. Análisis de impacto del ciclo de vida

Es la fase del ACV cuya finalidad es comprender y evaluar la magnitud y significancia del potencial del impacto sobre el medio ambiente para un producto a través de su ciclo de vida. El análisis de impacto del ciclo de vida se encuentra formado por las siguientes etapas:

- Clasificación: clasificación de los diferentes contaminantes y recursos naturales utilizados en categorías de impacto intermedias (p. ej. toxicidad humana).
- Caracterización intermedia (*midpoint*): se relaciona la cantidad de contaminante (p. ej. kg de dioxinas) con su impacto sobre una categoría de impacto intermedia (p. ej. radiación ionizante).
- Caracterización a nivel de daño (*endpoint*): permite evaluar la contribución de las categorías intermedias sobre un sujeto a proteger (p. ej. salud humana).
- Normalización: ponderación de los resultados respecto a un valor de referencia (p. ej. impacto sobre medio ambiente de un europeo al año). Optativo.

- Puntuación única: obtención de un resultado único (ecopuntos). Alta subjetividad al ponderar la importancia de los diferentes aspectos ambientales (cambio climático, calidad de los ecosistemas, agotamiento de recursos y salud humana). Optativo y no recomendable, puesto que la ponderación siempre dependerá de los juicios de valor de una persona. A modo de ejemplo, una persona que viva al nivel del mar le dará una mayor importancia al cambio climático, en cambio una persona que viva en un entorno industrial seguramente dará una mayor importancia a los aspectos relacionados con la salud humana.



**Figura 6.** Relación entre los resultados de inventario, categorías intermedias (midpoint) y categorías de daño final (endpoint).

#### 1.4.4. Interpretación del ciclo de vida

Fase del ciclo de vida donde los hallazgos obtenidos tanto en el análisis de inventario como el de impacto son evaluados en relación con el objetivo y alcance del estudio con el fin de obtener conclusiones y recomendaciones.



## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

La interpretación de los resultados se efectuará de forma iterativa para cada etapa del ciclo de vida. La interpretación de los resultados nos permite:

- Determinar aquellas etapas del ciclo de vida con un mayor impacto y en consecuencia un mayor potencial de mejora y sobre los que se deberá realizar un análisis en detalle de las incertidumbres.
- Determinar aquellos procesos (consumo de materia y energía, generación de residuos y emisiones al medio) que determinan el impacto de las diferentes etapas del ciclo de vida.
- Determinar los contaminantes producidos con un mayor impacto sobre los diferentes indicadores a estudio, así como su origen.
- Analizar el comportamiento de una sustancia concreta de especial interés para el cliente (p. ej. una sustancia que en la actualidad se permite su uso pero donde en un futuro próximo su uso será prohibido).

En caso de realizar un análisis de opciones de mejora del ciclo de vida del producto a estudio, o un análisis comparativo de diferentes productos, será en esta etapa donde analizaremos el efecto de las opciones de mejora del sistema analizadas o el desempeño ambiental de los diferentes productos a estudio y/o el análisis comparativo.

### 1.5. CONCLUSIONES

El Análisis del Ciclo de Vida es la única herramienta que permite cuantificar de forma objetiva, científica y verificable el impacto sobre el medio ambiente del ciclo de vida de productos y servicios a lo largo de su ciclo de vida (de la cuna a la tumba). El ACV provee información (indicadores) tanto sobre el uso de recursos materiales (renovables y no renovables) como energéticos (renovables y no renovables) utilizados aguas arriba, así como del impacto del ciclo de vida del producto sobre el cambio climático, la calidad de los ecosistemas, la salud humana y el agotamiento de recursos naturales, ofreciendo en consecuencia una visión holística del impacto sobre el medio ambiente.

El ACV se diferencia de otras herramientas de análisis ambiental (como por ejemplo el análisis de masas o el estudio de impacto ambiental) en que el objeto del análisis es un producto o sistema, el aná-

lisis de impactos es a escala global e incluye el ciclo de vida entero del producto, analiza el impacto de múltiples sustancias sobre múltiples aspectos ambientales, va ligado a la función de un producto y se basa en un balance de masas (y energía) y modelos de transferencia e impacto en el organismo.

Un estudio de ACV se encuentra formado por las siguientes fases:

1. Definición del objetivo y alcance del sistema.
2. Análisis de inventario del ciclo de vida.
3. Análisis de impacto del ciclo de vida.
4. Interpretación de los resultados.

El ACV es útil para:

- Identificar oportunidades de mejora del desempeño ambiental de productos y organizaciones.
- Informar a los poderes de decisión acerca de aspectos ambientales relevantes.
- La selección de indicadores relevantes de desempeño ambiental.
- Márketing.

### 1.6. REFERENCIAS

- Brunner, P. H.; Rechberger, H. (2004): «Practical Handbook of Material Flow Analysis». CRC Press LLC, Boca Raton, Florida.
- ISO/FDIS 14040 (2006) (E): «Environmental management-Life cycle assessment-Principles and framework».
- Jolliet, O. *et al.* (2005): «Analyse du cycle de vie. Comprendre et réaliser un écobilan». Presses polytechniques et universitaires romandes. Lausanne.
- «Procedimiento de auditorías energéticas en el sector industrial de la Comunidad de Madrid». Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (Fenercom).







# 2

## AUMENTO DE LA COMPETITIVIDAD DE LAS EMPRESAS MEDIANTE EL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA: MEJORA DEL DESEMPEÑO Y COMUNICACIÓN AMBIENTAL



### 2.1. INTRODUCCIÓN

El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) se presenta como una excelente herramienta de comunicación y mejora de los aspectos ambientales de productos, servicios y organizaciones verificable, científica y exacta, con el fin de fomentar y satisfacer la demanda de aquellos consumidores que reclaman productos y servicios que causen un menor daño al medio ambiente y permitir a las organizaciones reducir su consumo de materia y energía. El ACV presenta tres grandes campos de aplicación en el sector empresarial y de la investigación: reducción del impacto sobre el medio ambiente del ciclo de vida de productos/servicios, satisfacción de las necesidades de comunicación y exigencias, y mejora de instalaciones industriales. El ACV es de gran ayuda en la mejora del desempeño ambiental de productos ya sea mediante estrategias de mejora o estrategias de ruptura. El ACV es también la herramienta de base para la implementación del proceso de Ecodiseño. El ACV es la única herramienta que permite la realización de comunicación ambiental cuantificada, robusta y científica del ciclo de vida de productos, servicios y organizaciones mediante las Declaraciones Ambientales de Producto y la Huella de Carbono (Ecoetiquetas de Tipo III). Aplicado a escala de instalación industrial, el ACV provee información veraz y cuantificada para la toma de decisiones por parte de la dirección. El ACV permite la realización de benchmarking, ya sea entre diferentes plantas manufactureras de un mismo grupo industrial o entre diferentes afiliados de una asociación sectorial. El ACV es la herramienta de base de la Ecología Industrial.

### 2.2. RELACIÓN ENTRE INDUSTRIA Y SOSTENIBILIDAD

Si bien hasta el día de hoy la sostenibilidad se ha visto como una carga por parte del sector empresarial, y a la inversa, existe una clara interdependencia entre sostenibilidad y empresa:



## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

- Marco regulatorio ambiental cada vez más constrictivo.
- Normativas alargan la responsabilidad sobre el producto desde el diseño y más allá de la venta.
- Materias primas y energía con costes cada vez más elevados.
- Presión del mercado por adquirir productos sostenibles, especialmente en países desarrollados.
- Necesidad por parte de las empresas de reforzar su cuota de exportación.
- Necesidad por parte de las empresas de comunicar de forma creíble su rendimiento ambiental (evitar *greenwashing*).

En respuesta a este entorno complejo y en constante variación, el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) se presenta como una excelente herramienta de comunicación y mejora de los aspectos ambientales de productos, servicios y organizaciones verificable, científica y exacta, con el fin de fomentar y satisfacer la demanda de aquellos consumidores (públicos y privados) que reclaman productos y servicios que causen un menor daño al medio ambiente y permitir a las organizaciones reducir su consumo de materia y energía y, en consecuencia, reducir sus costes operativos.

El Análisis del Ciclo de Vida es la única herramienta que permite cuantificar de forma objetiva, científica y verificable el impacto sobre el medio ambiente del ciclo de vida de productos y servicios. Dicho análisis se realiza incluyendo todo el ciclo de vida del producto, de la cuna a la tumba, incluyendo la extracción y manufactura de las materias primas y su transporte, la manufactura del producto, su transporte hasta el cliente, su utilización durante su vida útil y su fin de vida incluyendo el transporte hasta el gestor y su procesado (reciclaje, reutilización, incineración o deposición en vertedero controlado). El ACV provee información (indicadores) tanto sobre el uso de recursos materiales (renovables y no renovables) como energéticos (renovables y no renovables) utilizados aguas arriba, así como del impacto del ciclo de vida del producto sobre diferentes indicadores acerca del cambio climático, la calidad de los ecosistemas, la salud humana y el agotamiento de recursos naturales, ofreciendo en consecuencia una visión holística del impacto del ciclo de vida del producto sobre el medio ambiente. Los indicadores utilizados en el ACV han sido seleccionados fruto del acuerdo entre la comunidad científica internacional.

### 2.2.1. Marco regulatorio ambiental cada vez más constrictivo

La legislación europea obliga, de forma creciente, a la limitación y control de un mayor número de sustancias químicas perniciosas para el medio ambiente y/o la salud humana. Un buen ejemplo es el Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH).

### 2.2.2. Normativas alargan la responsabilidad sobre el producto desde el diseño y más allá de la venta

Durante estos últimos años han aparecido una serie de normativas a nivel europeo y nacional, las cuales alargan la responsabilidad del fabricante más allá de la etapa de fabricación, incluyendo desde la etapa de diseño hasta el fin de vida. De este hecho se deriva una creciente necesidad de cuantificar y comunicar de forma creíble determinadas características del desempeño ambiental del producto/servicio mediante el Análisis del Ciclo de Vida. A continuación se indica las principales características de legislaciones que invitan de forma directa o indirecta a la implementación de la metodología del ACV.

- **Reglamento (UE) No 305/2011** por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción.
  - **Nuevo requisito básico:** a partir de Julio de 2013, todos los productos de la construcción tendrán que declarar su impacto medioambiental en base al ACV, preferiblemente una Declaración Ambiental de Producto (DAP), de cara a obtener el Marcado CE.
  - **Punto 3 Higiene, salud y medio ambiente:** Las obras de construcción deben proyectarse y construirse de forma que, en todo su ciclo de vida, no supongan una amenaza para la higiene, la salud o la seguridad de los trabajadores, ocupantes o vecinos, ni tengan un impacto excesivamente elevado durante su ciclo de vida sobre la calidad del medio ambiente ni sobre el clima durante su construcción, uso y demolición.
  - **Punto 7 Utilización sostenible de los recursos naturales:** para la evaluación del uso sostenible de los recursos y el impacto





medioambiental de las obras de construcción debe utilizarse, cuando estén disponibles, las Declaraciones Ambientales de Producto.

- **Directiva 2009/125/CE**, traspuesta a la legislación española mediante el Real Decreto 187/2011, donde se establece un marco para el establecimiento de requisitos obligatorios de Ecodiseño que aplican a los Productos Relacionados con la Energía (ErP).

La Directiva 2009/125/CE Establece un marco para el establecimiento de requisitos obligatorios de Ecodiseño que aplican a los Productos Relacionados con la Energía (ErP). La Directiva de Ecodiseño ErP no establece obligaciones directas para los fabricantes. Los requisitos de ecodiseño aplicables a cada categoría de producto se fijan mediante Reglamentos CE. La Directiva de Ecodiseño ErP afecta directamente a más de 1.000 categorías de productos. Estos productos se fabrican en su mayoría por los sectores industriales dedicados a la fabricación de productos informáticos, electrónicos, ópticos y eléctricos; productos metálicos y por el sector de maquinaria y equipo.

- **Ley Grenelle 2 (Francia)**

Como consecuencia de la puesta en marcha de una nueva gobernanza ecológica en Francia se obliga a:

1. Realizar una DAP en base al ACV para todos los productos de la construcción y decoración puestos en el mercado en con alegaciones ambientales (obligatorio a partir del 1 de Enero del 2014).
2. Dicha obligación de declaración ambiental se aplicará igualmente a los equipos eléctricos, electrónicos y de climatización a partir del 1 de Julio del 2017.
3. Mostrar el coste en carbono y los otros impactos ambientales de los productos de consumo (a partir del 1 de Julio de 2011 de forma experimental).
4. Mostrar las emisiones de carbono asociadas a las prestaciones de transporte de viajeros o de mercancías, sin limitación de distancia a partir de 2011.
5. A los gestores de fondos, en los documentos destinados a sus suscriptores, la toma en cuenta de criterios ambientales, sociales y de gobernanza.

• Product/Organisation Environmental Footprint (Europa)

Establecimiento de dos metodologías piloto por parte de la Comisión Europea para medir el desempeño ambiental de productos, servicios y empresas a través del ACV, la Product Environmental Footprint<sup>1</sup> (PEF) para productos y la Organisation Environmental Footprint<sup>2</sup> (OEF) para organizaciones.

Dicho proyecto persigue el establecimiento de una metodología común para permitir a los Estados Miembros y al sector privado analizar, exponer y comparar el desempeño ambiental de productos, servicios y empresas en base a un análisis de los impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida (huella ambiental) de forma estandarizada.

Las metodologías y estándares que a día de hoy se están desarrollando al amparo del proyecto, serán en el futuro próximo, muy probablemente, las Reglas de Categoría de Producto (normas que indican como calcular y comunicar la huella ambiental para diferentes categorías de producto de forma estandarizada) a utilizar en la UE (a semejanza de la norma UNE-EN 15804<sup>3</sup> para los productos de la construcción). Si bien no se puede afirmar de forma categórica, a día de hoy se puede asegurar que con mucha probabilidad a medio plazo será obligatoria la realización de la Huella Ambiental para cualquier producto vendido en la UE. A continuación, en las tablas I y II, se describe las categorías de producto incluidas en los planes piloto de la UE de PEF.

**Tabla 1.** Categorías de producto incluidas en la primera experiencia piloto de la UE de PEF.

PRIMERA EXPERIENCIA PILOTO: 2013-2016		
Baterías y acumuladores	Pinturas decorativas	Zapatos sin cuero
Tubos para el agua caliente y fría	Detergentes de uso doméstico	Generación eléctrica fotovoltaica
Productos intermediarios de papel	Ordenadores y equipos periféricos	Notebooks
Cuero	Hojas de metal	Aislamiento térmico
Camisetas	Suministro de energía no interrumpible	

Fuente: UE.

<sup>1</sup> [http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/product\\_footprint.htm](http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/product_footprint.htm)

<sup>2</sup> [http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/organisation\\_footprint.htm](http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/organisation_footprint.htm)

<sup>3</sup> UNE-EN 15804 Sostenibilidad en la construcción-Declaraciones Ambientales de Producto- Reglas básicas de categorías de productos de construcción.





**Tabla 2.** Categorías de producto incluidas en la segunda experiencia piloto de la UE de PEF.

SEGUNDA EXPERIENCIA PILOTO: 2014-2017		
Cerveza	Café	Pienso
Lácteos	Pescado	Carne
Pasta	Agua envasada	Alimentación de mascotas
Aceite de oliva	Vino	

Fuente: UE.

- **Compra Pública Verde**

En 2008 la UE publicó el Plan de Acción de Producción y Consumo Sostenibles y una Política Industrial Sostenible, que incluye la Compra Pública Verde (CPV) como una de las herramientas más importantes a fomentar desde las administraciones. En el marco del Plan se publicó la Comunicación sobre la Contratación pública para un medio ambiente mejor, cuyo objetivo era alcanzar un nivel de CPV en Europa del 50%. A partir de este compromiso marco existen ya numerosas administraciones que han incluido la CPV en sus políticas o han asumido compromisos expresos en este ámbito. En países nórdicos como Suecia, Finlandia pero también en países asiáticos como es el caso de Taiwán o Singapur, la presentación de Declaraciones Ambientales de Producto es obligatoria ya en la actualidad en la licitación de concursos de compra pública.

En España la ley 2/2011 de Economía Sostenible impulsa la eficiencia en la contratación pública y la colaboración público privada, como elementos fundamentales de relación entre la Administración Pública y el tejido empresarial y, a la vez, como ámbito en el que debe reforzarse la vinculación a parámetros de sostenibilidad económica. Más recientemente, el Real Decreto 163/2014 por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono, en su artículo 10, como beneficio se indica que los órganos de contratación pública podrán incluir en las consideraciones ambientales las relativas a la huella de carbono. Lamentablemente, dicho Real Decreto no obliga aún a las administraciones públicas a tomar en cuenta la huella de carbono en la CPV.

### 2.2.3. Materias primas y energía con costes cada vez más elevados

Una economía basada en gran medida en el consumo de recursos materiales y energéticos no renovables provoca una lenta pero inexorable escasez de dichos recursos. Dicha escasez de recursos, junto con determinadas acciones políticas, han provocado durante los últimos años una escalada considerable del coste de las materias primas y la energía.

A modo de ejemplo, durante el periodo 2007-2012 (tasas e impuestos incluidos) el precio de la electricidad se ha visto aumentado un 49%<sup>4</sup>. Durante el periodo 2002-2014 el precio del barril de Brent, marcador del precio del crudo en Europa, se ha visto aumentado un 450%<sup>5</sup>.

En consecuencia, el ahorro del consumo de materias primas y energía durante el ciclo de vida del producto, así como la disminución de la producción de residuos generados, repercute en un importante ahorro de costes, tanto por parte del fabricante como del usuario.

### 2.2.4. Presión del mercado por adquirir productos sostenibles

La demanda de productos sostenibles crece de forma significativa y se observa cada vez con mayor claridad que ser sostenible puede conducir a nuevos crecimientos que capitalicen una demanda creciente de productos sostenibles y eficientes energéticamente. Cada vez un mayor número de consumidores quieren saber de qué están hechos los productos, los materiales que lo componen, su origen, el contenido de su packaging y la gestión de residuos practicada.

Según estudio global realizado por la empresa de información Nielsen en el año 2011 sobre 25.000 consumidores en 51 países<sup>6</sup>, un 22% de los encuestados está dispuesto a pagar más por un producto sostenible. Además, un 75% de los encuestados a nivel global declara que las materias primas influyen en sus decisiones de compra.

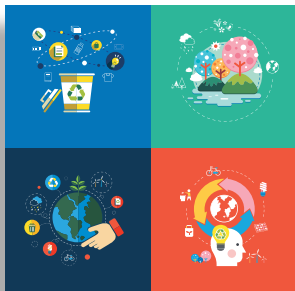
<sup>4</sup> Fuente: Comisión Nacional de la Energía.

<sup>5</sup> Fuente: Repsol SA.

<sup>6</sup> <http://comunicarseweb.com.ar/?page=ampliada&id=8528> (página web desde donde se puede descargar el informe)







### **2.2.5. Necesidad por parte de las empresas de reforzar su cuota de exportación**

España sufre una profunda crisis económica desde el año 2008. La cuantificación y comunicación del impacto sobre el medio ambiente del ciclo de vida de productos y servicios es una valiosa herramienta de ayuda en la exportación (apertura de nuevos mercados e implementación en mercados ya presentes) al añadir nuevas dimensiones de mercado al informar del rendimiento ambiental de sus productos y/o servicios. La implementación del ACV permite aumentar el prestigio y credibilidad de la empresa, demostrar y/o comparar el rendimiento ambiental de sus productos, y cumplir legislaciones actuales y futuras.

### **2.2.6. Necesidad por parte de las empresas de comunicar de forma creíble su desempeño ambiental (evitar el *greenwashing*)**

Se define *greenwashing* como el acto de inducir a error a los consumidores en relación con las prácticas ambientales de una empresa o los beneficios ambientales de un producto o servicio.

Una comunicación ambiental incorrecta por parte de una empresa puede comportar de forma automática una mala imagen a nivel de producto y corporativa, costosa de restablecer en tiempo y dinero.

Tanto si el destinatario es un cliente final (Business to Customer) o un proveedor o cliente industrial (Business to Business), o si es para uso en interno, la información ambiental debe presentar las siguientes características, todas satisfechas por el ACV: objetiva e imparcial, transparente, comparable y adicional.

## **2.3. APLICACIONES DEL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA**

El Análisis del Ciclo de Vida presenta un vasto campo de aplicaciones, tanto a nivel de producto como a nivel de organización. Podemos resumir las aplicaciones del ACV en tres grandes campos:

- Reducción del impacto sobre el medio ambiente del ciclo de vida de un producto/servicio.

- Comunicación y exigencias.
- ACV aplicado a escala de instalaciones industriales.

### **2.3.1. Reducción del impacto sobre el medio ambiente del ciclo de vida de un producto/servicio**

La realización de estudios estandarizados de ACV como puedan ser las Declaraciones Ambientales de Producto, la Huella de Carbono o el proceso de implementación del Ecodiseño mediante la norma ISO 14006<sup>7</sup> permiten obtener un conocimiento en profundidad del sistema a estudio. Dicho conocimiento es el primer paso imprescindible para iniciar el proceso de mejora ambiental del producto de forma cuantificada, objetiva, rigurosa y con una máxima rentabilidad de la inversión a realizar.

#### **2.3.1.1. Estrategia de producto: estrategias de mejora**

Evaluación de diferentes opciones de mejora progresiva, comparación entre ellas y selección de aquellas con un menor impacto ambiental (p. ej. variar la composición y cantidad de materiales en un producto, mejorar la eficiencia del motor de combustión de un automóvil o variar el tratamiento de fin de vida). El ACV aporta fiabilidad y permite cuantificar los progresos realizados, permitiendo un proceso de mejora del producto inductivo, es decir, analizar soluciones de mejora ambiental tan sólo en aquellos puntos con mayor potencial (hot spots), ahorrando en consecuencia tiempo y maximizando la inversión realizada en el proceso de mejora. EL ACV evita, al mismo tiempo, el traspaso de cargas ambientales entre las diferentes etapas del ciclo de vida, permitiendo una mejora holística del ciclo de vida del producto.

Las estrategias de mejora presentan las siguientes características:

- No afecta a los hábitos del consumidor.
- Obtención de mejoras a corto plazo.
- Margen de mejora del producto limitado.

<sup>7</sup> UNE-EN ISO 14006:2011 Sistemas de gestión ambiental-Directrices para la incorporación del Ecodiseño.





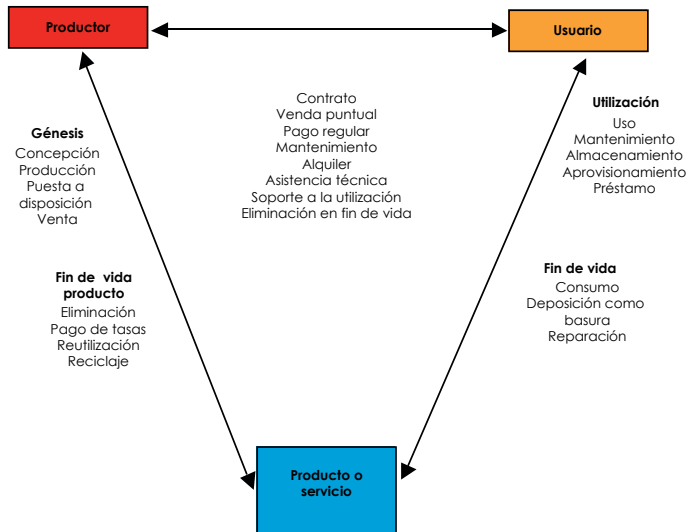
- Reducción progresiva de los costes.
- Gran poder de acción por parte del consumidor.

### 2.3.1.2. Estrategia de producto: estrategias de ruptura

Modificaciones tecnológicas que permiten un importante ahorro del impacto ambiental del producto (factor 4, factor 10). Algunos ejemplos de estrategias de ruptura pueden ser la compra de coches compartida, la construcción modular de edificios con diferentes usos a lo largo de su ciclo de vida, sistemas centralizados de calor y aire con contrato de mantenimiento en edificios de viviendas y terciarios, o el establecimiento de contratos de reprografía donde la empresa paga por fotocopia impresa en cambio de comprar la fotocopiadora en sí.

En la aplicación de estrategias de ruptura se produce una redefinición completa del sistema a estudio, siempre cumpliendo la misma función. El ACV permite la cuantificación de las mejoras aportadas por las rupturas tecnológicas, optimizando su puesta en práctica.

En la figura 1 se expone los diferentes puntos en la relación entre Productor, Usuario y Producto o Servicio donde es posible realizar estrategias de producto, ya sea mediante estrategias de mejora o de ruptura.



**Figura 1.** Elementos de la relación entre Productor, Usuario y Producto o Servicio donde es posible realizar acciones de mejora ambiental.

### 2.3.1.3. Ecodiseño

Integración de los aspectos ambientales desde la concepción del producto, con el fin de obtener importantes mejoras ambientales, como un factor adicional a los que tradicionalmente se han tomado en cuenta (costes, calidad, etc.). Metodología estandarizada mediante la norma *ISO 14006:2011 Sistemas de Gestión Ambiental. Directrices para el Ecodiseño*.

El ACV es de especial utilidad en el ecodiseño para:

- El encuadre de las soluciones planteadas por los diseñadores.
- La eliminación de «falsas buenas soluciones».
- La validación de decisiones definitivas.
- Soporte técnico a la comunicación de las características medioambientales de la innovación.

La aplicación del ecodiseño en las empresas permite:

- Pasar de una concepción ambiental pasiva y defensiva, pilotada por las reglamentaciones, a una activa y ofensiva en sus prospecciones de mejora, dónde se busca un mayor margen de mejora ambiental.
- Disminuir el consumo de materia y energía por parte de sus productos y, por lo tanto, mejorar su cuenta de explotación.
- Imponer nuevas temáticas de innovación, reforzando su condición de liderazgo.
- Diferenciarse de la competencia y ofrecer productos de mayor calidad.

El proceso de desarrollo de un proyecto de Ecodiseño se puede resumir en las siguientes etapas:

- I. Preparación de un proyecto de Ecodiseño:
  - a. Selección del equipo de trabajo.
  - b. Selección del producto a ecodiseñar.
  - c. Investigación de los factores motivantes para hacer Ecodiseño.





## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

- II. Identificación de los aspectos ambientales: el objetivo de esta etapa es analizar los principales aspectos ambientales del producto a lo largo de todo su ciclo de vida.
- III. Ideas de mejora: generación y priorización de ideas de mejora para el producto.
- IV. Desarrollo de conceptos: desarrollo de un pliego de condiciones técnico-ambiental y generación de alternativas conceptuales del producto en base a dicho pliego de condiciones.
- V. Producto en detalle: definición del producto en detalle.
- VI. Plan de acción
  - a. Establecimiento de un plan de acción para todas las medidas de mejora del producto a medio y largo plazo. Las medidas de mejora del producto priorizadas para ser implantadas a corto plazo no se incluyen en este plan de acción dado que se da por supuesto que ya se han llevado a cabo.
  - b. Integración definitiva del Ecodiseño en las herramientas de diseño (a nivel de departamento de desarrollo de productos), así como en las herramientas de gestión (ISO 9001, ISO 14001, planes de marketing...) a nivel de toda la empresa.
- VII. Evaluación: evaluación de los resultados del proyecto de cara a obtener conclusiones para aprender a transmitir los resultados ambientales interna y externamente de manera periódica.

### 2.3.2. Comunicación y exigencias

#### 2.3.2.1. Ecoetiquetas

La implementación de ecoetiquetas persigue proporcionar información sobre las características ambientales de un producto.

Su utilización persigue:

- a. Responder a una inquietud del cliente
- b. Reforzar la imagen de la marca
- c. Estandarizar la comunicación con los compradores

- d. Responder a una demanda de la legislación o ataque de la competencia

Existen tres tipos de ecoetiquetas que caracterizan la naturaleza de la información y el nivel de responsabilidad del declarante:

- **Tipo I: Ecoetiquetas<sup>8</sup>**

Certificaciones ambientales que consideran el ciclo de vida del producto/servicio. Son certificaciones voluntarias, multicriterio y desarrolladas por un tercer agente el cual autoriza su uso. Indica que un producto es preferible en función de una serie de consideraciones basadas en su ciclo de vida. Reguladas por la normativa ISO 14024<sup>9</sup>.

Algunos de los sistemas de ecoetiquetas de tipo I más utilizados en España son los siguientes:

- i. AENOR Medio Ambiente (España)
- ii. Distintiu de Garantia de Qualitat Ambiental (Cataluña)
- iii. Ecolabel (EU)
- iv. Der Blaue Engel (Alemania)



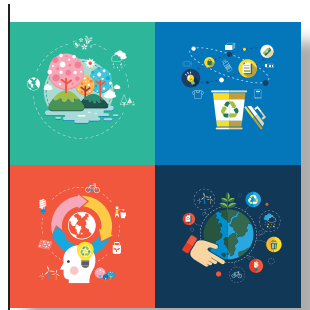
**Figura 2.** Principales programas de Ecoetiquetas de tipo I utilizados en España<sup>10</sup>.

El ACV se utiliza en las ecoetiquetas de tipo I para establecer los requisitos ambientales (umbrales de rendimiento) a cumplir para las diferentes categorías de producto.

<sup>8</sup> Si bien el término ecoetiqueta responde al nombre genérico, las ecoetiquetas de Tipo I son comúnmente conocidas también como ecoetiquetas.

<sup>9</sup> ISO 14024:2001 Etiquetas ecológicas y declaraciones medioambientales. Etiqueta ecológica Tipo I. Principios generales y procedimientos.

<sup>10</sup> Fuentes: <http://www.gencat.cat/territori/distintiuambiental/>, [http://www.aenor.es/aenor/certificacion/mambiente/medio\\_ambiente.asp#.U-NaZvl\\_uSo](http://www.aenor.es/aenor/certificacion/mambiente/medio_ambiente.asp#.U-NaZvl_uSo), <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/> y <http://www.blauer-engel.de/>





### • Tipo II: Autodeclaraciones Medioambientales

Una ecoetiqueta de tipo II proporciona información sobre un solo aspecto medioambiental de una sola etapa del ciclo de vida del producto, emitida por el propio fabricante sin verificación externa independiente. Proporciona información emitida bajo la responsabilidad del operador que pone el producto en el mercado. Reguladas por la normativa ISO 14021<sup>11</sup>.

Algunos ejemplos son aseveraciones tales como «libre de CFC», «biodegradable», «100 reciclable», etc.



Figura 3. Ejemplos de Ecoetiquetas de tipo II; autodeclaraciones.

### • Tipo III: Declaraciones Ambientales de Producto

Una Declaración Ambiental de Producto (DAP) se define, según ISO 14025<sup>12</sup>, como un conjunto de datos ambientales agrupados en una serie de categorías de parámetros ambientales predeterminadas, sin excluir información ambiental adicional (ecoetiqueta tipo III). Una DAP no evalúa el desempeño ambiental de un producto/servicio (p. ej. productos con Flor Europea) sino que tan solo informa de éste.

Una DAP es una inmejorable herramienta para la toma de decisiones de manera objetiva y transparente en base al impacto ambiental de bienes y servicios, permitiendo actuar sobre aquellos procesos con un mayor impacto ambiental y mejorar el desempeño ambiental de productos y servicios. La credibilidad de una DAP se ve reforzada por el hecho de estar verificada por un tercer agente independiente, e incluye la Huella de Carbono e hídrica.

<sup>11</sup> ISO 14021:2002 Etiquetas ecológicas y declaraciones medioambientales. Autodeclaraciones medioambientales.

<sup>12</sup> ISO 14025:2010 Etiquetas y declaraciones ambientales. Declaraciones ambientales Tipo III. Principios y procedimientos.

En el capítulo 4 de la presente guía «DAP: Herramienta para comunicar y mejorar el desempeño ambiental de productos y empresas» se explica en profundidad las principales características de las Declaraciones Ambientales de Producto.

El ACV es la herramienta de cálculo para la implementación de la Huella de Carbono de las metodologías con mayor prestigio a nivel internacional (ISO 14067<sup>13</sup>, ISO 14064<sup>14</sup>, PAS 2050, GHG Protocol).



Figura 4. Ejemplos de programas de Ecoetiquetas de tipo III: Declaraciones Ambientales de Producto<sup>15</sup>.

### 2.3.2.2. Memorias de Responsabilidad Social Corporativa y Sistemas de Gestión Ambiental

Ya sea mediante la realización de estudios de ACV a nivel de empresa o la realización de las DAP o Huellas de Carbono de producto, el ACV permite obtener información ambiental rigurosa, objetiva, científica y verificable del desempeño ambiental de la organización. Dichos estudios son una inmejorable fuente de información para la realización de memorias de Responsabilidad Social Corporativa, así como la implementación y mantenimiento de Sistemas de Gestión Ambiental (ISO 14001 o EMAS).



<sup>13</sup> ISO 14067:2013 Greenhouse gases-Carbon footprint of products-Requirements and guidelines for quantification and communication.

<sup>14</sup> UNE-ISO 14064-1:2012 Gases de efecto invernadero. Parte 1: especificaciones y orientaciones, a nivel de la organización, para la cuantificación y la declaración de las emisiones y reducciones de gases de efecto invernadero.

<sup>15</sup> Fuentes: [www.environdec.com](http://www.environdec.com), [http://www.csostenible.net/index.php/es/sistema\\_dapc](http://www.csostenible.net/index.php/es/sistema_dapc) y [http://www.aenor.es/aenor/certificacion/mambiente/globalepd.asp#.U-NbafI\\_uSo](http://www.aenor.es/aenor/certificacion/mambiente/globalepd.asp#.U-NbafI_uSo)



### 2.3.3. ACV aplicado a escala de instalaciones industriales

El ACV es una herramienta ideal para la optimización y comparación del desempeño ambiental de plantas manufactureras y procesos industriales.

- Provee información cuantificada, científica y rigurosa para la toma de decisiones (p. ej. selección de tecnología, pero también como fuente de datos para decisiones sobre marketing.)
- Benchmarking: el ACV es la única herramienta que permite comparar la ecoeficiencia de diferentes plantas de un mismo grupo industrial, o de los diferentes afiliados de una asociación sectorial (ACV sectorial).
- El ACV es la herramienta de base de la Ecología industrial, metodología que persigue la formación de un «ecosistema industrial», donde los subproductos/residuos de una organización son aprovechados como materia prima por otra organización situada a una distancia moderada. Un buen ejemplo de caso de éxito de aplicación de la ecología industrial es el complejo industrial en funcionamiento situado en la localidad de Kalundborg<sup>16</sup> (Dinamarca). En dicho complejo los residuos generados, por ejemplo una parte del calor residual producido en la planta de generación eléctrica, son utilizados, entre otros, por una piscifactoría. Al mismo tiempo, los lodos originados por el funcionamiento de dicha piscifactoría son utilizados por los granjeros locales como abono. En la figura 5 se describe las principales interrelaciones presentes en el complejo industrial de Kalundborg. Dada la elevada concentración industrial y de población existente en la Comunidad de Madrid, se considera que dicho modelo es totalmente replicable en dicha CCAA, por supuesto con la necesaria adaptación a las condiciones locales concretas (residuos producidos y necesidades de materias primas y energía).

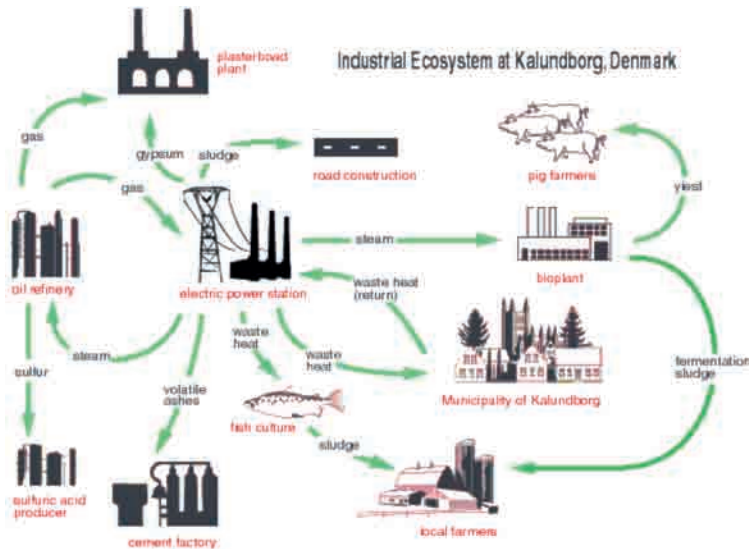


Figura 5. Ejemplo de aplicación de Ecología Industrial en el complejo industrial de Kalundborg (Dinamarca<sup>17</sup>).

## 2.4. REFERENCIAS

- Grisel, L.; Osset, P. (2004): «L'Analyse du cycle de vie d'un produit ou d'un service. Applications et mise en pratique».
- ISO/FDIS 14040 (2006) (E): «Environmental management-Life Cycle Assessment-Principles and framework».
- UNE-EN ISO 14020 (2002): «Etiquetas y declaraciones ambientales-Principios generales».
- UNE-EN ISO 14021 (2002): «Etiquetas y declaraciones medioambientales. Autodeclaraciones medioambientales (Etiquetado ecológico Tipo II)».
- UNE-EN ISO 14024 (2001): «Etiquetas y declaraciones medioambientales. Etiquetado ecológico Tipo I».
- UNE-EN ISO 14025 (2010): «Etiquetas y declaraciones ambientales. Declaraciones ambientales Tipo III. Principios y procedimientos».

<sup>17</sup> Fuente: <http://www.symbiosis.dk/en>



## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

- Real Decreto 163/2014, de 14 de Marzo, por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono.
- Manual Práctico de Ecodiseño (2000). Operativa e implantación en 7 pasos. Gobierno Vasco. Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente.

# 3

## EL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA Y OTRAS HERRAMIENTAS PARA LA TOMA DE DECISIONES EN EL SECTOR ENERGÉTICO



### 3.1. INTRODUCCIÓN

Históricamente, el desarrollo de una región se ha cuantificado en términos de crecimiento económico. Las regiones más desarrolladas producían los bienes y servicios con mayor valor en el mercado, aumentando el producto interior bruto. Sin embargo, no se tenían en cuenta otros aspectos asociados a la producción de estos bienes, como los aspectos sociales y medioambientales.

El informe Brundtland publicado en 1987 definió por primera vez el concepto de desarrollo sostenible, siendo aquel que «satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades» (Brundtland, 1987).

El desarrollo sostenible se basa en el equilibrio de tres pilares fundamentales: la economía, la sociedad y el medio ambiente. Este desarrollo permitirá a la sociedad vivir de un modo justo, con una repartición equitativa de la riqueza económica que genera, utilizando eficientemente los recursos naturales, y manteniendo un buen estado de salud, puesto que conserva el medio ambiente adecuadamente.

La transición de un desarrollo económico a un desarrollo sostenible tiene que ser consecuencia de un cambio en la sociedad, donde cada ciudadano sea consciente de los impactos, tanto positivos como negativos, que sus elecciones diarias generan. Sin embargo, esta conciencia social debe venir acompañada de cambios en las políticas que rigen la sociedad.

Con el propósito de integrar la dimensión medioambiental en las políticas europeas, la Unión Europea adoptó en 2001 la estrategia a favor



## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

del desarrollo sostenible, que combina políticas para el desarrollo sostenible desde el punto de vista medioambiental, económico y social, con el fin de mejorar de forma sostenible el bienestar y las condiciones de vida de las generaciones presentes y futuras (EC, 2009).

El objetivo de esta estrategia es influir en el comportamiento del conjunto de la sociedad a través de la opinión pública y los responsables políticos y poner a disposición de éstos las herramientas necesarias para alcanzar el desarrollo sostenible de la sociedad.

La Unión Europea identificó dentro de la estrategia siete desafíos insostenibles, y definió objetivos y medidas concretas para mejorar la situación. A continuación se citan brevemente los objetivos principales:

- Luchar contra el cambio climático y sus efectos: se proponen medidas de eficiencia energética, promoción de energías renovables, respetar los compromisos del protocolo de Kioto, etc.
- Limitar los efectos negativos de los transportes y los desequilibrios regionales mediante el fomento de transportes alternativos, combustibles y vehículos menos contaminantes y más eficientes, etc.
- Promover modos de producción y consumo más sostenibles mediante el fomento de la contratación pública ecológica, la innovación y el desarrollo, el etiquetado adecuado de productos y servicios, etc.
- Gestión sostenible de los recursos naturales, evitando la sobreexplotación, aumentando la eficiencia de su uso y valorando los servicios ecosistémicos.
- Minimizar los riesgos para la salud pública, garantizando la seguridad y la calidad de los productos de la cadena alimentaria. Los riesgos para la salud y el medio ambiente debido a los productos químicos se eliminarán para el año 2020.
- Luchar contra la exclusión social y la pobreza, mejorando el bienestar de las familias, asegurando la igualdad entre todos los ciudadanos.
- Luchar contra la pobreza en el mundo y el desarrollo sostenible mundial, reforzando las políticas de apoyo al desarrollo y fomentando medidas para mejorar la gobernanza internacional.

Pero además de la conciencia social y las medidas políticas, el desarrollo sostenible debe de ir acompañado de estudios capaces de

cuantificar y valorar los impactos, tanto negativos como positivos, de cualquier bien o servicio sobre el medio ambiente, la sociedad y la economía. Para ello, son necesarias herramientas que evalúen de manera conjunta y simultánea las consecuencias sociales, económicas y ambientales de cualquier nueva actuación o propuesta.

A continuación, se van a describir varias metodologías cuyo objetivo es cuantificar los impactos socio-económicos y ambientales, de modo que la toma de decisiones se haga desde un punto de vista sostenible.

### 3.2. ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una metodología que permite evaluar los aspectos medioambientales y los potenciales impactos asociados con un bien o servicio a lo largo de todas las etapas de su vida, desde la extracción de las materias primas, el transporte, la producción, su uso y la gestión final de los residuos, como muestra el siguiente esquema.

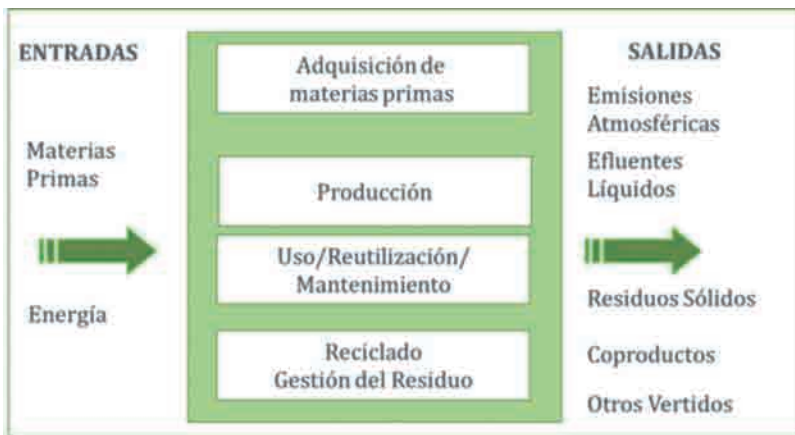
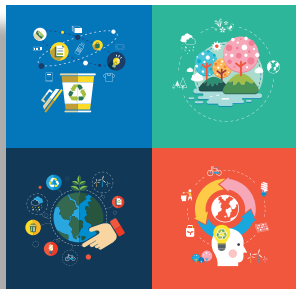


Figura 1: Diagrama simplificado de las etapas del ciclo de vida.

El ACV se realiza siguiendo las normas ISO 14040:2006 y 14044:2006, en donde se distinguen 4 etapas:

1. **Objetivo y alcance:** describe el contexto del estudio, cuál es el uso que se hará del mismo y a qué audiencia está dirigido. En esta etapa es necesario documentar los métodos de evaluación de impac-





to que se utilizarán, las limitaciones y las hipótesis que se asumirán. Se tendrá en cuenta también la obtención de co-productos y el tratamiento que se dará a éstos. Además, se definirá la unidad funcional del sistema, que servirá de referencia para recoger los datos y presentar los resultados, así como los límites del sistema a analizar.

2. **Análisis del Inventario:** en esta etapa se recopilarán todos los datos necesarios teniendo en cuenta el objetivo y el alcance previamente definidos. Se distinguen dos tipos de datos:
  - a. Datos primarios: describen los flujos directamente relacionados con los procesos que se analizan. Se recomienda en estos casos el uso y recogida de datos específicos, por ejemplo, medidas directas de emisión.
  - b. Datos secundarios: describen flujos relacionados indirectamente con los procesos que se analizan, como procesos de la cadena de suministro. En estos casos, se pueden usar datos proporcionados por bases de datos de análisis de ciclo de vida. Es importante seleccionar adecuadamente los datos, de modo que sean tecnológica-, temporal- y geográficamente representativos.

El Análisis del Inventario proporcionará una lista con todas las entradas y salidas de la naturaleza hacia el sistema y viceversa. Estas corrientes estarán expresadas en relación con la unidad funcional anteriormente definida (g CO<sub>2</sub>/kWh electricidad producida).

3. **Evaluación de los Impactos:** en esta etapa, a partir de los datos obtenidos en el inventario, se evalúa la importancia de los impactos medioambientales potenciales. Dentro de esta evaluación se distinguen 4 etapas, dos de ellas obligatorias —clasificación y caracterización— y dos de ellas opcionales —normalización y ponderación.

En la clasificación, los datos obtenidos en el inventario, referidos a flujos de entradas y salidas, se clasifican por categorías de impacto, teniendo en cuenta cuáles son los impactos que potencialmente pueden causar. Algunas de estas categorías son: cambio climático, acidificación, toxicidad humana, etc. Una vez clasificados, los flujos se convierten en impactos. Esta etapa se conoce como caracterización, en la que los flujos asignados a una categoría particular se cuantifican utilizando una unidad común para esa categoría, a través de factores de caracterización.

## El análisis del ciclo de vida y otras herramientas para la toma de decisiones en el sector...

Son muchos los estudios de ACV que concluyen con la etapa de caracterización, ya que ésta se percibe como la más consistente desde una perspectiva científica. Al normalizar, los resultados obtenidos de la caracterización se comparan utilizando una referencia, como el impacto total por categoría en la región de interés o el impacto total generado por una persona en un año.

Por último, los impactos ambientales se pueden ponderar, dando más peso a unos respecto a otros, de modo que puedan sumarse y así obtener un resultado final total. Para ello se utilizan factores de peso, que pueden referirse a regiones, haber sido calculados por paneles de expertos, comunidades educativas o ciudadanos comunes.

Cuando los estudios se refieren a comparaciones asertivas entre distintos productos o servicios y van dirigidos a cualquier público, las normas ISO no recomiendan la normalización ni la ponderación.

4. **Interpretación:** en esta última etapa se interpretan los resultados teniendo en cuenta los objetivos y alcance definidos, las limitaciones y las hipótesis, etc.. Para comprobar la robustez de las conclusiones e identificar factores claves del sistema analizado, se pueden realizar análisis de sensibilidad. Además, permitirá generar recomendaciones y áreas de mejora futuras para el sistema.

La siguiente figura muestra un esquema de las etapas que se deben seguir al realizar un Análisis de Ciclo de Vida.

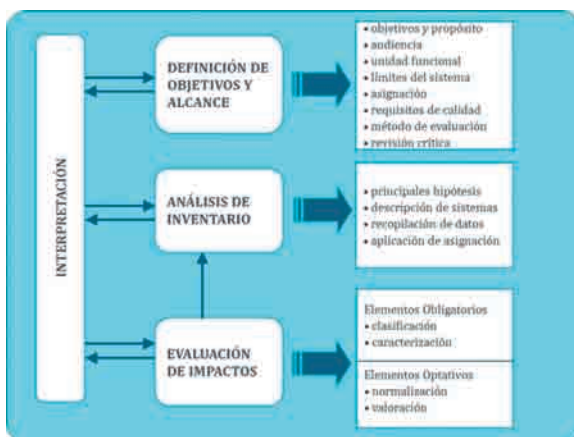
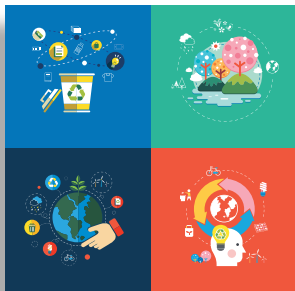


Figura 2. Etapas del Análisis de Ciclo de Vida según las normas ISO.







La realización de un ACV es un proceso complejo. Por ello, se hace necesario el uso de bases de datos especializadas en ACV, que proporcionan flujos y procesos metodológicamente aceptados. Asimismo, son muchos los softwares que se utilizan para realizar un ACV, que facilitan el manejo de los datos y los cálculos de los impactos, alguno de ellos gratuitos. Tal y como muestra la figura anterior, el ACV es un proceso iterativo, en el que se deben revisar los resultados de cada etapa, y cuando sea necesario, volver a las etapas anteriores y modificarlas de modo que se cumplan los objetivos del estudio.

### 3.3. ANÁLISIS INPUT-OUTPUT

Uno de los principales retos de los economistas ha sido encontrar el modo de representar la compleja estructura económica de cada país mediante esquemas sencillos.

En 1936, el economista ruso Wassily Leontief (1905-1999) presentó su primer estudio sobre las relaciones entre sectores de la economía de Estados Unidos. Cinco años después publicó su primer libro, «The Structure of the American Economy, 1919-1939» (Leontief, 1941), en el que exponía el análisis *Input-output*, que fue revisado por el autor posteriormente.

Este análisis supuso la introducción del álgebra lineal en el tratamiento de problemas de equilibrio general económico. En el año 1973 Leontief obtuvo el premio Nobel de Economía por «el desarrollo del método *Input-output* y su aplicación a los más importantes problemas económicos».

La metodología *Input-output* ha seguido evolucionando posteriormente gracias a otros economistas como el premio Nobel Richard Stone y al desarrollo de ordenadores con potentes herramientas de cálculo. Asimismo, ha servido para configurar, entre otros, los sistemas de cuentas económicas de la Organización de las Naciones Unidas y de Eurostat, la oficina de estadística de la Unión Europea.

El análisis *Input-output* (AIO) es una herramienta económica que se utiliza para medir los impactos directos e indirectos en la economía asociados a un cambio en la demandad de bienes servicios (Miller and Blair, 1985). Este análisis se basa en la contabilidad de un territorio, tanto nacional como regional, y describe la estructura productiva de esa región a través de los distintos sectores o ramas de actividad que la forman.

La base del AIO son las tablas simétricas *Input-output*, publicadas por organismos públicos como los institutos de estadística, que representan las transacciones económicas de unas ramas de actividad con otras. La siguiente tabla muestra un esquema simplificado de una tabla simétrica *Input-output*.

**Tabla 1.** Esquema simplificado de una tabla Input- Output.

	CONSUMO DE LOS SECTORES				DEMANDA FINAL Y	PRODUCCIÓN TOTAL X
Producción de los sectores	1	2	3	n		
1	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$	$X_{1n}$	$Y_1$	$X_1$
2	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{23}$	$X_{2n}$	$Y_2$	$X_2$
3	$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$	$X_{3n}$	$Y_3$	$X_3$
n	$X_{n1}$	$X_{n2}$	$X_{n3}$	$X_{nn}$	$Y_n$	$X_n$
Consumo intermedio I	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_n$		
Valor añadido	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_n$	GDP	
Producción total	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_n$		

Las filas describen la distribución de la producción de cada rama de actividad hacia otras ramas, mientras que las columnas muestran los costes de producción, es decir, los recursos que ha consumido cada rama de actividad de otras ramas.

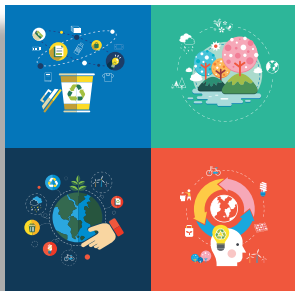
A partir de esta tabla, Leontief definió los coeficientes técnicos de cada rama, que cuantifican las unidades que un sector necesita de otro para producir una unidad de su bien o servicio final. Conociendo estos coeficientes, que se agrupan en la Matriz A de coeficientes técnicos, Leontief desarrolló el análisis *Input-output*:

$$X = (I-A)^{-1} Y$$

donde:

- $(I-A)^{-1}$  es la matriz inversa de Leontief que describe los requerimientos directos e indirectos de cada rama por unidad de demanda final.
- $Y$  es la demanda final, que viene dada por el consumidor final.
- $X$  es la producción total en unidades monetarias resultante, de modo que se satisfaga tanto la demanda intermedia (entre sectores) como la demanda final.





A través de este análisis, por tanto, se puede estimar cuál será la respuesta económica de una región, en términos de producto interior bruto, ante una demanda adicional de bienes y servicios. Esta demanda puede estar asociada a un proyecto, una política de inversiones, planes públicos, etc. (TeN Raa, 2005).

El análisis *Input-output* permite estimar la respuesta de todas las ramas de actividad de la economía estudiada ante un cambio en la demanda de bienes y servicios. Los efectos de cualquier cambio se propagarán al resto de ramas de actividad, pues los sectores que satisfacen directamente esa demanda deben ser abastecidos a su vez por otros sectores y éstos por otros y así sucesivamente. Esta propagación se conoce con el nombre de efecto multiplicador, por el que un incremento externo en el consumo, la inversión o el gasto público produce incrementos en la renta nacional de un sistema económico.

Actualmente es normal encontrar este tipo de análisis en el ámbito de proyectos destinados a mejorar el medioambiente. En 2011, el Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético de España (IDAE) publicó un estudio en el que estimó el impacto económico directo e indirecto de las energías renovables en España para el año 2009. La contribución directa de éstas al PIB nacional alcanzó los 7.338,5 millones de €, mientras que la contribución indirecta fue de 2.961,4 millones de €. El total generado por las energías renovables en 2009 en España supuso el 0.98% del PIB nacional (IDAE, 2011).

### 3.4. ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA *INPUT-OUTPUT*

Fue el mismo Leontief quien exploró la posibilidad de usar el AIO para calcular las emisiones asociadas a un cambio en la demanda. Leontief sugirió un primer modelo que consistía en añadir una nueva fila y columna a la matriz de coeficientes técnicos A, de modo que cada nuevo coeficiente describiese la cantidad de contaminante generado por unidad monetaria de producción de cada rama de actividad (Miller and Blair, 1985). Una vez creada esta nueva matriz, se debía calcular la inversa de Leontief y calcular la generación de contaminantes directa e indirectamente asociada a una demanda final.

Sin embargo, este cálculo era demasiado complejo para la computación de aquella época. La solución a esta dificultad fue considerar los efectos medioambientales como variables exógenas al modelo *Input-output*, añadiendo un vector al modelo desarrollado por Leontief, que describiese

los efectos medioambientales de cada rama de actividad por unidad de producción total de la misma rama (Hendrickson *et al.*, 1998).

La nueva expresión del análisis quedó del siguiente modo:

$$M_i = (I-A)^{-1} Y R_i$$

donde:

- $(I-A)^{-1}$  es la matriz inversa de Leontief.
- $Y$  es la demanda final, que viene dada por el consumidor final.
- $R_i$  es el vector ambiental que describe el efecto medioambiental por unidad de producción para cada rama de actividad.
- $M_i$  son los efectos medioambientales directos e indirectos asociados a la producción total  $X$ , de modo que satisface un cambio en la demanda final  $Y$ .

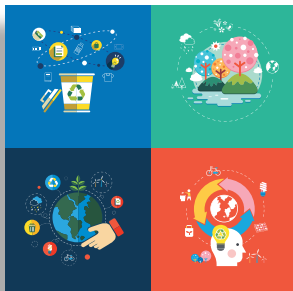
Teniendo en cuenta que la contabilidad nacional recoge todas las transacciones económicas entre ramas de actividad de un país, en las que unas ramas suministran a otras y así sucesivamente, se puede definir la extensión medioambiental del análisis *Input-output* como un Análisis de Ciclo de Vida —*Input Output*, pues todos los procesos, desde la obtención de las materias primas hasta la producción del bien demandado, son consideradas en el análisis.

A partir de los años 90, este nuevo enfoque comenzó a considerarse como una metodología adecuada para el ACV, al considerar todos los procesos desde la extracción de materias primas hasta la producción del bien o servicio. El *Green Design Group* de la Universidad Carnegie Mellon de Pittsburgh lo definió con la terminología de Análisis de Ciclo de Vida —*Input Output* (Lave *et al.*, 1995) y desarrolló un modelo gratuito, llamado *Environmental Input Output —Life Cycle Assessment* (EIO –LCA) para el cálculo de los impactos medioambientales directos e indirectos asociados a un cambio en la demanda final de bienes y servicios de los Estados Unidos (Hendrickson, *et al.* 2006).

### 3.5. ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA –INPUT OUTPUT DE ESPAÑA

Siguiendo la estructura del modelo EIO –LCA de la Universidad de Pittsburgh, el CIEMAT desarrolló la herramienta SP IO-LCA, que permite





## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

estimar los impactos medioambientales y socioeconómicos, directos e indirectos, asociados a la producción de cualquier bien o servicio, proyecto o política de inversión, teniendo en cuenta el contexto nacional (de la Rúa, 2009).

Para el desarrollo de esta herramienta, se utilizó inicialmente la tabla simétrica Input–Output de España del año 2000. El Instituto Nacional de Estadística es el organismo encargado de la publicación de las tablas Input–Output dentro del Marco de Contabilidad Nacional. La última tabla publicada por el INE corresponde al año 2005, de modo que la herramienta se ha actualizado y refleja el contexto de este año de referencia.

La herramienta proporciona información referente a 73 ramas de actividad y permite calcular los siguientes impactos:

- Demanda energética.
- Emisiones de gases de efecto invernadero ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ ).
- Otras emisiones ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{CO}$  y  $\text{COVNM}$ ).
- Actividad económica generada.
- Empleos totales equivalente generados.

Todos los datos necesarios para desarrollar la herramienta han sido obtenidos de fuentes públicas y gratuitas.

El vector energía se ha elaborado a partir de datos publicados por la Oficina Europea de Estadística (EUROSTAT, 2008, 2011), aunque también se ha consultado datos de otras fuentes como el INE, el Instituto Nacional para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA, 2008) y el Consejo Nacional de la Energía (CNE, 2008, 2009). Los datos utilizados para la elaboración de los vectores de emisiones atmosféricas se han tomado del Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en España (EIONET, 2008, 2011).

En ambos casos, los datos originales no estaban definidos con la misma resolución sectorial que requiere la tabla *Input-output* de España, de modo que la mayoría de ellos han tenido que ser desagregados para obtener los datos correspondientes a las 73 ramas de actividad. Para ello, se han utilizado otros datos públicos como la Encuesta de Consumo Energético que publica bianualmente el INE y las Cuentas

Satélite de emisiones, también publicadas por el mismo instituto (INE, 2008, 2011).

Los datos utilizados para generar el vector empleo se han obtenido de las Cuentas Económicas en el marco de la Contabilidad Nacional de España de INE, que ofrecen empleo total por ramas de actividad considerando puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo. Se ha utilizado esta unidad de medida para tener en cuenta la equivalencia de puestos de trabajo de jornada a tiempo parcial con puestos de trabajo de jornada a tiempo completo. Sólo se han desagregado los datos correspondientes a las ramas de Alojamiento y Restauración.

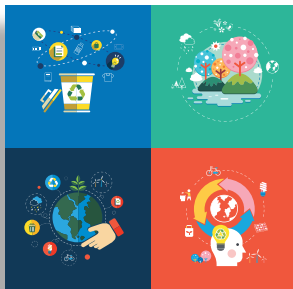
Finalmente, es necesario definir un vector de demanda final  $Y$ , que describirá la demanda de bienes y servicios asociados al sistema analizado. Este vector será el objeto de análisis y las unidades de

Una vez desarrollada, la herramienta ofrece varias ventajas. En primer lugar, la cantidad de datos necesarios para realizar un análisis y el nivel de detalle que se requiere es considerablemente menor que en un ACV de procesos. Como consecuencia, el análisis del sistema se puede llevar a cabo de manera rápida e invirtiendo menos recursos. Asimismo, el ACV -IO elimina la necesidad de definir límites del sistema de análisis, ya que tiene en cuenta todas las relaciones intersectoriales directas e indirectas asociadas al sistema.

Sin embargo, también es necesario conocer las principales limitaciones de la herramienta para poder interpretar adecuadamente los resultados obtenidos. En el ACV -IO, los bienes importados pueden ser tratados desde dos perspectivas. En la primera, se asume que no existen, pues se considera que su relevancia con respecto a la producción doméstica es despreciable. En la segunda, se asume que los bienes importados se producen en países con tecnologías y estructuras económicas a la nacional, por lo tanto se consideran bienes domésticos. Ambas hipótesis han sido aceptadas en la comunidad científica, aunque cada vez son más los estudios multi-regionales que intenta explorar la relevancia de las importaciones, tanto en el aspecto económico como en el medio ambiental (WIOT, 2013).

Como se ha mencionado anteriormente, el ACV -IO de España recoge las relaciones entre 73 ramas de actividad, y los resultados que ofrece están asociados a estas ramas de actividad. La resolución de





un análisis con ACV –IO es menor que los resultados obtenidos a través de un ACV de procesos.

Por último cabe mencionar que el ACV –IO está basado en las tablas input –output, y éstas son publicadas con poca periodicidad y con una demora de varios años. Por ello, cambios en las tecnologías de producción, avances tecnológicos o cambios de estructura económica no se ven reflejados hasta que no hay una nueva tabla publicada.

En esta guía se muestra el análisis de la producción de bioetanol en España utilizando la herramienta ACV-IO, desarrollada por CIEMAT. Para poder identificar las áreas de mejora de la herramienta, se realizó el mismo análisis mediante un ACV de procesos.

### 3.6. PRODUCCIÓN DE BIOETANOL EN ESPAÑA

La figura 3 muestra de modo esquemático las etapas incluidas en el sistema analizado y el sistema de referencia utilizado para la expansión de los límites del sistema.

A continuación se presentan las hipótesis y datos comunes a los dos análisis:

- **Unidad funcional:** en ambos casos se ha considerado como unidad funcional la producción de 1 MJ de bioetanol producido en España a partir de cebada nacional.
- **Límites del sistema:** en ambos análisis se han considerado dentro de los límites del sistema las etapas de producción agrícola, los procesos de transporte y la etapa de producción del bioetanol. Las etapas referidas a la fabricación y mantenimiento de bienes capitales como maquinaria, equipos y vehículos para el transporte han sido excluidas del análisis.
- **Origen de los datos:** los datos referidos a la planta de producción de bioetanol han sido suministrados por la empresa. La planta produce anualmente 78.900 toneladas de bioetanol, procesando en continuo 302.976 toneladas anuales de grano de cebada. La producción de DDGs (Dried Distillers Grains with Solubles) es de 120.000 toneladas anuales y vende alrededor de 170.000 GWh de electricidad anual. Los datos de producción agrícola han sido suministrados por el Laboratorio de Agroenergética, Botánica y Protección Vege-

tal de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid. Los datos fueron recogidos en 2006 aunque se han actualizado en aquellas ocasiones que se ha considerado imprescindible.

- **Tratamiento de los co-productos:** En el caso de la electricidad y los DDGs (co-productos obtenidos en la etapa de producción de bioetanol) se han extendido los límites del sistema, siguiendo las recomendaciones de las normas ISO. Se ha considerado que la electricidad producida en la planta sustituye a la electricidad del mix nacional, mientras que los DDGs sustituyen a grano de trigo utilizado para pienso animal.

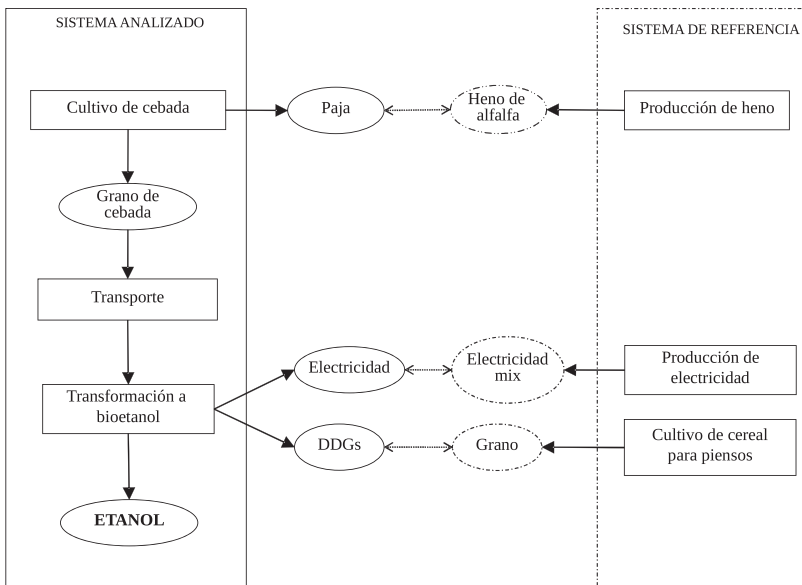


Figura 3. Diagrama simplificado del sistema analizado.

Debido a las diferencias metodológicas y a la tipología de datos necesarios para el ACV-IO y el ACV de procesos, en algunos casos se han considerado distintas hipótesis que se describen a continuación:

- **Límites del sistema:** la etapa de construcción de la planta se ha incluido en el ACV-IO, para analizar la contribución de esta fase que normalmente se excluye en otros análisis.
- **Origen de los datos:** aunque en ambos análisis se utiliza la misma descripción del sistema y datos primarios, los datos secun-



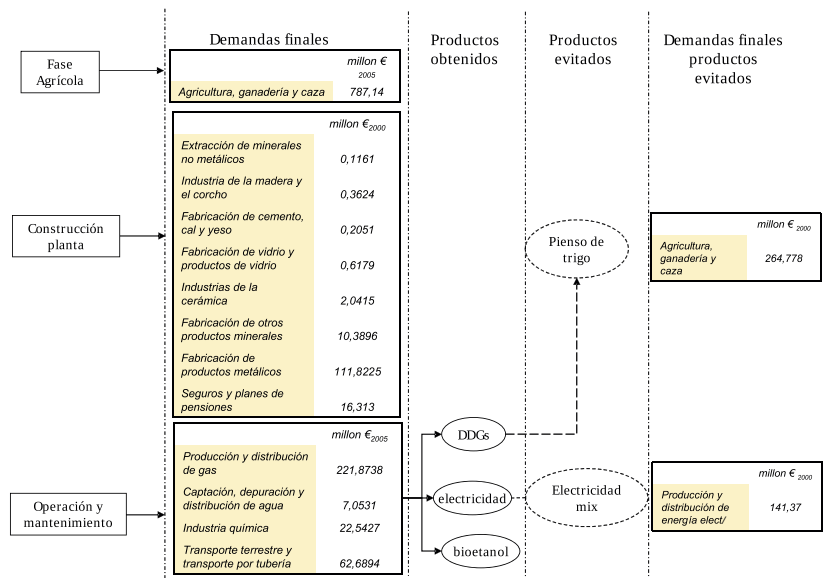




darios varían de un análisis a otro. Para el ACV de procesos se utilizó la base de datos *ecoinvent* (ecoinvent, 2008, 2011). Los datos relacionados con la etapa de construcción de la planta se tomaron de un estudio de Larsson (Larsson, 2006) en el que se realiza un Análisis Coste Beneficio de una planta de producción de bioetanol a partir de cereal en Suecia. Estos datos se han adaptado al contexto de España. Para estimar las demandas finales en el ACV-IO se han utilizado distintas bases relacionadas con materiales de construcción (COATGU, 2007; Construmática, 2007, 2008) y datos de la evolución de los precios de los productos agrarios en España del Ministerio de Administraciones Públicas (MAPA, 2008).

- **Tratamiento de los co-productos:** En el ACV de procesos, se ha aplicado la extensión de los límites del sistema, asumiendo que la paja sustituye al heno de alfalfa para alimentación animal. Sin embargo, desde el enfoque del ACV -IO no es necesario considerar la paja como co-producto, puesto que hay una «asignación económica» implícita en a través del precio en la demanda final.

La figura 4 muestra el esquema explicativo del sistema analizado y la extensión de los límites en el ACV -IO.

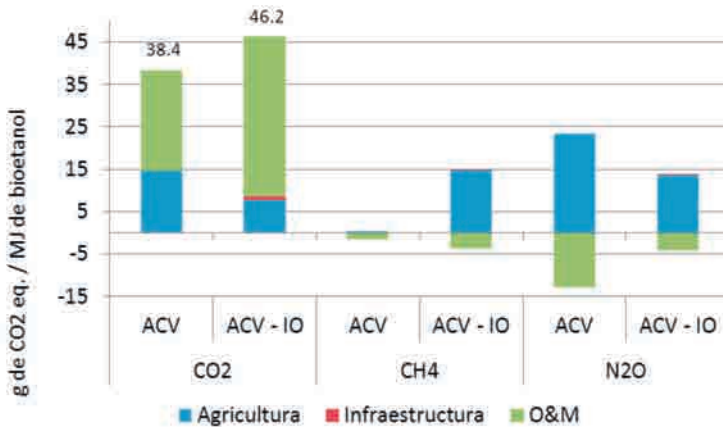


**Figura 4.** Esquema del sistema analizado y la extensión de límites del sistema en el ACV-IO.

### 3.7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Considerando que, al contrario que en el ACV de procesos, en el ACV –IO no se definen límites del sistema y se consideran todas las relaciones entre los distintos sectores, los resultados esperados al utilizar esta metodología debían ser superiores a los obtenidos mediante el ACV de procesos.

La figura 5 muestra las emisiones de gases de efecto invernadero estimadas por ambos análisis, considerando las distintas etapas del ciclo de vida. La producción de 1 MJ de bioetanol de cebada nacional emite 47,92 y 66,93 g de CO<sub>2</sub> equivalente según el ACV de procesos y el ACV –IO de España respectivamente.



**Figura 5.** Emisiones de GHG por etapas y análisis

La herramienta ACV –IO de España estima emisiones superiores de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>, como se esperaba, mientras que las emisiones de N<sub>2</sub>O son superiores en el ACV de procesos. Sin embargo, si se analizan las emisiones por etapa, se observa que las estimaciones de emisiones de CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O del ACV para la etapa agrícola son superiores a las del ACV –IO.

La etapa agrícola se ha analizado desde el ACV de procesos teniendo en cuenta todas las actividades agrícolas, desde el laboreo, la fabricación y aplicación de fertilizantes hasta la producción de semilla y uso de herbicidas. En el caso del ACV –IO, sin embargo, se han calculado los impactos referidos a la demanda final de grano de cebada asignada a la rama de actividad «Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca». Dentro de este sector se encuentran productos cuyas emisiones asociadas son muy variadas (producción de cebada, de ganado, de arroz,





etc.), y sin embargo el ACV –IO considera que los impactos asociados a la demanda de estos bienes son iguales. Por otro lado, analizando con detalle ambos resultados se puede ver cómo el ACV –IO subestima las emisiones debidas a la fabricación de agroquímicos –asignadas a la rama de actividad «Industria Química», debido a la agregación de este sector. Este sector engloba no sólo agroquímicos sino otros muchos productos como jabones, fibras, plásticos con diferentes perfiles ambientales. Esta agregación impide al ACV –IO estimar apropiadamente las emisiones debidas a la fabricación de agroquímicos.

En la etapa de operación destacan los resultados de las emisiones de  $N_2O$ . En esta etapa se obtiene electricidad y DDGs como co-productos, y en ambos análisis se ha aplicado la extensión de los límites del sistema. El ahorro de emisiones que estima el ACV al evitar la producción de trigo es mayor que la estimación del ACV –IO, por la relación de este proceso con las ramas de actividad de «Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca» e «Industria Química».

El ACV –IO constata la poca relevancia de la etapa de construcción de la planta de producción de bioetanol con respecto al total de emisiones, tal y como se asumen en muchos estudios de ACV de procesos.

La demanda de energía primaria para la producción de 1 MJ de bioetanol de cebada se ha estimado en 0,64 MJ según el ACV de procesos y 0,95 MJ según el ACV –IO de España. Las emisiones totales de SOX, CO y NMVOC de la producción de 1 MJ de bioetanol son superiores en el ACV –IO, como se observa en la figura 6.

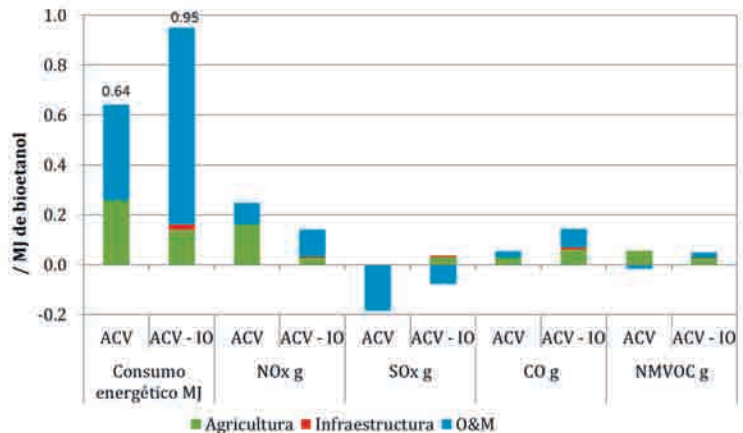
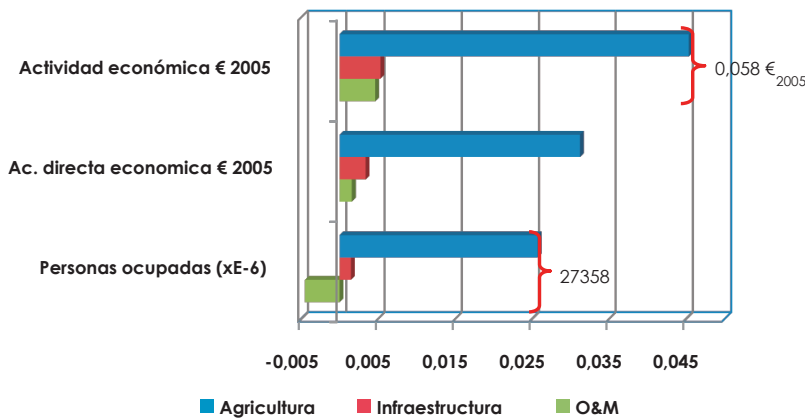


Figura 6. Consumo energético y otras emisiones por etapas y análisis.

Por etapas, nuevamente las estimaciones del ACV –IO en la etapa agrícola son inferiores. Al igual que en las emisiones de gases de efecto invernadero, la agregación de las ramas de actividad «Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca» e «Industria Química» explican estos resultados.

Aunque la herramienta ACV –IO para España no estima de manera precisa algunas emisiones, permite analizar simultáneamente otros impactos socioeconómicos (Figura 7).

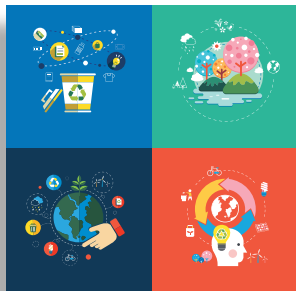


**Figura 7.** Impactos socioeconómicos por etapas estimados a través del ACV –IO.

La actividad económica generada a lo largo de la contabilidad nacional como respuesta a la demanda de 1 MJ de bioetanol de cebada nacional se ha estimado en 0,058 €<sub>2005</sub>, de los cuales la mayor parte proviene de la etapa agrícola. Conociendo este resultado y el coste de producir 1 MJ de bioetanol, se ha calculado el efecto multiplicador, 1,59. Este indicador mide la propagación de un cambio en la demanda de un bien al resto de ramas de actividad, es decir, el incremento en la demanda de 1 € de bioetanol generará un incremento de 1,59€ en la demanda total de bienes y servicios de la economía nacional.

Por último, la herramienta ACV –IO de España estima que se generarán 22.716 empleos de tiempo completo equivalente a lo largo de la vida útil de la planta, siendo la etapa agrícola responsable de la mayoría de ellos.





### 3.8. CONCLUSIONES

Los impactos medioambientales y sociales tienen cada vez más relevancia para la sociedad, aunque los beneficios económicos asociados a cualquier proyecto o inversión siguen siendo un factor clave en el desarrollo de una región.

Las metodologías que se presentan en esta guía pretenden facilitar la toma de decisiones a los decisores políticos, estimando los potenciales impactos positivos y negativos de cualquier propuesta, teniendo en cuenta los aspectos fundamentales de la sostenibilidad. Sin embargo, estas metodologías permiten analizar algunos de los impactos. Actualmente, varios grupos de investigación desarrollan metodologías de análisis de impacto enfocadas a temas sociales y de gobernanza, como la calidad del trabajo, los derechos laborales, etc.

Dentro de la Unidad de Análisis de Sistemas Energéticos del CIEMAT, se han realizado numerosos estudios de distintas tecnologías energéticas —generación de electricidad con tecnologías convencionales, plantas termosolares, producción de biocombustibles, etc.— utilizando tanto el Análisis de Ciclo de Vida, el Análisis *Input-output* y el análisis híbrido ACV-IO. Los resultados de los estudios se encuentran publicados y pueden ser consultados en el portal de la unidad: <http://rdgroups.ciemat.es/web/ase>.

### 3.9. REFERENCIAS

- BRUNDTLAND, G. (1987): *Our Common Future* the World Commission on Environment and Development. Oxford University Press.
- CARNEGIE MELLON UNIVERSITY –GREEN DESIGN INSTITUTE (2000): *Economic Input-output Life Cycle Assessment (EIO-LCA)*. US 1997 Industry Benchmark Model.
- COLEGIO OFICIAL DE APAREJADORES Y ARQUITECTOS TÉCNICOS DE GUADALAJARA (COAATGU) (2007): *Precio de la Construcción Centro 2007*. Gabinete Técnico de Publicaciones. Guadalajara.
- CONSEJO NACIONAL DE LA ENERGÍA (CNE) (2008, 2009): <http://cne.es/cne/Home>.

## El análisis del ciclo de vida y otras herramientas para la toma de decisiones en el sector...

- CONSTRUMÁTICA (2007, 2008, 2009): Precios y Pliegos de Condiciones Técnicas del Banco BEDEC. Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya. <http://www.itec.es/noubedec.e/bedec.aspx>
- DE LA RÚA, C. (2009): Desarrollo de la Herramienta Integrada Análisis de Ciclo de Vida –Input Output para España y Aplicación a Tecnologías Energéticas Avanzadas. Colección Documentos Ciemat.
- ECOINVENT DATABASE (2008, 2012): <http://www.ecoinvent.ch/>
- EIONET: EUROPEAN ENVIRONMENT INFORMATION AND OBSERVATION NETWORK (2008, 2011): Spain GHG Inventories 1990-2006. <http://www.eionet.europa.eu/>
- EUROPEAN COMMISSION, STATISTICAL OFFICE OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (2008, 2011): <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/data/database>
- EUROPEAN COMMISSION (2009): COM (2009) 400 final. 2009 Review of the European Union Strategy for Sustainable Development.
- HENDRICKSON, C.; HORVARTH, A.; JOSHI, S., y LAVE, L. (1998): Economic *Input-output* Models for Environmental Life-Cycle Assessment. *Environmental Science and Technology*, v. 32.
- HENDRICKSON, C.; LAVE, L., y MATTHEWS, H.S. (2006): Environmental Life Cycle Assessment of Goods and Services: An input-Output Approach. Washington, DC, Resources for the Future.
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (IDEA) (2008): <http://www.idae.es/>
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (IDEA) (2011): Impacto económico de las energías renovables en el sistema productivo español. Estudio Técnico PER 2011-2020. Autor: Deloitte. Coordinación y revisión: IDAE.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE) (2008, 2011): Cuentas satélite sobre emisiones atmosféricas por país, actividad económica, sustancias contaminantes y periodo. <http://www.ine.es/jaxi/tabla.do?path=/t26/p067/p02/atmos/e01/I0/&file=01001.px&type=pcaxis&L=0>



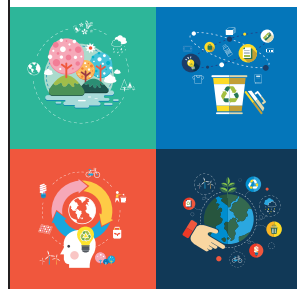


## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

- LARSSON, J. (2006): A Case Study of Bioethanol Production from Cereals in Sweden – A cost Benefit Approach. MSc Thesis. Cranfield University, Sisloe.
- LAVE, L.; FLORES, E.C.; HENDRICKSON, C., y McMICHAEL, F. (1995): Using *Input-output* Analysis To Estimate Economy – Wide Discharges: Environmental Science & Technology.
- LEONTIEF, W. (1941): The Structure of American Economy: 1919-1939. New York, Oxford University Press.
- MILLER, R.E., y BLAIR, P. D. (1985): *Input-output* Analysis: Foundations and Extensions: New Jersey, Prentice-Hall.
- MINISTERIOS DE ADMINISTRACIONES PÚBLICAS (2008): Evolución de los Precios de los principales Cereales. Subdirección General de Estadística Agroalimentaria.
- TEN RAA, T. (2005): The Economics of *Input-output* Analysis: Cambridge, Cambridge University Press.
- WORLD INPUT- OUTPUT DATABASE (WIOT Project) (2013): [http://www.wiod.org/new\\_site/data.htm](http://www.wiod.org/new_site/data.htm)

# 4

## DECLARACIÓN AMBIENTAL DE PRODUCTO (DAP): HERRAMIENTA PARA LA COMUNICACIÓN Y MEJORA DEL DESEMPEÑO AMBIENTAL DE PRODUCTOS Y EMPRESAS



### 4.1. INTRODUCCIÓN

Las Declaraciones Ambientales de Producto (en adelante DAP), son declaraciones ambientales tipo III que durante los últimos años se han erigido como la herramienta ideal para comunicar y mejorar el desempeño ambiental de productos, servicios y empresas. Las DAP presentan información ambiental cuantificada sobre el ciclo de vida de los productos (y servicios) para permitir la comparación entre productos que cumplen la misma función. Una DAP es objetiva, transparente, verificada por un tercer agente independiente y utiliza metodologías con base científica estandarizadas a nivel internacional. En última instancia, las Reglas de Categoría de Producto (RCP) determinan cómo se debe calcular y comunicar una DAP para una tipología de producto concreta. Factores tales como la demanda por parte de los consumidores de información ambiental cuantificada creíble, la estandarización de normas de ACV y DAP a nivel internacional, la disminución de los costes de implementación, su introducción en la normativa ambiental europea y certificaciones ambientales de edificios (p. ej. LEED), o la necesidad de reducir el consumo de energía y materiales (y por tanto los costes operativos) por parte de las organizaciones privadas y públicas, han proporcionado un aumento exponencial de la publicación y uso de las DAP tanto a nivel internacional como nacional. En la actualidad existe una variedad de programas de DAP disponibles a nivel internacional. En España se ha publicado declaraciones ambientales tipo III bajo el amparo de los programas *The International EPD® System*, *Global EPD AENOR* y *DAPc*, y la norma UNE-EN 15804 Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones Ambientales de Producto.

Toda información ambiental generada sobre el desempeño de productos, servicios y empresas, ya sea en comercio B2B<sup>1</sup> o B2C<sup>2</sup>, requiere el cumplimiento de las siguientes características:

<sup>1</sup> *Business to Business* (negocio a negocio): cuando la operación es realizada entre dos entidades que se ofrecen productos y/o servicios de forma bilateral.

<sup>2</sup> *Business to Consumer* (negocio a consumidor): comercio de las empresas con el cliente final, el consumidor, ya sea en tiendas presenciales o on-line.





- **Objetiva e imparcial:** hoy en día el cliente, ya sea industrial o particular, rehúye el *greenwashing*<sup>3</sup>, penalizando de forma rotunda información engañosa o sesgada. En consecuencia, la información ambiental suministrada debe estar basada en métodos científicos objetivos y verificados por una tercera parte independiente.
- **Transparencia:** la comunicación ambiental suministrada debe ser cuantitativa y explicar las hipótesis tomadas que puedan condicionar el resultado mostrado. Sin dicha información la comunicación ambiental realizada pierde gran parte, sino todo su valor. Parámetros tales como la calidad de los datos utilizados (año, tecnología, tamaño de la muestra, datos propios o tomados de bases de datos, etc.), los límites del sistema o los factores de emisión utilizados presentan una importancia capital en la robustez y credibilidad de la información ambiental generada.
- **Comparable:** la información general ambiental generada debe estar basada en Reglas de Categoría de Producto internacionales estandarizadas, con el fin de que todas las hipótesis que afectan al resultado mostrado sean tratadas de la misma manera. De esta forma es posible realizar comparaciones rigurosas en el momento de la compra del producto o servicio.
- **Adicionable:** con el fin de poder calcular el impacto ambiental de sistemas es necesario que la información ambiental suministrada sea adicionable. Por ejemplo, con el fin de obtener el impacto sobre el medio ambiente del ciclo de vida de los materiales de un edificio es necesario sumar el impacto ambiental de sus diferentes cerramientos, el cual resultará de la suma del impacto del ciclo de vida de los diferentes materiales que componen cada cerramiento.

Las características aquí indicadas cobran aún si cabe mayor importancia en el caso de producirse la necesidad de generar información ambiental para uso en interno de la organización.

Las Declaraciones Ambientales de Producto son la herramienta ideal de comunicación y mejora del desempeño ambiental de productos, servicios y empresas para cumplir con los requisitos exigibles a día de hoy y en el futuro inmediato.

---

<sup>3</sup> El acto de inducir a error a los consumidores en relación con las prácticas ambientales de una empresa o los beneficios ambientales de un producto o servicio.

## 4.2. ¿QUÉ ES UNA DECLARACIÓN AMBIENTAL DE PRODUCTO (DAP)?

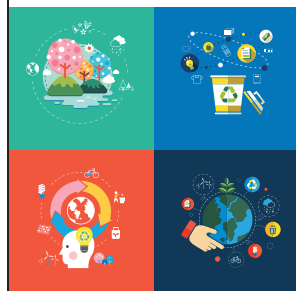
### 4.2.1. Definición

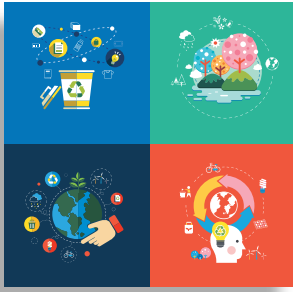
Las Declaraciones Ambientales tipo III presentan información ambiental cuantificada sobre el ciclo de vida de los productos (y servicios) para permitir la comparación entre productos que cumplen la misma función. Estas declaraciones:

- Se proporcionan por una o más organizaciones (p. ej. DAP sectorial),
- se basan en una verificación independiente de los datos del Análisis del Ciclo de Vida (ACV), del análisis de Inventario del Ciclo de Vida (ICV) o de los módulos de información, de acuerdo con la serie de normas ISO 14040 y 14025 y, cuando corresponda, con la información ambiental adicional,
- se desarrollan utilizando parámetros determinados más información ambiental adicional,
- están sujetas a la gestión de un administrador de un programa, tal como una compañía o un grupo de compañías, sector industrial o asociación comercial, autoridades u organismos públicos, organismos científicos independientes o de otro tipo,
- no evalúan el desempeño ambiental de un producto/servicio (p. ej. productos con Flor Europea) sino que tan solo informa de éste, y
- son multicriterio, ya que proporcionan información sobre diferentes indicadores de impacto (p. ej. cambio climático, eutrofización) y de inventario del ciclo de vida (p. ej. consumo de agua, consumo de recursos materiales y energéticos no renovables).

Una DAP además:

- Es una herramienta ideal para la toma de decisiones de manera objetiva y transparente en base al impacto ambiental del ciclo de vida de bienes y servicios,
- persigue ayudar y dar soporte a las organizaciones en la comunicación del desempeño ambiental de productos y servicios de forma científica, creíble y comprensible,
- incluye la Huella de Carbono, ya sea como un indicador de impacto a calcular o con un documento separado (Climate declaration), y





- permite certificar cualquier tipología de producto/servicio, ya sea un «producto ecológico» o no.

### 4.2.2. Características clave

Una DAP presenta las siguientes características principales:

- **Objetiva:** una DAP se basa en el requerimiento del uso de métodos de Análisis del Ciclo de Vida (ACV) validados y aceptados internacionalmente (UNE-EN ISO 14040<sup>4</sup>, UNE-EN 14044<sup>5</sup>, ISO 14.025 y UNE-EN 15.804 en productos de la construcción). Este requerimiento hace posible identificar y focalizar en los aspectos ambientales más significativos desde una perspectiva holística que nos dirige hacia una mejora continua.
- **Creíble:** en el caso de ser inscrita en un sistema de DAP, un punto clave es la revisión crítica, aprobada y seguida por un verificador independiente
- **Neutral:** No hay pretensiones de preferencia ambiental, evaluaciones ni niveles predeterminados de rendimiento ambiental que deban cumplirse.
- **Comparable:** hace posibles las comparaciones a través del establecimiento de las llamadas Reglas de Categorías de Producto (RCP) para grupos de productos y servicios seleccionados. Las RCP describen los detalles por producto según las normas del ACV para la recogida de datos, metodología, cálculos y presentación de los resultados.
- **Abierta a todos los productos y servicios.**
- **Abierta a todas las partes interesadas:** durante el proceso de creación de una RCP, participación de las diferentes partes interesadas. DAP disponibles al público mediante Internet.
- **Orientada hacia el impacto:** incluye la evaluación de posibles impactos ambientales, además de indicadores de inventario tales como el consumo de recursos renovables, no renovables y agua.
- **Pedagógica.**

<sup>4</sup> UNE-EN ISO 14040:2006 Gestión ambiental. Análisis del Ciclo de Vida. Principios y marco de referencia.

<sup>5</sup> UNE-EN ISO 14044:2006 Gestión ambiental. Análisis del Ciclo de Vida. Requisitos y directrices.

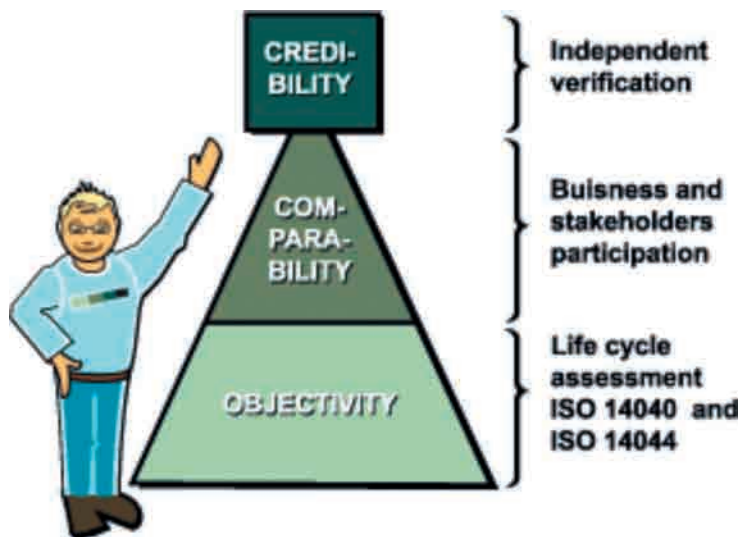


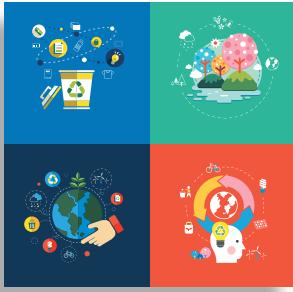
Figura 1. Elementos que aseguran la objetividad, comparabilidad y credibilidad de una DAP.

### 4.2.3. Principios rectores

Una DAP presenta los siguientes principios rectores:

- **Voluntariedad**, ya que no es de carácter obligatorio.
- **Transparencia** en todas las etapas del desarrollo de la DAP.
- **Accesibilidad a todas las partes interesadas**: el desarrollo de la DAP ha de estar abierto a todos los candidatos potenciales que cumplan los requisitos normativos correspondientes.
- **Diálogo abierto entre las partes interesadas y consulta sobre las RCP**: se ha de llevar a cabo un proceso de consulta formal abierto a recibir información y comentarios sobre los documentos sugeridos y nuevas RCP propuestas por todas las partes interesadas.
- **Funcionalidad del producto**: se ha de asegurar que la funcionalidad del producto, es decir, el uso previsto del producto y los niveles asociados de rendimiento, sean tomados en cuenta.
- **Con base científica**: la DAP se ha de desarrollar sobre una metodología basada en enfoques científicos aceptados por la comunidad científica internacional, que refleja y comunica los aspectos ambientales significativos relacionados con el producto.





- **Confidencialidad:** se ha de garantizar la total confidencialidad de la información específica que se ha identificado como tal por una organización.
- **Relación coste-eficacia:** el desarrollo de la DAP se basa en sistemas abiertos, bien establecidos, orientados al mercado y reconocidos a nivel internacional para la verificación y registro.

#### 4.2.4. Reglas de categoría de producto (RCP)

Las Reglas de Categoría de Producto (en adelante RCP) definen los requisitos para calcular y comunicar una DAP de una determinada categoría de producto. Son vitales para el concepto de declaraciones ambientales, ya que permiten la transparencia y la comparabilidad entre diferentes DAP basadas en la misma RCP.

Las RCP:

- Definen los parámetros a declarar y la forma en que se recopilan y consignan en el informe.
- Describen qué etapas del ciclo de vida de un producto se consideran en la DAP y qué procesos se van a incluir en las etapas del ciclo de vida,
- definen las reglas para el desarrollo de escenarios,
- incluyen las reglas para el cálculo del inventario del ciclo de vida y la evaluación del impacto del ciclo de vida en que se apoya la DAP, incluyendo la especificación de la calidad de los datos a aplicar,
- incluyen las reglas para consignar la información ambiental y sanitaria predeterminada, que no está cubierta por el ACV de un producto, proceso y servicio de construcción, cuando sea necesario,
- definen las condiciones en las que los productos y/o servicios se pueden comparar sobre la base de la información proporcionada por las DAP, y
- requieren una armonización, ya que el comercio de productos y servicios muchas veces es internacional (armonización de las RCP existentes).

Las DAP se han creado al servicio del sector de los negocios como medio para una amplia comunicación acerca del rendimiento am-

## Declaración ambiental de producto (DAP): herramienta para la comunicación y mejora...

biental de productos y servicios en el mercado internacional, lo que conlleva el interés de partes interesadas en diferentes países. La creación de documentos de RCP debe ser tan internacionalmente aplicable como sea posible, evitando así implicaciones innecesarias en el comercio.

La normativa ISO 14025 establece que la armonización de las RCP debe ser reforzada de forma especial entre diferentes programas de DAP para conseguir el principio de comparabilidad y permitir la posibilidad de añadir información en la cadena de suministro.

### 4.2.5. DAPs: antecedentes e historia

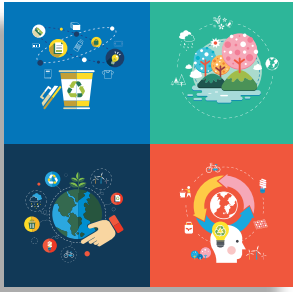
A continuación se describe los principales hitos conseguidos durante los 17 años de existencia de las Declaraciones Ambientales de Producto a nivel internacional.

- **1997:** inicio de las DAP por parte de la industria sueca y otros actores.
- **1998:** primera DAP publicada en el mundo (electricidad de origen hidráulico).
- **1999:** desarrollo progresivo de diferentes programas DAP.
- **2006:** desarrollo ISO 14025.
- **2007:** publicación de la primera *Climate Declaration* (Huella de Carbono incluida en la DAP).
- **2013:** aumento exponencial del número de DAP publicadas. A modo de ejemplo en el programa *The International EPD System* más de 180 organizaciones de 18 países han desarrollado más de 400 DAPs representando más de mil productos (93 DAP nuevas en el año 2013).

### 4.3. ¿POR QUÉ HACER UNA DECLARACIÓN AMBIENTAL DE PRODUCTO?

Una DAP es aplicable a todo tipo de productos y servicios dentro de categorías de productos claramente definidas. Las DAP están diseñadas para satisfacer las diversas necesidades de información dentro de la cadena de suministro y de productos finales, tanto en el sector público como el privado, así como para propósitos





más generales en las actividades de información y comercialización.

Las Declaraciones Ambientales de Producto añaden nuevas dimensiones de mercado al informar acerca del rendimiento ambiental de productos y servicios, con una serie de características clave (descritas en el punto 3.2) que dan pie a un número de ventajas tanto para las organizaciones que crean las DAP como para el receptor de la información de la mismas.

### **4.3.1. Estandarización de metodologías**

#### ***4.3.1.1. UNE EN 15804:2012 Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones Ambientales de Producto***

Se trata de una RCP normalizada a nivel europeo para la realización de DAP en el sector de la construcción, convirtiéndose en la metodología de referencia a nivel internacional. Permite comparar DAP de diferentes programas.

#### ***4.3.1.2. Eco-platform***

Es una asociación formada por diferentes programas nacionales de DAP cuyo objetivo es dar soporte a la provisión de información ambiental creíble y con base científica en forma de DAP para productos de la construcción, en un formato aceptado entre los diferentes sistemas de DAP europeos. Al mismo tiempo persigue conseguir reciprocidad entre los diferentes programas de DAP europeos para productos de la construcción

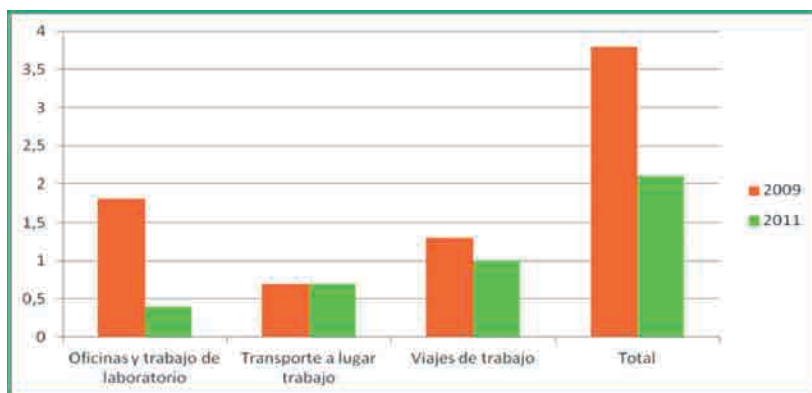
### ***4.3.2. Principales ventajas para quienes desarrollan una DAP y proporcionan información al mercado***

Las DAP proporcionan la oportunidad a las empresas de dar información cuantitativa y verificada sobre el desempeño ambiental de sus productos y servicios, desde una perspectiva holística de todo el ciclo de vida.

Respecto al proceso de desarrollo de una DAP, cabe destacar las siguientes ventajas para las empresas que lo llevan a cabo:

## Declaración ambiental de producto (DAP): herramienta para la comunicación y mejora...

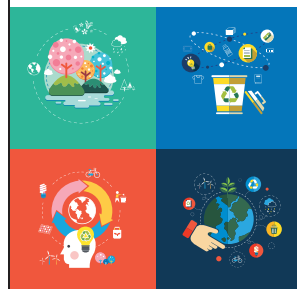
- **Elaborar una DAP es un proceso objetivo** ya que exige el uso de métodos científicamente aceptados y válidos sobre la base de normas internacionales para el análisis del ciclo de vida (ACV).
- **Elaborar una DAP es un proceso no selectivo y neutral** puesto que no hay exigencias en las valoraciones ni predeterminados niveles de desarrollo ambiental que se deban cumplir.
- **Elaborar una DAP es un proceso que permite flexibilidad:** una vez creada una DAP, es posible realizar cualquier cambio o mejora que requiera la organización de la misma, siempre y cuando se hayan registrado, revisado, y verificado las evidencias por un consultor externo independiente.
- **Elaborar una DAP es un proceso que requiere verificación por parte de un tercer agente,** lo que aporta credibilidad.
- **Elaborar una DAP es un proceso que refleja la mejora continua:** permite reflejar la mejora continua del desempeño ambiental de productos y servicios a lo largo del tiempo.



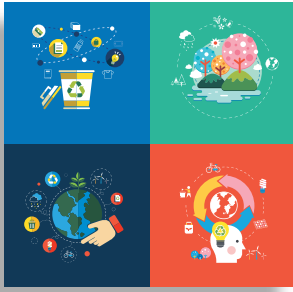
**Figura 2.** Impacto sobre el cambio climático de un centro de investigación.  
Fuente: Swerea Climate Declaration S-P-00206  
(The International EPD System).

### 4.3.3. Principales ventajas para los usuarios de DAPs

Dado que las DAP contienen información basada en hechos e información verificada sobre el rendimiento ambiental de los productos y servicios, éstas pueden ser utilizadas como fuente de información







## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

para diversos fines (p. ej. comparación de materiales por parte de un arquitecto en el momento de diseñar un edificio).

En este sentido es posible destacar las siguientes ventajas específicas que las DAP aportan a los usuarios:

- **Las DAPS son comparables:** permiten realizar comparaciones entre productos ya que la información en las DAP se recoge y se calcula sobre la base de normas de cálculo internacionales aceptadas y armonizadas.
- **Las DAPS son creíbles** debido a los requisitos solicitados en las inspecciones de rutina, a la aprobación de la revisión, y al seguimiento por parte de verificador independiente.
- **Las DAPS son precisas** pues la información tiene que ser continuamente actualizada sobre la base de las rutinas que la empresa dispone para la documentación y los procedimientos de seguimiento.

### 4.3.4. Finalidad de las DAP

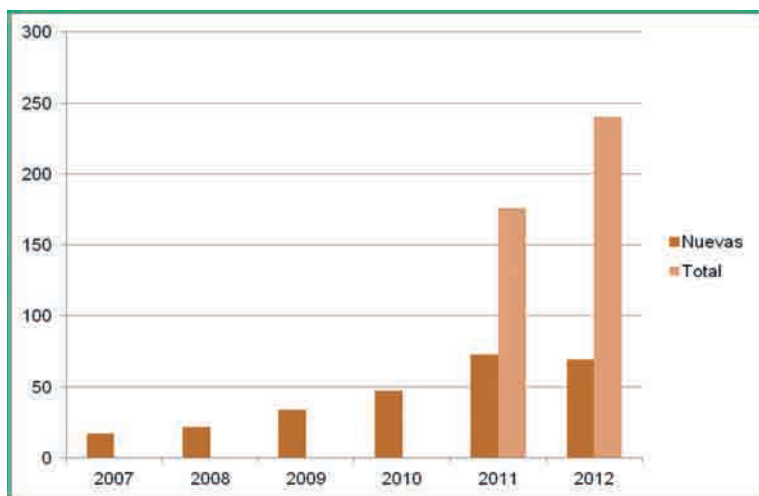
Las DAPs presentan un amplio abanico de aplicaciones entre las que podemos destacar las siguientes:

- **Márketing.**
- **Comunicación ambiental** a proveedores (B2B) y consumidor final (B2C) a adjuntar con la documentación técnica del producto.
- **Fuente de información** cuantificada, robusta y verificada de sistemas de gestión ambiental EMAS, ISO 14.001 y memorias de Responsabilidad Social Corporativa.
- **Obtención de puntos en certificaciones ambientales de edificios LEED, BEEAM, y VERDE** (ver capítulo específico de esta guía).
- **Cumplimiento de normativa:** p. ej. ley Grenelle (Francia), REACH, marcado CE en productos de la construcción.
- **Abre la puerta a la mejora del desempeño ambiental del producto:** la implementación de una DAP permite conocer los procesos (materia y energía) con un mayor impacto, primer paso imprescindible para analizar propuestas de mejora sobre aquellos puntos del ciclo de vida con un mayor potencial.
- **Ayuda a la exportación:** especialmente a países desarrollados.

## 4.4. ALGUNAS ESTADÍSTICAS

### 4.4.1. Crecimiento exponencial

En los últimos años se ha detectado un aumento exponencial en el número de DAP publicadas a nivel internacional y nacional, si bien es cierto que aún no es una práctica común en todos los países. A falta de un recuento a nivel internacional disponible, si nos fijamos en la evolución seguida por el programa The International EPD® System, programa más implementado a nivel internacional, vemos como en el año 2012 hay más de 250 DAP publicadas, representando más de un millar de productos. A nivel nacional, a partir del año 2010 se ha notado un claro incremento en el número de DAP publicadas, especialmente a partir del año 2013. Cabe destacar el elevado nivel de implementación de las DAP en el sector de los productos de la construcción, tanto por parte de Grandes Empresas como por parte de PYMES.

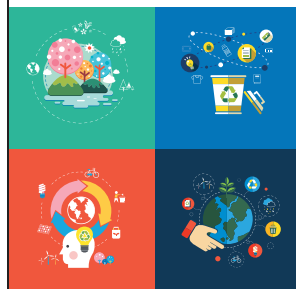


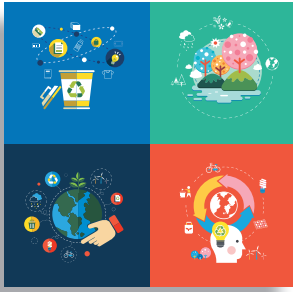
**Figura 3.** Evolución entre los años 2007 y 2012 del número de EPDs publicadas bajo el programa The International EPD® System (Fuente: [www.environdec.com](http://www.environdec.com))

### 4.4.2. Reducción de costes

Durante los últimos años se ha producido una importante reducción del coste del proceso de publicación de una DAP debido principalmente a los siguientes motivos:

- Implementación de la metodología del ACV en consultoría privada.





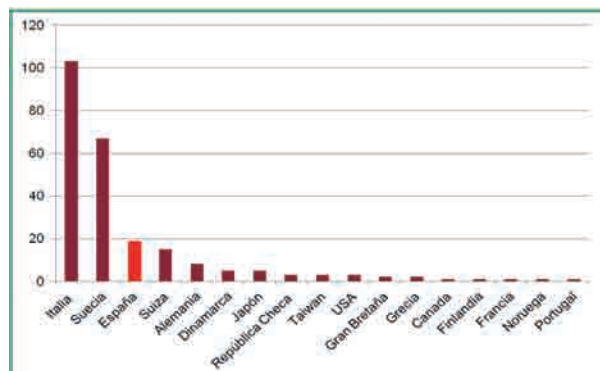
## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

- Madurez de los softwares de ACV, bases de datos y modelos de impacto.
- Posibilidad de introducir varios productos en una sola DAP y publicar DAP de productos de la construcción en base a UNE-EN 15804.
- Gran variedad de Reglas de Categoría de Producto disponibles.
- Verificación: libre competencia entre verificadores lo que conlleva precios moderados.
- Tiempo y coste de publicación de múltiples DAP moderado si se realiza de forma modular (posibilidad de aplicar las DAP a empresas con múltiples referencias de un mismo producto).

### 4.4.3. Uso a nivel internacional

Multitud de productos a nivel internacional presentan DAP a disponibilidad del cliente. La utilización de metodologías estandarizadas a nivel internacional (ISO 14040 y 14044, ISO 14025, UNE-EN 15804 y Reglas de Categoría de Producto) conlleva, por un lado, que una única DAP publicada en un país concreto sea válida y reconocida más allá de sus fronteras nacionales y, por otro lado, el cliente puede obtener información comparable de productos manufacturados en diferentes partes del globo.

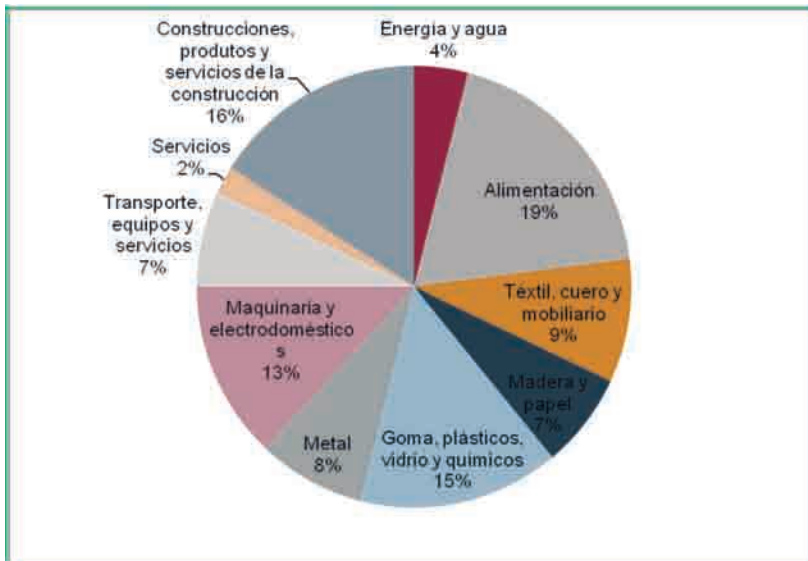
Europa es la región mundial con una mayor implementación de ACV y DAP. Alemania, los Países Nórdicos, Italia, y Francia son los países europeos con un mayor número de DAP publicadas. Si bien España no se encuentra en el grupo líder, podemos afirmar que presenta más DAP publicadas que países con fuertes economías como son el caso de USA o Japón.



**Figura 4.** Número de EPD publicadas por país de origen en el programa The International EPD® System (Fuente: [www.environdec.com](http://www.environdec.com))

### 4.4.3. Variedad de productos representados

Como se puede observar en la figura 5, hay un gran número de tipologías de producto con DAP publicadas y, por lo tanto, con RCP disponibles, sin existir una tipología de producto claramente dominante. El grupo con un mayor número de DAP en el programa The International EPD® System es el sector de las Construcciones, productos y servicios de la construcción (16%). Cabe reseñar que este hecho se ve reforzado a nivel mundial por la presencia de numerosos programas de DAP específicos para el sector de la construcción (p. ej. DAPc en España o IBU en Alemania). El sector de la alimentación (19%), el sector formado por Goma, plásticos, vidrio y químicos (15%) y el sector formado por maquinaria y electrodomésticos (13%) también presentan una fuerte implementación. También encontramos representados el sector del Textil, cuero y mobiliario (9%), Metal (8%), Transporte, equipos y servicios (7%), Energía y agua (4%) y Servicios (2%).



**Figura 5.** Número de EPD publicadas por tipología de producto en el programa The International EPD® System (Fuente: [www.environdec.com](http://www.environdec.com)).

### 4.5. CONTENIDO DE UNA DECLARACIÓN AMBIENTAL DE PRODUCTO

Una DAP se encuentra formada por los siguientes apartados:





## A. Información relacionada con el programa

- Referencia al programa operador de la DAP.
- El logotipo del programa.
- La referencia a la RCP en la cual la DAP está basada.
- El número de registro de la DAP.
- Fecha de publicación y validez.
- Declaración del año(s) cubierto(s) por los datos utilizados para el cálculo del ACV.
- Alcance geográfico de la aplicación de la DAP en caso de desviarse de un uso internacional.
- Referencia a páginas web relevantes.

## B. Información relacionada con la empresa y el producto

- Descripción de la compañía: productos fabricados, nº de empleados, política ambiental de la empresa, sistemas de gestión, etc...
- Características técnicas del producto: la RCP de referencia determinará de forma exacta los parámetros a indicar en función del tipo de producto.
- El alcance y límites del sistema (cuna a la tumba, cuna a la puerta).
- Descripción del uso previsto.
- Todas las hipótesis referidas al tiempo de vida del producto, intervalos de reparación y tiempo de vida útil, etc.
- Breve descripción del estudio de ACV subyacente.

## C. Unidad funcional/declarada

- Unidad funcional: desempeño cuantificado de un sistema del producto para su utilización como unidad de referencia. Debe incluir todas las características que influyen en su rendimiento ambiental.
- P. ej.: extracción de materias primas, manufactura, instalación, uso y fin de vida un m<sup>2</sup> de panel aislante.

### Declaración ambiental de producto (DAP): herramienta para la comunicación y mejora...

- Especialmente en los productos de la construcción donde desconocemos la etapa de uso y/o fin de vida se utiliza la Unidad Declarada (de la cuna a la puerta).

## D. Declaración de contenido del producto

Información sobre el contenido del producto, incluyendo la especificación de materiales y sustancias que pueden afectar adversamente a la salud humana y al medio ambiente, en todas las etapas del ciclo de vida.

**Tabla 1.** Declaración del contenido de un km de autovía. Fuente: EPD de la carretera Nacional N 340 nº S-P-00516. Acciona Infraestructuras.

Gravas	75,61%
Asfalto (G25, S20)	19,41%
Hormigón (reforzado, en masa, en bloques, como mortero)	4,92%
Otros (madera, fibra de vidrio, mezclas bituminosas)	0,06%
<b>TOTAL (KG)</b>	<b>6,49E+07</b>

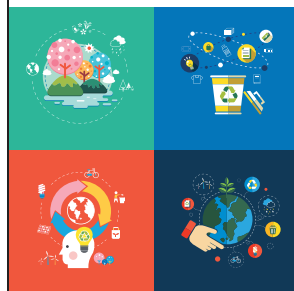
## E. Información relacionada con el rendimiento ambiental

En base a la información del estudio realizado de ACV, se debe incluir información acerca del uso de recursos, consumo de energía, emisiones contaminantes del Inventario del Ciclo de Vida (si se consideran relevantes), y los impactos ambientales potenciales.

La información ambiental debe ser indicada para las diferentes etapas del ciclo de vida (extracción de materiales, manufactura, distribución, etc.). Las etapas del ciclo de vida incluidas (límites del sistema) y nivel de agregación variaran en función del producto y lo que indique la RCP correspondiente.

Los indicadores de inventario incluidos en una DAP son los siguientes:

- Recursos no renovables
  - Recursos materiales
  - Recursos energéticos (usados para fines de conversión de la energía)
- Recursos renovables
  - Recursos materiales





## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

- Recursos energéticos (usados para fines de conversión de la energía)
- Recursos secundarios
  - Recursos materiales
  - Recursos energéticos (usados para fines de conversión de la energía)
- Flujos de energía recuperados (por ejemplo recuperación de calor)
- Uso de agua dividido en:
  - Cantidad total de agua
  - Cantidad de agua usada de forma directa durante la manufactura del producto

### F. Impacto potencial sobre el medio ambiente

En una DAP se incluye, como mínimo, los siguientes indicadores de impacto sobre el medio ambiente:

- Cambio climático (kg-eq CO<sub>2</sub>)
- Reducción de la capa de ozono en la estratosfera (kg CFC-11 eq)
- Acidificación de suelos y de fuentes de agua (kg SO<sub>2</sub>-eq)
- Eutrofización (kg PO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-eq)
- Formación de oxidantes fotoquímicos (kg etileno-eq)
- Otros indicadores de impacto indicados en la RCP de referencia, en caso de haberlos

### G. Producción de residuos

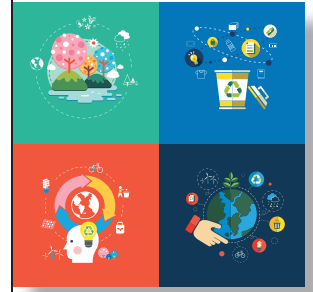
En una DAP se debe declarar tanto la producción de residuos peligrosos (tal y como indicado por las autoridades regionales), como la producción de residuos no peligrosos.

### H. Información ambiental adicional

Una DAP debe incluir, cuando sea pertinente, información adicional relacionada con los asuntos ambientales, que no sea la infor-

mación ambiental derivada del ACV, ICV o módulos de información.

La información ambiental adicional sólo debe estar relacionada con asuntos ambientales. La información e instrucciones sobre la seguridad de productos no relacionada con el desempeño ambiental del producto no debe ser parte de una DAP de tipo III.



## I. Declaraciones obligatorias

La siguiente información debe estar incluida en una DAP de forma obligatoria:

- Cualquier omisión de una etapa del ciclo de vida no incluida en la DAP, y justificación.
- Medios para obtener información adicional, por ejemplo, referencias sobre las metodologías escogidas.
- La declaración “DAP” de la misma categoría de producto pero de diferentes programas no son comparables.

## J. Verificación

Una DAP debe dar la siguiente información acerca del procedimiento de verificación:

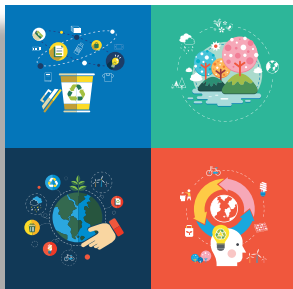
**Tabla 2.** Información acerca del proceso de verificación a incluir en una DAP.

Revisión de las RCP realizada por: «Nombre y organización del coordinador e información sobre cómo contactarlo a través del administrador del programa»
Verificación independiente de la declaración y de los datos, de acuerdo con la norma ISO 14025:2006 Interna                      Externa
(Cuando corresponda) Verificador de tercera parte «Nombre del verificador de tercera parte»

## K. Diferencias respecto versiones anteriores de la DAP y referencias

En una DAP se debe describir las causas principales del cambio del desempeño ambiental en comparación con versiones anteriores de la DAP, en caso de existir.





Referencias a indicar:

- El estudio de ACV inherente (si no se ha redactado la DAP directamente)
- El nombre, código CPC y nº de versión de la RCP utilizada
- Otros documentos que verifican y complementan la DAP
- Instrucciones para el reciclaje
- Fuentes de información adicional

#### 4.6. PROGRAMAS DE DAP DISPONIBLES EN EL MERCADO

En la actualidad a nivel internacional existen diferentes programas nacionales de DAPs. A continuación se indica una representación de los programas de DAP disponibles a nivel internacional.

**Tabla 2.** Selección de programas de DAP disponibles a nivel internacional.

PROGRAMA DE DAPS	PAÍS DE ORIGEN	PÁGINA WEB
The International EPD® System	Suecia	<a href="http://www.environdec.com">www.environdec.com</a>
AENOR Global EPD	España	<a href="http://www.aenor.es/aenor/certificacion/mambiente/globalepd.asp#.UyQ7kvl5O5o">www.aenor.es/aenor/certificacion/mambiente/globalepd.asp#.UyQ7kvl5O5o</a>
DAPc	España	<a href="http://www.csostenible.net/index.php/es/sistema_dapc">www.csostenible.net/index.php/es/sistema_dapc</a>
IBU EPD	Alemania	<a href="http://construction-environment.com/hp481/Environmental-Product-Declarations-EPD.htm">http://construction-environment.com/hp481/Environmental-Product-Declarations-EPD.htm</a>
EPD-Norway	Noruega	<a href="http://www.epd-norge.no/?lang=en_GB">www.epd-norge.no/?lang=en_GB</a>
Base nationale française de référence sur les impacts environnementaux et sanitaires des produits, équipements et services pour l'évaluation de la performance des ouvrages (INIES)	Francia	<a href="http://www.inies.fr">www.inies.fr</a>
Product Environmental Footprint	UE	<a href="http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/product_footprint.htm">http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/product_footprint.htm</a>
UNE-EN 15804	UE	

A continuación se describe las principales características de los programas de DAP con mayor implementación en el mercado español.

#### 4.6.1. The international EPD® system

*The International EPD® System* (Suecia) es el programa pionero de DAP a nivel internacional y cuenta con el mayor número de DAP publicadas. Además es considerado el programa de mayor reconocimiento internacional ya que se disponen DAP en más de 15 países diferentes, siendo un programa válido para cualquier tipo de producto y/o servicio y que tiene más de 500 DAP publicadas (91 sólo en el año 2013).

Además presenta gran variedad de RCP disponibles (más de 100) cuya elaboración se logra de forma rápida, transparente y flexible por parte de la organización que implementa la DAP, siempre con la participación de todas las partes interesadas y con la verificación obligatoria del comité técnico.

El operador del programa es el Consejo Sueco de Gestión Ambiental (*Swedish Environmental Management Council SEMCo*), y existe reciprocidad con el IBU EPD (Alemania). Además, en Diciembre de 2013 *The International EPD® System* llegó a un acuerdo de reciprocidad con el programa de DAP AENOR Global EPD.

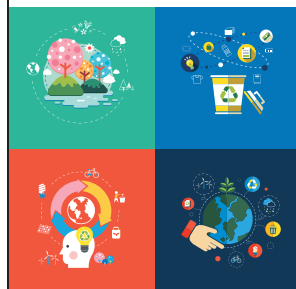


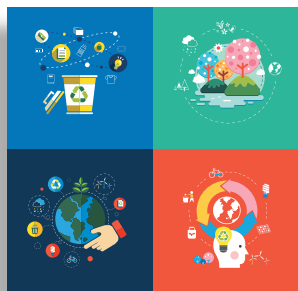
Figura 6. Logo The International EPD® System (Fuente: [www.environdec.com](http://www.environdec.com)).

#### 4.6.2. AENOR Global EPD

Se trata de un programa de uso en España y es operado por AENOR. El programa es válido para cualquier tipo de producto y/o servicio y dispone de 3 RCP publicadas: acero, recubrimiento cerámico y cemento. Sin embargo el número de DAP publicadas es por el momento desconocido por el autor. Asimismo la verificación por un tercer agente es obligatoria.

Como se ha indicado antes, en Diciembre de 2013 AENOR ha establecido sendos Memorándum de Entendimiento con el Consejo Sueco de Gestión Ambiental ENVIRONDEC, y con el Instituto de Construcción y





Medio Ambiente alemán (IBU), el único organismo que actúa como administrador del programa en Alemania y trabaja exclusivamente en el sector de la construcción. AENOR además tiene previsto ampliar estos acuerdos bilaterales con administradores de otros países de Europa.



Figura 7. Logo AENOR Global EPD. (Fuente: [www.aenor.es](http://www.aenor.es)).

#### 4.6.3. DAPc

Se trata de un programa de uso en España que dispone de un número moderado de DAP (22) que se encuentran publicadas en la web del programa. Es válido tan sólo para productos de la construcción, y está basado en la RCP UNE-EN 15804 «Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones Ambientales de Producto». También la verificación por un tercer agente es obligatoria, siendo el operador del programa el *Col·legi d'Aparelladors, arquitectes tècnics i enginyers d'edificació de Barcelona*.



Figura 8. Logo DAPc. (Fuente: [www.csostenible.net](http://www.csostenible.net) <http://www.apabcn.cat/>)

#### 4.6.4. UNE-EN 15804

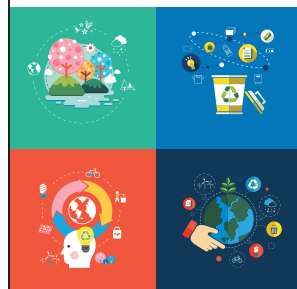
Durante los años 2013 y 2014 se ha publicado por primera vez en España en el sector de los productos de la construcción varias Declaraciones Ambientales de Producto bajo el amparo de la norma UNE-EN

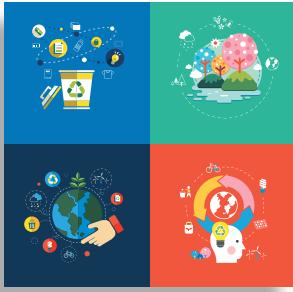
## Declaración ambiental de producto (DAP): herramienta para la comunicación y mejora...

15804 *Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones Ambientales de Producto*. La norma UNE-EN 15804 es una norma europea estandarizada cuyo objetivo es proporcionar una estructura que garantice que todas las DAP de productos de la construcción, servicios de construcción y procesos de construcción se obtienen, verifican y presentan de una forma armonizada.

La norma UNE-EN 15804 presenta las siguientes características indicadas en la norma ISO 14025 *Etiquetas y declaraciones ambientales. Declaraciones ambientales Tipo III. Principios y procedimientos*, a cumplir por un programa de DAP:

- Alcance y objetivo determinado del programa: norma tan sólo aplicable para la creación de declaraciones ambientales tipo III de productos de la construcción.
- Ha publicado los nombres de las organizaciones realmente involucradas como parte interesada en el desarrollo del programa.
- Sigue los requisitos de la declaración ambiental tipo III.
- Establece un procedimiento para proteger la coherencia de los datos del programa.
- RCP publicada y obligatoriedad de publicar la DAP creada.
- Se asegura de que los miembros del panel de revisión de las RCP son competentes.
- Establece un procedimiento transparente para la revisión de las RCP, incluyendo el alcance de la revisión, los detalles de la revisión y cómo se constituye el panel de revisión de las RCP.
- Establece procedimientos para evitar el uso indebido de las referencias de la norma internacional ISO 14025 y sus declaraciones ambientales tipo III
- El público previsto de la norma, que puede ser de negocio a negocio, de consumidor a consumidor, o ambos.
- Se describe la participación de las partes interesadas y el procedimiento para la definición de las categorías de producto.
- El procedimiento para la gestión de los datos y de la documentación utilizada.
- La gestión de la confidencialidad de los datos.





## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

- El procedimiento para el desarrollo y mantenimiento de las RCP, incluyendo:
  - El contenido de las RCP
  - Las reglas para el periodo de validez
  - El procedimiento de selección de parámetros determinados
- El procedimiento de verificación independiente.

Si bien la publicación en España de declaraciones ambientales tipo III al amparo de normas estandarizadas sin inscripción previa en un programa de DAP es reciente, dicha práctica es habitual en países con un elevado nivel de implementación del ACV y DAP, como es el caso de Francia. Dicha práctica cobrará, con una elevada probabilidad, un nicho de mercado en el futuro próximo con la publicación de las RCP estandarizadas puestas en marcha por la UE en el marco de las iniciativas piloto de *Product Environmental Footprint*<sup>6</sup> y *Organisation Environmental Footprint*<sup>7</sup>, por parte de gobiernos nacionales (p. ej. Francia en el marco de la Ley Grenelle) y asociaciones sectoriales europeas.

En opinión del autor, dicha práctica es un complemento a la inscripción de declaraciones ambientales en programas de DAP al uso, no un sustituto, permitiendo una mayor implementación de las Declaraciones Ambientales tipo III y beneficiando, en consecuencia, tanto a los productores como a los receptores de información ambiental.

## 4.8. REFERENCIAS

- [http://www.aenor.es/aenor/certificacion/mambiente/globalepd.asp#.U99SKvl\\_uSo](http://www.aenor.es/aenor/certificacion/mambiente/globalepd.asp#.U99SKvl_uSo)
- Real Decreto 163/2014, de 14 de Marzo, por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono
- UNE-EN 15804 (2012) Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones Ambientales de Producto

<sup>6</sup> [http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/product\\_footprint.htm](http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/product_footprint.htm)

<sup>7</sup> [http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/organisation\\_footprint.htm](http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/organisation_footprint.htm)

### Declaración ambiental de producto (DAP): herramienta para la comunicación y mejora...

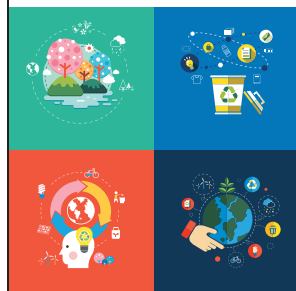
- UNE-EN ISO 14040 (2006) (E): «Environmental management-Life Cycle Assessment-Principles and framework».
- UNE-EN ISO 14020 (2002): «Etiquetas y declaraciones ambientales-Principios generales».
- UNE-EN ISO 14021 (2002): «Etiquetas y declaraciones medioambientales. Autodeclaraciones medioambientales (Etiquetado ecológico Tipo II)».
- UNE-EN ISO 14024 (2001): «Etiquetas y declaraciones medioambientales. Etiquetado ecológico Tipo I».
- UNE-EN ISO 14025 (2010): «Etiquetas y declaraciones ambientales. Declaraciones ambientales Tipo III. Principios y procedimientos».
- [http://www.csostenible.net/index.php/es/sistema\\_dapc](http://www.csostenible.net/index.php/es/sistema_dapc)
- [www.environdec.com](http://www.environdec.com)





# 5

## LAS DAP Y SU VALOR EN LA CERTIFICACIÓN AMBIENTAL DE EDIFICIOS LEED Y VERDE



### 5.1. INTRODUCCIÓN

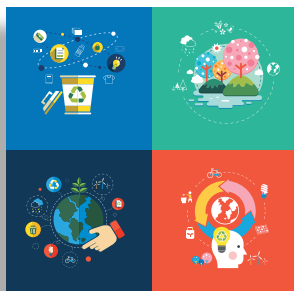
La certificación de la sostenibilidad de edificios e infraestructuras fomenta una construcción más sostenible que repercute en beneficios económicos, ambientales y sociales. El proceso de certificación de edificios más internacional es el desarrollado por la asociación US GBC, basado en la herramienta de evaluación LEED. En España el GBCe ha desarrollado un proceso similar de certificación y una herramienta local denominada VERDE. Estos modelos de evaluación de la sostenibilidad en la «etapa producto» analizan los impactos recogidos en la Declaración Ambiental de Productos (EPD) en la categoría Materiales y Recursos. Para las obras de infraestructuras, la herramienta ENVISION analiza créditos sobre los impactos de los materiales en energía incorporada, uso de materiales reciclados, regionales y otros.

GBC España ha puesto en marcha una plataforma que permite a arquitectos, constructoras y promotoras, conocer las características medioambientales de materiales, productos y sistemas y como contribuyen a la obtención de créditos en las certificaciones LEED y VERDE.

### 5.2. LA CERTIFICACIÓN DE EDIFICIOS E INFRAESTRUCTURAS

Una certificación de la sostenibilidad fomenta una construcción más sostenible que repercute en beneficios económicos, ambientales y sociales para todas las personas vinculadas a la vida de un edificio (promotores, propietarios, inquilinos y/ usuarios) al tiempo que traslada la Responsabilidad Social Corporativa de la empresa a la sociedad y al mercado de forma inequívoca y fácilmente perceptible.





La certificación de edificios está muy extendida en el mundo. El proceso de certificación más internacional es el desarrollado por la asociación *US Green Building Council*, basado en la herramienta de evaluación LEED. En España el *Green Building Council* España ha desarrollado un proceso similar de certificación y una herramienta local denominada VERDE. Existen otras certificaciones como BREEAM desarrollada por el *Building Research Establishment* del Reino Unido con gran presencia en Europa gestionada en España por BREEAM España (Figura 1).



Figura 1. Herramientas de evaluación en el mundo.

La certificación de un edificio con alguno de los procedimientos enumerados garantizan una reducción de consumos en la fase de operación, energía(24%-50%), agua (hasta un 50%) y generación de residuos (hasta un 70%) además del valor añadido del edificio y la mejora de la calidad del ambiente interior de los lugares de trabajo con el consiguiente aumento de la productividad hasta en un 16% y el aumento de confort y salud, contribuyendo igualmente a la reducción de la huella de carbono del edificio.

Todos los modelos de evaluación de la sostenibilidad en la «etapa producto» analizan los impactos recogidos en la Declaración Ambiental de Productos (EPD) en la categoría Materiales y Recursos.

Paralelamente existen modelos de certificación de la sostenibilidad en infraestructuras. Entre ellas, destaca la herramienta INVISION, desarrollada por la Universidad de Harvard para el *Institute for Sustainable Infrastructure*. Una de las cinco categorías analiza los impactos de los materiales como la energía incorporada, uso de materiales reciclados, regionales y otros.

Para facilitar la información a los actores en la construcción, GBC España ha puesto en marcha una plataforma que permite a arquitectos, constructoras y promotoras, conocer las características medioambientales de materiales, productos y sistemas y como contribuyen a la obtención de créditos en las certificaciones LEED y VERDE.

### 5.3. LAS CERTIFICACIONES DE EDIFICIOS LEED, VERDE Y BREEAM

#### 5.3.1. Certificación LEED

La certificación LEED (última versión LEED V4) establece una lista de créditos que recogen una serie de medidas de reducción de impacto, y crea una matriz que relaciona el peso de las categorías de impacto en un eje y los créditos evaluados en LEED en el otro eje. La puntuación asignada a cada crédito es proporcional al número de impactos que tenga asociado y al peso de cada impacto.

Las 8 categorías analizadas en LEED son:

- Localización del proyecto y transporte.
- Sitio sostenible.
- Eficiencia en consumo de Agua.
- Energía y Atmósfera.
- Materiales y Recursos.
- Calidad del ambiente interior.
- Innovación en el diseño.
- Prioridades ambientales regionales.

LEED otorga un máximo de 110 puntos distribuidos en todos los créditos agrupados en las 8 categorías. De los 110 puntos alcanzables, 10 corresponden a créditos de innovación y comportamiento ejemplar y los 100 restantes son alcanzables con el cumplimiento de los créditos.

La escala de puntuación contempla 4 niveles de exigencia:

- Certificado (>40 puntos).
- Plata (>50 puntos).
- Oro (>60 puntos).
- Platino (>80 puntos).





### 5.3.2. Certificación VERDE

La certificación VERDE calcula la reducción de impactos asociados a un número total de 42 criterios repartidos en 6 categorías en relación a los impactos que genera un edificio de referencia a lo largo de su vida útil. El edificio de referencia es siempre un edificio estándar que cumple estrictamente las exigencias mínimas fijadas por las normas y por la práctica común.

Las 6 categorías son:

- A. Selección del sitio, proyecto de emplazamiento y planificación.
- B. Energía y Atmósfera.
- C. Recursos Naturales.
- D. Calidad del espacio interior.
- E. Calidad del Servicio.
- F. Impacto socio económico.

### 5.3.3. Certificación BREEAM.ES

Evalúa impactos en 10 categorías:

- Gestión.
- Salud y Bienestar.
- Energía.
- Transporte.
- Agua.
- Materiales.
- Residuos.
- Uso ecológico del suelo.
- Contaminación.
- Innovación.

La escala de puntuación contempla 5 niveles de exigencia:

- Aceptable (puntuación >30%).
- Bueno (>45%).

- Muy bueno (>55%).
- Excelente (>70%).
- Excepcional (>85%).

Para alcanzar las categorías superiores existen una serie de requisitos mínimos que deben verificarse. Además existen una serie de créditos o medidas para cada una de las 10 categorías, donde el cumplimiento parcial o total de estos créditos da derecho a la consecución de una puntuación por cada categoría. La puntuación de las 9 primeras categorías se combina a través de unos factores de ponderación ambiental para obtener una puntuación final del edificio.

A esta puntuación final podrán sumársele puntos de nivel ejemplar siempre que en el proyecto se hayan implementado acciones innovadoras previamente aprobadas por los responsables de la certificación BREEAM ES. Estos puntos no van ponderados, si no que se suman directamente a la puntuación final y suponen un reconocimiento de innovación para una tecnología, producto, proceso o práctica aplicada por primera vez en ese proyecto.

## 5.4. CRÉDITOS DE MATERIALES Y SU EVALUACIÓN EN LEED Y VERDE

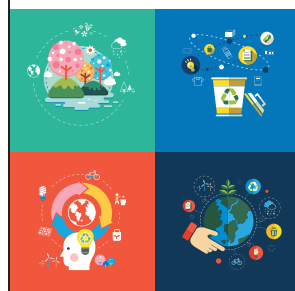
### 5.4.1. Certificación LEED V4: créditos de materiales y recursos (MRc)

El análisis de materiales y recursos (MR) en LEED V4 se realiza a través de 2 pre-requisitos y 5 créditos cuyo cumplimiento puede conseguir hasta un máximo de 14 puntos. Los créditos relacionados con los materiales y recursos son:

#### 5.4.1.1. MRc1 | 1-6 puntos: reducción del impacto del ciclo de vida del edificio

Los objetivos son:

- Fomentar la reutilización adaptada y optimizar el uso/rendimiento de los productos y materiales.
- Demostrar la reducción de los efectos medioambientales durante la fase de toma de decisiones **utilizando fuentes o recursos de edi-**





**edificios existentes**, y demostrando una reducción en la **utilización** de los materiales gracias al Análisis de Ciclo de Vida (**ACV**).

Las opciones disponibles para el cumplimiento de este crédito son:

### Opción 1. Reutilización Edificio Histórico (6 puntos)

Mantener la estructura, envolvente, y elementos interiores no estructurales del edificio existente. Para calificar, el distrito histórico o el edificio, debe estar catalogado como tal. No demoler ninguna parte a menos que se considere estructuralmente peligroso. Cualquier alteración (conservación, restauración o rehabilitación) se debe realizar de acuerdo con las normas locales o nacionales para la rehabilitación.

### Opción 2. Renovación del Edificio Abandonado o Deteriorado (6 puntos)

Mantener al menos el 50%, en superficie, de la estructura de borde e interior del edificio existente. El edificio debe ser restaurado para su ocupación. Hasta el 25% de la superficie del edificio puede ser excluida del cálculo debido al deterioro o daño.

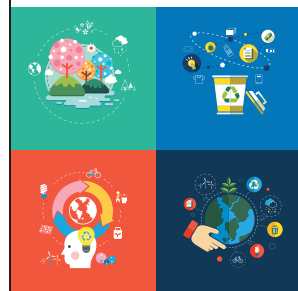
### Opción 3. Reutilización materiales en el Edificio (1-5 puntos)

Reutilizar o reciclar materiales de construcción fuera del sitio o en el sitio como un porcentaje del área de la superficie, 25% (1 punto), 50% (3 puntos), 75% (5 puntos). Incluir elementos estructurales, materiales de cerramiento, y elementos interiores permanentes. Excluir del cálculo montajes de ventana y cualesquier material peligroso. (Los materiales que contribuyen a este crédito no podrán utilizarse en el cumplimiento de los créditos MRC2, MRC3, y MRC4).

### Opción 4: 3 puntos + 1 Punto de «Exemplary Performance»

La evaluación del edificio a través de este criterio se establece por medio de los impactos asociados a los materiales de construcción en la etapa que abarca desde la extracción de los mismos como materia prima hasta su salida de la fábrica como material listo para usar en obra:

- Para nueva construcción (edificios o partes de edificios), realizar un LCA del cerramiento y estructura del proyecto, que demuestre al



menos una reducción del 10% comparada con un edificio de referencia, en al menos tres de los seis impactos de estudio, uno de los cuales debe de ser el potencial de Calentamiento global (emisión de gases de efecto invernadero).

- Ninguna categoría de impacto evaluada dentro del ACV puede incrementarse más de un 5% comparada con el edificio de referencia.
- Los edificios y diseños de referencia han de ser de un tamaño, función orientación y análisis de rendimiento energético similares, tal y como se definen en el prerrequisito de Rendimiento Mínimo de energía.
- El uso de vida del edificio de referencia y el de diseño ha de ser el mismo, por al menos 60 años para contar reemplazo y mantenimiento. Es necesario utilizar las mismas herramientas de análisis para evaluar ambos, y han de cumplir con ISO 14044.

### **5.4.1.2. MRc2 | 1-2 puntos: Optimización de la divulgación de los impactos del producto. DAP**

Los objetivos son:

- Fomentar el uso de productos y materiales de los que se dispone de información de su ciclo de vida, DAPs (Opción 1).
- Premiar a aquellos equipos de proyecto que seleccionen productos de fabricantes que hayan mejorado en la fabricación los impactos de los productos de construcción (Opción 2).

#### **Opción 1. Declaración Ambiental de Producto (DAP) (1 punto)**

Utilizar, al menos, 20 productos instalados permanentemente en el edificio provenientes de cinco fabricantes diferentes que cumplan uno de los siguientes criterios:

- Declaración específica del producto: Los productos que cuenten con un Análisis de Ciclo de Vida que esté disponible públicamente y que haya sido críticamente revisado de acuerdo a la norma ISO14044 y que tenga un alcance «de la cuna a la puerta» son valorados como un 25% de un producto para los objetivos de cumplimiento del crédito.
- Declaraciones Ambientales de Producto que se ajusten a la norma ISO 14025, 14040, 14044 y EN 15804 o ISO 21930 y que tengan al menos un alcance «de la cuna a la puerta»:



## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

- El producto dispone de una DAP genérica: productos con verificación por terceros (Tipo III) en la cual el fabricante sea reconocido como participante por el Operador del programa. Estos productos se valoran como un 50% de un producto para los objetivos de cumplimiento del crédito.
- DAP específica del producto (Tipo III): productos que incluyan verificación externa, en la cual el fabricante sea reconocido como participante por el Operador del programa. Estos productos se valoran como un producto completo para los objetivos de cumplimiento del crédito.

### Opción 2. Optimización de características (1 punto)

Utilizar productos que cumplan con el siguiente requisito y ello para el 50% basado en el coste del total de los productos instalados de manera permanente en el edificio.

Productos verificados por terceras partes que demuestran una reducción de impacto con respecto a la media de la industria relativa a ese producto en al menos tres de las siguientes categorías de impacto:

- Emisiones de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>e).
- Reducción de la capa de ozono (kg CFC-11;).
- Acidificación del terreno y/o fuentes de agua (moles H<sup>+</sup> o kg SO<sub>2</sub>);.
- Eutrofización (kg nitrógeno o kg fosfato).
- Formación de ozono troposférico (kg NO<sub>x</sub> o kg etano).
- Reducción de fuentes de energía no renovables en MJ.

En el caso de que el producto se encuentre en un radio de 160 km del lugar del proyecto, para el cálculo se contabilizará el producto como un 200%.

#### **5.4.1.3. MRc3 | 1-2 puntos: Optimización de la divulgación de los impactos del producto. Extracción de los Materiales**

Los objetivos son:

- Fomentar el uso de productos y materiales de los que se dispone de información transparente sobre los impactos ambientales, sociales y eco-

nómicos en el ciclo de vida. Premiar al equipo de proyectos la selección de productos que han sido extraídos de una forma responsable.

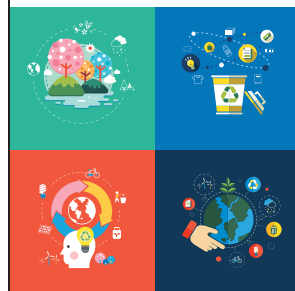
### Opción 1. Información del origen y la extracción de las materias prima (1 punto)

Utilizar al menos 20 productos instalados de forma permanente de al menos cinco fabricantes diferentes que hayan dado a conocer mediante un informe de sus proveedores de materias primas, incluyen lugares de extracción, un compromiso de uso del suelo de forma ecológicamente responsable a largo plazo, un compromiso con la reducción de los daños ambientales en los procesos de extracción y fabricación, y el compromiso de cumplimiento de las normas o programas aplicables voluntariamente que se refieran a criterios de abastecimiento responsable.

### Opción 2. Liderazgo en prácticas de extracción

Utilizar productos que cumplen al menos uno de los criterios de extracción responsables en al menos un 25%, en coste, del valor total de los productos de construcción instalados de forma permanente en el proyecto:

- Productos de un fabricante que participa en un programa de responsabilidad ampliado.
- Materiales de base biológica. Productos con base biológica que cumplan la Sustainable Agriculture Network's Sustainable Agriculture Standard.
- Productos de madera. Aprobados por USGBC certificados por el Forest Stewardship Council o equivalente. Se valoran al 100% de su coste a efectos del cálculo del logro del crédito.
- Materiales reutilizados. La reutilización incluye recuperados, restaurados o productos reutilizados. Se valoran al 100% de su coste a efectos del cálculo de los logros de crédito.
- Contenido reciclado. Es la suma de postconsumo reciclado contenido más la mitad de la preconsumo contenido reciclado, en base al coste. Se valoran al 100% de su coste a efectos de cálculo de los logros de crédito.
- Participa en un programa aprobado por USGBC.







#### **5.4.1.4. MRc4 | 1-2 puntos: Divulgación y optimización de productos de construcción. Ingredientes**

Los objetivos son:

- Promover el uso de productos y materiales para los que la información de su ciclo de vida está disponible y tiene de manera preferente impactos en los siguientes ámbitos: ambiental, económica y social.
- Premiar al equipo de proyecto por seleccionar productos cuyos ingredientes químicos están inventariados utilizando una metodología aceptada y por seleccionar productos verificados que minimicen el uso de sustancias nocivas para la salud.
- Recompensar a los fabricantes de materias primas que producen productos que se verifica que tiene impactos de ciclo de vida mejorados.

#### **Opción 1. Información de los ingredientes de los materiales. (1 punto)**

Utilizar al menos 20 productos diferentes permanentemente instalados en el edificio de al menos 5 fabricantes diferentes que utilicen alguno de los siguientes programas para demostrar el inventario de sustancias químicas del producto con al menos a 0,1% (1.000 ppm):

- Inventario del fabricante. El fabricante ha publicado el contenido completo del inventario del producto siguiendo las siguientes directrices:
  - Un inventario públicamente disponible de todos los ingredientes identificados por nombre y Número de Registro en el *Chemical Abstract Service Registration Number, CASRN*.
  - El nombre CASRN de los materiales definidos como secreto de empresa o propiedad intelectual podrá ser retenido u oculto, pero se tendrá que divulgar la función, la cantidad y referencia *GreenScreen*, según se define en v1.2 *GreenScreen*.
- Declaración saludable del producto (HPD). El producto de uso final tiene publicada una completa Declaración de Salud del Producto con pleno conocimiento de los riesgos conocidos en cumplimiento con la norma de Declaración de Salud del producto.
- Cuna a la cuna. Los productos certificados con el programa Cradle to Cradle v2 Basic level or Cradle to Cradle v3 Bronze level.
- Utilizar un programa aprobado por USGBC.

## Opción 2. Optimización de los ingredientes (1 punto)

Utilizar productos que documenten su optimización en la selección de ingrediente utilizando alguna de las siguientes rutas para al menos el 25%, en coste, del valor total de los productos instalados de forma permanente en el proyecto.

GreenScreen v1.2 Benchmark. Productos con ingredientes químicos hasta 100 ppm que alcanzan el rango 1 en GreenScreen en daño para la salud.

- Certificado Cuna a la cuna.
- Existencia de un camino alternativo internacional para su cumplimiento. REACH.
- Utilizar un programa aprobado por USGBC.

## Opción 3. Optimización de la cadena de suministro del fabricante (1 punto)

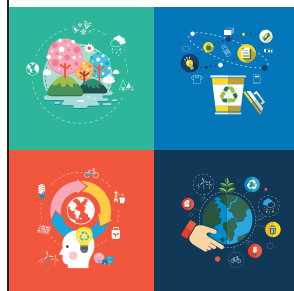
Utilizar productos de construcción en al menos el 25%, en coste del valor total de los productos instalados de forma permanente en el proyecto que:

- Procedan de fabricantes de productos validados en programas de riesgo... 99%de productos verificados en peso.
- Proviene de los fabricantes de productos con verificación por terceros de su cadena de suministro.

### **5.4.1.5. MRc9 | 1-2 puntos: Gestión de residuos de construcción y demolición**

Reducir residuos de construcción y demolición no peligrosos depositados en vertederos y las instalaciones de incineración de recuperación, reutilización y reciclaje de materiales.

Los cálculos pueden ser en peso o volumen, pero debe ser consistente a lo largo. Excluir tierra excavada, escombros, incluir los residuos de madera si se convierten en combustibles (biocombustibles) para los cálculos.





Para los proyectos que no pueden cumplir los requisitos de crédito utilizando los métodos de reutilización y reciclaje, conversión de residuos en energía.

Los sistemas pueden ser considerados desvío de residuos si se sigue la Directiva Marco de Residuos de la Comisión Europea 2008/98 / CE y Directiva de Residuos Incineración 2000/76 / CE y residuos a las instalaciones de energía cumpla con la normatividad europea.

### 5.4.2. Certificación VERDE: criterio de impacto de materiales de construcción

En VERDE, el procedimiento de evaluación para el criterio «Impacto de los materiales de construcción» se establece de la siguiente manera:

1. Calcular las superficies de cubiertas, forjados interiores, solera o forjado inferior, paramentos ciegos de fachada, huecos de fachada y sus porcentajes según orientaciones y tabiquería interior. Con estas superficies, elaborar unas mediciones indicando los materiales y elementos constructivos de los que se tiene información ambiental. Deberán indicarse aquellos materiales que provengan de la reutilización y, también, aquellos que puedan ser reutilizados al final del ciclo de vida del edificio así como distinguir los materiales que tengan origen local y aquellos que no lo tengan (Figura 2).

**Ejemplo de clase**

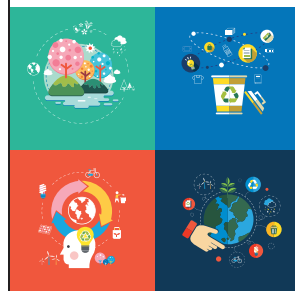
**MATERIALES**

Elemento	Cantidad de material presupuestado [m <sup>2</sup> ]	% de producción local	% de material reutilizado	% de material reutilizable	% de material reciclable
<input type="checkbox"/> Forjado	1,000.00	20	0	0	80

Figura 2. Datos de entrada de datos de elementos constructivos en la herramienta VERDE on-line.

- Determinar el peso de los elementos constructivos de la medición elaborada. Se puede emplear para ello el programa TCQ del Itec de mediciones o cualquier otro que facilite el dato de peso de los materiales. En caso de no disponerse de un programa de estas características, se podrá determinar el peso de los materiales de forma manual empleando la base de datos BEDEC, de acceso libre en internet.
- Asignar los impactos asociados a cada material o elemento constructivo de una base de datos reconocida o de la declaración ambiental de producto. Los impactos asociados se pueden obtener de tres fuentes distintas: la base de datos BEDEC, el EPD certificado de los materiales, o aportando documentación justificativa, que siga los cálculos normalizados de ACV(Figura 3).

Para el crédito de energía incorporada y a efectos de benchmarking se considera como práctica habitual unos impactos asociados igual al del edificio de referencia, idéntico al evaluado, pero definido con los mismos sistemas constructivos que utiliza el programa CALENER para generar su edificio de referencia. Como mejor práctica se considera unos impactos asociados un 20% inferior al del edificio de referencia.



**Ejemplo de clase** IR VOLVER AL LISTADO

SECCIONES: DATOS GENERALES, PARCELA Y EMPLAZAMIENTO, ENERGÍA Y ANCHORES, RESUMEN, MATERIALES

SECCIONES: CALIDAD AMBIENTE INTERIOR, CALIDAD DEL SERVIDOR, IMPACTOS SOCIALES Y ECONÓMICOS, IMPACTO ESPICIO OLÉCTO, RESULTADO

**MATERIALES**

Elementos Edificios | Estructuras | Superficies Elementos

Elemento	Confortpan 208 Rosal
Descripción de la partida de obra	Panel flexible y ligero de lana de roca volcánica, levemente impregnado con resina fenólica, sin ningún tipo de revestimiento de 50 mm de espesor 1350mm de largo, 600 de ancho y 30 kg/m3 de densidad
Base de datos utilizada	DAPc
Unidad Funcional	m2
Peso kg / u.f. de material	1.2150
Energía embudida MJ / u.f. de material	18.8000
kg de CO <sub>2</sub> eq / u.f. de material	2.6700
kg de R11 eq/u.f. de material	0
kg de SO <sub>2</sub> eq / u.f. de material	0.0146
kg de PO <sub>4</sub> eq / u.f. de material	0.0009
kg de C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> eq / u.f. de material	0.0091
kg de Sb eq / u.f. de material	0.0085
Residuos no peligrosos kg de residuo / u.f. de material	0.2590

Figura 3. Datos de entrada de las características de materiales en la herramienta VERDE on-line.



## 5.5. LA PLATAFORMA DE MATERIALES Y PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN EN GBC ESPAÑA

Es una plataforma que permite a arquitectos, constructoras y promotoras, conocer las características medioambientales de materiales, productos y sistemas y como contribuyen a la obtención de créditos en las certificaciones LEED y VERDE.

Funciona principalmente a través de un buscador que permite al usuario encontrar publicada la información de empresas con distintos tipos de productos que contribuyen a la Certificación LEED, y VERDE (Figura 4).



Figura 4. Plataforma de materiales sostenibles GBCe.

Los resultados a obtener a través del uso de Catalogo materiales y productos es promocionar el mercado de productos verdes y potenciar el diseño y construcción de edificaciones sostenibles.

La metodología que sigue la plataforma se resume en:

- A través de un buscador de fácil manejo, que permite al usuario encontrar publicada la información de productos, de empresas y certificación LEED, VERDE.
- Verifica el cumplimiento de estándares exigidos por las certificaciones ambientales: LEED y VERDE
- Estudio pormenorizado de las características tanto técnicas como de aspectos con criterios de sostenibilidad, materializado en una

## Las DAP y su valor en la certificación ambiental de edificios leed y verde

ficha que suministra información requerida por agentes certificadores con información de las mejoras que presenta en los correspondientes categorías y criterios así como, el cumplimiento de la exigencia normativa.

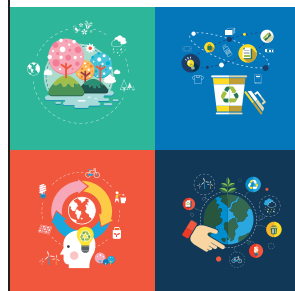
Esta plataforma es accesible a cualquier persona interesada en el medio ambiente, la sostenibilidad y la certificación de edificios con las herramientas de evaluación LEED, VERDE, BREEAM, DGNB, etc.

Se busca también, además de la labor divulgativa de estos productos o materiales, dirigirnos a empresas conscientes en las actuales tendencias del mercado y su concienciación con el medio ambiente, que busquen algo más que un compromiso; si no además un acreditación de las ventajas de su producto.

A aquellos profesionales o agentes involucrados en el sistema o proceso de certificación de edificios, no sólo facilitando la labor de elección de un producto frente a otro en materia de créditos, si no el respaldo de la acreditación de los productos y beneficiarles de la información necesaria que el producto les pueda proporcionar al proyecto.

Para ello:

- Se realiza un estudio exhaustivo del tipo de producto o material a acreditar.
- La acreditación del producto y su validación como producto bajo un sello de certificación.
- Para aquellos personajes o agentes involucrados en el sistema o proceso de las certificaciones, no sólo facilitando la labor de elección de un producto frente a otro en materia de créditos, si no el respaldo de la acreditación de los productos y beneficiarles de la información necesaria que el producto les pueda proporcionar al proyecto.
- De cumplir bajo los estándares internacionales o nacionales como producto sostenible, todos estos productos se añadirán a la plataforma nacional de productos acreditados
- De no cumplir, el fabricante puede añadir esta información como adicional, al catálogo o ficha técnica de su producto sin embargo no podrá ingresar a la plataforma.
- Creación de ficha tipo igual para cada producto con información relevante sobre el producto y su aplicación concreta bajo los es-





## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

tándares de la certificación. Así mismo, en esta ficha, se indicará detalladamente los requisitos mínimos que va a cumplir en cada apartado.

A continuación se presentan sendas fichas de un material y su cumplimiento de los créditos de materiales en VERDE y LEED:

RATING SYSTEM
NEUNI
NERO
NEEQIP
RH VIV
RH EQUIP

% REDU
4,5%

OBJETIVO

PROCEDIMIENTO / EVALUACION

CUMPLIMIENTO REQUISITOS

ESTANDAR DE REFERENCIA

DOCUMENTOS ADICIONALES

### CATEGORIA RECURSOS NATURALES

#### C20 Impactos de los materiales de construcción distintos del consumo de energía

Reducir los impactos asociados a la producción de los materiales de construcción mediante la elección de materiales con bajos impactos durante su proceso de extracción y transformación así como mediante el uso de materiales reutilizados y/o reciclados.

La evaluación del edificio a través de este criterio se establece por medio de los impactos asociados a los materiales de construcción en la etapa que abarca desde la extracción de los mismos como materia prima hasta a su salida de la fábrica como material listo para usar en obra.

IMPACTO	CAMBIO CLIMATICO	DESTRUCCION DE LA CAPA DE OZONO	ACIDIFICACION ATMOSFERICA	EUTROFICACION	FORMACION DE OZONO FOTOQUIMICO	ACOTAMIENTO DE RECURSOS NATURALES
INDICADOR	Kg CO2 eq /uf	Kg de R11 eq/uf	Kg de SO2 eq/uf	Kg PM10 eq/uf	Kg de O3 eq/uf	Kg de T8 eq/uf
ECO D 037 (60mm)	2.9E+00	2.8E-07	3.5E-02	4.2E-03	1.8E-03	3.7E-07
ECO D 035 (60mm)	--	--	--	--	--	--
ECO D 032 (80mm)	5.5E+00	4.9E-07	6.5E-02	7.9E-03	3.3E-03	6.9E-07
ECO 037 (60mm)	2.5E+00	2.2E-07	2.9E-02	3.5E-03	1.5E-03	4.6E-07
ECO 035 (60mm)	3.3E+00	2.9E-07	3.8E-02	4.6E-03	1.9E-03	5.6E-07
ECO 032 (60mm)	5.6E+00	5.0E-07	6.6E-02	8.0E-03	3.4E-03	8.6E-07
PV ACUSTIVER (60mm)	2.2E+00	1.9E-07	2.6E-02	3.2E-03	1.3E-03	2.5E-07
PV ACUSTIVER WEL (60mm)	2.2E+00	1.9E-07	2.6E-02	3.2E-03	1.3E-03	2.5E-07
IBR (80mm)	2.6E+00	2.3E-07	3.0E-02	3.7E-03	1.5E-03	4.5E-07
IBRD (80mm)	2.2E+00	1.9E-07	2.6E-02	3.2E-03	1.3E-03	2.5E-07
IBR VELO (80mm)	2.2E+00	1.9E-07	2.6E-02	3.2E-03	1.3E-03	2.5E-07
FILTRHOT 25 mm	1.6E+00	1.4E-07	1.9E-02	2.4E-03	9.9E-04	1.9E-07

**NOTAS:**

- La unidad funcional (uf) del producto es de 1m<sup>2</sup> y el peso es el indicado en la tabla B01
- En la versión VERDE NE Residencial y Oficinas V1 únicamente está activo el impacto de "cambio climático" (Kg de CO2 eq.) debido al bajo número de EPD existentes de los materiales de construcción españoles, pero la información aportada en esta ficha será evaluada en versiones posteriores.

NA

<http://www.isover.es/Aislamiento-en-la-EDIFICACION>

Figura 5. Ficha de material de construcción y su cumplimiento de los créditos de materiales en VERDE. www.gbce.es

102



**LEED V4** GBCe

RATING SYSTEM: EP+ M: 3, Q: 3, CS: 2, S: 3, NC: 3, R: 3, R: 3, R: 3, H: 3, H: 3, H: 3, DC: 3, DC: 3, W: 3, W: 3, N: 3, DP: 3

PUNTOS POSIBLES EN EL CRÉDITO: 7

**CATEGORY: MATERIALS AND RESOURCES**

**Credit: MRCl Reducción del impacto del ciclo de vida del edificio**

**Objetivo:** Fomentar la reutilización adecuada y optimizar el uso/rendimiento de los productos y materiales.

**PROCESAMIENTO SUGERIDO:** Demostrar la reducción de los efectos medioambientales durante la fase de toma de decisiones, utilizando fuentes o recursos de edificios existentes y demostrando una reducción en la utilización de los materiales gracias al Análisis de Ciclo de Vida (ACV). Procedimiento:

**Opción 4: Análisis de ciclo de vida del edificio**

El edificio a evaluación del edificio a través de este criterio se establece por medio de los impactos asociados a los materiales de construcción en la etapa que abarca desde la extracción de los mismos como materia prima hasta su salida de la fábrica como material listo para usar en obra.

Para nueva construcción (o edificios o partes de edificios) realizar un LCA (Acv en español, Análisis de ciclo de vida) del cerramiento y estructura del proyecto, que demuestre al menos una reducción del 10% comparada con un edificio de referencia, en al menos tres de las seis medidas de impacto de estudio. Una de las cuales debe de ser el potencial de Calentamiento global (emisión de gases invernadero). Ninguna categoría de impacto evaluada dentro del ACV, puede incrementarse más de un 5% comparada con el edificio de referencia.

Los edificios y diseños de referencia han de ser de un tamaño, función, orientación y análisis de rendimiento energético similares, tal y como se definen en el prerrequisito de Rendimiento Mínimo de energía. El uso de vida del edificio de referencia y el de diseño ha de ser el mismo, por al menos 60 años para contar reemplazo y mantenimiento. Necesario utilizar las mismas herramientas de análisis para evaluar ambos. Han de cumplir con ISO 14044.

IMPACTO	UNIDAD	REDUCCIÓN DE LA REFERENCIA	ACERCIÓN DEL PROYECTO	REDUCCIÓN (%)	FORMACIÓN DE PUNTO POR CATEGORÍA	Puntos Potenciales
Intensidad	kg CO2e/m²	Agda 011 kg CO2e/m²	Agda 010 kg CO2e/m²	10.27	10.58	7150.77
Intensidad (mantenimiento)	kg CO2e/m²	Agda 011 kg CO2e/m²	Agda 010 kg CO2e/m²	10.27	10.58	136.89

Apartado de la definición del edificio de referencia: Hoja de especificaciones

Condiciones para el cumplimiento del crédito (tener creada una especificación creada para los futuros MRBuilding Life Cycle Impact reduction)

\*Nota: Ver condiciones cumplimiento del crédito

**ESTÁNDAR DE REFERENCIA:** ASHRAE 90.1 (base line building, Projects outside US may represent typical construction) ISO 14044

**DOCUMENTACIÓN ADICIONAL:**

- EP: Conseguiendo mejoras en los umbrales requeridos de las seis medidas de impacto.
- DAP: descargable (Inglés y español)

Consulta departamental con anterioridad a [www.firsa.es](http://www.firsa.es)

Figura 6. Ficha de cumplimiento de los créditos de materiales en LEED V4. [www.gbce.es](http://www.gbce.es)

### 5.5. REFERENCIAS

- [www.usgbc.org](http://www.usgbc.org)
- [www.gbce.es](http://www.gbce.es)
- [www.breeam.es](http://www.breeam.es)
- [www.gbce.es/es/inicio-materiales](http://www.gbce.es/es/inicio-materiales)





# 6

## IMPLEMENTACIÓN DE DAP EN UNA EMPRESA GLOBAL A NIVEL MULTIPRODUCTO



### 6.1. INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta que, aproximadamente, el 41% del consumo total de la energía en la Unión Europea se corresponde con los edificios, el incremento de la eficiencia energética en este sector constituye una de las medidas más importantes necesarias para reducir la dependencia energética de la Unión por un lado, y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, por otro. Además de conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo, también se requiere una cantidad de energía para la construcción de los mismos, lo que integra la energía incorporada en los materiales que forman parte del edificio.

Los edificios generan impactos ambientales derivados de sus aspectos a lo largo de todas las etapas de su vida útil, desde la extracción de las materias primas de los materiales que constituyen el edificio, pasando por el transporte de estas materias primas, los aspectos ambientales asociados al proceso productivo de los materiales, el transporte de estos materiales a la obra, el uso el mantenimiento del edificio construido y, finalmente, hasta su demolición. La aplicación de esta filosofía basada en el enfoque del ciclo de vida de un edificio, permite identificar desde la fase de diseño, soluciones constructivas que minimicen los impactos del edificio a lo largo de todas las etapas del ciclo de vida (desde la cuna a la tumba). Un análisis de ciclo del ciclo de vida en base a normas armonizadas, es la mejor herramienta con base científica para evaluar el impacto ambiental de los productos de construcción, para lo que es necesaria la utilización de Declaraciones Ambientales de Producto (DAP) verificadas por terceras partes.



## 6.2. SOSTENIBILIDAD EN LA EDIFICACIÓN

El mundo está cambiando con mayor velocidad que nunca. Mientras que los avances en ciencia y tecnología han mejorado nuestra calidad de vida, también han puesto de manifiesto el frágil equilibrio del medio ambiente. El calentamiento global de la Tierra ya no es un concepto lejano, sino una amenaza real en el futuro de la humanidad.

El sector de la edificación debe reconocer su responsabilidad e influencia en el calentamiento global y en la preservación de los valiosos recursos energéticos. Para tratar estas cuestiones debemos cambiar la manera como diseñamos los edificios nuevos o renovamos los edificios existentes de modo que reduzcamos sus impactos negativos en el medio ambiente.

El proceso de construcción debe preservar los ecosistemas, la biodiversidad y los paisajes locales, mientras que tiene que asegurar una calidad de vida mejor y garantizar la salud y la seguridad de los inquilinos y de los usuarios del edificio. La Construcción Sostenible proporciona soluciones equilibradas para abordar estos temas.

En los países desarrollados, los edificios son los responsables de gran parte de los impactos ambientales producidos. A nivel mundial los edificios son responsables del 41% del consumo anual de energía y hasta un 30% de todos los gases de efecto invernadero (GEI) relacionados con la energía. El sector de la construcción también proporciona el mayor potencial para importantes reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero así como el ahorro energético en la factura de cada país. En conjunto el sector de la construcción es responsable de un tercio del consumo de recursos de la humanidad, incluyendo el 12% del consumo total de agua dulce, y produce hasta un 40% de nuestros residuos sólidos. Con la creciente y rápida urbanización en los países más poblados del mundo, la construcción sostenible es esencial para lograr el desarrollo sostenible.

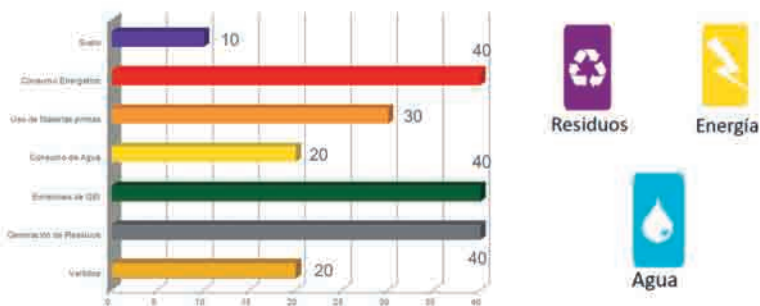
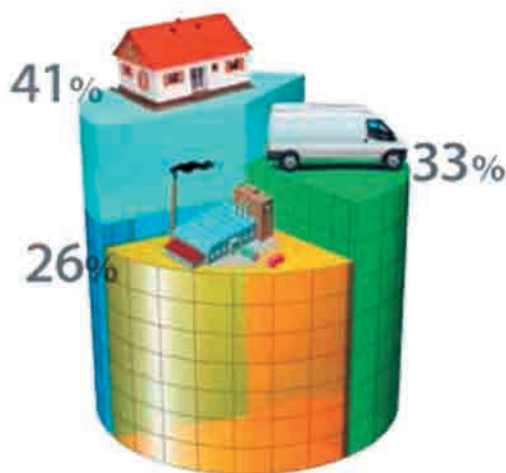


Figura 1. Impactos ambientales producidos a nivel mundial por los edificios en %. Earth Trends, 2007 using data from UNEP SBCL, 2006.

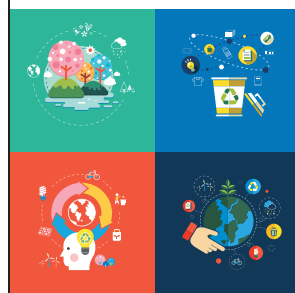
El uso racional de la energía es una necesidad debida, fundamentalmente, a la disponibilidad limitada de los recursos naturales, y a la capacidad, también limitada, de absorción de los gases de efecto invernadero del planeta sin producir impactos ambientales significativos. Necesidad que se incrementa cuando consideramos la gran dependencia energética exterior que tiene la Unión Europea en estos momentos.

La utilización de lanas minerales en edificación, supone un avance hacia la consecución de soluciones energéticamente eficientes, y sostenibles que permitan abordar las implicaciones que para el sector de la construcción tendrá la adopción de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la eficiencia energética de los edificios. Bajo esta norma, los Estados Miembros deberán tomar las medidas necesarias para garantizar que se establezcan unos requisitos mínimos de eficiencia energética, de tal forma que todos los edificios públicos construidos en Europa deberán de ser de consumo de energía casi nulo a partir del 31 de diciembre de 2018 y 31 de diciembre de 2020 para todos los edificios de titularidad privada.



**Figura 2.** Reparto consumos energéticos UE. Fuente Fundación la casa que ahorra.

Teniendo en cuenta que, aproximadamente, el 41% del consumo total de la energía en la Unión Europea se corresponde con los edificios, el incremento de la eficiencia energética en este sector constituye una de las medidas más importantes necesarias para reducir la dependencia energética de la Unión por un lado, disminuir las emisiones de





gases de efecto invernadero, por otro y alcanzar los niveles de sostenibilidad requeridos en edificación.

Además de conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo, también se requiere una cantidad de energía para la construcción de los mismos, lo que integra la energía incorporada en los materiales que forman parte del edificio. Los edificios generan impactos ambientales derivados de sus aspectos a lo largo de todas las etapas de su vida útil desde la extracción de las materias primas de los materiales que constituyen el edificio, pasando por el transporte de estas materias primas, los aspectos ambientales asociados al proceso productivo de los materiales, el transporte de estos materiales a la obra, el uso el mantenimiento del edificio construido y, finalmente, hasta su demolición. La aplicación de esta filosofía basada en el enfoque del ciclo de vida de un edificio, permite identificar desde la fase de diseño, soluciones constructivas que minimicen los impactos del edificio a lo largo de todas las etapas del ciclo de vida (desde la cuna a la tumba).

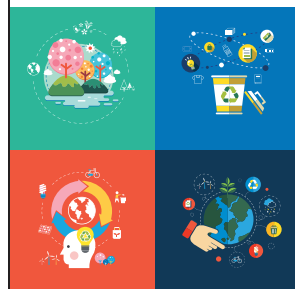
Un análisis de ciclo del ciclo de vida en base a normas armonizadas, es la mejor herramienta con base científica para evaluar el impacto ambiental de los productos de construcción, para lo que es necesario la utilización de Declaraciones Ambientales de Producto (DAP) verificadas por terceras partes.

A la hora de proyectar los cerramientos exteriores de un edificio, además de disponer de la correspondiente declaración ambiental de producto, se deben de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- **Aspecto final de la fachada:** los sistemas de aislamiento por el exterior basados en fachadas ventiladas o sistemas ETICs, permiten adecuarse a cualquier necesidad estética requerida debido a sus múltiples posibilidades de acabado.
- **Los requisitos legales establecidos.**
- La eficiencia energética final que vendrá condicionada por la **capacidad aislante del material.**
- La **capacidad de aislamiento acústico** de la solución final con el objetivo de garantizar un adecuado confort acústico de los usuarios. La utilización de materiales aislantes basados en lanas minerales, son la forma más eficaz de dotar a la solución final de una elevada capacidad de aislamiento acústico

- La **seguridad en caso de incendio** es fundamental en este tipo de establecimientos la cual solo garantizaremos mediante la utilización de materiales con excelente reacción al fuego como pueden ser las lanas minerales clasificadas como incombustibles y con una reacción al fuego según euroclases A1.
- Las consideraciones de contorno como la zona climática y la orientación.

En la actualidad, existen materiales de altas prestaciones térmicas, acústicas y de protección contra incendios de última generación, que disponen de sus correspondientes declaraciones ambientales de producto verificadas por partes independientes que se integran dentro de las soluciones onstructivas para el aislamiento de fachadas.



PRINCIPALES SOLUCIONES DE AISLAMIENTO EN EECN		
AISLAMIENTO POR EL INTERIOR	AISLAMIENTO POR EL EXTERIOR	
	TRASDOSADOS	SATE/ETICS
		

En función de las prestaciones térmicas de la solución constructiva (conductividad térmica del material utilizado fundamentalmente) para unas mismas condiciones de contorno, los espesores necesarios en función de la transmitancia térmica del elemento serán los siguientes:

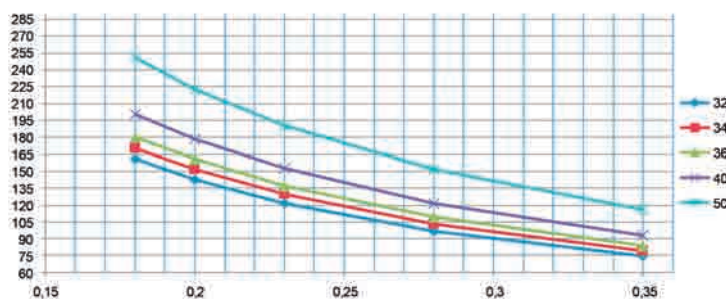




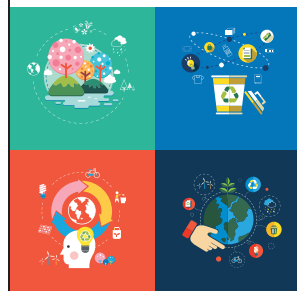
Figura 3. Transmitancia térmica en función del espesor y conductividad térmica.

## 6.2. IMPACTOS AMBIENTALES. INDICADORES DE POTENCIAL DE IMPACTO AMBIENTAL

Todos los productos de construcción, sistemas o edificios, generan un impacto ambiental que es la suma de valores de los diferentes factores ambientales, los cuales deben integrarse en el contenido de la Declaración Ambiental de Producto (DAP) declarada, y que se definen a continuación:

**Tabla 1.** Factores ambientales a integrar en una DAP.

 <p><b>El Calentamiento Global</b> se refiere a los cambios a largo plazo en los patrones climáticos globales, incluyendo la temperatura y las precipitaciones, que son causados por el aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmosfera. Cada uno de los gases de efecto invernadero afecta a la atmosfera en distinto grado y permanece allí durante un periodo de tiempo diferente. La medida en la que un gas de efecto invernadero determinado contribuye al calentamiento global se define como su Potencial de Calentamiento Global (PCG). Para hacer comparables los efectos de los diferentes gases, el PCG expresa el potencial de calentamiento de un determinado gas en comparación con el que posee el mismo volumen de CO<sub>2</sub> durante el mismo periodo de tiempo, por lo que el PCG del CO<sub>2</sub> es siempre 1 (esto es, se toma como unidad de referencia para el calculo de PCG). De ahí que la unidad de medida utilizada para indicar el PCG de los gases de efecto invernadero sea el CO<sub>2</sub>-equivalente. La fórmula para el cálculo del PCG viene dada por la expresión:</p>	<table border="1" data-bbox="540 1073 1184 1355"> <thead> <tr> <th>Gas</th> <th>Fórmula química</th> <th>Potencial de Calentamiento global</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dioxido de carbono</td> <td>CO<sub>2</sub></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Metano</td> <td>CH<sub>4</sub></td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>Oxido Nitroso</td> <td>N<sub>2</sub>O</td> <td>110</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Hidrofluoro carbonosos HFC</td> </tr> <tr> <td>HFC-23</td> <td>CHF<sub>3</sub></td> <td>11700</td> </tr> <tr> <td>HFC-32</td> <td>CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub></td> <td>650</td> </tr> <tr> <td>HFC-41</td> <td>CHF<sub>3</sub></td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>HFC-43-10AEE</td> <td>C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>6</sub></td> <td>1300</td> </tr> <tr> <td>HFC-125</td> <td>C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>F<sub>5</sub></td> <td>2600</td> </tr> <tr> <td>HFC-134</td> <td>C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub>(CHF<sub>2</sub>CHF<sub>2</sub>)</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>HFC-134a</td> <td>C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub>(CHF<sub>2</sub>CHF<sub>2</sub>)</td> <td>1300</td> </tr> </tbody> </table>	Gas	Fórmula química	Potencial de Calentamiento global	Dioxido de carbono	CO <sub>2</sub>	1	Metano	CH <sub>4</sub>	21	Oxido Nitroso	N <sub>2</sub> O	110	Hidrofluoro carbonosos HFC			HFC-23	CHF <sub>3</sub>	11700	HFC-32	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	650	HFC-41	CHF <sub>3</sub>	150	HFC-43-10AEE	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	1300	HFC-125	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> F <sub>5</sub>	2600	HFC-134	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub> (CHF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub> )	1000	HFC-134a	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub> (CHF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub> )	1300
Gas	Fórmula química	Potencial de Calentamiento global																																			
Dioxido de carbono	CO <sub>2</sub>	1																																			
Metano	CH <sub>4</sub>	21																																			
Oxido Nitroso	N <sub>2</sub> O	110																																			
Hidrofluoro carbonosos HFC																																					
HFC-23	CHF <sub>3</sub>	11700																																			
HFC-32	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	650																																			
HFC-41	CHF <sub>3</sub>	150																																			
HFC-43-10AEE	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	1300																																			
HFC-125	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> F <sub>5</sub>	2600																																			
HFC-134	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub> (CHF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub> )	1000																																			
HFC-134a	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub> (CHF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub> )	1300																																			
	<p><b>La disminución de la capa de Ozono</b> de la estratosfera es la destrucción de la misma debido a la contaminación humana. La capa de ozono protege a la Tierra de la radiación ultravioleta que es perjudicial para la vida.</p> <p>El PAO - Potencial de agotamiento de la capa de ozono, PAO (Ozone Depletion, ODP) mide la potencia relativa de las SAO en comparación con un compuesto de referencia que es el CFC-11 y que, por tanto, se define con un PAO de 1.0, lo que permite comparar diferentes sustancias. Por ejemplo, una molécula de halon 1301, con un PAO = 10, es diez veces más dañina para la capa de ozono estratosférico que una molécula de CFC-11.</p>																																				



Los potenciales de reducción de la capa de ozono de una serie de gases pueden sumarse y expresarse en forma de potencial de destrucción del ozono a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Potencial de reducción del ozono PAO}_{(TOTAL)} = \frac{\sum \text{PAO}_{(contaminante)}}{\text{masa emitida}_{(contaminante)}}$$

Dónde:

**PAO<sub>(contaminante)</sub>** corresponde al potencial de reducción del ozono del gas de la mezcla contaminante sometida a examen, en kg equivalentes a CFC-11.

**Masa emitida<sub>(contaminante)</sub>** es la masa de contaminante expresada en kg.

Sustancia contaminante (DAC)	Potencial de agotamiento de ozono (PAO)
HFC-230E	0,07
Hexafluoruro de Carbono (CFC <sub>6</sub> )	1,10
CFC-11	1,00
HFC-228E	0,74
Bromuro de metilo (CBr <sub>4</sub> )	0,60
Clorodifluorometano (CFC-12)	0,12
Hexafluoroetano (CFC <sub>6</sub> )	0,50
HFC-143E	0,088
HFC-142B	0,041



La **acidificación** es el resultado de las emisiones atmosféricas humanas y se refiere al aumento de la acidez de los océanos, lagos, ríos y arroyos. Este es un fenómeno que contamina las aguas subterráneas y daña la vida acuática.

El PA Potencial de acidificación del suelo y del agua (Acidification Potential, AP) se define como la capacidad de liberar protones al medio, con la consecuente bajada del pH (Heijungs). Los gases que presentan los efectos acidificantes más significativos son el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), el amoníaco (NH<sub>3</sub>) y los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>).

Al multiplicar la masa de contaminante liberado por el potencial de acidificación de un gas concreto se obtiene el efecto de acidificación total, que se expresa de forma general como equivalente al dióxido de azufre.

$$\text{Potencial de acidificación PA}_{(TOTAL)} = \sum \text{PA}_{(contaminante)} \times \text{masa liberada}_{(contaminante)}$$



La **eutrofización** se produce debido a los residuos, cuando el exceso de nutrientes causa un mayor crecimiento de algas en el agua, bloqueando la penetración de la luz solar necesaria bajo el agua para producir oxígeno y que origina grandes danos en la vida acuática.

El proceso de eutrofización tiene lugar en las aguas superficiales cuando estas se enriquecen en nutrientes de forma excesiva, lo que provoca un aumento desmesurado en el crecimiento de plantas, algas y otros microorganismos. Cuando esta diversidad de especies muere, comienza el proceso de putrefacción, lo que consume una gran cantidad del oxígeno disuelto en las aguas, que dejan de ser aptas para la supervivencia de la mayoría de los seres vivos acuáticos. El resultado final de la eutrofización es un ecosistema destruido. Los compuestos que provocan la eutrofización en mayor medida son aquellos que contienen nitrógeno y fósforo.

El efecto de eutrofización puede cuantificarse a través de la fórmula siguiente:





<p>Potencial de eutrofización <math>PE_{(total)} = \sum PE_{(contaminante)}</math>  <math>\times</math>  masa liberada <math>(contaminante)</math></p> <p>Dónde:  <math>PE_{(contaminante)}</math> corresponde al potencial de acidificación del contaminante, equiparado al dióxido de azufre, se expresa como kg. equivalentes a <math>SO_2</math>.  Masa liberada <math>(contaminante)</math> es la masa de contaminante emitido, en kg.</p>	<b>Sustancia contaminante</b>	<b>Fórmula química</b>	<b>Potencial de Acidificación</b>
	Óxidos de nitrógeno	NOx	0,70
	Amoníaco	NH <sub>3</sub>	1,88
	Óxidos de azufre	SO <sub>x</sub>	1,00
	Acido clorhídrico	HCl	0,88
	Acido fluorhídrico	HF	1,60
Acido fosfónico	H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>	0,88	



La **formación fotoquímica de ozono** troposférico ocurre cuando la luz solar reacciona con hidrocarburos, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles, para producir un tipo de contaminación del aire conocido como smog.

El ozono situado a menos altura, también llamado troposférico, es un contaminante que se forma por una serie compleja de reacciones químicas iniciadas por la luz del sol y en las que reaccionan óxidos de nitrógeno (NOX) y compuestos orgánicos volátiles (COV) para crear ozono. El ozono medido en una ubicación concreta puede haber sido causado por emisiones procedentes de cientos o incluso miles de kilómetros de distancia, según la dirección del viento.

Utilizar los PCOFs individuales Potencial de formación de ozono troposférico o fotoquímico, PFOF (Photochemical Ozone Creation, POPC) de ciertas sustancias permite expresar una serie de COVs como equivalentes de etileno y sumarlos para el cálculo del PCOF total:

$$PCOF_{(total)} = \sum PCOF_{(contaminante)} \times masa emitida_{(contaminante)}$$

Dónde:

$PCOF_{(contaminante)}$  es el potencial de creación de ozono fotoquímico de un contaminante concreto, en kg equivalentes a etileno.

Masa emitida es la masa de contaminante con potencial de creación de ozono fotoquímico, en kg.



El **agotamiento de los recursos abióticos** se refiere a la disminución de la disponibilidad de recursos naturales no renovables debido a la actividad humana.

De la misma manera que para los casos anteriores, utilizar los PARs Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos, PAR (Abiotic Depletion Potential, ADP) permite expresar una serie impactos como equivalentes de antimonio y sumarlos para el cálculo del agotamiento de recursos total.

$$PAR_{(total)} = \sum PAR_{(individual)} \times m_{(individual)}$$

Dónde:

$PAR_{(individual)}$  es el factor de caracterización para un recurso dado, en kg equivalentes de Sb.

$m_{(individual)}$  es la cantidad de recurso utilizado, en kg.

Según la norma UNE-EN 15804 los parámetros que describen estos impactos ambientales, y sus unidades expresadas por unidad funcional o por unidad declarada, deben recogerse en una tabla de Indicadores de Evaluación de Impacto.

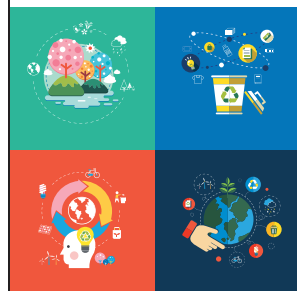


Figura 4. Representación de Impactos Ambientales.

### 6.3. ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA EN LOS EDIFICIOS

Los edificios generan impactos ambientales derivados de sus aspectos a lo largo de todas las etapas de su vida útil, desde la extracción de las materias primas de los materiales que constituyen el edificio, pasando por el transporte de estas materias primas, los aspectos ambientales asociados al proceso productivo de los materiales, el transporte de estos materiales a la obra, el uso el mantenimiento del edificio construido y, finalmente, hasta su demolición.

Un análisis del ciclo de vida (ACV) es una relación de todos los impactos positivos y negativos de un producto en el ambiente. En el caso de los productos de la construcción, estos impactos se deberían de medir en cada etapa de la vida del producto «de la cuna a la tumba» (es decir, desde la extracción de las materias primas hasta el final del uso del producto y la demolición del edificio), con indicadores ligados a los residuos, las emisiones y el consumo de recursos.



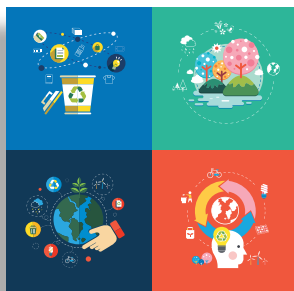


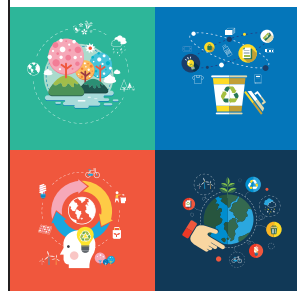
Figura 5. Etapas para el análisis del ciclo de vida en edificación.

LCA son las siglas de *Life Cycle Assessment*, o Análisis del Ciclo de Vida. Este análisis está considerado como la metodología de vanguardia para la evaluación del impacto medioambiental de un producto de construcción, de un sistema o de un edificio a lo largo de su ciclo de vida. Según normas internacionales, un LCA calcula de manera rigurosa y científica el uso de los recursos energéticos, hídricos y naturales, las emisiones que desprenden al aire, a la tierra y al agua, y la generación de residuos. Estos datos se calculan para cada etapa del ciclo de vida del edificio. Un análisis completo implica la toma de datos y evaluación de todos los flujos de entrada y salida, así como de los impactos ambientales potenciales a través de todo el ciclo de vida del producto. Así pues, el ACV incluye la evaluación de materiales, energía, emisiones a la atmósfera, vertidos al agua y al suelo y residuos generados en cada fase del ciclo de vida del producto.

### 6.3. NORMATIVA APLICABLE. ESTÁNDARES ESPECÍFICOS PARA LOS PRODUCTOS DE LA CONSTRUCCIÓN

Las etiquetas ecológicas y las declaraciones ambientales son una herramienta de gestión ambiental que constituye el tema central de la serie de normas ISO 14000. Existen diferentes tipos de etiquetado ecológico:

- **Tipo I (Eco etiquetas):** es un programa voluntario, multi-criterio y desarrollado por una tercera parte con el que se concede una licencia que autoriza el uso de eco-etiquetas en productos. Certifican



de forma oficial que ciertos productos o servicios tienen un impacto menor sobre el Medio Ambiente.

**Tabla 1.** Distintos tipos de eco etiquetas I.

<p>Distintivo de Garantía de Calidad Ambiental. Generalitat de Catalunya</p>	<p>Ecolabel. Union Europea</p>	<p>Ecoetiquetado. Aenor</p>

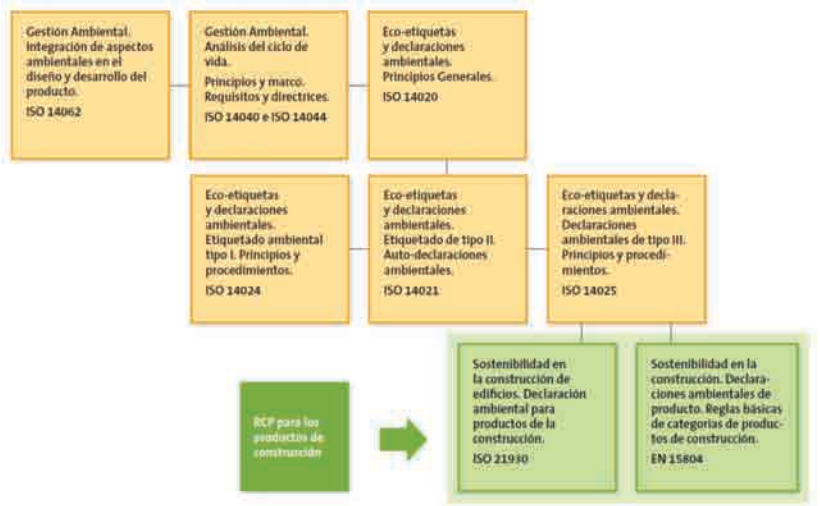
• **Tipo II (Auto-declaración):** auto-declaración medioambiental informativa realizada por los propios fabricantes, importadores, distribuidores, detallistas o cualquier otro que pueda ser beneficiario de dicha declaración.

**Tabla 2.** Distintos tipos de eco etiquetas II.

<p>Agricultura con menos emisiones de CO<sub>2</sub></p>	<p>Material reciclable</p>	<p>Material libre de Cloro</p>

• **Tipo III (Declaración Ambiental):** declaración que proporciona datos ambientales cuantificados utilizando parámetros predeterminados, basados en la serie de normas ISO 14040, e información ambiental adicional cuantitativa y/o cualitativa.

Las etiquetas ecológicas Tipo III verificadas por una tercera parte, son la forma más rigurosa e internacionalmente aceptadas para la declaración de datos ambientales. Este tipo de etiquetado, está basado en una serie de normas internacionales y en el caso de los productos de la construcción, esta normativa queda resumida en la siguiente figura:



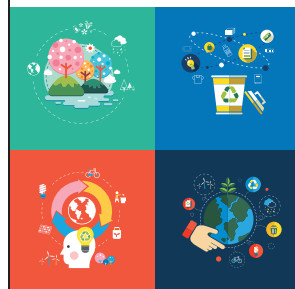
**Figura 6.** Resumen de la normativa Relativa a ecoetiquetas en productos de la construcción.

Las declaraciones ambientales más aceptadas a nivel internacional, son declaraciones o eco-etiquetas de tipo III verificadas por una tercera parte. El desarrollo de este tipo de declaraciones se basa en una serie de reglas, requerimientos y guías específicos, establecidos por producto o familia de productos, para el análisis del ciclo de vida.

A la hora de realizar las DAP (Declaración Ambiental de Producto) para el sector de la construcción, existen dos tipos de reglas de categorización de producto principales que son el estándar internacional ISO 21930 y la norma europea EN 15804. Este estándar europeo proporciona las principales reglas de categorización de producto para todos los productos y servicios de la construcción además de una estructura que garantiza que todas las declaraciones ambientales de producto de los productos, servicios y procesos de la construcción se derivan, verifican y presentan de forma armonizada. Así pues, la norma EN 15804:

- Define los parámetros que se deben declarar y la forma en que estos se reportan.
- Describe que fases del ciclo de vida del producto se consideran en la DAP y que procesos se incluyen en dichas fases.
- Define las reglas para el desarrollo de escenarios.

- Incluye las reglas de cálculo del Inventario del Ciclo de Vida y del Análisis del Ciclo de Vida señalados en la DAP, especificando la calidad de los datos que debe aplicarse.
- Incluye, para los casos necesarios, reglas predeterminadas para el reporte de información medioambiental y de salud que no ha sido cubierta en el ACV del producto, proceso o servicio de construcción.
- Define las condiciones bajo las cuales deben compararse los productos de la construcción, y que se fundamentan en la información que proporciona la DAP.



## 6.4. ETAPAS DEL CICLO DE VIDA PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

El análisis del ciclo de vida de un producto de la construcción, debería de ir desde «la cuna a la tumba».



**Figura 7.** Etapas del ciclo de vida en un producto para la construcción.

Este análisis:

- Comienza con la etapa de fabricación del producto o etapa de producto, en la que las materias primas se extraen, se procesan, se seleccionan y, finalmente, se transportan a la planta en la que se fabrican los productos constructivos aislantes.
- Durante la etapa de construcción, los productos de construcción se transportan desde la planta de fabricación a los distribuidores y,



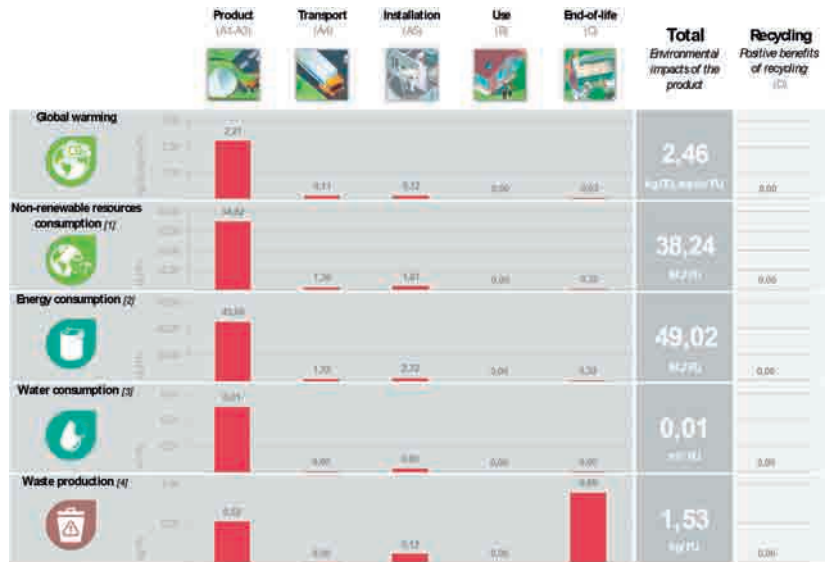
## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

estos, al lugar de construcción (a la obra), para ser instalados en el edificio.

- Una vez instalado el aislante, se inicia la etapa de uso, en la que se incluye el mantenimiento, la reparación o sustitución de los productos instalados, etc
- En la etapa final de su vida útil o etapa de «fin de vida», el edificio es demolido y sus componentes se procesan para su reutilización, recuperación, reciclaje o disposición final como residuo.

Además de las mencionadas etapas o módulos de información, existe un módulo adicional, D, que proporciona información sobre los beneficios y las cargas más allá de los límites del sistema. Este módulo incluye el potencial de reutilización, de recuperación y/o de reciclaje, expresados como impactos y beneficios netos.

En un análisis de ciclo de vida con enfoque desde la cuna a la tumba, se analizan de forma cualitativa y de forma cuantitativa, todos los impactos ambientales asociados a los aspectos ambientales de todas y cada una de las etapas definidas anteriormente y cuyos datos quedan recogidos en la correspondiente declaración ambiental de producto:



[1] This indicator corresponds to the abiotic depletion potential of fossil resources.

[2] This indicator corresponds to the total use of primary energy.

[3] This indicator corresponds to the use of net fresh water.

[4] This indicator corresponds to the sum of hazardous, non-hazardous and radioactive waste disposal.

Figura 8. Resumen indicadores declaración ambiental de producto.

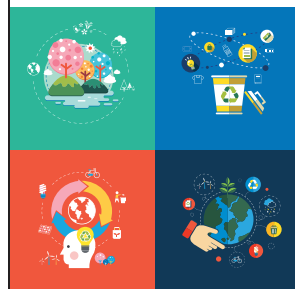
## 6.5. DECLARACIONES AMBIENTALES DE PRODUCTO

Las Declaraciones Ambientales de Producto, DAP, (Environmental Product Declaration, EPD) son unos documentos que se fundamentan en directrices ISO (entre otras la ISO 14025, ISO 21930, ISO 15804) y tienen como finalidad aportar información cuantitativa de los impactos ambientales que comporta un producto a lo largo de su ciclo de vida. Son conocidas como «Eco-etiquetas tipo» y, en si mismas, no definen criterios de preferencia ambiental ni establecen requisitos mínimos a cumplir, simplemente informan. En este sentido, se trata de analizar el ciclo de vida de un material y ofrecer esta información para la toma de decisiones de proyecto y ejecución de obras.

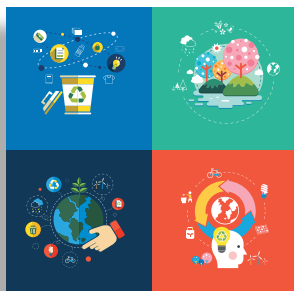
La información contenida se basa en la realización de una evaluación global y multicriterio de los impactos medioambientales de un producto desde su origen hasta el final de su vida útil. Esto se hace utilizando el método de Análisis del Ciclo de Vida (ACV), siguiendo las reglas que se establecen para cada Categoría de Producto sobre una base científica y reglamentada. Los parámetros que se analizan son diversos, como: Consumo energético; agotamiento de recursos; consumo de agua; residuos sólidos; cambio climático; acidificación atmosférica; polución del aire y del agua; destrucción de la capa de ozono; formación de ozono fotoquímico...



Figura 9. Ejemplo Certificado verificación declaración Ambiental de Producto.







Para apoyar la verificación de la DAP se debe realizar un resumen sistemático y exhaustivo de la

documentación del estudio de ACV del producto que se declara. En el se debe indicar que tanto la información basada en el ACV como la información adicional cumplen los requisitos de la norma EN 15804. Este informe debe estar disponible para el verificador, sujeto a los requisitos de confidencialidad establecidos, y no es parte de la comunicación pública. Después de su verificación, una DAP es válida por un periodo de 5 años desde la fecha de su expedición, después de lo cual se debe revisar y volver a verificar. Una DAP solo se debe evaluar de nuevo y actualizar cuando sea necesario para reflejar los cambios en la tecnología u otras circunstancias que puedan alterar el contenido y la exactitud de la declaración. Es decir, una DAP no tiene que calcularse de nuevo transcurridos 5 años si los datos de base no han cambiado significativamente. Se entiende como cambio razonable en el comportamiento ambiental de un producto una variación de  $\pm 10\%$  en cualquiera de los parámetros declarados de la DAP.

El proceso de verificación y establecimiento de la validez de una DAP se debe hacer conforme a las normas EN ISO 14025 e ISO 21930.



**Figura 10.** Ejemplo de declaración ambiental de producto.

El Texto principal comenzará a dos espacios de las palabras clave. Tamaño de letra Times New Roman 12 puntos y espaciado interlineal sencillo (1 punto). La longitud máxima del texto (incluyendo ilustracio-

nes, tablas, agradecimientos y citas bibliográficas) será de 8 páginas, e irá

### 6.6. CONCLUSIONES

La forma más adecuada e internacionalmente reconocida a la hora de llevar a cabo el análisis de la sostenibilidad de un proyecto, es a través del análisis de ciclo de vida del mismo con un enfoque global desde la cuna a la tumba, pasando por todas las fases del proceso.

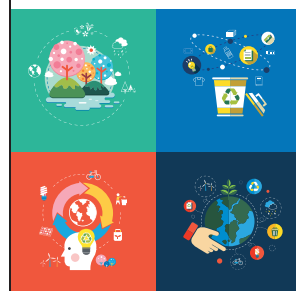
Para llevar a cabo dicho análisis, es fundamental disponer de las correspondientes eco etiquetas tipo III, declaraciones ambientales de producto verificadas por una tercera parte independiente.



Para la realización de las correspondientes declaraciones ambientales de producto en una empresa a nivel multiproducto, el proceso debe de partir de una análisis muy exhaustivo de todos los procesos y la disponibilidad de todos los datos técnicos asociados a los mismos (consumos, residuos, vertidos, etc.).

Las Declaraciones Ambientales de Producto son aplicables a todo tipo de productos y están diseñadas para satisfacer las diversas necesidades de información dentro de una cadena de suministro y de los productos finales. Pero, la parte mas beneficiosa de una DAP es que pueda ser considerada como:

- **Objetiva:** mediante el uso de métodos científicamente aceptados y validos sobre la base de normas internacionales para la evaluación del ciclo de vida (LCA).
- **Verificable:** debido a que la información para las DAP se recoge y calcula sobre la base de reglas de cálculo aceptadas y armonizadas.





## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

- Precisa: porque la información tiene que ser continuamente actualizada, gracias a las rutinas establecidas en la empresa para la documentación y los procedimientos de seguimiento.
- Creíble: a través de los requisitos de rutina, revisión, aprobación y seguimiento por parte de un Verificador independiente y reconocido.

## 6.7. REFERENCIAS

- ISOVER (2013): «Aislamiento Sostenible. Manual de declaraciones ambientales de producto».
- AENOR (2013): «Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de productos básicas para productos de construcción». UNE-EN 15804.
- ISOVER (2012): «Catálogo de Elementos constructivos ISOVER: Obra nueva y Rehabilitación».
- AENOR (2006): «Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices». UNE-EN ISO 14044.

# 7

## DESARROLLO SOSTENIBLE DURANTE TODO EL CICLO DE VIDA DEL YESO



### 7.1. MEDIOAMBIENTE: UNA PRIORIDAD ESTRATÉGICA

Saint-Gobain Placo Ibérica trabaja para asegurar el Desarrollo Sostenible de sus actividades preservando el medioambiente frente a los impactos potenciales de los procesos y servicios durante todo su ciclo de vida. El objetivo definitivo es «cero incidentes medioambientales, minimizando el impacto de nuestras actividades». Para ello el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) es la herramienta de medición de los impactos, y los sistemas de gestión ambiental y Ecodiseño las herramientas para conseguirlo.

La comunicación y transparencia se expone a través de las Declaraciones Ambientales de los Productos (DAP), siendo Saint-Gobain Placo Ibérica la primera empresa nacional del sector de la placa de yeso laminado, y del yeso en general, en certificar e implementar esta herramienta fundamental de comunicación ambiental.

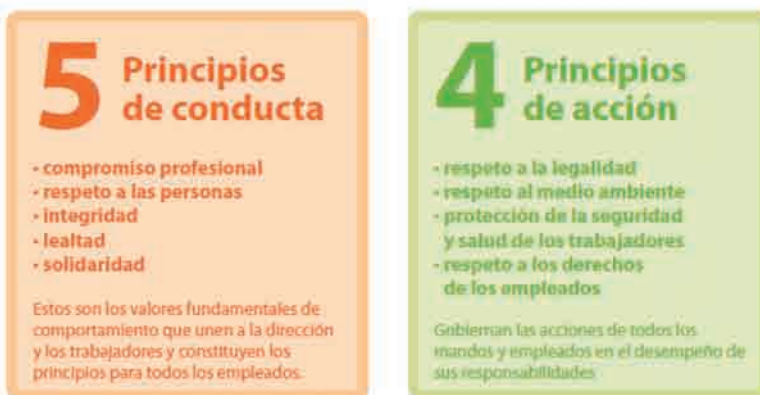
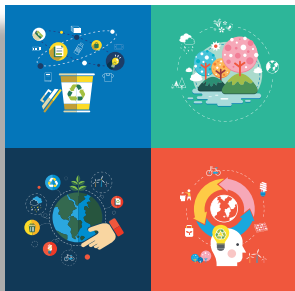


Figura 1. Principios de comportamiento y actuación de Saint-Gobain.



En 1987, en la Comisión Mundial sobre Desarrollo y Medio ambiente se determinó que «El objetivo del desarrollo sostenible es conseguir las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para que obtengan sus propias necesidades». Placo, como organización industrial, tiene un papel clave en la consecución de este objetivo quedando patente de manera pública y transparente en su política de medio ambiente.

Los impactos ambientales del proceso productivo de su actividad son muy reducidos en comparación con otras industrias, debido a que el yeso es un mineral abundante en la naturaleza cuyo aprovechamiento necesita poca energía, genera pocos residuos y no requiere el uso masivo de productos químicos peligrosos para el medio ambiente. Además, los productos en base yeso pueden ser reciclado infinitas veces, por lo que su ciclo de vida puede ser eterno.

## 7.2. SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

Los Sistemas de Gestión Ambiental son herramientas de carácter voluntario dirigido a empresas y organizaciones que pretenden mejorar el comportamiento ambiental de sus actividades y colaborar así con el Desarrollo Sostenible. En este sentido Placo dispone de un Sistema de Gestión Ambiental implantado conforme a la Norma UNE-EN ISO 14.001:2004 «Sistemas de Gestión Ambiental», que fue certificado por una empresa externa en 2009. De esta manera, se convirtió en el primer fabricante nacional de Placas de Yeso Laminado en disponer de la certificación ISO 14.001 y en 2010 en la primera empresa europea fabricante de Placa de Yeso Laminado, Canteras de Yeso y fabricación de Escayolas y Yesos de construcción en disponer de dicho certificado.

La implantación de este sistema de gestión ha supuesto una importante implicación en tiempo y esfuerzo por parte del personal de la empresa, que ha sido recompensada por importantes beneficios, entre los que destacan:

- Reducción de riesgos ambientales, mejorando así la gestión ambiental de la empresa en línea con su compromiso de protección del medio ambiente.
- Mejora del comportamiento ambiental de productos y procesos dentro de la etapa de producción.

- Reducción en la gestión de residuos.
- Reducir el consumo de recursos naturales, potenciando el uso de materiales más respetuosos con el medio ambiente.
- Reducción del consumo energético.
- Cumplimiento de la legislación vigente.
- Mejora de la formación y sensibilización ambiental de los empleados.
- Implicación en mejora ambiental por parte de los proveedores.
- Refuerzo de la imagen externa.

El sistema de gestión ambiental permite establecer un plan de análisis y seguimiento ambientales, donde se incluyen objetivos y metas, procedimientos y planes de acción, definición de responsabilidades, capacitación del personal, desarrollo de documentación específica que soporte el sistema, y una metodología para controlar y detectar cualquier cambio y avance realizado.

### 7.3. BIODIVERSIDAD

Placo opera diferentes centros productivos en los yacimientos de yeso de la cuenca de Sorbas-Tabernas en la provincia de Almería. La actividad de minería sostenible aplicando técnicas de vanguardia en la recuperación de ecosistemas de yeso está considerada uno de los ejes fundamentales en la política medio ambiental, evidenciando su compromiso con la comunidad de manera ejemplar.

El principal centro productor se encuentra en la cantera «Los Yesares» (Sorbas) que constituye el más importante aprovechamiento de recurso mineral de yeso en Europa. Gracias a esta actividad la empresa es líder del sector de Exportación de Yeso Crudo, con más de 2 Mt a países de toda la costa Atlántica en África, Europa y, sobre todo, Estados Unidos.

Desde el año 2000 se ha desarrollado un proceso Innovador de restauración ecológica en la cantera «Los Yesares» con una estrecha colaboración con el CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), o con la propia Universidad de Almería en Tabernas.





La restauración ecológica es el último paso en el proceso de aprovechamiento del recurso extracción de mineral de yeso, acelerando la recuperación del ecosistema en las áreas ya aprovechadas. Consta de las siguientes fases:

- Adaptación morfológica de la zona a restaurar al entorno.
- Restitución de las condiciones edáficas mediante el aporte de tierra vegetal traída de las zonas en avance.
- Traslocación de especies gypsófilas. Una vez que las condiciones edáficas son idénticas a las iniciales se realizan traslocaciones de especies gypsófilas procedentes de las zonas en avance. Ésta técnica puede realizarse en algunas zonas donde hay mayor espesor de tierra vegetal y se puede extraer la planta sin dañar las raíces.
- Plantación de estas mismas especies pero desarrolladas en vivero. En algunas zonas como es el caso de la cantera María Morales (Tabernas) no es posible trasplantar especies por lo que se hace una recogida selectiva de semillas para su cultivo en viveros especializados, trabajos dirigidos y llevado a cabo por la Universidad de Almería. Una vez que los plantones tienen el tamaño óptimo se trasladan a la zona a restaurar. Este proceso requiere una supervisión científica muy rigurosa, para lo cual Placo mantiene un contrato de colaboración con la Universidad de Almería.



**Figura 2.** Tareas llevadas a cabo en el proceso de restauración en explotaciones de yeso. Saint-Gobain Placo Ibérica.

Una vez finalizado el proceso de restauración es imposible distinguir las zonas naturales de los antiguos frentes de avance restaurados ya que gracias a este proceso innovador se consigue recuperar la situación anterior, no solo visualmente, sino **también desde el punto de vista científico de mantenimiento de la biodiversidad existente en la zona**, incluso los endemismos del entorno, incluyendo especies tan interesantes como el «Narciso de Sorbas».

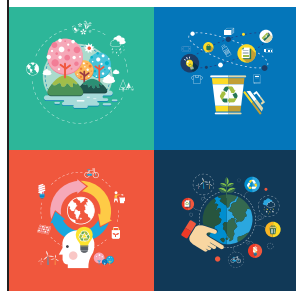


**Figura 3.** Zona restaurada tras la explotación de una cantera de yeso. Saint-Gobain Placo Ibérica.

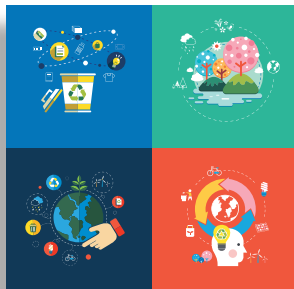
Este proyecto de restauración ha recibido numerosos reconocimientos internacionales en la categoría de Biodiversidad y ha sido objeto de varias tesis doctorales y publicaciones científicas. Su éxito ha servido como base para la expansión de este tipo de restauración a otros centros en España, siendo además uno de los pilotos elegidos a nivel Europeo para validar los indicadores de biodiversidad propuestos por Eurogypsum. Actualmente es utilizado con fines didácticos en distintas escuelas, universidades y administraciones públicas.

#### **7.4. REACH: ENTRE LA MÁXIMA PREOCUPACION Y EL RESPETO**

**REACH** es un Reglamento de la Unión Europea, adoptado con el fin de mejorar la protección de la salud humana y el medio ambiente contra los riesgos que pueden presentar los productos químicos, a la vez que se potencia la competitividad de la industria química de la UE. El Reglamento, que entró en vigor el 1 de junio de 2007, fomenta







igualmente métodos alternativos para la valoración del peligro de las sustancias con el fin de reducir el número de ensayos realizados con animales.

En principio, el ámbito de aplicación de REACH se extiende a todas las sustancias químicas; no sólo las utilizadas en procesos industriales, sino también en nuestra vida diaria, como los productos de limpieza, las pinturas u otro tipo de artículos como ropa, muebles y dispositivos eléctricos. Por tanto, la normativa afecta a la mayoría de las empresas de la UE.

Para cumplir con la normativa, las empresas deben identificar y gestionar los riesgos vinculados a las sustancias que se fabrican y se comercializan en la UE. Las empresas deben demostrar a la **ECHA** (European Chemicals Agency) cómo puede utilizarse la sustancia con seguridad y deben informar sobre las medidas de gestión del riesgo a los usuarios.

Si no es posible gestionar el riesgo, las autoridades pueden restringir el uso de sustancias de diferente forma. A la larga, las sustancias más peligrosas deberán sustituirse por otras que entrañen menor peligro.



**Figura 4.** REACH es la abreviatura de «registro, evaluación, autorización y restricción de las sustancias y preparados químicos».

### 7.4.1. El efecto REACH sobre las empresas

REACH repercute en un amplio abanico de empresas repartidas por numerosos sectores, incluidos sectores que en principio podrían no considerarse a sí mismos ligados a las sustancias químicas.

Por lo general, en virtud de REACH, pueden corresponderle los tres papeles principales siguientes:

- **Fabricante:** Si fabrica productos químicos, bien para su uso personal o para suministrar a otros (incluso para exportación), le corresponden responsabilidades importantes en virtud de REACH.
- **Importador:** Si adquiere cualquier producto procedente del exterior de la UE o del EEE, probablemente le corresponderá alguna responsabilidad en virtud de REACH. Puede tratarse de productos químicos individuales, de mezclas para su posterior venta o de productos acabados, como ropa, muebles o productos de plástico.
- **Usuarios intermedios:** La mayoría de las empresas utilizan productos químicos, en ocasiones incluso sin darse cuenta, por lo que debe comprobar sus obligaciones en caso de que su actividad industrial o profesional le obligue a manipular cualquier tipo de producto químico. Podría tener alguna responsabilidad en virtud de REACH.



Figura 5. Agentes de la cadena de suministro. REACH.

## 7.4.2. Consorcio de registro del yeso en REACH

Placo certifica que el yeso natural (Sulfato Cálcico) con el que se fabrican sus yesos de construcción, placas de yeso laminado y techos, dispone del registro REACH de la Agencia Europea de productos químicos ECHA (*European Chemicals Agency*) con número 01-



2119444918-26-0000 para el Sulfato Cálculo (Yeso), convirtiéndose en la primera compañía en Europa en conseguirlo.

## 7.5. IMPACTOS AMBIENTALES DE LAS INSTALACIONES

Dentro de la comunidad donde se desarrollan las actividades industriales, Placo tiene por objetivo dar ejemplo, fomentando la colaboración y desarrollo a través del establecimiento de buenas prácticas y dinámicas de mejora continua. La situación estratégica de los centros de producción permite a la empresa cubrir el 100% del territorio nacional buscando para cada punto de destino cuál es el centro de aprovisionamiento óptimo. De esta manera se reducen las distancias de transporte y se minimiza la huella de carbono generada en la fase de comercialización.



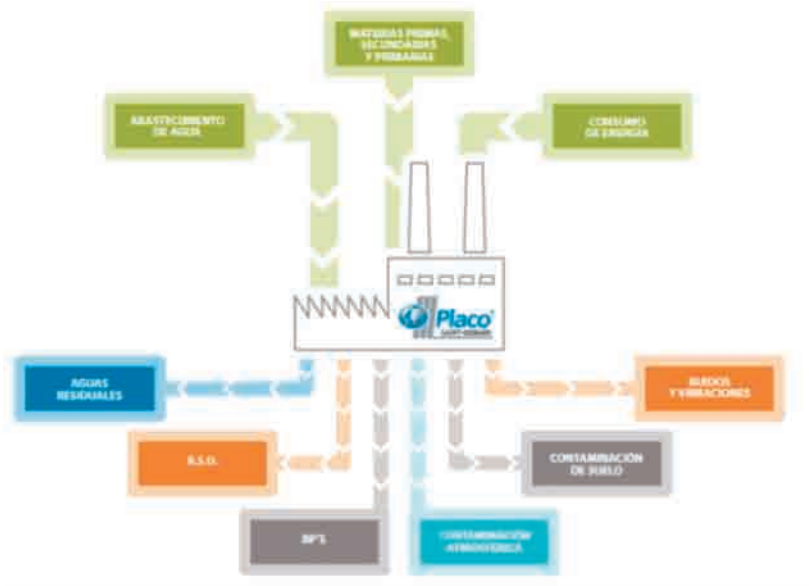
**Figura 6.** Implantación de las actividades de Saint-Gobain Placo Ibérica en la península.

Independiente que la industria del yeso esté considerada de cómo una industria de «Bajo Riesgo» frente a la posibilidad de impacto o

incidente ambiental, el sistema de gestión medioambiental tiene el objetivo fundamental de lograr «0 Residuos no valorizables» dentro de las instalaciones.

Dentro de las propias instalaciones, los aspectos ambientales prioritarios en los que actualmente se está trabajando son:

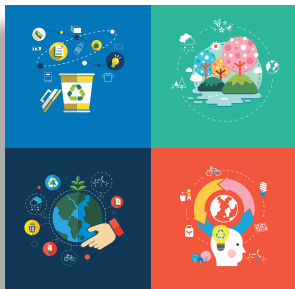
- Cambio Climático (reducción de consumo energía y emisiones de CO<sub>2</sub>).
- Residuos (reciclaje de yeso, reducción de generación RTP).
- Biodiversidad (restauración ecológica de canteras).
- Agua (reducción de consumo agua de proceso).



**Figura 7.** Esquema de entradas y salidas en una instalación Saint-Gobain Placo Ibérica.

Una evaluación regular de los aspectos ambientales de las instalaciones y un programa específico de optimización y reducción muestran cómo:

- El Yeso, como principal materia prima, tiene la posibilidad de reciclarse de manera ilimitada. Junto con el yeso el resto de residuos generados en los procesos de fabricación son clasificados de manera que su tratamiento permite incrementar los porcentajes de reciclaje.



**Tabla 1.** Ratio de residuos recuperados en los procesos de fabricación global de yeso. Saint-Gobain Placo Ibérica.

	2012	2013
Ratio de residuos recuperados / producción (kg / unidad vendible[t [metric]]) Global Placo	5,86	6,82

Es especialmente significativa la progresión dentro de las fábricas de Placa de Yeso Laminado donde Placo conseguido aumentar el ratio de reciclaje un 47%.

**Tabla 2.** Ratio de residuos recuperados en los procesos de fabricación de yeso laminado. Saint-Gobain Placo Ibérica.

	2012	2013
Ratio total waste recovered / production (kg / unidad vendida[t [metric]]). Fábricas de Placa de Yeso Laminado	7,45	11,01

- Entre las materias primas necesarias para la producción se cuenta con el agua. Se han desarrollado varias iniciativas para su reciclaje y posterior utilización.

**Tabla 3.** Porcentaje de reutilización de agua. Saint-Gobain Placo Ibérica.

	2012	2013
Porcentaje de reutilización de agua [%]	2,249	2,313

- En lo que concierne a emisiones destaca el exhaustivo control de procesos a través del cual se garantizan unos valores muy por debajo de los máximos exigidos por la legislación vigente.

**Tabla 4.** Ratio de emisión de polvo a la atmósfera. Saint-Gobain Placo Ibérica.

	2012	2013
Emisiones de polvo a la atmósfera (kg / unidad vendida[t [metric]])	0,01	0,01

- En lo referente a la generación de residuos peligrosos el trabajo realizado ha permitido reducir la cantidad total generada en los últimos años un 36%.

**Tabla 5.** Generación de residuos peligrosos. Saint-Gobain Placo Ibérica.

	2012	2013
Residuos peligrosos generados [t [metric]]	7,97	5,06

## 7.6. ¿QUÉ IMPULSA A HACER UN ACV?

Un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una relación de todos los impactos positivos y negativos de un producto en el ambiente.

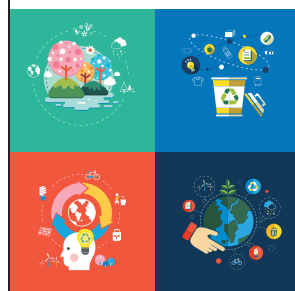
### 7.6.1. Antecedentes

A finales de la década de los sesenta, empezó a utilizarse en los Estados Unidos el Análisis del Ciclo de Vida como herramienta para la cuantificación del consumo energético asociado a los procesos productivos, preferentemente en el sector de la industria química. A principios de la década siguiente, y como consecuencia de la crisis del petróleo, se desarrollaron estudios encaminados a la optimización de los recursos energéticos, incluyendo el consumo de materias primas y la generación de residuos por su vinculación directa con el gasto energético, desarrollándose las primeras herramientas analíticas y metodologías de ACV, siendo pioneros los científicos de Estados Unidos, Reino Unido y Suecia.

Un vez asimilada la crisis del petróleo se manifiesta cierta pérdida de interés por los temas relacionados con el ACV, renaciendo de nuevo a inicios de los años ochenta como consecuencia de una mayor concienciación de la población por el medio ambiente, lo que motiva a las distintas administraciones a promulgar normativas o establecer criterios que permitieran cuantificar la carga medioambiental de los procesos y productos, y a los industriales a diseñar y fabricar con un menor impacto ambiental, con el fin de promocionar sus «productos verdes» para incrementar sus ventas.

En este contexto surgió en el año 1979 la fundación SETAC (Society for Environmental Toxicology and Chemistry), líder en su campo, cuya finalidad consiste en el desarrollo de la metodología y los criterios sobre los que se fundamenta el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de los procesos y productos.

El ACV tomó un nuevo impulso a principios de los años 90, despertando el interés por parte de los Técnicos, al disponer de una herramienta que les facilita la elaboración de estudios encaminados a prevenir la contaminación y reducir el impacto sobre el medio ambiente. Con el propósito de potenciar y normalizar el uso del ACV, se crea en 1992 la SPOLD (Society for the Promotion of LCA Development), compuesta





por 20 grandes compañías europeas. Posteriormente, en 1993, se crea el Comité Técnico 207 (ISO/TC 207) en ISO (International Standards Organization), con el objetivo de desarrollar normas internacionales para la gestión medioambiental, estando a cargo del Subcomité SC 5 la elaboración de las normas para regular el Análisis del Ciclo de Vida.

### 7.6.2. Definición y etapas

LCA son las siglas de *Life Cycle Assessment*, o Análisis del Ciclo de Vida (ACV). Este análisis está considerado como la metodología de vanguardia para la evaluación del impacto medioambiental de un producto de construcción, de un sistema, o de un edificio a lo largo de su Ciclo de Vida. Según normas internacionales, un LCA calcula de manera rigurosa y científica el uso de los recursos energéticos, hídricos y naturales, las emisiones que desprenden al aire, a la tierra y al agua, y la generación de residuos.

Así pues, el ACV es un análisis completo que incluye la evaluación de materiales, energía, emisiones a la atmósfera, vertidos al agua y al suelo y residuos generados en cada fase del Ciclo de Vida del producto.

En el caso de los productos Placo, estos impactos se miden en cada etapa de la vida del producto «de la cuna a la tumba» (es decir, desde la extracción de las materias primas hasta el final del uso del producto y la demolición del edificio), con indicadores ligados a los residuos, las emisiones y el consumo de recursos.

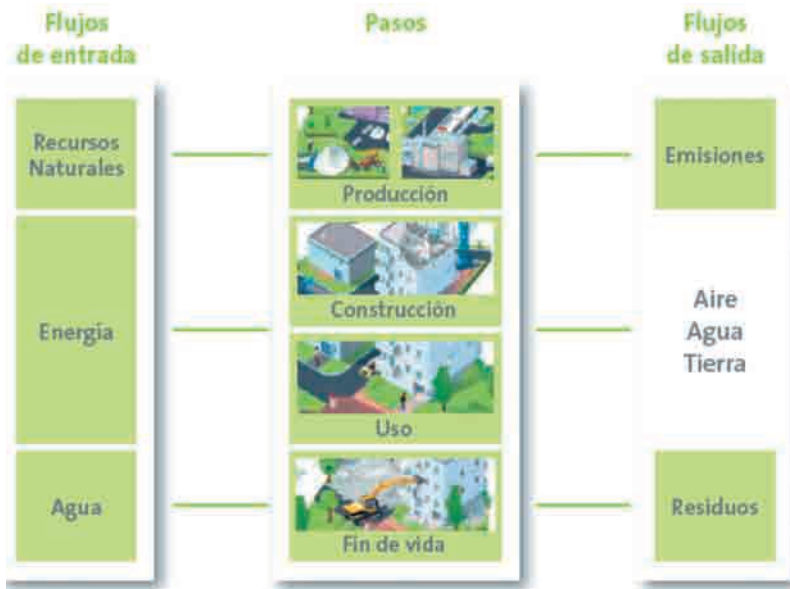


Figura 8. Flujo de un Análisis de Ciclo de Vida. De «La Cuna a la Tumba».

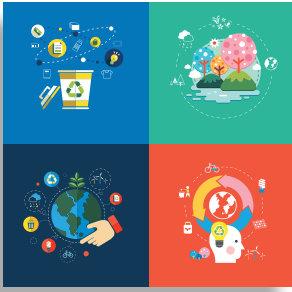
### 7.6.3. Motivos para llevar a cabo un ACV

En el marco de la Edificación Sostenible, el ACV es una herramienta que permite:

#### 7.6.3.1. Evaluar y reducir los Impactos Ambientales:

- Sigue un riguroso enfoque científico, incluyendo cálculos normalizados y software para la recolección y tratamiento de datos.
- Es la metodología de evaluación ambiental más exhaustiva, gracias al análisis multi-etapa y multi-criterio a lo largo de todas las etapas.
- Se puede utilizar en el diseño de nuevos productos, a través de la eco-innovación.
- Ayuda a evitar problemas derivados de la adaptación a posibles cambios.





### ***7.6.3.2. Comunicar de forma clara y con el máximo rigor científico:***

- Se lleva a cabo de acuerdo con los requisitos de las normas y estándares internacionales específicos para el sector.
- Se verifican por una tercera parte independiente.
- Los resultados quedan a disposición pública en diferentes bases de datos.

### ***7.6.3.3. Dar respuesta a la demanda de las partes interesadas:***

- Proporciona una información clara y útil sobre el medio ambiente a las partes interesadas.
- Permite a las partes interesadas realizar sus propias DAP a nivel de producto o de construcción.

### ***7.6.3.4. Es la escala de medida cuantitativa y reconocida que se busca en el eco-diseño***

- Aporta credibilidad a las partes interesadas, y apoyo a la hora de certificar su construcción con eco-etiquetas.

## **7.7. PERSPECTIVA DEL CICLO DE VIDA DE UNA PLACA DE YESO LAMINADO**

### **7.7.1. Ciclo de Vida de una placa de yeso laminado**

El ciclo de vida de la placa de yeso laminado comienza con la extracción de la materia prima o mineral de yeso natural, y finaliza en el momento en que el edificio que contiene este material es deconstruido y la placa es enviada a vertedero o a un proceso de reciclaje:



Figura 9. Ciclo de vida de la Placa de Yeso Laminado.

En Placo se trabaja de forma continua en la reducción de los impactos asociados a cada etapa del ciclo de vida del material, lo que permite obtener un producto de placa de yeso laminado que genere el menor impacto medioambiental.

El Ciclo de Vida de la placa de yeso laminado incluye las siguientes etapas:

- Etapa de producto (obtención de materias primas y fabricación).
- Etapa de construcción (puesta en obra del producto, incluyendo su transporte).
- Etapa de uso (donde el producto ya está instalado en su destino final).
- Etapa de fin de vida (donde se valora la deconstrucción y tratamiento de residuos generados en este proceso).

## 7.7.2. Desarrollo del Ciclo de Vida de una placa de yeso laminado. Aportaciones de Placo para reducir los impactos en cada etapa

### 7.7.2.1. Materias primas

La principal materia prima que forma parte de la placa de yeso laminado es el mineral de yeso, material que se encuentra de forma





## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

abundante en la naturaleza y cuyo aprovechamiento requiere poca energía, genera pocos residuos, y no requiere el uso masivo de productos químicos peligrosos para el medio ambiente.

Se reduce la extracción de este recurso natural de las canteras mediante el uso de placa de yeso laminado reciclada (tanto proveniente del propio proceso productivo como procedente de obras de construcción). La placa de yeso laminado es reutilizada, introduciéndola de nuevo en el proceso de fabricación de un nuevo producto de placa.

### **7.7.2.2. Fabricación**

La producción de placa de yeso laminado implica consumo de recursos, energía y agua así como, inevitablemente la generación de residuos y emisiones.

La optimización del proceso de producción llevado a cabo en los centros de fabricación, mediante sistemas de gestión y programas de mejora continua, ayuda a reducir el impacto ambiental generado por la actividad. Este proceso constante se garantiza mediante auditorías, tanto internas como acometidas por empresas externas.

### **7.7.2.3. Transporte**

El transporte engloba las distancias recorridas entre la planta de fabricación, los puntos de distribución, y los lugares donde los productos de placa de yeso laminado son instalados. Estos desplazamientos incurren inevitablemente en consumo de energía y emisiones de CO<sub>2</sub>.

Mediante la optimización del peso de los productos de placa de yeso laminado, manteniendo sus propiedades y calidad según certifica el Sistema de Calidad ISO 9001, se consigue maximizar la carga de camiones y reducir así el impacto generado por el transporte. Además, los centros de fabricación de Placo están distribuidos por todo el territorio nacional, para favorecer así la reducción del impacto asociado a esta etapa del producto.

#### 7.7.2.4. Construcción

Durante la instalación de placa de yeso laminado no son necesarios productos y soluciones difíciles de manejar e instalar, por lo que su utilización supone un reducido impacto medioambiental en el lugar de trabajo.

La cantidad de residuos de placa de yeso laminado que se generan durante esta etapa es de aproximadamente un 5%. Es un producto que, además, se puede separar fácilmente del resto de materiales utilizados en obra, lo que facilita su recogida selectiva con el fin de proceder posteriormente a su envío a plantas de reciclaje. Placo colabora con empresas constructoras en la separación selectiva y reciclaje de la placa de yeso laminado residual de las obras de construcción.

#### 7.7.2.5. Uso

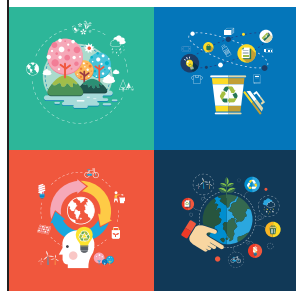
Los edificios se sitúan a la cabeza en el consumo de energía y emisión de CO<sub>2</sub>, por delante incluso de la industria y el transporte. Reducir los consumos de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub> y mejorar la calidad del ambiente interior de los edificios y su confort es una prioridad.

Hasta el 90% de la energía utilizada para la calefacción o la refrigeración se puede ahorrar sin necesidad de mantenimiento, de emisiones de CO<sub>2</sub> o de consumo de energía, simplemente mediante la utilización de sistemas constructivos adecuados como los sistemas de placa de yeso laminado.

#### 7.7.2.6. Fin de Vida

Durante la construcción, deconstrucción, desmontaje, sustitución, etc. de un edificio, la placa de yeso laminado se convierte en un residuo al final de su vida útil. Los productos a base de yeso pueden ser reciclados infinitas veces, por lo que su ciclo de vida puede ser eterno.

Placo dispone de una planta de reciclaje de placa de yeso laminado que permite utilizar estos residuos de placa para convertirlos en un nuevo producto de placa de yeso laminado.





### 7.7.2.7. Resultados

Placo es la primera empresa del sector en impulsar la utilización del ACV y de verificar sus resultados. La figura 10 expone los impactos ambientales de una placa de yeso laminado de borde afinado y espesor 13mm fabricada por Placo:



Figura 10. Resultados ACV de una Placa de Yeso Laminado de Placo.

## 7.8. ECODISEÑO: LA HERRAMIENTA PARA MINIMIZAR EL IMPACTO DE MANERA CONTINUA

El Ecodiseño es una metodología de análisis y mejora de los aspectos ambientales relacionados con cada una de las etapas del ciclo de vida de un producto, es decir, desde la extracción de las materias primas hasta el final de la vida útil del producto. Es un sistema de mejora continua por el cual se asegura la reducción de los principales aspectos ambientales de forma constante.

La norma internacional UNE-EN ISO 14.006:2011, de aplicación voluntaria, establece las directrices para incorporar el Ecodiseño a un Sistema de Gestión Ambiental. Esta norma define el Ecodiseño

como «un proceso integrado dentro del diseño y desarrollo, que tiene como objetivo reducir los impactos ambientales y mejorar de forma continua el desempeño ambiental de los productos, a lo largo de su vida útil, desde la extracción de la materia prima hasta el fin de su vida útil».

En el 2012, Placo decide llevar adelante la implantación y certificación por parte de una empresa externa del Ecodiseño en sus productos de placa de yeso laminado como parte del compromiso con el medio ambiente y el desarrollo sostenible, para poder trabajar y mejorar los impactos ambientales más allá del propio proceso productivo.

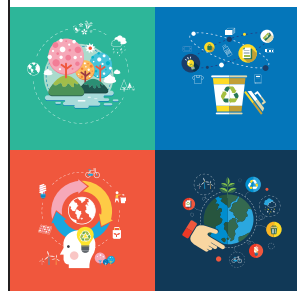
La norma ISO 14.006 está diseñada para ser integrada fácilmente dentro de otros sistemas de gestión. Esto facilitó su aplicación en la empresa al ser integrada dentro de la ISO 14.001.

La implantación de esta norma implica:

- Establecer un compromiso de actuación.
- Definir unos objetivos ambientales.
- Avanzar en un proceso de mejora continua.
- Informar acerca del comportamiento ambiental.

Gracias al análisis de los impactos asociados a cada una de las etapas del ciclo de vida de los productos, se ha podido trabajar en la mejora del comportamiento ambiental garantizando una minimización de los mismos:

- Reducir los impactos asociados al transporte de las materias primas.
- Uso de materias primas más respetuosas con el medio ambiente.
- Reducir los impactos asociados a la fabricación de los productos Ecodiseñados.
- Aumentar el porcentaje de materiales reciclados empleados en la fabricación de los productos.
- Trabajar con empresas instaladoras en la mejora de la aplicación de los productos.
- Llevar a cabo proyectos de separación selectiva y reciclaje de placa de yeso laminado procedente de obras de construcción.





Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

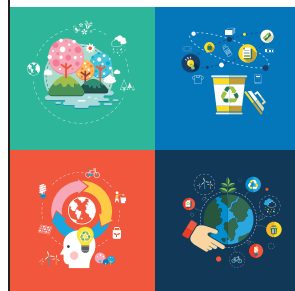
La certificación en Ecodiseño requiere la mejora continua de los impactos ambientales asociados a los productos en cada una de las etapas del ciclo de vida. Esta mejora se ve asegurada mediante la verificación anual llevada a cabo por una empresa certificadora externa.



Figura 11. Certificación de implementación de norma ISO 14.006. Saint-Gobain Placo Ibérica.

## 7.9. REFERENCIAS

- AITIPAT (Asociación Industrial del Proceso Algodonero). Obligaciones para la industria textil derivadas del Reglamento REACH.
- ECHA. European Chemicals Agency.
- Placo (2014).: «Manual de interpretación de DAPs».
- Placo (2012).: «Informe de sostenibilidad».

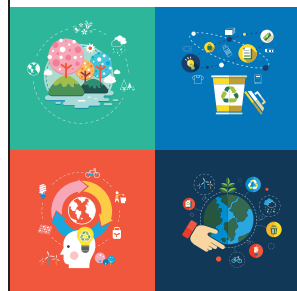






# 8

## IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE CUANTIFICACIÓN Y COMUNICACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN OBRA CIVIL: ACV-DAP

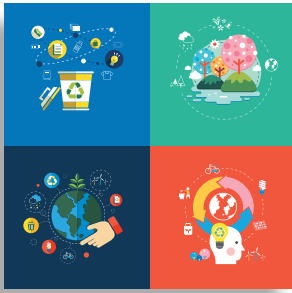


### 8.1. INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción es consciente de la necesidad de medir, evitar y reducir los daños ambientales causados por los materiales de construcción, los procesos, los servicios, y las propias obras. La metodología de Análisis de ciclo de vida, ACV, es una herramienta clave para ayudar a la toma de decisiones, permitiendo identificar la mejor alternativa de diseño de acuerdo a condiciones ambientales. Las Declaraciones Ambientales de Producto, DAP, son el mejor sistema de comunicación del comportamiento ambiental de un producto de una manera fiable, transparente y cuantificable. En este contexto, ACCIONA Infraestructuras tiene la estrategia de aplicar la metodología de ACV tanto para obra civil como para edificación, apostando por los materiales o procesos de construcción innovadores (como los polímeros reforzados con fibra, los materiales de cambio de fase, los hormigones autorreparables, etc) con un prometedor comportamiento ambiental y eficiencia técnica frente a los materiales tradicionales. Asimismo, ACCIONA Infraestructuras comunica de forma transparente los impactos ambientales de sus obras civiles gracias a las Declaraciones Ambientales de Producto (DAP), convirtiéndose en la primera compañía mundial en obtener Declaraciones Ambientales de Producto de infraestructuras civiles (carretera y viaducto ferroviario).

### 8.2. COMPROMISO DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN CON LA SOSTENIBILIDAD

La comprensión global de que los recursos naturales y las fuentes de energía no renovables no son inagotables ha estado creciendo últimamente, junto con el aumento de la conciencia sobre las consecuencias de nuestro modo de vida sobre el medio ambiente. El calentamiento global, el agotamiento de la capa de ozono, el efecto



invernadero o la lluvia ácida, son algunas de estas consecuencias, que pueden llegar a niveles catastróficos si no se hace nada para enmendar la situación actual. En la actualidad, la sociedad está empezando a considerar la sostenibilidad no sólo como un requisito, sino también como un valor distintivo que tiene que ser llevada a cabo por los diferentes ámbitos de la sociedad, tales como la administración pública, empresas, ingenieros e investigadores (GARCÍA, 2011).

Como parte fundamental de la sociedad, la construcción de obra civil y edificación tienen la mayor importancia en el desarrollo sostenible. El sector de la construcción, incluido la vivienda, constituye el 30-40% de la demanda total de energía de la sociedad y aproximadamente el 44% del uso total de material (ERLANDSSON y BORG, 2003). El impacto ambiental de la construcción, los edificios verdes, el reciclaje y el eco-etiquetado de los materiales de construcción han capturado la atención de los profesionales de la construcción en todo el mundo. El comportamiento ambiental de las infraestructuras y edificios es una de las principales preocupaciones de los profesionales de la industria de la construcción y el desarrollo de la evaluación del desempeño ambiental ha surgido como uno de los principales problemas en la construcción sostenible (DING, 2008). Es esencial hacer un esfuerzo para utilizar todas las herramientas disponibles con el fin de poder aplicar el mejor diseño estructural que no sólo cumpla con los requisitos técnicos, sino también con consideraciones medioambientales. En este campo, hay una preocupación ferviente sobre la manera óptima de mejorar las prácticas de construcción con el fin de minimizar sus efectos negativos en el medio ambiente natural.

En este contexto, las metodologías de evaluación de impacto ambiental constituyen una herramienta crucial para ayudar a tomar decisiones en cuanto a la identificación y selección de la mejor alternativa de diseño con respecto a cuestiones ambientales. Es importante contar con una base común así como criterios homogéneos con una metodología sistemática con el fin de obtener resultados fiables para comparar alternativas y tomar decisiones correctas. Los ingenieros, fabricantes de productos de construcción, usuarios y otros activos en el sector de la construcción están demandando cada vez más información que les permita tomar decisiones que reduzcan al mínimo los impactos ambientales negativos de los edificios y bienes de construcción. Por ello, están aunando fuerzas para desarrollar un procedimiento estándar y armonizado de reducción y medición de las emisiones, así como bases de datos comunes y actualizados para el uso de todo el mundo.

El objetivo de este capítulo es presentar el compromiso y las experiencias de ACCIONA en su lucha para incluir el concepto de sostenibilidad en sus obras y servicios en base a la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV). Así, la empresa utiliza esta metodología así como la estrategia de las Declaraciones Ambientales de Producto (DAP) como criterios de selección, medición, cuantificación y comunicación de la sostenibilidad.

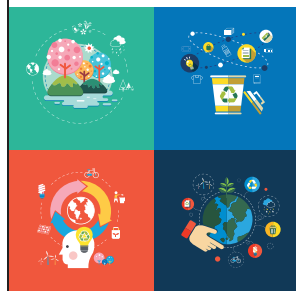
### 8.3. ESTRATEGIA DE SOSTENIBILIDAD EN ACCIONA INFRAESTRUCTURAS

ACCIONA desarrolla su actividad fundamentalmente en los sectores de Energías Renovables, Infraestructuras, Agua y Servicios, y opera en más de 30 países. Su estrategia se articula en torno a dos conceptos: la sostenibilidad y el bienestar social, como ejes del crecimiento económico, el equilibrio ecológico y el progreso social. En 2013 contaba con una plantilla de más de 34.000 profesionales y alcanzó unas ventas de 6.607 millones de euros.

En cuanto a ACCIONA Infraestructuras, abarca todos los aspectos de la construcción, desde la ingeniería hasta la ejecución de las obras y su posterior mantenimiento. A esto hay que añadir la gestión de concesiones de obras públicas, especialmente en el área de transporte (carreteras, autopistas y líneas ferroviarias) y de edificación, entre las que destacan las concesiones de servicios hospitalarios y centros educativos. La compañía desarrolla su actividad en dos principales líneas de negocio: obra civil y edificación. Adicionalmente, cuenta con varias unidades de apoyo especializadas, como talleres de estructuras mecánicas, servicio de maquinaria, mantenimiento de infraestructuras, instalaciones e ingenierías. Los proyectos se llevan a cabo atendiendo a aspectos ambientales, sociales y económicos con un criterio global de sostenibilidad y una atención permanente hacia la mejora de los procesos de construcción, a la innovación y a la aplicación de medidas para la protección del medio ambiente.

### 8.4. APLICACIONES DE ACV-DAP EN ACCIONA INFRAESTRUCTURAS

Siendo la sostenibilidad el pilar fundamental para la empresa, la aplicación de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y la consecuente obtención de Declaraciones Ambientales de Producto (DAP, o EPD en





## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

inglés) son una estrategia ambiental de la División de Innovación Tecnológica de acuerdo con la línea de negocio de ACCIONA Infraestructuras, con el fin de cuantificar, evaluar, reducir y comunicar transparentemente los impactos ambientales tanto de las obras civiles como de edificación.

Hoy en día, el mercado mundial tiene una mayor demanda de información basada en evidencias científicas, verificadas y comparables sobre el desempeño ambiental de productos y servicios. El sector empresarial, así como otras partes de la sociedad tienen necesidad de un enfoque internacional de los sistemas de reconocimiento que permita la comunicación de información relevante y fidedigna sobre el desempeño ambiental de los productos. En este contexto, las DAPs, basadas en la metodología del Análisis de Ciclo de Vida, se han desarrollado con el propósito general de satisfacer estas demandas siendo una herramienta de comunicación dinámica concurrente con el desarrollo de productos con validez internacional.

El Análisis de Ciclo de Vida es una metodología estandarizada específica (ISO 14040-44) para evaluar el impacto ambiental de los sistemas industriales, lo que se conoce como análisis de la «cuna a la tumba», es decir, considerando desde su fabricación, uso y mantenimiento, hasta su eliminación, incluida la adquisición de las materias primas necesarias para fabricar el producto. En este ámbito ACCIONA posee relevante experiencia habiendo aplicado la metodología ACV en:

- Tecnologías empleadas en construcción:
  - Paneles solares fotovoltaicos.
  - Sistemas solares térmicos y geotérmicos.
- Elementos de edificación:
  - Fachadas.
  - Tejas.
  - Paredes.
  - Puertas.
  - Aislamientos.
- Procesos constructivos empleados en construcción:
  - Puente estándar en composite. Comparación con estructura análoga en hormigón.

## Implementación de medidas de cuantificación y comunicación de la sostenibilidad...

- Excavación y sostenimiento de un túnel en roca 40MPa. Comparación perforación y voladura.
- Refuerzo estructural estándar de vigas y columnas. Comparación composite, acero y hormigón.
- Carreteras (tramo de la A-33 Cieza-Font de la Figuera y desdoblamiento de la carretera N-340, Elche).
- Viaducto ferroviario «Arroyo Valchano». Tramo Otero de Bodas-Cernadilla del AVE Madrid-Galicia.

Con el fin de poner en valor y comunicar de forma fiable y transparente los resultados del ACV surge la DAP o eco-etiqueta tipo III, que es una certificación ambiental de reconocimiento internacional de 3-5 años de validez conforme a la norma ISO 14025 y ISO 14040-44 relativas al Análisis de Ciclo de Vida. El objetivo de las DAP es proporcionar información cuantitativa, verificable y transparente sobre el impacto potencial al medio ambiente de un producto o actividad a lo largo de todo su ciclo de vida. Además, las DAP son de gran utilidad en toda la cadena de valor, desde los productores hasta el consumidor final. En este contexto, las DAP son consideradas como una herramienta útil y estratégica en las licitaciones y ofertas.

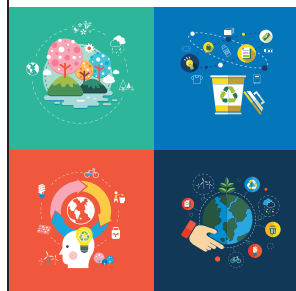
ACCIONA es un referente mundial en sostenibilidad ambiental, al ser la primera compañía mundial en obtener dos Declaraciones Ambientales de Producto de infraestructuras civiles, en concreto de un viaducto ferroviario ejecutado en el corredor Norte-Noreste de Alta Velocidad; sub-tramo: Otero de Bodas-Cernadilla (Zamora, España) y del desdoblamiento de la carretera de la N-340, Elche, tramo que constituye el límite sur de la U.E.2 del sector E-40 (Alicante, España).

## 8.5. RESULTADOS: DAP CARRETERA Y VIADUCTO

### 8.5.1. DAP carretera «N-340»

#### 8.5.1.1. Antecedentes

En esta Declaración Ambiental de Producto (EPD®) se describen, desde una perspectiva de ciclo de vida, el impacto ambiental total de un tramo de una carretera española, N -340 en el Sector E -40, Elche (Alicante).





**Figura 1.** Tramo objeto de la DAP de Acciona en la carretera N-340, en el desdoblamiento a su paso por Elche.

La EPD® se basa en la normativa ISO 14025 (eco-etiquetado tipo III), en la Regla de Categoría de Producto (RCP) 2009:03 para autovías (excepto carreteras elevadas), calles y carreteras y en la norma CEN 15804 (Sostenibilidad en construcción). Esta EPD® fue desarrollada por ACCIONA Infraestructuras (División de Innovación Tecnológica se ha verificado externamente por Marcel Gómez Ferrer (Consultoría Ambiental) y la certificación es válida a nivel internacional durante tres años.

El objetivo de esta EPD® es proporcionar a los expertos y científicos (en los sectores de infraestructura y construcción) información objetiva y fiable sobre el impacto ambiental de la construcción de una carretera.

Como esta EPD® se basa en datos relativos a un tramo de carretera concreto, construido entre los años 2012-2013, los resultados podrían no ser representativos para otras carreteras. Con el fin de decidir si los resultados pueden ser comparables, las áreas más importantes que deben ser evaluados son: topografía, tipo de carretera, origen de los materiales y funcionalidad de carretera.

### 8.5.1.2. Descripción

La obra se sitúa en su totalidad en el término municipal de Elche, afectando al tramo de la N-340 que constituye el límite sur de la U.E. 2 del Sector E-40.

La obra consiste en el desdoblamiento de la vía existente, correspondiendo al eje N340-Tramo2. A su vez se establecen los oportunos ramales de conexión con la vía existente. Las intersecciones se resuelven mediante glorietas, con prioridad al anillo, que conectan el nuevo trazado con el anterior. La sección desarrollada para la vía principal consta de 4 carriles, distribuidos en dos calzadas, separadas por mediana central. La longitud total de los ejes es de 943 m y 625 m en vías de servicio, ejecutándose, a su vez, 2 nuevas glorietas.

Para la definición del trazado se han considerado 4 ejes, así como el borde exterior de las 2 glorietas existentes, en planta y alzado.

- N340-Tramo 1: tiene una longitud de 225 m. Comienza en la rotonda 1 y finaliza conectando con la N340 existente.
- N340-Tramo 2: trazado de 537 m de longitud situado entre las rotondas 1 y 2. Su rasante viene condicionada por la rasante del tramo de N340 existente que discurre paralelo a este eje.
- N340-tramo 3: Trazado de 181 m de longitud. Comienza en la N340 y finaliza en la rotonda 2.
- Vía de servicio: Con un trazado paralelo a la N340, tiene su inicio en la rotonda 2 y finaliza en la rotonda 1 tiene una longitud de 625 m.
- Rotondas: El eje de las glorietas coincide en planta con el borde exterior de las mismas, siendo su radio exterior de 40 m y el interior de 31 m. Su rasante ha sido estudiada para conseguir un adecuado drenaje de la plataforma de las mismas.

### 8.5.1.3. Unidad funcional

La unidad funcional declarada para la carretera N-340 se define como 1 km de carretera y año. Se supone una vida útil de 20 años y el mantenimiento de la capa de rodadura a mitad de la vida.

La asignación de impacto ambiental de la infraestructura vial se podría hacer de acuerdo con el siguiente procedimiento: el impacto







Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

ambiental de la infraestructura vial (por km·año) se destina a transporte de mercancías y al transporte de pasajeros, medido como el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA). En este estudio, TPDA del transporte de mercancías se estima en 1.116 y para el transporte de pasajeros es 20.356. El transporte de carga se obtiene de la relación TPDA mercancías/TPDA total y el transporte de pasajeros se obtiene de la relación TPDA pasajero/AADT total.

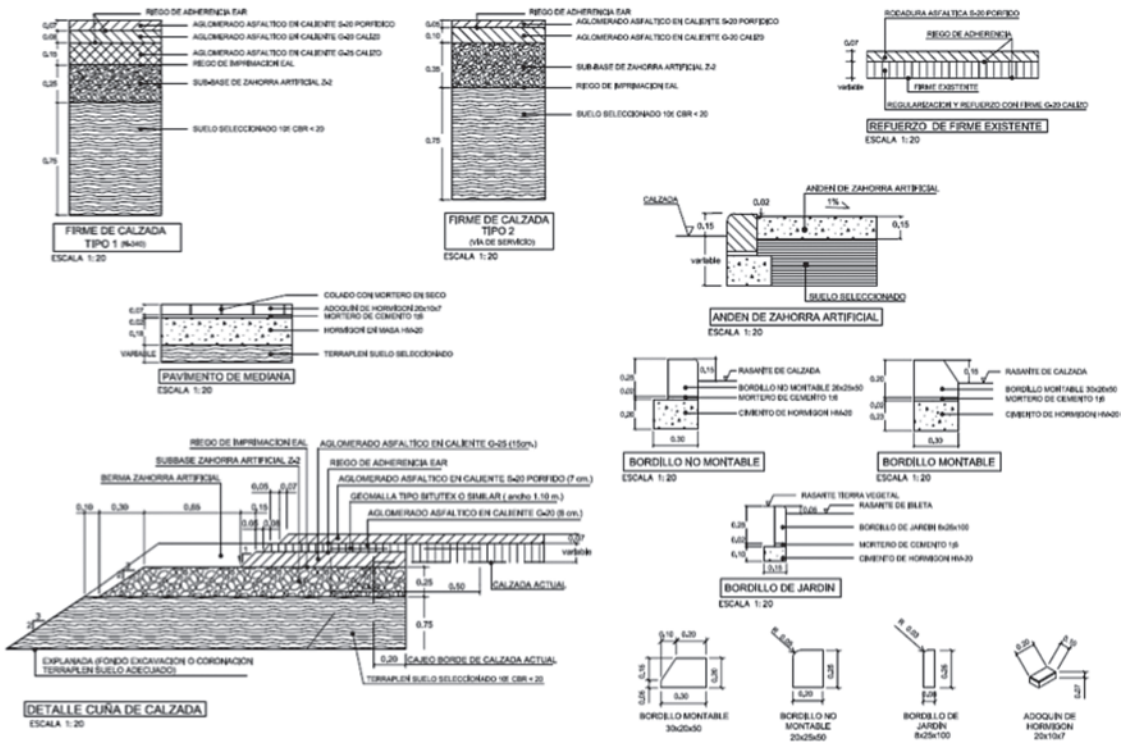


Figura 2. Sección estándar del firme.

8.5.1.4. Límites del sistema y calidad de los datos

Hay que destacar que las materias primas, el transporte, el consumo de energía durante los procesos de instalación y construcción (módulos «upstream» y «core» de acuerdo con la RCP) se incluyen en los cálculos de ACV. El módulo «upstream» considera todas las materias primas necesarias para la construcción de la carretera y el módulo «core» tiene en cuenta el transporte a la obra, la instalación y construcción en sí misma. Las etapas de

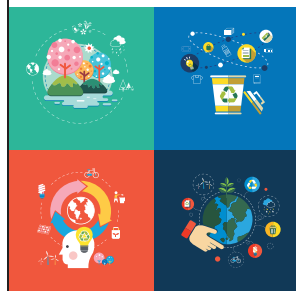
operación, mantenimiento y fin de vida representan el módulo «downstream». El fin de la vida (desmontaje, gestión de residuos y reciclaje) no se ha tenido en cuenta en el análisis debido a su impacto insignificante (<1%). Las actividades de operación están asociadas con el consumo de energía de los postes de luz distribuidos a lo largo de la longitud de la carretera y las actividades de mantenimiento están relacionadas con la reparación de la capa de rodadura. Debido a la falta de datos fiables y robustos, la captura de CO<sub>2</sub> debido a la carbonatación del hormigón no se ha tenido en cuenta. Si se han considerado las emisiones de CO<sub>2</sub> durante la deforestación del suelo, necesaria para la construcción de carreteras.

Para la evaluación de los impactos ambientales se ha considerado el método CML 2001 (actualizado en noviembre de 2010). Este modelo de categorías de impacto fué desarrollado por el Centro de Ciencias Ambientales (CML) de la Universidad de Leiden en los Países Bajos.

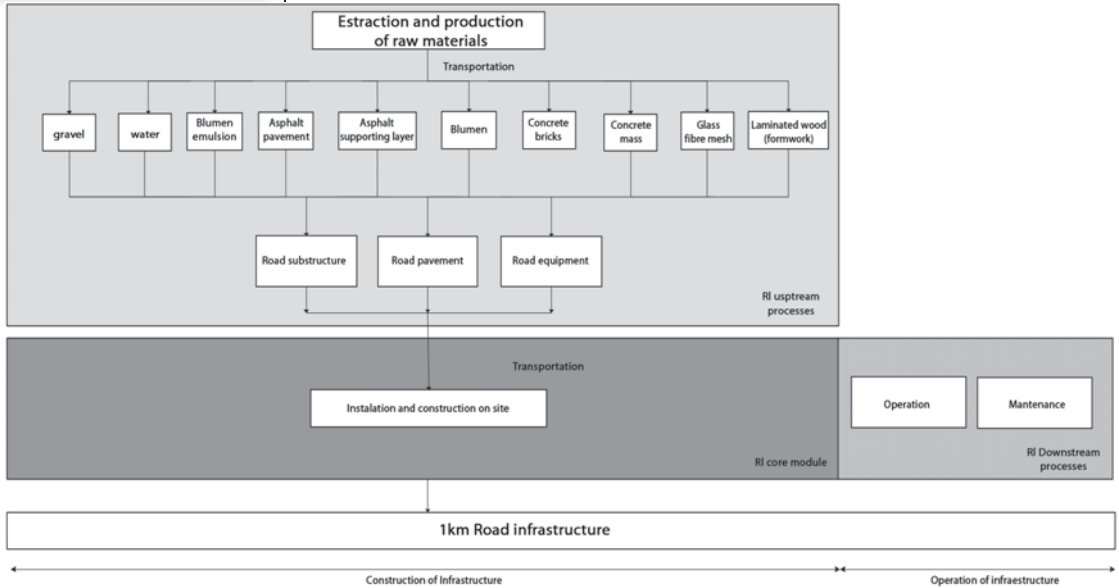
En cuanto a la etapa de construcción de la carretera N-340, se pueden distinguir las siguientes operaciones:

- Subestructura.
- Pavimento.
- Equipos auxiliares.
- Dispositivos informáticos.
- Túneles.
- Puentes.

La subestructura de la N-340 incluye la demolición del firme y vallado existente, así como la excavación y movimiento de tierras. La producción de pavimento de la carretera incluye la construcción de las diferentes capas del firme. La producción de equipos auxiliares incluye el sistema de drenaje. En este tramo de carretera no existen túneles ni viaductos y los dispositivos informáticos no están incluidos en el análisis debido a su contribución irrelevante. Cabe señalar que para el Análisis de Ciclo de Vida se han considerado al menos el 99% de los materiales y de los consumos energéticos.



A continuación, se muestra un diagrama que incluye los límites del sistema a tener en cuenta para la obtención de la DAP según lo establecido en la RCP de autopistas, calles y carreteras.

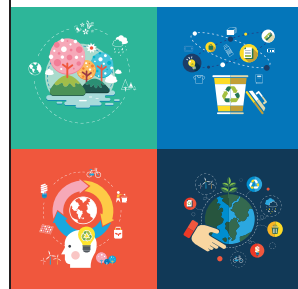


**Figura 3.** Límites del sistema para la DAP de 1 m de carretera (basado en PCR CPC 53211 *highways [except elevated highways], streets and roads*).

Los datos específicos relativos a los procesos de construcción, operación y mantenimiento (materias primas y consumos energéticos) se tomaron de la propia obra (año 2012), así como del proyecto de diseño y las mediciones. Los datos genéricos seleccionados para la producción de las materias primas y el combustible y la producción eléctrica se tomaron de las bases de datos de PE integradas en el software de Análisis de Ciclo de Vida, GaBi 6, actualizadas en 2012.

Cabe señalar que las sustancias altamente preocupantes (SVHC, en inglés), tal y como se describe en el Reglamento REACH, no se han utilizado en la construcción de la carretera.

En la Tabla 1, se presenta el inventario de ciclo de vida (ICV) que reúne las principales materias primas utilizadas en cada etapa de la construcción de la carretera.



**Tabla 1.** Materiales necesarios para la construcción de 1 km de la N-340

Grava	77,55%
Asfalto (G25, G20, S20)	15,97%
Otros (cemento, madera, fibra de vidrio, mezcla bituminosa)	6,48%
<b>TOTAL (KG)</b>	<b>7,58E+07</b>

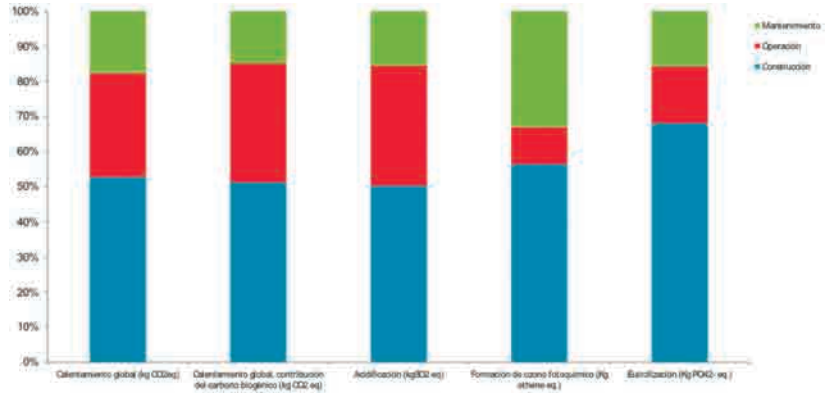
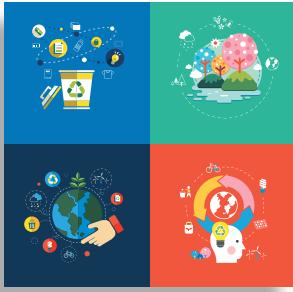
### 8.5.1.5. Resultados ambientales

Los resultados medioambientales se basan en los resultados del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de la carretera N-340 llevado a cabo por ACCIONA Infraestructuras en 2013.

Se calculan un conjunto de categorías de impacto, así como el uso de recursos y energía, tal y como se muestra en la Tabla 2. Los resultados se dan por km de carretera y por año e incluyen la construcción, el mantenimiento y el uso/operación durante un tiempo de vida útil de 20 años.

**Tabla 2.** Resultados del comportamiento ambiental de 1 km de la N-340. Contribución por etapas del ciclo de vida.

COMPORTAMIENTO MEDIOAMBIENTAL	UNIDAD/ KM	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO	TOTAL
<b>USO DE RECURSOS Y ENERGÍA</b>					
Materias primas no renovables	kg	2,55E+06	3,38E+04	2,73E+05	2,85E+06
Materias primas renovables	kg	1,90E+07	1,32E+07	6,75E+06	3,90E+07
Energía no renovable	MJ	2,06E+06	5,18E+05	8,55E+05	3,43E+06
Energía renovable	MJ	3,21E+04	1,68E+05	9,40E+03	2,10E+05
Materias primas secundarias sin valor calorífico	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Materias primas secundarias con valor calorífico	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Flujo de recuperación de energía	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Agua (uso directo)	kg	1,18E+06	0,00E+00	0,00E+00	1,18E+06
Agua (ciclo de vida completo)	kg	1,89E+07	1,30E+07	6,70E+06	3,86E+07
<b>CATEGORÍAS DE IMPACTO (CML 2001 _ NOV 2010)</b>					
Calentamiento global	kg CO <sub>2</sub> eq.	5,47E+04	3,08E+04	1,84E+04	1,04E+05
Calentamiento global, carbono biogénico	kg CO <sub>2</sub> eq.	1,95E+03	1,30E+03	5,69E+02	3,82E+03
Acidificación	kg SO <sub>2</sub> eq.	1,93E+02	1,32E+02	6,01E+01	3,85E+02
Formación de oxidante fotoquímico	kg Eteno eq.	5,31E+01	9,99E+00	3,13E+01	9,43E+01
Eutrofización	kg PO4 <sup>2-</sup> eq.	3,18E+01	7,61E+00	7,36E+00	4,67E+01
<b>OTROS</b>					
Residuos peligrosos	kg	3,17E+00	0,00E+00	5,15E-01	3,68E+00
Residuos no peligrosos	kg	1,70E+05	3,34E+04	7,66E+04	2,80E+05



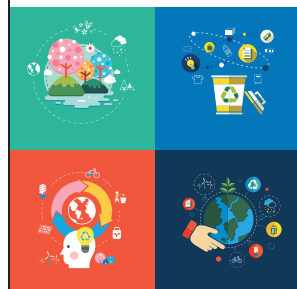
**Figura 4.** Categorías de impacto según la metodología CML para 1km de la carretera N-340. Análisis de dominancia según las distintas etapas del análisis de ciclo de vida.

De acuerdo con la tabla 2 y la figura 4, se puede destacar que la etapa de construcción es la que ejerce un mayor impacto ambiental, representando un 50-60% de los impactos totales. La etapa de operación representan alrededor del 30-10% de los impactos globales y el mantenimiento alrededor de 30%-15%.



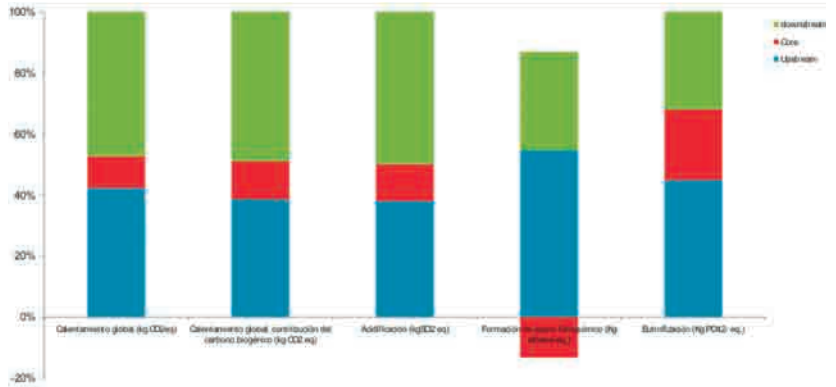
**Figura 5.** Detalle del desdoblamiento de la N-340 a su paso por Elche.

En la Tabla 3, los resultados se expresan en «upstream», «core» y «downstream», de núcleo, detallando la contribución de cada módulo al comportamiento ambiental global.



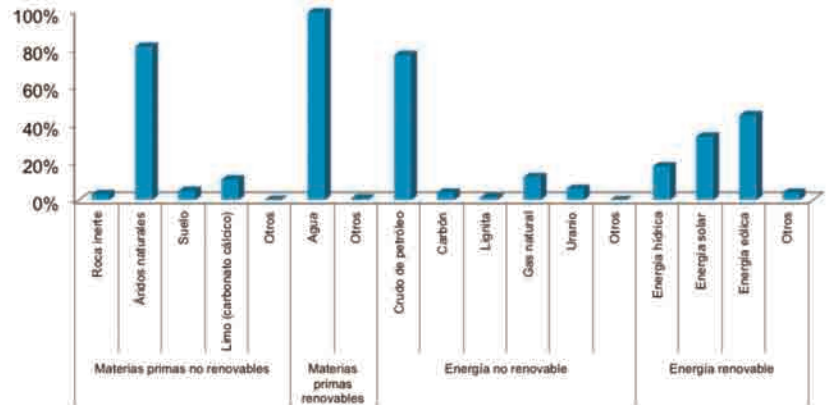
**Tabla 3.** Resultados del comportamiento ambiental de 1km de la N-340. Contribución por módulos «*upstream*», «*core*» y «*downstream*».

COMPORTAMIENTO MEDIOAMBIENTAL	UNIDAD/Km	UPSTREAM	CORE	DOWNSTREAM	TOTAL
<b>USO DE RECURSOS Y ENERGÍA</b>					
Materias primas no renovables	kg	2,55E+06	6,47E+02	3,07E+05	2,85E+06
Materias primas renovables	kg	1,84E+07	5,61E+05	2,00E+07	3,90E+07
Energía no renovable	MJ	1,92E+06	1,43E+05	1,37E+06	3,43E+06
Energía renovable	MJ	2,65E+04	5,61E+03	1,78E+05	2,10E+05
Materias primas secundarias sin valor calorífico	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Materias primas secundarias con valor calorífico	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Flujo de recuperación de energía	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Agua (uso directo)	kg	1,18E+06	0,00E+00	0,00E+00	1,18E+06
Agua (ciclo de vida completo)	kg	1,83E+07	5,59E+05	1,98E+07	3,86E+07
<b>CATEGORÍAS DE IMPACTO (CML 2001_NOV 2010)</b>					
Calentamiento global	kg CO <sub>2</sub> eq.	4,39E+04	1,08E+04	4,92E+04	1,04E+05
Calentamiento global, carbono biogénico	kg CO <sub>2</sub> eq.	1,47E+03	4,78E+02	1,87E+03	3,82E+03
Acidificación	kg SO <sub>2</sub> eq.	1,46E+02	4,67E+01	1,92E+02	3,85E+02
Formación de oxidante fotoquímico	kg ete-no eq.	7,00E+01	-1,69E+01	4,13E+01	9,43E+01
Eutrofización	kg PO42- eq.	2,10E+01	1,08E+01	1,50E+01	4,67E+01
<b>OTROS</b>					
Residuos peligrosos	kg	3,09E+00	0,00E+00	5,15E-01	3,60E+00
Residuos no peligrosos	kg	1,70E+05	5,09E+02	1,10E+05	2,80E+05



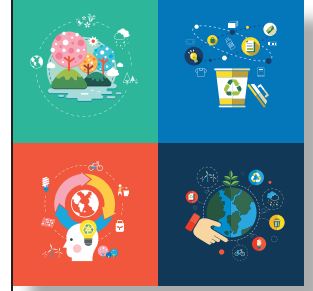
**Figura 6.** Categorías de impacto según la metodología CML para 1km de la carretera N-340. Análisis de dominancia según los distintos módulos «upstream», «core» y «downstream».

A la vista de la Tabla 3 y la figura 6, cabe resaltar que en términos generales los módulos de «upstream» y «core» representan el 80%-90% de los impactos ambientales totales mientras que el módulo «downstream» sólo el 10-20 %.

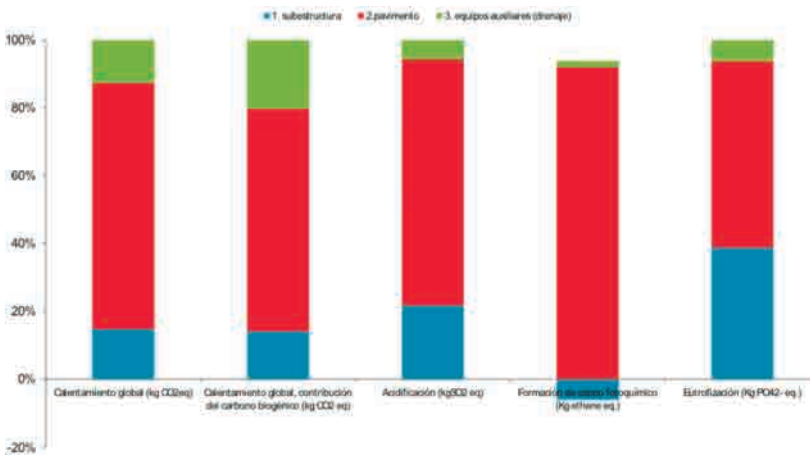


**Figura 7.** Especificación de los recursos (materiales y energía) por 1km de carretera N-340.

En la figura 7, se muestran los distintos usos de los recursos desglosados en materias primas (renovables y no renovables) y energía (renovables y no renovables). Cabe señalar que los áridos contribuyen al 77% del total de las emisiones liberadas por recursos no renovables, el agua con aproximadamente al 99% de los impactos ejercidos por recursos renovables y el petróleo representa el 81% de los impactos generados por recursos energéticos no renovables.



**Figura 8.** Detalle del nuevo trazado de la N-340 a su paso por Elche.



**Figura 9.** Categorías de impacto según la metodología CML para 1km de la carretera N-340. Análisis de dominancia según las actividades de la etapa de construcción de la carretera N-340.

En la figura 9, las diferentes categorías de impacto se han dividido en las distintas actividades u operaciones realizadas durante la construcción de la carretera con el fin de mostrar las fuentes de emisiones e impactos más representativas. De acuerdo con el análisis de dominancia, se puede destacar que la producción del pavimento de la carretera es la fase más contaminante, siendo el 60-70% del total de las emisiones liberadas.



## 8.5.2. DAP viaducto «Arroyo Valchano»

### 8.5.2.2. Antecedentes

Esta Declaración Ambiental de Producto describe, desde una perspectiva de ciclo de vida, el impacto ambiental total asociado a un puente ferroviario situado en un tramo del AVE Madrid-Galicia. Tramo: Zamora-Lubián. Sub-tramo: Otero de Bodas-Cernadilla. La EPD solo cubre la estructura del puente mientras que la vía, los sistemas de telecomunicaciones y la señalización no están incluidos.

La Declaración Ambiental de Producto está basada en la norma ISO 14025, en la norma CEN 15804 sobre Sostenibilidad en construcción y en la Regla de Categoría de Producto (RCP) 2009:03 CPC 53212 específica para el transporte e Infraestructuras ferroviarias. La EPD® fue desarrollada por ACCIONA Infraestructuras y verificada por Marcel Gómez Ferrer, siendo válida a nivel internacional.

El objetivo de esta EPD® es dar a conocer a los expertos y científicos (en los sectores de construcción e infraestructura) información objetiva y fiable sobre el impacto ambiental de la construcción de un puente de ferrocarril.

Como esta EPD® se basa en datos relativos a la construcción del puente de ferrocarril «Arroyo Valchano», los resultados pueden no ser representativos de otros puentes de ferrocarril. Con el fin de decidir si los resultados pueden ser representativos de otros puentes de ferrocarril, las áreas más importantes que deben ser evaluados para ser comparable con otros puentes de ferrocarril son: topografía (impacto sobre, por ejemplo, la longitud de los pilares del puente); tipo de puente (por ejemplo, hormigón o vigas de acero); origen de los materiales (principalmente acero y hormigón) y funcionalidad del puente (vía única o doble, tipo de tráfico, carga por eje, etc.).



**Figura 10.** Viaducto Arroyo Valchano objeto de la DAP de Acciona, situado en el tramo del AVE Madrid-Galicia: Zamora-Lubián.

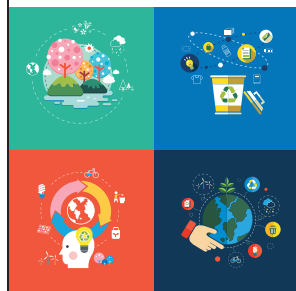
### **8.5.2.2. Descripción**

El viaducto es parte de la línea norte-noroeste del AVE Madrid-Galicia. Tramo: Zamora-Lubián. Sub-tramo: Otero de Bodas-Cernadilla.

El viaducto ferroviario sobre el Arroyo de Valchano está construido para salvar el paso del camino en este río. Las características del terreno bajo el viaducto aconsejan guardar un total de 295,00 m de luz entre el PK 720+ 012,5 y 720 + 307,5. El viaducto se sitúa en una pendiente del 14,5% . El ancho de la junta necesaria es de 14.0 m.

El viaducto ferroviario es de doble vía y está construido sólo para el transporte de pasajeros. El tablero se compone de vigas prefabricadas y una losa «in situ» con la siguiente distribución útil:  $35 + 5 \times 45 + 35 = 295,0$  m. Las vigas tienen una longitud variable entre 2,20 m en el centro de la luz y de 3,00 m en los estribos. Las vigas tienen losas de ancho 14m y, sobre ellos, una losa «in situ» de espesor variable.

La construcción se realiza en diferentes etapas, utilizando los soportes provisionales para la instalación de las vigas para poder llevar a cabo, posteriormente las diferentes fases del montaje de pre-losas prefabricadas, las juntas y el hormigonado «in situ» de la losa.





La subestructura consta de 4,80 x 2,00 m de muelles rectangulares huecos y alturas que oscilan entre 9,46 y 20,33 m. Los estribos son de alturas similares, siendo la junta anclada al soporte por hormigón con armadura pasiva junto a la losa. El apoyo de la junta en la subestructura es mediante apoyos tipo POT, separados transversalmente 3,10 m en las vigas y 4,00 m en los estribos.

### 8.5.2.3. Unidad funcional

La unidad funcional es 1m de puente durante un periodo de un periodo de vida útil de 60 años.

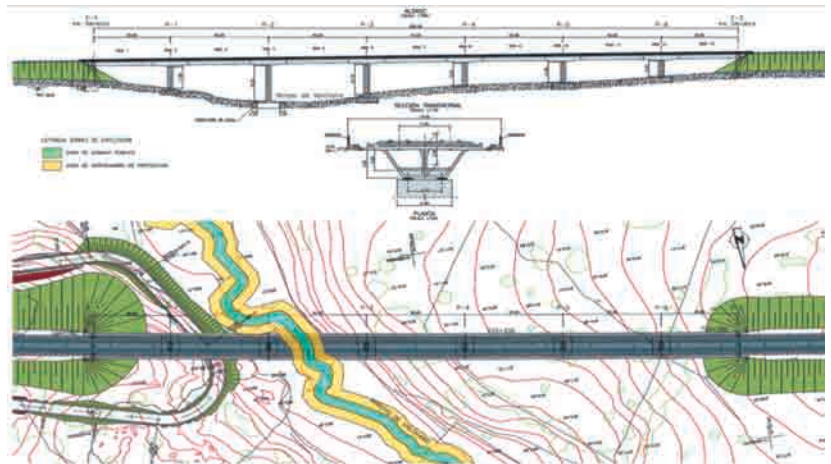


Figura 11. Sección del viaducto ferroviario.

### 8.5.2.3. Límites del sistema y calidad de los datos

En el estudio de ACV se han tenido en cuenta tanto los procesos de obtención de las materias primas, como el transporte de las mismas a la obra y la construcción del puente propiamente dicha, lo que conforman los módulos «upstream» y «core». El «upstream» tiene en cuenta todas las materias primas necesarias para la construcción del viaducto y el «core» considera el transporte a la obra, la instalación y la construcción. Sin embargo, el uso/operación del puente (normalmente relacionadas con la los sistemas de alumbrado, de señalización y telecomunicación), el mantenimiento (reemplazamientos de barreras de protección de ruido y cableado) y el final de la vida (módulo «downstream») no se han tenido en cuenta debido a

su contribución insignificante dentro del cómputo global de impactos (<1%).

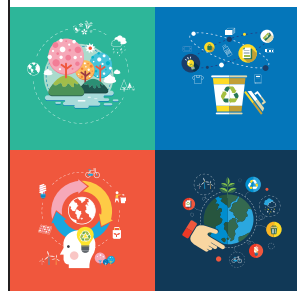
De este modo, el análisis de ciclo de vida del viaducto se compone principalmente de la producción de los diferentes materiales y de la construcción de la infraestructura en la propia obra (incluyendo transporte desde el lugar de producción de los materiales hasta la obra). El proceso de construcción en obra consta de las siguientes etapas:

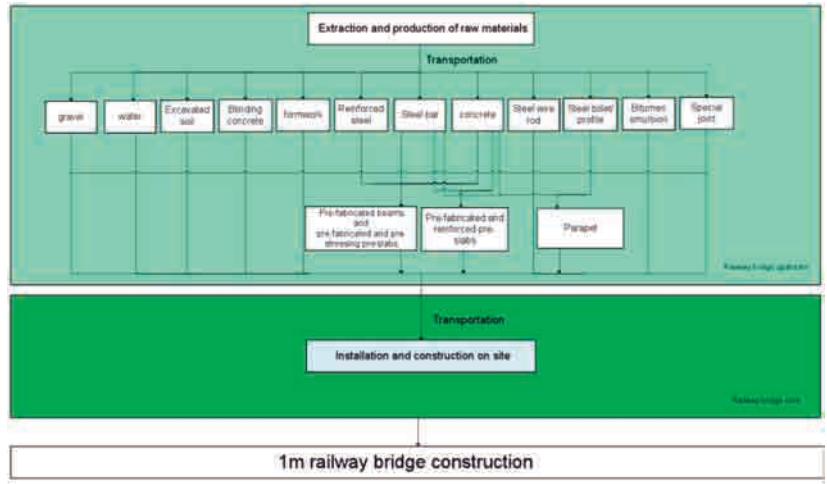
1. Construcción de los caminos de acceso.
2. Excavación para ejecución de zapatas
3. Fuste de la pila y alzado de los estribos
4. Instalación de las vigas prefabricadas
5. Instalación de las pre-losas
6. Construcción de la losa
7. Aplicación de la protección contra la erosión (sellado). Impermeabilización
8. Juntas de dilatación
9. Instalación de barandillas

Debido a la falta de datos fiables y robustos, la captura de CO<sub>2</sub> debido a la carbonatación del hormigón no se ha tenido en cuenta. Si se han considerado las emisiones de CO<sub>2</sub> durante la deforestación del suelo, necesaria para la construcción de carreteras.

Para la evaluación de los impactos ambientales se ha considerado el método CML 2001 (actualizado en noviembre de 2010). Este modelo de categorías de impacto fue desarrollado por el Centro de Ciencias Ambientales (CML) de la Universidad de Leiden en los Países Bajos.

A continuación, se muestra un diagrama que incluye los límites del sistema a tener en cuenta para la obtención de la DAP del viaducto según lo establecido en la RCP de transporte e infraestructuras ferroviarias.





**Figura 12.** Límites del sistema para la DAP de 1m de viaducto ferroviario (basado en PCR Draft CPC 53212 Rail Infrastructure)

Los datos específicos relativos a los procesos de construcción, operación y mantenimiento (materias primas y consumos energéticos) se tomaron de la propia obra (años 2012-2013), así como del proyecto de diseño y las mediciones. Los datos genéricos seleccionados para la producción de las materias primas y el combustible y la producción eléctrica se tomaron de las bases de datos de PE integradas en el software de Análisis de Ciclo de Vida, GaBi 6, actualizadas en 2012.

Cabe señalar que las sustancias altamente preocupantes (SVHC, en inglés), tal y como se describe en el Reglamento REACH, no se han utilizado en la construcción de la carretera.

En la tabla 4, se presenta el inventario de ciclo de vida (ICV) que reúne las principales materias primas utilizadas en cada etapa de la construcción del viaducto. Es necesario comentar que en estas etapas se han contabilizado al menos el 99% de las materias primas y de los consumos energéticos requeridos durante el ciclo de vida del viaducto.

**Tabla 4.** Materiales necesarios para la construcción de 1m de viaducto «Arroyo Valchano».

Hormigón HA-30/B/20/IIa+Qa	39,59%
Suelo excavado	32,41%
Grava	25,36%
Acero (barras, reforzado, perfiles, etc)	2,07%
Hormigón HL-150/B/20	0,54%
Otros (mezclas bituminosas, apoyos y juntas especiales)	0,02%
<b>TOTAL (KG)</b>	<b>1,10E+05</b>

#### 8.5.2.4. Resultados ambientales

Los resultados medioambientales obtenidos se basan en la aplicación de la metodología del Análisis de Ciclo de Vida sobre el viaducto ferroviario «Arroyo Valchano».

Se han evaluado diversas categorías de impacto de acuerdo con la metodología CML2001 así como parámetros de crucial importancia como los recursos materiales y energéticos requeridos (Tabla 5), tomando como unidad funcional 1m de viaducto, desglosando los resultados por etapa del ciclo de vida, según construcción, mantenimiento y operación durante los 60 años de vida útil de la infraestructura.

En la tabla 6, la fase de construcción se separara según los módulos «*upstream*», «*core*» y «*downstream*», detallando la contribución de cada módulo respecto al impacto medioambiental global. Tal y como se detalla en la figura, la etapa de producción de los materiales necesarios para la construcción del puente («*upstream*») es el mayor contribuyente de los impactos generados (90%). Los trabajos de construcción, instalación y transporte («*core*») contribuyen en un pequeño porcentaje (10%) mientras que las actividades de operación son insignificantes (<<1%).

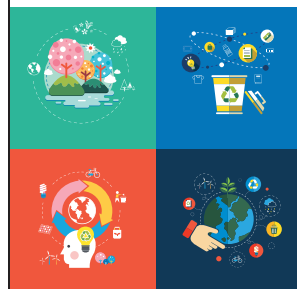




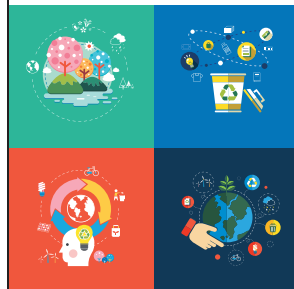
Figura 13. Fase de construcción del Viaducto Arroyo Valchano.

Tabla 5. Resultados del comportamiento ambiental de 1m viaducto «Arroyo Valchano». Contribución por etapas del ciclo de vida.

COMPORTAMIENTO MEDIOAMBIENTAL	UNIDAD/Km	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO	TOTAL
<b>USO DE RECURSOS Y ENERGÍA</b>					
Materias primas no renovables	kg	1,47E+05	0	0	1,47E+05
Materias primas renovables	kg	2,90E+06	0	0	2,90E+06
Energía no renovable	MJ	7,90E+04	0	0	7,90E+04
Energía renovable	MJ	7,02E+03	0	0	7,02E+03
Materias primas secundarias sin valor calorífico	MJ	0	0	0	0
Materias primas secundarias con valor calorífico	MJ	0	0	0	0
Flujo de recuperación de energía	MJ	0	0	0	0
Agua (ciclo de vida completo)	kg	3,15E+06	0	0	3,15E+06
Agua (uso directo )	kg	3,05E+04	0	0	3,05E+04
<b>CATEGORÍAS DE IMPACTO (CML 2001_NOV 2010)</b>					
Calentamiento global	kgCO <sub>2</sub> eq.	9,47E+03	0	0	9,47E+03
Calentamiento global, carbono biogénico	kgCO <sub>2</sub> eq.	5,42E+02	0	0	5,42E+02
Acidificación	kgSO <sub>2</sub> eq.	1,84E+01	0	0	1,84E+01
Formación de oxidante fotoquímico	kg Eteno eq.	2,44E+00	0	0	2,44E+00
Eutrofización	kg PO42- eq.	2,36E+00	0	0	2,36E+00
<b>OTROS</b>					
Residuos peligrosos	kg	2,41E+00	0	0	2,41E+00
Residuos no peligrosos	kg	7,67E+05	0	0	7,67E+05



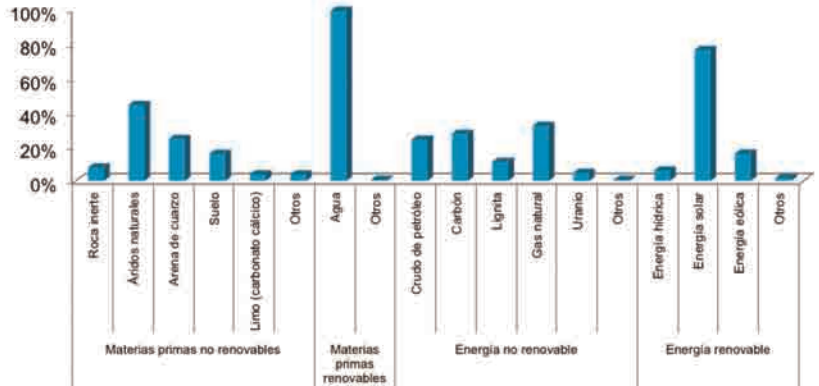
**Figura 14.** Fase de construcción del Viaducto Arroyo Valchano.



**Tabla 6.** Resultados del comportamiento ambiental de 1m de viaducto «Arroyo Valchano». Etapa de construcción. Contribución por módulos «upstream», «core».

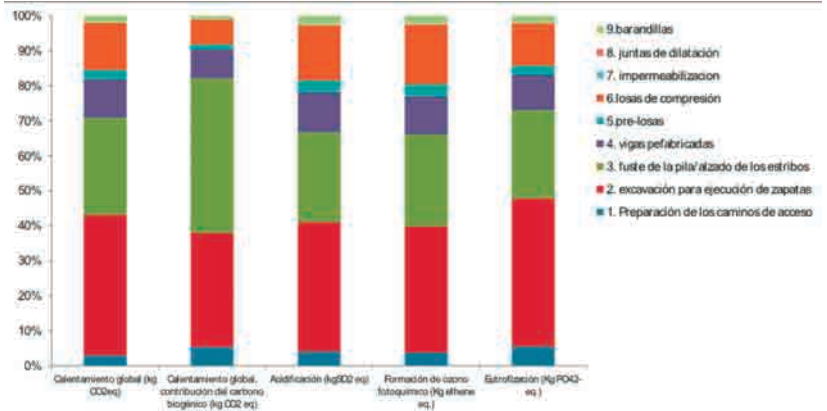
COMPORTAMIENTO MEDIOAMBIENTAL	UNIDAD/Km	UPSTREAM	CORE
<b>USO DE RECURSOS Y ENERGÍA</b>			
Materias primas no renovables	kg	1,47E+05	1,91E+02
Materias primas renovables	kg	2,81E+06	9,05E+04
Energía no renovable	MJ	7,19E+04	7,05E+03
Energía renovable	MJ	3,21E+03	3,81E+03
Materias primas secundarias sin valor calorífico	MJ	0	0
Materias primas secundarias con valor calorífico	MJ	0	0
Flujo de recuperación de energía	MJ	0	0
Agua (ciclo de vida completo)	kg	2,79E+06	3,55E+05
Agua (uso directo)	kg	3,05E+04	0,00E+00
<b>CATEGORÍAS DE IMPACTO (CML 2001_NOV 2010)</b>			
Calentamiento global	kg CO <sub>2</sub> eq.	9,13E+03	3,39E+02
Calentamiento global, carbono biogénico	kg CO <sub>2</sub> eq.	3,74E+02	1,69E+02
Acidificación	kg SO <sub>2</sub> eq.	1,74E+01	9,97E-01
Formación de oxidante fotoquímico	Kg ethene eq.	2,38E+00	6,17E-02
Eutrofización	Kg PO <sub>42</sub> - eq.	2,22E+00	1,32E-01
<b>OTROS</b>			
Residuos peligrosos	kg	2,18E+00	2,29E-01
Residuos no peligrosos	kg	2,60E+03	7,64E+05





**Figura 15.** Especificación de los recursos (materiales y energía) por 1m de viaducto «Arroyo Valchano».

En la figura 15, se detalla el uso de recursos energéticos y de materiales empleados en el ciclo de vida del viaducto «Arroyo Valchano». De acuerdo con los resultados obtenidos, los áridos y el agua son los materiales no renovables y renovables requeridos en mayor proporción, respectivamente.



**Figura 16.** Categorías de impacto durante la fase de construcción de 1m del viaducto «Arroyo Valchano». Análisis de dominancia según las distintas etapas de construcción.

En la figura 16, se observan las diferentes categorías de impacto según las etapas de construcción con el fin de mostrar las principales fuentes de emisiones e impactos. De acuerdo con el análisis de do-

minancia, cabe resaltar que la etapa de ejecución de la cimentación (2) y la de fuste de la pila y alzado de los estribos (3) son las fases más contaminantes durante la construcción del viaducto «Arroyo Valchano».

## 8.6. CONCLUSIONES

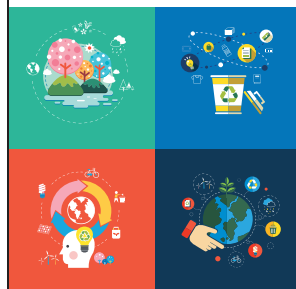
La metodología del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una herramienta crucial en la toma de decisiones relacionadas con el desarrollo de cualquier tecnología, proceso o producto teniendo en cuenta el comportamiento ambiental del mismo, y supone una herramienta muy útil en el sector de la construcción

Las Declaraciones Ambientales de Producto (DAP) son el mejor sistema de comunicación del comportamiento ambiental de un producto de una manera fiable, transparente y cuantificable, y se ha demostrado su validez e importancia para infraestructuras.

ACCIONA es consciente del impacto ambiental de sus procesos constructivos y sus obras por lo que aplica las metodologías del ACV/DAP tanto en obra civil como en edificación para evaluar dichos impactos, así como cuantificarlos, reducirlos y comunicarlos.

Este trabajo muestra ejemplos de la estrategia de ACCIONA basada en utilizar la metodología de ACV y las DAP para la evaluación y comunicación de la sostenibilidad de infraestructuras civiles, haciendo hincapié asimismo en las fases que pueden ser objeto de mejora o cambios, pudiendo lograr así una tecnología óptima desde el punto de vista técnico y medio ambiental.

En definitiva, ACCIONA apuesta por el ACV/DAP como parte fundamental de su estrategia para seguir liderando el sector de la construcción. Gracias a su compromiso con la sostenibilidad considerando ACV/DAP como contribución esencial, ACCIONA puede obtener beneficios en los procesos de licitación, así como en la contratación pública ecológica, especialmente en los principales países, como Suecia o Noruega, donde las DAP son obligatorias en las ofertas.





## 8.7. AGRADECIMIENTOS

Los datos necesarios para la realización de Análisis de Ciclo de Vida requerido para la obtención de las Declaraciones Ambientales de Producto han sido proporcionados por diferentes personas de distintos departamentos y divisiones de ACCIONA Infraestructuras y ACCIONA S.A., sin los cuales no habría podido ser factible la consecución de las DAP. Asimismo, la verificación de las DAP se ha llevado a cabo por Marcel Gómez Consultoría Ambiental y la difusión de las mismas a nivel nacional e internacional ha sido posible gracias a ACCIONA, Fenercom, Trespa, Construction 21, International EPD System y PE.

## 8.8. REFERENCIAS

- DING, GRACE K.C. (2008). Sustainable construction- The role of environmental assessment tools. *Journal of environmental management*, 86, 3, 451–464.
- EN 15804, Sustainability of construction works – Environmental product declaration – Core rules of the product category of construction products
- ERLANDSSON, M. y BORG, M. (2003). Generic LCA-methodology applicable for buildings, constructions and operation services-to-day practice and development needs. *Building and Environment*, 38,7, 919-938.
- GARCÍA, L. (2011). Life Cycle Assessment of railway bridges. Developing a LCA tool for evaluating Railway Bridges. Master Thesis 323. *Structural Design and Bridges*. ISSN 1103.4297. ISRN KTH/BKN/EX-323-SE.
- International EPD System (2013). General programme instructions for the international EPD® System.
- ISO 14025 (2006): Environmental labels and declarations-Type III Environmental Declarations-Principles and procedures.

## Implementación de medidas de cuantificación y comunicación de la sostenibilidad...

- ISO 14040 (2006): Environmental management-Life Cycle Assessment-Principles and framework
- ISO 14044 (2006): Environmental management-Life Cycle Assessment-Requirements and guidelines.
- PCR Draft CPC 53212 Rail Infrastructure (2013).
- PCR CPC 53211 highways (except elevated highways), streets and roads (2013).





# 9

## HACIA LOS NUEVOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN CON HUELLA DE CARBONO NULA. PLACAS DE YESO LAMINADO CON HUELLA DE CARBONO NULA

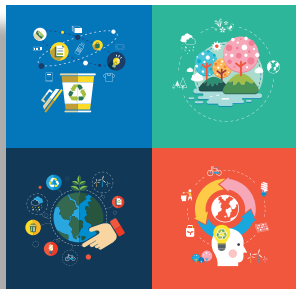


### 9.1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, y por primera vez en el denominado «primer mundo o mundo desarrollado», la sociedad está inmersa en una crisis no solo económica, sino también medioambiental y social. Cada día se generan más residuos, mayor consumo de recursos naturales, un mayor gasto de energía, mayor uso de combustibles fósiles con un consecuente agravamiento del calentamiento global, mayor contaminación, escasez de recursos... Se desarrolla las actividades en un planeta cuyos recursos son finitos y la demanda de energía se incrementa casi exponencialmente. Pero en realidad la cantidad de energía no es el problema central de la sostenibilidad, sino la gestión de los materiales utilizados para obtenerla.

El compromiso y responsabilidad, en confrontación a la actitud de «hay que hacer algo, pero que empiecen los demás primero», lleva a pensar que cada uno, conjuntamente con iniciativas públicas y privadas, ha de actuar para intentar reducir los impactos propios, y si es posible eliminarlos.

Como ya sugirieron algunos expertos en 1968 en posiblemente la primera reunión sobre sostenibilidad de la historia, la del Club de Roma, el modelo económico debe reconocer que existen unos límites al crecimiento y que esos límites deben estar basados en la capacidad del planeta de renovar sus recursos naturales. Posteriormente surge la idea de desarrollo sostenible. Esta idea fue formulada explícitamente en el informe presentado por la Comisión de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas en 1987, —conocido como el Informe Brundtland—, como «el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades». El desarrollo, que no creci-



miento como apuntan muchos expertos, debe hacerse sostenible, perdurable y viable en el tiempo, y de que la sostenibilidad debe tener un triple enfoque: económica, social y ambiental.



**Figura 1.** Dra. Gro Harlem Bruntland. Fuente: [www.mappingignorance.org](http://www.mappingignorance.org).

En el presente capítulo trata de explicar cómo algunas empresas comprometidas con dejar algo mejor a las futuras generaciones, apuestan por una arquitectura sostenible. No solo es importante el *qué*, sino también el *cómo* y el *por qué*. En las siguientes páginas se describe como la empresa multinacional alemana Knauf ha fabricado la primera placa neutra en huella de carbono a través del ecodiseño, la innovación y una metodología basada en el análisis del ciclo de vida (ACV). La calidad, la innovación, el diseño ecológico, la responsabilidad social, la eficiencia energética, la calidad ambiental de los edificios,... son algunos de los parámetros que forman parte intrínsecamente de los nuevos sistemas Knauf: «*Blue Systems*».

En la primera parte se repasa el modelo de trabajo seguido para la elaboración y fabricación de un nuevo producto totalmente sostenible y cuales han sido los pasos y las herramientas utilizadas durante el proceso. Por último se detalla un caso de éxito en el que se ha utilizado una placa de yeso laminado standard con huella de carbono nula, una nueva solución «*Blue System*» basado en un material totalmente sostenible, aunque quizás debiera decirse un material menos insostenible (dado que todo lo que se hace conlleva un impacto). Dicho producto ha sido utilizado en la construcción de la nueva sede del BBVA en Madrid, una joya arquitectónica prevista finalizar a finales de 2015, desarrollada por dos reconocidos arquitectos suizos.



**Figura 2.** Nueva fábrica de placas de yeso laminado de la empresa Knauf en Granada donde se produce la nueva placa Knauf STD-neutral CO<sub>2</sub>.

## 9.2. REDUCIENDO LA HUELLA DE CARBONO EN LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

### 9.2.1. El CO<sub>2</sub> y la huella de carbono en la construcción

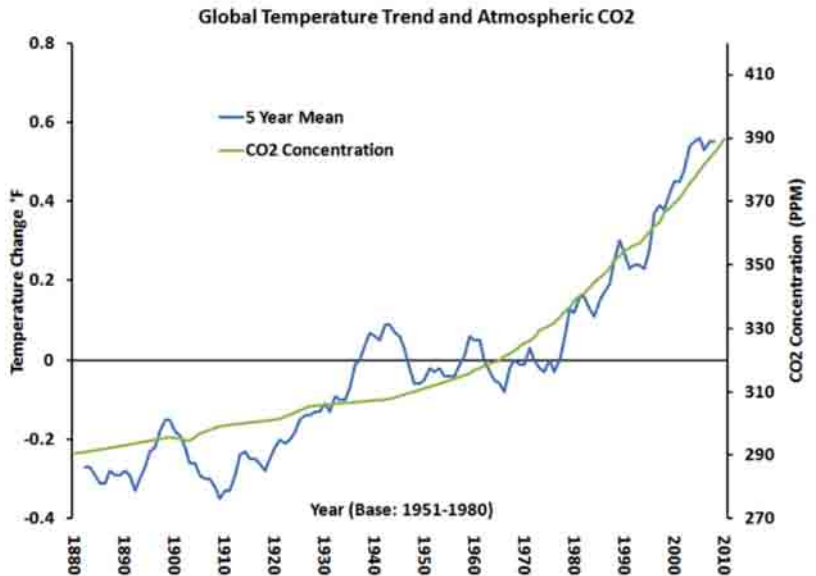
La diferencia de emisiones entre los países más desarrollados, aquellos en desarrollo y los de ingresos más bajos se establecen entre las 12 toneladas por habitante y año para los países más ricos y de 1 toneladas para aquellos de menos ingresos.

Por lo tanto hay una relación directa entre huella de carbono y riqueza, al igual que hay una relación directa entre la huella de carbono y el aumento de temperatura el planeta. Desde la Revolución Industrial hasta ahora la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera ha pasado de 280 ppm a 390 ppm y puede llegar a 750 ppm a final del presente siglo. Las mejores estimaciones disponibles hasta la fecha indican que la temperatura media puede aumentar entre 1,5 y 6 grados centígrados para el año 2100<sup>1</sup>.



<sup>1</sup> NASA-GISS, CDIAC, NOAA ESRL Datos 2011.





**Figura 3.** Tendencia de la temperatura global y CO<sub>2</sub> atmosférico.  
Fuente: NASA-GISS, CDIAC, NOAA ESRL.

Según los expertos, estabilizar la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera a cualquier nivel requeriría cortar las emisiones de CO<sub>2</sub> a la mitad de lo que son ahora. Aunque se consiga estabilizar la concentración de CO<sub>2</sub>, el aumento de temperatura y la subida de nivel del mar continuarán durante cientos de años.

Y uno de los protagonistas de la contribución a la huella de carbono ha sido el sector de la construcción. La gran demanda de viviendas que empezaron a construirse a mediados del siglo xx conllevó la necesidad de extraer gran cantidad de recursos naturales necesarios para elaborar nuevos materiales y trajo consigo el tratamiento de una elevada cantidad de residuos de construcción y demolición, con el coste que ello representa en términos energéticos y de producción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

En Europa se puede decir que el sector de la construcción es responsable del consumo del 50% de los recursos naturales empleados, del 40% de la energía consumida (incluyendo la energía en uso), y del 50% del total de los residuos generados<sup>2</sup>.

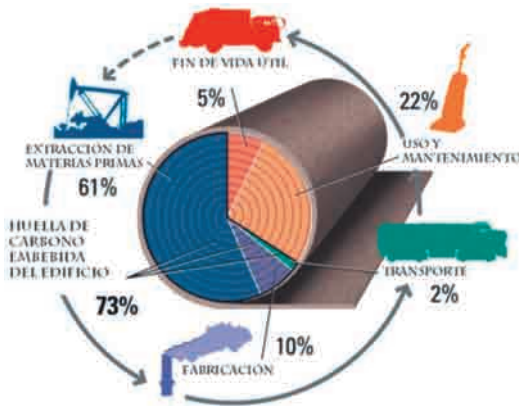
<sup>2</sup> ARENAS CABELLO, F. J.: *El impacto ambiental en la Edificación. Criterios para una construcción sostenible*, Edisofer, 2007.

Resulta muy fácil comprender y observar como los edificios, los coches, las industrias emiten gases que contaminan la atmósfera, pero es relativamente más complejo identificar y ser conscientes de las emisiones que ya se han producido para construir ese mismo coche o el edificio que se va a habitar.

Por lo tanto aunque una gran cantidad de la huella de carbono en la construcción proviene de la energía necesaria para mantener el nivel de confort y bienestar, se ha de ser consciente que una proporción cada vez mayor del consumo total de energía y las emisiones de carbono para edificios de alto rendimiento proviene ya no tanto del uso del edificio (principalmente energético) sino de los materiales y productos utilizados en y durante su construcción.

En el gráfico se observa como el mayor impacto de los materiales proviene de sus primeras etapas de fabricación, casi el 75%. De hecho la mayor calidad y prestaciones de los productos tienden a reducir cada vez más la huella de carbono durante la fase de uso y mantenimiento.

Es este carbono embebido el que también debe reducirse para que la huella total del edificio sea lo más insignificante posible.



**Figura 4.** Esquema de la huella de carbono durante las distintas fases del ciclo de vida de los materiales de construcción. Fuente: WRAP.

Por lo tanto conviene ser conscientes de la necesidad de frenar el cambio climático, no sólo aumentando la eficiencia energética de los edificios sino también construyendo con productos sostenibles y primando la fabricación con una baja huella de carbono.



### 9.2.2. El rol fundamental de la construcción: eficiencia, ecología y economía

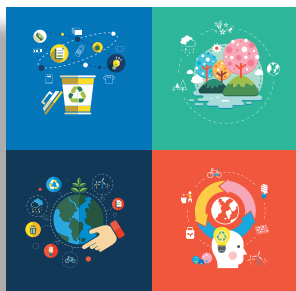
La ecología y economía tienen una raíz común que etimológicamente describe el significado de «la casa». Para los antiguos griegos la «casa» conllevaba un significado mucho más amplio que el actual, abarcando incluso el concepto del poblado, las urbes o el territorio. La demanda y la competencia por los recursos finitos es cada vez mayor, y es precisamente la presión sobre algunos de estos recursos lo que causa una mayor degradación y fragilidad del medio ambiente. Por todo ello surge la economía circular. La Economía circular es un término amplio que recoge algunos aspectos de modelos como la economía ecológica, el «cradle to cradle», la biomímica, el «blue economy», la ingeniería verde o el capitalismo natural. Persigue el cambio de una economía lineal (producir, usar y tirar) hacia un modelo circular, tal y como ocurre en la naturaleza.

Por lo tanto, ¿cómo se puede trabajar en un nuevo modelo en el que se puede cerrar el círculo (de recursos de materias primas, de energía, de agua,...)? Generalmente la manera más común de reducir huella de carbono es mediante nuevos proyectos en energías renovables, residuos o en plantaciones de árboles. Pero ¿y si cada uno al final de la semana planta por ejemplo la cantidad de árboles necesarios para compensar su propia huella de carbono? Si por ejemplo, cada persona plantase unos seis árboles al año se podría compensar casi totalmente la huella de carbono producida.

Avanzar hacia una economía más circular es esencial para conseguir un crecimiento inteligente, sostenible y resiliente. Pero la transición a una economía más circular requiere cambios; desde el uso de nuevos sistemas o productos, nuevos modelos de construcción, nuevas formas de convertir los residuos en un recurso, nuevos modos de planificación urbana o nuevos modos de comportamiento de los consumidores.

Como plantea la UE esto implica un cambio sistémico total, no sólo en las tecnologías y la innovación, sino también en la organización, la sociedad, los métodos y las políticas de financiación. Muchas veces por desgracia, la falta de eficiencia está paralizando la competitividad.

En el sector de la construcción, de gran impacto económico y ambiental, el cambio ha de ser prioritario. En la UE por ejemplo dese hace

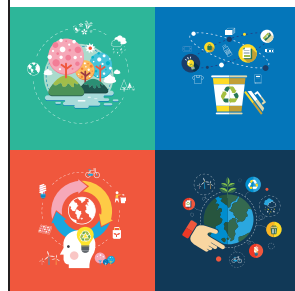


años se impulsan planes de desarrollo, como por ejemplo los H2020, que buscan la eficiencia y el cambio hacia modelos de economía circular<sup>3</sup>.

Según un informe del gobierno británico las emisiones del sector de la construcción representa casi el 47% de las emisiones totales del año 2008 en el Reino Unido y las emisiones durante la fase de uso y mantenimiento de los edificios representa aproximadamente el 80% de estas emisiones<sup>4</sup>. En Estados Unidos el sector de la construcción aporta aproximadamente el 38% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero<sup>5</sup>.

En Europa, por ejemplo, se malgasta la asombrosa cifra de 500 mil millones de euros al año como resultado de la pérdida de eficiencia energética. La industria de la construcción es responsable del 40% de la energía perdida en Europa y más del 80% de sus edificios son una hemorragia de dinero en efectivo, ya que son totalmente ineficientes durante su fase de uso y totalmente insostenibles durante su fase de extracción de materias primas y fabricación de productos<sup>6</sup>.

Para poder renovar todo el stock de viviendas en Europa para el año 2050 se estima que son necesarios unos 100 mil millones de euros el año, consecuencia de una construcción ineficaz y ecológica y económicamente desastrosa<sup>7</sup>. Utilizar por lo tanto materiales de construcción sostenible es esencial. La placa de yeso laminado es un producto utilizado en numerosas soluciones arquitectónicas y con grandes cualidades que mejoran la calidad ambiental de los edificios, el aislamiento acústico, térmico, resistencia al fuego y son además productos de baja intensidad energética de fabricación. Se trata de un material predominante en la construcción para interiores, especialmente en los EE.UU. y en Europa, a excepción de algunos de los países del sur.



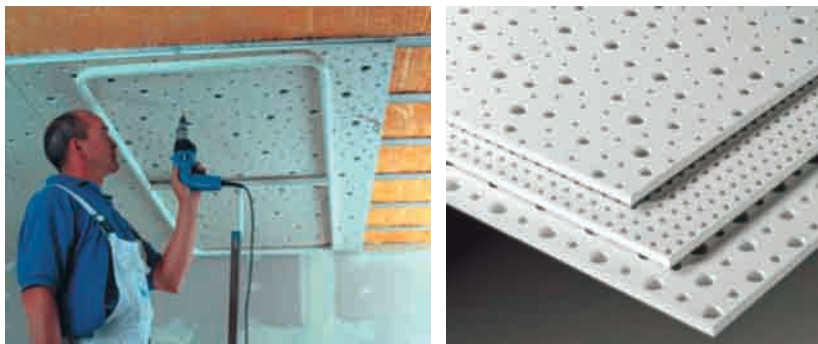
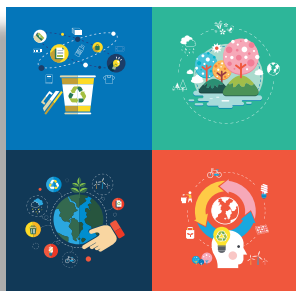
<sup>3</sup> <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>

<sup>4</sup> IGT report según informe del año 2010 del gobierno británico «Estimating the amount of CO<sub>2</sub> emissions that the construction industry can influence» link

<sup>5</sup> Departamento de medioambiente de los Estados Unidos de América (2008). Datos del «Annual Energy Outlook».

<sup>6</sup> Memoria de Sostenibilidad 2010 "Knauf Insulation Sustainability Report"

<sup>7</sup> ÁLVAREZ-UDE COTERA, L.: «Edificación y desarrollo sostenible. GBC: un método para la evaluación», *Informes de la Construcción*.



**Figura 5.** Sistemas Knauf.

Y una de las mayores ventajas y a la vez mayores retos se encuentra en su posterior reciclado. Las placas de yeso laminado son 100% reciclables y empresas como la multinacional alemana tienen sistemas de reciclado interno en el que se recicla el 100% del rechazo interno de sus procesos de fabricación, pero en España por son escasos los gestores de residuos que estén trabajando en una correcta segregación y reciclaje de los residuos de placa de yeso. Se calculan que en los países desarrollados casi 40.000 toneladas de residuos de placas de yeso laminado se envían cada día a vertedero, lo suficiente como para cubrir más de 180.000 campos de fútbol al año. En 2007, según datos de Eurogypsum, en la mayoría de los países de la UE el consumo de placas de yeso laminado es de 2 a 5 m<sup>2</sup> por habitante y año. Como residuo, a pesar de no tener datos estadísticos muy fiables, se estima que se generan anualmente unos 1,5 m<sup>2</sup>/habitante. Por lo tanto aún se está lejos de poder generar un ciclo perfecto en el que no haya un mayor insumo de materias primas, pero el objetivo es ir reduciéndolo hasta alcanzar un potencial de reciclaje óptimo que permita aprovecharlo para volver a producir materiales de igual o mejores características<sup>8</sup>.

### **9.3. DAP Y ACV: HERRAMIENTAS ESENCIALES DE GESTIÓN PARA LA COMPENSACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO MEDIANTE EL ECODISEÑO**

#### **9.3.1. El enfoque de la triple sostenibilidad**

A priori un producto es muy difícil de evaluar si es bueno o malo desde el punto de vista de la sostenibilidad. Para ello se requiere una evalua-

ción y una metodología que permita cuantificar y valorar la sostenibilidad en indicadores fiables.

Como ya se comentaba en los pasados capítulos una declaración ambiental de producto (DAP) es un tipo de ecoetiqueta que basándose en una metodología del análisis del ciclo de vida (ACV) ofrece información cuantitativa de los impactos ambientales que ocasiona el producto a lo largo de vida útil o bajo las fronteras que el documento (DAP) establezca. Al tener que evaluar la información de una metodología y bajo unas determinadas reglas permite a las empresas no solo tener un mayor conocimiento del estado de situación sino también un mayor control para reducir o mitigar los impactos. Por ejemplo, uno de los objetivos de las DAP es que comunican y pueden ser útiles a la hora de reducir la huella de carbono<sup>9</sup>.

Pero en Knauf todo este proceso basado en una metodología del análisis de ciclo de vida (ACV) permite incluso ir más allá analizar durante el proceso de diseño de un producto y aplicarlo desde un enfoque de la «triple P» de las sostenibilidad: *people* —social—, *planet* —medioambiental— y *profit* —económica—. El objetivo es trabajar con un ACV que integre esta triple perspectiva realizando además el análisis del coste del ciclo de vida (ACCV) y el análisis del ciclo de vida social (ACVS) intentando acercarse a la empresa sostenible del siglo XXI.



Figura 6. Enfoque de la «triple P» de las sostenibilidad. Fuente propia.

<sup>9</sup> Comunicado de la Comisión Europea: «Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions».



### 9.3.2. Ecodiseño y ACV

La metodología basada en el ecodiseño y el análisis del ciclo de vida conlleva una serie de pasos previos en las que han de actuar todos los responsables de la vida útil del producto, desde los trabajadores que extraen las materias primas, pasando por los clientes, administración,... Resulta tan fundamental un análisis de las materias primas a utilizar en el nuevo producto como un estudio de las tendencias del mercado en el que se va a incorporar el producto o sistema.

Antes del diseño como tal del producto normalmente puede haber una necesidad y/u oportunidad (nivel interno) o una investigación/innovación que permite aportar una mejora, o reducir un impacto negativo del actual producto,...

Trabajando con una metodología de ACV es posible realizar ese análisis en tiempo real y poder mejorar los aspectos ambientales de los productos, así como sus aplicaciones. Una vez evaluados los aspectos ambientales basados en indicadores establecidos se puede empezar a aplicar los planes de mejora ambiental y en cada una de las fases de ciclo de vida de los productos. Knauf GmbH en España es hoy por hoy la única empresa del sector que tiene todos los productos fabricados en España certificados en Ecodiseño según la norma UNE-EN ISO:14006.



**Figura 7.** Certificado en Ecodiseño según la norma UNE-EN ISO:14006.

Cada producto tiene el aval de haberse diseñado y fabricado siguiendo las directrices que marca la norma y que optimiza a través de esos planes de mejora la reducción o eliminación de aspectos ambientales negativos. EL enfoque de la norma además se asemeja

al enfoque cíclico PDCA del resto de normas de sistemas de gestión: planificar-hacer-verificar-actuar (*plan-do-check-act*).

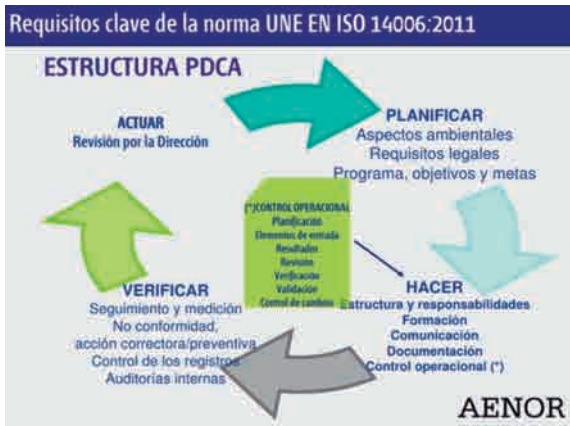


Figura 8. Estructura PDCA de un sistema de gestión de Ecodiseño. Fuente: AENOR.

## 9.4. ANALISIS DEL CICLO DE VIDA DE LAS PLACAS DE YESO LAMINADO

El yeso es uno de los materiales de construcción más antiguos, de hecho, los hombres del Neolítico lo utilizaban para las juntas de empalizadas y en los revestimientos de las paredes de sus cabañas. A partir de entonces se empezó a utilizar en Oriente Medio, Egipto, Grecia, Roma y es finalmente el pueblo Árabe quien lo introduce en España.

Posteriormente apareció la placa de yeso laminado (PYL). La placa de yeso laminado, es un material que se empezó a fabricar a escala por primera vez en Estados Unidos en 1916, aunque tuvo que ser en la II Guerra Mundial, periodo en el que no había suficiente mano de obra para la construcción, cuando se dieron cuenta que las placas de yeso laminado era un sistema mucho más eficiente y rápido que los sistemas tradicionales.

En España el yeso es un material muy abundante, prácticamente en casi la mitad del territorio es posible encontrar materiales con yeso, pero no es hasta el siglo XIX cuando se empieza a estudiar el proceso de deshidratación y fraguado del yeso, y ya bien entrado el siglo XX es cuando se empieza con la fabricación a gran escala.







Como se ha comentado anteriormente los materiales de construcción inciden en el medio ambiente a lo largo de su ciclo de vida, desde su primera fase; esto es, desde la extracción y procesado de materias primas, hasta el final de su vida útil; es decir, hasta su tratamiento como residuo; pasando por las fases de producción o fabricación del material y por la del empleo o uso racional de estos materiales en la Edificación.

La fase de extracción constituye la primera etapa del ciclo, que se lleva generalmente a cabo a través de la minería a cielo abierto y arranque mediante explosivos.



**Figura 9.** Esquema del ciclo de vida de las placas de yeso laminad.  
Fuente propia.

El impacto producido por las canteras y graveras en el paisaje, su modificación topográfica, pérdida de suelo, así como la contaminación atmosférica y acústica, exigen un estudio muy pormenorizado de sus efectos a fin de adoptar las medidas correctoras que tiendan a eliminar o minimizar los efectos negativos producidos. El objetivo es conservar e incluso mejorar los hábitats naturales existentes antes de la explotación.

La fase de producción o fabricación de las placas de yeso laminado es quizás la más importante de todas. Aquí es donde se produce un mayor consumo energético, principalmente de gas natural, y por lo tanto unas mayores emisiones de CO<sub>2</sub>. Aun así la intensidad energética de este material de construcción es muy inferior al de los materiales tradicionales utilizados. En cuanto a las principales materias primas utilizadas se cuenta

## Hacia los nuevos materiales de construcción con huella de carbono nula. placas de yeso ...

con el yeso y el cartón. En la empresa Knauf todas las materias primas siguen el mismo estándar de calidad y por ejemplo en el caso del cartón se exige a los proveedores el certificado PFEC, un certificado de garantía de que el cartón procede de bosques gestionados de manera responsable y sostenible. Otra garantía en esta etapa es que no se generan vertidos con lo que el posible impacto al entorno que conlleva se ve eliminado.

La fase de logística y transporte es importante a la hora de distribuir el producto ya que el consumo de diésel de los camiones es elevado y conlleva una fuerte carga del impacto de las emisiones de dióxido de carbono y óxidos nitrosos. La alta rentabilidad de carga y ocupación de espacio en camiones resulta vital a la hora de reducir la huella de carbono en esta etapa.

Por último, la fase final del ciclo de vida de los materiales de construcción coincide con su tratamiento como residuo. La placa de yeso laminado es 100% reciclable con lo que sus usos posteriores de aprovechamiento son extensos (para la propia fabricación de productos yesíferos, para cemento, compost, lechada animal, industria dental,...) Estos residuos proceden, en su mayor parte, de derribos de edificios o de rechazos de materiales de construcción de obras de nueva planta o de reformas. Los residuos de placas de yeso laminado, conforme a la Directiva europea, se están segregando en vertederos tipo II para materiales no peligrosos aunque la propia iniciativa de fabricantes como Knauf es poder dar una salida al residuo recicándolo o utilizándolo como subproducto en otros procesos; i.e. cerrando el ciclo de vida y generando un modelo de economía circular.



**Figura 10.** Fábrica de Knauf en Guixers (Lleida).





## 9.5. DECLARACIONES AMBIENTALES DE PRODUCTO (DAP) E INDICADORES DE IMPACTO. HERRAMIENTAS CONTINUAS DE CONTROL MEDIOAMBIENTAL DEL ANALISIS DEL CICLO DE VIDA

Lo cierto es que para mejorar las prestaciones durante el ciclo de vida de un producto o material es necesario conocer sus impactos, por tanto el primer paso para aplicar este instrumento del ciclo de vida a toda la economía consiste en generar y recopilar información sobre los impactos ambientales durante el ciclo de vida de los productos. Esta información puede reunirse en Inventarios de Ciclo de Vida (ICV) e interpretarse mediante Análisis del Ciclo de Vida (ACV). La combinación del ICV y ACV no es sencilla ni barata. Algunos elementos son de dominio público, otros no, y su valor depende de su calidad y de su relevancia para las necesidades y las opciones del usuario<sup>10</sup>.

El método analítico que utilizado en este proyecto para determinar el ACV de la placa de yeso laminado se ha basado en la norma ISO 14040 sobre el análisis del ciclo de vida la, PAS 2050 / ISO 14067 (metodologías de referencia para el cálculo de la huella de carbono) y norma EN 15804 sobre declaraciones ambientales de producto. Para el producto de las placas de yeso laminado aún no hay en la mayoría de los administradores de sistemas DAP un marco regulador definido por las Reglas de Categoría de Producto, si bien la asociación Atedy y Aenor están trabajando para definir las próximamente.



**Figura 11.** Ciclo de vida de los materiales de Construcción. Fuente: AENOR.

<sup>10</sup> FRANCISCO J. ARENAS CABELLO: UNED. «Los materiales de construcción y el medio ambiente».

## Hacia los nuevos materiales de construcción con huella de carbono nula. placas de yeso ...

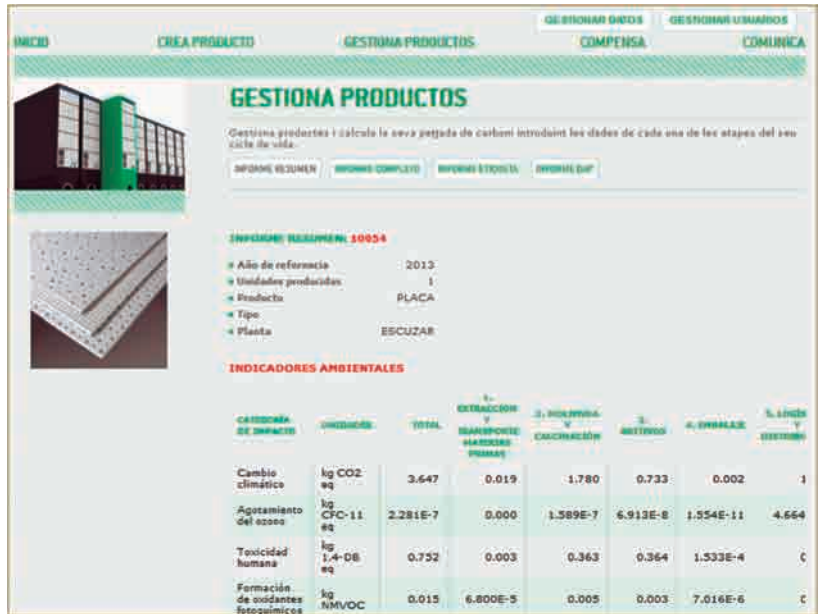
En el ciclo de vida de los materiales de Construcción se realizan una serie de procesos que producen impactos y las DAP describen básicamente los impactos del producto, que generalmente vienen definidas mediante indicadores consensuados a nivel internacional<sup>11</sup>:

- Agotamiento de recursos: materia prima de fuentes no renovables
- Consumo de energía: energía incorporada o *embodied energy*.
- Contaminación del aire, las aguas, y la tierra provocando:
  - Calentamiento global / Efecto invernadero
  - Acidificación
  - Destrucción de la capa de ozono
  - Eutrofización
  - Potencial creación de ozono fotoquímico (SUMMER SMOG)
- Emisión de Sustancias perjudiciales para la salud de las personas
- Producción de Residuos

En la empresa Knauf el sistema de gestión de los ACV y DAP se realiza de una manera totalmente continua. Cada mejora o variación que pueda conllevar un cambio en algún aspecto del producto durante algunas de las fases del ciclo de vida del producto conlleva un nuevo análisis. Para realizar estos análisis de una manera más efectiva se trabaja mediante una plataforma informática, que proporciona toda la información relevante sobre ese producto en cada fase del ciclo de vida. Ello permite por ejemplo analizar el impacto que tendría un nuevo aditivo o el impacto del transporte del producto a un nuevo cliente situado en cualquier parte del mundo.



<sup>11</sup> Fuente EOI, Escuela de Organización Industrial.



**Figura 12.** Interface del programa de análisis continuo del ACV y DAP. Fuente propia.

Generalmente cuando se crea un producto cuyas características o impactos se creen que no van a variar (o al menos por debajo del 1% en cuanto a los impactos) se procede a establecer su Declaración Ambiental de Producto (DAP). En el caso de la herramienta informática de gestión del ciclo de vida de la empresa Knauf este proceso se realiza de manera automática, generando un informe que extrae los datos necesarios de elaboración para el informe DAP.

Una vez se obtiene el informe DAP de Knauf, se ha de realizar la verificación a través de un administrador de sistemas de DAP y bajo unas reglas de categoría de producto previamente definidas.

## 9.6. CASO DE ÉXITO: NUEVOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLES

### 9.6.1. *Blue Systems* de Knauf: nuevas soluciones más sostenibles

Son muchos los productos que existen en el mercado y que ofrecen magníficas soluciones para proyectos de construcción o rehabilita-

ción de edificios. El reto de la empresa Knauf es crear los mejores productos y sistemas para dar solución y satisfacer a los clientes.

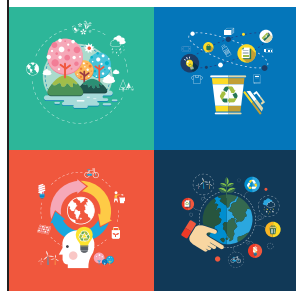
Actualmente las garantías para muchos fabricantes de materiales de construcción pasan por certificar mediante un tercero aquello que avala, o dicen avalar, sus productos. La garantía actual de la empresa se basa en los denominados sistemas «Blue Systems». La nueva construcción azul (o «Blue Systems») es aquella que además de ofrecer las mejores soluciones que demandan los clientes (usuarios, arquitectos, promotores, constructores,...) incorpora la marca verde, la marca del compromiso social, la del respeto por el entorno y la de mitigar cada uno de los impactos que se generan. Y cada uno de estos impactos son concebidos dentro del sistema de gestión de la propia empresa, reduciéndolos o eliminándolos.

Es el caso de Knauf, donde todos los productos fabricados en España concebidos y diseñados ecológicamente, siendo Knauf España la única empresa del sector a nivel mundial en certificar todos sus productos en Ecodiseño. Además certifica sus sistemas de gestión; de la calidad según la norma ISO: 9001, la medioambiental según la norma ISO: 14001 o la de gestión de la seguridad y prevención de riesgos según la Ohsas: 18001. Todos estos certificados, conjuntamente con otros (algunos ya mencionados anteriormente) son el mejor aval para los arquitectos y constructores que depositan su confianza en las cualidades y posibilidades de los sistemas.

Pero recientemente la empresa ha optado por dar un paso más allá y ser un referente a nivel mundial en una nueva propuesta para aquellos clientes, como los responsables del proyecto ciudad BBVA, que están totalmente convencidos del cambio hacia una arquitectura más sostenible. La utilización de la nueva placa standard neutra en carbono de *Blue Systems*, una placa con nulas emisiones de carbono durante su ciclo de vida ha sido un paso más allá hacia la nueva construcción sostenible.

Obviamente cualquier producto de construcción, por muy sostenible que sea, siempre lleva incorporada una huella de carbono inicial, que puede provenir del transporte, de su fabricación, la logística,...

La novedad en este caso y que se ha planteado en el grupo Knauf ha sido trabajar en un producto que al final de su vida útil no haya generado CO<sub>2</sub>. El producto Knauf STD-Neutral CO<sub>2</sub> tiene las mismas carac-





terísticas técnicas, las mismas aplicaciones y se garantiza la máxima calidad del producto (certificados de Ecodiseño, IBR de biohabitabilidad, nivel A+ de COV,...) pero con la diferencia de tener una huella nula, una huella neutra de carbono y que además ha servido para desarrollar proyectos de colaboración en países de África y América central.

### **9.6.2. El primer edificio con placas de yeso laminado con huella de carbono nula**

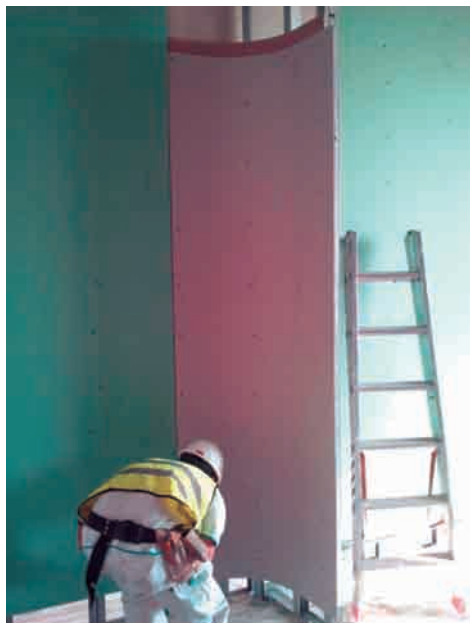
La Ciudad BBVA es un complejo proyectado por el prestigioso estudio suizo Herzog & De Meuron en el que destaca La Vela, una torre de 93 metros de altura y 19 plantas bautizada así por los empleados del grupo y que está llamada a ser uno de los emblemas del skyline de Madrid, por su singularidad, calidad arquitectónica y diseño innovador.

Esta nueva sede de 114.000 m<sup>2</sup> —en la que ya trabajan casi 2.000 empleados y a la que se trasladarán otros 4.000 a lo largo de 2015— se completa con siete edificios horizontales y una gran plaza central de 100 metros de diámetro.

Para levantar La Vela se han seguido los criterios de sostenibilidad necesarios para conseguir el certificado LEED Oro, el estándar de construcción sostenible más exigente. Los materiales utilizados tienen bajo impacto ambiental y los edificios están diseñados para que se pueda llevar a cabo una monitorización remota del consumo energético.

Para la construcción de la nueva sede del BBVA los responsables del proyecto optaron por utilizar los productos de la empresa Knauf, entre ellos nueva placa standard neutra en carbono.

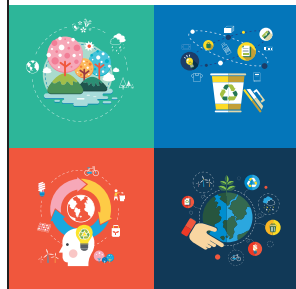
Por el momento ya se han suministrado más de 200.000 metros cuadrados de producto que son una apuesta segura en materia de eficiencia energética, acústica, térmica, protección contra el fuego, contra la humedad y para la mejora de la calidad ambiental interior de los espacios diseñados.



**Figura 13.** Instalación de placas de yeso. Fuente propia.

Además con las placas de yeso laminado se están diseñando los locales de tal manera que el acondicionamiento acústico no sea un problema. Los sistemas de placa de yeso laminado se comportan acústicamente según la teoría masa-muelle-masa. A diferencia de otros sistemas tradicionales donde la mejora acústica se consigue mediante un aumento de la masa, estos sistemas combinan, la masa de las placas con el material elástico que se incorpora en la cámara de aire. El aislamiento acústico a ruido de impacto es también un factor importante a la hora de diseñar los espacios de trabajo de la ciudad BBVA que requieren evitar al máximo las distracciones y conseguir el mayor silencio posible.

A la hora de buscar soluciones contra el fuego, el correcto diseño con placas de yeso laminado permite la versatilidad ya que es posible sectorizar zonas del edificio mediante tabiques, techos, suelos,... además de protección al fuego de conductos de ventilación y protección de estructuras metálicas y de madera.







**Figura 14.** Certificado A+ de emisiones de COV (R D francés 321/2011) y Certificado IBR Institut für Baubiologie (Instituto de Biología de la Construcción) de Rosenheim, Alemania. Fuente propia.

La calidad ambiental de los edificios era otra de las preocupaciones de los arquitectos a la hora de concebir el diseño. Las placas Knauf son garantía de calidad ambiental de los edificios a través de los certificados IBR de biohabitabilidad y el certificado A+ de emisiones de COV para calidad ambiental interior según el decreto francés 321/2011. El certificado con la calificación A+ (máxima calidad reconocida) conseguida por los productos Knauf evalúa las emisiones de COV que emiten los distintos materiales de construcción.

El certificado IBR está otorgado por el Institut für Baubiologie («Instituto de Biología de la Construcción») de Rosenheim (Alemania) donde se evalúan las repercusiones que tienen los productos en la salud de los seres humanos. De esta forma el certificado IBR garantiza que los productos certificados y a los que se estudian diversos aspectos como su radiactividad, el posible contenido de metales pesados, o de compuestos orgánicos volátiles (COV) y otros factores que conforman la biología de la construcción, son garantía para la construcción de salud de la vivienda.

El aislamiento térmico es otra de las propiedades esenciales que se necesitaba. Conseguir un ahorro energético y económico, además de una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> es esencial para conseguir viviendas totalmente sostenibles.

## 9.7. LA VERTIENTE SOCIAL

A través de la participación en dos proyectos de desarrollo se consiguió neutralizar las propias emisiones de CO<sub>2</sub> del producto. Particularmente para la nueva placa Knauf Standard neutra en carbono se participan en dos proyectos en África y el continente sudamericano. La implicación de Knauf en ambos proyectos va muy en la línea con la propia filosofía de la empresa de trabajar en base a una economía más circular y en desarrollar acciones de responsabilidad social de la empresa a través no solo de sus trabajadores, clientes o proveedores, sino ahora también a través de productos. Cuando se gestionan por ejemplo la fabricación de nuevos sistemas, llega un momento en que ya no se pueden reducir más los impactos generados y por lo tanto se han de realizar acciones paralelas que creen impactos positivos y que sean capaces de compensar la totalidad de impactos negativos que irremediablemente generamos.

En Knauf desde el punto de vista medioambiental en estos proyectos se ha logrado reducir la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera así como de emisión de olores o la emisión a la atmósfera de otros contaminantes orgánicos volátiles<sup>12</sup>.



**Figura 15.** Fotografía de uno de los proyectos de desarrollo de la empresa Knauf en África. Fuente propia.

<sup>12</sup> [www.knauf.es](http://www.knauf.es)





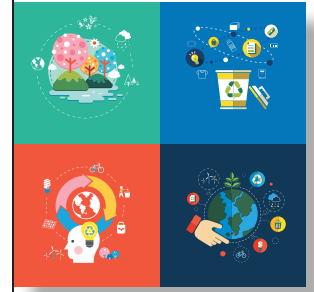
## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

Desde el punto de vista social el proyecto ha contribuido al propio desarrollo económico creando nuevos mercados generando nuevos y mejores puestos de trabajo debido a la necesidad de construcción de nuevas instalaciones.

El nuevo reto se basa en que cada empresa, cada persona, debe trabajar para llegar a ser sostenible, y aunque quizás no haya ninguna empresa ni ninguna persona que lo pueda llegar a ser totalmente, el camino ha de avanzar en base a valores de innovación, mejora continua y respeto por lo económico, lo social y el medio ambiente y entonces quizás así algún día las generaciones futuras no se verán comprometidas por nuestras decisiones.

# 10

## HUELLA DE CARBONO: METODOLOGÍAS DE CÁLCULO, ESTÁNDARES INTERNACIONALES, y RD. 163/2014

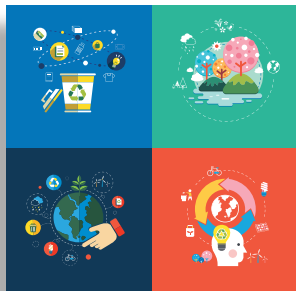


### 10.1. INTRODUCCIÓN

Según la Universidad de Oxford, la huella de carbono es la cantidad de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como resultado de las actividades llevadas a cabo por un individuo, organización o comunidad (traducido de la definición encontrada en <http://www.oxforddictionaries.com>). Esta definición sencillamente, no es suficiente para abarcar el objeto de este capítulo.

Para verdaderamente abarcar el contexto de la huella de carbono se deben considerar conceptos no incluidos en la definición. En función de esto la definición de la huella de carbono debería incluir conceptos como la totalidad de los gases de efecto invernadero, los factores de conversión, y la trazabilidad de los datos y resultados. De esta manera, se puede redefinir la huella de carbono como: *la cuantificación objetiva de los Gases de Efecto Invernadero (en adelante GEI) emitidos de manera directa o indirecta por individuos, organizaciones, eventos, productos, servicios y países cuyos resultados sean reproducibles y verificables por terceras partes, utilizando factores de conversión provenientes de fuentes comúnmente aceptadas para este uso.*

El objeto de este capítulo es el de exponer diferentes metodologías para el cálculo de la huella de carbono así como las normas de referencia, contextualizándolas en el marco conceptual del calentamiento global para comprender las implicaciones generales que las emisiones de GEI tienen en el mismo. Además se realizará un análisis detallado del reciente RD 163/2014 sobre el registro voluntario de huella de carbono y sus implicaciones a nivel nacional.



## 10.2. METODOLOGÍAS DE CÁLCULO Y ESTÁNDARES INTERNACIONALES DE LA HUELLA DE CARBONO

A la hora de calcular la huella de carbono lo primero y más importante que conviene hacer es valorar es el objetivo del cálculo, es decir, hay que preguntarse si el cálculo se va a realizar para contabilizar las emisiones de GEI de una organización, de un servicio, de un producto u otros. Sea cual sea el caso, existen varias metodologías para el cálculo de la huella de carbono, siendo las más destacadas y accesibles: el *GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol; Protocolo de Gases de Efecto Invernadero)* elaborado por el *World Resource Institute (WRI)*; y la norma de origen Británico *PAS 2050:2011*, elaborada por el *British Standards Institute*. Todas estas especificaciones para la contabilización de la huella de carbono vienen acompañadas de guías para su implantación y documentación adicional.

En España, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente ha publicado recientemente una guía oficial para el cálculo de la huella de carbono de organización y para la elaboración de planes de mejora (Real Decreto 163/2014, de 14 de marzo), sin embargo dicha guía no supone una metodología oficial, sino que se trata de un resumen sobre la huella de carbono que recoge los principios básicos del cálculo.

Antes de seguir adelante con las distintas normas internacionales para el cálculo de la huella de carbono, el usuario debe conocer qué es el cambio climático, cuáles son los gases de efecto invernadero, y por qué hay que actuar para reducir al máximo posible las emisiones de estos gases.

### 10.2.1. El cambio climático

El cambio climático es un proceso natural mediante el cual el clima global de nuestro planeta varía más o menos en función de los distintos parámetros climáticos globales. A la hora de cuantificar la huella de carbono, verdaderamente lo que una organización debe hacer es calcular objetivamente el impacto medioambiental que su actividad o producto está teniendo sobre el cambio climático, y en qué proporción contribuyen al mismo. Esta cuantificación objetiva se realiza mediante la identificación de las emisiones de gases de efecto invernadero de la organización, servicio o producto en cues-

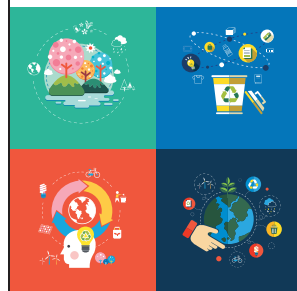
tión y su contabilización posterior. De esta manera, calcular la huella de carbono supone la cuantificación objetiva del impacto que una organización, un producto o un servicio tienen sobre el calentamiento global.

Para verdaderamente entender qué es el cambio climático y en qué consiste es necesario comprender qué es el efecto invernadero y qué gases son los que contribuyen al calentamiento global. A continuación se ofrece un contexto reducido y generalizado de los conceptos básicos necesarios para evaluar el calentamiento global, que en definitiva, son los parámetros que se detallarán, estudiarán y calcularán a la hora de contabilizar la huella de carbono. Es necesario prestar especial atención a los diferentes gases de efecto invernadero ya que estas emisiones son las que habrá que cuantificar para calcular la huella de carbono.

### **10.2.1.1. Cambio global y Efecto Invernadero**

El efecto invernadero es un mecanismo natural mediante el cual la atmósfera nos protege de la radiación del sol y conserva la temperatura del planeta. El siguiente diagrama muestra a grandes rasgos en qué consiste el efecto invernadero. Siguiendo la puntuación de la figura 1 el efecto invernadero se puede explicar en cuatro pasos:

1. El sol emite energía infrarroja que pasa a través de la atmósfera y llega hasta la superficie terrestre. Parte de ella es reflejada por la atmósfera y la superficie terrestre.
2. En la superficie la energía queda atrapada en forma de calor. Al calentarse, la energía se vuelve a emitir a la atmósfera.
3. Esa energía infrarroja es absorbida y emitida de nuevo por los GEI a la superficie terrestre.
4. Los GEI absorben parte del calor pero el calor que no se ha podido absorber se vuelve a emitir hacia la superficie. El calor repite este proceso una y otra vez hasta que se disipa definitivamente.



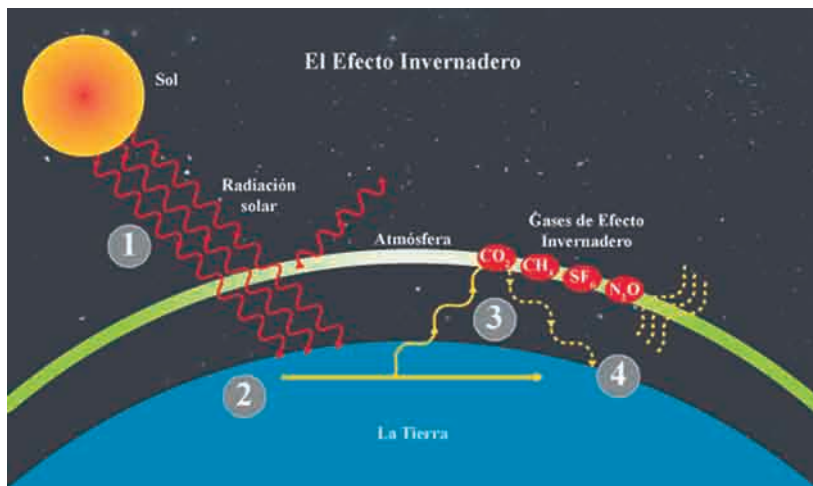


Figura 1. Diagrama sobre el cambio climático. Fuente: CO<sub>2</sub>Summit.

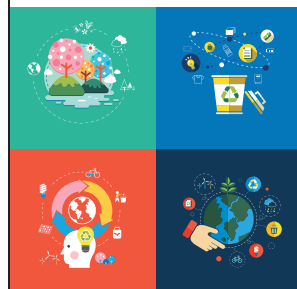
El aumento de la cantidad de GEI presentes en la atmósfera aumenta la cantidad de calor absorbido, y en consecuencia aumenta la temperatura global. Esta es la razón principal por la cual los GEI representan un aspecto esencial a la hora de considerar el impacto ambiental que tiene el ser humano sobre el planeta y sus ecosistemas. Si a esto se suma un coeficiente de correlación positivo entre el aumento de las temperaturas, el aumento en la concentración de GEI en la atmósfera, y el incremento generalizado de la actividad industrial, además del aumento en el uso de combustibles fósiles, se obtendrá un sistema de retroalimentación positivo en el que la actividad humana es en parte responsable de el aumento de GEI en la atmósfera y del aumento de la temperatura global.

### 10.2.1.2. Diferentes gases de Efecto Invernadero

Para poder paliar el incremento del efecto invernadero es necesario identificar las fuentes de emisión y actuar sobre ellas, y por tanto es necesario conocer previamente los diferentes tipos de GEI. Como se ha visto, los gases que contribuyen al efecto invernadero lo hacen absorbiendo energía infrarroja; esta característica se denomina «potencial de calentamiento» y la magnitud de ese potencial depende del gas en cuestión:

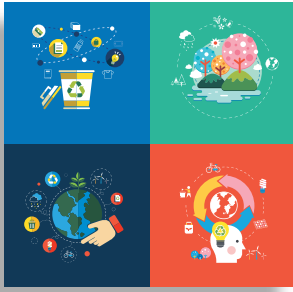
**Tabla 1.** Gases de Efecto Invernadero. Fuente: CO<sub>2</sub>Summit.

<b>CO<sub>2</sub> dióxido de carbono</b>	Es el gas de efecto invernadero de origen humano producido en mayor cantidad. Aunque hay otros gases con mayor capacidad de retención de calor, el CO <sub>2</sub> debido a su abundancia es responsable de la mayor parte del efecto invernadero inducido por actividades humanas. Las principales fuentes de este gas son la quema de combustibles fósiles, la eliminación de bosques y los incendios forestales.
<b>Vapor de Agua</b>	Debido al enlace químico de puente de hidrógeno característico de la molécula de H <sub>2</sub> O este gas de efecto invernadero es considerado el más potente en términos de su potencial para retener el calor. La clasificación de este gas como un gas de efecto invernadero propiamente dicho se encuentra en debate en la actualidad.
<b>CH<sub>4</sub> Metano</b>	Se libera de manera natural con la descomposición de materia orgánica en ambientes pobres en oxígeno (O <sub>2</sub> ) como arrozales, zonas pantanosas y vertederos. Las mayores fuentes de este gas son la actividad ganadera, la agricultura, el deshielo del permafrost y las termitas.
<b>SF<sub>6</sub> hexafluoruro de azufre</b>	Utilizado en los interruptores eléctricos de alto voltaje, en la fundición de magnesio, en los acristalamientos aislantes del ruido y en las pelotas de tenis. Es el gas de efecto invernadero con mayor capacidad de retención de calor solo superado por el vapor de agua.
<b>N<sub>2</sub>O óxido nítrico</b>	Su potencial para el calentamiento es unas 300 veces mayor que el del CO <sub>2</sub> , pero su concentración en la atmósfera es mucho menor. También conocido como «gas de la risa», se utiliza en los fertilizantes agrícolas y en la producción industrial. Es producido por los catalizadores y la quema de residuos sólidos.
<b>PFCs carbonos preflorados</b>	Subproductos de la fundición de aluminio e industria de semiconductores.
<b>HFCs carbonos hidrofluorados</b>	Procedentes de refrigerantes, propelentes y espumantes. Su uso más común es en sistemas de aire acondicionado y refrigeración.
<b>NF<sub>3</sub> trifluoruro de nitrógeno</b>	Desde Mayo de 2013, el GHG protocol considera el trifluoruro de nitrógeno un gas de efecto invernadero. Esta acción se debe a la inclusión del NF <sub>3</sub> en la lista de gases de efecto invernadero del Protocolo de Kyoto. Tiene aplicaciones en la industria de componentes electrónicos.



El Potencial de calentamiento global es medida de la energía total que un gas absorbe en un determinado período de tiempo (por lo general 100 años), en comparación con el dióxido de carbono. Los factores de conversión están directamente relacionados con esta característica de los GEI. Pero este aspecto de los gases de efecto invernadero no es el único que hay que considerar a la hora de evaluar





su potencial de calentamiento, sino que también hay que tener en cuenta el tiempo que estos gases residen en la atmósfera (los factores de conversión tienen en cuenta este aspecto).

En este texto se presenta un contexto muy reducido y generalizado de las variables que intervienen a la hora de comprender y evaluar el cambio climático. El objeto es el de presentar conceptos básicos, pero el estudio del calentamiento global comprende muchas otras variables que no se mencionan ni analizan en este texto. Para una comprensión más profunda se recomienda informarse de todas estas variables. Algunas de estas son la *Paleoclimatología* (ej.: la extinción del Pérmico), los isótopos de hidrógeno y oxígeno, el albedo, el vulcanismo terrestre, la fragmentación del hábitat, el deshielo de los glaciares y el permafrost además de la pérdida de biodiversidad, ecosistemas y hábitat. También es importante mencionar que los conceptos de «cambio climático», «calentamiento global» y «cambio global» se usan indistintamente pero ninguno de estos conceptos son el mismo ya que si se profundiza en el estudio de los mismos se pueden encontrar diferencias muy sustanciales y cualitativas entre ellos.

### 10.2.2. La Huella de Carbono en la empresa

Una vez establecidos los conceptos necesarios sobre el cambio global, el siguiente paso es identificar estos gases en las entidades donde se quiere desarrollar un inventario de GEI y determinar qué factores de conversión se utilizarán. A la hora de medir la huella de carbono es muy importante identificar todas las fuentes de emisiones de los gases de efecto invernadero y los factores de conversión que se utilizarán, además de clasificarlas en función del gas y en función de las especificaciones establecidas por la norma que se está aplicando.

Cuando una entidad u organización decide desarrollar un inventario de GEI se ha de prestar mucha atención a la norma y sus especificaciones, además de los factores de conversión que se utilizarán para el cálculo de ese inventario.

#### 10.2.2.1. Los factores de conversión

Los factores de conversión o de emisión son probablemente el elemento más importante a la hora de contabilizar las emisiones de cara

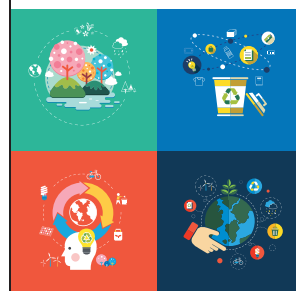
a la verificación por un agente externo o para la comunicación de los resultados. Esto se debe a que las emisiones de GEI varían según la región donde se desarrolla la actividad, pero más importante aún es la fuente que proporciona ese dato.

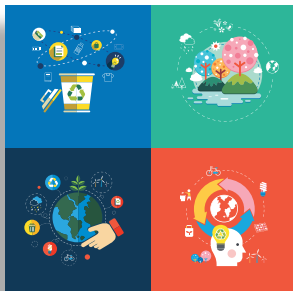
Las diferentes normas establecen sus propios factores de emisión que a su vez han sido extraídos de bases de datos internacionales contrastadas como Biograce o el IPCC. En la documentación de la PAS 2050 se incluye en un anexo los factores de conversión, la ISO 14064 contiene una lista de los factores de conversión, y también la calculadora de la huella de carbono del Ministerio contiene una lista de los factores de conversión que utiliza además de las fuentes de los mismos.

**Tabla 2.** Factores de emisión, fuentes de emisión, y factores de conversión según la herramienta de cálculo de Huella de Carbono de alcances 1 y 2. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2014.

	TIPO DE COMBUSTIBLE	FE	UNIDADES FE	PCI	UNIDADES PCI	DENSIDAD	FACTOR CONVERSIÓN
VEHÍCULOS A	Gasolina	69	† CO <sub>2</sub> /TJ	44,3	TJ/Gg	747,5 kg /m <sup>3</sup>	1,00E-06
	Gasoleo A	73	† CO <sub>2</sub> /TJ	42,4	TJ/Gg	832,5 kg /m <sup>3</sup>	1,00E-06
	E10	—	—	—	—	—	—
	E85	—	—	—	—	—	—
	B30	—	—	—	—	—	—
	B100	—	—	—	—	—	—
	GNL						
	GNC						
	GLP	65	† CO <sub>2</sub> /TJ	45,5	GJ/ †	0,56 Kg/l	1,00E-03
EQUIPOS DE COMBUSTIÓN FIJA B	Gas natural	56	† CO <sub>2</sub> /TJ	38,53	GJ/ 10 <sup>3</sup> Nm	—	0,001 / 10,7056
	Gasóleo C	73	† CO <sub>2</sub> /TJ	42,4	GJ/ †	900 kg /m <sup>3</sup>	1,00E-06
	Gas butano	66,2	† CO <sub>2</sub> /TJ	44,78	GJ/ †	—	1,00E-03
	Gas propano	63,6	† CO <sub>2</sub> /TJ	46,2	GJ/ †	—	1,00E-03
	Fueloleo	76	† CO <sub>2</sub> /TJ	40,18	GJ/ †	—	1,00E-03
	GLP genérico	65	† CO <sub>2</sub> /TJ	45,5	GJ/ †	0,56 Kg/l	1,00E-03
	Carbón nacional	—	—	—	—	—	1,00E-03
	Carbón de importación	—	—	—	—	—	1,00E-03
	Coque de petróleo	98,3	† CO <sub>2</sub> /TJ	32,5	GJ/ †	—	1,00E-03

Dependiendo del país, la fuente de los factores de emisión debe ser la que facilite la fuente oficial o un estudio contrastado y específico para





## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

la actividad que se contabiliza. En el caso de España es el Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente, y en el caso de EEUU es la Agencia de Protección Ambiental, pero lo más importante es que el factor de conversión debe ser representativo y venir de bases de datos contrastadas.

En España no tendría sentido utilizar factores de conversión a nivel europeo o internacional, ya que cuenta con factores de conversión propios que son más representativos de las actividades llevadas a cabo en España. En caso de que fuese otro país, lo más conveniente sería utilizar los factores de conversión de ese país en concreto.

Actualmente, el Ministerio de Agricultura cuenta con una pequeña base de datos de los factores de conversión que se utilizan en su calculadora de GEI, pero cada norma establece los requisitos para el uso de los factores de conversión. Por ejemplo, a la hora de calcular las emisiones de GEI según la Certificación ISCC es obligatorio utilizar los factores de conversión que la norma ofrece. En caso de que no se utilicen estos factores, este cambio se ha de justificar mediante la aportación de documentación y evaluación de la aplicación de este cambio. En definitiva, los factores de conversión son un factor limitante a la hora de realizar los cálculos de la huella de carbono, pero según qué norma se aplique se deben utilizar unos u otros siendo lo más importante la fuente del dato, además de la representatividad del mismo.

### **10.2.2.2. Normas, protocolos, y metodologías**

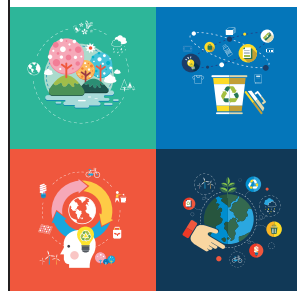
Una vez señalada la importancia de los factores de conversión para realizar los cálculos, el siguiente paso es conocer las diferentes normas, protocolos, y metodologías de cálculo disponibles para la huella de carbono.

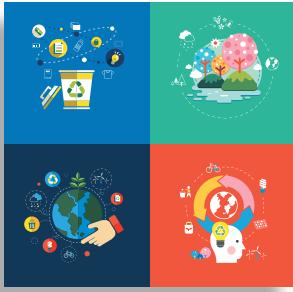
La huella de carbono en definitiva es la cuantificación objetiva del impacto ambiental que una empresa, individuo, servicio, producto o país ejerce sobre el calentamiento global. Debido a la creciente importancia y concienciación de la sociedad sobre este asunto la huella de carbono está tomando fuerza como un parámetro a través del cual medir el desempeño ambiental de las empresas y sus servicios. Para ello cuentan con diferentes normas, protocolos y metodologías de cálculo para elaborar sus inventarios de emisiones.

El **GHG Protocol** es una iniciativa del WRI (*World Resource Institute*) para establecer una metodología de cálculo de la huella de carbono

objetiva, eficiente y accesible. Esta iniciativa propone una alternativa de cálculo de huella de carbono de una organización, de un producto, de un servicio, y de un proyecto de compensación, además de documentación adicional y de apoyo. A través de su página web está disponible toda la documentación necesaria para realizar los cálculos. Además de directrices para el cálculo de la huella de carbono más comunes (organización y producto/servicio), también disponen de métodos específicos para los sectores de la electricidad y gestión forestal (uso del suelo). Muchos de los distintos documentos ofrecidos en la página web están disponibles en diferentes idiomas, entre ellos español. Esta metodología supone una herramienta esencial para el aprendizaje o la aplicación real en una organización, producto, o proyecto de reducción ya que establece una metodología sencilla además de todo lo necesario para generar la documentación, datos e información requeridos para el cálculo de la huella de carbono.

La **PAS 2050:2011**, se emplea para la cuantificación de la huella de carbono de productos y servicios, así como, ofrece a las organizaciones un método para mejorar la comprensión de las emisiones de GEI derivadas de la cadena de suministro, pero el principal objetivo es el de proveer una base para la cuantificación de emisiones de GEI que informe y permita la reducción significativa de emisiones en los proyectos de GEI. A través de la página web oficial del grupo BSI y tras rellenar un formulario un usuario puede descargar la norma además de otros documentos. Estos documentos incluyen la norma en sí misma «*PAS 2050:2011-Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services*», además de una guía para su correcta implantación. También como el GHG Protocol, la PAS 2050 ofrece documentación y metodologías específicas de ciertas actividades industriales. En este caso BSI ha desarrollado una guía específica para la implantación de su análisis de ciclo de vida en el sector de la producción de productos alimenticios marinos además de requisitos suplementarios. La PAS 2050 es de carácter voluntario y utiliza las siguientes normas internacionales como referencia: ISO 14021, ISO 14025, ISO 14040, ISO 14044, ISO 14048 y ISO 14064-1. Utiliza estas referencias para maximizar la compatibilidad de esta norma con otras ayudando a la normalización de los métodos de cálculo. Es de especial importancia mencionar que las normas se pueden combinar unas con otras según los objetivos que se pretenda cumplir. Una combinación común es la de utilizar el GHG Protocol para calcular la huella de carbono de una organización y al mismo tiempo utilizar la PAS 2050 para calcular las emisiones de los productos y servicios de una empresa. Por lo tanto a la





## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

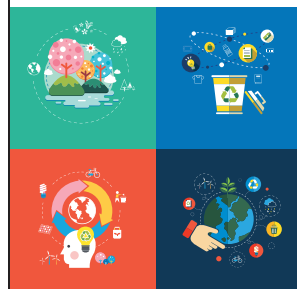
hora de decidir qué metodología se va a utilizar para generar el inventario de GEI también es conveniente analizar las sinergias que se pueden generar a la hora de implantar dos normas distintas como en el ejemplo anterior. Esto es posible gracias a que uno de los objetivos de estas dos normas es maximizar la compatibilidad con otras existentes.

**La Calculadora de Huella de Carbono del Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente de España** desarrolló a raíz del Real Decreto 163/2014 un método con el apoyo de documentación y una calculadora para promover el cálculo de la huella de carbono en la industria y las empresas española. Como se ha indicado anteriormente no se trata de una metodología oficial, sino de un resumen sobre la huella de carbono que recoge los principios básicos del cálculo. Esta iniciativa del gobierno español no solo facilita a las empresas el cálculo, si no que a su vez proporciona ventajas competitivas para las empresas españolas dentro y fuera de España. Si una empresa opta por calcular su huella de carbono a través de la metodología del ministerio deberá visitar la página web del mismo y dirigirse hacia la sección de cambio climático. Dentro de esta sección el usuario podrá acceder a distinta información relativa al cambio climático entre la que se encuentra la huella de carbono y los requisitos necesarios para el registro de una entidad en el inventario nacional de emisiones. La información relativa al cálculo de la huella de carbono es de libre acceso y consta de varios documentos: requisitos para la inscripción, información y cálculo de la huella de carbono, e inscripción en el registro. Al final de este capítulo se entra más en detalle a cerca de la información y herramientas que proporciona el Ministerio para el cálculo de huella de carbono de organización.

Aparte de los tres métodos mencionados anteriormente existen otros sistemas para desarrollar los cálculos de la huella de carbono. Algunos de estos son la **ISO 14064**, **ISO/TS 14067**, la **Directiva 2009/28/CE** (Certificación ISCC) o las **directrices del IPCC (2006)**. En Estados Unidos la Agencia de Protección Ambiental **EPA** (*Environmental Protection Agency*) pone a disposición de la industria americana metodologías para el cálculo de las emisiones de GEI específicas de áreas productivas tales como la del aluminio, la electricidad y la producción de cemento. Estos son sólo tres de los sectores industriales de los muchos otros disponibles a través de la página web oficial del **U.S. Government Printing Office** donde se puede acceder a todo el sistema legislativo de este país, incluidas las normas mencionadas. La tabla 3 refleja información más específica sobre las normas, además de mencionar otras normas de referencia para el cálculo de la huella de carbono.

**Tabla 3.** Normas, protocolos y metodologías.

<p><b>HERRAMIENTA DE CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO</b>  <b>Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente de España</b>                      FUENTE: <a href="http://www.magrama.gob.es">http:// www.magrama.gob.es</a></p>
<p>A raíz del Real Decreto 163/2014, el ministerio desarrolló una herramienta para el cálculo de emisiones de GEI de organizaciones. De momento la herramienta está limitada al cálculo de los Alcances 1 y 2, pero en un futuro se espera poder contar con herramientas y procesos adicionales. La herramienta incluye varios documentos de apoyo para el análisis y el cálculo de las emisiones además de información en cuanto a los requisitos para el registro en el inventario nacional.</p>
<p><b>ESTÁNDAR CORPORATIVO</b>  <b>GHG Protocol</b>                      FUENTE: <a href="http://www.ghgprotocol.org/">http:// www.ghgprotocol.org/</a></p>
<p>Ofrece estándares y guía para empresas y otras organizaciones que se dispongan a elaborar un inventario de emisiones de GEI. Cubre la contabilidad y el informe de seis gases de efecto invernadero establecidos por el Protocolo de Kyoto CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, HFCs, PFCs y SF<sub>6</sub>. El estándar corporativo se modificó en Mayo de 2013 para incluir un séptimo GEI, el trifluoruro de nitrógeno NF<sub>3</sub>.</p>
<p><b>GHG PROTOCOL: PROTOCOLO DE GEI PARA CONTABILIDAD DE PROYECTOS</b>  <b>GHG Protocol</b>                      FUENTE: <a href="http://www.ghgprotocol.org/">http:// www.ghgprotocol.org/</a></p>
<p>Dispone de principios específicos, conceptos y métodos para la cuantificación y el informe de proyectos de reducción de emisiones de GEI. El objetivo de este documento es ofrecer un proceso creíble y transparente para la cuantificación y el informe de reducciones de GEI de proyectos. La manera en que hace esto es mejorando la credibilidad de los proyectos a través de la aplicación de conceptos, procedimientos y políticas de contabilidad; y finalmente, proveer de una plataforma para la normalización de diferentes iniciativas y proyectos de GEI.</p>
<p><b>PROTOCOLO DE GEI PARA CONTABILIDAD DE PROYECTOS</b>  <b>GHG Protocol</b>                      FUENTE: <a href="http://www.ghgprotocol.org/">http:// www.ghgprotocol.org/</a></p>
<p>El estándar corporativo para la cadena de suministro facilita a la empresas un método para analizar las emisiones de su sistema de suministro y identificar las maneras más efectivas para reducir sus emisiones. Los usuarios de este estándar podrán contabilizar las emisiones de 15 categorías de actividades de Alcance 3, incluyendo las actividades «upstream» y «downstream» de las mismas. El marco de acción del Alcance 3 permite el desarrollo de estrategias para la colaboración con los proveedores y así afrontar los impactos de las emisiones en la cadena de suministro.</p>





**CORPORATE VALUE CHAIN (SCOPE 3) ACCOUNTING AND REPORTING STANDARD  
GHG Protocol**

FUENTE: <http://www.ghgprotocol.org/>

El estándar corporativo para la cadena de suministro facilita a las empresas un método para analizar las emisiones de su sistema de suministro y identificar las maneras más efectivas para reducir sus emisiones. Los usuarios de este estándar podrán contabilizar las emisiones de 15 categorías de actividades de Alcance 3, incluyendo las actividades «upstream» y «downstream» de las mismas. El marco de acción del Alcance 3 permite el desarrollo de estrategias para la colaboración con los proveedores y así afrontar los impactos de las emisiones en la cadena de suministro.

**PRODUCT LIFE CYCLE ACCOUNTING AND REPORTING STANDARD  
GHG Protocol**

FUENTE: <http://www.ghgprotocol.org/>

Este estándar puede ser utilizado para analizar, comprender y identificar las emisiones de GEI a lo largo del ciclo de vida de un producto y centrar los esfuerzos en la mayor oportunidad de reducción disponible. Incluye el análisis de los procesos asociados con la producción de la materia prima, la fabricación del producto, transporte, almacenamiento y la eliminación del mismo.

**PAS 2050:2011**

**BSI Group**

FUENTE: <http://www.bsigroup.es/>

Esta norma ofrece a las organizaciones un método para mejorar la comprensión de las emisiones de GEI derivadas de la cadena de suministro, pero el principal objetivo es el de proveer de una base para la cuantificación de emisiones de GEI que informe y permita la reducción significativa de emisiones en los proyectos de GEI. La PAS 2050 se utiliza para la cuantificación de la huella de carbono de productos y servicios.

**ISO 14064:2006**

**International Organization for Standardization (ISO)**

FUENTE: <http://www.iso.org/>

Esta norma consta de tres partes:

1. Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de emisiones y remociones de GEI.
2. Especificación con orientación a nivel de proyecto, para la cuantificación, el seguimiento y el informe de la reducción de emisiones o el aumento en las remociones de gases de efecto invernadero.
3. Especificación con orientación para la validación y verificación de declaraciones sobre gases de efecto invernadero.



**ISO/TS 14067:2013**  
**International Organization for Standardization (ISO)**  
FUENTE: <http://www.iso.org/>

Especifica los principales requisitos y principios para la comunicación de la huella de carbono de un producto (HCP), basado en estándares internacionales de análisis del ciclo de vida (ISO 14040 y ISO 14044) para la cuantificación, y en etiquetado y declaración ambiental (ISO 14020, ISO 14024 y ISO 14025) para la comunicación. En definitiva esta norma ofrece requisitos y principios para la cuantificación y la comunicación de la huella de carbono de un producto ya sea completa o parcialmente.

**DIRECTIVA 2009/28/CE**  
**Comisión Europea**  
FUENTE: <http://www.idae.es/>

Fomento del uso de la energía procedente de fuentes renovables. En esta directiva se ofrecen diferentes métodos de cálculo de la huella de carbono. Esta metodología es específica para el sector de la producción sostenible de biomasa (biolíquidos entre otros).

**DIRECTRICES IPCC (2006)**  
**International Panel for Climate Change**  
FUENTE: <http://www.ipcc.ch/>

Las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Directrices de 2006) constituyen el resultado de la invitación efectuada por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) para actualizar las Directrices, versión revisada en 1996 y la orientación de buenas prácticas asociada, en las que se brindan metodologías acordadas internacionalmente para que utilicen los países, con el objeto de estimar los inventarios de gases de efecto invernadero e informarlos a la CMNUCC.

**REPORTE OBLIGATORIO DE EMISIONES DE GEI**  
**Agencia de Protección Ambiental-EPA (EEUU)**  
FUENTE: <http://www.ecfr.gov/>

En Estados Unidos ciertas industrias están sujetas al informe obligatorio de sus emisiones de GEI. Por esta razón la EPA en colaboración con los diferentes estados y el congreso desarrollaron métodos de cálculo específicos para las industrias afectadas por esta acción. A continuación se enumeran varios de los sectores industriales para los cuales existe un método de cálculo de emisiones sector-específico:

1. Generación de electricidad.
2. Manufactura de amoníaco.
3. Producción de aluminio.
4. Producción de cemento.
5. Manufactura de componentes electrónicos.
6. Producción de gas fluorado.
7. Existen muchas más para distintos sectores.



### 10.3. REAL DECRETO 163/2014 PARA EL REGISTRO VOLUNTARIO DE HUELLA DE CARBONO

El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente ha publicado recientemente el Real Decreto 163/2014, de 14 de marzo, en vigor desde el 29 de mayo de 2014, por el que se crea el registro voluntario de Huella de Carbono. Conjuntamente se han puesto a disposición de los usuarios diferentes documentos de apoyo entre los que se encuentra una guía para el cálculo de la huella de carbono de organización y para la elaboración de planes de mejora; dicha guía no supone una metodología oficial, sino que se trata de un resumen sobre la huella de carbono que recoge los principios básicos del cálculo.

En cuanto a las secciones del registro, son las siguientes:

- a) Sección de huella de carbono y compromisos de reducción de emisiones.
- b) Sección de proyectos de absorción de CO<sub>2</sub>.
- c) Sección de compensación de huella de carbono.

La sección de huella de carbono y compromisos de reducción comprende las inscripciones tanto de huella de carbono de organización como los compromisos de reducción de las emisiones de GEI asociados a las mismas.

La sección de proyectos de absorción comprende el registro de las absorciones de CO<sub>2</sub> generadas en territorio nacional en proyectos de actividades relacionadas con el uso de la tierra, cambio de uso de la tierra, y silvicultura, que supongan el aumento del carbono almacenado.

La sección de compensación de huella de carbono comprende las compensaciones de huellas de carbono inscritas en la sección a) provenientes de los proyectos de absorción de dióxido de carbono inscritos en la sección b), o de proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero realizadas por un tercero reconocidas por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

A continuación se entra más en detalle en la sección de huella de carbono, y se hace una descripción de la sección de proyectos de absorción de CO<sub>2</sub> y de la sección de compensación de huella de carbono.

### 10.3.1. Sección de huella de carbono

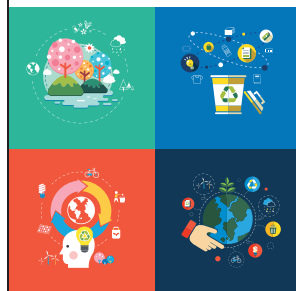
Esta sección está dirigida a «*toda organización con actividad en el territorio nacional que calcule su huella de carbono y que tenga un plan de reducción de dicha huella*». Quedan por tanto incluidos en este ámbito empresas, autónomos, organizaciones no gubernamentales, administraciones, fundaciones, etc. El objetivo es que de forma voluntaria, cualquier organización pueda calcular su huella de carbono en un año base y proponga además un plan de reducción de emisiones, quedando todo ello registrado de manera oficial.

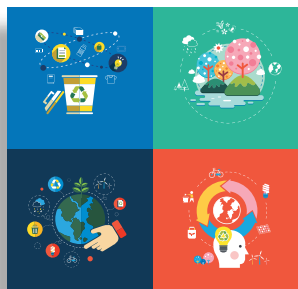
A este respecto, el ministerio remite a la recomendación 2003/361/CE de la Comisión para la definición de PYME en cuanto a los límites financieros:

1. *La categoría de microempresas, pequeñas y medianas empresas (PYME) está constituida por las empresas que ocupan a menos de 250 personas y cuyo volumen de negocios anual no excede de 50 millones de euros o cuyo balance general anual no excede de 43 millones de euros.*
2. *En la categoría de las PYME, se define a una pequeña empresa como una empresa que ocupa a menos de 50 personas y cuyo volumen de negocios anual o cuyo balance general anual no supera los 10 millones de euros.*
3. *En la categoría de las PYME, se define a una microempresa como una empresa que ocupa a menos de 10 personas y cuyo volumen de negocios anual o cuyo balance general anual no supera los 2 millones de euros.*

#### **10.3.1.1. Microempresas, pequeñas y medianas empresas, y PYMES sin emisiones de proceso**

Para el caso de microempresas, pequeñas y medianas empresas, o aquellas PYME sin emisiones de proceso, la inscripción en esta sección se llevará a cabo como mínimo para emisiones de alcance 1 y 2. Para estos casos la Oficina Española de Cambio Climático pone a disposición de ciudadanos y empresas una calculadora de huella de carbono y unos documentos de apoyo que facilitan los cálculos y el registro.





**Figura 2.** Interfaz de la calculadora de huella de carbono puesta a disposición por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

No existe ninguna limitación en cuanto a metodología de cálculo siempre y cuando sean metodologías reconocidas. Sin embargo los factores de emisión que deberán utilizarse deben ser los facilitados por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, basados a su vez en fuentes oficiales.

Para la inscripción de las emisiones de alcance 3 de estas empresas se requerirán para el registro certificados de verificación de huella de carbono emitidos por entidades acreditadas.

### **10.3.1.2. Grandes empresas y PYME con emisiones de proceso**

Para la inscripción en esta sección de grandes empresas y de las PYME con emisiones de proceso (ya sea alcance 3, o alcance 1 y 2), se requerirán en cualquier caso para el registro certificados de verificación de huella de carbono emitidos por entidades acreditadas.

En este caso, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente entiende por emisiones de proceso «aquellas emisiones de gases de efecto invernadero, distintas de las emisiones de combustión, producidas como resultado de reacciones, intencionadas o no, entre sustancias, o su transformación, incluyendo la reducción química o electrolítica de minerales metálicos, la descomposición térmica de sustancias y la formación de sustancias para utilizarlas como productos o materias primas para procesos. Se excluyen las emisiones de CO<sub>2</sub> que proceden de procesos químicos o físicos a partir de la biomasa (por ejemplo: fermentación de uva para producir etanol, tratamiento

aeróbico de residuos, otros)), y se plantea como ejemplo el caso de actividades con emisiones de proceso derivadas de la descomposición de carbonatos, del uso de fertilizantes, o de la gestión de estiércoles de la ganadería rumiante.

Para empresas dedicadas a actividades cuyo factor de emisión no se encuentre disponible en la documentación proporcionada por el Ministerio, se podrá utilizar el factor de emisión que estime oportuno siempre y cuando indique la fuente de donde lo ha obtenido. Posteriormente será valorado por la Administración.

### 10.3.1.3. Registro

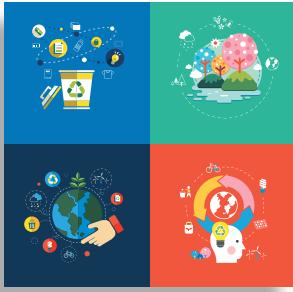
Para el registro en la sección de huella de carbono y compromisos de reducción se habrán cumplimentar los formularios de solicitud de inscripción o actualización, y dirigirlos por vía electrónica o correo electrónico a la Oficina de Cambio Climático del Ministerio (o a través de cualquiera de los lugares previstos en el artículo 38.4 de la Ley 30/1992).

Además se habrá de adjuntar la siguiente información mínima para que la solicitud pueda ser valorada por la Administración:

- La herramienta facilitada por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y empleada para realizar los cálculos, si ésta ha sido utilizada. En su defecto, documento resumen de los cálculos, que incluya los factores de emisión utilizados y los datos de actividad.
- Certificado de verificación cuando se disponga de él y, en todo caso, cuando se haya establecido la obligación de acompañar la huella de carbono con éste.
- El plan de reducción de la huella de carbono, y los informes de seguimiento de dicho plan, si los hubiera.

La inscripción de la huella de carbono en el Registro viene marcada por el establecimiento de unos mínimos que garanticen que se cubra una parte de las emisiones de la organización suficiente y que proporcione información de utilidad para ésta, pero que a su vez no suponga un esfuerzo excesivo o inabarcable para aquellas organizaciones que, por su tamaño, o por su desconocimiento sobre la materia no puedan abordar. Sin embargo, es posible y completamente reco-





## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

mendable ir más allá de estos mínimos para obtener así los mayores beneficios de una herramienta como es la huella de carbono.

Por este motivo, se recomienda a las organizaciones que en la medida de lo posible calculen la huella de carbono de alcance 3 (parcialmente o en su totalidad), ya que, en muchas ocasiones, esta parte de la huella supondrá la mayoría de las emisiones de la organización. El alcance 3 también podrá ser inscrito en el Registro.

Las emisiones calculadas podrán ser compensadas en la sección dispuesta a tal efecto sin la necesidad de haber reducido previamente las emisiones según los compromisos de reducción propuestos. La compensación se podrá llevar a cabo cuando se disponga de cuatro años consecutivos de huellas de carbono inscritas.

Las organizaciones que tengan huellas de carbono correspondientes a años anteriores al 2013 calculadas y verificadas, podrán inscribirlas aun cuando no utilicen los factores de emisión propuestos. Sin embargo, las huellas posteriores sí deberán adoptar dichos factores de emisión.

Para facilitar la comparativa entre huellas anteriores y posteriores a 2013 y poder demostrar así si existen reducciones, deberá realizarse el recálculo de las anteriores con los factores puestos a disposición por el ministerio. Estos recálculos no supondrán una baja en el Registro para la realización de nuevas altas, ya que durante la solicitud de inscripción existe la opción de «actualizar datos». Es decir, el código de identificación asignado durante el registro será el mismo y simplemente se revisarán y actualizarán los datos con los recálculos realizados.

### 10.3.2. Sección de proyectos de absorción de CO<sub>2</sub>

En esta sección podrán inscribirse proyectos de sumideros agroforestales en España, de modo que puedan recurrir a ella para compensar su huella de carbono aquellas organizaciones inscritas en la sección c).

Para el registro en esta sección habrá de documentarse, entre otras cosas, el tipo de proyecto, localización, superficie, referencia catastral y datos registrales de la finca, así como las absorciones netas estimadas para el periodo de duración del proyecto.

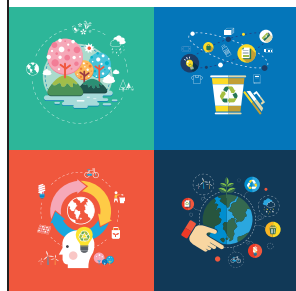
Inicialmente se consideran susceptibles para esta sección aquellos proyectos llevados a cabo en territorio nacional, y que consistan en repoblaciones forestales con cambio de suelo o actuaciones para el restablecimiento en zonas forestales incendiadas.

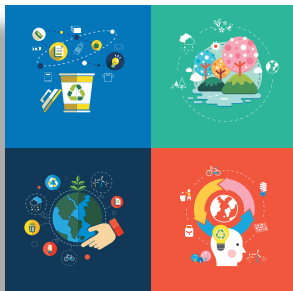
Para la inscripción en esta sección del registro el Ministerio de Medio Ambiente requiere seguir una metodología de cálculo de las absorciones de CO<sub>2</sub> que se ciña a las directrices y orientaciones sobre buenas prácticas del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). No obstante la Oficina Española de Cambio Climático facilita en su página web una herramienta y unos documentos de apoyo que deberán ser utilizados para el cálculo de las absorciones de CO<sub>2</sub>. Estos documentos serán actualizados conforme se puedan ir adoptando metodologías de cálculo reconocidas:

- Guía para la estimación de absorciones de dióxido de carbono.
- Calculadora de absorciones de dióxido de carbono ex ante.
- Instrucciones de uso de la calculadora ex ante.

Además, para la inscripción en esta sección se requerirá la siguiente información:

- La calculadora de proyectos de absorción desarrollada por el Ministerio cumplimentada con los datos del proyecto.
- Croquis de la parcela y del área de actuación del proyecto en ésta, en archivo informático con formato *shape* (\*.shp).
- Documento acreditativo del uso del suelo de la parcela a 31 de diciembre de 1989 y del uso previo al proyecto.
- Documento acreditativo de que el proyecto se ha puesto en marcha.
- Documentos acreditativos de que se cumple con la legislación aplicable a dicho proyecto.
- Sistema de aseguramiento de la permanencia del proyecto en el tiempo.
- Documento acreditativo de que el solicitante posee los derechos sobre las absorciones generadas en la parcela.
- Documentos acreditativos de la situación del proyecto si han transcurrido cinco años sin que se hayan realizado cesiones de las absorciones generadas o desde la última actualización de información.





La inscripción del proyecto de absorción tendrá una validez de cinco años. Transcurrido como máximo dicho plazo, o cada vez que se cedan absorciones para compensación, deberá aportarse documentación actualizada, que permita ratificar que se siguen cumpliendo las condiciones iniciales de inscripción del proyecto. En caso de haberse dado variaciones, como incendios, alto índice de marras, etc., éstas deberán ser notificadas con la mayor brevedad posible utilizando el formulario de actualización incluido en el anexo.

### 10.3.3. Sección de compensación de huella de carbono

Real Decreto 163/2014 considera la compensación como la adquisición de una determinada cantidad de CO<sub>2</sub> equivalente procedente de las absorciones de CO<sub>2</sub>, generadas en los proyectos inscritos en la sección del registro de proyectos de absorción de CO<sub>2</sub>. La Oficina Española de Cambio Climático dará publicidad e informará a través de su web sobre los proyectos inscritos en la citada sección, incluyendo además la información de contacto de éstos.

También se reconocerán las adquisiciones procedentes de proyectos de reducción de un tercero siempre y cuando que hayan sido reconocidas por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Por otro lado la organización que desee inscribirse en esta sección tendrá que estar inscrita en la sección de huella de carbono y de compromisos de reducción de gases de efecto invernadero. Para la inscripción en esta sección se presentará la información complementaria que se considere necesaria para facilitar la valoración de su solicitud, incluyendo al menos:

- Documento acreditativo de que se han adquirido las absorciones de CO<sub>2</sub> al proyecto de absorción o en su caso al proyecto de reducción realizado por un tercero y reconocido por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente reflejado en la solicitud y en las cantidades indicadas en la solicitud.
- Documento acreditativo de que el proyecto de absorción mediante el que se compensa sigue cumpliendo las condiciones iniciales de inscripción, en su caso.

La compensación en esta sección no será válida a los efectos del cumplimiento de la obligación anual de entrega de derechos de

emisión de gases de efecto invernadero establecida por el artículo 27 de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

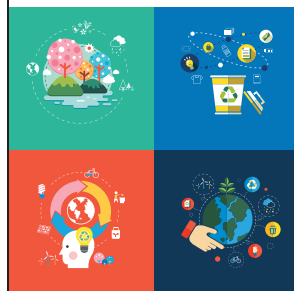
### 10.3.4. Algunas consideraciones

Existen ciertas consideraciones que han de tenerse en cuenta:

- No se establecen mínimos de reducción
- Para compensar no es necesario haber reducido previamente las emisiones
- El registro tiene en cuenta un indicador cuantitativo de la actividad, de modo que se considera el ratio de emisiones para los diferentes años.
- El sello del ministerio no cuantifica las emisiones.

### 10.4. REFERENCIAS

- Recomendación 2003/361/CE de la Comisión Europea.
- Documento de apoyo del Ministerio de Medio Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: «Información sobre la sección de huella de carbono y de compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero». <http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/registro.aspx>
- Real Decreto 163/2014, de 14 de marzo, por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono.
- Calculadora de huella de Carbono del MAGRAMA: <http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/registro.aspx>
- *GHG Protocol*: Estándar Corporativo y protocolo de GEI para Contabilidad de Proyectos. <http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/registro.aspx>
- *BSI Group España*. <http://www.bsigroup.es/>
- *International Organization for Standardization*. <http://www.iso.org/>







## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

- *Directrices IPCC.* <http://www.ipcc.ch/>
- *Agencia de Protección Ambiental EPA (Environmental Protection Agency) U.S. Government Printing Office.* <http://www.epa.gov/>

# 11

## CASO PRÁCTICO DEL CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO DE ORGANIZACIÓN



### 11.1. INTRODUCCIÓN

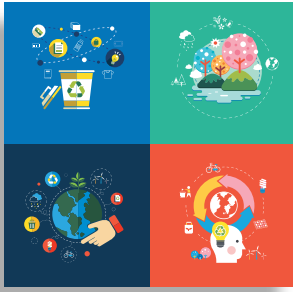
Tras la ratificación de tratados internacionales como el del Protocolo de Kioto, las administraciones públicas comparten con el sector energético el compromiso y la responsabilidad de desarrollar planes estratégicos para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Los principales GEI producidos por este sector son el CO<sub>2</sub> y el CH<sub>4</sub> procedentes de la quema de combustibles fósiles, de la extracción del combustible, y de la explotación de las instalaciones de hidrocarburos y gas.

Para que estas estrategias de reducción sean eficaces, un buen principio es realizar un diagnóstico del estado de la empresa en materia de GEI, a través del inventario de emisiones. El resultado del cómputo global de GEI (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, SF<sub>6</sub>, etc...) «emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto<sup>1</sup>», representan la **huella de carbono** de la compañía inventariada. Actualmente la demanda de información va más allá de los requisitos legales y se comienza a valorar información adicional sobre las emisiones indirectas de las empresas, (emisiones de alcance 1, 2 y 3 según la nomenclatura GHG Protocol<sup>2</sup>)

En línea con estas recomendaciones y de acuerdo con el compromiso de mejorar su comportamiento ambiental, **Gas Natural Fenosa (GNF)** ha desarrollado una **herramienta para el cálculo de la huella de carbono**. Con ésta herramienta, GNF quiere ofrecer una presentación de los resultados más clara y ajustada a la realidad de la em-

<sup>1</sup> Definición de «Huella de carbono» (UK Carbon Trust 2008).

<sup>2</sup> World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)/ World Resources Institute (WRI), Greenhouse Gas Protocol. Corporate Accounting and Reporting Standard ([www.ghgprotocol.org](http://www.ghgprotocol.org))



presa, publicando una información relevante, completa, consistente, transparente y precisa de las emisiones directas (alcance 1) e indirectas (alcances 2 y 3).

La versatilidad de la herramienta desarrollada, permite determinar las emisiones directas e indirectas de **CO<sub>2</sub>**, **CH<sub>4</sub>**, **N<sub>2</sub>O**, **SF<sub>6</sub>**, **HFCs**, **PFCs** y **CO<sub>2eq</sub>**, de manera individual para cada una de las instalaciones (unidades de cálculo) o de forma agrupada por tipos de tecnologías, por países, por tipo de GEI, etc. Los resultados finales se muestran tanto numéricamente como gráficamente.

## 11.2. METODOLOGÍA

Esta herramienta de cálculo se ha diseñado en base a la metodología de análisis de ciclo de vida (ACV) descrita por las normas UNE-EN-ISO 14040<sup>3</sup>, UNE-EN-ISO 14044<sup>4</sup> y UNE-EN-ISO 14064<sup>5</sup>; las premisas del *GHG Protocol* y las directrices IPCC<sup>6</sup> de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, siguiendo las fases que se describen a continuación.

### 11.2.1. Fase 1: Definición del Alcance

Se han definido las unidades de cálculo de las actividades productivas que conforman Gas Natural Fenosa, consideradas para el cálculo de las emisiones:

- **Generación de electricidad:** centrales térmicas de carbón y fuel, ciclos combinados, cogeneración (gas), parques eólicos y plantas hidráulicas. En total suponen 36 centrales de generación (unidades de cálculo), 10 agrupaciones de parques eólicos por comunidad autónoma (cada agrupación es una unidad de cálculo) y 9 agrupaciones de centrales hidráulicas por cuenca (cada agrupación es una unidad de cálculo)

<sup>3</sup> Gestión Ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia (ISO 14040:2006)

<sup>4</sup> Gestión Ambiental. Análisis del ciclo de vida. Requisitos y directrices (ISO 14044:2006)

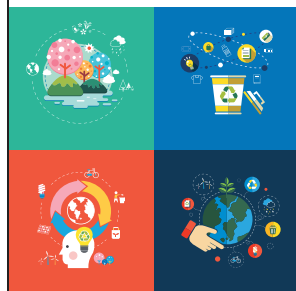
<sup>5</sup> Gases de efecto invernadero. Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero (ISO 14064:2006)

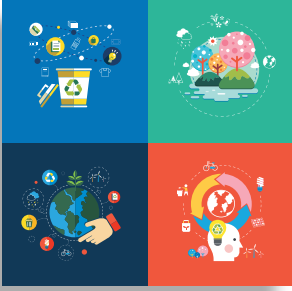
<sup>6</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change, revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories reporting Instructions (<http://www.ipcc.ch>)

- **Gas:** Agrupa las actividades de exploración y de producción de gas, las actividades de la cadena de valor de Gas Natural Licuado (GNL) incluyendo la licuefacción, el transporte marítimo del GNL y el proceso de regasificación. También incluye la operación del gasoducto Magreb-Europa, el negocio de Aprovisionamiento y Comercialización. En total 31 unidades de cálculo.
- **Distribución de gas:** En este caso se ha diferenciado la distribución de gas en territorio nacional por comunidades autónomas (DG Andalucía, DG Aragón, DG Asturias, etc...) y la distribución de gas internacional por países (Italia, México, Argentina, Brasil y Colombia). En total son 20 unidades de cálculo.
- **Distribución de electricidad:** en total suponen 4 unidades de cálculo, una por cada país en el que existe negocio de distribución de electricidad. (Distribución eléctrica en España, en Colombia, en Moldavia y en Panamá).
- **Minería:** que incluye las minas de Limeisa en España y Kangra en Sudáfrica (en total 2 unidades de cálculo)
- **Oficinas y actividades de gestión de soporte:** en España las oficinas se han agrupado por comunidades autónomas y en el extranjero por países, es decir un total de 33 unidades de cálculo.

La herramienta calcula la emisión de los siguientes GEI de forma separada: **CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, SF<sub>6</sub>, HFCs y PFCs**. Los resultados también los muestra en toneladas de CO<sub>2</sub>eq.

Los **límites geográficos** de la herramienta se han definido teniendo en cuenta la localización geográfica de la actividad desarrollada (comunidades autónomas, cuencas hidrográficas y países) y el país de procedencia de los combustibles. De acuerdo con las directrices de la Norma UNE-EN 14064, es preciso **identificar y categorizar las fuentes** (fijas y móviles), entendiendo por tales las unidades o procesos físicos que liberan un GEI determinado a la atmósfera. A continuación se muestra la categorización de fuentes considerada en la huella y una primera definición de emisiones:





**Tabla 1.** Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 2: Energía, Capítulo 1: Introducción.

EMISIONES DIRECTAS: ACTIVIDADES DE QUEMA DEL COMBUSTIBLE		FUENTES FIJAS	Industrias de la energía	Generación de electricidad Generación combinada de calor y energía (cogeneración) Refino de petróleo Manufactura de combustibles y otras industrias de la energía
			Aviación Civil	Aviación internacional Aviación de cabotaje Automóviles
		FUENTES MÓVILES	Transporte terrestre	Camiones transporte ligero Camiones transporte pesado Otros vehículos a motor
			Ferrocarriles	
			Navegación	
			Otros	

Combustibles sólidos		Minería carbonífera y manejo del carbón	Mina subterránea	Minería	
			Mina superficie	Emisiones de gas de carbono posteriores a la minería Minas subterráneas abandonadas Quema en antorcha Minería Emisiones de gas de carbono posteriores a la minería	
Petróleo y gas natural		Petróleo	Combustión espontánea y parques de carbones		
			Venteo		
			Quema en antorcha		
			Todo lo demás	Producción y refinación	
				Transporte	
				Refinación	
				Distribución de productos de petróleo	
				Otros	
			Gas natural	Exploración	
				Venteo	
Quema en antorcha					
Exploración, producción y procesamiento					
Transmisión, almacenamiento y distribución					
Otros					
Otras emisiones procedentes de la producción de la energía					

**EMISIONES INDIRECTAS:  
EMISIONES FUGITIVAS  
PROVENIENTES  
DE LA FABRICACIÓN  
DE COMBUSTIBLES**





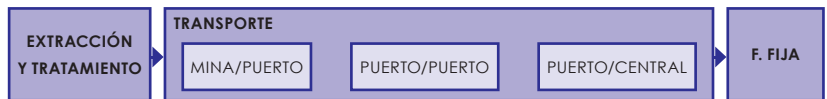
## 11.2.2. Fase 2: Definición de los Sistemas incluidos en la herramienta de cálculo

El paso siguiente es la definición de los **ciclos de vida (ACV)** de cada una de las actividades productivas y el conjunto de etapas o **sistemas** que constituyen cada uno de los ciclos de vida identificados.

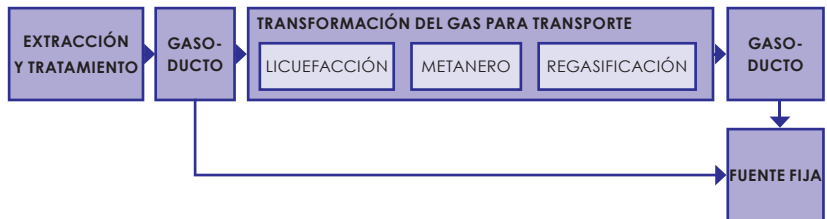
Básicamente, el análisis del ACV se realiza de los combustibles, de los productos químicos cuyo consumo ha sido relevante en los últimos años y de los residuos generados más representativos (en base a las toneladas generadas). De manera simplificada, los sistemas de estos ACV son los siguientes:

### Combustibles

- *Carbón*: Extracción (diferenciando entre mina a cielo abierto o subterránea), procesamiento del mineral, transporte hasta la central y combustión en fuente fija.

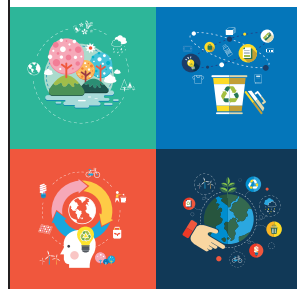
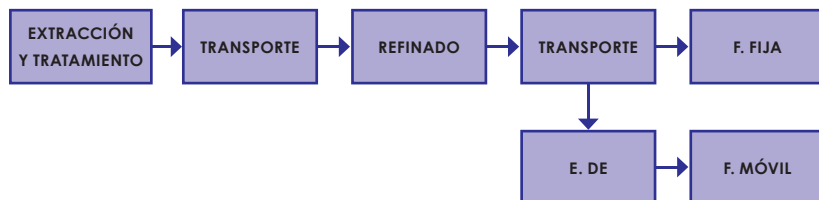


- *Gas natural*: Extracción (diferenciando entre plataformas on-shore u off-shore), tratamiento, transporte (gasoducto), proceso de transformación del gas para su transporte (licuefacción, metanero, regasificación), distribución por gasoducto y combustión en fuente fija.



- *Derivados del Petróleo (Fuel, Gasóleo, Gasolina y Keroseno)*: Extracción del crudo (diferenciando entre plataformas marina, on-shore o extracción con inyección de vapor), transporte (oleoducto y/o buque), refino, transporte (oleoducto y/o buque) y combustión en fuente fija (F.Fija) y móvil (EESS)

## Caso práctico del cálculo de huella de carbono de organización



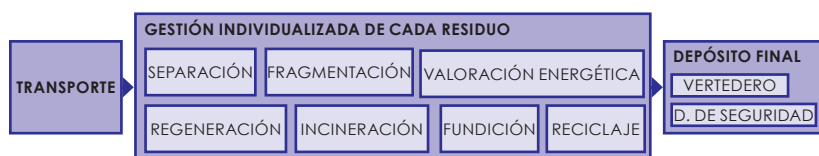
### Productos químicos

- Los más representativos:  $H_2SO_4$ ,  $NaOH$ ,  $NaClO$ ,  $CaO$ ,  $NH_3$ ,  $HCl$ , *Floculantes y coagulantes, Aceite, Propano, Etano, MDEA*

Para los productos químicos, sólo se han considerado dos sistemas. Por una parte, las emisiones de  $CO_2$  totales derivadas del proceso de fabricación del producto, sin especificar los pasos intermedios requeridos para la misma, ni la procedencia de las materias primas necesarias para el proceso. Y por otra parte, el transporte desde el centro logístico más próximo de distribución del producto hasta el centro de consumo.

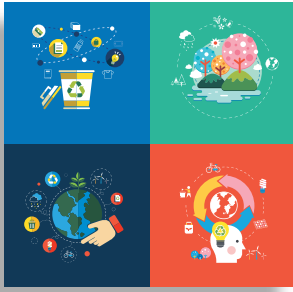
### Residuos

- Los más representativos: *aceites, grasas, absorbentes y materiales contaminados, chatarra, cenizas, escorias, pilas y baterías, PCBs, hidrocarburos más agua, disolventes y envases.* Se han analizado 3 sistemas: transporte, gestión individualizada de cada residuo y el depósito final de los mismos.



En cuanto al transporte de los residuos, se ha estimado que se realizará por carretera desde la unidad de cálculo que genera los residuos hasta la planta de transferencia de residuos más próxima dentro de la misma comunidad autónoma. Se ha considerado que el tratamiento integral del residuo generado se realizará en la misma comunidad en la que se ha producido. En el caso de no existir las instalaciones necesarias, se considerarán las más próximas.





## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

La gestión individualizada de cada residuo, se ha analizado considerando las siguientes posibilidades: separación (PCBs), fragmentación (PCBs, pilas), regeneración (aceites, grasas), valorización energética (aceites, grasas, cenizas, absorbentes, hidrocarburos con agua, disolventes, materiales con hidrocarburos), incineración (PCB, absorbentes y envases vacíos), fundición (PCB y pilas) y reciclaje (chatarra y fluorescentes).

El depósito final se realizará en vertedero o en depósito de seguridad más próximo al lugar en el que haya sido tratado el residuo justo antes de su vertido.

### 11.2.3. Fase 3: Definición de emisiones por alcance

Para el cálculo de la huella de carbono de Gas Natural Fenosa, se han considerado los diferentes alcances de emisiones que *GHG Protocol* define con el fin de aumentar la utilidad de las contabilidades de GEI para distintos tipos de organizaciones y de políticas de cambio climático:

**Alcance 1.** Emisiones directas de GEI, entendiéndose por éstas, las que proceden de fuentes que son controladas por la propia compañía, como son las emisiones derivadas de los centros de generación eléctrica, del transporte y distribución de gas, de los procesos de licuefacción y regasificación, del transporte de GNL, del consumo de combustible para la extracción de carbón en minas, del consumo de combustibles empleados en vehículos de flota propia y de la combustión de combustibles para la climatización de oficinas.

**Alcance 2.** Emisiones indirectas procedentes del consumo de electricidad descontando las dobles contabilidades de aquellos países donde la compañía tiene generación de electricidad.

**Alcance 3.** Emisiones indirectas derivadas de cada uno de los sistemas de los ciclos de vida descritos, que no pueden ser controladas por la compañía o que no tienen relación directa con las actividades directas de ellas. Las categorías se reportan conforme a las indicaciones del *Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard del GHG Protocol*.

#### 11.2.4. Fase 4: Identificación y Determinación de los factores de emisión

Para calcular las emisiones de GEI que no pueden ser medidas directamente (sobre todo los derivados de las emisiones indirectas de alcance 2 y 3), se emplean **factores de emisión** documentados. Estos factores son «cocientes calculados que relacionan emisiones de GEI a una medida de actividad en una fuente de emisión»<sup>7</sup>.

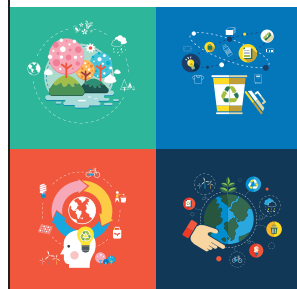
En la herramienta de cálculo se han utilizado **factores de emisión específicos** para cada GEI y para cada etapa del ciclo de vida de acuerdo con las directrices establecidas por el **IPCC de 2006** para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (en adelante IPCC 2006 GEI).

Asimismo, la determinación de los **factores de emisión de CO<sub>2</sub> correspondientes a cada país** (imprescindibles para el cálculo de las emisiones de alcance 2), se ha obtenido con los datos del **GHG Protocol**. Los factores de emisión de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O para cada país se han calculado considerando el mix energético de cada uno de los países considerados, obtenido de **World Energy Outlook (WEO)**.

### 11.3. MOTOR DE CÁLCULO

La herramienta desarrollada por Gas Natural Fenosa y verificada por *PricewaterhouseCoopers (PwC)*, posibilita la realización de los inventarios de emisiones de varios años empleando un único motor de cálculo.

Se trata de una herramienta «viva» que admite variaciones en cuanto a las unidades de cálculo para poder contemplar cualquier cambio significativo en las emisiones (adquisiciones, desinversiones, etc.). De esta forma se consigue una herramienta funcional capaz de generar el contexto apropiado para cualquier cambio significativo en las emisiones.



<sup>7</sup> Definición obtenida del Informe «Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte» del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol).

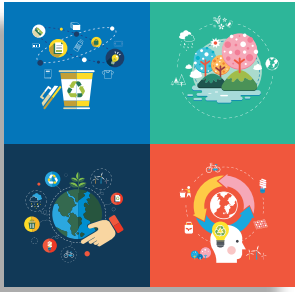


Figura 1. Pantalla de bienvenida. Herramienta de cálculo de Huella de Carbono Gas Natural Fenosa.

La estructura de la herramienta se divide en tres partes fundamentales:

- Base de datos, dónde se introducen todos los datos de entrada necesarios para la realización de los cálculos. Son los datos origen en su mayoría proporcionados por Gas Natural Fenosa. Cada año dispone de una base de datos propia.
- La presentación de los cálculos y datos individualizados para cada una de las unidades de cálculo independientes y para el año seleccionado. Se muestran todos los sistemas de los ACV considerados y los valores calculados para cada uno de ellos.
- La herramienta permite obtener los resultados tanto:
  - a) a nivel individual, empleando los selectores para países, CCAA, Tipo de central, Planta, Tecnología u Origen,

Selección por:		BORRAR DATOS		IMPORTAR		H:\Aguas\TEMPORAL\HUELLA\DATOS\271					
VALIDAR DAT	Agregado	Agregado	Individual	Individual	Individual	Agregado	Individual	Individual	Agregado	Individual	
ACV	País	CCAA	Tipo de Central	Planta	Tecnología	Origen	País\Tipo de Central	País\CCAA\Tpo de Central	País\Origen	Tipo de Central	
GRAFICS	Todos	Todos	Todos	Sant Avilá	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos	
CCAA											
Alcance1	2.44E+07	2.44E+07	Eólica	7.73E+05	2.44E+07	2.44E+07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
Alcance2	1.01E+06	1.01E+06	Oleas	3.00E+00	1.01E+06	1.01E+06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
Alcance3	9.27E+05	9.27E+05	Distrib. electricidad	1.29E+04	9.27E+05	9.27E+05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
TODOS											
CCAA											
Alcance1	6.63E+04	6.63E+04	6.63E+04	1.50E+01	6.63E+04	6.63E+04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
Alcance2	5.38E+01	5.38E+01	5.38E+01	0.00E+00	5.38E+01	5.38E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
Alcance3	3.08E+04	3.08E+04	3.08E+04	2.47E+02	3.08E+04	3.08E+04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	

Figura 2. Pantalla sobre el tipo de central: Planta, Tecnología u Origen. Herramienta de cálculo de Huella de Carbono Gas Natural Fenosa.

### Caso práctico del cálculo de huella de carbono de organización



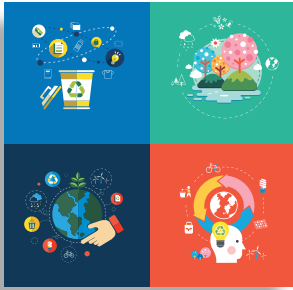
- b) como en una sucesión de tablas-resumen con los resultados por alcances y GEI de las selecciones siguientes: por países, por comunidades autónomas, por tipo de actividad, por tecnología y por origen.

CCAA	CO <sub>2</sub>			CH <sub>4</sub>			N <sub>2</sub> O			HFC			PFC		
	Alcance1	Alcance2	Alcance3	Alcance1	Alcance2	Alcance3	Alcance1	Alcance2	Alcance3	Alcance1	Alcance2	Alcance3	Alcance1	Alcance2	Alcance3
Aragón	2,39E+06	2,29E+02	1,81E+05	1,77E+03	3,88E-03	3,57E+02	5,42E+00	3,05E-03	2,72E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,30E+02	1,87E+05
Asturias	0,00E+00	4,66E+00	1,95E-06	3,33E+02	2,01E-04	7,32E+10	0,00E+00	5,8E-05	1,06E-10	0,00E+00	6,51E+03	4,63E+00	2,00E-06	8,32E-04	0,00E+00
Balears	8,04E+05	1,63E+00	4,19E-04	1,03E+02	1,87E-05	1,28E+05	3,10E+01	2,66E-05	1,10E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,84E+00	8,32E-04
Canarias	0,00E+00	0,00E+00	2,32E-05	0,90E+00	0,00E+00	9,46E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,08E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,38E-05
Cantabria	3,56E+00	2,51E+01	1,59E-01	4,88E+02	1,09E-03	1,14E+03	6,40E-06	5,66E-04	2,31E-01	0,00E+00	1,03E+04	2,52E+01	2,52E+01	2,19E-01	2,19E-01
Castilla-La Mancha	5,79E+05	9,53E-04	1,42E-06	1,22E+03	4,11E+00	3,02E+02	1,03E+00	1,73E+00	2,04E+01	3,53E-01	6,21E+05	3,33E+04	1,43E+06	1,43E+06	1,43E+06
Castilla y León	7,79E+05	1,25E-02	6,53E-04	1,33E+03	5,56E-03	4,57E+05	1,22E+01	1,99E-03	1,42E+00	2,09E+03	3,11E+05	4,30E+02	1,59E+05	1,59E+05	1,59E+05
Cataluña	1,84E+06	4,37E+03	3,78E+04	1,62E+03	2,14E-01	1,63E+03	3,17E+00	7,85E-02	6,39E-01	0,00E+00	1,80E+06	4,39E+03	1,33E+05	1,33E+05	1,33E+05
Ciudad de València	2,19E+06	1,11E+04	3,82E+05	2,59E+03	4,70E-01	1,77E+03	4,32E+00	1,62E-01	1,34E-01	0,00E+00	2,24E+06	1,11E+04	4,19E+05	4,19E+05	4,19E+05
Extremadura	4,35E+02	0,00E+00	0,00E+00	5,03E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,07E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,41E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Galicia	2,48E+06	2,10E+03	3,47E+05	8,80E+02	9,07E-02	1,59E+03	2,52E+01	3,07E-02	4,28E+00	0,00E+00	2,51E+06	2,12E+03	5,08E+05	5,08E+05	5,08E+05
La Rioja	8,60E+05	3,89E+03	3,67E+04	2,81E+02	1,64E-05	2,17E+02	1,19E+00	1,63E-04	6,00E-02	0,00E+00	6,66E+05	3,89E+03	4,12E+04	4,12E+04	4,12E+04
Madrid	1,43E+04	9,14E-03	3,33E+00	3,44E+03	3,11E-01	7,85E+01	6,59E+04	1,15E-01	1,29E-04	0,00E+00	6,65E+04	6,19E+03	1,63E+03	1,63E+03	1,63E+03
Murcia	1,29E+06	4,01E+01	7,50E+04	4,52E+02	1,13E-03	6,60E+02	2,39E+00	3,86E-04	1,37E-01	0,00E+00	1,30E+06	4,04E+01	6,69E+04	6,69E+04	6,69E+04
N Navarra	3,10E+00	5,31E+01	2,03E-01	6,76E+02	2,29E-03	1,88E+05	6,65E-06	1,75E-04	3,03E-07	0,00E+00	1,42E+04	5,34E+01	2,29E-01	2,29E-01	2,29E-01
País Vasco	3,05E+01	4,29E+00	1,66E+00	8,94E+01	1,85E-04	8,50E-03	4,73E-05	6,28E-05	2,17E-06	0,00E+00	1,91E+03	4,33E+00	1,64E+00	1,64E+00	1,64E+00
Todos	2,49E+07	1,17E+06	3,11E+06	6,05E+04	7,02E+01	5,76E+04	3,33E+01	1,48E+01	1,09E+02	3,81E-01	2,62E+07	1,33E+06	1,03E+07	1,03E+07	1,03E+07

Figura 3. Pantalla de resultados por Comunidades Autónomas. Herramienta de cálculo de Huella de Carbono Gas Natural Fenosa.

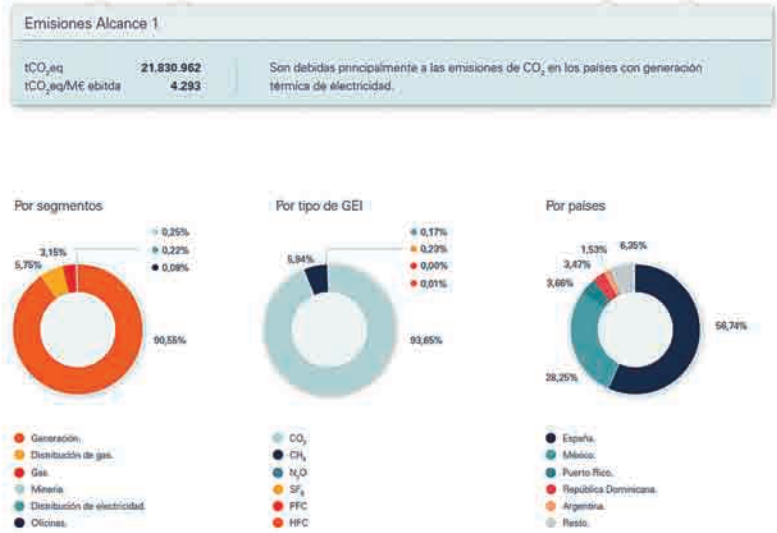
Cabe señalar, que cuando los resultados seleccionados sean datos agregados, es decir que incluyan más de una unidad de cálculo, de área geográfica o de tecnología, la herramienta realiza el cómputo total de emisiones evitando dobles contabilidades.

Esto quiere decir que en todos los cálculos agregados que incluyan diferentes áreas geográficas o diferentes tecnologías que impliquen consumo o transformación de gas (centrales de ciclo combinado, plantas de regasificación, licuefacción, etc.), es preciso tener en cuenta que, incluidos en las emisiones del ACV del gas, hay sistemas que generan emisiones de alcance 1, 2 ó 3 en función del tipo de agrupación elegido.



## 11.4. EL INVENTARIO 2013 DE UN VISTAZO

### 11.4.1. Emisiones Alcance 1



**Figura 4.** Resultados Alcance 1 de la herramienta de cálculo de Huella de Carbono Gas Natural Fenosa 2013.

Los resultados obtenidos de la herramienta, muestran que las emisiones directas de alcance 1, derivadas de las actividades propias en el **año 2013**, ascendieron a 21,8 MtCO<sub>2</sub>eq.

Por segmentos de negocio, el 90,55% son debidas a la generación de electricidad, el 5,75% a la distribución de gas, 3,15% al negocio de gas y el 0,55% al resto de actividades.

Por tipo de GEI, el 93,65% son emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de los procesos de combustión y el 5,94% son emisiones de metano, principalmente fugitivas, siendo el retos de gases prácticamente despreciables.

Las emisiones se concentran en aquellos países en los que la compañía tiene generación térmica de electricidad. Principalmente España, México, Puerto Rico y República Dominicana.

### 11.4.2. Emisiones Alcance 2

En cuanto a las emisiones de alcance 2, en el año 2013 se emitieron un total de 0,5 MtCO<sub>2</sub>eq. La práctica totalidad de estas emisiones de alcance 2 son debidas al CO<sub>2</sub>, asociadas a las pérdidas en el transporte y distribución de electricidad.



Emisiones Alcance 2	
tCO <sub>2</sub> eq	512.424
tCO <sub>2</sub> eq/M€ ebitda	101
.Son debidas principalmente a las emisiones de CO <sub>2</sub> asociadas a las pérdidas en la distribución de electricidad.	



Figura 5. Resultados Alcance 2 de la herramienta de cálculo de Huella de Carbono Gas Natural Fenosa 2013.

### 11.4.3. Emisiones Alcance 3

En cuanto a las emisiones de alcance 3 durante al **año 2013**, el mayor porcentaje son emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la combustión por parte del cliente final del gas natural distribuido y/o comercializado.



## Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono

Emisiones Alcance 3		
tCO <sub>2</sub> eq	122.564.483	Son debidas principalmente a las emisiones de CO <sub>2</sub> en la combustión por el uso final del gas natural distribuido y comercializado.
tCO <sub>2</sub> eq/M€ ebrida	24.103	

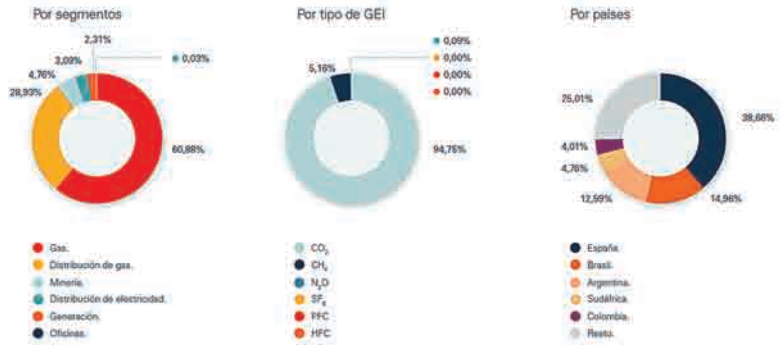


Figura 5. Resultados Alcance 3 de la herramienta de cálculo de Huella de Carbono Gas Natural Fenosa 2013.

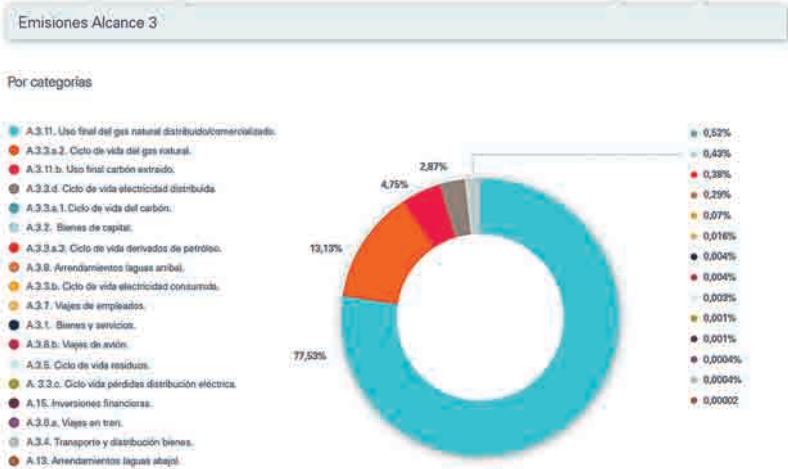


Figura 6. Resultados de emisiones por categorías de la herramienta de cálculo de Huella de Carbono Gas Natural Fenosa 2013.









Fundación de la Energía de  
la Comunidad de Madrid



[www.fenercom.com](http://www.fenercom.com)

