

Universidad de Matanzas
“Camilo Cienfuegos”

Facultad de Ingenierías Química y Mecánica.
Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos.
(CEAT)

MONOGRAFÍA

**Estudio y evaluación de materiales compuestos de matriz
asfáltica modificado con polímeros (MAP) para su
aplicación como recubrimientos anticorrosivos.**

Autores:

Ing. Mayrén Echeverría Boán*, Dr. Carlos A. Echeverría Lage*, Ing. Candelaria
González**, Ing. Carlos A. Echeverría Boán*, Tec. Marta Boán Cepero***.

*Centro de Estudio de Anticorrosivos y Tensoactivos (CEAT), Universidad de Matanzas
“Camilo Cienfuegos”, Km. 3.5 Autopista a Varadero, Cuba. Telef. 261013.

** Laboratorio de Ensayos de Tropicalización. (LABET). Carretera del Morro Km. 2 ½ .
Cojímar, Habana del Este, Ciudad de la Habana. Telf.952712.

*** Facultad de Ciencias Médicas de Matanzas. Teléf. 262458.

e-mail: mayren.echeverria@umcc.cu.

2006

RESUMEN

Las investigaciones y desarrollos de nuevas tecnologías para el reciclaje de la goma, constituyen un tema de actualidad objeto de atención por el CITMA, la Unión de Empresas de la Goma, la Unión de Empresas de Recuperación de Materias Primas, entre otras instituciones que se vinculan a esta problemática, dado los volúmenes crecientes de neumáticos desechados, de residuales de goma que se generan en las recapadoras, que en su gran mayoría no son reciclados y generan una carga contaminante no biodegradable con un impacto ambiental de consideración.

Dando continuidad a una investigación sobre esta problemática, el Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos (CEAT) de la Universidad de Matanzas, en coordinación con el entidad rectora nacional de la recuperación de materias primas, ha desarrollado recubrimientos anticorrosivos para varias aplicaciones, entre ellas dos recubrimientos que ya se producen en una Planta Piloto con capacidad industrial y recubrimientos impermeabilizantes y sellantes para la construcción.

En su obtención se emplean materias primas nacionales, con el polvo y virutas de goma de recapadoras y con procedimientos patentados y puestos a punto en la Planta Piloto del CEAT, se aplican métodos de evaluación de recubrimientos anticorrosivos y para otras aplicaciones en la construcción, amparados en normas internacionales, conjuntamente con la fotografía digital.

Se obtienen recubrimientos de materiales compuestos de Matriz Asfáltica Modificada por Polímero (MAP), goma, que pasan satisfactoriamente los ensayos acelerados y de envejecimiento en los Laboratorios LABET, ensayos de campo por varios años y ensayos con la técnica del transporte mediante el procedimiento DUCAR, para los recubrimientos anticorrosivos del transporte, todo ello con excelentes resultados.

INTRODUCCIÓN

Reciclar la goma de los neumáticos y utilizarla en la producción de muchos productos, genera empleos, cuesta menos que producirlos a partir del caucho no vulcanizado, se obtienen propiedades superiores al caucho virgen, a partir del cual se consume mucha más energía, además de la conservación de los productos no renovables del petróleo, utilizados en la producción de la goma sintética. (1)

El Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos (CEAT) de la Universidad de Matanzas, como resultado de la experiencia de varios años, ha desarrollado materiales compuestos, que se han convertido en nuevos recubrimientos anticorrosivos y otros que se evalúan para la construcción como impermeabilizantes de cubiertas y sellantes, a partir de virutas y polvo de goma, con otras materias primas nacionales.

En el presente trabajo, se muestran los resultados de evaluaciones realizadas a diferentes materiales compuestos, resultado de la Modificación del Asfalto con Polímero (MAP). Unos que ya se emplean como recubrimientos anticorrosivos del transporte automotor, mediante el procedimiento DUCAR y que se producen en la Planta Piloto del Área de Producción y Servicios del CEAT y otros que se evalúan como recubrimientos impermeabilizantes y sellantes para la construcción, los cuales pueden ser producidos en las instalaciones existentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la obtención de estos productos se emplean materias primas nacionales, además del polvo y virutas de goma de la recapadora y como procedimiento de elaboración, los patentados y puestos a punto en la Planta Piloto del CEAT, de acuerdo con la Patente Cubana 143/94: Composición de recubrimientos y procedimiento de obtención, clasificada por el código C 10 M 5/00, C 08 L 91/00 y C 23 F 15/00 de la clasificación internacional de patentes. (2)

Los ensayos de laboratorio en cámara de niebla salina para la determinación de la protección anticorrosiva, se realizan en el laboratorio LABET durante 10 ciclos (1000 horas), los ensayos de campo en la Estación de Ensayo de Varadero, con probetas de acero de bajo contenido de carbono, del tipo CT-3, con dimensiones de (150*100*1) mm y con preparación previa y exposiciones de acuerdo con la Normas correspondientes. (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11)

Los ensayos directamente con la técnica del transporte incluyen la evaluación de las pérdidas de espesor por defectoscopia ultrasónica, empleando un Medidor de Espesor DMS, con palpadores HT-400 de 5 MHz y el ALPHA 2 DFR de 15 MHz y la fotografía digital.

Los métodos utilizados para el análisis de la corrosión y la protección anticorrosiva se basan en el empleo de las Normas ISO, (12, 13, 14, 15, 16)

El procedimiento para la realización del ensayo de resistencia a la humedad-temperatura con condensación constante, que se realiza en el Laboratorio LABET, se detalla en la Norma UNE-EN-ISO 6270:96. (17)

Las exigencias fijadas para el ensayo de envejecimiento acelerado QUV, son de una exposición de 1000 horas (10 ciclos de 100 horas c/u) sin afectaciones. El equipo

utilizado para este ensayo es una cámara de intemperismo acelerado, Modelo QUV/SE. El procedimiento acelerado QUV se detalla en la Norma ASTM D 4799:2000. (18)

El procedimiento para la realización del ensayo de adherencia de los cubrimientos por el método de tracción, emplea el equipo medidor de adherencia Modelo ERSAD 2.80 Bar (8 Mpa). Este se detalla en la Norma Norma ASTM D 4541:1995. (19)

El procedimiento para la realización del ensayo de impacto, determina la resistencia al impacto de los recubrimientos cuando se deja caer una esfera de 15,9 mm y un peso de 0.9 Kg., con una energía de trabajo de 2,5 Nm. (solo para placas metálicas planas con un espesor determinado). El equipo que se utiliza para realizar esta determinación es un impactómetro. Modelo 03040 10, que se detalla en la Norma Norma ASTM D 2794:1994. (20)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Evaluación de materiales compuestos con goma reciclada para la protección anticorrosiva.

En el trabajo precedente, (21) se seleccionaron diferentes variantes de mástiques asfálticos con goma, como resultado de la aplicación de varios diseños experimentales.

En el presente se evalúan las propiedades anticorrosivas de éstas variantes a partir de la aplicación de procedimientos normalizados de laboratorio, de campo y con la técnica.

Diversos autores coinciden en asegurar que la era de los materiales compuestos se acerca. Los materiales compuestos o “composites” se han convertido en un elemento muy común en nuestras vidas sin apenas darnos cuenta. En el sector aeronáutico y de la automoción la utilización de materiales compuestos está muy expandida. Es muy usual encontrar elementos aeronáuticos y de otros medios de transporte fabricados con estos materiales, y esto es una señal clara del aporte de propiedades mejoradas de los “composites” respecto de los considerados materiales tradicionales. Muy pocos materiales naturales están formados por una sola sustancia; la mayoría consisten en una mezcla de componentes diferentes que, al encontrarse unidos, producen un material más capaz de desempeñar su función que una sustancia simple. (21)

1.1. Evaluación de laboratorio mediante ensayos acelerados en cámara de niebla salina.

En las primeras 300 horas de ensayo, no presenta afectación. Entre las 400 y las 500 horas se observa un ligero desprendimiento superficial del material, que no está directamente adherido al sustrato (metal), notándose más en este ensayo que en el de Humedad- Temperatura (no incluido en el trabajo), luego del lavado de las probetas, a fin de eliminar el depósito de sales. Una causa de ello es que el contacto del recubrimiento con los diferentes contaminantes y la presencia de humedad, favorece el reblandecimiento del material.

Este comportamiento se mantiene hasta el final del ensayo, de manera constante. Es decir no aumenta el desprendimiento del recubrimiento, sino que se presenta cuando se realiza el análisis visual, el cual requiere de lavar la superficie y por tanto se desprenden ligeramente pequeñas partículas de goma del material.

Teniendo en cuenta las exigencias fijadas por el Laboratorio que ejecutó el ensayo, podemos decir que las 8 composiciones asfálticas que se ensayan resisten a las condiciones de niebla salina neutra. Es decir resistieron a 1000 horas de exposición constante de niebla salina y humedad sobre la superficie del recubrimiento.

Considerando los criterios de evaluación de la norma, se reporta lo siguiente resultados de la evaluación:

- 1) Apariencia después del ensayo: Es similar al comienzo.
- 2) Apariencia al retirar los productos de corrosión: Igual, ya que no se producen productos de corrosión por debajo del recubrimiento.
- 3) Número y distribución de los defectos de corrosión: piteras, huecos, etc. Pueden ser aplicados los métodos descritos en la ISO 1462 o ISO 4540: No se observan defectos durante el transcurso del experimento en el recubrimiento.
- 4) Tiempo transcurrido antes de que aparezcan los primeros síntomas de corrosión: Transcurren las 1000 horas del experimento, es decir 10 ciclos de 100 horas sin que aparezcan los primeros síntomas de corrosión.
- 5) Cambio de la masa: No se evalúa por no existir afectaciones por corrosión.

Después de haber evaluado el comportamiento de los 8 recubrimientos asfálticos, en función de diferentes criterios establecidos en la norma para este ensayo y además según la exigencia establecida por el laboratorio se puede plantear que los mismos resisten las condiciones de niebla salina y humedad sin presentar afectaciones por corrosión.

En la Fig. 1 del Anexo se muestra la foto del estado de los recubrimientos después de realizado el ensayo en cámara de niebla salina.

1.2. Evaluación de la degradación como recubrimiento anticorrosivo durante el ensayo de campo en la Estación de Ensayo de Varadero.

Se evaluaron las diferentes composiciones, pero se expone a continuación el resultado de aquellos que se han tomado como base para la producción del recubrimiento en la Planta Piloto.

Como se observa en el Tabla 1 siguiente, se muestran los resultados de la evaluación durante 24 meses, de la oxidación, el agrietamiento, la decamación y el caleo.

Las variantes 2 y 5 se han seleccionado para la producción de recubrimientos anticorrosivos, que se han producido en la Planta Piloto de la Universidad.

El resto de las variantes que se han empleado como recubrimientos para la construcción: 3, 4, 6, 7 y 8, ofrecen similares resultados. Solamente se excluye la variante 1 que fue afectada por manipulación indebida.

Es decir que los resultados que se muestran en la Tabla 1 se toman para la evaluación de los ensayos de campo de todos los recubrimientos evaluados, como se muestra seguidamente.

Tabla 1: Resultado de la evaluación durante 24 meses de las propiedades protectoras del material compuesto con goma.

Período meses	Tipo de Deterioro.				
	Ampollam.	Oxidación	Agrietamiento	Descamación	Caleo
1 (Jun/04)	0	Ri 0	0	0	N/O
2 (Jul/04)	0	Ri 0	0	0	N/O
3 (Agos/04)	0	Ri 0	0	0	N/O
6 (Nov/04)	0	Ri 0	0	0	N/O
9 (Feb/05)	0	Ri 0	0	0	N/O
12 (May/05)	0	Ri 0	0	0	N/O
15 (Agos/05)	0	Ri 0	0	0	N/O
18 (Nov/05)	0	Ri 0	0	0	N/O
21 (Feb/06)	0	Ri 0	0	0	N/O
24 (May/06)	0	Ri 0	0	0	N/O

Leyenda: N/O- No se observa.

Los materiales compuestos derivados de la MAP 2 y 5 no presentan ampollamiento, ni oxidación, ni agrietamiento, ni descamación, ni caleo durante todo el período de evaluación, después de dos años de exposición a la intemperie. Continúa la evaluación y solamente se observan los primeros síntomas de corrosión en una de las composiciones no seleccionadas.

El % de área afectada por corrosión en condiciones de intemperie, después de dos años de exposición con una agresividad corrosiva de muy alta, es igual a cero, es decir estos recubrimientos ofrecen un 100% de protección contra la corrosión en estas condiciones, lo que se puede observar de la Fig. 2 del anexo, donde aparecen las diferentes variantes ensayadas. Se continúa la evaluación para precisar la durabilidad de estos recubrimientos.

Del ensayo anterior se demuestra la impermeabilidad del recubrimiento al agua, ya que esto provocaría una corrosión en la interfase acero-recubrimiento, lo que no fue observado durante la duración del experimento.

El resultado anterior, después de transcurridos más de dos años, sin afectaciones, indica que la tendencia de su resistencia al deterioro se extienda por más de 5 años, lo que de lograrse alcanzaría parámetros de calidad que no logran muchos recubrimientos de cubierta en nuestras condiciones.

1.3. Evaluación de los recubrimientos con la técnica.

Con la composición de la variante 2 se procedió a la producción en la Planta Piloto, del Mástique Asfáltico Semisólido (DISTIN 403), el cual se aplica en las uniones metal –

metal en panderos, guardafangos, como recubrimiento interior del piso de automóviles e incluso en la reparación y sellaje de juntas de goma de los parabrisas, entre otras aplicaciones, su espesor promedio es de 1 a 2 mm. Ver Fig. 3.

Con la variante 5 se procedió a la obtención de Mástique Asfáltico Líquido tipo solvente (DISTIN 403 L), de base semisólida y se efectuaron diferentes experimentos de aplicación y evaluación. El producto obtenido proporciona un recubrimiento resistente a los impactos de partículas, agua, tiene una excelente adherencia y puede ser aplicado por proyección, proporcionando un espesor promedio por aplicación de $138 \pm 10 \mu\text{m}$.

Con los resultados anteriores y después de efectuadas pruebas de un año en autos sometidos a explotación severa, se decide proceder a su utilización como recubrimiento antigraña en el procedimiento DUCAR, que viene aplicándose en la actualidad, con excelentes resultados desde el 2004. Ver Fig. 4 del Anexo.

De los resultados de la producción y aplicación de materiales compuestos de matriz asfáltica modificado con goma en la protección anticorrosiva estructural de equipos del transporte (Procedimiento DUCAR), se deriva que existen amplias posibilidades de aplicación en automóviles, equipos ferroviarios y transporte marítimo, tal y como se reivindica en la Solicitud de Patente No. 004-2003. Procedimiento de Conservación Anticorrosiva Estructural de Equipos del Transporte. (22).

2. Evaluación de materiales compuestos derivados de la MAP con goma reciclada como recubrimientos impermeabilizantes y sellantes para la construcción.

2.1. Evaluación de la resistencia al ensayo de humedad – temperatura.

Después de transcurrir las primeras 300 horas de ensayo, con observaciones cada 100 horas, no se observa afectación alguna del recubrimiento. Entre las 400 y las 500 horas se detecta un ligero desprendimiento superficial del material que no está directamente adherido al sustrato. A partir de las 700 horas (7 ciclos), se observa el material más endurecido, indicando cierta pérdida de su flexibilidad.

En las últimas horas de exposición, se observa un ligero cuarteamiento superficial, asociado a la pérdida de material, producto de cierto reblandecimiento superficial, que da lugar a que se desprendan las capas del material menos adheridas a la superficie base, lo cual no afecta al recubrimiento en su profundidad. Tenga en cuenta que el recubrimiento aplicado tiene un espesor promedio de 1 a 2 mm.

Luego de transcurridas 1000 horas (10 ciclos) y 24 horas de estacionamiento de las probetas, posterior a la exposición, se observa este mismo comportamiento, el cual desaparece con el tiempo, por lo que está asociado al efecto de la humedad y el consiguiente reblandecimiento superficial.

En resumen el material ensayado, en condiciones de Humedad-Temperatura en las diferentes composiciones, cumple con las exigencias fijadas para el experimento, solamente se observa un ligero reblandecimiento asociado a la humedad y que provoca un ligero cuarteamiento superficial, que se recupera con el tiempo después del ensayo.

En la Fig. 5 del Anexo, se muestran las probetas de asbesto cemento, que se prepararon adicionalmente para completar los ensayos de recubrimientos para la construcción.

2.2. Evaluación de la resistencia al envejecimiento acelerado QUV.

En los primeros seis ciclos del ensayo de envejecimiento acelerado, realizando controles cada 100 horas de ensayo, no se observan afectaciones de los recubrimientos. A partir de las 700 horas (7 ciclos), se observa cierto endurecimiento y pérdida de flexibilidad, que se mantiene hasta completar el ensayo a las 1000 horas.

Este comportamiento es más evidente en este ensayo que en el de humedad temperatura, por las condiciones del ensayo que somete al material a un ambiente de radiación ultravioleta y temperatura de 60 a 80 ° C.

Teniendo en cuenta las exigencias del ensayo, el recubrimiento resiste las condiciones del experimento, sin afectaciones.

2.3. Evaluación de la adherencia de los recubrimientos por el método de tracción.

El aumento de contenido de polvo de goma en la composición, además de proporcionar algunas propiedades deseadas, contribuye a que se produzca una disminución de la adherencia, por una menor proporción relativa del resto de los constituyentes que sí contribuyen a esta propiedad. Por ello ante la imposibilidad económica de ensayar todas las variantes, se escogió aquella composición que presenta mayor composición relativa de polvo de goma, que es la composición 4. Se observa además que esta composición es la que mayor temperatura de ablandamiento presenta.

Después de haber realizado el ensayo de adherencia por tracción, se observa que no se logra desprender las capas del material directamente adheridas a la base, solo se aprecian escasos desprendimientos por ruptura de las capas externas que se notaban ligeramente afectadas por cuarteamientos y contracción a partir de su comportamiento de pérdida de flexibilidad superficial en el material.

La ruptura se produce a 225 psi (1.5 MPa). Teniendo en cuenta que la norma establece que el máximo estrés se alcanza alrededor de los 100 psi (0.67 MPa), entonces se puede decir que este recubrimiento se somete a un estrés superior al límite máximo establecido y aún bajo estas condiciones, solamente se desprenden las capas más externas.

Este tipo de comportamiento, unido a su flexibilidad y facilidad de ser retirado o aplicado mediante espátulas en caliente o en forma líquida, amplía su aplicación en las uniones metal – metal, metal- mortero, metal – hormigón y uniones con asbesto cemento.

2.4. Evaluación de la resistencia al impacto.

Por problemas económicos se tuvo que realizar una selección de la muestra. Para ello se tuvo en cuenta, que a mayor contenido de goma y asfalto oxidado en la composición, mayor es la resistencia al impacto. Por tanto se tomó la composición intermedia de aquellas que menor contenido relativo de estos componentes tuviera, ya que si resiste en estas condiciones, el resto tendrá un mejor comportamiento.

Como se observa el recubrimiento resiste al ensayo de impacto a 25 y 50 cm de altura, sin presentar un total desgarre o desprendimiento, es decir asimila la carga aplicada. En el caso del ensayo a 100 cm. de altura, se desprende el recubrimiento totalmente sobre el sustrato de acero, no siendo así sobre el asbesto cemento, que resistió más al impacto, aunque la probeta se partió. Esto puede estar motivado porque el sustrato de acero es más resistente a la carga y por tanto el recubrimiento se desplaza alrededor del área del impacto, no siendo así con el asbesto cemento que es más frágil y se fisuró el material, no observando el mismo comportamiento.

Tabla 2: Resultados del ensayo de impacto. Peso y altura aplicados sobre las muestras. Observaciones.

Peso (Kg)	Altura (cm.)	Observaciones	
		Acero	Asbesto cemento
0.9	25	El material permanece sin alteración visible. Asimila la carga.	El material permanece sin alteración visible, asimila la carga.
0.9	50	Cierto desgarre o desprendimiento del recubrimiento, sin observarse la base.	El material permanece sin alteración visible, asimila la carga.
0.9	100	Total desgarre del recubrimiento. Se observa la base.	Se desprende el recubrimiento, pero no tanto como en el acero. Resiste más la carga, pero se parte la probeta.

2.5. Resumen de los resultados de las evaluaciones realizadas.

A partir de las evaluaciones realizadas y tomando además la experiencia práctica obtenidas de la aplicación de las diferentes composiciones que se han obtenido en la Planta Piloto y aplicado en la práctica, se han identificado tres tipos de materiales compuestos que presentan características y aplicaciones específicas como las siguientes:

2.5.1. Material compuesto derivado de la MAP, con goma reciclada como recubrimiento anticorrosivo para el transporte.

Este recubrimiento debe poseer en primer término resistencia a la corrosión en las condiciones de agresividad existentes en Cuba, lo que se demuestra con los ensayos acelerados, ensayos de humedad temperatura y ensayos a la atmósfera.

Buena adherencia, resistencia a los impactos de partículas (recubrimiento antigravilla), amortiguar el ruido que producen las partículas al chocar contra la superficie exterior de bóvedas y pisos.

Ser flexible, moldeable y poder ser eliminado con facilidad mediante espátulas de la superficie metálica.

Este recubrimiento ya producido en la Planta Piloto, se ha aplicado en forma líquida tipo solvente, como recubrimiento antigraña en automóviles con muy buenos resultados hasta el momento.

2.5.2. Material compuesto derivado de la MAP, con goma reciclada como recubrimiento en las uniones de asbesto cemento, metal – metal, metal – mortero y metal – hormigón.

Debe poseer en primer término resistencia a la corrosión en las condiciones de agresividad existentes en Cuba, lo que se demuestra con los ensayos acelerados, ensayos de humedad temperatura y ensayos a la atmósfera.

Ser flexible, moldeable, asimilando las variaciones de temperatura y las vibraciones sin perder la adherencia y poder ser eliminado con facilidad mediante espátulas de la superficie metálica.

Debe poseer elevada adherencia sobre diferentes superficies, como se ha demostrado sobre superficies no rugosas de probetas de metal y de asbesto cemento.

Un primer ensayo práctico se realiza como junta de puente en la unión hormigón – hormigón en un puente de la Ciudad de Matanzas.

2.5.3. Material compuesto derivado de la MAP, con goma reciclada como recubrimiento impermeabilizante y sellante en pisos y cubiertas.

En el interior de pisos de automóviles, como recubrimiento anticorrosivo impermeabilizante, que proporciona resistencia al agua y los medios agresivos.

Ser flexible, moldeable, asimilando las variaciones de temperatura y las vibraciones sin perder la adherencia y poder ser eliminado con facilidad mediante espátulas de la superficie metálica.

Este material no requiere la adherencia de la composición anterior, ya que no se emplea en uniones y resulta mucho más barato por su composición, que cumple con las exigencias del ensayo.

Se ha producido y aplicado en el interior de pisos de automóviles con muy buenos resultados, ya que evita la acción de la humedad y contaminantes, actúa como amortiguador del ruido que se produce en el exterior del automóvil y puede ser eliminado con espátulas si se requiere una reparación de la carrocería, evitando su combustión, tal y como ocurre cuando se combustionan los recubrimientos de pisos que no pueden ser eliminados fácilmente.

2.6. Otras evaluaciones necesarias.

Las evaluaciones realizadas no cubren el 100% de las exigencias que se establecen para recubrimientos impermeabilizantes y sellantes de cubierta para la construcción, faltando ensayos que por falta de financiamiento no se han realizado, tal es el caso del ensayo de permeabilidad al agua, pero los resultados de otras evaluaciones auguran buenos resultados, por lo que se justifica continuar las investigaciones con estos materiales.

3. Producción, aplicaciones y demanda potencial de polvo y viruta de goma reciclada.

Actualmente se producen en la Planta Piloto del Área de Producción y Servicios del CEAT, la cual posee y crea las condiciones para asegurar todas las producciones que se demanden.

Su aplicación actual en el Servicio DUCAR al transporte, incluye el producto semisólido DISTIN 403 con precios de costo de 1.40 CUP/Kg. y 0.30 CUC/Kg y el producto líquido DISTIN 403 L con precios de costo de 1.30 CUP/L y 0.70 CUC/L. No existiendo otros productos similares en el mercado a esos precios.

Lo anterior ha propiciado una amplia demanda y se han aprobado en estos momentos dos Proyectos de Generalización que abarcan:

El primero, titulado Servicio DUCAR en las FAR, el inicio de su generalización en la Región Militar Matanzas y el Ejército Central en dos establecimientos, para extenderse posteriormente como una Red DUCAR en el Ejército Central.

El segundo, titulado Red DUCAR del MITRANS Matanzas, abarca todos los municipios de la provincia, a los cuales se extiende el servicio.

De acuerdo con los consumos de los equipos del transporte, se requiere 0,9 Kg/Auto anual de polvo y viruta de goma, para el DISTIN 403 y 1,8 Kg/Auto anual de polvo de goma, lo que representa en su conjunto para 20 000 equipos estimados en la provincia de Matanzas un consumo anual de 54 Toneladas de polvo y viruta de goma.

Actualmente en la provincia de Matanzas, hay unos 14 000 equipos del transporte estatales, cifra que no incluye al MININT y el MINFAR y si se suma la cifra de autos particulares y de entidades extranjeras y mixtas, la cifra de equipos es muy superior y por tanto el consumo de producto y de polvo de goma que es un contaminante.

El consumo en la construcción en la impermeabilización de cubiertas y como recubrimientos sellantes no ha podido ser estimado, porque faltan evaluaciones, no obstante se trabaja al respecto con el apoyo de la Unión de Recuperación de Materias Primas y el Centro Técnico de Desarrollo de Materiales de la Construcción, que es la entidad rectora y que Certifica estos productos para la Construcción.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se demuestra mediante los diferentes experimentos realizados que resulta técnica y económicamente ventajosa la producción y aplicación de recubrimientos con goma reciclada en el transporte, con una amplia demanda y consumo estimado.

Todas las evaluaciones realizadas a los materiales compuestos con goma reciclada como recubrimientos impermeabilizantes y sellantes para la construcción, ofrecen excelentes resultados, aunque quedan aún algunos ensayos pendientes.

Recomendamos continuar las investigaciones para el desarrollo de nuevos materiales compuestos con goma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. <http://www.recyclingrubber.html>. 2005.
2. Patente Cubana 143/94: Composición de grasas para recubrimientos y procedimiento de obtención.
3. ISO 8565. Metals and alloys – Atmospheric corrosion testing – General requirements for field tests, 1992.
4. Norma UNE 48258-1. Evaluación de la degradación de los recubrimientos de pintura. Designación de la intensidad, cantidad y tamaño de los tipos más comunes de defectos. Principios generales y esquemas de evaluación.
5. Norma UNE 48258-2. Evaluación de la degradación de los recubrimientos de pintura. Designación de la intensidad, cantidad y tamaño de los tipos más comunes de defectos. Designación del grado de ampollamiento.
6. Norma UNE 48258-3. Evaluación de la degradación de los recubrimientos de pintura. Designación de la intensidad, cantidad y tamaño de los tipos más comunes de defectos. Designación del grado de oxidación.
7. Norma UNE 48258-4. Evaluación de la degradación de los recubrimientos de pintura. Designación de la intensidad, cantidad y tamaño de los tipos más comunes de defectos. Designación del grado de agrietamiento.
8. Norma UNE 48258-5. Evaluación de la degradación de los recubrimientos de pintura. Designación de la intensidad, cantidad y tamaño de los tipos más comunes de defectos. Designación del grado de descamación.
9. Norma UNE 48258-6. Evaluación de la degradación de los recubrimientos de pintura. Designación de la intensidad, cantidad y tamaño de los tipos más comunes de defectos. Designación del grado de enyesado por el método de la cinta.
10. Norma Cubana NC12-04-15:81 SSNPCC. Recubrimientos de pinturas y Barnices. Determinación de la resistencia a la corrosión en las estaciones ambientales.
11. ISO 9227:90. Ensayo de corrosión en atmósferas artificiales. Ensayo de niebla salina.
12. ISO 12944–1: 1998. Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. General Introduction.
13. ISO 12944 – 5: 1998. Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Types of surface preparation.
14. ISO 12944 – 8: 1998. Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Development of specifications for new work and maintenance.
15. ISO 9226. Corrosion of metals and alloys–Corrosivity of atmospheres. Determination of corrosion rate of standard specimens for evaluation of corrosivity, 1992.
16. ISO 9223. Corrosion of metals and alloys–Corrosivity of atmospheres– Classification, 1992.

17. Norma UNE-EN-ISO 6270:96. Práctica estandarizada de ensayo de resistencia a la Humedad y Temperatura con condensación constante.
18. Norma ASTM D 4799:2000. Práctica estandarizada de ensayo de envejecimiento acelerado para recubrimientos no metálicos.
19. Norma ASTM D 4541:1995. Método de ensayo estandarizado de adherencia por el Método de Tracción.
20. Norma ASTM D 2794-93. Método de ensayo estandarizado para la resistencia de recubrimientos orgánicos al efecto de una deformación rápida. (Impacto)
21. Echeverría M; Echeverría C; Echeverría C.A. 2005 Utilización de la goma reciclada en la producción de mástiques asfálticos. Aplicaciones. VIII Congreso Internacional de Reciclaje. RECICLAJE'2005, 20-22 Julio. Palacio de las Convenciones, Ciudad de La Habana: ISSN – 1607 -6281. R 44.
22. Solicitud de Patente No. 004-2003. Procedimiento de Conservación Anticorrosiva Estructural de Equipos del Transporte.

ANEXO



Fig. 1. Foto que muestra el estado de los recubrimientos con goma reciclada después de realizado el ensayo en cámara de niebla salina durante 1000 horas de exposición.



Fig. 2. Foto de la Estación de Ensayo de Varadero donde fueron colocados los recubrimientos que fueron sometidos a 24 meses de exposición. Las muestras aún continúan con un buen comportamiento general, después de transcurridos 30 meses de exposición.



Fig. 3. Aplicación de DISTIN 403 en la reparación de un piso de un Auto Lada.



Fig. 4. Durante la aplicación del recubrimiento antigavilla DISTIN 403 L con goma reciclada.



Fig. 5. Probetas de Asbesto Cemento para Ensayo de Recubrimientos.