

Mezcla Caliente Delgada con Asfaltos Modificados con Polímeros

Ing. Emerson José Simoso
Asunción, 2014

Introducción

- El crecimiento económico de la República del Paraguay en los últimos años es encima de la media de la América del Sur, indicando que la economía basada en los sectores de agricultura, energía limpia y ganadería son los impulsores de crecimiento;
- Las inversiones en infra estructura de transportes son muy importantes para el desarrollo y principalmente los transportes que transitan en las carreteras o mismo en vías rurales que drenan la cosecha de granos, transportan ganadería o otro muy importante factor que es la locomoción del pueblo paraguayo, deben ser objeto de los estudios de los órganos de carreteras y de los proyectistas.
- Cuando referimos al mantenimiento de las carreteras, los desafíos empiezan con nuestros trabajos como gestores de las inversiones con foco técnico y financiero, y así podemos estudiar los conceptos de implantación de nuevos trazados geométricos con altos inversiones iniciales o también actuar en la restauración de pavimentos antiguos. En este caso, hay una tendencia mundial en emplear **asfaltos modificados** para garantizar durabilidad superior en función de tráfico más intenso y pesado, que a veces es sin control.

Técnica

- Mezcla para revestimiento asfáltico delgado de granulometría discontinua;
- Emplea Asfaltos Modificados con Polímeros, por la condición de alto desempeño de los polímeros;
- Usinaje en Plantas Asfálticas calientes y aplicada en caliente, compactada, con espesor final de 20 a 30 mm;
- Por ser más “abierto” y de menor espesor, actúa más funcionalmente, con mayor rugosidad y menor ruido cuando en tráfico;
- Su ejecución consiste en una aplicación estándar de un riego de liga hecho con emulsión con polímeros, que encima se aplica la capa con mezcla;
- Puede ser utilizada para el mantenimiento preventivo y/o correctivo de pavimentos en buenas condiciones estructurales y no deformados (deformaciones de 1,0 cm, medida con regla de 3,0 metros);
- La capa de rodadura debe desempeñar adecuadamente su función estructural para resistir las cargas del tráfico.
- Deberá utilizar agregados de alta resistencia mecánica;

Ventajas

La Mezcla Caliente Delgada Modificada con Polímeros se constituye en una alternativa muy interesante para mejorar las condiciones de seguridad de la carretera, principalmente en tráfico intenso e/o pesado, bajo períodos lluviosos. Así, destacamos las principales ventajas del sistema:

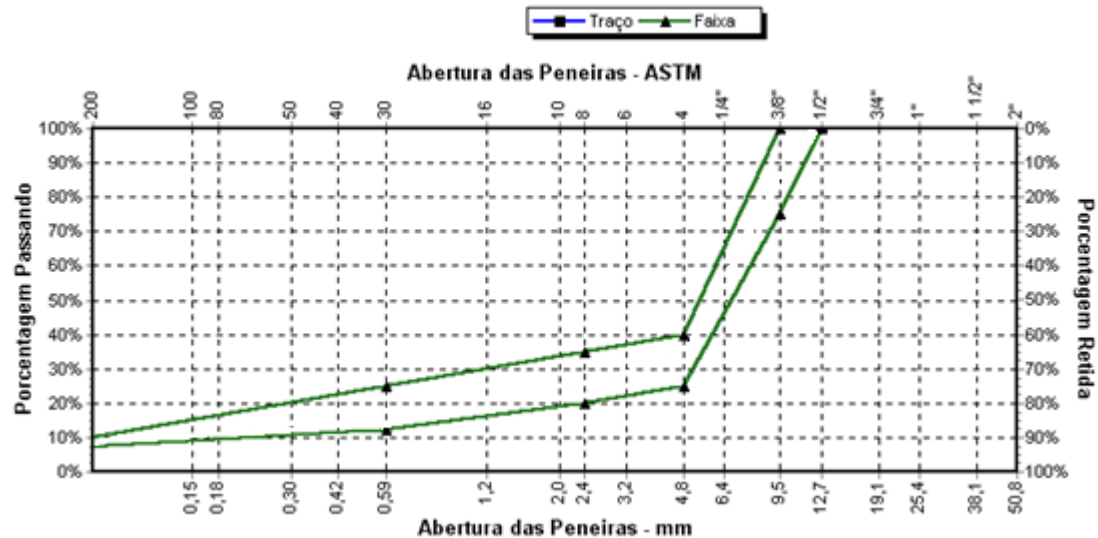
- Buena rugosidad en función de la geometría de los agregados, adecuando la macrotextura ($h_s \geq 0,80$ mm);
- Economía de agregados en relación a las carpetas asfálticas en caliente convencionales;
- Buena adherencia neumático-pavimento (o llanta-pavimento);
- Reducción del nivel de ruido;
- Elevada drenabilidad del agua (reducción de la “lámina de agua” o “efecto Spray” e la reflexión de luz en períodos lluviosos);
- Resistencia flexible que absorbe tensiones en sustratos que presentan niveles elevados de deflexión;
- Resistencia mecánica en condiciones de tráfico pesado y temperatura elevada.

Diseño de la mezcla

➤ Faja (Trazo), F10 España para las vías de alto tráfico;

Mallas	Faja F10 Espana (%)	
	Limite Inferior	Limite Superior
38,1 mm : 1 ½"	100,0	100,0
25,4 mm : 1"	100,0	100,0
12,7 mm : ½"	100,0	100,0
9,5 mm : 3/8"	75,0	100,0
4,8 mm : N.º 4	25,0	40,0
2,4 mm : N.º 8	20,0	35,0
0,59 mm : N.º 30	12,0	25,0
0,074 mm : N.º 200	7,0	10,0

Tolerância dos Traços - Faixa "F10" ESP.



Diseño de la mezcla

- Presentan una graduación 0/10 mm con discontinuidades en la fracción 2/6 mm o 2/4 mm;
- Contenido de asfalto modificado con polímero de 5,00% hasta 6,50%;
- Contenido de filler mineral activo de 1,50% a 3,00% de filler mineral activo (cal o cemento Portland) y, en promedio, de 7,00% a 10% de finos totales (pasante en la tamiz n.º 200).
- Abrasión Los Ángeles máxima de 30% (DNIT ME 383-99);
- Índice de forma (DNIT ME 083-94), mínimo 0,50 para mejor fricción “piedra-piedra”.
- Equivalente de arena mínimo de 55% y azul de metileno máximo de 10 mg/g.
- Son aplicadas en tasas que varían entre 40 y 60 kg/m².

Diseño de la mezcla

En el diseño de dosificación de ligantes asfáltico, básicamente tres características de mezcla son evaluadas:

- Compacidad (volumen de vacíos...Marshall o Compactador Giratorio);
- Resistencia a la tracción conservada (adhesión/cohesión);



**Compactador Automático
MARSHALL
DNIT-ME 043/95
ASTM D6927**



**Prensa – MARSHALL
DNIT-ME 043/95
ASTM D6927**



**Compactador Giratório
ASTM D6925
AASHTO T312**

Diseño de la mezcla

En el diseño de dosificación de ligantes asfáltico, básicamente tres características de mezcla son evaluadas:

- Macrotextura, evaluada en simuladores de tráfico tipo - LCPC (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées) o WTT (Wheel Tracking Tester).



**COMPACTADOR MODELO
MLPC BBPAC
LAPAV-USP – Universidade de
São Paulo – São Paulo**



**SIMULADOR DE TRÁFEGO
Modelo MLPC FRANCE LCPC
LAPAV-USP – Universidade de
São Paulo – São Paulo**



Características del diseño de la mezcla

Las principales características y especificaciones del diseño son presentadas en la tabla siguiente:

Características	Especificación	
	Mínimo	Máximo
Estabilidad MARSHALL	750	-
Resistencia a la Tracción Via Seca (R1), kg/cm ² , 25 °C	6,0	-
Resistencia a la Tracción Via Húmeda (R2), kg/cm ² , 48 h, 25 °C	4,8	-
Relación Resistencia a Tracción (RRT) R2/R1, %	80,0	-
Vacios, %	4,0	-
V.A.M, %	16,5	-
Contenido de Asfalto Modificado, %	5,5	-
* Altura de la mancha de Arena, mm	0,8	-
** Relación Altura de la mancha de Arena, después/antes, 3.000 ciclos a 60° C	0,5	-
**Deformación en la huella de la llanta, 3.000 ciclos, 60° C, mm	-	5,00

* Medida en la obra

** Medida en el simulador de tráfico - Tipo LCPC

Tabla 4 - características del diseño - MCDMP

Características del diseño de la mezcla

Ensayo	Método	Especificación	
		Mínimo	Máximo
Abrasión Los Ángeles	DNER ME 035/94	--	30.0%
Durabilidad	DNER ME 089/94	--	12.0%
Índice de forma	DNER ME 086/94	0,5	--
Equivalente de arena	DNER ME 054/94	55,0%	--

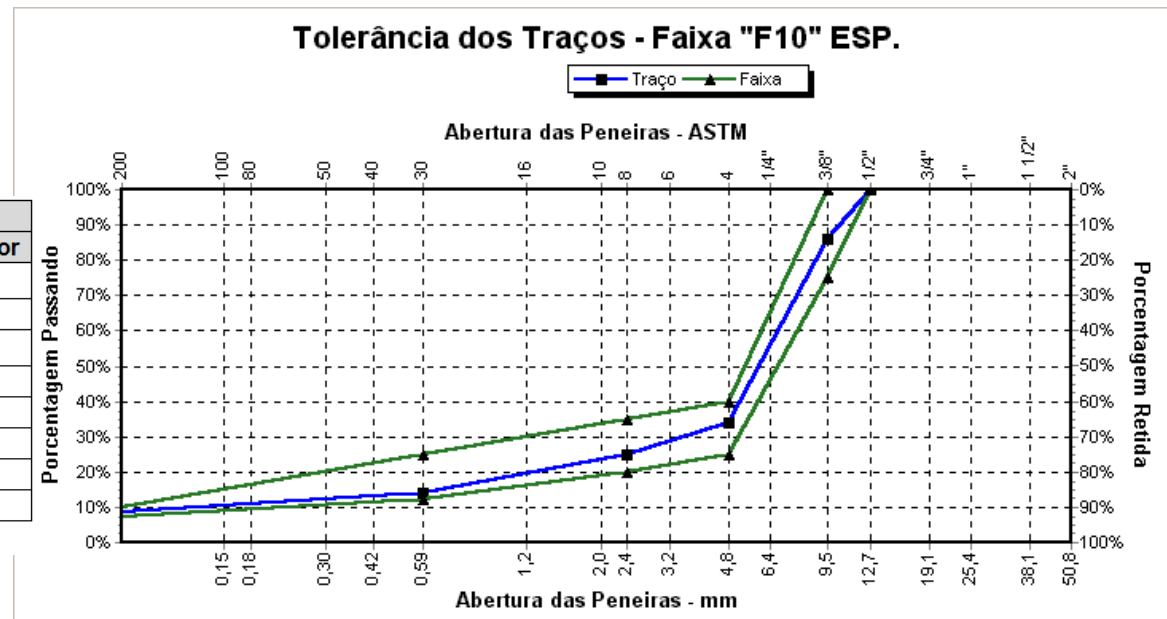
Material	Piedra ½"	Arena chancada	Filler Calcareo
Masa Específica (Kg/dm ³)	2.629	2.661	2.570

Mallas	Porcentaje que pasa		
	Grava ½"	Pedrisco com arena chancada	Filler
38,1 mm : 1 ½"	100,0	100,0	100,0
25,4 mm : 1"	100,0	100,0	100,0
12,7 mm : ½"	100,0	100,0	100,0
9,5 mm : 3/8"	89,6	100,0	100,0
4,8 mm : N.º 4	0,0	82,2	100,0
2,4 mm : N.º 8	0,0	59,7	100,0
0,59 mm : N.º 30	0,0	26,3	100,0
0,074 mm : N.º 200	0,0	14,3	95,0

Tabla 1: Granulometría de los agregados de la mezcla

Mallas	Trazo (%)	Faja F10 Espana (%)	
		Limite Inferior	Limite Superior
38,1 mm : 1 ½"	100,0	100,0	100,0
25,4 mm : 1"	100,0	100,0	100,0
12,7 mm : ½"	100,0	100,0	100,0
9,5 mm : 3/8"	94,0	75,0	100,0
4,8 mm : N.º 4	35,4	25,0	40,0
2,4 mm : N.º 8	26,4	20,0	35,0
0,59 mm : N.º 30	13,0	12,0	25,0
0,074 mm : N.º 200	8,1	7,0	10,0

Tabla 2: Trazo para la mezcla F10



Asfalto Modificado con Polímero

Características	Método ASTM/AASHTO	Unid.	AMP Tipo I 55/75-E	AMP Tipo II 60/85-E	AMP Tipo III 65/90-E
Punto de Ablandamiento (Anillo y bola)	D 36	°C, mín.	55	60	65
Recuperación Elástica a 25 °C, 20 cm, 5 cm/min	D 6084	%, mín.	75	85	90
Penetración (100 g, 5 seg, 25 °C)	D 5	0,1 mm	45 - 70	40 - 70	40 -70
Viscosidad Brookfield					
135 °C, Spindle 21	D 4402	Cp, máx.	3000	3000	3000
150 °C, Spindle 21			2000	2000	2000
177 °C, Spindle 21			1000	1000	1000
Estabilidad al almacenamiento, 163 °C, 48 h	D 7173	°C, máx.	5	5	5
Punto de Inflamación	D 92	°C, mín.	235	235	235
Efecto del Calor y Aire - RTFOT					
Variación de masa	D 2872	% masa, máx.	1	1	1
Variación del punto de Ablandamiento	D 36	°C, mín.	- 5 a +7	- 5 a +7	- 5 a +7
Variación de Penetración (100 g, 5 seg, 25 °C) del original	D 5	%, mín	60	60	60
Recuperación Elástica del original a 25 °C	D 6084	%, mín.	80	80	80

Tabla 3 - Características del asfalto modificado por elastómero

Esta modificación proporciona las siguientes ventajas en las propiedades reológicas de los asfaltos:

- Menor susceptibilidad a la oxidación;
- Aumento de punto de ablandamiento y de la viscosidad.
- Reducción de la penetración.
- Aumento del comportamiento elástico y reducción del flujo viscoso;
- Aumento del punto de rotura FRAAS a bajas temperaturas o PG __ - YY;

Asfalto Modificado con Polímero

Estas características incorporadas benefician directamente a las mezclas asfálticas:

- Reducción en susceptibilidad térmicas de las mezclas bituminosas;
- Aumento de la flexibilidad y elasticidad a bajas temperaturas;
- Mejora de la resistencia a al ahullamiento a las altas y fisuramiento a las bajas temperaturas;
- Aumento del módulo de rigidez a altas temperaturas;
- Aumento a la resistencia a la tracción;
- Aumento de las fuerzas de adhesión y cohesión del sistema agregado ligante;
- Mayor resistencia al desgaste y al envejecimiento de la mezcla.



**PA - Punto de Ablandamiento
ASTM D36
AASHTO T53**



**VB – Viscosímetro
BROOKFIELD
ASTM D4402**



**Ductibilidad
RE - Recuperación Elástica
ASTM D6084**

Producción de la Mezcla

➤ Estas mezclas pueden ser producidas en plantas asfálticas:

- continuas (“Drum Mixer”), con mezclador (“pug-mill”) externo,
- discontinuas (“Bach”).

Así solamente son necesarias algunas precauciones con respecto a las temperaturas de los materiales y al procesamiento de los mismos.

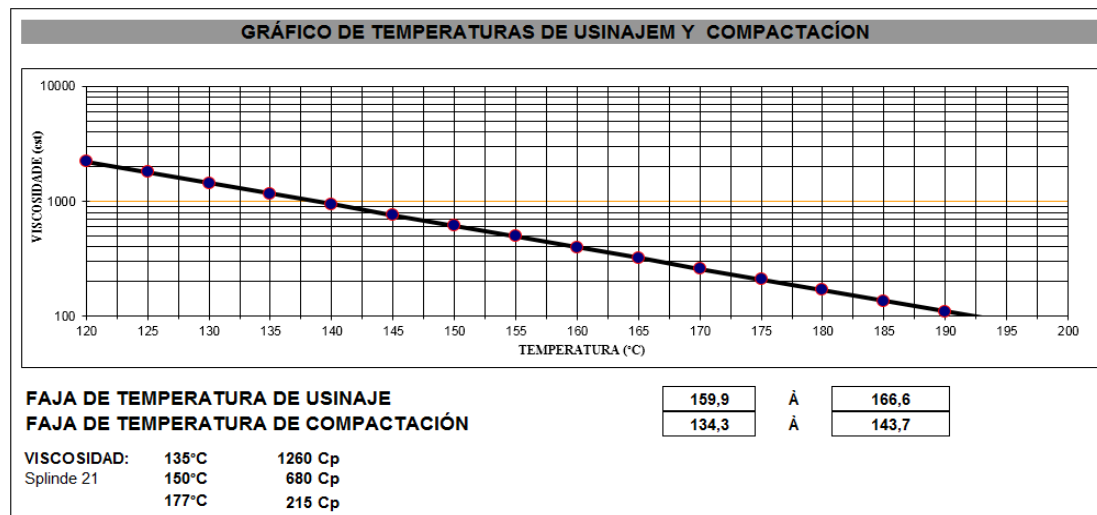
Básicamente, las temperaturas de procesamiento y del ligante asfáltico modificado deben estar comprendidas entre 160 y 180°C, sin embargo, es recomendable establecer el rango ideal de trabajo basada en el gráfico viscosidad – temperatura, en función del tipo de AMP empleado.



**Planta Asfáltica Caliente
“Discontinua”**

Aplicación de la Mezcla

- Limpiar toda la superficie con aire comprimido, promoviendo la limpieza de sugieras o polvo de la superficie;
- Emplear el riego de liga con emulsión modificada con polímero, tipo RR2C-E en tasas que varían de 0,50 a 0,80 Litro/m² sin dilución (dependiendo del pavimento antiguo), para atender a dos criterios básicos: impermeabilización y adhesión del substrato al nuevo revestimiento;
- Encima, es aplicada la mezcla con Vibro-acabadoras (Terminadoras);
- La compactación se realiza inmediatamente después del esparcido de 4 a 8 pesadas, sin vibración;
- La temperatura inicial de compactación, generalmente varía entre 140 y 150°C; sin embargo, es recomendable establecer la faja ideal de trabajo obtenida del gráfico viscosidad *versus* temperatura en función del tipo de AMP empleado. La carretera generalmente es abierta al tráfico en menos de una hora.



Control de Calidad

Durante el proceso de ejecución se deberá realizar controles periódicos, tales como:

- Ligante asfáltico modificado: Penetración, punto de ablandamiento y recuperación elástica.
- Agregados: granulometría, equivalente de arena, azul de metileno y abrasión cuando hubiera variación en el agregado.
- Mesclas producidas: control granulométrico, estabilidad, densidad, volumen de vacíos.
- Mesclas aplicadas: contenido de ligante, densidad, resistencia a tracción vía seca y vía húmeda, macrotextura, a través del ensayo de la mancha de arena, adherencia mediante el Péndulo Británico – SRT y irregularidad longitudinal – QI y medida a través del Maysmeter.



**Microtextura – Ensaio
de la Mancha de
Arena**



**Microtextura – Ensaio
Pendulo Britânico -
SRT**

Controle de Calidad, Equipos SUPERPAVE

Performance Grade – PG
MSCR – Multi-Stress Creep and Recovery



RTFOT - Rolling Test Film Oven Test
ASTM D2872
AASHTO T240

ASTM M320
ASTM MP19



PAV – Pressure Aging Vessel
ASTM D6521



DSR – Dynamic Shear Rheometer
ASTM D7175
AASHTO T36



BBR – Beading Beam Rheometer
ASTM D6648
AASHTO T313



DTT – Direction Tension Test
ASTM D6723
AASHTO T314

Servicio ejecutado en Paraguay – 2010 (Ruta 5 - Yvy Jau)



Consideraciones Finales

- Utiliza el asfalto modificado con polímero, que proporciona mejores desempeños a los convencionales;
- Mezcla de alta calidad para proyectos especiales, donde no hay ahullamientos mayores que 1,0 cm;
- Indicado para el mantenimiento de pavimentos sujetos a tráfico, intenso y/o pesado;
- Mejora la calidad de la rodadura, adherencia y drenabilidad superficial de la carretera en períodos de lluvia.
- Es posible asumir, de una manera general, una reducción del 30 al 40% en los costos directos de la pavimentación, en función de la reducción en la tasa de los materiales empleados

Gracias !

Preguntas?

Ing. Emerson José Simoso

Asunción, 2014