

Institut Dr.-Ing. Gauer Ingenieur-GmbH, P.O. Box, D-93122 Regenstauf

CTS Bitumen GmbH  
Einberg 30  
84172 Buch am Erlbach

**Pruebas, control, certificación,  
consultoría, investigación, valoración**

Asfalto, hormigón, betún, ligantes  
hidráulicos, áridos, materiales de  
construcción RC, subproductos  
industriales, residuos de la construcción,  
suelos

Reconocimientos RAP-Stra:

	A	B	C	D	G	H	I
0				D0			
1	A1	-	-		G1	H1	I1
2		-	-		G2		I2
3	A3	B3	-	D3	G3	H3	I3
4	A4	B4	-	D4	G4	H4	I4

Laboratorio de ensayos de hormigón  
(VMPA-B-2001)

Organismo de ensayo, control y  
certificación del hormigón según BayBO  
(número de código BAY14)

Organismo de control y certificación de  
áridos y asfalto según BauPG (nº de  
identificación 1280)

Miembro de la Bundesverband  
unabhängiger Institute für Bautechnische  
Prüfungen e.V [Asociación Federal de  
Institutos Independientes de Pruebas  
Estructurales].

23.04.2009 DMS / s043

**Informe n.º S 043**

**Reciclabilidad del asfalto con betún modificado con caucho listo para usar de CTS  
Bitumen GmbH**

---

Muy señores míos:

En los proyectos de construcción de autopistas para la producción de capas de rodadura de asfalto poroso, se licita cada vez más el betún granulado o modificado con caucho listo para usar.

En casos individuales, se requiere información sobre la reciclabilidad "bajo aspectos técnicos de asfalto/emisiones-legales" al presentar las ofertas.

Ya en 1998, CTS-Bitumen GmbH encargó al Institut Dr.-Ing. Gauer una investigación bibliográfica y una evaluación sobre el tema del "betún de caucho". En el marco de este informe, que se completó en 1999, también se realizaron evaluaciones sobre el tema de la "compatibilidad y reutilización medioambiental". El contenido esencial se resume en esta declaración.

Además, en los últimos años se han renovado algunos tramos de asfalto poroso con betún modificado con caucho. El material obtenido durante el fresado se reutilizó, como es habitual con el asfalto recuperado.

Reciban un cordial saludo

**INSTITUTO DR.-ING. GAUER**  
sociedad de ingeniería ltd.



## **Declaración sobre la reciclabilidad del betún modificado con caucho de la empresa CTS en el marco de los aspectos técnicos/legales de las emisiones del asfalto**

### **Aspectos técnicos del asfalto**

Además de la calidad del árido, el criterio más importante para la reutilización del asfalto es el estado de envejecimiento del ligante. Debido a sus favorables propiedades para esta aplicación, los betunes modificados con caucho también se utilizan en las capas de rodadura de asfalto poroso. Debido a la estructura abierta del asfalto de drenaje y al posible acceso del oxígeno atmosférico a las superficies incluso en el interior del pavimento, la estabilidad de envejecimiento del ligante es aquí de especial importancia. La estimación del comportamiento de envejecimiento del betún de caucho se llevó a cabo tanto en el laboratorio como mediante la investigación de núcleos de perforación. Los resultados de los estudios pueden resumirse como sigue:

Para simular el comportamiento del envejecimiento en el laboratorio, se aplicó el llamado "envejecimiento en olla modelo". El punto de rotura Fraaß se utilizó como medida de envejecimiento. La evaluación de los resultados de las pruebas mostró que el betún especial CTS presenta un endurecimiento máximo del ligante de 2 °C debido a la destilación.

La resistencia al envejecimiento más favorable del betún CTS modificado con caucho también pudo confirmarse en gran medida mediante la presentación de las correspondientes pruebas de referencia durante la construcción en muestras de soporte tomadas después de varios años de carga de tráfico. Esto también se aplica a los aglutinantes fabricados con las capas SAMI <sup>1</sup>.

En el marco de un programa de investigación más amplio llevado a cabo en El Sarre con la participación del IFTA, se tomaron núcleos de perforación de varios tramos con asfaltos porosos (tramos Whispering Asphalt®) que se habían colocado entre 1986 y 1989. Todas las secciones de Whispering Asphalt® se construyeron con betún CTS. Las secciones de las que se tomaron las muestras estaban en excelente estado en el momento de la investigación en 1994.

En los aglutinantes recuperados se determinaron puntos de reblandecimiento de anillo y de bola de 64 a 65,5 °C. Comparando estos resultados con los valores del punto de reblandecimiento de 60 a 62 °C determinados en muestras del pavimento inmediatamente terminado, se observa que este pequeño aumento de los puntos de reblandecimiento en 5 a 8 años indica una tendencia al envejecimiento muy reducida <sup>2</sup>.

Un resultado similar se obtuvo de un estudio realizado por encargo de la LfU en Baviera sobre todas las capas de rodadura de asfalto poroso instaladas en Baviera. Los resultados de las pruebas en un total de 21 tramos de carretera con caucho modificado CTS muestran que

---

<sup>1</sup> Ingenieurgesellschaft für technische Analytik mbH: Declaración sobre el comportamiento de envejecimiento y adherencia del betún CTS, Informe nº 930340, marzo de 1993

<sup>2</sup> Ingenieurgesellschaft für technische Analytik mbH: Informe de investigación sobre el comportamiento de envejecimiento del betún especial CTS modificado con caucho en OPA, Informe nº 960428, abril de 1996

la velocidad de envejecimiento de los betunes modificados con caucho CTS en pavimentos de poro abierto es de entre 0,7 y 1,0 K por año<sup>3</sup>. Para los pavimentos densos, la tasa de envejecimiento estará en el rango de 0,1 a 0,3 K. En consecuencia, en los pavimentos densos, por ejemplo, el límite superior de 70 °C, que se considera el límite superior de reutilización, no suele alcanzarse durante la vida útil normal de 15 a 20 años de un SMA de acuerdo con la TL Asphalt.

En cuanto al comportamiento de envejecimiento y adherencia, el betún especial CTS presenta claras ventajas sobre los "betunes estándar" para la construcción de carreteras en cuanto a su comportamiento a largo plazo en las aplicaciones correspondientes. En particular, el alto nivel de calidad a largo plazo puede deberse, por un lado, al efecto inhibitor del envejecimiento causado por la dosificación especial del granulado de caucho y, por otro, a las posibles películas gruesas de aglutinante asociadas.

Los resultados de los estudios e investigaciones pueden trasladarse a los asfaltos de mástico de piedra. El balance de envejecimiento de este tipo de asfalto es significativamente más favorable, ya que los asfaltos de mástico de piedra tienen considerablemente menos huecos accesibles que las capas de rodadura de asfalto de poros abiertos.

Para la reutilización, la baja tendencia al envejecimiento del betún de caucho supone una ventaja considerable, ya que no cabe esperar restricciones en la cantidad añadida debido a un punto de reblandecimiento excesivamente alto.

### **Aspectos relacionados con las emisiones**

La protección del medio ambiente ha desempeñado un papel cada vez más importante en los últimos 10 años. Por ello, ya en 1998, CTS encargó numerosos estudios para demostrar la compatibilidad medioambiental del betún de caucho CTS durante su producción, procesamiento y reutilización.

Por ejemplo, se realizaron pruebas para cuantificar el potencial de emisión de los betunes de caucho. El claro resultado de las investigaciones demuestra que las sustancias orgánicas nocivas para el medio ambiente están presentes en los betunes especiales CTS en cantidades tan pequeñas que no hay que temer la liberación de contaminantes durante el procesamiento del aglutinante<sup>4</sup>.

Para corroborar esta afirmación y en relación con un posible deterioro de la calidad de las aguas subterráneas, se investigó el comportamiento de lixiviación de los HAP y los fenoles. Para ello, se realizaron ensayos de lixiviación en el Instituto Dr.-Ing. Schellenberg sobre asfaltos porosos con betún CTS (Whispering Asphalt®). Se comprobó que la lixiviación de HAP era muy baja y estaba al mismo nivel que los asfaltos producidos con betún de carretera

---

<sup>3</sup> Dr. Beckenbauer,.: Further development of porous asphalts Acoustical and constructional investigations on the realized routes in Bavaria, Final Report No. M61 791/5, MÜLLER-BBM, Pla- negg bei München

<sup>4</sup> Institut für Materialprüfung Dr.-Ing Schellenberg: CTS-Bitumen, Evaluación de la compatibilidad medioambiental, julio de 1994

convencional. No se detectaron fenoles en el eluido. Por lo tanto, no hay razón para temer ningún efecto adverso sobre la calidad de las aguas subterráneas derivado directamente del pavimento del CTS<sup>5</sup>.

El uso del betún de caucho CTS como aglutinante no tiene efectos nocivos conocidos para el medio ambiente. Tampoco se conoce la lixiviación de componentes nocivos, por ejemplo, en pavimentos de poros abiertos. Además, los dos componentes del ligante (el betún y el caucho) se utilizan en la ingeniería hidráulica. Tampoco se conocen riesgos potenciales en estas áreas<sup>6</sup>.

Para obtener resultados sobre el comportamiento del betún de caucho durante la producción y la reutilización en Whispering Asphalt®, se llevó a cabo una prueba de calentamiento y una prueba de eluviación. La prueba de calentamiento demostró que el asfalto con betún modificado con caucho (Whispering Asphalt®) puede reutilizarse sin problemas en una mezcla asfáltica en caliente. Basándose en los resultados de estas "pruebas de diferencia" se puede suponer que ni los PCB ni los HAP se liberan al medio ambiente debido a su inexistencia o a sus muy bajas concentraciones. Los siguientes exámenes de eluidos condujeron con los criterios determinados a magnitudes, que cumplen con el requisito de los materiales de desecho de la clase de vertedero 2 (vertedero de escombros de construcción) con distancias de seguridad parcialmente grandes. En resumen, puede afirmarse que no cabe esperar ningún problema medioambiental en la producción y reutilización del betún de caucho<sup>7</sup>.

En la primavera de 1999, el Servicio de Supervisión Técnica de la Asociación de Ingeniería Civil llevó a cabo mediciones de exposición por encargo de la empresa Richard Schulz Tiefbau durante el procesamiento en caliente del betún especial CTS en el marco de un nuevo proyecto de construcción en la autopista A99, cerca de Múnich, en la llamada Eschenrieder Spange. Los resultados de las mediciones demuestran que las emisiones durante el procesamiento del betún especial CTS están en el rango de las del asfalto convencional. Los valores límite del aire para el trabajo al aire libre de 15 mg/m<sup>3</sup> de "betún, vapores y aerosoles" están muy por debajo.

Las mediciones de laboratorio realizadas en el betún especial CTS puro tampoco mostraron ningún indicio de riesgo de sobrepasar la concentración de la directriz técnica (TRK) para las nitrosaminas de 0,001 mg/m<sup>3</sup><sup>8</sup>. Por lo tanto, queda refutada la afirmación de que se liberan sustancias cancerígenas en concentraciones peligrosas durante el procesamiento del betún especial CTS.

---

<sup>5</sup> Informe del Instituto de Ensayos de Materiales Dr.-Ing Schellenberg: Examen del comportamiento de lixiviación de los HAP y fenoles del asfalto compactado CTS whispering Asphalt®, septiembre de 1994

<sup>6</sup> IFTA Ingenieurgesellschaft für technische Analytik mbH: Potencial de riesgo en la gestión del agua de un residuo de caucho/betún, mayo de 1997.

<sup>7</sup> IFTA Ingenieurgesellschaft für technische Analytik mbH: Compatibilidad medioambiental en la producción y reutilización de CTS whispering Asphalt® con ESSO - betún especial, Informe nº: 890918, octubre de 1989

<sup>8</sup> Tiefbau Berufsgenossenschaft, Mediciones de exposición al betún, vapores y aerosoles durante el procesamiento en caliente: A99, número de miembro 1001 150, número de medición 1133, 16.05.1999

En la página web de la Universidad de Ciencias Aplicadas de Hamburgo [HAW Hamburgo,] el Prof. Dr.-Ing. K. Damm informa sobre "Proyectos de investigación y desarrollo en la HAW Hamburgo 2003/2004

Entre otras cosas, dice:

*.... Los resultados obtenidos en el tramo de prueba L 04 en Mecklemburgo-Pomerania Occidental (cinco tipos diferentes de mezcla asfáltica comparados con los métodos de construcción estándar) pueden resumirse como sigue:*

- *Las emisiones de vapores y aerosoles de betún son apenas perceptibles y están claramente por debajo del valor límite permitido de 10 mg/m<sup>3</sup> de aire.*
- *Los asfaltos de caucho pueden ser procesados y compactados con normalidad.*

...

- *Es posible la reutilización sin pérdida de calidad.*

El Prof. Dr.-Ing. K. Damm hizo una valoración análoga en su conferencia "Innovaciones en la tecnología del asfalto" en el Congreso alemán de carreteras de asfalto de 2003.

El betún modificado con caucho de CTS también se utiliza en Austria desde hace 30 años. En su conferencia con motivo del 30º Seminario de Construcción de GESTRATA 2004, el Dipl. Schinkinger sobre la compatibilidad medioambiental expuso:

*La asociación de ingenieros civiles de Alemania afirma en un dictamen que las emisiones de vapores/aerosoles del betún están dentro del rango del betún estándar. El TÜV certifica que no existen riesgos adicionales para los empleados durante el extendido de asfalto.*

En resumen, se puede afirmar que,

los estudios y las mediciones demuestran la compatibilidad medioambiental del betún modificado con caucho en su primera utilización. En Alemania, el asfalto recuperado se recicla prácticamente en su totalidad en las plantas de mezcla de asfalto. Como el asfalto reciclado se añade a la mezcla en frío o se procesa por separado en un tambor paralelo hasta un máximo de 140 C, el aglutinante está expuesto a temperaturas más bajas durante el proceso de reciclaje que durante su uso inicial. Por lo tanto, la reutilización del asfalto con betún modificado con caucho no da lugar a ninguna emisión peligrosa para el medio ambiente o la salud.

**INSTITUTO DR.-ING. GAUER**

sociedad de ingeniería ltd.

