



CONAMA10
CONGRESO NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

COMUNICACIÓN TÉCNICA

Propuesta para un etiquetado ambiental de las mezclas bituminosas

Autor: **Cristina Moncunill Farré**

Institución: **Coordinadora Estatal de Ciencias Ambientales**

e-mail: **c.moncunill@pabasa.com**

Otros Autores: **Carolina Puig Gimeno**



RESUMEN

Desde marzo de 2008, todas las mezclas bituminosas producidas en España deben cumplir el real decreto 1630/1992, el denominado marcado CE. Dentro del marco que este decreto proporciona, creemos que es el momento de introducir un nuevo lenguaje en las mezclas, y es por ello que proponemos la creación de las etiquetas ecológicas de las mezclas bituminosas. La creciente conciencia global de proteger el medio ambiente por parte de las administraciones públicas, las empresas y el público ha impulsado la adopción de sistemas de calificación ambiental que identifican y certifican de manera oficial que ciertos productos o servicios, dentro de una categoría determinada, tienen una menor afección sobre el medio ambiente que otros. La fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas en caliente puede causar afecciones ambientales muy distintas en función de su diseño, de la naturaleza y procedencia de los materiales utilizados, de la proporción de materiales reciclados que intervengan en su fabricación, de los procedimientos productivos seleccionados y, por supuesto, de su durabilidad. Las etiquetas ecológicas o ecoetiquetas son símbolos que se otorgan a aquellos productos cuya producción y reciclado producen un menor impacto sobre el medio ambiente debido a que cumplen una serie de criterios ecológicos definidos previamente por el análisis de su ciclo de vida. Las etiquetas ecológicas de las mezclas darían la posibilidad a las Administraciones y usuarios que quisieran fomentar el uso de productos más respetuosos con el medio ambiente. Cuando se valora el impacto ambiental global que comporta el consumo de un producto, el concepto importante es el de análisis del ciclo de vida. Lo destacable no son sólo los efectos generados en lo que convencionalmente se denomina producción, sino también en la extracción de materias primas y fabricación de los materiales procedentes de sistemas productivos secundarios (aditivos, cal, cemento, etc) que utiliza la empresa, la distribución, utilización del bien y disposición de residuos. Si las administraciones públicas y los clientes privados quieren valorar dicho impacto global, la cuestión es cómo obtener esta información tan compleja. La etiqueta ecológica es un sistema complementario de calificación ambiental de productos y servicios. Los aspectos estudiados son los siguientes: (i) Emisiones de CO₂ asociadas a la fabricación de la mezcla asfáltica; (ii) Uso de material reciclado; (iii) Cumplimiento de la legislación; (iv) Durabilidad del pavimento y (v) Ruido de rodadura. Se debe indicar que se han determinado factores que fueran objetivos, valorizables y fácilmente cuantificables. De otro modo la determinación de la categoría ecológica no sería viable, convirtiéndose en un proceso complicado y de resultados dudosos.

Palabras Clave: Etiquetado ambiental; ecoetiqueta; análisis del ciclo de vida; mezcla bituminosa en caliente; asfalto; árido reciclado; ruido del tráfico

1. LA ETIQUETA ECOLÓGICA

Cuando se valora el impacto ambiental global que comporta el consumo de un producto, el concepto importante es el de análisis del ciclo de vida. Lo destacable no son sólo los efectos generados en lo que convencionalmente se denomina producción, sino también en la extracción de materias primas y fabricación de los inputs que utiliza la empresa, la distribución, utilización del bien y disposición de residuos.

Si las administraciones públicas y los clientes privados quieren valorar dicho impacto global, la cuestión es cómo obtener esta información tan compleja. La etiqueta ecológica [1] es un sistema complementario de calificación ambiental de productos y servicios, la cual, además:

- debe ser exacta, verificable, y veraz;
- no debe crear barreras comerciales;
- debe basarse en criterios científicos;
- debe tomar en consideración el ciclo de vida del producto o servicio;
- debe estimular su mejora.

Para obtener el ecoetiquetado de un producto, se establecen una serie de criterios por categorías de producto o servicio y se basa en estudios científicos de los impactos ambientales de estos productos y servicios a lo largo de su ciclo de vida. Sin embargo, los criterios para conceder la etiqueta son, en principio, totalmente relativos [2]: no se trata de si el impacto absoluto es o no importante, sino de si es menor que el de otros productos de la misma categoría, siempre buscando productos cuyo impacto ambiental sea mínimo.

En el reglamento europeo [3] se apela a que “Los criterios ecológicos específicos aplicables a cada categoría de productos se establecerán según un planteamiento global...” habiendo definido “planteamiento global” como “el planteamiento que comprende el ciclo de vida de un producto desde su fabricación, incluida la elección de materias primas, la distribución, el consumo y el uso, hasta la eliminación tras su utilización”.

En un sentido estricto, un producto ecológico lo podemos definir como “aquel producto que satisfaciendo las mismas necesidades que los productos equivalentes, su daño al medio ambiente es inferior en el conjunto de todo su ciclo de vida”. Es decir, que la suma de los impactos generados durante la fase de extracción de la materia prima, de producción, de distribución, de uso/consumo y de eliminación es de menor cuantía que en el caso del resto de productos de su categoría.

2. PRIMEROS PASOS

Aunque la definición teórica de producto ecológico es bastante clara, determinar en la práctica cuándo un producto debe ser considerado como ecológico presenta importantes dificultades derivadas del carácter relativo y dinámico del concepto de producto ecológico.

Concepto relativo

Un producto no puede ser calificado de ecológico por el mero hecho de poseer unas determinadas condiciones o atributos, sino por ser menos dañino para el entorno que otro producto con el que se compara. Por esta razón, el calificativo ecológico en un producto dependerá de la unidad de análisis que se utilice como referencia. Así pues, si se utiliza como unidad de análisis la totalidad de modalidades de vías de comunicación, una carretera nunca podrá ser calificada de ecológica puesto que una cañada es menos contaminante. Pero si se utiliza como unidad de análisis los pavimentos, entonces sí es posible calificar un pavimento de ecológico cuando esté diseñado de forma que consuma menos recursos, emita menos CO₂ y esté fabricado con materiales reciclados, entre otras características.

Concepto dinámico

Lo que hoy puede ser un producto ecológico puede no serlo mañana por una mejora tecnológica que permita obtener el producto con un impacto menor, por el desarrollo de una legislación más estricta o bien como consecuencia de un cambio en el conocimiento sobre la importancia de un problema ecológico.

¿Quién podría asegurar que la fabricación de mezclas a bajas temperaturas a costa de la introducción dentro de la mezcla de aditivos producidos mediante la síntesis de Fischer-Tröpsch tiene un comportamiento, a nivel de emisiones de gases de efecto invernadero, más respetuoso con el planeta que la fabricación corriente de mezclas asfálticas? [4] Así mismo, ¿quién asegura que la introducción de ciertos aditivos que mejoran las propiedades de las mezclas, no producen efectos más nocivos que las mezclas por sí mismas?

Factores estudiados

Dado que no es fácil que un producto sea menos perjudicial para el entorno natural que otro en todas y cada una de las fases del ciclo de vida, y con relación a todos y cada uno de los diferentes tipos de impacto, la atribución a un producto del calificativo de ecológico depende de la importancia de cada tipo de impacto ambiental. Así, por ejemplo, si dos pavimentos están fabricados con la misma cantidad de material reciclado pero uno tiene asociadas menos emisiones de CO₂ está claro que este último es más respetuoso que el otro. Pero si un pavimento está fabricado con una cantidad mayor de material reciclado y el otro tiene asociadas menos emisiones de CO₂, ¿qué es más importante a la hora de calificar como ecológico un pavimento, el consumo de materiales reciclados o las emisiones de CO₂?

Para dar solución a esta pregunta, uno debe dirigirse a la metodología del ciclo de vida y ponderar cada uno de los aspectos e impactos ambientales dentro de la totalidad del proceso de fabricación de la mezcla asfáltica.

Dentro del ciclo de vida de una mezcla se han elegido los factores que se consideran que tienen mayor repercusión ambiental, para luego poder establecer la importancia relativa, dentro de los efectos medioambientales, de cada uno de estos factores.

Para determinar estos aspectos, se han tenido en cuenta todos los procesos incluidos en la fase de extracción de la materia prima, de producción, de distribución, de uso/consumo y de eliminación. Los aspectos estudiados son los siguientes:

1. Emisiones de CO₂ asociadas a la fabricación de la mezcla asfáltica
2. Uso de material reciclado
3. Cumplimiento de la legislación
4. Valoración de la durabilidad del pavimento
5. Valoración del ruido de rodadura

Se debe indicar que se han determinado factores que fueran objetivos, valorables y fácilmente cuantificables. De otro modo la determinación de la categoría ecológica no sería viable, convirtiéndose en un proceso complicado y de resultados dudosos.

En apartados posteriores se estudiará la importancia relativa de cada aspecto, pudiendo establecer formas de valoración, que permita obtener un número. Este valor se comparará con los rangos establecidos dentro de cada categoría ecológica, con lo que podremos clasificar un producto.

3. FACTORES A TENER EN CUENTA EN EL PROCESO DE ETIQUETADO ECOLÓGICO DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

Los factores a tener en cuenta se han clasificado según si son cuantificables, es decir se les puede otorgar un número en función de un baremo establecido, o si son informativos, que afectarán al ecoetiquetado, pero que no permite su valoración numérica.

Debemos destacar que para el proceso descrito a continuación se ha realizado un análisis del ciclo de vida basado en las bases de datos y resultados obtenidos en los estudios realizados mediante el programa AVACo diseñado por J. Ortiz, A. Paris y C. Moncunill durante los años 2005 a 2008 [5].

Después de un estudio preliminar de decenas de variables mediante la metodología de análisis del ciclo de vida, los criterios elegidos dentro de la etiqueta ecológica son los siguientes:

1. Emisiones de CO₂			
INFORMATIVO	1.1.	Lectura de las emisiones reales en la puesta en marcha de la planta realizada por un Organismo de Control Ambiental	
CUANTIFICABLE	1.2.	Distancia de transporte de los áridos hasta la planta	
	1.3.	Temperatura de fabricación de la mezcla	
2. Uso de material reciclado			
INFORMATIVO	2.1. Uso de productos reciclados	2.1.1. Uso de árido reciclado	2.1.1.a Uso de árido artificial
			2.1.1.b Uso de material fresado
CUANTIFICABLE			2.1.2. Uso de polvo de neumático (betún reciclado)
			2.1.3. Uso de fíller de recuperación (filler reciclado)
3. Cumplimiento de la legislación			
INFORMATIVO			
4. Durabilidad			
INFORMATIVO.			

Tabla 1. Criterios definidos dentro de la ecoetiqueta de los pavimentos

4. METODOLOGÍA DE PONDERACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES

Como ya se ha expuesto en el apartado 2. *Primeros pasos*, la única manera de defender una ecoetiqueta bajo criterios científicos es ponderando cada aspecto e impacto ambiental dentro de la totalidad del proceso de fabricación de la mezcla asfáltica.

Emisiones de CO₂

En el cálculo de este parámetro se ha planteado un sistema ideal donde:

- La temperatura exterior en la planta asfáltica = 20°C
- La humedad de los áridos = 3%
- El fresado se transporta de una obra que dista de la planta 40km

Uso de material reciclado

Como material reciclado se entiende:

- el filler de recuperación: es la parte del polvo mineral que se obtiene en los sistemas de control de emisiones de las centrales de fabricación de mezclas bituminosas en caliente
- el material fresado: entendiéndolo éste como el material resultante de la disgregación de capas de pavimento asfáltico envejecido o, que sin presentar problemas de calidad en cuanto a sus componentes o envuelta, no haya sido colocado en obra
- el árido artificial: es árido de origen mineral resultante de un proceso industrial que ha soportado una alteración térmica u otra. Por ejemplo, las escorias siderúrgicas
- el polvo de neumático

Utilizado dentro de la mezcla bituminosa en caliente, ya que su uso supone:

- Evitar generar un residuo en los casos del uso del filler de recuperación y del material fresado
- Reintroducir en el sector de la fabricación de mezclas asfálticas residuos de otros sectores como por ejemplo el árido siderúrgico o el polvo de neumático

En cualquier caso, este apartado recoge un bien social que también debería tenerse en cuenta dentro de la ponderación total.

Cumplimiento de la legislación

Este punto es el único que presenta requisitos indispensables para la obtención de la ecoetiqueta como son:

- La posesión de la autorización, licencia o comunicación ambiental de la planta asfáltica productora de la mezcla, según legislación vigente
- La presentación de la declaración de derechos de emisión de gases de efecto invernadero si la planta productora de la mezcla está regida por este reglamento

Valoración de la durabilidad de la mezcla

Existe una relación evidente entre el deterioro de las capas de firme y el espesor de la película de ligante que envuelve los áridos. Películas más gruesas retrasan el envejecimiento del ligante, incluso su eventual desplazamiento por la acción del agua, lo que equivale a prolongar la vida útil de la capa de mezcla bituminosa. [6]

Se propone referir los espesores de película correspondientes a las mezclas evaluadas a los que se deducen de los mínimos admitidos por la normativa en vigor: éstos se deducen de considerar la

mezcla más fina y, por tanto de mayor superficie específica (la que se ajustaría al borde superior del huso en cuestión) elaborada con el contenido de betún mínimo establecido. Puesto que el ligante *efectivo* o realmente disponible para la envuelta de los áridos es el disponible después de descontar el absorbido por éstos, la absorción ha sido tomada en cuenta también en nuestra propuesta. Para la mezcla de referencia se ha supuesto que una absorción típica equivalente al 0,5% en peso s/a.

El método que se ha utilizado para calcular la película de ligante que envuelve los áridos se basa en la fórmula de Duriez, la cual permite estimar la superficie específica conjunta del árido de la mezcla asfáltica.

5. VALORACIÓN DE CRITERIOS

Como ya se ha anunciado, dentro de los factores a tener en cuenta, hay unos que son valorables y otros que son meramente informativos.

Los criterios cuantitativos nos conceden unos rangos, cada uno de los cuales establece una categoría ecológica. Los factores que no se pueden valorar, nos dan información cualitativa y nos permiten penalizar un producto, reduciendo la categoría ecológica obtenida con los criterios valorables.

Para la clasificación de un determinado producto dentro de una categoría ecológica u otra se tendrán que valorar los criterios establecidos en el apartado 3. *Factores a tener en cuenta en el proceso de etiquetado ecológico de las mezclas bituminosas en caliente.* Para esta clasificación es necesario establecer unos valores de ponderación de cada uno de los aspectos citados anteriormente.

Para la ponderación de los aspectos incluidos en este apartado nos hemos basado en un producto ficticio, cuyas características fueran las peores posibles, dentro de los diferentes rangos. Con ello, se han obtenido las mayores emisiones de CO₂ posibles, pudiendo otorgar a cada apartado la importancia relativa correspondiente. Todos los valores se han adquirido a partir de los resultados del programa informático AVACo, con las condiciones descritas en el apartado 4. *Metodología de ponderación de aspectos e impactos ambientales.*

En la siguiente tabla se reflejan los diferentes criterios valorables tomados en consideración en el apartado 1. *Emisiones de CO₂*, así como los rangos en los que se pueden subdividir cada uno. Están indicados los pesos relativos de cada factor, tanto de cada apartado, como de cada subapartado:

CRITERIOS A VALORAR	PONDERACIÓN DE CADA CRITERIO SOBRE EL TOTAL	SUBPARTADOS Y COMENTARIOS			RANGOS DE VALORACIÓN SEGÚN CRITERIO	PUNTUACIÓN RELATIVA	PUNTUACIÓN ABSOLUTA	
1.1 DISTANCIA DE TRANSPORTE DE ÁRIDOS HASTA LA PLANTA (km)	10,00%	DISTANCIA MEDIA ENTRE LAS DISTINTAS PROCEDENCIAS DE LOS ÁRIDOS			0 – 15 km	100	10,00	
					16 – 30 km	75	7,50	
					31 – 45 km	50	5,00	
					>45 km	25	2,50	
1.2 TEMPERATURA DE FABRICACIÓN DE LA MEZCLA (°C)	42,50%	TEMPERATURA OPERACIONAL EN EL QUEMADOR DE LA			90 – 120 °C	100	42,50	
					121 – 140 °C	86	36,55	
					>140 °C	69	29,33	
1.3 USO PRODUCTOS RECICLADOS	5,00%	1.3.a USO DE ÁRIDO RECICLADO	89,50%	1.3.a.1 USO ÁRIDO ARTIFICIAL	50,00%	DISTANCIA FUENTE < 30 km	100	2,24
				DISTANCIA FUENTE > 30 km		50	1,12	
				0%	0	0,00		
				10%	25	0,56		
		25%	60	1,34				
		40%	100	2,24				
		1.3.b USO DE FÍLLER DE RECUPERACIÓN	6,00%	USO DE FÍLLER DE RECUPERACIÓN EN LUGAR DEL DE APORTACIÓN	100	0,30		
1.3.c USO DE POLVO DE NEUMÁTICO	4,50%	>4% SOBRE BETÚN EN MEZCLA	100	0,22				
		<4% SOBRE BETÚN EN MEZCLA	80	0,18				
1.4 PROCESO DE FABRICACIÓN	42,50%	COMBUSTIBLE UTILIZADO EN EL QUEMADOR DE LA PLANTA			GAS NATURAL	100	42,50	
					GAS-OIL	80	34,00	
					FUEL-OIL	75	31,88	
MÁXIMO VALOR	100,00%						100,00	

 Tabla 2. Criterios de ponderación de las emisiones de CO₂ en la fabricación de mezclas [8, 9]

En la tabla también se pueden ver las puntuaciones relativas de cada apartado, así como las absolutas. La aplicación de la tabla nos permitirá obtener un número para cada producto valorado.

Para ilustrar el alcance conjunto de algunas de las buenas prácticas cuya revisión hemos efectuado, se exponen los resultados obtenidos cuando se corrigen parte de las condiciones consideradas en la mezcla de referencia. Las correcciones se han limitado a aspectos convencionales y pueden considerarse abordables en la mayoría de las ocasiones. Se ha comprobado una notable variación entre dos situaciones analizadas: reducciones de un 33 % para las mejores prácticas frente a un incremento del 44 % en las condiciones desfavorables descritas con respecto a mezcla de referencia. La diferencia en valor absoluto se sitúa en 43 Kg. de CO₂ eq, por Tm. de mezcla bituminosa.

6. CLASIFICACIÓN ECOLÓGICA DEL PRODUCTO

Una vez obtenida la puntuación, el producto se clasifica con una categoría dentro de la etiqueta ecológica. Las categorías establecidas, así como sus rangos de valores son las siguientes:

CATEGORIA	RANGO DE VALORES
A	85-100
B	65-85
C	50-65
D	<50

Antes se ha indicado que los datos no valorables, los que ofrecen una información cualitativa, no sirven para clasificar el producto, pero sí para penalizarlo. De esta forma, los factores limitantes son los siguientes:

1. Lectura de las emisiones reales en la puesta en marcha de la planta realizada por un Organismo de Control Ambiental

Si esta lectura supera el límite establecido en el Decreto 833/1975, de 6 de Febrero que desarrolla la Ley 38/1972 de Protección del Ambiente Atmosférico, la categoría del producto pasará a ser D, sea cual sea la clasificación obtenida de acuerdo con su puntuación.

2. Uso de material reciclado

En el caso de no utilizar ninguno de los materiales definidos como reciclados en este documento, la categoría que obtendrá el producto será la inmediatamente inferior a la obtenida según su puntuación.

3. Cumplimiento de la legislación

El hecho de no cumplir la legislación descrita en el apartado 4. *Metodología de ponderación de aspectos e impactos ambientales*, cualquier producto no podrá obtener categoría ecológica.

4. Durabilidad del pavimento

En la Tabla 3 pueden observarse los espesores mínimos de película de ligante para cada tipo de mezcla, teniendo en cuenta lo descrito en el apartado 4. *Metodología de ponderación de aspectos e impactos ambientales*.

TIPO DE MEZCLA	SUPERFICIE ESPECÍFICA (m ² /kg)	BETÚN s/m	ESPESOR MÍNIMO (µm)
BASES			
AC-31G	8,5	3,65	3,83
AC-31S	11,5	3,65	2,84
AC-22G	8,6	3,65	3,79
AC-22S MAM	14,0	4,75	3,16
INTERMEDIA			
AC-32S	11,5	4,00	3,16
AC-22D	13,3	4,00	2,73
AC-22S	11,5	4,00	3,16
AC-22S MAM	14,0	4,00	2,60
RODADURA			
AC-16D	13,4	4,50	3,11
AC-16S	11,6	4,50	3,59
AC-22D	13,3	4,50	3,12
AC-22S	11,5	4,50	3,61
BBTM-8A	14,3	5,20	3,43
BBTM-8B	10,0	4,75	4,43
BBTM-11A	14,1	5,20	3,48
BBTM-11B	9,8	4,75	4,51
PA-16	9,5	4,30	4,17
PA-11	9,6	4,30	4,12

Tabla 3. Valoración de los espesores mínimos de ligante calculados según la fórmula de Duriez

En la etiqueta, la durabilidad se expresará como el cociente entre el espesor de la película de ligante de la mezcla estudiada y la mínima película de ligante calculada en la Tabla 3. Así pues, espesores inferiores a los declarados en esta tabla, supondrán una categoría (B, C o D) inmediatamente inferior a la obtenida según su puntuación. Mientras que, valores superiores, siempre y cuando se cumplan el resto de parámetros (huecos, ensayo de pista, etc.) fijados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras pasará a ser A+.

7. APLICACIÓN DEL ECOETIQUETADO EN PRODUCTOS REALES

Para poder mostrar qué clasificación obtendrían ciertos productos, hemos puntuado una mezcla tipo BBTM11A SURF BM-3c F [anterior a marcado CE: F-10] producida por una empresa fabricante de aglomerado asfáltica cualquiera.

CRITERIOS A VALORAR	SUBPARTADOS Y COMENTARIOS		PUNTUACIÓN
1.1 DISTANCIA DE TRANSPORTE DE ÁRIDOS HASTA LA PLANTA (km)	DISTANCIA MEDIA ENTRE LAS DISTINTAS PROCEDENCIAS DE LOS ÁRIDOS		10,00
1.2 TEMPERATURA DE FABRICACIÓN DE LA MEZCLA (°C)	TEMPERATURA OPERACIONAL EN EL QUEMADOR DE LA		36,55
1.3 USO PRODUCTOS RECICLADOS	1.3.1 USO DE ÁRIDO RECICLADO	1.3.1.a USO ÁRIDO ARTIFICIAL	2,24
		1.3.1.b USO DE MATERIAL FRESADO	0,00
	1.3.2 USO DE FÍLLER DE RECUPERACIÓN		0,30
	1.3.3 USO DE POLVO DE NEUMÁTICO		0,00
1.4 PROCESO DE FABRICACIÓN	COMBUSTIBLE UTILIZADO EN EL QUEMADOR DE LA PLANTA		42,50
			91,59

Tabla 4. Valoración de la mezcla BBTM11A SURF BM-3c F

8. ASPECTO DE LA ECOETIQUETA

El aspecto propuesto para la ecoetiqueta de la mezcla BBTM11A SURF BM-3c definida en el apartado anterior es el siguiente:

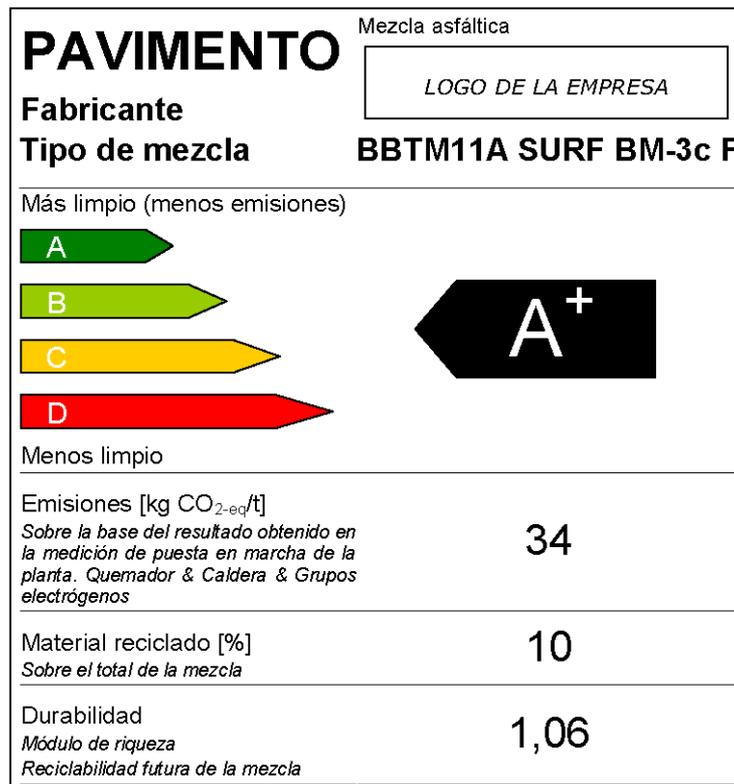


Ilustración 1. Ejemplo de etiqueta ecológica de la mezcla BBTM11A SURF BM-3c F

Sería recomendable que la etiqueta se convirtiera en un distintivo que se indicara en el albarán de salida de báscula de la planta asfáltica.

9. CONCLUSIONES

Esta comunicación es un primer paso a lo que creemos que debería ser el ecoetiquetado de las mezclas asfálticas. Creemos que la metodología usada es aplicable y los resultados que se obtienen son consistentes, dado que son resultados relativos y objetivos. El etiquetado ecológico permitirá decidir si una mezcla asfáltica es más o menos respetuosa con el medio ambiente que otra de su misma clase.

A pesar de ello, vemos necesario, a parte de estar regulado por ley, un inventario y un análisis del trabajo por un organismo externo totalmente imparcial que muestre y certifique la viabilidad de este proyecto.

Animamos a los interesados en seguir trabajando en el tema, no únicamente en las mezclas asfálticas sino en cualquier producto. El objetivo final es que las obras sean cada vez más sostenibles y sensibles con el medio ambiente. Seguiremos trabajando en ello.

10. REFERENCIAS

- [1] http://mediambient.gencat.net/esp//empreses/ecoproductes_i_ecoservei/inici.jsp
- [2] Martínez Alier, J. & Roca Jusmet, J. Economía Ecológica y Política Ambiental, Textos de Economía. Fondo de Cultura Económica. 2001, México
- [3] Reglamento (CEE) nº 880/92 del Consejo, de 23 de marzo de 1992, relativo a un sistema comunitario de concesión de etiqueta ecológica
- [4] Anderson, J.; Weiland, C.; Lin, Y. & Muench, S.T. Life Cycle Assessment: Warm Mix Asphalt Using Sasobit® Additive. Pendiente de publicación
- [5] Ortiz Ripoll, J.; Moncunill Farré, C. & París Madrona, 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, Mayo de 2006.

París Madrona, A.; Moncunill Farré, C. & Ortiz Ripoll, J. El Análisis de Ciclo de Vida en la fabricación de mezclas bituminosas en caliente. Revista Carreteras, nº extraordinario sobre integración ambiental, 2006.

Ortiz Ripoll, J. & Moncunill Farré, C. Reducción de emisiones en la producción de mezclas bituminosas en caliente. II Jornada ASEFMA. Madrid, Noviembre de 2006.

Ortiz Ripoll, J. & Moncunill Farré C. Gestión de la sostenibilidad en la construcción, conservación y rehabilitación de firmes de carreteras. Revista Carreteras, nº Extraordinario sobre Sostenibilidad, 2007.

Ortiz Ripoll, J. & Moncunill Farré, C. Valuation of greenhouses emissions of hot mix asphalt mixtures production. 4th Congress Eurasphalt & Eurobitume. Copenhagen, May 2008.

- [6] VV. AA. Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design and Construction. NCAT. USA, 2009.
- [7] Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes. Orden FOM/891/2004.
- [8] Thorsten Butz. Mezclas asfálticas de baja temperatura basadas en ceras. Revista Carreteras, nº164, marzo-abril 2009.
- Las mezclas a baja energía EBE y baja temperatura EBT. Revista Carreteras, nº153, mayo-junio 2007.
- [9] Hakan Stripple. Life Cycle Assessment of Road. A pilot Study for Inventory Analysis. IVL Swedish Environmental Research Institute.