

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

**LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y
MODELOS ESTRUCTURALES**

**SECCION DE MEZCLAS Y LIGANTES
BITUMINOSOS**

EVALUACION DE MEZCLAS ASFALTICAS

PARA LICITACIONES DE LA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE



Recibido 6-Marzo-98
[Handwritten Signature]
G. 4-074-458

6 DE MARZO DE 1998



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

EVALUACION DE MEZCLAS ASFALTICAS

I - PROPOSITO

Verificación de la calidad de muestras de nueve pastillas Marshall moldeadas con mezcla asfáltica de las siguientes plantas y contratos de licitación por registro, para la Municipalidad de San José.

Licitación por registro	Planta de mezcla asfáltica
No. 1-98	Pedregal CONANSA
No. 2-98	ANASA CONANSA Pedregal
No. 3-97 (1)	Pedregal

Nota: el único juego de muestras recibido para esta licitación estaba rotulado como No. 3-97, aunque se presume corresponde a la licitación No. 3-98.

Se utilizará como patrón de evaluación de calidad a la normativa vigente (CR-77), aunque se mencionarán recomendaciones adicionales del Instituto del Asfalto.

Debe quedar claro que el muestreo de estos materiales no fue realizado por el LANAMME y se asume que la calidad de la mezcla es homogénea entre las nueve pastillas analizadas en cada caso.

La compactación de las pastillas Marshall fue realizada por cada contratista, razón por la cual deben considerarse las siguientes dos condiciones de este informe:

- No se asume ninguna responsabilidad por la variabilidad de los resultados producto del proceso de muestreo y compactación. Se parte del hecho de que el procedimiento de compactación es el estándar (AASHTO T 245).



- La variabilidad máxima permisible entre los resultados de laboratorio (precisión de la prueba), referente a una misma determinación para una misma mezcla, que aplica en este informe, es la precisión de resultados multi-laboratorios, puesto que el proceso de muestreo y compactación corresponden a técnicos y equipos diferentes a los del LANAMME.

Es necesario considerar que cualquier apreciación que se derive de los resultados de laboratorio presentados en este informe se refiere exclusivamente a las muestras analizadas, y no a la generalidad de la mezcla asfáltica producida por cada planta, para lo cual se requeriría un muestreo estadísticamente significativo, durante varios días de producción.

II - DETALLE DE PRUEBAS REALIZADAS.

Para cada uno de los grupos de pastillas Marshall analizados (por planta y por licitación), se realizaron las siguientes pruebas de laboratorio.

Prueba de laboratorio	Número de determinaciones	Designación AASHTO.
Estabilidad y flujo Marshall	3	T 245
Gravedad específica Marshall	3	T 166
Gravedad específica máxima teórica	2	T 209
Extracción de bitumen (1)	2	T 164
Contenido de ceniza de la extracción (1)	2	T 111
Contenido de agua de la extracción (1)	2	T 55
Granulometría de la extracción de bitumen	1	T 30

Nota:

- (1) Pruebas necesarias para la determinación de contenido de asfalto y granulometría. Se utiliza el método del reflujo, para la realización de la extracción del ligante y separación del armazón granulométrico de la mezcla.

Como consecuencia de las pruebas de laboratorio realizadas, es posible realizar los siguientes análisis:

- Parámetros Marshall: estabilidad, flujo, contenido de vacíos.
- Contenido de asfalto.
- Granulometría. Comparando con la graduación B del CR-77.
- Propiedades volumétricas de la mezcla: razón de construcción satisfactoria (RCS), razón de propiedad de servicio (RPS), porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VAM) y porcentaje de vacíos llenos con asfalto (VFA).

III - RESULTADOS DE LABORATORIO.

El resumen de los resultados de laboratorio se presenta en la tabla adjunta. Debe considerarse que en cada caso se presentan los resultados promedio de la totalidad de pruebas realizadas, así como la desviación estándar correspondiente.

En el anexo adjunto se presenta la totalidad de los resultados de laboratorio obtenidos.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PARAMETROS DE EVALUACION DE CALIDAD DE MEZCLAS ASFALTICAS

LICITACION		No. 1-98		No. 3-97		
PLANTA		Pedregal	CONANSA	Pedregal	Especificaciones CR-77	Especificaciones Inst. del Asfalto
Estabilidad (kg)		1312 ± 201	1313 ± 144	1401 ± 284	Mínimo 700 kg	Mínimo 818 kg (tránsito pesado)
Flujo (1/100 cm)		36 ± 4	35 ± 1	40 ± 1		De 20.3 a 40.5 (1/100 cm)
Vacios en la mezcla (%)		7.3 ± 0.5	7.0 ± 0.3	6.3 ± 1.6	De 3.0 a 5.0 %	De 3.0 a 5.0 %
% asfalto s/ mezcla		7.33	4.91	7.13		
% asfalto s/ agregado		7.91	5.17	7.68		
Granulometría de la extracción (% pasando)	19.0 mm	100.0	100.0	100.0	100%	
	9.5 mm	88.0	82.0	88.0	70 a 90 %	
	No. 4	64.0	52.0	65.0	50 a 70 %	
	No. 8	45.0	38.0	45.0	35 a 50 %	
	No. 50	15.0	12.0	16.0	13 a 23 %	
	No. 200	7.4	6.0	6.5	3 a 8 %	
RPS		28 ± 5	27 ± 4	29 ± 5	Máximo 48	
RCS		4 ± 1	4 ± 1	5 ± 1	Mínimo 8	
Razón polvo- asfalto		1.00	1.21	1.19		De 0.6 a 1.3
VAM (%)		22.8	18.3	22.4		Mínimo de 12.0 % (4.0 % vacíos diseño)
VFA (%)		69.3	60.6	68.3		De 65 a 75 % (tránsito pesado)
Tipo de ligante asfáltico		N.I.	N.I.	N.I.		

Notas: (1) Se presentan los resultados promedio, junto al valor de la desviación estándar correspondiente.

Por ejemplo, la estabilidad para Pedregal (Lic. 1-98) tuvo un promedio de 1312 kg, con una desviación estándar de 201 kg, en tres muestras analizadas.

- (2) Se presentan en fondo sombreado los valores que presentan incumplimientos con respecto a la normativa vigente en Costa Rica.
- (3) Los casos donde no se indica la desviación estándar corresponden a mediciones únicas.
- (4) Los contenidos de vacíos en el agregado mineral (VAM) se estimaron suponiendo una gravedad específica del ligante de 1.024, que es usual en Costa Rica. El procedimiento de cálculo utilizado descarta el contenido de asfalto absorbido por el agregado.



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PARAMETROS DE EVALUACION DE CALIDAD DE MEZCLAS ASFALTICAS

LICITACION		No. 2-98				
PLANTA		ANASA	CONANSA	PEDREGAL	Especificaciones CR-77	Especificaciones Inst. del Asfalto
Estabilidad (kg)		1513 ± 88	1121 ± 135	1305 ± 18	Mínimo 700 kg	Mínimo 818 kg (tránsito pesado)
Flujo (1/100 cm)		36 ± 2	34 ± 4	41 ± 4		De 20.3 a 40.5 (1/100 cm)
Vacios en la mezcla (%)		24 ± 0.1	7.5 ± 0.6	6.3 ± 0.7	De 3.0 a 5.0 %	De 3.0 a 5.0 %
% asfalto s/ mezcla		6.38	4.88	7.14		
% asfalto s/ agregado		6.81	5.13	7.69		
Granulometría de la extracción (% pasando)	19.0 mm	100.0	100.0	100.0	100%	
	9.5 mm	91.0	85.0	87.0	70 a 90 %	
	No. 4	70.0	56.0	64.0	50 a 70 %	
	No. 8	53.0	40.0	45.0	35 a 50 %	
	No. 50	18.0	13.0	16.0	13 a 23 %	
	No. 200	10.0	6.8	8.9	3 a 8 %	
RPS		24 ± 1	31 ± 7	32 ± 3	Máximo 48	
RCS		10 ± 0	4 ± 1	6 ± 1	Mínimo 8	
Razón polvo-asfalto		1.56	1.38	1.25		De 0.6 a 1.3
VAM (%)		17.2	18.2	21.4		Mínimo de 12.0 % (4.0 % vacíos diseño)
VFA (%)		86.0	58.8	73.3		De 65 a 75 % (tránsito pesado)
Tipo de ligante asfáltico		N.I.	N.I.	N.I.		

Notas: (1) Se presentan los resultados promedio, junto al valor de la desviación estándar correspondiente. Por ejemplo, la estabilidad para Pedregal (Lic. 2-98) tuvo un promedio de 1305 kg, con una desviación estándar de 18 kg, en tres muestras analizadas.

(2) Se presentan en fondo sombreado los valores que presentan incumplimientos con respecto a la normativa vigente en Costa Rica.

(3) Los casos donde no se indica la desviación estándar corresponden a mediciones únicas.

(4) Los contenidos de vacíos en el agregado mineral (VAM) se estimaron suponiendo una gravedad específica del ligante de 1.024, que es usual en Costa Rica. El procedimiento de cálculo utilizado descarta el contenido de asfalto absorbido por el agregado.



IV - ANALISIS DE RESULTADOS DE LABORATORIO.

Licitación No. 1-98.

Mezcla asfáltica de Pedregal.

- **Parámetros Marshall.** El flujo Marshall (36) y la estabilidad (1312 kg) están de acuerdo con la normativa vigente. El contenido de vacíos (7.3 %) se sale del rango especificado (3.0 a 5.0 %). Un exceso de vacíos en la mezcla asfáltica tiende a asociarse con la posibilidad de sufrir un proceso de oxidación del ligante en el corto plazo, con un efecto directo en la durabilidad de la mezcla. Adicionalmente, contenidos de vacíos en la mezcla elevados son problemáticos para la compactación de la mezcla en sitio, lo cual puede determinar un proceso de compactación deficitario y el posterior deterioro de la superficie de ruedo.
- **Granulometría.** Satisfactoria de acuerdo con los requerimientos para graduación B del CR-77.
- El contenido de vacíos llenos con asfalto (VFA = 69.3 %) es adecuado para un nivel de tránsito pesado.
- El contenido de vacíos en el agregado mineral (VAM = 22.8 %) es adecuado para el desarrollo de una adecuada adhesividad entre el ligante asfáltico y el agregado.
- La razón polvo – asfalto (relación entre el porcentaje de agregado pasando la malla No. 200 y el contenido de asfalto por peso total de mezcla) es satisfactoria de acuerdo con las recomendaciones del Instituto del Asfalto. En este caso la relación polvo – asfalto es igual a 1.00, siendo recomendable contar con un valor dentro del rango de 0.6 a 1.3.

Mezcla asfáltica de CONANSA.

- **Parámetros Marshall.** La estabilidad (1313 kg) y flujo (35) son satisfactorios de acuerdo con la normativa vigente. El contenido de vacíos (7.0 %) es elevado y puede asociarse con un eventual exceso de vacíos en la mezcla asfáltica compactada, lo cual conlleva a un problema de durabilidad, puesto que el ligante asfáltico tiende a oxidarse rápidamente y, a hacer la mezcla muy rígida y susceptible a agrietamiento prematuro.
- **Granulometría.** Se presenta un incumplimiento en la malla No. 50 (12.0 % pasando).

- El contenido porcentual de vacíos llenos con asfalto (VFA = 60.6 %) es inferior al mínimo recomendado por el Instituto del Asfalto (65.0 %), lo cual puede reflejarse en un problema de durabilidad (puesto que el agregado no está debidamente aglutinado por el ligante asfáltico, tendiendo a desprenderse), así como en un problema de vacíos elevados (lo cual ocurre en este caso). Se aclara que este parámetro no está normado en el CR-77.
- El contenido de vacíos en el agregado mineral (VAM = 18.3 %) es adecuado, de acuerdo con recomendaciones del Instituto del Asfalto.
- La razón polvo – asfalto (1.21) está dentro del rango recomendado (0.6 a 1.3).

Licitación No. 2-98.

Mezcla asfáltica de ANASA.

- Parámetros Marshall. Estabilidad (1513 kg) y flujo (36) son satisfactorios, de acuerdo con la normativa del CR-77. El contenido de vacíos (2.4 %) se encuentra por debajo de la especificación mínima (3.0 %). Un contenido de vacíos bajo se asocia con una alta plasticidad en la mezcla asfáltica, presentando un problema práctico en el momento de compactar en material en el sitio de las obras, así como la eventual formación de roderas.
- Granulometría. Se presentan varios incumplimientos (malla de 9.5 mm, malla No. 8 y malla No. 200) que manifiestan un exceso de material fino. Un exceso de finos puede asociarse con excesiva plasticidad en la mezcla, determinando un material susceptible a la formación de roderas y difícil de compactar. Esta situación está de acuerdo con el bajo contenido de vacíos detectado.
- El contenido porcentual de vacíos llenos con asfalto (VFA = 86.0 %) es superior al máximo recomendado por el Instituto del Asfalto (75.0 %), lo cual puede reflejarse en un problema de exudación, especialmente en zonas de tránsito pesado y temperaturas elevadas. Se recuerda que no existe una normativa en el CR-77 al respecto.
- El contenido de vacíos en el agregado mineral (VAM = 17.2 %) es adecuado para el desarrollo de adhesividad ligante – agregado, lo cual es requisito indispensable, aunque no suficiente, para una buena durabilidad de la mezcla.
- La razón polvo – asfalto (1.56) se sale del rango recomendado (0.6 a 1.3), lo cual evidencia que existe un exceso de material fino con respecto al contenido de asfalto utilizado. De esta forma, es posible que se manifieste una tendencia de la mezcla asfáltica a deformarse plásticamente y a presentar problemas de compactación. Además, hay posibilidades de que se presente un problema de durabilidad, al no contar con una cantidad de asfalto satisfactoria para aglutinar el material pasando la malla No. 200.

Mezcla asfáltica de CONANSA.

- **Parámetros Marshall.** La estabilidad (1121 kg) y flujo (34) son satisfactorios de acuerdo con la normativa vigente. El contenido de vacíos (7.5 %) es elevado y puede asociarse con un eventual exceso de vacíos en la mezcla asfáltica compactada, lo cual conlleva a un problema de durabilidad, puesto que el ligante asfáltico tiende a oxidarse rápidamente y, a hacer la mezcla muy rígida y susceptible a agrietamiento prematuro.
- **Granulometría.** Satisfactoria de acuerdo con graduación B del CR-77.
- El contenido porcentual de vacíos llenos con asfalto (VFA = 58.8 %) es inferior al mínimo recomendado por el Instituto del Asfalto (65.0 %), lo cual puede reflejarse en un problema de durabilidad (por carencia de ligante en cantidad adecuada para aglutinar eficientemente el agregado) y elevado contenido de vacíos. Se aclara que este parámetro no está normado en el CR-77.
- El contenido de vacíos en el agregado mineral (VAM = 18.2 %) es adecuado, de acuerdo con recomendaciones del Instituto del Asfalto. El elevado contenido de vacíos tiene muchas posibilidades de estar asociado con una carencia en el contenido de asfalto, puesto que la estructura granulométrica presenta las cavidades necesarias para una buena adherencia ligante – agregado, a la vez que respeta los requisitos de granulometría.
- La razón polvo – asfalto (1.38) está afuera del rango recomendado (0.6 a 1.3). Una razón polvo – asfalto elevada tiende a asociarse con problemas de durabilidad, al no contarse con suficiente ligante asfáltico para aglutinar el agregado, en forma satisfactoria, de manera que hay una eventual susceptibilidad al desnudamiento. Se aclara, sin embargo, que este parámetro no está normado en el CR-77.

Mezcla asfáltica de Pedregal.

- **Parámetros Marshall.** La estabilidad (1305 kg) está de acuerdo con la normativa vigente. El flujo tiende a presentarse alto (promedio de 41), aunque debe considerarse que presentó bastante dispersión en el análisis (desviación estándar de 4), lo cual puede asociarse con inconsistencias en el proceso de compactación de las pastillas (por ejemplo compactación a diferentes temperaturas o segregación de la muestra). El contenido de vacíos (5.3 %) se sale del rango especificado (3.0 a 5.0 %). Un exceso de vacíos en la mezcla asfáltica tiende a asociarse con la posibilidad de sufrir un proceso de oxidación del ligante en el corto plazo, con un efecto directo en la durabilidad de la mezcla. Adicionalmente, contenidos de vacíos en la mezcla elevados son problemáticos para la compactación de la mezcla en sitio, lo cual puede determinar un proceso de compactación deficitario y el posterior deterioro de la superficie de ruedo.

- Granulometría. Se presenta un exceso de polvo mineral (8.9 % del material pasando la malla No. 200). Dicho exceso de material fino puede determinar una alta plasticidad en la mezcla asfáltica y una tendencia a la formación de roderas.
- El contenido de vacíos llenos con asfalto (VFA = 73.3 %) es adecuado para un nivel de tránsito pesado.
- El contenido de vacíos en el agregado mineral (VAM = 21.4 %) es adecuado para el desarrollo de una adecuada adhesividad entre el ligante asfáltico y el agregado.
- La razón polvo – asfalto (relación entre el porcentaje de agregado pasando la malla No. 200 y el contenido de asfalto por peso total de mezcla) es satisfactoria de acuerdo con las recomendaciones del Instituto del Asfalto. En este caso la relación polvo – asfalto es igual a 1.25, siendo recomendable contar con un valor dentro del rango de 0.6 a 1.3.

Licitación No. 3-97.

Mezcla asfáltica de Pedregal.

- Parámetros Marshall. La estabilidad (1401 kg) está de acuerdo con la normativa vigente. El flujo se ubica sobre el límite de la especificación (40). El contenido de vacíos (6.3 %) se sale del rango especificado (3.0 a 5.0 %). Un exceso de vacíos en la mezcla asfáltica tiende a asociarse con la posibilidad de sufrir un proceso de oxidación del ligante en el corto plazo, con un efecto directo en la durabilidad de la mezcla. Adicionalmente, contenidos de vacíos en la mezcla elevados son problemáticos para la compactación de la mezcla en sitio, lo cual puede determinar un proceso de compactación deficitario y el posterior deterioro de la superficie de ruedo.
- Granulometría. Se presenta un exceso de polvo mineral (8.5 % del material pasando la malla No. 200). Dicho exceso de material fino puede determinar una alta plasticidad en la mezcla asfáltica y una tendencia a la formación de roderas.
- El contenido de vacíos llenos con asfalto (VFA = 68.3 %) es adecuado para un nivel de tránsito pesado.
- El contenido de vacíos en el agregado mineral (VAM = 22.4 %) es adecuado para el desarrollo de una adecuada adhesividad entre el ligante asfáltico y el agregado.
- La razón polvo – asfalto (relación entre el porcentaje de agregado pasando la malla No. 200 y el contenido de asfalto por peso total de mezcla) es satisfactoria de acuerdo con las recomendaciones del Instituto del Asfalto. En este caso la relación polvo – asfalto es igual a 1.19, siendo recomendable contar con un valor dentro del rango de 0.6 a 1.3.

V - RECOMENDACIONES FINALES.

Para descartar eventuales problemas de compactación deficitaria en las pastillas Marshall es recomendable solicitar al contratista la presentación del diseño de mezcla correspondiente. Así, es posible comparar los parámetros Marshall correspondientes al porcentaje de asfalto determinado (según las curvas de diseño), con los parámetros Marshall calculados en el laboratorio. De existir una correspondencia aproximada entre los valores "calculados" con base en las curvas de diseño y los "determinados" en este informe, se puede concluir que el proceso de compactación de las pastillas fue el adecuado.

Es recomendable que se comparen los contenidos de asfalto obtenidos con los contenidos de asfalto de diseño, con el propósito de verificar que se ubiquen dentro del rango de variabilidad tolerable de ± 0.5 % con respecto al óptimo de diseño (CR-77). También es recomendable contrastar las curvas granulométricas de diseño con las granulometrías de las extracciones realizadas, para verificar el cumplimiento de los rangos de tolerancia permisibles, los cuales son más cerrados que la especificación, con el propósito de asegurar la homogeneidad de la producción de las plantas asfálticas.

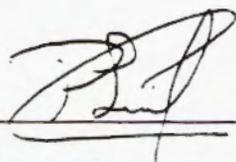
Es conveniente analizar el procedimiento de muestreo y compactación, pues los procesos de recalentamiento de la mezcla asfáltica tienden a asociarse con estabilidades engañosamente altas (por oxidación y endurecimiento del ligante, afectando su durabilidad), así como con porcentajes de vacíos más altos en las pastillas compactadas (por una mayor viscosidad del asfalto, asociada con su estado de oxidación).

Con el propósito de obtener un mejor conocimiento de la propiedad de durabilidad de las mezclas asfálticas analizadas, se recomienda la realización de un ensayo de estudio del deterioro de las propiedades de la mezcla por efecto de la humedad, tal como la resistencia retenida o la tensión diametral retenida. Adicionalmente es conveniente contar con material adicional, para verificación de resultados. Para tales efectos, se debería considerar en el futuro la solicitud de un mínimo de 15 pastillas por mezcla asfáltica.

La garantía de que, durante la producción de la mezcla asfáltica, se utilizarán agregados de la misma fuente, así como el mismo tipo de ligante asfáltico, es fundamental para asegurar la calidad de la mezcla asfáltica utilizada. Cualquier variación en la materia prima de la mezcla determina la necesidad de realizar un nuevo diseño de mezcla, debiendo seleccionarse una nueva curva granulométrica y un nuevo contenido óptimo de asfalto.

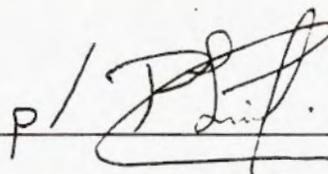
Los resultados del presente informe no son generalizables a la totalidad de la producción de mezcla asfáltica de las partes licitantes, pero reflejan las condiciones particulares de la producción de la planta en un instante dado. Es obligación de los contratistas el poner en práctica las medidas de auto-control que garanticen la uniformidad de su producción, la cual se da en tanto se cumplan las tolerancias de diseño para contenido de asfalto y granulometría; para lo cual es necesario contar en todo momento con un diseño de mezcla acorde con la normativa vigente y con los mecanismos de verificación rutinaria (pruebas de laboratorio periódicas).

Revisado por:



**MSc. MBA. Pedro Castro F.,
Coordinador, Laboratorio de
Asfaltos, LANAMME.**

Aprobado por:



**Dr. Juan Pastor Gómez,
Director, LANAMME.**



**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE
MATERIALES Y MODELOS
ESTRUCTURALES.**

ANEXO

RESULTADOS DE LABORATORIO

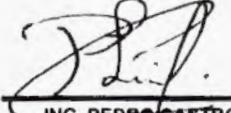
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
 Municipalidad de San José

ANALISIS DE PASTILLAS MARSHALL: Parámetros Marshall

DATOS DE LA MUESTRA	
CONTRATISTA: PEDREGAL	MUESTRA DE PLANTA
PLANTA: BELEN	<i>Licitación No. 1-98-A</i>
DESCRIPCION: Pastillas moldeadas por la empresa	

RESULTADOS DE ANALISIS MARSHALL												
Pañ.	GRUPO	W. SECO (g)	W. S.S.S. (g)	W. SUM. (g)	VOLUMEN (cm ³)	GRAY. ESPEC.	Gbs. máx teo.	VACIOS %	ESTAB. (Kg)	FLUJO (1/100cm)	RPS (%)	RCS (%)
1		1121.2	1122.7	614.4	508.3	2.206	2.372	7.0	1516	33	22	3
2		1117.9	1120.0	612.8	507.2	2.204	2.372	7.1	1306	41	31	4
3		1113.2	1118.3	608.9	509.4	2.185	2.372	7.9	1114	33	30	4
Promedios						2.198	2.372	7.3	1312	36	28	4
Desv.Est.						0.011		0.48	201.35	4.40	5.03	0.64
ESPECS.								3 - 5	>700	20 - 40	<48	>8




 ING. PEDRO CASTRO

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
Municipalidad de San José

ANALISIS DE MEZCLA ASFALTICA
Contenido de asfalto y granulometría de la extracción

DATOS DE LA MUESTRA	
CONTRATISTA: PEDREGAL	MUESTRA DE PLANTA
PLANTA: BELEN	<i>Licitación No. 1-98-A</i>
DESCRIPCION: Pastillas moldeadas por la empresa	

ENSAYO DE CONTENIDO DE ASFALTO Y GRADUACION DE LA MEZCLA ASFALTICA
ASTM - D - 2172, ASTM - D - 482 y ASTM - D - 95

A. Contenido de asfalto, Ceniza y Agua

DETERMINACION	VALOR
% ASF total =	7.33
% ASF agreg =	7.91
% CENIZA =	0.10
% AGUA =	0.13

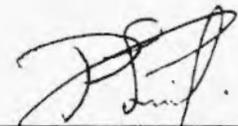
B. Graduación de la extracción

MALLA	% PAS.
25mm	100
19mm	100
9,5mm	88
#4	64
#8	45
#50	15
#200	7.4

C. Otros parámetros

Parámetro	Valor	Especificac.
Poivo/asfalto	1.00	0,6-1,3
VMA	22.8	> 12%
VFA	69.3	65% - 75% **

** No incluida en especificaciones, pero sugerido por el Instituto del Asfalto.



Ing. Pedro Castro

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
 Municipalidad de San José

ANALISIS DE PASTILLAS MARSHALL: Parámetros Marshall

DATOS DE LA MUESTRA	
CONTRATISTA: CONANSA	MUESTRA DE PLANTA Licitación No. 1-98-B
PLANTA: CALLE BLANCOS	
DESCRIPCION: Pastillas moldeadas por la empresa	

RESULTADOS DE ANALISIS MARSHALL												
# Past.	GRUPO	W. SECO (g)	W. S.S.S. (g)	W. SUM. (g)	VOLUMEN (cm ³)	GRAV. ESPEC.	Gbs. máx teo.	VACIOS %	ESTAB. (Kg)	FLUJO (1/100cm)	RPS (%)	RCS (%)
1		1144.2	1148.5	652.8	495.7	2.308	2.487	7.2	1320	36	27	4
2		1144.8	1148.9	655.6	493.3	2.321	2.487	6.7	1453	33	23	3
3		1163.1	1166.1	663.0	503.1	2.312	2.487	7.0	1165	36	31	4
Promedios						2.314	2.487	7.0	1313	35	27	4
Desv.Est.						0.006		0.26	144.02	1.47	3.90	0.47
ESPECS.								3 - 5	>700	20 - 40	<48	>8


 ING. PEDRO CASTRO

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
Municipalidad de San José

ANALISIS DE MEZCLA ASFALTICA
Contenido de asfalto y granulometría de la extracción

DATOS DE LA MUESTRA	
CONTRATISTA: CONANSA	MUESTRA DE PLANTA
PLANTA: CALLE BLANCOS	<i>Licitación No. 1-98-B</i>
DESCRIPCION: Pastillas moldeadas por la empresa	

ENSAYO DE CONTENIDO DE ASFALTO Y GRADUACION DE LA MEZCLA ASFALTICA
ASTM - D - 2172, ASTM - D - 482 y ASTM - D - 95

A. Contenido de asfalto, Ceniza y Agua

DETERMINACION	VALOR
% ASF total =	4.91
% ASF agreg =	5.17
% CENIZA =	0.34
% AGUA =	0.28

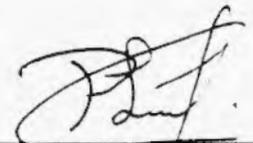
B. Graduación de la extracción

MALLA	% PAS.
25mm	100
19mm	100
9,5mm	82
#4	52
#8	38
#50	12
#200	6.0

C. Otros parámetros

Parámetro	Valor	Especificac.
Polvo/asfalto	1.21	0,6-1,3
VMA	18.3	> 12%
VFA	66.6	65% - 75% **

** No incluida en especificaciones, pero sugerido por el Instituto del Asfalto.


Ing. Pedro Castro

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
 Municipalidad de San José

ANALISIS DE PASTILLAS MARSHALL: Parámetros Marshall

DATOS DE LA MUESTRA	
CONTRATISTA:	ANASA
PLANTA:	TIBAS
MUESTRA DE PLANTA <i>Licitación No. 2-98-C</i>	
DESCRIPCION:	Pastillas moldeadas por la empresa

RESULTADOS DE ANALISIS MARSHALL												
Rast.	GRUPO	W. SECO (g)	W. S.S.S. (g)	W. SUM. (g)	VOLUMEN (cm ³)	GRAV. ESPEC.	Gbg. máx teo.	VACIOS %	ESTAB. (Kg)	FLUJO (1/100cm)	RPS (%)	RCS (%)
1		1252.0	1252.3	724.4	527.9	2.372	2.430	2.4	1633	38	23	10
2		1245.3	1245.7	720.9	524.8	2.373	2.430	2.3	1519	36	23	10
3		1260.6	1261.5	730.1	531.4	2.372	2.430	2.4	1432	33	23	10
4		1262.8	1263.0	729.8	533.2	2.368	2.430	2.5	1468	38	26	10
Promedios						2.371	2.430	2.4	1513	36	24	10
Desv.Est.						0.002		0.08	87.62	2.43	1.36	0.25
ESPECS.								3 - 5	>700	20 - 40	<48	>8


 ING. PEDRO CASTRO

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
Municipalidad de San José

ANALISIS DE MEZCLA ASFALTICA
Contenido de asfalto y granulometria de la extracción

DATOS DE LA MUESTRA	
CONTRATISTA: ANASA PLANTA: TIBAS	MUESTRA DE PLANTA <i>Licitación No. 2-98-C</i>
DESCRIPCION: Pastillas moldeadas por la empresa	

ENSAYO DE CONTENIDO DE ASFALTO Y GRADUACION DE LA MEZCLA ASFALTICA
ASTM - D - 2172, ASTM - D - 482 y ASTM - D - 95

A. *Contenido de asfalto, Ceniza y Agua*

DETERMINACION	VALOR
% ASF total =	6.38
% ASF agreg =	6.81
% CENIZA =	0.15
% AGUA =	0.18

B. *Graduación de la extracción*

MALLA	% PAS.
25mm	100
19mm	100
9.5mm	91
#4	70
#8	53
#50	18
#200	10.0

C. *Otros parámetros*

Parámetro	Valor	Especificac.
Polvo/asfalto	1.56	0.6-1.3
VMA	17.2	> 12%
VFA	86.0	65% - 75% **

** No incluida en especificaciones, pero sugerido por el Instituto del Asfalto.



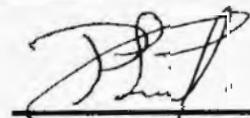
Ing. Pedro Castro

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
 Municipalidad de San José

ANALISIS DE PASTILLAS MARSHALL: Parámetros Marshall

DATOS DE LA MUESTRA	
CONTRATISTA: CONANSA	MUESTRA DE PLANTA
PLANTA: CALLE BLANCOS	<i>Licitación No. 2-98-D</i>
DESCRIPCION: Pastillas moldeadas por la empresa	

RESULTADOS DE ANALISIS MARSHALL												
GRUPO	W. SECO (g)	W. S.S.S (g)	W. SUM (g)	VOLUMEN (cm ³)	GRAY. ESPEC.	Gbs. máx teo.	VACIOS %	ESTAB. (Kg)	FLUJO (1/100cm)	RPS (%)	RCS (%)	
1	1151.6	1156.6	660.5	496.1	2.321	2.496	7.0	1113	33	30	4	
2	1148.1	1153.2	656.9	496.3	2.313	2.496	7.3	1260	30	24	3	
3	1162.1	1171.8	665.2	506.6	2.294	2.496	8.1	990	38	38	5	
Promedios					2.310	2.496	7.5	1121	34	31	4	
Desv. Est.					0.014		0.56	135.32	3.88	7.22	0.74	
ESPECS.							3 - 5	>700	20 - 40	<48	>8	


 ING. PEDRO CASTRO

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
Municipalidad de San José

ANALISIS DE MEZCLA ASFALTICA
Contenido de asfalto y granulometría de la extracción

DATOS DE LA MUESTRA	
CONTRATISTA: CONANSA	MUESTRA DE PLANTA
PLANTA: CALLE BLANCOS	<i>Licitación No. 2-98-D</i>
DESCRIPCION: Pastillas moldeadas por la empresa	

ENSAYO DE CONTENIDO DE ASFALTO Y GRADUACION DE LA MEZCLA ASFALTICA
ASTM - D - 2172, ASTM - D - 482 y ASTM - D - 95

A. Contenido de asfalto, Ceniza y Agua

DETERMINACION	VALOR
% ASF total =	4.88
% ASF agreg =	5.13
% CENIZA =	0.57
% AGUA =	0.11

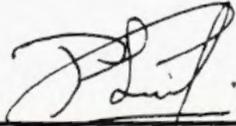
B. Graduación de la extracción

MALLA	% PAS.
25mm	100
19mm	100
9,5mm	85
#4	56
#8	40
#50	13
#200	6.8

C. Otros parámetros

Parámetro	Valor	Especificac.
Polvo/asfalto	1.38	0,6-1,3
VMA	18.7	> 12%
VFA	55.6	65% - 75% **

** No incluida en especificaciones, pero sugerido por el Instituto del Asfalto.



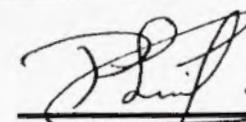
 Ing. Pedro Castro

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
 Municipalidad de San José

ANALISIS DE PASTILLAS MARSHALL: Parámetros Marshall

DATOS DE LA MUESTRA	
CONTRATISTA: PEDREGAL PLANTA: BELEN	MUESTRA DE PLANTA <i>Licitación No. 2-98-F</i>
DESCRIPCION: Pastillas moldeadas por la empresa	

RESULTADOS DE ANALISIS MARSHALL												
# Past.	GRUPO	W SECO (g)	W S.S.S. (g)	W SUM. (g)	VOLUMEN (cm ³)	GRAV. ESPEC.	Gps. máx teo.	VACIOS %	ESTAB. (Kg)	FLUJO (1/100cm)	RPS (%)	RCS (%)
1		1116.8	1118.4	622.8	495.6	2.253	2.380	5.3	1313	46	35	7
2		1123.1	1123.8	628.9	494.9	2.269	2.380	4.6	1317	41	31	7
3		1116.4	1117.7	618.6	499.1	2.237	2.380	6.0	1285	38	30	5
Promedios						2.253	2.380	5.3	1305	41	32	6
Desv. Est.						0.016		0.68	17.57	3.88	2.71	0.96
ESPECS.								3 - 5	>700	20 - 40	<48	>8


 ING. PEDRO CASTRO

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
Municipalidad de San José

ANALISIS DE MEZCLA ASFALTICA
Contenido de asfalto y granulometría de la extracción

DATOS DE LA MUESTRA	
CONTRATISTA: PEDREGAL	MUESTRA DE PLANTA
PLANTA: BELEN	<i>Licitación No. 2-98-F</i>
DESCRIPCION: Pastillas moldeadas por la empresa	

ENSAYO DE CONTENIDO DE ASFALTO Y GRADUACION DE LA MEZCLA ASFALTICA
ASTM - D - 2172, ASTM - D - 482 y ASTM - D - 95

A. *Contenido de asfalto, Ceniza y Agua*

DETERMINACION	VALOR
% ASF total =	7.14
% ASF agreg =	7.69
% CENIZA =	0.40
% AGUA =	0.13

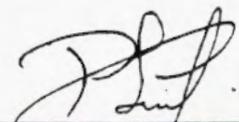
B. *Graduación de la extracción*

MALLA	% PAS.
25mm	100
19mm	100
9,5mm	87
#4	64
#8	45
#50	16
#200	8.9

C. *Otros parámetros*

Parámetro	Valor	Especificac.
Polvo/asfalto	1.25	0,6-1,3
VMA	21.4	> 12%
VFA	73.3	65% - 75% **

** No incluida en especificaciones, pero sugerido por el Instituto del Asfalto.


Ing. Pedro Castro

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
 Municipalidad de San José

ANALISIS DE PASTILLAS MARSHALL: Parámetros Marshall

DATOS DE LA MUESTRA	
CONTRATISTA:	PEDREGAL
PLANTA:	BELEN
MUESTRA DE PLANTA <i>Licitación No. 3-97-E</i>	
DESCRIPCION:	Pastillas moldeadas por la empresa

RESULTADOS DE ANALISIS MARSHALL												
# Past.	GRUPO	W. SECO (g)	W. S.S.S. (g)	W. SUM. (g)	VOLUMEN (cm ³)	GRAV. ESPEC.	Gbs máx teo.	VACIOS %	ESTAB. (Kg)	FLUJO (1/100cm)	RPS (%)	RCS (%)
1		1116.0	1118.1	611.1	507.0	2.201	2.364	6.9	1077	38	35	5
2		1124.3	1130.6	616.5	514.1	2.187	2.364	7.5	1515	41	27	4
3		1118.5	1119.7	624.0	495.7	2.256	2.364	4.5	1611	41	25	6
Promedios						2.215	2.364	6.3	1401	40	29	5
Desv. Est.						0.037		1.55	284.44	1.47	5.45	1.04
ESPECS.								3 - 5	>700	20 - 40	<48	>8


 ING. PEDRO CASTRO

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES
Municipalidad de San José

ANALISIS DE MEZCLA ASFALTICA
Contenido de asfalto y granulometría de la extracción

DATOS DE LA MUESTRA	
CONTRATISTA: PEDREGAL PLANTA: BELEN	MUESTRA DE PLANTA <i>Licitación No. 3-97-E</i>
DESCRIPCION: Pastillas moldeadas por la empresa	

ENSAYO DE CONTENIDO DE ASFALTO Y GRADUACION DE LA MEZCLA ASFALTICA
ASTM - D - 2172, ASTM - D - 482 y ASTM - D - 95

A. Contenido de asfalto, Ceniza y Agua

DETERMINACION	VALOR
% ASF total =	7.13
% ASF agreg =	7.68
% CENIZA =	0.27
% AGUA =	0.20

B. Graduación de la extracción

MALLA	% PAS.
25mm	100
19mm	100
9,5mm	88
#4	65
#8	45
#50	16
#200	8.5

C. Otros parámetros

Parámetro	Valor	Especificac.
Polvo/asfalto	1.19	0,6-1,3
VMA	22.4	> 12%
VFA	68.3	65% - 75% **

** No incluida en especificaciones, pero sugerido por el Instituto del Asfalto.



[Handwritten Signature]

Ing. Pedro Castro

