

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y
MODELOS ESTRUCTURALES

Proyecto de Auditoria de Calidad en
Materiales Bituminosos
para la Refinadora Costarricense de Petróleo

***RECOPE
INFORME FINAL
1997 - 1998***

25 DE FEBRERO DE 1998



CONTRATO No.96-9-044
UCR-RECOPE
Febrero 1998

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

**LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y
MODELOS ESTRUCTURALES**

**Proyecto de Auditoria de Calidad en
Materiales Bituminosos
para la Refinadora Costarricense de Petróleo**

***RECOPE
INFORME FINAL
1997 - 1998***

25 DE FEBRERO DE 1998

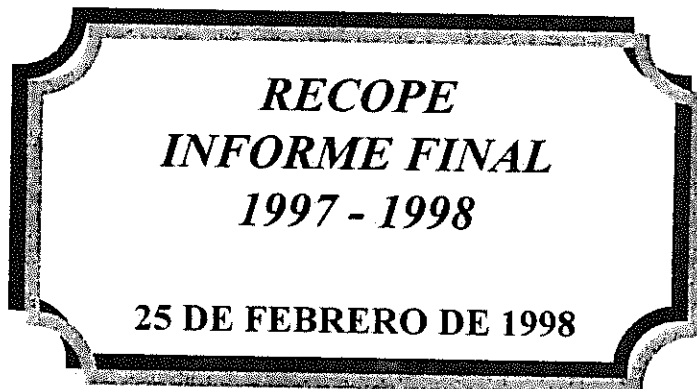


**CONTRATO No.96-9-044
UCR-RECOPE
Febrero 1998**

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

**LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y
MODELOS ESTRUCTURALES**

**Proyecto de Auditoria de Calidad en
Materiales Bituminosos
para la Refinadora Costarricense de Petróleo**



**CONTRATO No.96-9-044
UCR-RECOPE
Febrero 1998**

San José, 25 de febrero de 1998.

**Dra. Yamileth González, Vicerrectora,
Vicerrectoría de Investigación,
Universidad de Costa Rica.**

Estimada Dra. González:

Por este medio me permito remitirle el informe final de la Auditoría de Calidad a los Materiales Bituminosos producidos por RECOPE, que da fin al primer año del Convenio No. 46-9-044.

El informe adjunto contiene el resumen general de cumplimiento para cada tipo de material bituminoso evaluado, así como la base de datos correspondiente a la totalidad de resultados presentados en nuestros informes rutinarios (25 para cementos asfálticos y 25 para emulsiones asfálticas).

Sin otro particular, me despido de usted,

Atentamente,

**Dr. Juan Pastor Gómez, Director,
Laboratorio Nacional de Materiales y
Modelos Estructurales.**

San José, 25 de febrero de 1997.

**Sr. Manuel Enrique Gómez,
Presidente Ejecutivo,
Refinadora Costarricense de Petróleo.**

Estimado señor:

Por este medio me permito remitirle el informe final de la Auditoría de Calidad a los Materiales Bituminosos producidos por RECOPE, correspondiente al período de febrero de 1997 a febrero de 1998, en virtud del Convenio No. 46-9-044 entre la Universidad de Costa Rica y RECOPE.

Aprovecho la oportunidad para expresarle mis más sinceras muestras de consideración y respeto.

Atentamente,

**Dr. Juan A. Pastor Gómez, Director,
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales,
Universidad de Costa Rica.**

**CC: Quím. Gonzalo Alpízar, Departamento de Control de Calidad, RECOPE
Dra. Yamileth González, Vicerrectora de Investigación, UCR**

INDICE GENERAL

<u>Sección</u>	<u>Página</u>
Introducción	1
Resumen de muestras tomadas	1
Tabla No.1. Resumen de muestras tomadas	1
Resumen de muestras tomadas	1
Normativa vigente	1
Cumplimiento de normativa vigente	2
Evaluación General de Cumplimiento	2
Conclusiones	3
Recomendaciones	3
Tabla No.2. Evaluación del cumplimiento de muestras de cemento asfáltico 80 - 100	4
Tabla No.3. Evaluación del cumplimiento de muestras de emulsión asfáltica CSS-1h	5
Tabla No.4. Evaluación del cumplimiento de muestras de emulsión asfáltica CRS-1h	6
Tabla No.5. Evaluación del cumplimiento de muestras de emulsión asfáltica CRS-1	7
Tabla No.6. Evaluación del cumplimiento de muestras de cemento asfáltico AC-20	8

ANEXO	
RESULTADO DE PRUEBAS DE LABORATORIO POR MUESTRA	9
RESULTADO DE PRUEBAS DE LABORATORIO PARA MUESTRAS DE CEMENTO ASFALTICO DE PENETRACION 80-100	10
RESULTADO DE PRUEBAS DE LABORATORIO PARA MUESTRAS DE CEMENTO ASFALTICO AC-20	17
RESULTADO DE PRUEBAS DE LABORATORIO PARA MUESTRAS DE EMULSION ASFALTICA DEL TIPO CSS-1h	19
RESULTADO DE PRUEBAS DE LABORATORIO PARA MUESTRAS DE EMULSION ASFALTICA DEL TIPO CRS-1h	21
RESULTADO DE PRUEBAS DE LABORATORIO PARA MUESTRAS DE EMULSION ASFALTICA DEL TIPO CRS-1	27

PROYECTO DE AUDITORIA DE CALIDAD A RECOPE

INFORME FINAL 1997 - 1998

I - INTRODUCCION.

El propósito de este informe es presentar el resumen general de resultados del Proyecto de Auditoría de Calidad para los materiales bituminosos producidos por RECOPE, de conformidad con el Convenio No. 46-9-044, entre la Universidad de Costa Rica y la Refinadora Costarricense de Petróleo.

II - RESUMEN DE MUESTRAS TOMADAS.

En la Tabla No. 1 adjunta se presenta el detalle de las muestras tomadas por el LANAMME, dentro del contexto de la Auditoría de Calidad a RECOPE.

Tabla No. 1: Resumen de muestras tomadas.

TIPO DE MATERIAL	NUMERO MUESTRAS	FECHA INICIO	FECHA FINAL
Cemento asfáltico			
Penetración 80-100	24	7/2/97	16/1/98
Viscosidad AC-20	1	20/1/98	20/1/98
Emulsión asfáltica			
CRS-1	4	31/7/97	22/1/98
CRS-1h	19	25/2/97	8/1/98
CSS-1h	2	6/2/97	5/6/97

III - NORMATIVA VIGENTE.

La normativa vigente determina los parámetros de evaluación para los materiales bituminosos muestreados, de manera que rigen las siguientes disposiciones.

Para cemento asfáltico:

- El decreto ejecutivo No. 15993 - MEIC (14 de febrero de 1985) rige durante 1997 y aplica para el cemento asfáltico de penetración 80-100.
- El decreto ejecutivo No. 26501 - MEIC - MOPT, en su reglamento técnico RTCR 248:1997 rige a partir de enero de 1998 y aplica para el cemento asfáltico clasificado por viscosidad AC-20.

Nota: en los informes de Auditoría se ha analizado también el cumplimiento de la normativa internacional AASHTO para asfalto clasificado por penetración (AASHTO M-20) y por viscosidad (AASHTO M-226).

Para emulsiones asfálticas:

- Por ausencia de normativa nacional, se ha verificado el cumplimiento de las especificaciones técnicas AASHTO M-140.

IV - CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA VIGENTE.

Los porcentajes de cumplimiento por parámetro de evaluación y por tipo de material analizado se presentan en las tablas adjuntas.

- Tabla No. 2. Evaluación del cumplimiento de muestras de cemento asfáltico de penetración 80-100.
- Tabla No. 3. Evaluación del cumplimiento de muestras de emulsión asfáltica tipo CSS-1h.
- Tabla No. 4. Evaluación del cumplimiento de muestras de emulsión asfáltica tipo CRS-1h.
- Tabla No. 5. Evaluación del cumplimiento de muestras de emulsión asfáltica tipo CRS-1.
- Tabla No. 6. Evaluación del cumplimiento de muestras de cemento asfáltico AC-20.

En el Anexo adjunto se presenta la base de datos con todos los resultados del muestreo realizado por el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME).

V - EVALUACION GENERAL DE CUMPLIMIENTO.

Muestras de cemento asfáltico:

El 100 % de las muestras de cemento asfáltico de penetración 80-100 satisfacen la totalidad de requerimientos de la normativa nacional y AASHTO.

La muestra de cemento asfáltico del tipo AC-20 satisface la totalidad de requerimientos de la normativa nacional y AASHTO, exceptuando el porcentaje de pérdida de masa por calentamiento (máximo de 0,5 %). Debe aclararse, sin embargo, que la normativa AASHTO considera que el porcentaje de pérdida de masa por calentamiento es un requisito opcional. La normativa nacional sí lo considera un parámetro de verificación de la calidad.

Nota: en el caso del cemento asfáltico AC-20, existe una especificación referente al índice de inestabilidad coloidal y porcentaje de ceras. Se aclara que dicha prueba no se realizó por no estar contemplada dentro de los términos del convenio UCR-RECOPE.

Muestras de emulsión asfáltica:

Las muestras de emulsión del tipo CSS-1h satisfacen la normativa AASHTO en su totalidad de requerimientos, exceptuando la prueba de la malla No. 20 (porcentaje retenido inferior a 0,1 %). Sin embargo, debe aclararse que la especificación AASHTO M-140, en su nota No. 3 permite un porcentaje retenido en la malla No. 20 de hasta 0,30 % en el momento previo a su aplicación en una obra vial, lo cual se cumple en el 100 % de muestras analizadas.

Las muestras de emulsión del tipo CRS-1h satisfacen en un 95 % la totalidad de la normativa AASHTO correspondiente en todos los parámetros normados. El 5 % restante satisface todos los requerimientos, excepto el del porcentaje retenido en la malla No. 20. Sin embargo, también aplica la nota No. 3 de la especificación AASHTO M - 140.

Las muestras de emulsión del tipo CRS-1 satisfacen en un 100 % la normativa AASHTO correspondiente, en todos los parámetros de verificación de la calidad.

VI - CONCLUSIONES.

- La totalidad de muestras de cemento asfáltico de penetración 80-100 analizadas cumple con todas las normativas nacionales e internacionales que aplican.
- La totalidad de muestras de emulsión asfáltica del tipo CRS-1 analizadas cumple con la normativa internacional. No existe normativa nacional.
- La totalidad de muestras de emulsión asfáltica de los tipos CSS-1h y CRS-1h analizadas cumple en forma satisfactoria con los requerimientos de la normativa internacional. Se hace la salvedad de la prueba de la malla No. 20, en algunos casos, pero rige el criterio ampliado a instantes previos a la aplicación de la emulsión en el sitio de las obras. No existe normativa nacional.
- No hay evidencia de que la muestra de cemento asfáltico de viscosidad AC-20 incumpla los requerimientos nacionales, excepto el porcentaje de pérdida de masa por calentamiento en la prueba de película delgada. Se aclara que dicho requisito es opcional en la normativa AASHTO.

VII - RECOMENDACIONES.

- Es recomendable la inclusión en los informes de Auditoría de Calidad para Cementos Asfálticos, el cálculo de las temperaturas de mezclado y compactación para cada muestra en particular. Dicho cálculo se comenzó a presentar en el informe correspondiente a la muestra de cemento asfáltico No. 25, presentado por el LANAMME.
- El análisis estadístico de los resultados de muestreo permite la generalización de resultados hacia la producción de materiales bituminosos de RECOPE. De esta forma, los resultados del informe de análisis estadístico para los materiales bituminosos de RECOPE muestreados durante 1997 por el LANAMME tuvo tal finalidad. Los tamaños de muestra para cemento asfáltico 80-100 y emulsión asfáltica CRS-1h fueron tales que permiten la generalización para el periodo que enmarcan.
- El análisis cromatográfico y contenido de ceras es requerido de acuerdo con la normativa vigente para cemento asfáltico. Tales resultados comenzarán a presentarse en los informes de Auditoría de Calidad a partir de la extensión del convenio.

TABLA No.2
EVALUACION DEL CUMPLIMIENTO DE MUESTRAS DE CEMENTO ASFALTICO 80 - 100

ENSAYO	AASHTO	ESPECS AASHTO (M - 20)	Normativa Nacional (No. 15993 - MEIC)	Porcentaje muestras incumplen (3)	Porcentaje muestras cumplen (3)	Número de muestras
PUNTO DE INFLAMACION	T 48	min. 232	min. 230	0%	100%	24
PUNTO DE ABLANDAMIENTO	T 53	40 - 60	40 - 52	0%	100%	24
PENETRACIÓN a 15 °C	T 49	-	-	0%	100%	24
PENETRACIÓN a 25 °C	T 49	85 - 100	80 - 100	0%	100%	24
PENETRACIÓN a 35 °C	T 49	-	-	0%	100%	24
VISCOSIDAD CINEMATICA a 120 °C	T 201	-	-	0%	100%	24
VISCOSIDAD CINEMATICA a 135 °C	T 201	-	-	0%	100%	24
VISCOSIDAD CINEMATICA a 145 °C	T 201	-	-	0%	100%	24
VISCOSIDAD ABSOLUTA a 60 °C	T 202	-	-	0%	100%	24
DUCTILIDAD a 25 °C	T 51	min. 100	min. 100	0%	100%	24
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO	T 44	min. 99	min. 99	0%	100%	24
GRAVEDAD ESPECIFICA 25/25 °C	T 228	-	-	0%	100%	24
PERDIDA EN PELICULA DELGADA (D 1754)	T 179	max. 1,00	max. 1,00	0%	100%	24
PENETRACION a 25 °C al RESIDUO	T 49	min. 50 %	-	0%	100%	24
DUCTILIDAD A 25 °C DEL RESIDUO	T 51	min. 75	-	0%	100%	24
VISCOSIDAD ABSOLUTA a 60 °C RESIDUO	T 202	(1)	-	0%	100%	24
INDICE DE PENETRACION (GRAFICAMENTE)	No hay	(2)	-	0%	100%	24

(1) El Instituto del Asfalto recomienda una razón de viscosidades residuo/original igual o menor a 3.

(2) El Instituto del Asfalto recomienda un rango de -1,00 a 1,00.

(3) Se verifica el cumplimiento de la normativa nacional e internacional en forma simultanea.

**TABLA No.3
EVALUACION DEL CUMPLIMIENTO DE MUESTRAS DE EMULSION ASFALTICA CSS-1H**

ENSAYO	AASHTO	ESPECS. AASHTO lim. inferior (M - 140)	ESPECS. AASHTO lim. superior (M - 140)	Porcentaje muestras incumplien (1)	Porcentaje muestras cumplen (1)	Número de muestras
VISCOSIDAD SAYBOT FUROL A 25 °C	T 72	20	100	0	100%	2
ESTABILIDAD ALMACENAMIENTO 24 horas	D 244	-	1	0	100%	2
PRUEBA DE LA MALLA No. 20	D 244	-	0,1	50%	50%	2
PRUEBA DE RECUBRIMIENTO	D 244	-	-	0	100%	2
ASFALTO RESIDUAL	T 59	57	-	0	100%	2
PENETRACION A 25 °C DE RESIDUO	T 49	40	90	0	100%	2
DUCTILIDAD A 25 ° C DEL RESIDUO	T 51	40	-	0	100%	2
VISCOSIDAD ABSOLUTA A 60 °C DEL RESIDUO	T 201	-	-	0	100%	2
SOLUBILIDAD DEL RESIDUO	T 44	97,5	-	0	100%	2

1) Se verifica el cumplimiento de la normativa nacional e internacional en forma simultanea.

TABLA No.4
EVALUACION DEL CUMPLIMIENTO DE MUESTRAS DE EMULSION ASFALTICA CRS-1H

ENSAYO	AASHTO	ESPECS. AASHTO lim. inferior (M - 140)	ESPECS. AASHTO lim. superior (M - 140)	Porcentaje muestras incumplien (1)	Porcentaje muestras cumplen (1)	Número de muestras
VISCOSIDAD SAYBOT FUROL A 25 °C	T 72	20	100	0	100%	19
ESTABILIDAD ALMACENAMIENTO 24 horas	D 244	-	1	0	100%	19
PRUEBA DE LA MALLA No. 20	D 244	-	0,1	5%	95%	19
PRUEBA DE RECUBRIMIENTO	D 244	-	-	0	100%	19
ASFALTO RESIDUAL	T 59	57	-	0	100%	19
PENETRACION A 25 °C DE RESIDUO	T 49	40	90	0	100%	19
DUCTILIDAD A 25 °C DEL RESIDUO	T 51	40	-	0	100%	19
VISCOSIDAD ABSOLUTA A 60 °C DEL RESIDUO	T 201	-	-	0	100%	19
SOLUBILIDAD DEL RESIDUO	T 44	97,5	-	0	100%	19

(1) Se verifica el cumplimiento de la normativa nacional e internacional en forma simultanea.

TABLA No.5
EVALUACION DEL CUMPLIMIENTO DE MUESTRAS DE EMULSION ASFALTICA CRS-1

ENSAYO	AASHTO	ESPECS. AASHTO lim. inferior (M - 140)	ESPECS. AASHTO lim. superior (M - 140)	Porcentaje muestras incumplien (1)	Porcentaje muestras cumplen (1)	Número de muestras
VISCOSIDAD SAYBOT FUROL A 25 °C	T 72	20	100	0	100%	4
ESTABILIDAD ALMACENAMIENTO 24 horas	D 244	-	1	0	100%	4
PRUEBA DE LA MALLA No. 20	D 244	-	0,1	0	100%	4
PRUEBA DE RECUBRIMIENTO	D 244	-	-	0	100%	4
ASFALTO RESIDUAL	T 59	57	-	0	100%	4
PENETRACION A 25 °C DE RESIDUO	T 49	40	90	0	100%	4
DUCTILIDAD A 25 ° C DEL RESIDUO	T 51	40	-	0	100%	4
VISCOSIDAD ABSOLUTA A 60 °C DEL RESIDUO	T 201	-	-	0	100%	4
SOLUBILIDAD DEL RESIDUO	T 44	97,5	-	0	100%	4

(1) Se verifica el cumplimiento de la normativa nacional e internacional en forma simultanea.

**TABLA No.6
EVALUACION DEL CUMPLIMIENTO DE MUESTRAS DE LIGANTE ASFALTICO AC-20**

ENSAYO	AASHTO	ESPECES AASHTO (M - 226)	Normativa Nacional (No. 26501 - MEIC - MOPT)	Porcentaje muestras incumplien (1)	Porcentaje muestras cumplen (1)	Número de muestras
PUNTO DE INFLAMACION	T 48	min. 232	min. 232	0%	100%	1
PUNTO DE ABLANDAMIENTO	T 53	-	-	0%	100%	1
PENETRACIÓN a 25 °C	T 49	min. 60	min. 60	0%	100%	1
VISCOSIDAD CINEMATICA a 120 °C	T 201	-	-	0%	100%	1
VISCOSIDAD CINEMATICA a 135 °C	T 201	min. 300	min. 300	0%	100%	1
VISCOSIDAD CINEMATICA a 145 °C	T 201	-	-	0%	100%	1
VISCOSIDAD ABSOLUTA a 60°C	T 202	1600-2400	1600-2400	0%	100%	1
DUCTILIDAD a 25 °C	T 51	-	-	0%	100%	1
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO	T 44	min. 99,0	min. 99,0	0%	100%	1
GRAVEDAD ESPECIFICA 25/25°C	T 228	-	-	0%	100%	1
PERDIDA EN PELICULA DELGADA (D 1754)	T 179	max. 0,5	max. 0,5	100%	0%	1
PENETRACION a 25°C al RESIDUO	T 49	-	-	0%	100%	1
DUCTILIDAD a 25°C del RESIDUO	T 51	min. 50	min. 50	0%	100%	1
VISCOSIDAD ABSOLUTA a 60°C RESIDUO	T 202	max. 8000	-	0%	100%	1
INDICE DE SUSCEPTIBILIDAD TERMICA (VTS)	(2)	-	3,30-3,90	0%	100%	1
RAZON DE VISCOSIDADES	(2)	-	máx.3,0	0%	100%	1

(1) Se verifica el cumplimiento de la normativa nacional e internacional en forma simultanea.

(2) No hay norma AASHTO

ANEXO

RESULTADO DE PRUEBAS DE LABORATORIO POR MUESTRA

**RESULTADO DE PRUEBAS DE
LABORATORIO PARA MUESTRAS
DE CEMENTO ASFALTICO DE
PENETRACION 80 – 100.**

PROYECTO DE AUDITORIA EXTERNA A RECOPE

Tabla Resumen: Ensayos de cemento asfáltico de penetración 80 - 100

ENSAYO	AASHTO	ESPECS AASHTO	Normativa Nacional	RESULTADOS MUESTRA 1A		RESULTADOS MUESTRA 2A		RESULTADOS MUESTRA 3A		RESULTADOS MUESTRA 4A		UNID.
				Fecha de muestreo	27/97	Fecha de muestreo	2/21/97	Fecha de muestreo	3/7/97	Fecha de muestreo	3/21/97	
PUNTO DE INFLAMACION	T 48	min. 232	min. 230	271 ± 2	272 ± 3	271 ± 1		278 ± 0				°C
PUNTO DE ABLANDAMIENTO	T 53	40 - 60	40 - 52	44,9 ± 0,2	46,1 ± 0,1	43,2 ± 0,2		43,6 ± 0,2				°C
PENETRACIÓN a 15 °C	T 49	-	-	29 ± 1	29,2 ± 1,3	26 ± 1		29,3 ± 0,8				(1/10 mm)
PENETRACIÓN a 25 °C	T 49	85 - 100	80 - 100	91 ± 1	85,8 ± 0,8	88 ± 1		90,6 ± 0,8				(1/10 mm)
PENETRACIÓN a 35 °C	T 49	-	-	251 ± 1	236,3 ± 2,5	267 ± 4		254 ± 2				(1/10 mm)
VISCOSIDAD CINEMATICA a 120 °C	T 201	-	-	771 ± 8	852 ± 5	820 ± 6		826 ± 3				cSt
VISCOSIDAD CINEMATICA a 135 °C	T 201	-	-	356 ± 2	491 ± 1	358 ± 2		351 ± 2				cSt
VISCOSIDAD CINEMATICA a 145 °C	T 201	-	-	212 ± 1	234 ± 7	250 ± 2		238 ± 2				cSt
VISCOSIDAD ABSOLUTA a 60 °C	T 202	-	-	1780 ± 20	2210 ± 20	2000 ± 20		1660 ± 10				Poise
DUCTILIDAD a 25 °C	T 51	min. 100	min. 100	> 100	> 100	> 100		> 100				cm.
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO	T 44	min. 99	min. 99	99,81 ± 0,09	99,96 ± 0,03	99,97 ± 0,03		99,95 ± 0,01				%
GRAVEDAD ESPECIFICA 25/25 °C	T 228	-	-	1,0245 ± 0,0005	1,0254 ± 0,0001	1,025 ± 0,0011		1,0233 ± 0,00003				-
PERDIDA EN PELICULA DELGADA (D 1754)	T 179	max. 1,00	max. 1,00	0,653 ± 0,006	0,591 ± 0,006	0,643 ± 0,016		0,628 ± 0,001				%
PENETRACION a 25 °C al RESIDUO	T 49	min. 50 %	-	49,8 ± 1,3	51,8 ± 0,8	53,3 ± 0,5		53,6 ± 0,5				(1/10 mm)
DUCTILIDAD A 25 °C DEL RESIDUO	T 51	min. 75	-	> 100	> 100	> 100		> 100				cm.
VISCOSIDAD ABSOLUTA a 60 °C RESIDUO	T 202	-	-	4900 ± 10	3200 ± 30	4500 ± 30		4590 ± 30				Poise
INDICE DE PENETRACION (GRAFICAMENTE)	No hay	-	-	-0,7 (2)	-0,6 (2)	-0,9 (2)		-0,9 (2)				

Notas: (1) Todos los resultados de laboratorio tienen un rango de ± desviación estándar.
 (2) Pruebas realizadas solamente una vez. No aplica el cálculo de desviación estándar.

PROYECTO DE AUDITORIA EXTERNA A RECOPE

Tabla Resumen: Ensayos de cemento asfáltico de penetración 80 - 100

ENSAYO	AASHTO	ESPECS AASHTO	Normativa Nacional	RESULTADOS MUESTRA 5A Fecha de muestreo 4/10/97	RESULTADOS MUESTRA 6A Fecha de muestreo 4/28/97	RESULTADOS MUESTRA 7A Fecha de muestreo 5/12/97	RESULTADOS MUESTRA 8A Fecha de muestreo 5/23/97	RESULTADOS MUESTRA 9A Fecha de muestreo 6/6/97	UNID.
PUNTO DE INFLAMACION	T 48	min. 232	min. 230	275 ± 1,4	273 ± 1	274 ± 2,8	279 ± 1,4	267,5 ± 0,5	°C
PUNTO DE ABLANDAMIENTO	T 53	40 - 60	40 - 52	44,0 ± 0,07	42,8 ± 0,2	45,2 ± 0,2	45,6 ± 0,4	45,4 ± 0,4	°C
PENETRACIÓN a 15 °C	T 49	-	-	28 ± 1	20 ± 1	34,8 ± 0,4	26,6 ± 1,3	33,9 ± 1,2	(1/10 mm)
PENETRACIÓN a 25 °C	T 49	85 - 100	80 - 100	100 ± 1	89 ± 0,7	90,4 ± 1,1	87,9 ± 1,2	87,5 ± 1,4	(1/10 mm)
PENETRACIÓN a 35 °C	T 49	-	-	229 ± 3	249,7 ± 1	248,6 ± 0,8	215,6 ± 3,5	228,8 ± 1,0	(1/10 mm)
VISCOSIDAD CINEMATICA a 120 °C	T 201	-	-	826,6 ± 0,2	775 ± 6	759,6 ± 0,5	966,8 ± 2,9	811,3 ± 0,5	cSt
VISCOSIDAD CINEMATICA a 135 °C	T 201	-	-	355,2 ± 0,0	338,7 ± 0,1	390,1 ± 0,9	388,7 ± 0,5	388,7 ± 0,08	cSt
VISCOSIDAD CINEMATICA a 145 °C	T 201	-	-	219,2 ± 0,3	200,3 ± 2	233 ± 3	231,7 ± 0,5	231,6 ± 2,0	cSt
VISCOSIDAD ABSOLUTA a 60 °C	T 202	-	-	1630 ± 60	1580 ± 30	1900 ± 11	2010 ± 35	2000 ± 30	Poise
DUCTILIDAD a 25 °C	T 51	min. 100	min. 100	> 100	> 100	> 100	> 100	> 100	cm.
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO	T 44	min. 99	min. 99	99,96 ± 0,01	99,96 ± 0,02	99,94 ± 0,006	99,93 ± 0,01	99,92 ± 0,01	%
GRAVEDAD ESPECIFICA 25/25 °C	T 228	-	-	1,0253 ± 0,0005	1,0245 ± 0,0006	1,0237 ± 0,0004	1,021 ± 0,001	1,0226 ± 0,0005	-
PERDIDA EN PELICULA DELGADA (D 1754)	T 179	max. 1,00	max. 1,00	0,70 ± 0,006	0,83 ± 0,008	0,654 ± 0,003	0,685 ± 0,0005	0,61 ± 0,001	%
PENETRACION a 25 °C al RESIDUO	T 49	min. 50 %	-	50,2 ± 0,4	55,7 ± 0,6	52,3 ± 0,6	49,2 ± 1,6	53,0 ± 1,0	(1/10 mm)
DUCTILIDAD A 25 °C DEL RESIDUO	T 51	min. 75	-	> 100	> 100	> 100	> 100	> 100	cm.
VISCOSIDAD ABSOLUTA a 60 °C RESIDUO	T 202	-	-	5100 ± 10	5700 ± 20	3150 ± 30	5020 ± 5	4800 ± 10	Poise
INDICE DE PENETRACION (GRAFICAMENTE)	No hay	-	-	-0,7 (2)	-0,8 (2)	-0,9 (2)	-0,9 (2)	-0,6 (2)	

Notas: (1) Todos los resultados de laboratorio tienen un rango de ± desviación estándar.

(2) Pruebas realizadas solamente una vez. No aplica el cálculo de desviación estándar.

PROYECTO DE AUDITORIA EXTERNA A RECOPE

Tabla Resumen: Ensayos de cemento asfáltico de penetración 80 - 100

ENSAYO	AASHTO	ESPECS AASHTO	Normativa Nacional	RESULTADOS			RESULTADOS			RESULTADOS			UNID.
				MUESTRA 10A	MUESTRA 11A	MUESTRA 12A	MUESTRA 13A	MUESTRA 14A	MUESTRA 15A	MUESTRA 16A			
				Fecha de muestreo	Fecha de muestreo	Fecha de muestreo	Fecha de muestreo	Fecha de muestreo	Fecha de muestreo	Fecha de muestreo	Fecha de muestreo		
PUNTO DE INFLAMACION	T 48	min. 232	min. 230	6/26/97	7/4/97	7/18/97	8/8/97	273,0 ± 1,4	278,0 ± 0,0	272,0 ± 0,0	280,0 ± 1,0	°C	
PUNTO DE ABLANDAMIENTO	T 53	40 - 60	40 - 52	6/26/97	7/4/97	7/18/97	8/8/97	45,2 ± 0,4	45,0 ± 1,0	44,5 ± 0,4	41,3 ± 0,1	°C	
PENETRACIÓN a 15 °C	T 49	-	-	6/26/97	7/4/97	7/18/97	8/8/97	31,8 ± 0,9	25,3 ± 1,3	33,5 ± 1,0	32,0 ± 0,7	(1/10 mm)	
PENETRACIÓN a 25 °C	T 49	85 - 100	80 - 100	6/26/97	7/4/97	7/18/97	8/8/97	95,6 ± 1,7	87,2 ± 1,2	87,9 ± 1,2	88,0 ± 2,0	(1/10 mm)	
PENETRACIÓN a 35 °C	T 49	-	-	6/26/97	7/4/97	7/18/97	8/8/97	258 ± 1,8	227,5 ± 1,1	262,7 ± 0,6	251,9 ± 4,4	(1/10 mm)	
VISCOSIDAD CINEMATICA a 120 °C	T 201	-	-	6/26/97	7/4/97	7/18/97	8/8/97	883,0 ± 6	936,1 ± 1,3	882,6 ± 9,7	821,8 ± 0,3	cSt	
VISCOSIDAD CINEMATICA a 135 °C	T 201	-	-	6/26/97	7/4/97	7/18/97	8/8/97	386,2 ± 0,4	386,9 ± 0,1	379,6 ± 0,4	359,0 ± 0,1	cSt	
VISCOSIDAD CINEMATICA a 145 °C	T 201	-	-	6/26/97	7/4/97	7/18/97	8/8/97	232,4 ± 0,5	230,1 ± 0,2	237,1 ± 0,1	214,5 ± 0,1	cSt	
VISCOSIDAD ABSOLUTA a 60 °C	T 202	-	-	6/26/97	7/4/97	7/18/97	8/8/97	2020 ± 40	2010 ± 30	2230 ± 30	1800 ± 30	Poise	
DUCTILIDAD a 25 °C	T 51	min. 100	min. 100	6/26/97	7/4/97	7/18/97	8/8/97	> 100	> 100	> 100	> 100	cm.	
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO	T 44	min. 99	min. 99	6/26/97	7/4/97	7/18/97	8/8/97	99,98 ± 0,01	99,97 ± 0,01	99,97 ± 0,02	99,78 ± 0,03	%	
GRAVEDAD ESPECIFICA 25/25 °C	T 228	-	-	6/26/97	7/4/97	7/18/97	8/8/97	1,023 ± 0,002	1,026 ± 0,007	1,023 ± 0,001	1,021 ± 0,001	-	
PERDIDA EN PELICULA DELGADA (D 1754)	T 179	max. 1,00	max. 1,00	6/26/97	7/4/97	7/18/97	8/8/97	0,57 ± 0,008	0,35 ± 0,006	0,59 ± 0,02	0,65 ± 0,01	%	
PENETRACION a 25 °C al RESIDUO	T 49	min. 50 %	-	6/26/97	7/4/97	7/18/97	8/8/97	55,0 ± 0,6	51,7 ± 0,6	53,0 ± 1,7	60,0 ± 2,0	(1/10 mm)	
DUCTILIDAD A 25 °C DEL RESIDUO	T 51	min. 75	-	6/26/97	7/4/97	7/18/97	8/8/97	> 100	> 100	> 100	> 100	cm.	
VISCOSIDAD ABSOLUTA a 60 °C RESIDUO	T 202	-	-	6/26/97	7/4/97	7/18/97	8/8/97	4750 ± 7	4070 ± 6	3420 ± 20	3390 ± 40	Poise	
INDICE DE PENETRACION (GRAFICAMENTE)	No hay	-	-	6/26/97	7/4/97	7/18/97	8/8/97	-0,6 (2)	-0,6 (2)	-0,6 (2)	-0,8 (2)		

Notas: (1) Todos los resultados de laboratorio tienen un rango de ± desviación estándar.

(2) Pruebas realizadas solamente una vez. No aplica el cálculo de desviación estándar.

PROYECTO DE AUDITORIA EXTERNA A RECOPE

Tabla Resumen: Ensayos de cemento asfáltico de penetración 80 - 100

ENSAYO	AASHTO	ESPECS AASHTO	Normativa Nacional	RESULTADOS		RESULTADOS		RESULTADOS		UNID.
				MUESTRA 14A Fecha de muestreo 8/18/97	MUESTRA 15A Fecha de muestreo 8/29/97	MUESTRA 16A Fecha de muestreo 9/12/97	MUESTRA 17A Fecha de muestreo 9/26/97	MUESTRA 18A Fecha de muestreo 10/10/97		
PUNTO DE INFLAMACION	T 48	min. 232	min. 230	279,0 ± 1,4	276,0 ± 2,0	277,0 ± 1,4	271,0 ± 0,7	268 ± 3,0	°C	
PUNTO DE ABLANDAMIENTO	T 53	40 - 60	40 - 52	42,3 ± 0,1	42,1 ± 0,1	41,3 ± 0,1	41 ± 0,3	41,1 ± 1,0	°C	
PENETRACIÓN a 15 °C	T 49	-	-	30,7 ± 1,4	28,2 ± 0,9	32,7 ± 1,3	29 ± 0,3	30,9 ± 0,5	(1/10 mm)	
PENETRACIÓN a 25 °C	T 49	85 - 100	80 - 100	87,2 ± 0,9	93,5 ± 0,1	88,5 ± 0,6	97,5 ± 0,7	92 ± 0,3	(1/10 mm)	
PENETRACIÓN a 35 °C	T 49	-	-	256,4 ± 2,3	271,0 ± 4,0	245,0 ± 3,0	245,0 ± 5,0	255,34 ± 5,0	(1/10 mm)	
VISCOSIDAD CINEMATICA a 120 °C	T 201	-	-	820,0 ± 6,0	800,0 ± 6,0	870,5 ± 1,1	752,2 ± 0,5	790,69 ± 3	cSt	
VISCOSIDAD CINEMATICA a 135 °C	T 201	-	-	348,5 ± 2,0	341,0 ± 6,0	317,3 ± 3,2	342,0 ± 4,0	348 ± 3,0	cSt	
VISCOSIDAD CINEMATICA a 145 °C	T 201	-	-	211,0 ± 1,0	197,4 ± 5,0	204,4 ± 0,1	218,1 ± 4,0	209,95 ± 12	cSt	
VISCOSIDAD ABSOLUTA a 60 °C	T 202	-	-	1860 ± 50	1740 ± 20	1550 ± 30	1730 ± 20	1814,2 ± 61	Poise	
DUCTILIDAD a 25 °C	T 51	min. 100	min. 100	> 100	> 100	> 100	> 100	> 100	cm.	
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO	T 44	min. 99	min. 99	99,96 ± 0,02	99,90 ± 0,03	99,92 ± 0,01	99,44 ± 0,69	99,91 ± 0,021	%	
GRAVEDAD ESPECIFICA 25/25 °C	T 228	-	-	1,025 ± 0,001	1,023 ± 0,002	1,026 ± 0,001	1,025 ± 0,001	1,023 ± 0,001	-	
PERDIDA EN PELICULA DELGADA (D 1754)	T 179	max. 1,00	max. 1,00	0,64 ± 0,01	0,719 ± 0,003	0,621 ± 0,003	0,675 ± 0,004	0,7158 ± 0,0003	%	
PENETRACION a 25 °C al RESIDUO	T 49	min. 50 %	-	48,8 ± 1,1	50,6 ± 1,2	61,8 ± 0,8	55,0 ± 1,0	57 ± 1,0	(1/10 mm)	
DUCTILIDAD A 25 °C DEL RESIDUO	T 51	min. 75	-	> 100	> 100	> 100	> 100	> 100	cm.	
VISCOSIDAD ABSOLUTA a 60 °C RESIDUO	T 202	-	-	3820 ± 20	3110 ± 150	3290 ± 30	3610 ± 70	3710 ± 240	Poise	
INDICE DE PENETRACION (GRAFICAMENTE)	No hay	-	-	-0,9 (2)	-0,8 (2)	-0,7 (2)	-0,8 (2)	-0,8 (2)	-	

Notas: (1) Todos los resultados de laboratorio tienen un rango de ± desviación estándar.

(2) Pruebas realizadas solamente una vez. No aplica el cálculo de desviación estándar.

PROYECTO DE AUDITORIA EXTERNA A RECOPE

Tabla Resumen: Ensayos de cemento asfáltico de penetración 80 - 100

ENSAYO	AASHTO	ESPECS AASHTO	Normativa Nacional	RESULTADOS			UNID.
				MUESTRA 19A Fecha de muestreo 10/24/97	MUESTRA 20A Fecha de muestreo 11/7/97	MUESTRA 21A Fecha de muestreo 11/21/97	
PUNTO DE INFLAMACION	T 48	min. 232	min. 230	276 ± 0,7	271 ± 1,4	274 ± 1,0	271 ± 1,4 °C
PUNTO DE ABLANDAMIENTO	T 53	40 - 60	40 - 52	41 ± 0,2	40,2 ± 0,3	42,1 ± 0,1	41,5 ± 0,1 °C
PENETRACIÓN a 15 °C	T 49	-	-	32,4 ± 0,8	31,6 ± 1,0	29,5 ± 0,5	28 ± 0,5 (1/10 mm)
PENETRACIÓN a 25 °C	T 49	85 - 100	80 - 100	87,8 ± 0,4	99,6 ± 0,6	86,7 ± 0,1	87,4 ± 0,5 (1/10 mm)
PENETRACIÓN a 35 °C	T 49	-	-	250,2 ± 0,24	260 ± 0,9	222,8 ± 1,2	211,7 ± 2,9 (1/10 mm)
VISCOSIDAD CINEMATICA a 120 °C	T 201	-	-	867 ± 4	841 ± 6,0	742,5 ± 4,0	767,5 ± 4,0 cSt
VISCOSIDAD CINEMATICA a 135 °C	T 201	-	-	340 ± 2,0	349 ± 4,0	373,0 ± 5,0	373 ± 1,0 cSt
VISCOSIDAD CINEMATICA a 145 °C	T 201	-	-	217,5 ± 0,4	218,7 ± 0,1	223,6 ± 0,1	227,9 ± 0,3 cSt
VISCOSIDAD ABSOLUTA a 60 °C	T 202	-	-	1749,39 ± 43	1655,8 ± 24,0	1970,1 ± 52,0	2076,3 ± 74,7 Poise
DUCTILIDAD a 25 °C	T 51	min. 100	min. 100	> 100	> 100	> 100	> 100 cm.
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO	T 44	min. 99	min. 99	99,99 ± 0,004	99,95 ± 0,01	99,95 ± 0,01	99,56 ± 0,04 %
GRAVEDAD ESPECIFICA 25/25 °C	T 228	-	-	1,024 ± 0,001	1,023 ± 0,001	1,0235 ± 0,001	1,0234 ± 0,001 -
PERDIDA EN PELICULA DELGADA (D 1754)	T 179	max. 1,00	max. 1,00	0,661 ± 0,0007	0,88 ± 0,01	0,88 ± 0,01	0,79 ± 0,01 %
PENETRACION a 25 °C al RESIDUO	T 49	min. 50 %	-	59,2 ± 0,8	60 ± 0,0	59,8 ± 1,3	59,4 ± 0,9 (1/10 mm)
DUCTILIDAD A 25 °C DEL RESIDUO	T 51	min. 75	-	> 100	> 100	> 100	> 100 cm.
VISCOSIDAD ABSOLUTA a 60 °C RESIDUO	T 202	-	-	3920 ± 40	4801,3 ± 89,0	3813,4 ± 32,0	4613,4 ± 96,7 Poise
INDICE DE PENETRACION (GRAFICAMENTE)	No hay	-	-	-0,8 (2)	-0,6 (2)	-0,6 (2)	-0,8 (2)

Notas: (1) Todos los resultados de laboratorio tienen un rango de ± desviación estándar.

(2) Pruebas realizadas solamente una vez. No aplica el cálculo de desviación estándar.

PROYECTO DE AUDITORIA EXTERNA A RECOPE

Tabla Resumen: Ensayos de cemento asfáltico de penetración 80 - 100

ENSAYO	AASHTO	ESPECES AASHTO	Normativa Nacional	RESULTADOS		UNID.
				MUESTRA 23A Fecha de muestreo 12/18/97	MUESTRA 24A Fecha de muestreo 1/16/97	
PUNTO DE INFLAMACION	T 48	min. 232	min. 230	276,5 ± 0,7	276,0 ± 1,0	°C
PUNTO DE ABLANDAMIENTO	T 53	40 - 60	40 - 52	41,8 ± 0,3	43,5 ± 0,1	°C
PENETRACIÓN a 15 °C	T 49	-	-	28,3 ± 0,6	29,4 ± 0,8	(1/10 mm)
PENETRACIÓN a 25 °C	T 49	85 - 100	80 - 100	96 ± 2,0	89,5 ± 0,7	(1/10 mm)
PENETRACIÓN a 35 °C	T 49	-	-	245,4 ± 2,0	210,1 ± 2,0	(1/10 mm)
VISCOSIDAD CINEMATICA a 120 °C	T 201	-	-	800 ± 0,2	918,0 ± 4,0	cSt
VISCOSIDAD CINEMATICA a 135 °C	T 201	-	-	367 ± 3,0	434,7 ± 0,2	cSt
VISCOSIDAD CINEMATICA a 145 °C	T 201	-	-	226 ± 3,0	285,0 ± 1,0	cSt
VISCOSIDAD ABSOLUTA a 60 °C	T 202	-	-	1900 ± 400	2170 ± 50	Poise
DUCTILIDAD a 25 °C	T 51	min. 100	min. 100	> 100	> 100	cm.
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO	T 44	min. 99	min. 99	99,9878 ± 0,0004	99,970 ± 0,007	%
GRAVEDAD ESPECIFICA 25/25 °C	T 228	-	-	1,023 ± 0,001	1,0229 ± 0,0002	-
PERDIDA EN PELICULA DELGADA (D 1754)	T 179	max. 1,00	max. 1,00	0,97 ± 0,01	0,818 ± 0,003	%
PENETRACION a 25 °C al RESIDUO	T 49	min. 50 %	-	48 ± 1,0	66,0 ± 1,0	(1/10 mm)
DUCTILIDAD A 25 °C DEL RESIDUO	T 51	min. 75	-	> 100	> 100	cm.
VISCOSIDAD ABSOLUTA a 60 °C RESIDUO	T 202	-	-	4800 ± 200	5190 ± 10	Poise
INDICE DE PENETRACION (GRAFICAMENTE)	No hay	-	-	-0,9	-0,8	-

Notas: (1) Todos los resultados de laboratorio tienen un rango de ± desviación estándar.

(2) Pruebas realizadas solamente una vez. No aplica el cálculo de desviación estándar.

**RESULTADO DE PRUEBAS DE
LABORATORIO PARA MUESTRAS
DE CEMENTO ASFALTICO
AC – 20.**

PROYECTO DE AUDITORIA EXTERNA A RECOPE

Tabla Resumen: Ensayos de cemento asfáltico AC-20

ENSAYO	AASHTO	RESULTADOS	ESPECS AASHTO (1)	Normativa Nacional	UNID.
		MUESTRA 25A Fecha de muestreo 1/20/98			
PUNTO DE INFLAMACION	T 48	328,0 ± 1,0	min. 232	min. 232	°C
PUNTO DE ABLANDAMIENTO	T 53	43,7 ± 0,1	-	-	°C
PENETRACIÓN a 25 °C	T 49	81,0 ± 1,0	min. 60	min. 60	(1/10 mm)
VISCOSIDAD CINEMATICA a 120 °C	T 201	940,0 ± 50,0	-	-	cSt
VISCOSIDAD CINEMATICA a 135 °C	T 201	407,0 ± 1,0	min. 300	min. 300	cSt
VISCOSIDAD CINEMATICA a 145 °C	T 201	282,0 ± 1,0	-	-	cSt
VISCOSIDAD ABSOLUTA a 60°C	T 202	2360 ± 20	1600-2400	1600-2400	Poise
DUCTILIDAD a 25 °C	T 51	> 100	-	-	cm.
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO	T 44	99,9 ± 0,4	min. 99,0	min. 99,0	%
GRAVEDAD ESPECIFICA 25/25°C	T 228	1,018 ± 0,001	-	-	-
PERDIDA EN PELICULA DELGADA (D 1754)	T 179	0,8601 ± 0,0003	max. 0,5	max. 0,5	%
PENETRACION a 25°C al RESIDUO	T 49	67,0 ± 0,6	-	-	(1/10 mm)
DUCTILIDAD a 25°C del RESIDUO	T 51	> 100	min. 50	min. 50	cm.
VISCOSIDAD ABSOLUTA a 60°C RESIDUO	T 202	5260 ± 40	max. 8000	-	Poise

Notas: (1) Todos los resultados de laboratorio tienen un rango de ± desviación estándar.
 (2) Pruebas realizadas solamente una vez. No aplica el cálculo de desviación estándar.

**RESULTADO DE PRUEBAS DE
LABORATORIO PARA MUESTRAS
DE EMULSION ASFALTICA DEL
TIPO CSS-1h .**

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
SECCION DE ASFALTOS

PROYECTO DE AUDITORIA EXTERNA A RECOPE

Tabla Resumen: Ensayos a la emulsión asfáltica. / Del tipo catiónico de quiebre lento (CSS - 1h)

ENSAYO	AASHTO	ESPECS. AASHTO lim. inferior	ESPECS. AASHTO lim. superior	RESULTADOS		UNID
				MUESTRA 1E Fecha de muestreo 2/6/97	MUESTRA 8E Fecha de muestreo 6/5/97	
VISCOSIDAD SAYBOT FUROL A 25 °C	T 72	20	100	87 ± 4,0	30,7 + 0,6	s F
ESTABILIDAD ALMACENAMIENTO 24 horas	D 244 (1)	-	1	0,9 ± 0,2	0,04 (6)	%
PRUEBA DE LA MALLA No. 20	D 244 (1)	-	0,100 (3)	0,155 ± 0,026	0,010 ± 0	%
PRUEBA DE RECUBRIMIENTO	D 244 (1)	-	-	BIEN (2)	Bien (7)	(1/10 mm)
ASFALTO RESIDUAL	T 59	57	-	64,2 ± 0,1	66 (6)	%
PENETRACION A 25 °C DE RESIDUO	T 49	40	90	71 ± 1,0	85,6 + 1,2	(1/10 mm)
DUCTILIDAD A 25 °C DEL RESIDUO	T 51	40	-	> 100	> 100	cm.
VISCOSIDAD ABSOLUTA A 60 °C DEL RESIDUO	T 201	-	-	3820 ± 60	-	Poise
SOLUBILIDAD DEL RESIDUO	T 44	97,5	-	99,22 ± 0,02	99,93 ± 0,01	%

**RESULTADO DE PRUEBAS DE
LABORATORIO PARA MUESTRAS
DE EMULSION ASFALTICA DEL
TIPO CRS-1h .**

PROYECTO DE AUDITORIA EXTERNA A RECOPE

Tabla Resumen: Ensayos a la emulsión asfáltica. / Del tipo catiónico de rotura rápida (CRS - 1h)

ENSAYO	AASHTO	ESPECS. AASHTO lim. inferior	ESPECS. AASHTO lim. superior	RESULTADOS MUESTRA 2E		RESULTADOS MUESTRA 3E		RESULTADOS MUESTRA 4E		RESULTADOS MUESTRA 5E		UNID
				Fecha de muestreo	2/25/97	Fecha de muestreo	3/20/97	Fecha de muestreo	4/9/97	Fecha de muestreo	4/24/97	
VISCOSIDAD SAYBOT FUROL A 50 °C	T 72	20	100		39,0 ± 3,5		29,4 ± 0,5		99 ± 2		38,9 ± 2	s F
ESTABILIDAD ALMACENAMIENTO 24 horas	D 244 (1)	-	1		0,5 ± 0,2		0,19 ± 0,1		0,15 ± 0,2		0,41 ± 0,3	%
PRUEBA DE LA MALLA No. 20	D 244 (1)	-	0,100 (2)		0,190 ± 0,006		0,021 ± 0,0		0,011 ± 0,003		0,015 ± 0,004	%
PRUEBA DE RECUBRIMIENTO	D 244 (1)	-	-		bien		N.A.		N.A.		N.A.	-
ASFALTO RESIDUAL	T 59	60	-		65,5 ± 0,2		64,6 ± 0,1		64,7 ± 0,2		65 (4)	%
PENETRACION A 25 °C DE RESIDUO	T 49	40	90		49,6 ± 1,5		63,8 ± 1,1		65,5 ± 0,6		87,6 ± 0,5	(1/10 mm)
DUCTILIDAD A 25 ° C DEL RESIDUO	T 51	40	-		> 100		> 100		> 100		> 100	cm.
SOLUBILIDAD DEL RESIDUO	T 44	97,5	-		99,95 ± 0,02		99,95 ± 0,02		99,96 ± 0,01		99,96 ± 0,01	%

Notas: (1) Procedimiento ASTM, por ausencia de la norma en AASHTO.

(2) AASHTO M 140-88, en su nota No. 3, establece que un porcentaje de 0,30 % en la prueba de la malla No. 20 es aceptable para emulsiones a punto de ser utilizadas.

(3) Todos los resultados de laboratorio tienen un rango de ± 1 desviación estándar.

(4) Pruebas realizadas solamente una vez. No aplica el cálculo de desviación estándar. tiene un desperfecto.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
SECCION DE ASFALTOS

PROYECTO DE AUDITORIA EXTERNA A RECOPE

Tabla Resumen: Ensayos a la emulsión asfáltica. / Del tipo catiónico de rotura rápida (CRS - 1h)

ENSAYO	AASHTO	ESPECS. AASHTO lim. inferior	ESPECS. AASHTO lim. superior	RESULTADOS MUESTRA 6E	RESULTADOS MUESTRA 7E	RESULTADOS MUESTRA 9E	RESULTADOS MUESTRA 10E	UNID
VISCOSIDAD SAYBOT FUROL A 50 °C	T 72	20	100	35 + 1	32 + 0,4	26,8 + 0,9	38,9 + 1,4	s F
ESTABILIDAD ALMACENAMIENTO 24 horas	D 244 (1)	-	1	0,05 (4)	0,10 (4)	0,01 (4)	0,86 (4)	%
PRUEBA DE LA MALLA No. 20	D 244 (1)	-	0,100	0,01 + 0,0	0,015 + 0,001	0,012 + 0,005	0,010 + 0,0	%
PRUEBA DE RECUBRIMIENTO	D 244 (1)	-	-	NA	NA	NA	NA	-
ASFALTO RESIDUAL	T 59	60	-	65 (4)	65 (4)	63 (4)	64 (4)	%
PENETRACION A 25 °C DE RESIDUO	T 49	40	90	55,6 + 0,6	83,0 + 1,2	87,4 + 0,9	85,3 + 0,6	(1/10 mm)
DUCTILIDAD A 25 ° C DEL RESIDUO	T 51	40	-	> 100	> 100	> 100	> 100	cm.
SOLUBILIDAD DEL RESIDUO	T 44	97,5	-	99,94 ± 0,010	99,93 ± 0,01	99,90 ± 0,01	99,93 ± 0,01	%

Notas: (1) Procedimiento ASTM, por ausencia de la norma en AASHTO.

(2) AASHTO M 140-88, en su nota No. 3, establece que un porcentaje de 0,30 % en la prueba de la malla No. 20 es aceptable para emulsiones a punto de ser utilizadas.

(3) Todos los resultados de laboratorio tienen un rango de ± 1 desviación estándar.

(4) Pruebas realizadas solamente una vez. No aplica el cálculo de desviación estándar.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
SECCION DE ASFALTOS

PROYECTO DE AUDITORIA EXTERNA A RECOPE

Tabla Resumen: Ensayos a la emulsión asfáltica. / Del tipo catiónico de rotura rápida (CRS - 1h)

ENSAYO	AASHTO	ESPECS AASHTO lim. inferior	ESPECS. AASHTO lim. superior	RESULTADOS MUESTRA 11E		RESULTADOS MUESTRA 15E		RESULTADOS MUESTRA 16E		RESULTADOS MUESTRA 17E		UNID
				Fecha de muestreo	Fecha de muestreo	Fecha de muestreo	Fecha de muestreo	Fecha de muestreo	Fecha de muestreo			
VISCOSIDAD SAYBOT FUROL A 50 °C	T 72	20	100	28,2 ± 0,4	20,6 ± 0,7							
ESTABILIDAD ALMACENAMIENTO 24 horas	D 244 (1)	-	1	0,02 (4)	0,25 ± 0,01			30,1 ± 0,3		27,4 ± 0,7		s F
PRUEBA DE LA MALLA No. 20	D 244 (1)	-	0,100	0,005 ± 0,003	0,04 ± 0,01			0,30 ± 0,01		0,09 ± 0,01		%
PRUEBA DE RECUBRIMIENTO	D 244 (1)	-	-	NA	NA			0,040 ± 0,002		0,035 ± 0,007		%
ASFALTO RESIDUAL	T 59	60	-	65 (4)	65,4 (4)			NA		NA		-
PENETRACION A 25 °C DE RESIDUO	T 49	40	90	84,3 ± 0,6	89,0 ± 0,7			65,2 (4)		64,7 (4)		%
DUCTILIDAD A 25 °C DEL RESIDUO	T 51	40	-	> 100	> 100			86,0 ± 1,0		84,3 ± 0,6		(1/10 mm)
SOLUBILIDAD DEL RESIDUO	T 44	97,5	-	99,90 ± 0,02	99,92 ± 0,01			> 100		> 100		cm
								99,92 ± 0,08		99,82 ± 0,3		%

- Notas:** (1) Procedimiento ASTM, por ausencia de la norma en AASHTO.
(2) AASHTO M 140-88, en su nota No. 3, establece que un porcentaje de 0,30 % en la prueba de la malla No. 20 es aceptable para emulsiones a punto de ser utilizadas.
(3) Todos los resultados de laboratorio tienen un rango de ± 1 desviación estándar.
(4) Pruebas realizadas solamente una vez. No aplica el cálculo de desviación estándar.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
SECCION DE ASFALTOS

PROYECTO DE AUDITORIA EXTERNA A RECOPE

Tabla Resumen: Ensayos a la emulsión asfáltica. / Del tipo catiónico de rotura rápida (CRS - 1h)

ENSAYO	RESULTADOS	RESULTADOS	RESULTADOS	RESULTADOS	RESULTADOS	RESULTADOS	RESULTADOS	UNID
	MUESTRA 18E Fecha de muestreo: 10/0/97	MUESTRA 19E Fecha de muestreo: 10/23/97	MUESTRA 20E Fecha de muestreo: 11/6/97	MUESTRA 21E Fecha de muestreo: 11/20/97	MUESTRA 22E Fecha de muestreo: 12/4/97	MUESTRA 23E Fecha de muestreo: 12/19/97		
VISCOSIDAD SAYBOT FUROL A 50 °C	31,9 ± 0,9	19,4 ± 1,0	22,2 ± 1,0	21,9 ± 1,0	29,9 ± 1,0	31,9 ± 0,8		S F
ESTABILIDAD ALMACENAMIENTO 24 horas	0,11 ± 0,01	0,55 ± 0,02	0,45 (4)	0,21 (4)	0,16 (4)	0,48 (6)		%
PRUEBA DE LA MALLA No. 20	0,030 (4)	0,025 ± 0,007	0,025 ± 0,007	0,035 ± 0,004	0,010 ± 0,004	0,008 ± 0,000		%
PRUEBA DE RECUBRIMIENTO	NA	NA	NA	NA	NA	NA		-
ASFALTO RESIDUAL	65,4 (4)	64,8 (4)	64,4 (4)	64,5 (4)	64,0 (4)	65,2 ± 0,2		%
PENETRACION A 25 °C DE RESIDUO	87,6 ± 1,1	87,8 ± 0,4	82,2 ± 1,1	81,7 ± 0,3	87,9 ± 0,5	82,0 ± 0,5		(1/10 mm)
DUCTILIDAD A 25 ° C DEL RESIDUO	> 100	> 100	> 100	> 100	> 100	> 100		cm.
SOLUBILIDAD DEL RESIDUO	99,91 ± 0,02	99,04 ± 1,00	99,6 ± 0,3	99,9 ± 0,1	99,8 ± 0,1	99,8588 ± 0,0004		%

Notas: (1) Procedimiento ASTM, por ausencia de la norma en AASHTO.

(2) AASHTO M 140-88, en su nota No. 3, establece que un porcentaje de 0,30 % en la prueba de la malla No. 20 es aceptable para emulsiones a punto de ser utilizadas.

(3) Todos los resultados de laboratorio tienen un rango de ± 1 desviación estándar.

(4) Pruebas realizadas solamente una vez. No aplica el cálculo de desviación estándar.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
SECCION DE ASFALTOS

PROYECTO DE AUDITORIA EXTERNA A RECOPE

Tabla Resumen: Ensayos a la emulsión asfáltica. / Del tipo catiónico de rotura rápida (CRS - 1h)

ENSAYO	RESULTADOS		UNID
	MUESTRA 24E	Fecha de muestreo	
		1/8/87	
VISCOSIDAD SAYBOT FUROL A 50 °C	25,0 ± 1,0		s F
ESTABILIDAD ALMACENAMIENTO 24 horas	0,06 (6)		%
PRUEBA DE LA MALLA No. 20	0,005 ± 0,001		%
PRUEBA DE RECUBRIMIENTO	NA		-
ASFALTO RESIDUAL	65,0 ± 0,2		%
PENETRACION A 25 °C DE RESIDUO	85,3 ± 0,6		(1/10 mm)
DUCTILIDAD A 25 °C DEL RESIDUO	> 100		cm.
SOLUBILIDAD DEL RESIDUO	99,99 ± 0,02		%

Notas: (1) Procedimiento ASTM, por ausencia de la norma en AASHTO.

(2) AASHTO M 140-88, en su nota No. 3, establece que un porcentaje de 0,30 % en la prueba de la malla No. 20 es aceptable para emulsiones a punto de ser utilizadas.

(3) Todos los resultados de laboratorio tienen un rango de ± 1 desviación estándar.

(4) Pruebas realizadas solamente una vez. No aplica el cálculo de desviación estándar.

**RESULTADO DE PRUEBAS DE
LABORATORIO PARA MUESTRAS
DE EMULSION ASFALTICA DEL
TIPO CRS-1.**

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
SECCION DE ASFALTOS

PROYECTO DE AUDITORIA EXTERNA A RECOPE

Tabla Resumen: Ensayos a la emulsión asfáltica. / Del tipo catiónico de rotura rápida (CRS - 1) - (asfalto residual blando).

ENSAYO	AASHTO	ESPECS. AASHTO		ESPECS. AASHTO lim. superior	RESULTADOS MUESTRA 12E		RESULTADOS MUESTRA 13E		RESULTADOS MUESTRA 14E		RESULTADOS MUESTRA 25E		UNID
		lim. inferior			Fecha de muestreo	Fecha de muestreo	Fecha de muestreo	Fecha de muestreo	Fecha de muestreo	Fecha de muestreo			
VISCOSIDAD SAYBOT FUROL A 25 °C	T 72		20			41,6 ± 3,0	37,8 ± 0,3	29,4 ± 1,0	28,8 ± 0,3				s F
ESTABILIDAD ALMACENAMIENTO 24 horas	D 244 (1)		-	1		0,09 (4)	0,20 ± 0,14	0,030 ± 0,001	0,30 (4)				%
PRUEBA DE LA MALLA No. 20	D 244 (1)		-	0,100 (3)		0,040 ± 0,001	0,0395 ± 0,0007	0,041 ± 0,004	0,010 ± 0,001				%
PRUEBA DE RECUBRIMIENTO	D 244 (1)		-	-		NA	NA	N.A.	NA				-
ASFALTO RESIDUAL	T 59		60	-		64,2 (4)	64,6 (4)	64,5 (4)	65,0 ± 0,4				%
PENETRACION A 25 °C DE RESIDUO	T 49		100	250		167,0 ± 2,0	107,0 ± 1,0	166,6 ± 1,5	107 ± 1				(1/10 mm)
DUCTILIDAD A 25 °C DEL RESIDUO	T 51		40	-		> 100	> 100	> 100	> 100				cm.
SOLUBILIDAD DEL RESIDUO	T 44		97,5	-		99,86 ± 0,01	99,97 ± 0,01	99,80 ± 0,05	99,99 ± 0,30				%

Notas: (1) Procedimiento ASTM, por ausencia de la norma en AASHTO.

- (2) AASHTO M 140-88, en su nota No. 3, establece que un porcentaje de 0,30 % en la prueba de la malla No. 20 es aceptable para emulsiones a punto de ser utilizadas.
- (3) Todos los resultados de laboratorio tienen un rango de ± 1 desviación estándar.
- (4) Pruebas realizadas solamente una vez. No aplica el cálculo de desviación estándar.