

MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE Y ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

ANNA PARIS MADRONA
CRISTINA MONCUNILL FARRÉ

SORIGUÉ, S.A.

1. Introducción

En la década de los noventa nos hemos familiarizado con conceptos tales como agujero de la capa de ozono, cambio climático, agotamiento de recursos naturales, etc. Por todo ello, los temas relacionados con la preservación del medio ambiente empiezan a movilizar numerosos sectores, tanto a nivel gubernamental como social. Esta nueva manera de actuar se dirige a la consecución del desarrollo sostenible. Pero, para que los principios del desarrollo sostenible se puedan integrar dentro del sector privado se necesitan unas herramientas y unas metodologías que permitan a la empresa la satisfacción del cliente, con el menor consumo de materia y energía y con el menor impacto.

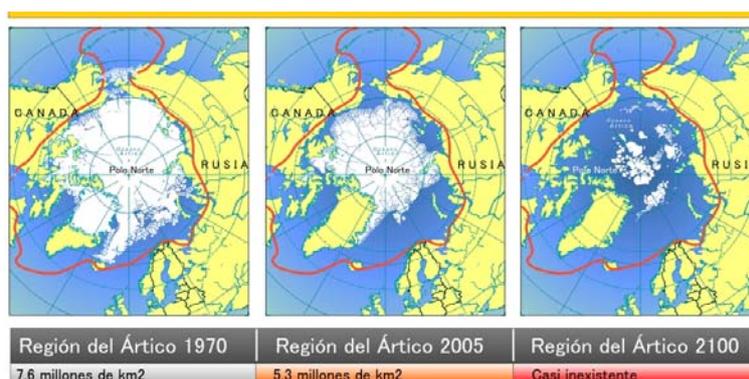


IMAGEN 1: EVOLUCIÓN DE DESHIELO DE LA REGION DEL ÁRTICO

Una de estas herramientas es el Análisis del Ciclo de Vida (ACV), que abarca toda la cadena de producción y permite observar si, para reducir el impacto ambiental en un determinado proceso, se aumenta el de los anteriores y/o posteriores en la cadena de producción. Para elaborar un ACV es imprescindible disponer de la información suficiente que nos permita obtener resultados lo más objetivos posibles [1].

La realización de un ACV puede extenderse a toda la vida del producto, hasta su reutilización o extinción como residuo (de la cuna a la tumba), o detenerse en alguna etapa anterior (de la cuna a la puerta), por lo que, en algunos casos, no requiere una base de datos informatizada, extensa y compleja de todo el ciclo de vida del producto, ya que se puede llegar a un resultado aceptable mediante cálculos manuales [2].

2. Panorama actual del Análisis de Ciclo de Vida de las Mezclas Bituminosas en Caliente

El primer estudio de Análisis del Ciclo de Vida conocido fue el que en 1969, la compañía Coca-Cola encargó al Midwest Research Institute (MRI), en el que se comparaban diferentes tipos de envases para conocer los consumos de recursos y las emisiones ligadas a cada uno de ellos.

En la actualidad, el ACV se ha convertido en una herramienta de uso internacional como demuestra el nivel de participación en la 2ª Conferencia Internacional de Análisis del Ciclo de Vida (LCM2005) celebrada en Barcelona y la creación de redes y grupos de trabajo como la Red Temática Española y la Red Catalana de ACV, la Life Cycle Initiative de UNEP-SETAC y la Society for Promotion of Life-cycle Assessment Development (SPOLD), entre otros.

Si bien es cierto que, en los países industrializados, la inclusión de la metodología del ACV en el campo del medio ambiente ha seguido un crecimiento exponencial, desde sus inicios a finales de los sesenta; en España, se ha dado con un desfase de tres o cuatro años. Probablemente ésta sea una de las razones para explicar la inexistencia de investigaciones realizadas entorno al ciclo de vida de fabricación de Mezclas Bituminosas en Caliente (MBC) más allá de la desarrollada por Sorigué, S.A. Asimismo, a nivel europeo, existe un ACV sobre la construcción de carreteras realizado por el IVL Swedish Environmental Research Institute (2001) [3].

Desde febrero de 2005, en Sorigué, S.A. estamos investigando sobre el Análisis del Ciclo de Vida en las Mezclas Bituminosas en Caliente y, para ello, hemos desarrollado una herramienta informática para su cálculo denominada AVACo, que ha ido evolucionando hacia la puesta en obra del firme y su vida útil.

3. El caso concreto de AVACo

La base de datos informática AVACo (Asistente para una Valoración Ambiental en la Construcción) es una herramienta capaz de distinguir las influencias de la naturaleza de los áridos, de las fórmulas de trabajo, del tipo de combustible de las plantas asfálticas empleado, de las capacidades y regímenes de producción, de las distancias de transporte involucradas, etc. Hasta el día de hoy ha sido objeto de diversos artículos y presentaciones [4, 5, 6, 7 y 8]

En sus inicios AVACo se dirigía, fundamentalmente, a identificar los procesos de producción de mezclas bituminosas en caliente más respetuosas con el medio ambiente y a su implantación en nuestras instalaciones de fabricación. Pero, con el tiempo, se fueron integrando los procesos de transporte y puesta en obra.



FIGURA 1: VENTANA PRINCIPAL DE AVACO

Actualmente se diferencian tres subsistemas:

- extracción y procesado de áridos,
- planta asfáltica y

- puesta en obra.



FIGURA 2: VENTANA DEL PROGRAMA DE ENLACE A LOS TRES SUBSISTEMAS QUE CONFIGURAN TODO EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS.

De esta manera, se pueden obtener los resultados referentes a cada uno de ellos por separado o en conjunto para todo el sistema.

El primer objetivo marcado era el de poseer toda la información posible del proceso de fabricación de mezclas bituminosas. Este objetivo ha evolucionado hacia la puesta en obra del firme y su vida útil. Los resultados son muy extensos y se distinguen:

- materias primas y auxiliares: árido, betún asfáltico, acero y material de fundición y lubricante,
- consumos de energía: se distinguieron los distintos combustibles, así como la energía eléctrica y combustibles,
- residuos: se consideraron como residuos el filler de recuperación, los lubricantes y el material de fundición y
- emisiones atmosféricas y acuáticas: en el primer estudio distinguíamos CO_2 , SO_2 , NO_x , CO , N_2O , hidrocarburos, CH_4 , $fenol_{(aq)}$, DQO, N-Total y polvo.

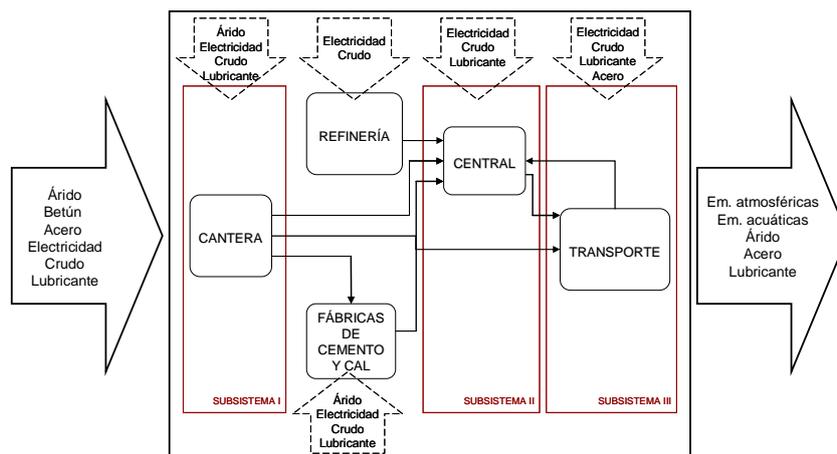


FIGURA 3: SISTEMA PRODUCTIVO DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE, DES DE LA EXTRACCIÓN DE LOS ÁRIDOS HASTA LA PUESTA EN OBRA.

En otros casos nos hemos centrado en las emisiones atmosféricas, específicamente las de gases de efecto invernadero, y los resultados se han presentado como equivalentes de CO₂. Estos equivalentes unifican los valores de los gases de efecto invernadero más significativos y, a la vez, se obtiene un indicador excelente para cada una de las fórmulas de trabajo.

4. Cálculos e hipótesis planteadas actualmente

Tal y como señala la serie de normas internacionales ISO 14040, el Análisis del Ciclo de Vida es un estudio iterativo y, por eso, no se puede hablar de hipótesis y coeficientes definitivos.

La gran mayoría de cálculos y coeficientes para las emisiones y los consumos de máquinas y vehículos y de materiales han sido extraídos del *Libro de Trabajo para el inventario de Gases de Efecto Invernadero – Vol.2* editado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático en 1997 [9],

Las hipótesis más relevantes que nosotros planteamos en nuestro trabajo son:

- los valores de consumos energéticos y emisiones asociados a ellos se han conseguido del informe de Stripple [3],
- las cuantificaciones de cemento y cal se han obtenido de la tesis de De Carvalho [10] y del informe de Stripple [3], respectivamente,
- en referencia al transporte, se estima un viaje de ida lleno y otro de vuelta vacío, a excepción del reciclado, donde se aprovecha la vuelta del camión para transportar el material fresado,
- se ha estimado una reducción del 50% del consumo de combustible del quemador con el uso de un sistema de cogeneración y
- se ha supuesto una reducción completa del consumo de combustible en la caldera con el uso de un sistema de cogeneración.

El Análisis del Ciclo de Vida nos supone conocer mucho mejor los procesos relacionados con la fabricación de mezclas bituminosas y los consumos y emisiones más influyentes en cada uno de ellos, nos permite ver también, los puntos donde es más rentable aplicar nuevas tecnologías y las metodologías para intentar reducirlos.



IMAGEN 2: PLANTA DE COGENERACIÓN Y PLANTA ASFÁLTICA EN LAS INSTALACIONES QUE SORIGUÉ, S.A. TIENE EN BALAGUER (LLEIDA).

El conocimiento sobre la tecnología aplicada en nuestras instalaciones y su impacto sobre el medio ambiente nos permitirá avanzar hacia la utilización de técnicas constructivas tan eficientes como respetuosas con el medio. En definitiva, el programa AVACo representa una herramienta estratégica para desarrollar distintos estudios.

5. Estudios basados en AVACo

Básicamente el programa AVACo nos ha permitido seleccionar los principales focos de impactos y su sensibilidad ante determinadas actuaciones. En concreto:

- Valorar cuantitativamente la reducción de emisiones y de consumo de energía que ha supuesto consumir GNL en lugar de fuel-oil en nuestras plantas y el aprovechamiento de la energía térmica proporcionada por los gases de escape de una instalación de cogeneración de 4Mw,

FIGURA 3: DEFINICIÓN DE LA PLANTA ASFÁLTICA EN EL PROGRAMA.

- Dar una base científica y objetiva a alguna de las prácticas asumidas desde la intuición y aportar nuevas opciones de operatividad [8].

MEZCLA	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ eq	Δ / REF.
	kg. /t de MBC				%
REFERENCIA	5,12E+1	9,00E-2	4,07E+0	56	0,00
MEJORES PRÁCTICAS	3,20E+1	1,63E-1	3,24E+0	37,7	-32,71
CONDICIONES DESFAVORABLES	7,54E+1	1,07E-1	4,09E+0	80,6	43,98

TABLA 1: RESUMEN SOBRE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PARA UNA MEZCLA DE REFERENCIA Y EFECTO DE ALGUNAS MEJORES PRÁCTICAS O DE CONDICIONES DESFAVORABLES SOBRE ELLA PRESENTADO EN LA REFERENCIA 8. LAS EMISIONES ASOCIADAS A LA PRODUCCIÓN DE MBC PUEDEN VARIAR MUY SIGNIFICATIVAMENTE EN FUNCIÓN DE LAS PRÁCTICAS ADOPTADAS EN SU FABRICACIÓN Y PUESTA EN OBRA.

- Clasificar medioambientalmente las secciones de firme catalogadas en la Norma 6.1-I.C. a partir de unos indicadores creados con esta finalidad [6] y obtener para cada uno de ellos su cuantificación relativa a un óptimo.

La clasificación se hizo de acuerdo con cuatro categorías con igual importancia en el proceso:

- consumo de recursos no renovables: kg de árido y betún,
- eficiencias/ineficiencias del sistema: MJ de energía eléctrica o de combustibles,
- calentamiento global: kg de CO₂ equivalente y
- deterioros del entorno: kg de residuos de acero y lubricantes.

Y se obtienen unas conclusiones medioambientales para cada una de las secciones de firmes catalogadas en la Instrucción 6.1-I.C.

Las conclusiones obtenidas en esta clasificación son que los firmes flexibles y semi-flexibles producen, en todos los casos, menores impactos medioambientales que los semi-rígidos o con pavimento de hormigón.

6. Conclusiones

El Análisis del Ciclo de Vida es una metodología perfectamente aplicable para estudiar los impactos ambientales vinculados a la fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas en caliente. Hace posible distinguir los principales focos de estos potenciales impactos, decidir las mejores estrategias para su atenuación y cuantificar el alcance de las medidas adoptadas.

Nos gustaría remarcar también que esta herramienta debería resultar imprescindible a la hora de reducir los impactos ambientales derivados de la construcción de firmes y demostrar, con una base objetiva y sólida, las ventajas e inconvenientes de los diferentes tipos de producción y puesta en obra. Concretamente, en nuestro trabajo presentado en el VII Congreso Nacional de Firmes, celebrado en Ávila los días 23, 24 y 25 de mayo de 2006 [8], se concluía: «Bajo ciertas hipótesis, hemos comprobado que los impactos ambientales producidos por algunos de los firmes propuestos por la Norma 6.1-I.C pueden llegar a multiplicar por más de seis los ocasionados por otras alternativas estructuralmente equivalentes».

Finalmente, es nuestra intención alentar al sector a utilizar el Análisis del Ciclo de Vida como una herramienta de mejora, ya que, si bien los resultados no llegan a ser exactos, el objetivo final del estudio (permitir comparar diferentes procesos de producción para obtener unas bases sólidas de actuación) se consigue con éxito.

7. Bibliografía

1. FULLANA, P. y PUIG, R. (1997): *Análisis del Ciclo de Vida*. Cuadernos de Medio Ambiente. Rubes Editorial, S.L. Barcelona
2. ORTIZ RIPOLL, J. (2004): *Criterios para una valoración medioambiental de la sustitución del filler de recuperación de los áridos en la fabricación de mezclas bituminosas en caliente*. Revista RUTAS, Núm. 107. Marzo-Abril 2005.
3. STRIPPLE, H. (2001): *Life Cycle Assessment of Road. A pilot study for inventory analysis. Second revised edition*. Report from IVL Swedish Environmental Research Institute. Gothenburg, Sweden.
4. PARÍS, A.; ORTIZ, J. y MONCUNILL, C.: *Análisis del Ciclo de Vida y Sostenibilidad en la Fabricación de Mezclas Bituminosas en Caliente*. Jornada Técnica: Panorámica Actual de las Mezclas Bituminosas. ASEFMA, un nuevo enfoque. Madrid, 21 de junio de 2005.

5. PARÍS, A.; MONCUNILL, C. y ORTIZ, J.: *Valoración medioambiental de la producción de mezclas bituminosas en caliente a partir de un Análisis del Ciclo de Vida*. I Congreso de Medio Ambiente en Carreteras. Asociación Española de la Carretera. Santander, del 25 al 28 de abril de 2006.
6. ORTIZ, J.; MONCUNILL, C. y PARÍS, A.: *Clasificación medioambiental de materiales y procedimientos para la construcción de firmes. Aplicación a las secciones de firmes de la Norma 6.1-IC*. VII Congreso Nacional de Firmes. Ávila, del 23 al 25 de mayo de 2006.
7. PARÍS, A.; MONCUNILL, C. y ORTIZ, J.: *El Análisis del Ciclo de Vida como herramienta para la valorización ambiental de la fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas en caliente*. Especial Revista Carreteras sobre Integración Ambiental, núm. 150 de 2006.
8. ORTIZ, J. y MONCUNILL, C.: *Reducción de emisiones en la producción de mezclas bituminosas en caliente*. El sector ante los retos actuales. La respuesta de ASEFMA. Madrid, 30 de Noviembre de 2006.
9. VV.AA. IPCC (1997): *Libro de Trabajo para el inventario de Gases de Efecto Invernadero-Vol.2*
10. DE CARVALHO, A. (2001): *Análisis del ciclo de vida de productos derivados del cemento. Aportaciones al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, Julio de 2001.