

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 588 983**

51 Int. Cl.:

C08L 95/00 (2006.01)
B32B 11/00 (2006.01)
C09D 195/00 (2006.01)
C04B 24/12 (2006.01)
C04B 24/24 (2006.01)
C08K 3/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.04.2009 PCT/US2009/002581**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.11.2009 WO09134354**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2009 E 09739157 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.06.2016 EP 2276812**

54 Título: **Sistema y método para el pre-tratamiento de hormigón asfáltico modificado con caucho, y sus emulsiones**

30 Prioridad:
30.04.2008 US 71473

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.11.2016

73 Titular/es:
**WRIGHT ADVANCED ASPHALT SYSTEMS
(100.0%)
11931 Wickchester, Suite 101
Houston, TX 77043-4501**

72 Inventor/es:
FLANIGAN, THEODORE, P.

74 Agente/Representante:
DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 588 983 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y método para el pre-tratamiento de hormigón asfáltico modificado con caucho, y sus emulsiones

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere a un método de preparar una emulsión de hormigón asfáltico, y más específicamente se refiere a un método de preparar una emulsión pre-tratada de hormigón asfáltico modificado con caucho.

Antecedentes de la invención

Se han hecho varios intentos para producir emulsiones de asfalto modificado con caucho con las altamente deseadas propiedades de estabilidad y resistencia prolongada de alto nivel a la degradación asociada al agua, a los combustibles, y a la luz ultravioleta.

10 Específicamente, por ejemplo, el Documento de Patente de los Estados Unidos de Número 5.492.561 (Flanigan) y el Documento de Patente de los Estados Unidos de Número 5.583.168 (Flanigan) describen procesos para la licuefacción de caucho de neumáticos en un proceso TRMACS (por sus siglas en inglés), por calentamiento de caucho triturado y asfalto a temperaturas de aproximadamente 260°C (500°F). El Documento de Patente de los EE.UU. de Número 5.539.029 (Burruss) describe un método para preparar una emulsión de asfalto que comprende

15 mezclar áridos con una emulsión acuosa que comprende agua, asfalto, un agente espesante, caucho de látex, y partículas de caucho. El Documento de Patente de Estados Unidos de Número 7.087.665 (Sylvester), la Solicitud de Documento de Patente de los Estados Unidos de Número 2005/0131113, presentada el 7 de Febrero de 2005 (Sylvester), y la Solicitud del Documento de Patente de Estados Unidos de Número 2007/2049762, presentada el 10 de Julio de 2006 (Sylvester) describen métodos para preparar emulsiones de asfalto que comprenden mezclar un

20 hormigón asfáltico modificado con caucho con disoluciones acuosas que comprenden un emulsionante.

Aunque se han hecho varias realizaciones en la producción de emulsiones de asfalto con propiedades deseables, aún permanece una necesidad para emulsiones de hormigón asfáltico modificado con caucho mejoradas que posean una estabilidad y propiedades de blindaje superiores.

La presente invención proporciona tal emulsión mejorada, así como los métodos para preparar y usar tal emulsión.

Breve resumen de la invención

25 En un aspecto, la presente invención se refiere a un método para preparar una emulsión de hormigón asfáltico como se define en las reivindicaciones.

En otro aspecto, la presente invención se refiere a un método para revestir una superficie industrial como se define en las reivindicaciones.

30 A continuación se describen con más detalle varias realizaciones de la invención, incluyendo los aspectos anteriores de la invención. En general, cada una de estas realizaciones se pueden usar en combinaciones diversas y específicas, y con otros aspectos y realizaciones a menos que se indique lo contrario en la presente invención.

Descripción detallada de la invención

35 La siguiente descripción detallada, y los dibujos adjuntos a los que se refieren, se proporcionan únicamente para describir e ilustrar ciertos ejemplos o realizaciones específicas de la invención y no con el propósito de describir exhaustivamente todas las realizaciones y ejemplos posibles de la invención.

40 Para facilitar la comprensión de la materia descrita en la presente invención, a continuación se definen una serie de términos, abreviaturas u otras formas abreviadas usados en la presente invención. Cualquier término, abreviatura o forma abreviada no definida se entiende que tiene el sentido habitual usado por un experto en la técnica contemporáneo con la presentación de esta solicitud.

45 El término "hormigón asfáltico modificado con caucho" (RMAC, por sus siglas en inglés) se define en la presente invención para referirse a cualquier hormigón asfáltico que contiene caucho o al que se le ha añadido caucho, tal como el hormigón asfáltico modificado con caucho que está disponible comercialmente como hormigón asfáltico modificado con caucho de neumático (TRMAC, por sus siglas en inglés) de Wright Asphalt Products Co. (Houston, Tejas).

50 El término "hormigón asfáltico" se usa en la presente invención para referirse a cualquier asfalto natural u hormigón asfáltico adecuado, asfalto fabricado sintéticamente u hormigón asfáltico, tal como cualquier asfalto que sea un subproducto de un proceso de refinado de petróleo, asfalto soplado, asfalto mezclado, asfalto residual, asfalto envejecido, asfalto de petróleo, asfalto de destilación directa, asfalto térmico, asfalto grado pavimento, hormigón asfáltico de comportamiento clasificado, flujo de asfalto, bitumen, o similar. Hormigones asfálticos de comportamiento clasificado adecuados incluyen, por ejemplo cualesquiera hormigones asfálticos con las siguientes características establecidas en la norma ASTM D6373-99:

ES 2 588 983 T3

	PG64-22	PG58-28
	Hormigón Asfáltico	Hormigón Asfáltico
Temperatura Máxima de Diseño del Pavimento, °C Promedio de 7 días	<58	<64
Temperatura Mínima de Diseño del Pavimento, °C	> -28	> -22
Ligante Original		
Temperatura del Punto de Inflamación, D 92; min. °C	230	230
Viscosidad, D4402: Max. 3 Pa·s Temperatura de Prueba, °C	135	135
Cizallamiento Dinámico, P 246: G°/sinδ, min. 1,00 kPa Placa 25 mm, Hueco 1 mm Temperatura de Prueba a 10 rad/s, °C	58	64
Rodadura Sobre Película Delgada (Método de Prueba D 2872)		
Pérdida de masa, porcentaje máximo	1,00	1,00
Cizallamiento Dinámico, P 246: G°/sinδ, min. 2,20 kPa Placa 25 mm, Hueco 1 mm Temperatura de Prueba a 10 rad/s, °C	58	64
Residuo en Recipiente de Envejecimiento a Presión (PAV) (AASHTO PP1)		
Temperatura de Envejecimiento en PAV (por sus siglas en inglés), °C	100	100
Cizallamiento Dinámico, P 246: G°/sinδ, min. 5.000 kPa Placa 8 mm, Hueco 2 mm Temperatura de Prueba a 10 rad/s, °C	19	25
Rigidez de Fluencia, P 245: S, max 300 MPa, Valor-m; min. 0,300 Temperatura de Prueba a 60 s, °C	-18	-12
Tensión Directa, P 252: Elongación de Rotura, min. 1,0 % Temperatura de Prueba a 1,0 mm/min, °C	-18	-12

Hormigones asfálticos adecuados también incluyen, por ejemplo, cualquiera de los asfaltos con las siguientes características:

	AC-20	AC-5	Flujo de Hormigón Asfáltico	ASTM #
Viscosidad Original a 60°C (140°F), poises	1.725	568	40	ASTM D2171
Penetración a 25°C (77°F). 100 g 5 s, dmm	57	153	300+	ASTM D5
Punto de reblandecimiento °C (°F).	47,7 (118)	40 (104)	18,3 (65)	ASTM D36
Punto de inflamación °C (°F) (COC)	307,2 (585)	308,8 (588)	296,1 (565)	ASTM D92
Ductilidad a 4°C (39,2°F) 5 cm/min, cm	0	5,5	15	ASTM D113

El término "caucho" se usa en la presente invención para significar cualquier material hecho sustancialmente de caucho, tal como, por ejemplo, caucho virgen, caucho reciclado (tal como a partir de neumáticos, cámaras de aire, juntas, residuos de caucho, o similares), caucho de cáscara, caucho curado, y/o caucho procesado de cualquier tipo(s) de polímero, tal como, por ejemplo, caucho de neumático (por ejemplo, caucho de neumático triturado, caucho sólido de neumático entero, y/o caucho de neumático entero triturado), caucho tratado sin disolventes, caucho no pre-hinchado, y/o cualquier caucho que comprenda menos de aproximadamente 5 % (tal como menos de aproximadamente 3 % o incluso 1 %) de polvo de talco, tal como en donde el caucho no tiene materiales insolubles tales como metales, fibras, cuerdas, madera, piedras, tierra, y/o similares. El caucho puede existir en cualquier forma, tal como en la forma de partículas, migas, y/u otras formas de partículas (por ejemplo, virutas, finos, perlas, o similares), que se pueden producir y/o procesar de cualquier manera (tal como a través de vulcanización, molienda ambiente y/o molienda criogénica). Por otra parte, las partículas de caucho pueden ser de cualquier tamaño adecuado antes de la formación del RMAC, de manera que, por ejemplo, más de aproximadamente un 90 % en peso (tal como más de aproximadamente 95 % en peso, o incluso más de aproximadamente un 99 %) de las partículas de caucho, en relación al peso total de las partículas de caucho, tienen un tamaño de menos de aproximadamente un 20 de malla (tal como menos de aproximadamente un 30 de malla, aproximadamente un 40 de malla, aproximadamente un 50 de malla, aproximadamente un 60 de malla, o incluso menos de aproximadamente un 70 de malla).

Preparación del hormigón asfáltico modificado con caucho

El hormigón asfáltico modificado con caucho (RMAC) se puede preparar de cualquier manera adecuada, tal como mediante la combinación, mezcla, puesta en contacto, y/o amasado del caucho con hormigón asfáltico bajo calor (por ejemplo, a una temperatura mayor de aproximadamente 176,6°C (350°F), mayor de aproximadamente 204,4°C (400°F), o mayor de 232,2°C (450°F), tal como una temperatura de aproximadamente 176,6-273,8°C (350-525°F), aproximadamente 204,4-260°C (400-500°F)), presión y/u otras condiciones que sean adecuadas para causar al menos que algo (por ejemplo, una cantidad sustancial) del caucho se licúe o de otra manera se incluya, incorpore y/o integre en el hormigón asfáltico. Por ejemplo, el RMAC se puede preparar usando cualquier proceso y/o método descrito en el Documento de Patente de los Estados Unidos de Número 5.492.561 (Flanigan), Documento de Patente de los Estados Unidos de Número 5.583.168 (Flanigan), Documento de Patente de los Estados Unidos de Número 5.496.400 (Doyle), Documento de Patente de los Estados Unidos de Número 7.087.665 (Sylvester), Solicitud del Documento de Patente de los Estados Unidos de Número 2005/0131113, presentada el 7 de Febrero de 2005 (Sylvester), y/o la Solicitud de Documento de Patente de los Estados Unidos de Número 2007/2049762, presentada. 10 de Julio de 2006 (Sylvester).

El RMAC se prepara preferiblemente de tal manera que el caucho se incorpora en el hormigón asfáltico sin que se produzca ninguna degradación y/o destrucción significativa y/o sustancial del medio de hormigón asfáltico base. Por ejemplo, el caucho y el hormigón asfáltico se mezclan sin soplado de aire, oxidación, y/o destilación sustancial del componente de hormigón asfáltico. El hormigón asfáltico y el caucho, en este sentido, se pueden almacenar de cualquier manera adecuada antes de la mezcla.

Como se describe en la presente invención, el hormigón asfáltico se almacena en un recipiente a una temperatura de aproximadamente 176,6°C (350°F), y los gránulos de caucho de neumático entero se almacenan en un recipiente separado a temperatura ambiente. El medio de hormigón asfáltico luego se bombea desde el recipiente de almacenamiento a través de una bomba y de un intercambiador de calor, donde aumenta su temperatura a aproximadamente 204,4-260°C (400-500°F), a través de una tubería a un recipiente de reactor. Si la temperatura del medio de hormigón asfáltico en el recipiente de reactor está sustancialmente por debajo de 260°C (500°F), el medio de hormigón asfáltico se puede recircular a través de una tubería, a través de una bomba y de un intercambiador de

calor, para elevar la temperatura a aproximadamente 260°C (500°F) antes de ser devuelto al recipiente de reactor. El recipiente de reactor tiene preferiblemente una salida en la parte superior para la eliminación del exceso de hidrocarburos gaseosos y de otros vapores gaseosos, tales como H₂S, que se eliminan, por ejemplo, mediante incineración a una temperatura de aproximadamente 732,2°C (1.350°F).

5 Los gránulos de caucho de neumático entero se pueden alimentar neumáticamente desde un recipiente de almacenamiento a la tubería que transporta el medio de hormigón asfáltico desde el intercambiador de calor al recipiente de reactor. Los gránulos de caucho de neumático entero se mezclan y se humectan con el medio de hormigón asfáltico caliente en la tubería antes de su descarga en el recipiente de reactor. Cuando se completa la
10 descarga del lote completo del medio de hormigón asfáltico y del caucho de neumático entero en el recipiente de reactor y se alcanza una temperatura de 260°C (500°F), se inicia la circulación de la mezcla en el recipiente de reactor. La mezcla del hormigón asfáltico y del caucho de neumático entero se hace recircular desde aproximadamente el centro del recipiente de reactor, a través de una tubería y de una bomba (tal como una bomba 1.703,43-2.271,25 litros/minuto (450-600 galones/minuto)), en el recipiente de reactor a través de boquillas (tales como boquillas de pulverización de chorro de doble puerto), y en la parte inferior del recipiente de reactor. La
15 circulación continúa a 260°C (500°F) hasta que el caucho de neumático entero está completamente integrado en el medio de hormigón asfáltico. Como se describe en la presente invención, la temperatura en el recipiente de reactor se mantiene por el uso de un quemador de tubo de llama en el recipiente de reactor que mantiene la temperatura de la mezcla en el recipiente de reactor de modo que no sea necesaria la circulación a través del intercambiador de calor durante el proceso de incorporación. El producto acabado se bombea a través de una tubería a un recipiente
20 de retención antes de ser amasado, oxidado, modificado con polímeros, o expedido como tal.

Como se describe en la presente invención, el hormigón asfáltico y el caucho de neumático entero se hacen circular al menos en parte a través de un intercambiador de calor.

Como se describe en la presente invención, las boquillas de pulverización de chorro de doble puerto son dos boquillas de chorro fijas que están enfrentadas y se alejan entre sí en un ángulo de 180° y cada una están en ángulo
25 de 45° hacia abajo para favorecer la mezcla en toda la mezcla en el recipiente de reactor. En un ejemplo no limitante, las boquillas pueden estar formadas cada una a partir de un tubo de 12,54 cm (6") en el que la abertura se estrecha hasta una abertura de 3,8 cm (1,5"). Con el uso de una disposición de este tipo, se consigue la mezcla íntima de los gránulos de caucho de neumático entero y del medio de hormigón asfáltico mientras se simula una acción de ebullición en la mezcla líquida en el recipiente reactor. Las boquillas de pulverización de chorro
30 proporcionan un chorro de propulsión de la mezcla líquida dentro del cuerpo de la mezcla líquida en el recipiente de reactor lo que promueve la turbulencia, aumenta la presión y simula una acción de ebullición en la mezcla líquida. Se pueden usar otras disposiciones de boquillas que consigan este efecto. Por ejemplo, se pueden usar dos boquillas estacionarias, boquillas giratorias o un número o disposición diferente de boquillas para lograr la turbulencia. La turbulencia creada permite que la mezcla se mueva hacia arriba a través del recipiente de reactor. El producto
35 incorporado es más ligero el no incorporado o menos que la mezcla sin incorporar, y tiende a subir a través del recipiente de reactor. Por lo tanto, cuando la mezcla se extrae desde aproximadamente la mitad del recipiente del reactor para la circulación a través de una tubería y de la bomba, la mezcla circulada tiende a ser menos incorporada que la mezcla que está en la parte superior del recipiente de reactor y durante la recirculación de esta mezcla menos incorporada, la misma se hace recircular y los gránulos de caucho de neumático se suavizan aún
40 más en el entorno turbulento y se integran en el medio del hormigón asfáltico hasta que las muestras obtenidas muestran un producto completamente incorporado.

La bomba que genera el flujo de líquido a través de las boquillas puede, en un ejemplo no limitante, ser una bomba de 1.415,2 litros por minuto (400 galones por minuto). El efecto de la recirculación es proporcionar la succión de la
45 mezcla desde la parte media del recipiente de reactor y la descarga de la mezcla en la parte inferior del recipiente de reactor.

El RMAC puede comprender cualquier cantidad deseada de caucho. Por ejemplo, el RMAC puede comprender más de aproximadamente 5 % en peso, tal como más de aproximadamente 8 % en peso, aproximadamente 10 % en peso, aproximadamente 12 % en peso, o incluso más de aproximadamente 14 % en peso de caucho, en relación al peso total del RMAC, y/o tener un contenido de caucho en el intervalo de aproximadamente 5-15 % en peso, tal
50 como aproximadamente 6-14 % en peso, aproximadamente 7-13 % en peso, aproximadamente 7,5-12,5 % en peso, aproximadamente 8-12 % en peso, aproximadamente 8,5-12,5 % en peso, o incluso aproximadamente 9-11 % en peso, en relación al peso total del RMAC, además comprende uno o más (incluyendo todas) de las propiedades descritas en esta sección de la solicitud (por ejemplo, contenido de caucho, punto de inflamación, punto de reblandecimiento, penetración, y/o solubilidad). Por ejemplo, el RMAC puede ser más concentrado, es decir, con una
55 o más propiedades (por ejemplo, contenido de caucho, punto de inflamación, punto de reblandecimiento, penetración, y/o solubilidad) diferentes y/o más altas que las deseadas para las subsiguientes etapas de pretratamiento y/o de emulsificación. Por ejemplo, el RMAC puede comprender más de aproximadamente 16 % en peso, aproximadamente 18 % en peso, aproximadamente 20 % en peso, aproximadamente 25 % en peso, aproximadamente 30 % en peso, o incluso más de aproximadamente 35 % en peso de caucho (en relación al peso
60 total del RMAC), y/o tener un contenido de caucho en el intervalo de aproximadamente 16-35 % en peso, aproximadamente 18-30 % en peso, aproximadamente 20-35 % en peso, o aproximadamente 20-30 % en peso, en relación al peso total del RMAC. En este sentido, en el caso de que el RMAC tenga una o más propiedades (por

ejemplo, contenido de caucho, punto de inflamación, punto de reblandecimiento, penetración, y/o solubilidad) que sean más altas que las propiedades deseadas para las etapas posteriores de pre-tratamiento y/o de emulsificación, el RMAC se puede modificar antes de estas etapas posteriores, tal como mediante la mezcla del RMAC con asfalto. Por ejemplo, un concentrado de RMAC con más de aproximadamente un 30 % en peso de caucho, en relación al peso total del RMAC, se amasa (antes de las etapas de pre-tratamiento y de emulsificación) con asfalto adicional de tal manera que el RMAC comprenda aproximadamente 5-15 % en peso de caucho, en relación al peso total del RMAC, así como una o más (incluyendo todas) de las propiedades descritas en esta sección de la solicitud (por ejemplo, contenido de caucho, punto de inflamación, punto de reblandecimiento, penetración y/o solubilidad).

Como se describe en la presente invención, el caucho dentro del RMAC tiene un tamaño medio de menos de aproximadamente 20 micrómetros, tal como menos de aproximadamente 18 micrómetros, aproximadamente 16 micrómetros, aproximadamente 14 micrómetros, aproximadamente 12 micrómetros, aproximadamente 11 micrómetros, aproximadamente 10 micrómetros, aproximadamente 9 micrómetros, aproximadamente 8 micrómetros, aproximadamente 7 micrómetros, aproximadamente 6 micrómetros, aproximadamente 5 micrómetros, aproximadamente 4 micrómetros, aproximadamente 3 micrómetros, aproximadamente 2 micrómetros, aproximadamente 1 micrómetro, aproximadamente 0,75 micrómetros, aproximadamente 0,5 micrómetros, o incluso menos de aproximadamente 0,1 micrómetros. Como se describe en la presente invención, más de aproximadamente 1 % (por ejemplo, más de aproximadamente 3 %, aproximadamente 5 %, aproximadamente 10 %, aproximadamente 15 %, o incluso más de aproximadamente 10 % en peso) del caucho en el RMAC tiene un tamaño medio de aproximadamente 0,1-20 (tal como aproximadamente 1-15, aproximadamente 5-15, aproximadamente 5-20, aproximadamente 10-20, o incluso aproximadamente 10-15) micrómetros, teniendo el resto del caucho un tamaño medio de partícula de menos de aproximadamente 10 (tal como menos de aproximadamente 8, aproximadamente 6, o incluso de menos de aproximadamente 4) micrómetros. Como se describe en la presente invención, el RMAC comprende menos de aproximadamente 8 % en peso (tal como menos de aproximadamente 6 % en peso, menos de aproximadamente 5 % en peso, menos de aproximadamente 4 % en peso, menos de aproximadamente 3 % en peso, menos de aproximadamente 2 % en peso, menos de aproximadamente 1 % en peso, menos de aproximadamente 0,5 % en peso, menos de aproximadamente 0,25 % en peso, sustancialmente nada, o incluso nada) de caucho que está en un estado sólido.

Como se describe en la presente invención, el RMAC exhibe una solubilidad en tricloroetileno (según se determina a través de la norma ASTM D2042) de al menos aproximadamente 90 % (tal como al menos aproximadamente 92 %, al menos aproximadamente 94 %, al menos aproximadamente 95 %, al menos aproximadamente 96 %, al menos aproximadamente 97 %, al menos aproximadamente 98 %, o incluso al menos aproximadamente 99 %). Por ejemplo, se prefiere que cuando se disuelven aproximadamente 3 gramos del RMAC en aproximadamente 100 ml de tricloroetileno y se filtran a través de un filtro de papel de No. 52 de 150 mm, menos de aproximadamente 10 % en peso (tal como menos de aproximadamente 8 % en peso, aproximadamente 6 % en peso, aproximadamente 5 % en peso, aproximadamente 4 % en peso, aproximadamente 3 % en peso, aproximadamente 2 % en peso, o incluso menos de aproximadamente 1 % en peso) del RMAC permanece en el papel de filtro después de dicho filtrado. Preferiblemente, el RMAC también exhibe un punto de reblandecimiento (determinado según la norma ASTM D36) mayor de aproximadamente 32,2°C (90°F), tal como mayor de aproximadamente 37,8°C (100°F), o incluso mayor de aproximadamente 43,3°C (110°F) -un punto en el que, por ejemplo, un peso (tal como una bola de acero con un diámetro de aproximadamente 9,5 mm y una masa de aproximadamente 3,50 ± 0,05 g) penetra o sedimenta al menos aproximadamente 2,54 cm (1 pulgada) en una muestra de RMAC, usando un aparato de punto de reblandecimiento de anillo y bola. Por ejemplo, el RMAC tiene un punto de reblandecimiento de aproximadamente 46,1-51,7°C (115-125°F).

Alternativamente, o además, el RMAC comprende una penetración a 25°C (77°F) (según se determina a través de la norma ASTM D5) de menos de aproximadamente 60 dmm, tal como menos de aproximadamente 50 dmm, aproximadamente 40 dmm, aproximadamente 30 dmm, aproximadamente 20 dmm, o incluso menos de aproximadamente 10 dmm (tal como aproximadamente 5-50 dmm, aproximadamente 10-40 dmm, aproximadamente 15-35 dmm, o incluso aproximadamente 15-30 dmm), en la que, por ejemplo, una aguja de 1 mm de diámetro penetra en el RMAC a una carga de aguja de aproximadamente 100 gramos para una duración de aproximadamente 5 segundos. Alternativamente, o además, el RMAC comprende un punto de inflamación (según se determina a través de la norma ASTM D 93) de al menos aproximadamente 237,8°C (460°F), tal como al menos aproximadamente 248,9°C (480°F), al menos aproximadamente 260°C (500°F), al menos aproximadamente 265,6°C (510°F), al menos aproximadamente 271,1°C (520°F), al menos aproximadamente 276,7°C (530°F), al menos aproximadamente 282,2°C (540°F), o incluso al menos aproximadamente 287,8°C (550°F)

Por ejemplo, el RMAC es un concentrado de hormigón asfáltico con las siguientes propiedades:

Contenido Derivado de Caucho de Neumático Reciclado = 18-25 %
Solubilidad en Tricloroetileno (ASTM D2042) = 97,5 % (min)
Penetración a 25°C (ASTM D 5) = 60-90 dmm

Viscosidad Absoluta a 60°C (ASTM D2171) = 1.000-1.600
Punto de Inflamación - Copa Abierta Cleveland (ASTM D 92) = 232,2°C (450°F) (min)
Punto de Reblandecimiento (ASTM D36) = 43,3-48,9°C (110-120°F)

Por ejemplo, el RMAC comprende aproximadamente 9-13 % en peso de caucho (en relación al peso total del RMAC), una penetración a 25°C (77°F) (según se determina a través de la norma de la American Society for Testing and Materials (ASTM) D5) de aproximadamente 18-22 dmm, un punto de reblandecimiento (según se determina a través de la norma ASTM D36) mayor de aproximadamente de 44,4°C (112°F), y una solubilidad en tricloroetileno (según se determina a través de la norma ASTM D2042) de al menos aproximadamente 98 %.

Como se describe en la presente invención, además de los componentes de hormigón asfáltico y caucho, otros aditivos que mejoran, ayudan y/o asisten en la desvulcanización, licuefacción y/o ruptura del caucho se combinan, mezclan, ponen en contacto, y/o amasan con los componentes de hormigón asfáltico y caucho, antes y/o durante la puesta en contacto del hormigón asfáltico y del caucho en la preparación del RMAC. Por ejemplo, tales otros aditivos pueden ayudar en la incorporación y/o combinación del caucho en el hormigón asfáltico, y/o ajustar o alterar las propiedades físicas (por ejemplo, punto de reblandecimiento, dureza, estabilidad) del RMAC. Por ejemplo, cualesquiera agentes anti-espuma, látex de polímero, y/o ácidos sulfónicos (por ejemplo, DBSA (por sus siglas en inglés) y/o p-TSA (por sus siglas en inglés)) se pueden usar en la preparación del RMAC, tal como se describe en el Documento de Patente de los Estados Unidos de Número 5.496.400 (Doyle), en el Documento de Patente de los Estados Unidos de Número 7.087.665 (Sylvester), en la Solicitud de Documento de Patente de los Estados Unidos de Número 2005/0131113, presentada el 7 de Febrero 2005 (Sylvester), y/o en la Solicitud de Documento de Patente de los Estados Unidos de Número 2007/249762, presentada el 10 de Julio, 2006 (Sylvester). En algunos ejemplos, no se usan tales otros aditivos en la preparación del RMAC.

Pre-tratamiento del RMAC

Después de la preparación del RMAC, y antes de la emulsificación del RMAC dentro de una disolución acuosa, el RMAC se pre-trata preferiblemente con una composición de emulsionante en una etapa de modificación y/o de pre-tratamiento químico. En una realización, aproximadamente 0,1-10 % en peso (tal como aproximadamente 0,5-8 % en peso, o incluso aproximadamente 1-5 % en peso) de una composición de emulsionante se combina, mezcla, pone en contacto, y/o amasa con 90-99,9 % en peso (tal como aproximadamente 92-99,5 % en peso, o incluso aproximadamente 95-99 % en peso) del RMAC, en relación al peso total del RMAC pre-tratado.

La composición del emulsionante puede aumentar la facilidad con la que el RMAC forma una emulsión en una etapa posterior de emulsificación, tal como en una suspensión de emulsificación (tal como una suspensión de emulsificación acuosa, por ejemplo en forma de una suspensión de agua y arcilla que carece de cualquier emulsionante) y/o disminuir la pegajosidad y/o mejorar otras propiedades deseadas de tal producto de RMAC emulsionado. En una realización, por ejemplo, la composición de emulsionante comprende al menos aproximadamente 20 % en peso (tal como al menos aproximadamente 20 % en peso, aproximadamente 30 % en peso, aproximadamente 40 % en peso, aproximadamente 50 % en peso, aproximadamente 60 % en peso, aproximadamente 70 % en peso, aproximadamente 80 % en peso, o incluso al menos aproximadamente 90 % en peso) de un compuesto de diamina (tal como un compuesto con dos grupos amina que es altamente salina y/o cualquier otra deseable o eficaz diamina (tal como una diamina sencilla) que sea altamente salina, y opcionalmente uno o más de un compuesto adicional de amina (por ejemplo, un compuesto de monoamina, tal como un compuesto de oxialquilato de amina), uno o más compuestos de hidrocarburos aromáticos, un compuesto de ácido carboxílico, y/o un compuesto o derivado de aceite de resina. En una realización preferida, el emulsionante comprende aproximadamente 20-60 % en peso del compuesto de diamina y aproximadamente 10-50 % en peso del compuesto de amina adicional. En otra realización preferida, el emulsionante comprende (i) aproximadamente 30-50 % en peso de un compuesto de diamina; (ii) aproximadamente 20-40 % en peso de un compuesto de oxialquilato de amina; (iii) aproximadamente 15-25 % en peso de un compuesto de ácido carboxílico; (iv) aproximadamente 5-10 % en peso de uno o más compuestos de hidrocarburos aromáticos; y (v) aproximadamente 5-10 % en peso de un compuesto de aceite de resina. En otra realización preferida, el emulsionante es CORSAPAVE 5159™, disponible de Corsicana Technologies (Corsicana, Tejas).

Se puede usar cualquier método adecuado para combinar, mezclar, poner en contacto, y/o amasar la composición de emulsionante con el RMAC. En una realización, la composición de emulsionante se combina con el RMAC a una temperatura de aproximadamente 148,9-204,4°C (300-400°F) (tal como aproximadamente 162,8-190,6°C (325-375°F), o incluso aproximadamente 162,8-176,7°C (325-350°F)). Cualquier medio mecánico adecuado se puede usar para combinar, mezclar, poner en contacto, y/o amasar la composición de emulsionante con el RMAC, tal como, por ejemplo, un recipiente de reactor o un mezclador simple. En una realización, por ejemplo, la composición de emulsionante se combina con el RMAC en un mezclador a una temperatura de aproximadamente 148,9-204,4°C (300-400°F) (tal como aproximadamente 162,8-190,6°C (325-375°F), o 162,8-176,7°C (325-350°F)) hasta que se logra un nivel deseado de combinación. El procedimiento de amasado o mezcla se logra a través del uso de una

bomba o de un sistema de circulación de tanque, tal como un sistema con un mezclador de palas o un recipiente de agitación de tanque a base de nitrógeno o aire. En otra realización, el amasado se lleva a cabo a través del uso de un amasado en línea, que comprende una línea de circulación, una línea de inyección para la alimentación de compuestos químicos, y un mezclador estático en línea.

5 En otra realización, el RMAC pre-tratado comprende un punto de reblandecimiento que es menor que el punto de reblandecimiento del RMAC antes del pretratamiento. De esta manera, el pre-tratamiento del RMAC permite la preparación de un RMAC mejorado (tal como fácilmente emulsionable, fácilmente almacenable, y/o de alta y/o estabilidad mejorada), en comparación con el RMAC que no está pre-tratado; la preparación de una emulsión de RMAC mejorada, en comparación con una emulsión de RMAC que no se trata previamente; y/o en última instancia, la preparación de un revestimiento curado mejorado formado por una emulsión RMAC que es curable (tal como un revestimiento curado con un punto de reblandecimiento reducido y/o bajo), en comparación con un revestimiento curado formado por una emulsión RMAC convencional. En una realización, por ejemplo, el pre-tratamiento del RMAC disminuye y/o reduce el punto de reblandecimiento de RMAC en al menos 0,5 %, tal como al menos aproximadamente 1 %, aproximadamente 2 %, aproximadamente 3 %, aproximadamente 4 %, aproximadamente 5 %
10 %, aproximadamente 6 %, aproximadamente 7 %, aproximadamente 8 %, aproximadamente 9 %, o incluso en al menos aproximadamente 10 %, en comparación con un RMAC que no se trató previamente. En otra realización preferida, el RMAC pre-tratado comprende un punto de reblandecimiento de aproximadamente 43,3-48,9°C (110-120°F). Como alternativa, o además, el RMAC pre-tratado se puede almacenar de forma estable (tal como, sin degradación alguna significativa o sustancial y/o sedimentación) a una temperatura de menos de aproximadamente 204,4°C (400°F) (tal como menos de aproximadamente 190,6°C (375°F), aproximadamente 176,6°C (350°F), aproximadamente 162,8°C (325°F), aproximadamente 148,9°C (300°F), aproximadamente 135°C (275°F), aproximadamente 121,1°C (250°F), aproximadamente 107,2°C (225°F), aproximadamente 93,3°C (200°F), o incluso menos de aproximadamente 65,6°C (150°F), tal como a una temperatura de aproximadamente 93,3-204,4°C (200-400°F), o aproximadamente 148,9-190,6°C (300-375°F), o incluso 162,8-176,7°C (325-350°F)) durante una duración de más de 6 horas (tal como, más de aproximadamente 12 horas, aproximadamente 18 horas, aproximadamente 1 día, aproximadamente 2 días, aproximadamente 3 días, aproximadamente 5 días, aproximadamente 1 semana, aproximadamente 2 semanas, aproximadamente 3 semanas, aproximadamente 1 mes, aproximadamente 2 meses, o incluso aproximadamente 3 meses).

En algunas realizaciones, además de la composición del emulsionante usada en el proceso de pre-tratamiento y el RMAC, la mezcla de pre-tratamiento comprende además uno o más aditivos opcionales, tales como, por ejemplo, uno o más agentes anti-espuma, uno o más espesantes, látex de polímero, y/o agua. En otras realizaciones, la mezcla de pre-tratamiento del RMAC y la composición de emulsionante no contiene otros aditivos (tal como agua).

Preparación de la suspensión de emulsificación

La suspensión de emulsificación (con la que el RMAC pre-tratado forma una emulsión de RMAC pre-tratado) puede ser cualquier suspensión acuosa adecuada que comprende agua y una arcilla (tal como arcilla de sepiolita o lodo de mar). En otra realización, la suspensión de emulsificación comprende agua, arcilla, y ni otros aditivos o componentes.

La suspensión de emulsificación puede comprender cualquier arcilla adecuada, tal como cualquier arcilla parcialmente hidrófoba, cualquier arcilla substancialmente hidrófoba, y/o cualquier arcilla completamente hidrófoba. Alternativamente, o además, la suspensión de emulsificación puede comprender cualquier arcilla que comprenda partículas no esféricas, de forma irregular, y/o alargadas. En una realización preferida, por ejemplo, la arcilla es una arcilla que es estable y/o resistente a la descomposición al entrar en contacto con agua y/o no se hincha y/o sufre cambio de forma cuando entra en contacto con agua. Por otra parte, la arcilla puede ser cualquier arcilla fibrosa (tal como un mineral de arcilla fibrosa del tipo paligorskita), arcilla no bentonita, y/o cualquier arcilla que tenga una pérdida por calcinación (LOI, por sus siglas en inglés) a 1.000°C de aproximadamente 10-20 (tal como aproximadamente 12-18, o incluso aproximadamente 14-17); un punto de ebullición mayor de aproximadamente 426,7°C (800°F) (preferiblemente, mayor de aproximadamente 482,2°C (900°F), o incluso mayor de aproximadamente 537,8°C (1.000°F)); y/o un peso específico de aproximadamente 1,0-3,5. Alternativamente, o además, la arcilla puede comprender uno o más de: menos de aproximadamente 70 % en peso de silicio (tal como menos de aproximadamente 68 % en peso, aproximadamente 66 % en peso, aproximadamente 64 % en peso, aproximadamente 62 % en peso, aproximadamente 60 % en peso, aproximadamente 58 % en peso, o incluso menos de aproximadamente 56 % en peso); menos de aproximadamente 10 % en peso de aluminio (tal como menos de aproximadamente 8 % en peso, aproximadamente 7 % en peso, aproximadamente 6 % en peso, o incluso menos de aproximadamente 5 % en peso); más de aproximadamente 10 % en peso de magnesio (tal como más de aproximadamente 12 % en peso, aproximadamente 14 % en peso, aproximadamente 16 % en peso, o incluso más de aproximadamente 18 % en peso); menos de aproximadamente 3 % en peso de hierro (tal como menos de aproximadamente 2,5 % en peso, aproximadamente 2,0 % en peso, o incluso menos de aproximadamente 1,5 % en peso); aproximadamente 0,1-3 % en peso de calcio (tal como aproximadamente 0,25-2,0 % en peso, aproximadamente 0,25-1,0 % en peso, o incluso menos de aproximadamente 3 % en peso, menos de aproximadamente 2 % en peso, o incluso menos de aproximadamente 1 % en peso); menos de aproximadamente 5 % en peso de sodio (tal como menos de aproximadamente 4 % en peso, menos de aproximadamente 3 % en peso, menos de aproximadamente 2,5 % en peso, menos de aproximadamente 2 % en peso, o incluso menos de

aproximadamente 1,5 % en peso); y/o aproximadamente 0,1-5 % en peso de potasio (tal como aproximadamente 0,5-4,0 % en peso, aproximadamente 0,5-3,0 % en peso, aproximadamente 0,5-2,0 % en peso, o incluso menos de aproximadamente 5 % en peso, menos de aproximadamente 4 % en peso, menos de aproximadamente 3 % en peso, menos de aproximadamente 2 % en peso, o incluso menos de aproximadamente 1,5 % en peso). En una realización preferida, la suspensión de emulsificación comprende una arcilla que comprende: (i) aproximadamente 0,1-60 % en peso de silicio; (ii) aproximadamente 0,1-10,0 % en peso de aluminio; (iii) más de aproximadamente 10 % en peso de magnesio; (iv) aproximadamente 0,1-3,0 % en peso de hierro; (v) aproximadamente 0,1-3,0 % en peso de calcio; y (vi) menos de aproximadamente 2 % en peso de sodio; y (vii) menos de aproximadamente 5 % en peso de potasio. En otra realización preferida, la suspensión de emulsificación comprende arcilla de sepiolita o lodo de mar. En otra realización preferida adicional, la suspensión de emulsificación es una suspensión acuosa (tal como una suspensión mezclada o suspensión de una sola fase) que comprende agua blanda a 48,9-60°C (120-140°F) y un compuesto de arcilla (tal como un compuesto de arcilla de sepiolita).

Se puede añadir cualquier concentración adecuada de arcilla a la suspensión de emulsificación, de manera que, por ejemplo, cuando la suspensión de emulsificación se combina, mezcla, pone contacto, y/o amasa con el RMAC pre-tratado para formar una emulsión de RMAC pre-tratado, la emulsión comprende una concentración de arcilla de menos de aproximadamente 10 % en peso, tal como menos de aproximadamente 9 % en peso, aproximadamente 8 % en peso, aproximadamente 7 % en peso, aproximadamente 6 % en peso, aproximadamente 5 % en peso, aproximadamente 4 % en peso, aproximadamente 3 % en peso, aproximadamente 2 % en peso, o incluso menos de aproximadamente 1 % en peso (tal como, por ejemplo, aproximadamente 0,1-10 % en peso, aproximadamente 0,5-8 % en peso, aproximadamente 1-7 % en peso, aproximadamente 1-6 % en peso, aproximadamente 1-5 % en peso, o incluso aproximadamente 1-4 % en peso), en relación al peso total de la emulsión de RMAC pre-tratado. Cualesquiera de las suspensiones de emulsificación que contienen arcilla se pueden preparar de cualquier manera adecuada, tal como mediante combinación, mezcla, puesta en contacto, y/o amasado del agua y la arcilla a una temperatura de aproximadamente 26,7-82,2°C (80-180°F), tal como aproximadamente 32,2-65,6°C (90-150°F), aproximadamente 37,8-60°C (100-140°F), o incluso aproximadamente 43,3-54,4°C (110-130°F).

En algunas realizaciones, además de agua y arcilla, la suspensión de emulsificación comprende cualesquiera otros aditivos adecuados, tales como otros espesantes, látex de polímero, agentes tensioactivos, y/o agentes anti-espuma.

En algunas realizaciones, por ejemplo, además de agua y arcilla, la suspensión de emulsificación comprende cualquier(cualesquiera) otro(s) espesante(s) adecuado(s), incluyendo pero no limitado(s) a espesantes asociativos, poliuretanos, tensioactivos no iónicos, espesantes de látex hinchables alcalinos, celulosa, derivados de celulosa, productos de celulosa modificada, gomas vegetales y de plantas, almidones, aminas de alquilo, resinas poliacrílicas, resinas de carboxivinilo, maleicanhídridos de polietileno, polisacáridos, copolímeros acrílicos, cal hidratada (tal como, cal catiónica y/o no iónica), y/o cualquier otro espesante conocido en la técnica.

En algunas realizaciones, por ejemplo, además de agua y arcilla, la suspensión de emulsificación comprende, además, látex de polímero. El látex de polímero se puede incluir, en algunas realizaciones, para mejorar la adhesión, resistencia al agua, y/u otras propiedades físicas deseadas de la emulsión del RMAC pre-tratado. Tal látex de polímero puede comprender un caucho o látex elastomérico en el que los glóbulos del caucho o del elastómero están suspendidos en un medio acuoso, tal como, por ejemplo, látex de caucho de estireno-butadieno ("latex SBR", por sus siglas en inglés), neopreno y/o caucho natural, acrílicos, vinilacrílicos, terpolímeros acrílicos, nitrito, alcohol polivinílico, acetato de polivinilo, acetato de vinilo-etileno, copolímeros de éster de vinilo, cloruro de vinilo etileno, cloruro de polivinilideno, caucho de butilo, acrilonitrilo-butadieno, poliuretanos, siliconas, copolímeros de bloque tales como estireno-isopreno (SIS, por sus siglas en inglés), acetato de estireno-etileno-vinilo (SEVAS, por sus siglas en inglés), acrilato de estireno, y combinaciones y mezclas de los mismos.

En algunas realizaciones, por ejemplo, además de agua y arcilla, la suspensión de emulsificación comprende además uno o más tensioactivos, tales como, por ejemplo, cualquier tensioactivo aniónico, catiónico y/o no-iónico, tal como cualquier tensioactivo que incluya ácido dodecil bencenosulfónico, cualquier tensioactivo no iónico que incluya etilhexanol, o cualquier combinación o mezcla de los mismos.

En algunas realizaciones, por ejemplo, además de agua y arcilla, la suspensión de emulsificación comprende además un agente anti-espuma, tal como, por ejemplo, Dow Anti-Foam 1400® (disponible de Dow Chemical Company, Midland, MI), Dow Anti-Foam Component A® (disponible de Dow Chemical Company, Midland, MI), Surfynol 104A® (disponible de Air Products Corporation) que se puede añadir a la suspensión de emulsificación o se puede añadir posteriormente a la emulsión de RMAC pre-tratado. La suspensión de emulsificación, en este sentido, puede comprender cualquier concentración adecuada de uno o más agentes anti-espuma, tal como, por ejemplo, aproximadamente 0,0025-0,05 % en peso de un agente anti-espuma.

Emulsión de RMAC pre-tratado

El RMAC pre-tratado se puede emulsionar de cualquier manera adecuada mediante la combinación, mezcla, puesta en contacto, y/o amasado de cualquier cantidad deseada del RMAC pre-tratado con cualquier cantidad correspondiente de la suspensión de emulsificación, para producir una emulsión de RMAC pre-tratado con

5 cualesquiera de las propiedades deseadas. En una realización preferida, la emulsión de RMAC pre-tratado se prepara de tal manera que comprende menos de aproximadamente 55 % en peso, tal como menos de aproximadamente 50 % en peso, aproximadamente 48 % en peso, aproximadamente 45 % en peso, aproximadamente 35 % en peso, aproximadamente 30 % en peso, aproximadamente 25 % en peso, aproximadamente 20 % en peso, aproximadamente 15 % en peso, o incluso menos de aproximadamente 10 % en peso, tal como aproximadamente 10-55 % en peso, aproximadamente 10-50 % en peso, aproximadamente 10-48 % en peso, aproximadamente 10-45 % en peso, aproximadamente 10-40 % en peso, aproximadamente 15-40 % en peso, aproximadamente 20-40. %, aproximadamente 25-40 % en peso, aproximadamente de 15-35 % en peso, aproximadamente 20-35 % en peso, aproximadamente 10-30 % en peso, aproximadamente 15-30 % en peso, o incluso aproximadamente 20-30 % en peso) de sólidos (RMAC pre-tratado y arcilla), en relación al peso total de la emulsión de RMAC pre-tratado. Alternativamente, o además, la emulsión de RMAC pre-tratado comprende aproximadamente 0,01-25 % en peso (tal como aproximadamente 0,1-20 % en peso, aproximadamente 0,1-15 % en peso, aproximadamente 0,1-10 % en peso, aproximadamente 0,1-8 % en peso, aproximadamente 0,1-6 % en peso, aproximadamente 0,1-4 % en peso, aproximadamente 0,5-3 % en peso, aproximadamente 0,5-2 % en peso, o incluso menos de aproximadamente 20 % en peso, menos de aproximadamente 15 % en peso, menos de aproximadamente 10 % en peso, menos de aproximadamente 5 % en peso, menos de aproximadamente 4 % en peso, menos de aproximadamente 3 % en peso, menos de aproximadamente 2 % en peso, o incluso menos de aproximadamente 1 % en peso) de caucho, en relación al peso total de la emulsión de RMAC pre-tratado. Alternativamente, o además, la emulsión de RMAC pre-tratado comprende aproximadamente menos de aproximadamente 6 % en peso, aproximadamente 4 % en peso, aproximadamente de 2 % en peso, tal como menos de aproximadamente 1,5 % en peso, aproximadamente 1,0 % en peso, aproximadamente 0,8 % en peso, aproximadamente 0,6 % en peso, aproximadamente 0,4 % en peso, aproximadamente 0,2 % en peso, o incluso menos de aproximadamente 0,1 % en peso (tal como aproximadamente 0,01-1,0 % en peso, aproximadamente 0,1-1,0 % en peso, o incluso aproximadamente 0,1-0,8 % en peso) de la composición de emulsionante de pre-tratamiento, en relación al peso total de la emulsión de RMAC pre-tratado.

La emulsión de RMAC pre-tratado puede tener cualquier viscosidad adecuada. En algunas realizaciones, la emulsión tiene una viscosidad de aproximadamente 20-80 unidades Krebs (KU, por sus siglas en inglés), tal como aproximadamente 25-75 KU, aproximadamente 30-70 KU, o incluso aproximadamente 35-65 KU, tal como una viscosidad convertida del equipo de Unidad Kreb de aproximadamente 50-500 cP, aproximadamente 75-450 cP, o incluso aproximadamente 100-400 cP. En otras realizaciones, cuando se desea una emulsión de alta concentración (tal como con una alta concentración de RMAC), la emulsión puede tener una viscosidad de aproximadamente 25-200 KU, aproximadamente 25-190 KU, aproximadamente 30-180 KU, aproximadamente 35-170, o incluso aproximadamente 40-160 KU. En algunas realizaciones, la emulsión de RMAC pre-tratado tiene una viscosidad que es al menos parcialmente insensible a la temperatura y/o de viscosidad estabilizada. En algunas realizaciones, por ejemplo, la emulsión puede no tener cambio apreciable alguno en la viscosidad (tal como menos de aproximadamente 20 %, aproximadamente 15 %, aproximadamente 10 %, aproximadamente 5, o incluso menos de aproximadamente 1 % de cambio en la viscosidad), en los intervalos de temperatura de aproximadamente 15,6-37,8°C (60-100°F), aproximadamente 15,6-48,9°C (60-120°F), aproximadamente 15,6-60°C (60-140°F), o incluso aproximadamente 4,4-60°C (40-140°F), a diferencia de las emulsiones RMAC convencionales que pueden requerir un calentamiento in situ para alcanzar la viscosidad deseada.

Alternativamente, o además, la emulsión de RMAC pre-tratado comprende un peso específico (según se determina a través de la norma ASTM D 2939.07) de menos de aproximadamente 2,0, tal como menos de aproximadamente 1,5, aproximadamente 1,4, aproximadamente 1,3, aproximadamente 1,2, aproximadamente 1,1, aproximadamente 1,0, aproximadamente 0,8, o incluso menos de aproximadamente 0,6. Alternativamente, o además, menos de aproximadamente 1 % en peso (tal como menos de aproximadamente 0,8 % en peso, aproximadamente 0,6 % en peso, aproximadamente 0,4 % en peso, aproximadamente 0,2 % en peso, aproximadamente 0,1 % en peso, aproximadamente 0,05 % en peso, o incluso menos de aproximadamente 0,01 % en peso) de la emulsión de RMAC pre-tratado, en relación al peso total de la emulsión de RMAC pre-tratado, permanece en un tamiz de malla 850-um después del contacto del tamiz con la emulsión de RMAC pre-tratado durante la Prueba de la Emulsión en Tamiz según la norma ASTM D 6933-04, tal como cuando se pone en contacto la emulsión y el tamiz a una temperatura de emulsión de aproximadamente la temperatura ambiente. Alternativamente, o además, más de aproximadamente 20 % en peso (tal como más de aproximadamente 25 % en peso, aproximadamente 30 % en peso, aproximadamente 35 % en peso, o incluso más de aproximadamente 48 % en peso) de la emulsión del RMAC pre-tratado permanece después de calentar la emulsión durante la Prueba de Residuo por Evaporación según la norma ASTM D 2939.08, tal como a una temperatura de aproximadamente $105 \pm 2,2^{\circ}\text{C}$ ($221 \pm 4^{\circ}\text{F}$) durante una duración hasta que el peso sucesivo horario muestra una pérdida de 0,05 o menos de la emulsión (tal como durante aproximadamente 4 horas). Alternativamente, o además, menos de aproximadamente 80 % en peso (tal como menos de aproximadamente 75 % en peso, aproximadamente 70 % en peso, aproximadamente 65 % en peso, o incluso menos de aproximadamente 52 % en peso) de la pérdida de la emulsión se produce cuando la emulsión se calienta durante la Prueba del Residuo por Evaporación, tal como a una temperatura de aproximadamente $105 \pm 2,2^{\circ}\text{C}$ ($221 \pm 4^{\circ}\text{F}$) durante una duración hasta que el peso sucesivo horario muestra una pérdida de 0,05 o menos de la emulsión (por ejemplo, durante aproximadamente 4 horas).

El RMAC pre-tratado se puede emulsionar por cualquier manera adecuada mediante combinación, mezcla, puesta en contacto, y/o amasado del RMAC pre-tratado con la suspensión de emulsificación. En una realización preferida, el RMAC pre-tratado se calienta y/o se mantiene a una temperatura de aproximadamente 154,4-190,6°C (310-375°F) (tal como aproximadamente 154,4-176,7°C (310-350°F)), y se combina, mezcla, pone en contacto, y/o amasa con una suspensión de emulsificación que se ha calentado y/o mantenido a una temperatura de aproximadamente 21,1-54,4°C (70-130°F), tal como aproximadamente 23,9-51,7°C (75-125°F), aproximadamente 26,6-48,9°C (80-120°F), aproximadamente 29,4-46,1°C (85-115°F), o incluso aproximadamente 32,2-43,3°C (90-110°F). Cualquier método adecuado se puede emplear para combinar, mezclar, poner en contacto, y/o amasar el RMAC pre-tratado y la suspensión de emulsificación, tal como, por ejemplo, mezcla. En una realización preferida, el RMAC pre-tratado y la suspensión de emulsificación se combinan de tal manera que al menos una parte (por ejemplo, sustancialmente la totalidad) del RMAC pre-tratado se cizalla (tal como en gotas) y forma una emulsión de RMAC pre-tratado, por ejemplo, mediante el uso del mezclador por lotes de Cowel y/o un molino de alto cizallamiento en línea.

En algunas realizaciones, el proceso de emulsificación involucra un proceso de doble etapa. Específicamente, por ejemplo, la suspensión de emulsificación (a aproximadamente 26,6-48,9°C (80-120°F)) se puede colocar en un recipiente de dispersión de alta velocidad que está equipado con un mezclador, tal como un mezclador de tipo palas del tipo rotor-estator o un mezclador de Cowel. El RMAC pre-tratado (a una temperatura de aproximadamente 154,4-190,6°C (310-375°F)) luego se añade a la suspensión de emulsificación, y el mezclador se usa para pre-dispersar el RMAC pre-tratado en la totalidad de la suspensión de emulsificación. Una primera línea conecta de forma fluida el recipiente de dispersión al extremo de entrada de un molino coloidal, y una segunda línea conecta de forma fluida el extremo de salida del molino coloidal al recipiente de dispersión. Así, la mezcla de RMAC pre-tratado/suspensión de emulsificación se recircula desde el recipiente de dispersión, a través de una línea, a través del molino coloidal, y se recircula de nuevo al recipiente de dispersión. El desplazamiento positivo del molino coloidal sirve para propulsar la mezcla a través de este camino de recirculación. El mezclador y el molino coloidal pueden seguir funcionando, y la recirculación de la mezcla se puede continuar hasta que la emulsión del RMAC pre-tratado haya alcanzado la consistencia deseada (por ejemplo, cuando el tamaño de las gotitas del RMAC pre-tratado en la emulsión sean aproximadamente 2-20 micrómetros de diámetro, tal como menos de aproximadamente 20 micrómetros, menos de aproximadamente 18 micrómetros, aproximadamente 16 micrómetros, aproximadamente 14 micrómetros, aproximadamente 12 micrómetros, aproximadamente 10 micrómetros, aproximadamente 8 micrómetros, aproximadamente 6 micrómetros, aproximadamente 4 micrómetros, o incluso menos de aproximadamente 2 micrómetros).

En otra realización, se puede usar un proceso de emulsificación de etapa única en donde el RMAC pre-tratado a una temperatura de aproximadamente 154,4-190,6°C (310-375°F) y la suspensión de emulsificación a una temperatura de aproximadamente 26,6-48,9°C (80-120°F) se muelen de forma conjunta en un sólo paso a través de un molino coloidal. Un molino coloidal disponible comercialmente de uso para este proceso es el Dalworth MP-10, disponible de DALWORTH Machine Products (Fort Worth, Tejas). Otro molino coloidal disponible comercialmente de uso para este proceso es el Charlotte G-75, disponible de Chemicolloid Laboratories, Inc. (Garden City Park, Nueva York).

En otra realización, la suspensión de emulsificación (tal como a una temperatura de aproximadamente 26,6-48,9°C (80-120°F)) se puede colocar en un recipiente de dispersión de alta velocidad que está equipado con un mezclador con una velocidad en punta de al menos 5.000 rpm (tal como al menos 6.000 rpm, al menos 7.000 rpm, o incluso al menos 8.000 rpm) (tal como un mezclador de tipo Cowel). El RMAC pre-tratado (tal como a una temperatura de aproximadamente 154,4-190,6°C (310-375°F)) luego se añade a la suspensión de emulsificación (tal como a través de una línea de entrada de fluido), y se usa el mezclador para pre-dispersar el RMAC pre-tratado en la totalidad de la suspensión de emulsificación. El RMAC pre-tratado se cizalla a alto nivel en las puntas de las palas de mezclador giratorio de Cowel, proporcionando la dispersión deseada dentro de la suspensión. La alimentación del RMAC pre-tratado se continúa hasta que se consigue el contenido de sólidos deseado. Los componentes combinados se continúan cizallando con las palas del mezclador giratorio durante un tiempo adicional para asegurar que se logra la distribución eficiente de las partículas (por ejemplo, en donde el tamaño medio de las gotitas del RMAC pre-tratado en la emulsión son de aproximadamente 2-20 micrómetros de diámetro, tal como menos de aproximadamente 20 micrómetros, menos de aproximadamente 18 micrómetros, aproximadamente 16 micrómetros, aproximadamente 14 micrómetros, aproximadamente 12 micrómetros, aproximadamente 10 micrómetros, aproximadamente 8 micrómetros, aproximadamente 6 micrómetros, aproximadamente de 4 micrones, o incluso menos de aproximadamente 2 micrómetros).

Cuando se pone en contacto con una aplicación deseada en un sitio, la emulsión del RMAC pre-tratado cura para formar un revestimiento curado o residuo que se puede usar para cualquier propósito apropiado. En algunas realizaciones, por ejemplo, el revestimiento curado se aplica a cualquier superficie pavimentada, tal como cualquier carretera, superficie de conducción, y/o superficie pavimentada (tal como para formar un revestimiento de sellado y/o sellador de superficie) de cualquier manera adecuada (tal como por camiones esparcidores de asfalto de control de tasa por ordenador, y/o por rodillos de caucho). En otras realizaciones, el revestimiento curado de la emulsión de RMAC pre-tratado se aplica a cualquier superficie industrial (tal como para mejorar la resistencia a la corrosión del acero, hormigón o similar, y/o para mejorar la resistencia al fuego de dichas superficies), cualquier superficie de construcción tal como cualquier superficie de cubierta (tal como para formar un revestimiento de sellado y/o sellador de superficie para superficies, tales como las próximas a cualquier superficie de cubierta de asfalto, tales como tejas para cubiertas de asfalto), y/o similares, de cualquier manera adecuada. En este sentido, el revestimiento curado

puede formar cualquier composición adecuada industrial de revestimiento, composición selladora de superficie, composición selladora de cubierta, y/u hormigón asfáltico para cubiertas, o similar.

5 El revestimiento curado puede tener cualesquiera propiedades deseadas, tales como alta y/o mayor resistencia al agua, a los combustibles, y/o a la radiación ultravioleta, en comparación con los revestimientos curados preparados a partir de RMACs que no están pre-tratados. En una realización preferida, el revestimiento curado no comprende y/o presenta pegajosidad alguna, baja pegajosidad, y/o propiedades sustancialmente sin pegajosidad. En otra realización preferida, el revestimiento curado comprende un punto de reblandecimiento (según se determina a través de la norma ASTM D 36) mayor de aproximadamente 154,4°C (310°F), tal como mayor de aproximadamente 160°C (320°F), aproximadamente 165,6°C (330°F), aproximadamente 171,1°C (340°F), aproximadamente 176,6°C (350°F), 10 aproximadamente 182,2°C (360°F), aproximadamente 187,8°C (370°F), o incluso mayor de aproximadamente 193,3°C (380°F) -un punto en el que, por ejemplo, un peso (tal como una bola de acero con un diámetro de aproximadamente 9,5 mm y una masa de aproximadamente 3,50 ± 0,05 g) penetra o sedimenta al menos aproximadamente 2,54 cm (1 pulgada) en una muestra del revestimiento curado, usando un aparato del punto de reblandecimiento de anillo y bola. Alternativamente, o además, se produce una pérdida del revestimiento de menos del 10 % en peso (tal como menos de aproximadamente 9 % en peso, aproximadamente 8 % en peso, 15 aproximadamente 7 % en peso, aproximadamente 6 % en peso, aproximadamente 5 % en peso, aproximadamente 4 % en peso, aproximadamente 3 % en peso, aproximadamente 2 % en peso, aproximadamente 1 % en peso, aproximadamente 0,5 % en peso, o incluso menos de aproximadamente 0,1 % en peso) durante la Prueba de Abrasión en Pista Húmeda, cuando el revestimiento curado se restriega en su superficie después de haber sido sumergido en agua durante cinco días, según la norma de la International Slurry Surfacing Association (ISSA) TB-20 100, en relación al peso total del revestimiento curado. Alternativamente, o además, el revestimiento curado sustancialmente no descuelga y/o se desliza después de la exposición durante aproximadamente 2 horas a 100°C ± 5°C (212°F ± 9°F) según una Prueba de Resistencia al Calor según la norma ASTM D 2939.14. Alternativamente, o además, sustancialmente no se produce formación de ampollas y/o re-emulsificación del revestimiento curado 25 después de la inmersión durante más de aproximadamente 8 horas (tal como aproximadamente 12 horas, aproximadamente 18 horas, aproximadamente 1 día, 2 días, o incluso más de aproximadamente 3 días) en agua con una temperatura de aproximadamente (23,8°C ± 2,7°F) (75°F ± 5°F), según una Prueba de Resistencia al Agua según la norma ASTM D 2939.15. Alternativamente, o además, menos de aproximadamente 10 % (tal como menos de aproximadamente 5 % o menos de aproximadamente 1 %) del revestimiento curado fluye más allá de una línea de referencia inicial cuando se somete a la Prueba de Fluidez en Húmedo según la norma ASTM D 2939.19, tal como cuando se somete al revestimiento curado durante aproximadamente 30 minutos a una temperatura de aproximadamente 22,8°C ± 2,2°C (73,0°F ± 4,0°F) y a una humedad relativa de aproximadamente 50 ± 2 %. Alternativamente, o además, no se produce combustión continua, salpicaduras, y/o deterioro del revestimiento curado durante una Prueba a la Llama Directa según la norma ASTM D 2939.20, tal como cuando una llama azul (tal como la procedente de un quemador Bunsen) se aplica durante aproximadamente 10 segundos a una porción de una muestra del revestimiento curado. Alternativamente, o además se produce un mínimo, un bajo, y/o sustancialmente ningún agrietamiento, astillado, distorsión de la superficie, pérdida de color, aligeramiento, y/o pérdida de adhesión del revestimiento curado cuando el revestimiento curado se pone en contacto con y/o se aplica a una baldosa cerámica [tal como una baldosa cerámica preparada según la norma ASTM D 2939-25.1, tal como una baldosa cerámica no vidriada con un cuerpo de polvo prensado, blanco, no vítreo con un intervalo de absorción de 10-18 %, determinado según los Métodos de Prueba C 67, de aproximadamente 150 mm por 150 mm por 9,5-14 mm (espesor)] y se expone a luz ultravioleta y a condensación según la Prueba de Envejecimiento Acelerado (como se define por la norma ASTM G 154), tal como durante un periodo de exposición de aproximadamente 1.000 horas que incluye aproximadamente 8 horas de exposición a luz ultravioleta (tal como una lámpara UVA-340, 0-0.77 W/m²; calibración v.1.0) a aproximadamente 50°C, y aproximadamente 3,55 horas de exposición a la condensación a 50°C. 45

REIVINDICACIONES

- 1.- Un método para preparar una emulsión de hormigón asfáltico, que comprende:
- a) preparar una mezcla de pretratamiento que comprende:
- 5 i) 90-99,9 % en peso de un hormigón asfáltico modificado con caucho, en relación al peso total de la mezcla de pretratamiento; y
- ii) 0,1-10 % en peso de una composición de emulsionante que comprende un compuesto de diamina; en relación al peso total de la mezcla de pretratamiento; y
- b) mezclar la mezcla de pretratamiento con una suspensión de emulsificación que comprende:
- agua y arcilla.
- 10 2.- El método de la reivindicación 1, en donde la emulsión de hormigón asfáltico comprende de 0,01 a 25 % en peso de caucho, en relación al peso total de la emulsión de hormigón asfáltico modificado con caucho, pretratada.
- 3.- El método de la reivindicación 1, en donde la arcilla es una arcilla parcialmente hidrófoba, una arcilla substancialmente hidrófoba, y/o una arcilla completamente hidrófoba.
- 4.- El método de la reivindicación 1, en donde la arcilla es arcilla de sepiolita.
- 15 5.- El método de la reivindicación 1, en donde la composición del emulsionante comprende:
- i) del 30 al 50 % en peso del compuesto de diamina, en relación al peso total de la composición del emulsionante;
- ii) del 20 al 40 % en peso de un compuesto de oxialquilato de amina, en relación al peso total de la composición del emulsionante;
- 20 iii) del 15 al 25 % en peso de un compuesto de ácido carboxílico, en relación al peso total de la composición del emulsionante;
- iv) del 5 al 10 % en peso de uno o más compuestos de hidrocarburos aromáticos, en relación al peso total de la composición del emulsionante;
- v) del 5 al 10 % en peso de un compuesto de aceite de resina, en relación al peso total de la composición del emulsionante.
- 25 6.- El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la mezcla de pretratamiento es emulsionable.
- 7.- El método de la reivindicación 1, en donde menos del 0,5 % en peso de la emulsión, en relación al peso total de la composición de emulsión, permanece en un tamiz de malla de 850-um después del contacto del tamiz con la emulsión durante la Prueba de Emulsión en Tamiz.
- 30 8.- El método de la reivindicación 1, en donde la emulsión es curable para formar un revestimiento curado con un punto de reblandecimiento de más de 176,7°C (350°F).
9. El método de la reivindicación 8, en donde ocurre una pérdida de menos del 5 % en peso del revestimiento curado durante la Prueba de Abrasión en Pista Húmeda, en relación al peso total del revestimiento curado.
- 10.- Un método para revestir una superficie industrial, que comprende poner en contacto la superficie con una emulsión de hormigón asfáltico que comprende una mezcla de:
- 35 a) una mezcla de pretratamiento que comprende:
- i) 90-99,9 % en peso de un hormigón asfáltico modificado con caucho, en relación al peso total de la mezcla de pretratamiento; y
- ii) 0,1-10 % en peso de una composición de emulsionante que comprende un compuesto de diamina; en relación al peso total de la mezcla de pretratamiento; y
- 40 b) una suspensión de emulsificación que comprende:
- agua y arcilla.
- 11.- El método de la reivindicación 10, en donde la superficie industrial es acero u hormigón.
- 12.- El método de la reivindicación 10 u 11, en donde la composición de emulsionante comprende:

- i) del 30 al 50 % en peso del compuesto de diamina, en relación al peso total de la composición del emulsionante;
 - ii) del 20 al 40 % en peso de un compuesto de oxialquilato de amina, en relación al peso total de la composición del emulsionante;
 - 5 iii) del 15 al 25 % en peso de un compuesto de ácido carboxílico, en relación al peso total de la composición del emulsionante;
 - iv) del 5 al 10 % en peso de uno o más compuestos de hidrocarburos aromáticos, en relación al peso total de la composición del emulsionante;
 - v) del 5 al 10 % en peso de un compuesto de aceite de resina en relación al peso total de la composición del emulsionante.
- 10 13.- El método de la reivindicación 10, en donde la emulsión es curable para formar un revestimiento curado con un punto de reblandecimiento de más de 176,7°C (350°F).