PAVIOBRAS S.A.S.

DETERMINACIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO PARA LA INSTALACION DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON ASFALTO MODIFICADO CON CAUCHO POR VÍA HÚMEDA. (MCCH 25 b)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN,

MÉTODO MARSHALL

DICIEMBRE 2025

1. INTRODUCCION

El método según MARSHALL, el cual utilizamos para el diseño Marshall, un procedimiento utilizado para diseñar y evaluar mezclas asfálticas tiene como objetivo determinar la resistencia y la deformabilidad de una mezcla asfáltica para asegurar su desempeño adecuado en pavimentos. Se emplea para determinar la cantidad óptima de cemento asfáltico (contenido de asfalto óptimo) en la mezcla. Esto asegura que la mezcla tenga suficiente ligante para proporcionar cohesión y resistencia, sin exceder el contenido que podría causar deformaciones excesivas o pérdida de estabilidad, permite mide la estabilidad de la mezcla, que es la resistencia a la deformación bajo determinadas cargas.

2. OBJETIVO

El objetivo de este informe es presentar los resultados obtenidos durante el proceso de diseño del cemento asfáltico modificado con grano de caucho reciclado (GCR) a utilizar para la producción de una mezcla asfáltica en caliente con asfalto modificado con caucho por vía húmeda (MCCh 25 b), mediante el método Marshall. Los resultados incluyen la determinación del contenido óptimo de cemento asfáltico, basándose en las propiedades medidas en laboratorio, y la evaluación de las propiedades mecánicas adecuadas para soportar las cargas del tráfico, así mismo se comparan los resultados obtenidos con las especificaciones técnicas de IDU 625-18, verificando que la mezcla diseñada cumpla con los criterios establecidos para un rendimiento adecuado en el pavimento.

3. CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS

Las actividades en la planta de trituración (Agregados Guayuriba y Salitre blanco) están definidas en la producción, trituración y clasificación del árido requerido para la producción de la mezcla asfáltica en caliente con asfalto modificado con caucho por vía húmeda (MCCh 25 b),

Se obtienen básicamente de cuatro (4) clases de agregados pétreos: básicamente cuatro (4) clases de agregados pétreos: **Grava triturada de TM 3/4" (12%), Grava triturada de TM 1/2" (66%), Arena de trituración (15%) y Arena de trituración lavada (7%)** para dar un 100% de la participación de los agregados

Estos agregados no son susceptibles a ningún tipo de meteorización ya que todos provienen de trituración de roca, además por ser material extraído de río no es disgregable en presencia de humedad.

Los resultados de la caracterización de los materiales fueron realizados de acuerdo con las normas de ensayo establecidas en las especificaciones de la norma IDU 625-18 y criterios según norma IDU 620-18 para ser utilizados como capas de base o intermedias.

ITEM	ENSAYO	NORMA	RESULTADO	CRITERIOS IDU 620-18		CUMPLE (SI/NO)
2	RESISTENCIA A LA DEGRADACION DE LOS AGREGADOS POR MEDIO DE LA MAQUINA DE LOS ANGELES	INV E- 218 -13	20.6	MAXIMO	30.0	CUMPLE
3	DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DEL AGREGADO GRUESO DE LA DEGRADACION POR ABRASION UTILIZANDO EL APARATO MICRO - DEVAL	INV E- 238 -13	7.2	MAXIMO	25.0	CUMPLE
4	DETERMINACION DEL VALOR DEL 10% DE FINOS	INV E- 224 -13	184.6	MINIMO	110.0	CUMPLE
		INV E- 224 -13	87.7	MINIMO	75.0	CUMPLE
5	DETERMINACION DE LA LIMPIEZA SUPERFICIAL DE LASPARTICULA	INV E- 237 -13	0.49	MAXIMO	0.50	CUMPLE
6	PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN UN AGREGADO GRUESO	INV E- 227 -13	98.8	MINIMO	90.0	CUMPLE
		INV E- 227 -13	97.6	MINIMO	75.0	CUMPLE
7	PROPORCION DE PARTICULAS PLANAS, ALARGADAS O PLANAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS GRUESOS	INV E- 240 -13	0.0	MAXIMO	10.0	CUMPLE
8	DETERMINACION DEL COEFICIENTE DEL PULIMENTO ACELERADO (CPA) DE LOS AGREGADOS GRUESOS	INV E- 232 -13	0.55	MINIMO	0.50	CUMPLE
9	EFECTO DEL AGUA SOBRE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SUELTAS	INV E- 757 -13	MAYOR AL 98%	MINIMO	REPORTAR	-
10	CONTENIDO DE ARENA NATURAL	-	0.0	MAXIMO	25.0	CUMPLE
11	CONTENIDO DE VACIOS DEL AGREGADO FINO NO COMPACTADO ENSAYO DE ANGULARIDAD	INV E- 239 -13	47.5	MINIMO	45.0	CUMPLE
12	ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS AGREGADOS FINOS (METODO RIEDEL-WEBER)	INV E- 774 -13	10	MINIMO	4.0	CUMPLE
13	PROPORCIÓN DE LLENANTE MINERAL DE APORTE % MINIMO EN PESO DEL LLENANTE TOTAL	INV E- 123 -13	100.0	MINIMO	50.0	CUMPLE
14	PESO UNITARIO APARENTE DEL LLENANTE EN KEROSENE	INV E- 225 -13	0.71	ENTRE	0,5-0,8	CUMPLE
15	PODER RIGIDIZANTE DE LLENANTE MINERAL	INV E- 712 -13	14.7	ENTRE	10,0-20,0	CUMPLE
16	DETERMINACION DEL CONTENIDO ORGANICO DE UN SUELO MEDIANTE EL ENSAYO DE PERDIDA POR IGNICION	INV E- 121 -13	0.0	MAXIMO	0.0	CUMPLE
17	ENSAYO LIMITE LIQUIDO,	INV E- 125 -13	N.L	IGUAL	N.L	CUMPLE
18	LIMITE PLASTICO E INDICE DE PASTICIDAD	INV E- 126 -13	N.P	IGUAL	N.P	CUMPLE
19	EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS	INV E- 133 -13	62	MINIMO	50.0	CUMPLE
20	VALOR DE AZUL DE METILENO EN AGREGADOS FINOS Y EN LLENANTE MINERAL	INV E- 235 -13	2.0	MAXIMO	8.0	CUMPLE

Tabla 1 Requisitos de los agregados para mezclas asfálticas según norma idu 625 y 620-18 tabla 620.1

4. TIPOS DE MATERIALES OBTENIDOS

Los materiales se obtienen por separado ya que así se permite una mejor dosificación para los diferentes tipos de mezcla. Para la producción de una mezcla asfáltica en caliente con asfalto modificado con caucho por vía húmeda (MCCh 25 b), se obtuvo los siguientes materiales: **Grava triturada de TM 3/4" (12%), Grava triturada de TM 1/2" (66%), Arena de trituración (15%) y Arena de trituración lavada (7%)**. De la planta de trituración Agregados Guayuriba, fuente Rio Guayuriba en Acacias (Meta) y planta de trituración de agregados Salitre Blanco en Villeta (Cundinamarca)

GRANULOMETRIA

El agregado pétreo (áridos) cumple con las granulometrías de la Tabla 625.1, determinadas según la norma de ensayo INV E 213-13 para MCCh 25 b

Tabla 625.1
Granulometría de agregados combinados para mezclas asfálticas en caliente mejoradas con GCR

Tipo de Mezcla	Tamiz (mm / U.S. Standard)						
	25	19	12.5	9.5	4.75	2.36	0.075
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 200
	% Pasa						
MCCh25-A	100	95-100	87-97	70-80	43-58	30-45	7-10
MCCh25-B	100	95-100	83-87	65-70	28-42	14-22	0-6
MCCh19		100	90-100	83-87	28-42	14-22	0-6
Tolerancias	± 4.00				± 3.00		± 1.00

Tabla 2 Granulometrías admisibles para la construcción de mezcla asfáltica en caliente mejoradas con GCR

AGREGADO PETREO Y LLENANTE MINERAL.

Los agregados pétreos empleados para la elaboración de la mezcla asfáltica en caliente poseen una naturaleza tal que, al aplicársele una capa del material asfáltico, éste no se desprende por la acción combinada del agua y del tránsito.

La calidad de estos se ve asegurada en los ensayos físicos, químicos y mecánicos que se muestran en este informe.

AGREGADO GRUESO

En este caso la grava de ¾" y ½" procede de la trituración de material crudo extraído del río Guayuriba Departamento del Meta, lo que garantiza obtener fragmentos sanos, limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estos materiales están libres de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan impedir la adherencia completa del asfalto o afecten adversamente la durabilidad de la mezcla compactada.

AGREGADO FINO.

La arena de trituración proveniente de la planta de trituración de Salitre Blanco utilizadas provienen de la trituración de cantera y la arena de trituración lavada de la grava extraída del río Guayuriba departamento del Meta, se caracterizan por tener granos duros, limpios, de superficie rugosa y angular. El material se encuentra libre de cualquier sustancia que impida la adherencia del asfalto y cumple satisfactoriamente las especificaciones de la norma.

.

5. DOSIFICACION GRANULOMETRICA

SERIE DE TAMICES		COMBINACIÓN DE MATERIALES MCCh 25-B IDU 625-18									
			GRAVA 3/4" GUAY	GRAVA 1/2"	ARENA TRITURADA	ARENA DE TRITURACION LAVADA	RESULTANT	LIMITES		TOLERANCIAS	
TAMIZ	ABERTURA (mm)		12.0%	66.0%	15.0%	7.0%	100.0%	H min	H max	620,4 (+/-)	T max	T min
1"	25.0		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100%	100%	4%	100.0%	100.0%
3/4"	19.0		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	95%	100%	4%	100.0%	96.0%
1/2"	12.5		21.6%	92.0%	100.0%	100.0%	85.3%	83%	87%	4%	87.0%	83.0%
3/8"	9.5		5.9%	66.8%	100.0%	100.0%	66.8%	65%	70%	4%	70.0%	65.0%
No.4	4.750		3.0%	19.8%	91.7%	98.9%	34.1%	28%	42%	3%	37.1%	31.1%
No.8	2.380		1.7%	6.1%	62.0%	75.8%	18.9%	14%	22%	3%	22.0%	15.9%
No.200	0.075		0.6%	1.7%	15.4%	3.1%	3.7%	0%	6%	1%	4.7%	2.7%

Tabla 3 Agregados combinados

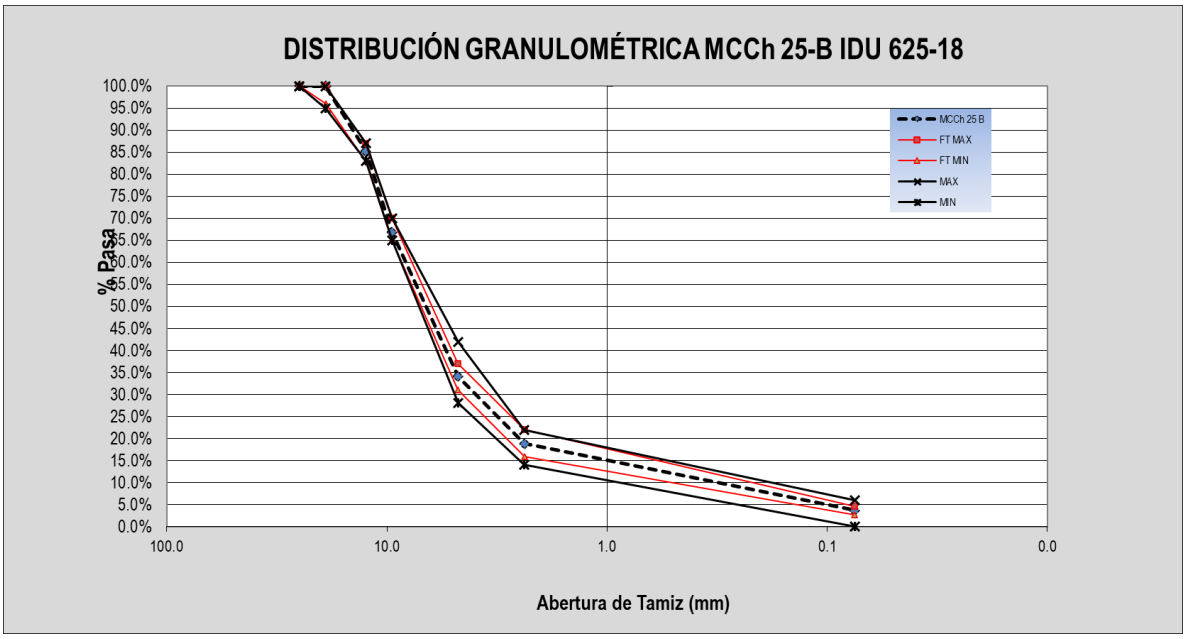


Tabla 4 Curva granulométrica

6. PLANTA DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

PAVIOBRAS S.A.S, cuenta con una planta de producción de mezcla asfáltica en la localidad de Bogotá. Cuenta con el equipo e infraestructura necesaria para la demanda en producción de mezclas asfálticas. PAVIOBRAS S.A.S ofrece una variedad de plantas de asfalto, adaptadas a las necesidades específicas de los proyectos, ya sea en términos de capacidad de producción, movilidad o tecnología aplicada para optimizar los recursos y mejorar la calidad de las mezclas asfálticas producidas.

La planta de PAVIOBRAS S.A.S está equipada con tecnología avanzada que permite un control preciso de la temperatura y la proporción de los materiales. Esto asegura que la mezcla asfáltica producida cumpla con los estándares de calidad requeridos para diversas aplicaciones, desde carreteras urbanas hasta autopistas de alta velocidad. Utiliza procesos automatizados que garantizan la correcta dosificación de agregados y betún, evitando errores humanos y garantizando un producto final uniforme.

Estos factores hacen que la planta de asfalto de PAVIOBRAS S.A.S sea una opción confiable para proyectos que demandan altos estándares de calidad en la pavimentación

Equipo de control: Permite el funcionamiento de la planta tanto en automático total como en semiautomático y manual. Supervisión y control mediante su PC. De uso general.

- Filtro de mangas.
- Silo doble de polvo recuperado y filler de aportación.
- Cabina de control.
- Tolvas predosificadoras.

7. LIGANTE ASFALTICO

Teniendo en cuenta lo establecido en la especificación 625-18 en el numeral 625.3 el cemento asfáltico a utilizar en las capas de material granular mejoradas con cemento asfáltico, éste puede ser un cemento asfaltico modificado con grano de caucho reciclado, compatible con los agregados pétreos, el cual debe cumplir con lo especificado en la Tabla 625.3 y Tabla 625.4 de la Especificación 625 de estas especificaciones. (Ver certificado del proveedor).

Variable	Mínimo	Máximo	Reporte de control de calidad		CUMPLE (SI/NO)
Porcentaje de GCR sobre el peso del ligante	15	20	15		**CUMPLE**
Tiempo de reacción, min	55	75	75		**CUMPLE**
Velocidad de agitación, rpm	100	750	300		**CUMPLE**
Temperatura de mezclado, °C	155	170	165	170	**CUMPLE**

ENSAYO	NORMA	Mínimo	Máximo	REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD	CUMPLE (SI/NO)
Asfalto original ya modificado con GCR					
Viscosidad a 163 °C con viscosímetro rotacional, Pa-s	INV E 717 -13	1,50	3,00	1,5	**CUMPLE**
Penetración a 25 °C, 1/10 mm	INV E 706 -13	40	70	52	**CUMPLE**
Punto de ablandamiento, °C	INV E 712 -13	52	-	63	**CUMPLE**
Residuo después de RTFOT					
Pérdida de masa, %	INV E 720 -13	-	1	-0,62	**CUMPLE**
Penetración, % (de la penetración original)	INV E 706 -13	65	-	66	**CUMPLE**
Recuperación elástica utilizando el ductilómetro, %	INV E 742 -13	50	-	54	**CUMPLE**

Tabla 5 Clasificación cemento asfaltico modificado con GCR

8. COMPACTACIÓN DE LA MEZCLA

La compactación se realizará según el plan aprobado por el interventor como resultado de la fase de experimentación. Comenzando a la temperatura más alta posible con que ella pueda soportar la carga a que se somete, sin que se produzcan agrietamientos o desplazamientos indebidos.

La mínima temperatura de compactación será la MINIMA que garantice el cumplimiento del control de las densidades del % de compactación y debe ser evaluado con la determinación de la densidad de la capa compactada

Las temperaturas de compactación en campo deben ajustarse a las condiciones de equipos y ser la máxima que soporte la mezcla sin fisurarse, respecto a lo que indica la especificación.

RANGO DE VISCOSIDAD (POISES)		MINIMO	MAXIMO
TEMPERATURA DE ARIDOS, °C	REPORTAR	180	185
TEMPERATURA DE MEZCLADO, °C	REPORTAR	170	180
TEMPERATURA DE COMPACTACIÓN, LABORATORIO °C	REPORTAR	155	165
TEMPERATURA DE COMPACTACIÓN °C	MINIMO SUGERIDO	130	-

Tabla 6 Temperaturas optimas de mezclado, compactación en laboratorio Y compactación en obra

9. CERTIFICADO DE CALIDAD DEL ASFALTO.

MPI	R DT 195	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS E INSTRUCTIVOS
	N.R: 7 2022-03-25	REPORTE DE CALIDAD DE CEMENTO ASFÁLTICOS MODIFICADOS CON GRANO DE CAUCHO RECICLADO. ESPECIFICACION IDU

FECHA : NOVIEMBRE 08 DE 2025 **LOTE No.** N.A

CLIENTE : PAVIOBRAS **DESPACHO No.** N,A

TIPO DE ASFALTO: MODIFICADO CON GRANULO DE LLANTA RECICLADO

PROPIEDAD	NORMA DE REFERENCIA I.N.V.	ESPECIFICACION MIN	ESPECIFICACION MAX	REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD	FRECUENCIA DE ENSAYO
Viscosidad Brookfield @ 163 °C, (Pa-s)	E-717	1,50	3,00	2,8	POR LOTE
Penetración @ 25°C, 100 gr, 5 seg,	E-706	40	70	50	POR LOTE
Punto de ablandamiento, (ºC)	E-712	52	.....	67,8	POR LOTE
Resiliencia @ 25°C, (%)	D-5329	20	.....	N.A	POR LOTE
Punto de inflamación mediante copa abierta de Claveland, (°C)	E-709	230	.....	N.A	POR LOTE
Peso Especifico	*E-707*	*REPORTAR*		1,030	MENSUAL
Grado de desempeño	AASHTO M-320	REPORTAR		88-34	MENSUAL
Grano de caucho reciclado, (%)	.....	15	20	16,0	POR LOTE
PRUEBAS AL RESIDUO DESPUES DEL ENSAYO DE RTFOT					
Perdida de Masa, (%)	E-720	.....	1	-0,635	SEMANAL
Penetracion del residuo despues del ensayo RTFOT@ 25°C, (% de la penetracion original)	E-706	65	.....	73,9	SEMANAL
Recuperacion elástica por ductilidad	E-742	50	.....	80	SEMANAL

TEMPERATURAS	VALOR
Temperatura de mezclado, °C	170 - 180
Temperatura de compactación, °C	155 - 165

Director Técnico _____ Analista / Auxiliar Lab. RICHARD C

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Todos los resultados obtenidos en el trabajo de laboratorio deben ser confirmados a escala industrial con las primeras fabricaciones en la planta.

En la planta de fabricación debe ajustarse la temperatura y tiempo de mezclado para optimizar el correcto funcionamiento y producción de la mezcla. La siguiente es la fórmula de trabajo:

CARACTERISTICAS		NORMA ENSAYO INV	RESULTADO	CRITERIOS IDU 625-18			CUMPLE (SI/NO)
				CRITERIO	VALOR		
PORCENTAJE DE ASFALTO OPTIMO (FORMULA DE TRABAJO)		-	6	ENTRE	5.7	6.3	REPORTAR
COMPACTACION (golpes/cara)		INV E- 748 -13	75.0	IGUAL	75		CUMPLE
Gravedad especifica bulk		INV E- 736 -13	2.319	REPORTAR	-		REPORTAR
GRAVEDAD ESPECIFICA MAXIMA DE MEZCLAS ASFALTICAS PARA PAVIMENTOS .		INV E- 735 -13	2.434	REPORTAR	-		REPORTAR
ESTABILIDAD minima (kN)		INV E- 748 -13	12.60	MAYOR	9.5		CUMPLE
FLUJO (mm)		INV E- 748 -13	3.0	ENTRE	2.5	5.0	CUMPLE
RELACION ESTABILIDAD / FLUJO (kN./mm)		INV E- 748 -13	4.2	REPORTAR			REPORTAR
VACIOS CON AIRE (Va) %		INV E- 736 -13	4.8	ENTRE	4.0	6.0	CUMPLE
VACIOS EN LOS AGREGADOS MINERALES (VAM)%		INV E- 799 -13	14.7	MAYOR	14.0		CUMPLE
VACIOS LLENOS DE ASFALTO (VFA) %		INV E- 799 -13	67.6	ENTRE	65.0	75.0	CUMPLE
RELACION LLENANTE / LIGANTE EFECTIVO EN PESO		INV E- 799 -13	0.8	ENTRE	0.8	1.2	CUMPLE
CONCENTRACION DE LLENANTE, VALOR MAXIMO		INV E- 745 -13	0.23	MAXIMO	0.34		CUMPLE
EVALUACION DE PROPIEDADES DE EMPAQUETAMIENTO POR METODO BAILEY		-	1.0	REPORTAR	-		REPORTAR
			0.4		-		REPORTAR
			0.6		-		REPORTAR
ESPESOR PROMEDIO DE PELICULA DE ASFALTO, MINIMO µm		INV E- 741 -13	12.4	MINIMO	7.5		CUMPLE
ADHERENCIA: RESISTENCIA RETENIDA, % MINIMO		INV E- 725 -13	86.4	MINIMO	75		CUMPLE
RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA PISTA DE ENSAYO DE LABORATORIO A TRES (VALORES DISTINTOS DE % DE ASFALTO	5.8%	INV E- 756 -13	12.62	REPORTAR	-		REPORTAR
	6.0%		11.77	MAXIMO	15		CUMPLE
	6.2%		10.59	REPORTAR	-		REPORTAR
ENSAYO DE MÓDULO RESILIENTE SOBRE MEZCLAS ASFÁLTICAS (Mpa)		UNE-EN-12697-26-2012	11793.0	REPORTAR	-		REPORTAR
RESISTENCIA A LA FATIGA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS (ε6 (µm/m))		NORMA EN 12697-24 ANEXO D	144.7	REPORTAR	-		REPORTAR

11. COMPROBACIÓN DEL DISEÑO VOLUMÉTRICO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA

Los resultados de la fórmula de trabajo (FT) obtenidos mediante el método Marshall deben ser comprobados según los requisitos del numeral 625.4.3 de la norma idu 625-18 con los criterios según tabla 625.6

CARACTERISTICAS	NORMA ENSAYO INV	RESULTADO	CRITERIO		CUMPLE (SI/NO)
			CRITERIO	VALOR	
Espesor promedio de película de asfalto, µm mínimo	INV E 741-13	12.4	MINIMO	7.5	CUMPLE
Adherencia, % mínimo (TSR)	INV E 725-13	86.4	MINIMO	75	CUMPLE
Deformación plástica, µm/minuto	INV E 756-13	11.77	MAXIMO	15	CUMPLE
Módulo Resiliente (Mpa)	INV E 749-13	11793	REPORTAR	REPORTAR	REPORTAR
Ley de fatiga, µm/minuto	INV E 784-13	144.7	REPORTAR	REPORTAR	REPORTAR

Para la determinación del contenido óptimo de asfalto se procedió a realizar el ensayo de deformación plástica (ensayo INV E 756-13) a diferentes valores de contenido de asfalto sobre probetas compactadas en laboratorio de MULTINSA, (anexo informe). Dando como resultados lo siguiente:

Espécimen	Periodo (tiempo min)	Deformación Acumulada (µm)	Velocidad de deformación (µm/min)
1	30-45	**2037**	**9.69**
2	75-90	**2505**	**7.07**
3	105-120	**2678**	**1.48**
4	30-45	**2562**	**10.67**
5	75-90	**3047**	**9.87**
6	105-120	**3217**	**3.73**
7	30-45	**2039**	**11.40**
8	75-90	**2540**	**8.93**
9	105-120	**2716**	**3.67**

ANEXO

INFORMES DE LABORATORIO

PAVIOBRAS S.A.S.

RESUMEN DE RESULTADOS CARACTERIZACION AGREGADOS PETREOS

Fecha: 14 de noviembre de 2025
Cliente: Paviobras S.A.S
Fuente: Agregados Guayuriba/salitre blanc
Tipo de Muestra: Caracterizacion de agregados mezcla tipo MCCh 25 B

Localización: Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur

1	ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA FORMULA DE TRABAJO DEL DISEÑO	FORMULA DE TRABAJO	FT MAX	100.0	87.0	70.0	37.1	22.0	4.7
			FT MIN	96.0	83.0	62.8	31.1	15.9	2.7
			ABERTURA (TAMIZ) PASA	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No.200
			INV E- 213 -13 INV E- 214 -13	100.0	85.3	66.8	34.1	18.9	3.7
			CRITERIO	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

ITEM	ENSAYO	NORMA	RESULTADO	CRITERIOS IDU 620-18		CUMPLE (SI/NO)
2	RESISTENCIA A LA DEGRADACION DE LOS AGREGADOS POR MEDIO DE LA MAQUINA DE LOS ANGELES	INV E- 218 -13	20.6	MAXIMO	30.0	CUMPLE
3	DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DEL AGREGADO GRUESO DE LA DEGRADACION POR ABRASION UTILIZANDO EL APARATO MICRO - DEVAL	INV E- 238 -13	7.2	MAXIMO	25.0	CUMPLE
4	DETERMINACION DEL VALOR DEL 10% DE FINOS	INV E- 224 -13	184.6	MINIMO	110.0	CUMPLE
		INV E- 224 -13	87.7	MINIMO	75.0	CUMPLE
5	DETERMINACION DE LA LIMPIEZA SUPERFICIAL DE LASPARTICUL	INV E- 237 -13	0.49	MAXIMO	0.50	CUMPLE
6	PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN UN AGREGADO GRUESO	INV E- 227 -13	98.8	MINIMO	90.0	CUMPLE
		INV E- 227 -13	97.6	MINIMO	75.0	CUMPLE
7	PROPORCION DE PARTICULAS PLANAS, ALARGADAS O PLANAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS GRUESOS	INV E- 240 -13	0.0	MAXIMO	10.0	CUMPLE
8	DETERMINACION DEL COEFICIENTE DEL PULIMENTO ACELERADO (CPA) DE LOS AGREGADOS GRUESOS	INV E- 232 -13	0.55	MINIMO	0.50	CUMPLE
9	EFECTO DEL AGUA SOBRE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SUELTAS	INV E- 757 -13	MAYOR AL 98%	MINIMO	REPORTAR	-
10	CONTENIDO DE ARENA NATURAL	-	0.0	MAXIMO	25.0	CUMPLE
11	CONTENIDO DE VACIOS DEL AGREGADO FINO NO COMPACTADO ENSAYO DE ANGULARIDAD	INV E- 239 -13	47.5	MINIMO	45.0	CUMPLE
12	ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS AGREGADOS FINOS (METODO RIEDEL-WEBER)	INV E- 774 -13	10	MINIMO	4.0	CUMPLE
13	PROPORCIÓN DE LLENANTE MINERAL DE APORTE % MINIMO EN PESO DEL LLENANTE TOTAL	INV E- 123 -13	100.0	MINIMO	50.0	CUMPLE
14	PESO UNITARIO APARENTE DEL LLENANTE EN KEROSENE	INV E- 225 -13	0.71	ENTRE	0,5-0,8	CUMPLE
15	PODER RIGIDIZANTE DE LLENANTE MINERAL	INV E- 712 -13	14.7	ENTRE	10,0-20,0	CUMPLE
16	DETERMINACION DEL CONTENIDO ORGANICO DE UN SUELO MEDIANTE EL ENSAYO DE PERDIDA POR IGNICION	INV E- 121 -13	0.0	MAXIMO	0.0	CUMPLE
17	ENSAYO LIMITE LIQUIDO,	INV E- 125 -13	N.L	IGUAL	N.L	CUMPLE
18	LIMITE PLASTICO E INDICE DE PASTICIDAD	INV E- 126 -13	N.P	IGUAL	N.P	CUMPLE
19	EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS	INV E- 133 -13	62	MINIMO	50.0	CUMPLE
20	VALOR DE AZUL DE METILENO EN AGREGADOS FINOS Y EN LLENANTE MINERAL	INV E- 235 -13	2.0	MAXIMO	8.0	CUMPLE

Oficina Avenida 15 No. 119A-03 Of. 325 - Teléfono 2 15 50 67 Bogotá : 7 90 09 80/ 7 90 07 85 E-mail: ltdapaviobras@gmail.com Página Web: www.paviobras.com

ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA FORMULA DE TRABAJO DEL DISEÑO

NORMA INV E-213-13 e INV E-214-13

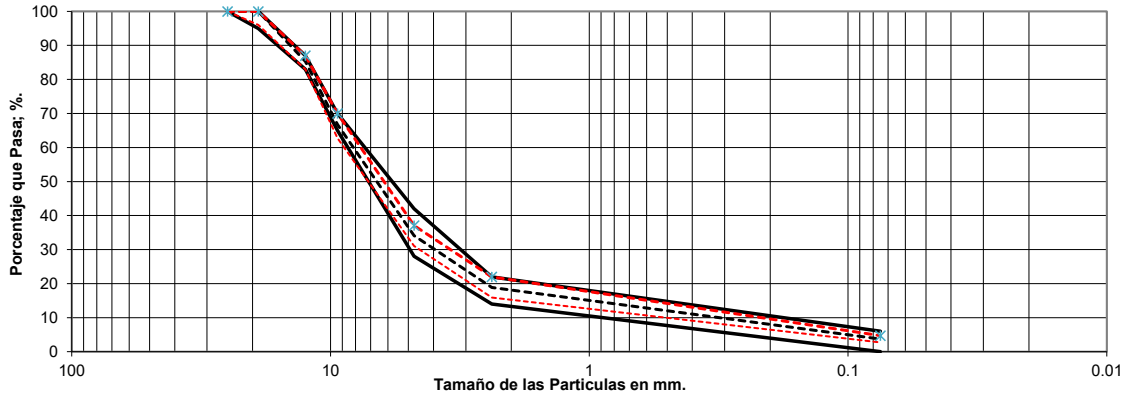
Fecha 14 de noviembre de 2025
Cliente: Paviobras S.A.S
Tipo de Material Caracterizacion de agregados mezcla tipo MCCh 25 B — **Muestra Nº** 1-25
Ubicación Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur — **Norma:** idu 625-18

CLASIFICACION		% RETENIDOS	
NORMA INV E-213-13 e INV E-214-13		GRAVAS%	14.7 %
Peso de la Muesta Seca sin Lavar(P1)en gramos	3625.2	ARENAS%	81.6 %
Peso de la muestra seca despues de lavado sobre tamiz No200 (P2)en gramos	3490.9	FINOS%	3.7 %
Porcentaje de material que pasa No.200 (P200):	3.7	TOTAL	100.0 %

TAMIZ		GRANULOMETRIA			CRITERIOS IDU 625-18			
Alterno.	Normal mm.	Peso retenido en gramos (P_i)	Porcentaje retenido (Pr_i)	Porcentaje que pasa.	Norma		Tolerancia	
-	-	0.0	0.0	**100.0**	**100**	**100**	100.0	100.0
-	-	0.0	0.0	**100.0**	**100**	**100**	100.0	100.0
-	-	0.0	0.0	**100.0**	**100**	**100**	100.0	100.0
2"	50	0.0	0.0	**100.0**	**100**	**100**	100.0	100.0
1"	25	0.0	0.0	**100.0**	**100**	**100**	100.0	100.0
3/4"	19	0.0	0.0	**100.0**	**95**	**100**	96.0	100.0
1/2"	12.5	533.6	14.7	**85.3**	**83**	**87**	83.0	87.0
3/8"	9.4	671.3	18.5	**66.8**	**65**	**70**	62.8	70.0
No.4	4.75	1184.3	32.7	**34.1**	**28**	**42**	31.1	37.1
No.8	2.38	551.8	15.2	**18.9**	**14**	**22**	15.9	22.0
No.200	0.075	549.9	15.2	**3.7**	**0**	**6**	2.7	4.7
Fondo		134.3	3.7					

Composicion Granulometrica de la Formula de Trabajo					%
Empaquetamiento por el método Bailey					
CA ratio	0.98	0.6 - 0.75			
FAc ratio	0.38	0,35 - 0,5			
FAf ratio	0.60	0,35 - 0,5			

REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA FORMULA DE TRABAJO.



Andrey Perilla

Vo.Bo:Ing:Pedro Juan Navarro Rodriguez

Oficina Avenida 15 No. 119A-03 Of. 325 - Teléfono 2 15 50 67 Bogotá : 7 90 09 80/ 7 90 07 85 E-mail: ltdapaviobras@gmail.com Página Web: www.paviobras.com

PAVIOBRAS S.A.S.

RESISTENCIA A LA DEGRADACION DE LOS AGREGADOS POR MEDIO DE LA MAQUINA DE LOS ANGELES

NORMA INV E-218-13 - INV E-219-13

Fecha 14 de noviembre de 2025

Cliente: Paviobras S.A.S

Fuente: Agregados Guayuriba/salitre blanco

Tipo de Muestra: Caracterizacion de agregados mezcla tipo MCCh 25 B

Localización: Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur

PRUEBA	1
No. de esferas	11
No. de revoluciones	500
Gradación usada	B
Peso = 1	5000
Peso = 2	3968.2
P1-P2= Pérdida	1031.8
% DE PERDIDA = ((P1 - P2) / P1) * 100	20.6

CRITERIOS IDU 620-18	30 % MAX	CUMPLE

DACION, CARGA ABRASIVA Y REVOLUCIONES

TAMAÑO		PESO Y GRADACION DE LA MUESTRA (Gramos)								
PASA		RETENIDO		A	B	C	D	E	F	G
Alterno	mm.	Alterno	mm.							
3"	76.2	2 1/2"	63.5					2500		
2 1/2"	63.5	2"	50.8					2500		
2"	50.8	1 1/2"	38.1					5000	5000	
1 1/2"	38.1	1"	25.4	1250					5000	5000
1"	25.4	3/4"	19.1	1250						5000
3/4"	19.1	1/2"	12.7	1250	2500					
1/2"	12.7	3/8"	9.5	1250	2500					
3/8"	9.5	1/4"	6.4			2500				
1/4"	6.4	No. 4	4.75			2500				
No. 4	4.75	No. 8	2.36				5000			
Número de Esferas.				12	11	8	6	12	12	12
No. de Revoluciones.				500	500	500	500	1000	1000	1000

Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo.Bo.Ing: Pedro Juan Navarro Rodriguez

Oficina Avenida 15 No. 119A-03 Of. 325 - Teléfono 2 15 50 67 Bogotá : 7 90 09 80/ 7 90 07 85 E-mail: ltdapaviobras@gmail.com
Página Web: www.paviobras.com

PAVIOBRAS S.A.S.

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DEL AGREGADO GRUESO DE LA DEGRADACION POR ABRASION UTILIZANDO EL APARATO MICRO - DEVAL

NORMA INV E-238-13

Fecha DE Ensayo 14 de noviembre de 2025
Cliente: Paviobras S.A.S.
Fuente: Agregados Guayuriba/salitre blanco
Tipo de Muestra: Caracterizacion de agregados mezcla tipo MCCh 25 B
Localización: Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur

ENSAYO No.	1
TAMAÑO MAXIMO DE LA MUESTRA	3/4"
TIPO DE COMBINACION UTILIZADA	1
PESO DE ESFERAS (g)	5000
A= PESO DE LA MUESTRA SECA ANTES DE ENSAYO (g)	1500.0
B= PESO DE LA MUESTRA SECA DESPUES DE ENSAYO (g)	1392.5
P1 - P2 = PERDIDA (g)	107.5
% DE PERDIDA = ((A - B) / A) * 100	7.2

CRITERIOS IDU 620-18	25 % MAX	CUMPLE

COMBINACIÓN TIPO 1.

TAMAÑO PASA Alterno	TAMAÑO PASA mm.	TAMAÑO RETENIDO Alterno	TAMAÑO RETENIDO mm.	Masa de cada una de las fracciones en gramos.
3/4"	19.1	5/8"	16.0	375
5/8"	16.0	1/2"	12.5	375
1/2"	12.5	3/8"	9.5	750

El agregado para la prueba consistirá en material que pasa el tamiz de 19,0 mm (3/4") y es retenido en el tamiz de 9,5 mm (3/8"). Para un total de muestra de 1500 g +/- 5 g .

Para esta combinación, el ensayo se realiza para un número de Revoluciones de 100 rpm +/- 5 rpm, durante 2 h ± 1 min.

COMBINACIÓN TIPO 2.

TAMAÑO PASA Alterno	TAMAÑO PASA mm.	TAMAÑO RETENIDO Alterno	TAMAÑO RETENIDO mm.	Masa de cada una de las fracciones en gramos.
1/2"	12.5	3/8"	9.5	750
3/8"	9.5	1/4"	6.3	375
1/4"	6.3	No. 4	4.75	375

En el caso donde el tamaño máximo nominal del agregado grueso sea 12,5 mm (1/2"). Para un total de muestra de 1500 g +/- 5 g .

Para esta combinación, el ensayo se realiza para un número de Revoluciones de 100 rpm +/- 5 rpm, durante 105 ± 1 min.

COMBINACIÓN TIPO 3.

TAMAÑO PASA Alterno	TAMAÑO PASA mm.	TAMAÑO RETENIDO Alterno	TAMAÑO RETENIDO mm.	Masa de cada una de las fracciones en gramos.
3/8"	9.5	1/4"	6.3	750
1/4"	6.3	No. 4	4.75	750

En el caso donde el tamaño máximo nominal del agregado grueso sea 9,5 mm (3/8"). Para un total de muestra de 1500 g +/- 5 g .

Para esta combinación, el ensayo se realiza para un número de Revoluciones de 100 rpm +/- 5 rpm, durante 95 ± 1 min.

OBSERVACIONES

Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

vo.Bo: Ing.Pedro Juan Navarro Rodriguez

PAVIOBRAS S.A.S.

DETERMINACION DEL VALOR DEL 10% DE FINOS

INV- E-224-13

Fecha **14 de noviembre de 2025** Muestra No. 1

Cliente: **PaviobrasS.A.S**

Fuente: **Agregados Guayuriba/salitre blanco**

Muestra: **Caracterizacion de agregados mezcla tipo MCCh 25 B**

Localización: **Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur**

CONDICION DE ENSAYO DEL AGREGADO RELACION SECO			
Ensayo No.	1	2	3
M1 - Peso en Gramos de la muestra para ensayo	2,503	2,500	2,504
M2 - Peso en Gramos de la fracción que pasa el tamiz No. 8 después de la penetración	253	250	250
M3 - Peso en Gramos de la fracción que retiene el tamiz No. 8 después de la penetración	2,250	2,250	2,254
m - Porcentaje de la fracción que retiene el tamiz No. 8 después de la penetración	10.1	10.0	10.0
f - Carga máxima de la penetración	185.0	186.0	184.0
Fuerza En (KN) Necesaria Para Producir 10% de Finos Sobre la Muestra.	184	186	184
Fuerza promedio en (KN) Necesaria Para Producir 10% de Finos Sobre la Muestra	**185**		

CONDICION DE ENSAYO DEL AGREGADO RELACION HUMEDO			
Ensayo No.	1	2	3
M1 - Peso en Gramos de la muestra para ensayo	2,510	2,510	2,511
M2 - Peso en Gramos de la fracción que pasa el tamiz No. 8 después de la penetración	276	276	276
M3 - Peso en Gramos de la fracción que retiene el tamiz No. 8 después de la penetración	2,234	2,234	2,235
m - Porcentaje de la fracción que retiene el tamiz No. 8 después de la penetración	11.0	11.0	11.0
f - Carga máxima de la penetración	174.0	172.0	174.0
Fuerza En (KN) Necesaria Para Producir 10% de Finos Sobre la Muestra.	162	161	162
Fuerza promedio en (KN) Necesaria Para Producir 10% de Finos Sobre la Muestra	**162**		

RESULTADO SECO

CRITERIOS IDU 620-18	**110 kN**	**MIN**	**185 kN**	**CUMPLE**

RESULTADO HUMEDO/SECO

CRITERIOS IDU 620-18	**75 kN**	**MIN**	**88 kN**	**CUMPLE**

OBSERVACIONES La Masa de la fracción que retiene el tamiz No. 8 después de la penetración
No puede variar en masde 10 Gramos de una a la otra

Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

VoBo.Ing:Pedro Juan Navarro Rodriguez

Oficina Avenida 15 No. 119A-03 Of. 325 - Teléfono 2 15 50 67 Bogotá : 7 90 09 80/ 7 90 07 85 E-mail: ltdapaviobras@gmail.com Página Web: www.paviobras.com

PAVIOBRAS S.A.S.

DETERMINACIÓN DE LA LIMPIEZA SUPERFICIAL DE LAS PARTICULA DE AGREGADO GRUESO

NORMA INV E-237-13

Fecha 14 de noviembre de 2025
Cliente: Paviobras S.A.S
Fuente: Agregados Guayuriba/salitre blanco
Muestra: Caracterizacion de agregados mezcla tipo MCCh 25 B
Localización: Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur

		Tamaño Maximo; D:		**3/4"**	=	**19.05 mm**
Tamaño de la Muestra; M:						
		200 * D	<	**M**	<	500 * D
	3 810 g		<	**M**	<	**9 525 g**

PRUEBA No.	**1**	**2**	
M = Peso Total de la Muestra Humeda: gr.	5,000.0	5,000.0	
Mlh = Peso de la Muestra humeda sin lavar gr.	2,510.0	2,503.0	
Mls = Peso de la Muestra seca sin Lavar: gr	2,490.0	2,497.0	
Mh = Peso de la Muestra Humeda para Ensayo de Lavado: gr.	2,490.0	2,497.0	
m = Peso de la Muestra Seca, Lavada y Tamizada; gr.	2,458.1	2,478.8	
Is = indice de Sequedad = Mls/M1h	0.99	1.00	
Ms = Masa Seca = Mh*Is.	2,470.2	2,491.0	
Impureza = Ms -m.	12.1	12.2	**promedio**
Coeficiente de Limpieza Superficial = (Ms-m)/Ms*100	**0.49**	**0.49**	**0.49**

CRITERIOS IDU 620-18	**0.5 % MAX**	**CUMPLE**

OBSERVACIONES

Andrey Perilla

Vo.Bo: Ing. Pedro Juan Navarro Rodriguez

PAVIOBRAS S.A.S.

PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN UN AGREGADO GRUESO

NORMA INV E-227-13

Fecha 14 de noviembre de 2025
Cliente: Paviobras S.A.S
Fuente: Agregados Guayuriba/salitre blanco
Muestra: Caracterizacion de agregados mezcla tipo MCCh 25 B
Localización: Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur

UNA CARA FRACTURADA - NORMA INV E-227/13.

TAMAÑO DE CADA FRACCION				PESO DE CADA FRACCION EN GRAMOS	PESO PARTICULAS CON UNA CARA FRACTURADA EN GRAMOS	PESO PARTICULAS SIN CARAS FRACTURADAS EN GRAMOS	% DE PARTICULAS CON UNA CARA FRACTURADA
Pasa Tamiz.		Retiene Tamiz			F	N	P
1 1/2"	38,1mm	1"	25,4mm	0.0	0.0	0.0	0.0
1"	25,4mm	3/4"	19,1mm	0.0	0.0	0.0	0.0
3/4"	19,1mm	1/2"	12,7mm	533.6	525.2	8.4	98.4
1/2"	12,7mm	3/8"	9,5mm	671.3	666.9	4.4	99.3
3/8"	9,5mm	No.4	4,75 mm	1184.3	1168.7	15.6	98.7
PESO TOTAL				2389.2	2360.8	28.4	
PORCENTAJE TOTAL DE CARAS FRACTURADAS - UNA CARA							**98.8**

CRITERIOS IDU 620-18	90 % MIN	CUMPLE

DOS CARAS FRACTURADAS -NORMA INV E-227/13.

TAMAÑO DE CADA FRACCION				PESO DE CADA FRACCION EN GRAMOS	PESO PARTICULAS CON DOS CARAS FRACTURADAS EN GRAMOS	PESO PARTICULAS SIN CARAS FRACTURADAS EN GRAMOS	% DE PARTICULAS CON DOS CARAS FRACTURADAS
Pasa Tamiz.		Retiene Tamiz			F	N	P
1 1/2"	38,1mm	1"	25,4mm	0.0	0.0	0.0	0.0
1"	25,4mm	3/4"	19,1mm	0.0	0.0	0.0	0.0
3/4"	19,1mm	1/2"	12,7mm	533.6	514.3	19.3	96.4
1/2"	12,7mm	3/8"	9,5mm	671.3	659.9	11.4	98.3
3/8"	9,5mm	No.4	4,75 mm	1184.3	1162.2	22.1	98.1
PESO TOTAL				2389.2	2336.4	52.8	
PORCENTAJE TOTAL DE CARAS FRACTURADAS - DOS CARAS							**97.6**

CRITERIOS IDU 620-18	75 % MIN	CUMPLE

OBSERVACIONES:

Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo.Bo.Ing: Pedro Juan Navarro Rodriquez

PAVIOBRAS S.A.S.

PROPORCION DE PARTICULAS PLANAS, ALARGADAS O PLANAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS GRUESOS

NORMA INV E-240-13

Fecha Ensayo: 14 de noviembre de 2025
Cliente: Paviobras S.A.S **Muestra No.:** 1
Fuente: Agregados Guayuriba/salitre blanco
Muestra: Caracterizacion de agregados mezcla tipo MCCh 25 B
Localización: Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur

RELACION 1:5

PARTICULAS PLANAS Y ALARGADAS - INV E-240/13.

FRACCION	% Retenido en la Gradación	Masa de la muestra Inicial, g.	Masa a ensayar, g.	Número de particulas a ensayar.	Masa de particulas Planas, g.	Número Particulas Planas.	% Masa Planas	% Particulas Planas.
		M1	M2	P1	M3	P2	(M3*100)/M 2	(P2*100)/P1
2"								
1 1/2"								
1"	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1/2"	14.7	533.6	533.6	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/8"	18.5	1184.3	1184.3	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL		1717.9	1717.9					

INDICE PROMEDIO DE PARTICULAS PLANAS Y LARGAS **0 %**

CRITERIOS IDU 620-18	10 % MAX	CUMPLE

OBSERVACIONES:

Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo.Bo. Ing: Pedro Juan Navarro Rodriguez

Oficina Avenida 15 No. 119A-03 Of. 325 - Teléfono 2 15 50 67 Bogotá : 7 90 09 80/ 7 90 07 85 E-mail: ltdapaviobras@gmail.com Página Web: www.paviobras.com

PAVIOBRAS S.A.S.

DETERMINACION DEL COEFICIENTE DEL PULIMENTO ACELERADO (CPA) DE LOS AGREGADOS GRUESOS INV E-232-07. INV E-792-07

Fecha 14 de noviembre de 2025

Cliente: Paviobras S.A.S

MUESTRA 1

Fuente: Agregados Guayuriba/salitre blanco

Tipo de Muestra: Caracterizacion de agregados mezcla tipo MCCh 25 B

Localización: Planta De Mezclas Asfalticas Paviobras S.A.S

PROBETA	PASADA	LECTURA	PROMEDIO PROBETA	PROMEDIO
1	1	0.55	0.53	0.55
	2	0.55		
	3	0.55		
	4	0.50		
	5	0.50		
2	1	0.56	0.56	
	2	0.56		
	3	0.56		
	4	0.56		
	5	0.56		
3	1	0.56	0.56	
	2	0.56		
	3	0.56		
	4	0.56		
	5	0.56		

COEFICIENTE DE PULIMIENTO ACELERADO	0.55

CRITERIOS IDU 620-18	0.5 % MIN	CUMPLE

OBSERVACIONES

Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo.Bo. ING: Pedro Juan Navarro Rodriquez

PAVIOBRAS S.A.S.	ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS. METODO RIEDEL - WEBER Y AGUA HERVIDA.	
	INV 757-13 774-13	PAG 1 DE 1

FECHA : 14 de noviembre de 2025
CLIENTE : Paviobras S.A.S
TIPO DE MUESTRA : Caracterizacion de agregados mezcla tipo MCCh 25 B
LOCALIZACIÓN: Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur

ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS AGREGADOS FINOS INV E-774-13

VALOR PROMEDIO DEL PESO ESPECIFICO APARENTE DEL MATERIAL= 2.539 g/cm^3.

Solución de Ensayo.	Índice de Adhesividad.
Desplazamiento total con agua destilada	0
M/256	1
M/128	2
M/64	3
M/32	4
M/16	5
M/8	6
M/4	7
M/2	8
M/1	9
Si no hay desprendimiento total con la solución M/1.	10

INDICE DE ADHESIVIDAD RIEDEL WEBER = 10

CRITERIOS IDU 620-18	4	MIN	CUMPLE

EFECTO DEL AGUA SOBRE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS SUELTAS INV E-757-13

INDICE DE ADHESIVIDAD AGUA HERVIDA = MAYOR AL 98%

OBSERVACIONES:

Jefe de Laboratorio: Tec.Andrey Perilla

Vo. Bo.: Ing. Pedro Juan Navarro Rodriguez

PAVIOBRAS S.A.S.

CONTENIDO DE ARENA NATURAL

Fecha	**14 de noviembre de 2025**
Cliente:	**Paviobras S.A.S.**
Fuente:	**Gravillera Albania**
Tipo de Muestra:	**Caracterizacion de agregados mezcla tipo MCCh 25 B**
Localización:	**Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66-Sur**

PROPORCION MAXIMA DE ARENA NATURAL, EN PESO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

PESO INICIAL (gr) :	PESO RETENIDO	ARENA TRITURADA	ARENA NATURAL
TOTAL	**1236.0**	**1236.0**	**0.0**

PORCENTAJE EN PESO	**100%**	**0%**
TOTAL	**100%**	

CRITERIOS IDU 620-18	**25.0 %**	**MAXIMO**	**CUMPLE**

Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo.Bo. ING: Pedro Juan Navarro Rodriquez

PAVIOBRAS S.A.S.

CONTENIDO DE VACIOS DEL AGREGADO FINO NO COMPACTADO ENSAYO DE ANGULARIDAD.NORMA INV E-239-13

Fecha 14 de noviembre de 2025
Cliente: Paviobras S.A.S
Tipo de Muestra: Caracterizacion de agregados mezcla tipo MCCh 25 B
Localización: Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur
Descripcion: Metodo de Prueva A.

FRACCIÓN DE TAMAÑO INDIVIDUAL	MASA (g)
2,36 mm (No.8) a 1,18 mm (No.16)	44
1,18 mm (No 16) a 600 µm (No 30)	57
600 µm (No 30) a 300 µm (No 50)	72
300 µm (No 50) a 150 µm (No 100)	17
TOTAL FRACCIONES	190

DATOS DEL ENSAYO	UN	1	2
Vol. Del cilindro **V**	(cm3)	100.1	100.1
Metodo de Ensayo	-	A	A
Peso Cilindro **C**	(g)	224.71	224.71
Peso Cilindro + Material **P**	(g)	358.10	358.00
Peso Material **W = (P-C)**	(g)	133.39	133.29
Densidad bulk del agregado (G)	(g)	2.539	2.539
Porcentaje de Vacios del Material **U=((V-(W/G))/V*100**	-	47.5	47.6
Porcentaje de Vacios (Promedio)		47.5	

CRITERIOS IDU 620-18	45 % MIN	CUMPLE

OBSERVACIONES

Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo.Bo.Ing: Pedro Juan Navarro Rodriguez

PAVIOBRAS S.A.S.

PROPORCIÓN DE LLENANTE MINERAL DE APORTE % MINIMO EN PESO DEL LLENANTE TOTAL

INV E-123-13.

Fecha 14 de noviembre de 2025

Cliente: Paviobras S.A.S

Tipo de Muestra: Caracterizacion de agregados mezcla tipo MCCh 25 B

Localización: Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur

% DE MATERIAL FINO	APORTE LLENANTE	APORTE MEZCLA	3.7
COMPOSICIÓN			
Grava 3/4"	0.6 %	1.8	0.07 %
Grava 1/2"	1.7 %	29.9	1.11 %
Arena trituracion	15.4 %	62.4	2.31 %
Arena trituracion lavada	3.1 %	5.9	0.22 %
TOTAL		100.0 %	3.7 %

CRITERIOS IDU 620-18	50.0 % MIN	CUMPLE

CRITERIO DE ACEPTACION

Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo.Bo.Ing:Pedro juan Navarro Rodriguez

Oficina Avenida 15 No. 119A-03 Of. 325 - Teléfono 2 15 50 67 Bogotá : 7 90 09 80/ 7 90 07 85 E-mail: ltdapaviobras@gmail.com Página Web: www.paviobras.com

PAVIOBRAS S.A.S.

DENSIDAD BULK DEL LLENANTE MINERAL EN KEROSENE.

NORMA INV- E-225-13,

CONCENTRACION CRITICA DEL LLENANTE MINERAL EN MEZCLAS DE CONCRETO ASFALTICO NORMA INV E-745-13

Fecha 14 de noviembre de 2025
Cliente: Paviobras S.A.S
Muestra: Caracterizacion de agregados mezcla tipo MCCh 25 B
Localización: Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur

PESO UNITARIO APARENTE DEL LLENANTE EN KEROSENE. INV E-225/13			
ENSAYO No.	1	2	
PESO DE LA MUESTRA SECA g.	10	10	
VOLUMEN DE LA MUESTRA EN TOLUENO cm^3.	14	14	
PESO ESPECIFICO DE LLENANTE MINERAL g/cm^3.	0.71	0.71	
VALOR PROMEDIO DEL PESO ESPECIFICO DE LLENANTE EN KEROSENE =	**0.71**		**g/cm^3.**

CRITERIOS IDU 620-18	**0.5**	**0.8**	**CUMPLE**

CONCENTRACION CRITICA DE LLENANTE EN MEZCLAS DE CONCRETO ASFALTICO. INV E-745/13.		
PRUEBA	**1**	**2**
P Peso de la muestra de llenante (GR)	10	10
V Volumen del sedimento (cm3)	11.2	11.3
Gs Gravedad especifica del llenante	2.622	2.622
Cs concentracion critica del llenante Cs= p/(v*Gs) (g)	0.34	0.34
PROMEDIO	**0.34**	

INV E-745/13 - 0,66 Calculo de la concentración real del volumen del llenante en la mezcla que se ha diseñado:		
Cv = concentración real del volumen de llenante, Cv= F/(F+A)		**0.23**
F = volumen de llenante en la mezcla,		1.328
A = volumen del asfalto en la mezcla , P_{be}/G_b	$F = \frac{P_s \times P_{0.075mm}}{G_s \times 100} = \frac{(100 - P_b) \times P_{0.075mm}}{G_s \times 100}$	4.30
P_{0075mm}		3.7
Gs Gravedad especifica del llenante		2.622
P_b (%Asf)		6.0
Pbe (% de asfalto efectivo)		4.43
Gb (Peso Especifico del Asfalto)		1.030

CRITERIOS IDU 620-18	**0.34**	**MAXIMO**	**CUMPLE**

OBSERVACIONES **100% Material que pasa el tamiz No. 200 de La Formula de Trabajo**

Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo.Bo.Ing:Pedro Juan Navarro Rodriguez

PAVIOBRAS S.A.S.

PODER RIGIDIZANTE DE LLENANTE MINERAL (EQUIPO DE ANILLO Y BOLA)

NORMA INV E-712-13

Fecha 14 de noviembre de 2025
Cliente: Paviobras S.A.S
Tipo de Muestra: Caracterizacion de agregados mezcla tipo MCCh 25 B
Localización: Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur
Descripcion: MEZCLA 40% ASFALTO Y 60% LLENANTE

MUESTRA	PUNTO DE ABLANDAMIENTO
ASFALTO PURO	67.8
MEZCLA 60% LLENANTE - 40% ASFALTO	82.5
VALOR PODER RIGIDIZANTE	**14.7**

CRITERIOS IDU 620-18	10	20	CUMPLE

OBSERVACIONES El asfalto utilizado para la producción de la mezcla.
corresponde a un asfalto modificado con GCR IDU 200-18 Ecopetrol Barranca.

Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo.Bo.Ing: Pedro Juan NavarroRodriguez

PAVIOBRAS S.A.S.

ENSAYO MATERIA ORGANICA POR IGNICIÓN

INV E - 121-13 | PAG 1 DE 1

Fecha Ensayo: 14 de noviembre de 2025
Cliente: Paviobras S.A.S
Tipo de Muestra: Caracterizacion de agregados mezcla tipo MCCh 25 B
Localización Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur

Muestra No. 1

ENSAYO	1	2	3	4
Molde No.	1	2	3	
Peso Muestra Seca + Capsula; g .	30.00	30.00	30.00	
Peso Capsula; g .	16.50	16.85	16.12	
Peso Muestra Seca Después de Ignición + Capsula; g .	30.00	30.00	30.00	PROMEDIO
Materia Orgánica; %	0.0	0.0	0.0	0.0 %

CRITERIOS IDU 510-11	0.0 % MIN	CUMPLE

Observaciones:

Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Ing.Pedro juan Navarro

PAVIOBRAS S.A.S.

ENSAYO LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PASTICIDAD

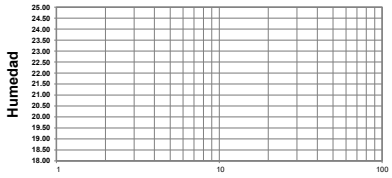
INV-E-125-13 INV-E-126-13

Fecha 14 de noviembre de 2025
Cliente Paviobras S.A.S
Tipo de Muestra Caracterizacion de agregados mezcla tipo MCCh 25 B
Localización: Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera17ANº81A-66- Sur

LIMITES DE ATTERBERG			
Límite Líquido			
No GOLPES			
RECIP. No.			
PESO DE RECIP. + S.H.			
PESO DE RECIP. + S.S.			
PESO RECIPIENTE			
PESO AGUA			
PESO SUELO SECO			
% HUMEDAD			
Límite Plástico			
RECIP. No.			
PESO DE RECIP. + S.H.			
PESO DE RECIP. + S.S.			
PESO RECIPIENTE			
PESO AGUA			
PESO SUELO SECO			
% HUMEDAD			

LIMITES DE ATTERBERG

Curva de fluidez multiple INV E-125



Número de golpes; N

Indice de plasticidad	
Limite liquido; LL: INV E-125-13	NP
Limite Plastico; LP: INV E-126-13	NP
IP: INV E-126-13	NP

Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo.Bo.Ing: Pedro Juan Navarro Rodriguez

Oficina Avenida 15 No. 119A-03 Of. 325 - Teléfono 2 15 50 67 Bogotá : 7 90 09 80/ 7 90 07 85 E-mail: ltdapaviobras@gmail.com Página Web: www.paviobras.com

PAVIOBRAS S.A.S.

EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS

NORMA INV E-133-13.

Fecha 14 de noviembre de 2025
Cliente: Paviobras S.A.S
Tipo de Muestra: Caracterizacion de agregados mezcla tipo MCCh 25 B
Localización: Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur
Descripcion: 100% Material que pasa el tamiz # 4 de la formula de trabajo

	EQUIVALENTE DE ARENA - INV E-133/13.		
MUESTRAS	LECTURA DE ARCILLA	LECTURA DE ARENA	EQUIVALENTE DE ARENA
MUESTRA No 1	300.0	184.0	61
MUESTRA No 2	300.0	185.0	62
MUESTRA No 3	300.0	185.0	62
	PROMEDIO	62	

CRITERIOS IDU 620-18	50 % MIN	CUMPLE

VALOR DE AZUL DE METILENO EN AGREGADOS FINOS Y EN LLENANTE MINERAL INV E-235-13

PRUEBA No.	1	2
V1= ml de solución de azul de metileno requerida en la titulación.	40.0	40.0
M1= Gramos de material seco utilizado en la prueba.	200.0	200.0
VA= Valor de Azul de Metileno.	2.0	2.0
VA = (V1/M1)*10	2.0	

CRITERIOS IDU 620-18	8 MAX	CUMPLE

Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo.Bo:Ing.Pedro Juan Navarro Rodriguez

PAVIOBRAS S.A.S.

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA
ANÁLISIS MARSHALL MEZCLA DENSA CALIENTE

Version 02
01 junio 2017
Dm_asf_10

Fecha: 14 de noviembre de 2025
Cliente: Paviobras S.A.S
Muestra: Diseño Mezcla asfáltica en caliente con asfalto modificado con grano de caucho tipo MCCh 25-B
Norma: idu 625-18
Localización: Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur
Fuente Guayuriba

DATOS MARSHALL "FORMULA DE TRABAJO FINAL DE DISEÑO"

CARACTERISTICAS		NORMA ENSAYO INV	RESULTADO	CRITERIOS IDU 625-18			CUMPLE (SI/NO)
				CRITERIO	VALOR		
PORCENTAJE DE ASFALTO OPTIMO (FORMULA DE TRABAJO)		-	6	ENTRE	5.7	6.3	REPORTAR
COMPACTACION (golpes/cara)		INV E- 748 -13	75.0	IGUAL	75		CUMPLE
Gravedad especifica bulk		INV E- 736 -13	2.319	REPORTAR	-		REPORTAR
GRAVEDAD ESPECIFICA MAXIMA DE MEZCLAS ASFALTICAS PARA PAVIMENTOS .		INV E- 735 -13	2.434	REPORTAR	-		REPORTAR
ESTABILIDAD minima (kN)		INV E- 748 -13	12.60	MAYOR	9.5		CUMPLE
FLUJO (mm)		INV E- 748 -13	3.0	ENTRE	2.5	5.0	CUMPLE
RELACION ESTABILIDAD / FLUJO (kN./mm)		INV E- 748 -13	4.2	REPORTAR			REPORTAR
VACIOS CON AIRE (Va) %		INV E- 736 -13	4.8	ENTRE	4.0	6.0	CUMPLE
VACIOS EN LOS AGREGADOS MINERALES (VAM)%		INV E- 799 -13	14.7	MAYOR	14.0		CUMPLE
VACIOS LLENOS DE ASFALTO (VFA) %		INV E- 799 -13	67.6	ENTRE	65.0	75.0	CUMPLE
RELACION LLENANTE / LIGANTE EFECTIVO EN PESO		INV E- 799 -13	0.8	ENTRE	0.8	1.2	CUMPLE
CONCENTRACION DE LLENANTE, VALOR MAXIMO		INV E- 745 -13	0.23	MAXIMO	0.34		CUMPLE
EVALUACION DE PROPIEDADES DE EMPAQUETAMIENTO POR METODO BAILEY		-	1.0	REPORTAR	-		REPORTAR
			0.4		-		REPORTAR
			0.6		-		REPORTAR
ESPESOR PROMEDIO DE PELICULA DE ASFALTO, MINIMO µm		INV E- 741 -13	12.4	MINIMO	7.5		CUMPLE
ADHERENCIA: RESISTENCIA RETENIDA, % MINIMO		INV E- 725 -13	86.4	MINIMO	75		CUMPLE
RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA PISTA DE ENSAYO DE LABORATORIO A TRES (VALORES DISTINTOS DE % DE ASFALTO	5.8%	INV E- 756 -13	12.62	REPORTAR	-		REPORTAR
	6.0%		11.77	MAXIMO	15		CUMPLE
	6.2%		10.59	REPORTAR	-		REPORTAR
ENSAYO DE MÓDULO RESILIENTE SOBRE MEZCLAS ASFÁLTICAS (Mpa)		UNE-EN-12697-26-2012	11793.0	REPORTAR	-		REPORTAR
RESISTENCIA A LA FATIGA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS (ε6 (µm/m))		NORMA EN 12697-24 ANEXO D	144.7	REPORTAR	-		REPORTAR

Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo.Bo.Ing: Pedro Juan Navarro Rodriguez

PAVIOBRAS S.A.S.

DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA POR EL TAMIZ No.200 EN LOS AGREGADOS PETREOS MEDIANTE LAVADO. ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS.

NORMA INV E-213-13 e INV E-214-13

Fecha. 14 de noviembre de 2025
Cliente: Paviobras S.A.S — Muestra No. 1
Muestra Grava 3/4"
Fuente: Agregados Guayuriba
Ubicación Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur

TAMIZ		ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS			
Alterno.	Normal mm.	Peso retenido en gramos (P_i)	Porcentaje retenido (Pr_i)	Porecntaje retenido acumulado (Pa_i)	Porcentaje que pasa.
-	-	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
-	-	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
-	-	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
-	-	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
-	-	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
2"	50.00	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
1"	25.00	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
3/4"	19.00	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
1/2"	12.50	**3 920.1**	78.4	78.4	**21.6**
3/8"	9.40	**786.9**	15.7	94.1	**5.9**
No.4	4.750	**142.1**	2.8	97.0	**3.0**
No.8	2.380	**64.5**	1.3	98.3	**1.7**
No.200	0.075	**59.0**	1.2	99.4	**0.6**
fondo		**27.6**	0.6	100.0	
Sumatoria.		5 000.0	100.0		

CLASIFICACION

NORMA INV E-213 -13 -INV-214-13

Peso de la muestra seca sin lavar (P1) en gramos:	**5 000.0**
Peso de la muestra seca despues de lavado sobre el T200 (P2) en gramos:	**4 972.4**
Porcentaje que pasa 200 (P200):	**27.6**

% RETENIDOS

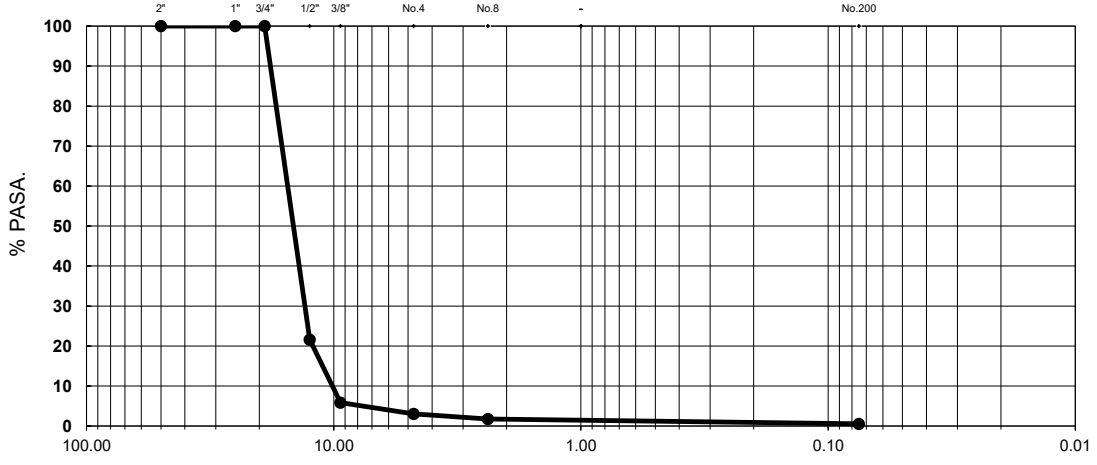
GRAVAS.%	**78.4 %**
ARENAS.%	**21.0 %**
FINOS.%	**0.6 %**
TOTAL:	**100.0 %**

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido:	**NP**	
Límite Plástico:	**NP**	**Norma INV E-126-13.**
I. de Plasticidad:	**NP**	**Norma INV E-126-13.**
Observaciones:		

idu 625-18

CURVA GRANULOMETRICA.



Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo.Bo: Ing: Pedro Juan Navarro Rodriquez

PAVIOBRAS S.A.S.

DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA POR EL TAMIZ No.200 EN LOS AGREGADOS PETREOS MEDIANTE LAVADO. ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS.

NORMA INV E-213-13 e INV E-214-13

Fecha. 14 de noviembre de 2025
Cliente: Paviobras S.A.S — Muestra No. 1
Muestra Grava 1/2"
Fuente: Agregados Guayuriba
Ubicación Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur

TAMIZ		ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS			
Alterno.	**Normal mm.**	Peso retenido en gramos (P_i)	Porcentaje retenido (Pr_i)	Porecntaje retenido acumulado (Pa_i)	Porcentaje que pasa.
-	-	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
-	-	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
-	-	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
-	-	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
-	-	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
2"	50.00	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
1"	25.00	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
3/4"	19.00	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
1/2"	12.50	**402.4**	8.0	8.0	**92.0**
3/8"	9.40	**1 259.8**	25.2	33.2	**66.8**
No.4	4.750	**2 348.7**	47.0	80.2	**19.8**
No.8	2.380	**681.8**	13.6	93.9	**6.1**
No.200	0.075	**223.5**	4.5	98.3	**1.7**
fondo		**83.9**	1.7	100.0	
Sumatoria.		5 000.0	100.0		

CLASIFICACION

NORMA INV E-213 -13 -INV-214-13

Peso de la muestra seca sin lavar (P1) en gramos:	**5 000.0**
Peso de la muestra seca despues de lavado sobre el T200 (P2) en gramos:	**4 916.1**
Peso que pasa 200 (P200):	**83.9**

% RETENIDOS

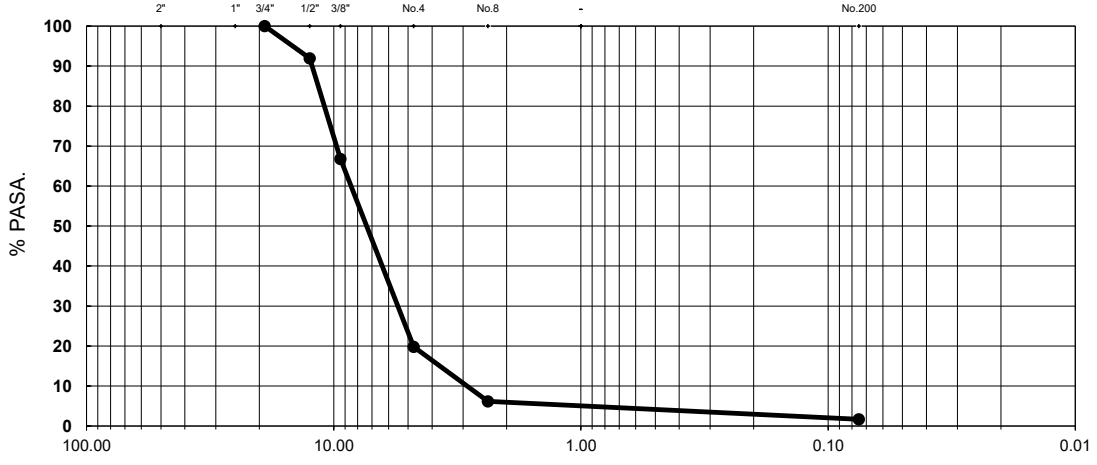
GRAVAS.%	**8.0 %**
ARENAS.%	**90.3 %**
FINOS.%	**1.7 %**
TOTAL:	**100.0 %**

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido:	**NP**	
Límite Plástico:	**NP**	**Norma INV E-126-13.**
I. de Plasticidad:	**NP**	**Norma INV E-126-13.**
Observaciones:		

idu 625-18

CURVA GRANULOMETRICA.



Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo.Bo: Ing: Pedro Juan Navarro Rodriquez

PAVIOBRAS S.A.S.

DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA POR EL TAMIZ No.200 EN LOS AGREGADOS PETREOS MEDIANTE LAVADO. ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS.

NORMA INV E-213-13 e INV E-214-13

Fecha. 14 de noviembre de 2025
Cliente: Paviobras S.A.S — Muestra No. 1
Muestra Arena de trituracion
Fuente: salitre blanco
Ubicación Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur

TAMIZ		ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS			
Alterno.	**Normal mm.**	Peso retenido en gramos (P_i)	Porcentaje retenido (Pr_i)	Porecntaje retenido acumulado (Pa_i)	Porcentaje que pasa.
-	-	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
-	-	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
-	-	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
-	-	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
-	-	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
2"	50.00	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
1"	25.00	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
3/4"	19.00	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
1/2"	12.50	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
3/8"	9.40	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
No.4	4.750	**333.6**	8.3	8.3	**91.7**
No.8	2.380	**1 186.3**	29.7	38.0	**62.0**
No.200	0.075	**1 863.9**	46.6	84.6	**15.4**
fondo		**616.3**	15.4	100.0	
Sumatoria.		4 000.0	100.0		

CLASIFICACION

NORMA INV E-213 -13 -INV-214-13

Peso de la muestra seca sin lavar (P1) en gramos:	**4 000.0**
Peso de la muestra seca despues de lavado sobre el T200 (P2) en gramos:	**3 383.7**
Peso que pasa 200 (P200):	**616.3**

% RETENIDOS

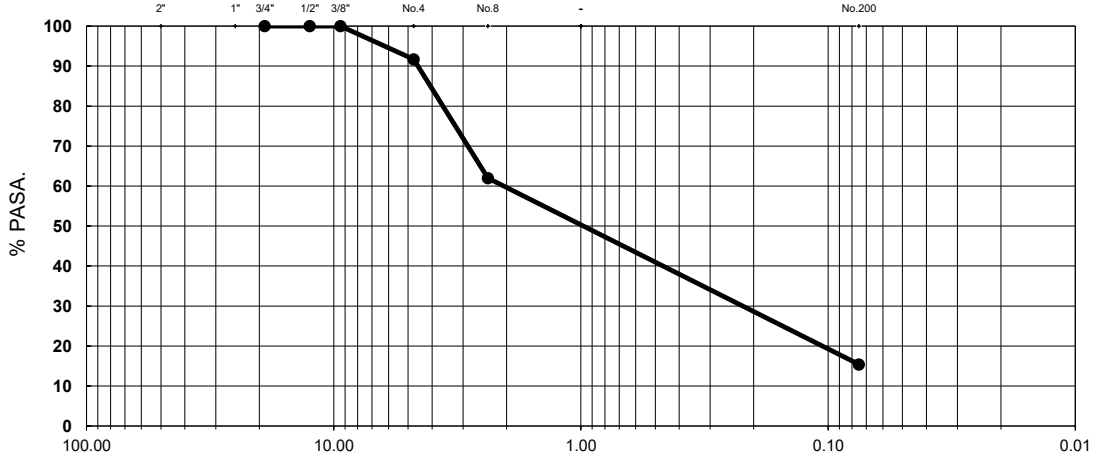
GRAVAS.%	**0.0 %**
ARENAS.%	**84.6 %**
FINOS.%	**15.4 %**
TOTAL:	**100.0 %**

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido:	**NP**	
Límite Plástico:	**NP**	**Norma INV E-126-13.**
I. de Plasticidad:	**NP**	**Norma INV E-126-13.**
Observaciones:		

idu 625-18

CURVA GRANULOMETRICA.



Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo.Bo: Ing: Pedro Juan Navarro Rodriquez

PAVIOBRAS S.A.S.

DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA POR EL TAMIZ No.200 EN LOS AGREGADOS PETREOS MEDIANTE LAVADO. ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS.

NORMA INV E-213-13 e INV E-214-13

Fecha. 14 de noviembre de 2025
Cliente: Paviobras S.A.S — Muestra No. 1
Muestra Arena de trituracion
Fuente: Agregados Guayuriba
Ubicación Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur

TAMIZ		ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS			
Alterno.	Normal mm.	Peso retenido en gramos (P_i)	Porcentaje retenido (Pr_i)	Porecntaje retenido acumulado (Pa_i)	Porcentaje que pasa.
-	-	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
-	-	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
-	-	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
-	-	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
-	-	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
2"	50.00	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
1"	25.00	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
3/4"	19.00	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
1/2"	12.50	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
3/8"	9.40	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
No.4	4.750	**42.1**	1.1	1.1	**98.9**
No.8	2.380	**924.6**	23.1	24.2	**75.8**
No.200	0.075	**2 907.6**	72.7	96.9	**3.1**
fondo		**125.7**	3.1	100.0	
Sumatoria.		4 000.0	100.0		

CLASIFICACION

NORMA INV E-213 -13 -INV-214-13

Peso de la muestra seca sin lavar (P1) en gramos:	**4 000.0**
Peso de la muestra seca despues de lavado sobre el T200 (P2) en gramos:	**3 874.3**
Peso que pasa 200 (P200):	**125.7**

% RETENIDOS

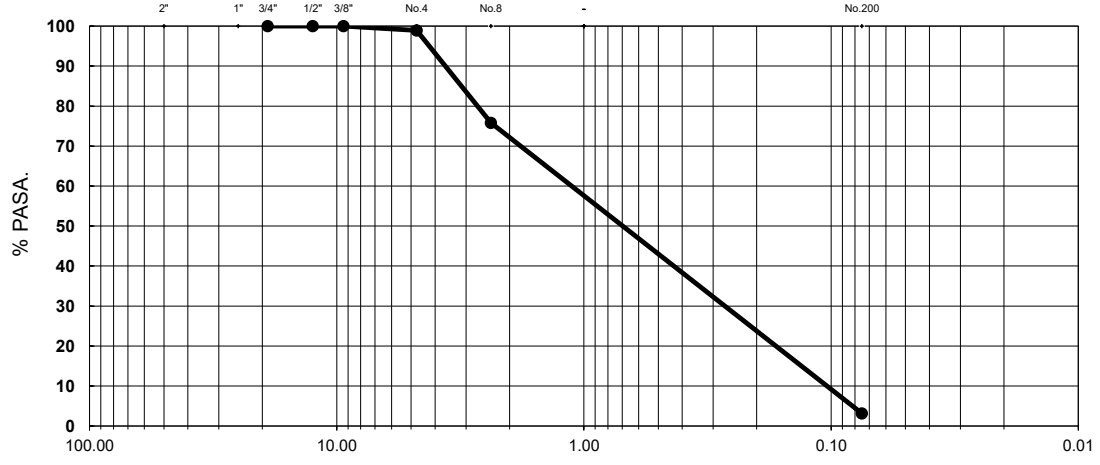
GRAVAS.%	**0.0 %**
ARENAS.%	**96.9 %**
FINOS.%	**3.1 %**
TOTAL:	**100.0 %**

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido:	**NP**	
Límite Plástico:	**NP**	**Norma INV E-126-13.**
I. de Plasticidad:	**NP**	**Norma INV E-126-13.**
Observaciones:		

idu 625-18

CURVA GRANULOMETRICA.



Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo.Bo: Ing: Pedro Juan Navarro Rodriquez

PAVIOBRAS S.A.S.

ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA FORMULA DE TRABAJO DEL DISEÑO

NORMA INV E-213-13 e INV E-214-13

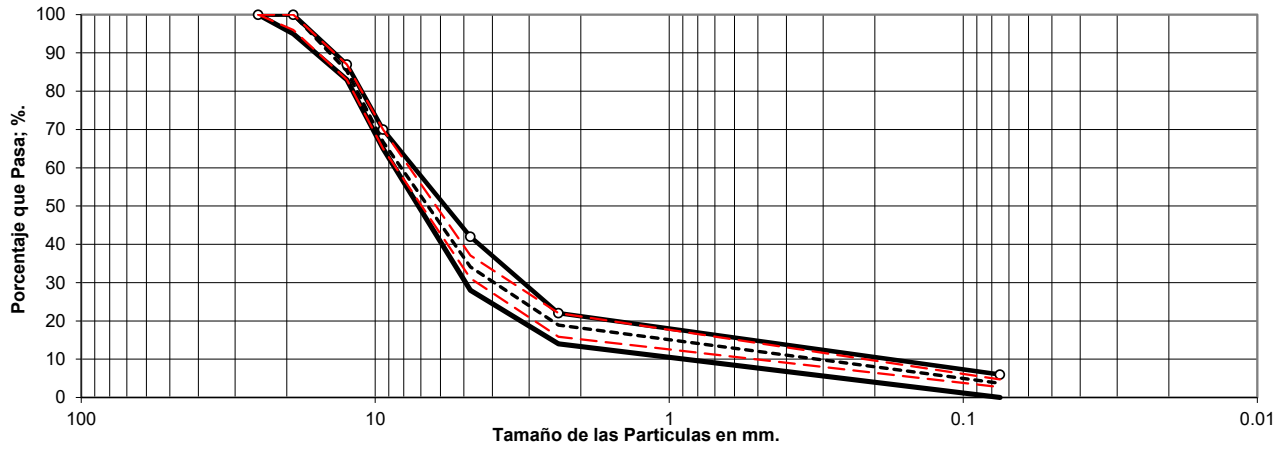
Fecha	**14 de noviembre de 2025**		
Cliente:	**Paviobras S.A.S**		
Tipo de Material	**Diseño Mezcla asfáltica en caliente con asfalto modificado con grano de caucho tipo MCCh 25-B**	**Muestra Nº**	**1-25**
Ubicación	**Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur**	**Norma:**	**idu 625-18**

CLASIFICACION		**% RETENIDOS**	
NORMA INV E-213-13 e INV E-214-13		**GRAVAS%**	**14.7 %**
Peso de la Muesta Seca sin Lavar(P1)en gramos	**5000.0**	**ARENAS%**	**81.6 %**
Peso de la muestra seca despues de lavado sobre tamiz No200 (P2)en gramos	**4814.7**	**FINOS%**	**3.7 %**
Porcentaje de material que pasa No.200 (P200):	**3.7**	**TOTAL**	**100.0 %**

TAMIZ		**GRANULOMETRIA**			**CRITERIOS IDU 625-18**			
					Norma		**Tolerancia**	
Alterno.	**Normal mm.**	**Peso retenido en gramos (P_i)**	**Porcentaje retenido (Pr_i)**	**Porcentaje que pasa.**				
-	-	0.0	0.0	**100.0**	**100**	**100**	100.0	100.0
-	-	0.0	0.0	**100.0**	**100**	**100**	100.0	100.0
-	-	0.0	0.0	**100.0**	**100**	**100**	100.0	100.0
2"	50	0.0	0.0	**100.0**	**100**	**100**	100.0	100.0
1"	25	0.0	0.0	**100.0**	**100**	**100**	100.0	100.0
3/4"	19	0.0	0.0	**100.0**	**95**	**100**	96.0	100.0
1/2"	12.5	736.0	14.7	**85.3**	**83**	**87**	83.0	87.0
3/8"	9.4	925.9	18.5	**66.8**	**65**	**70**	65.0	70.0
No.4	4.75	1633.4	32.7	**34.1**	**28**	**42**	31.1	37.1
No.8	2.38	761.0	15.2	**18.9**	**14**	**22**	15.9	22.0
No.200	0.075	758.4	15.2	**3.7**	**0**	**6**	2.7	4.7
Fondo		185.3	3.7					

Composicion Granulometrica de la Formula de Trabajo					**%**
Empaquetamiento por el método Bailey					
CA ratio	0.98	0.6 - 0.75			
FAc ratio	0.38	0,35 - 0,5		Grava 3/4"	**12**
FAf ratio	0.60	0,35 - 0,5		Grava 1/2"	**66**
				Arena trituracion	**15**
				Arena trituracion lavada	**7**

REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA FORMULA DE TRABAJO.



Andrey Perilla

Vo.Bo:Ing:Pedro Juan Navarro Rodriguez

Oficina Avenida 15 No. 119A-03 Of. 325 - Teléfono 2 15 50 67 Bogotá : 7 90 09 80/ 7 90 07 85 E-mail: ltdapaviobras@gmail.com Página Web: www.paviobras.com

PAVIOBRAS S.A.S.	DETERMINACION DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE LAS PARTICULAS SOLIDAS DE LOS SUELOS Y DEL LLENANTE MINERAL, EMPLEANDO UN PICNOMETRO CON AGUA NORMA I.N.V.E-128 - 13	CODIGO	FT-LAB-GELL-004
		VERSION	1
		FECHA	07-ene-25

Fecha. 14 de noviembre de 2025
Cliente: Paviobras S.A.S
Muestra Llenante Mineral diseño
Fuente: salitre blanco
Ubicación Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur

Temperatura Agua Calibracion (ºC)	15.0	15.0
Masa Matraz (g.)	209.1	177.1
Volumen del Matraz (Vp) (cm3)	594.9	586.9
Densidad del Agua a temperatura (Pw,t)	0.99910	0.99910
(Mpw,t) **(g.)**	803.5	763.5
temperatura (Mpws,t) **(g.)**	831.4	791.2
Masa del platon	188.8	186.8
masa de platon + material seco	233.8	231.8
masa del materiañ seco (Ms)	45.0	45.0
Temperatura agua ensayo	16.0	16.0
Densidad del Agua a temperatura de ensayo (Pw,t)	1.0	1.0
Gravedad especifica particulas Solidas del suelo (Gt)	2.637	2.603
Coeficiente (K)	1.0	1.0
Gravedad Espesifica solidos (Ge)	2.639	2.605

PROMEDIO
2.622

T (ºC)	K
18	1.00039
19	1.00020
20	1.00000
21	0.99979
22	0.99957
23	0.99933
24	0.99909
25	0.99884
26	0.99858
27	0.99831
28	0.99803
29	0.99774
30	0.99744

Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo.Bo: Ing: Pedro Juan Navarro Rodriquez

PAVIOBRAS S.A.S.	DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA) Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO Y GRUESO NORMAI.N.V. E-222, E-223	CODIGO	FT-LAB-GE-005
		VERSION	1
		FECHA	07-ene-25

Fecha: **14 de noviembre de 2025**
Cliente: Paviobras S.A.S
Muestra: Diseño Mezcla asfáltica en caliente con asfalto modificado con grano de caucho tipo MCCh 25-B
Fuente: Agregados Guayuriba/salitre blanco
Ubicación: Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur

AGREGADOS FINOS					
NORMA DE ENSAYO: E - 222					
MUESTRA No.	1	2			PROMEDIO
Masa de la muestra SSS, g	350	350			
Masa del picnómetro con la muestra y lleno de agua, g	977.3	1048.5			
Masa del picnómetro lleno con agua, g	762.3	833.7			
Masa del platón + muestra seca al horno, g	524.7	535.6			
Masa del platón, g	181.7	192.6			
Masa de la muestra seca al horno, g	343	343			
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2.680	2.676			2.678
PESO ESPECÍFICO APARENTE S.S.S.	2.593	2.589			2.591
PESO ESPECÍFICO NOMINAL	2.541	2.537			2.539
ABSORCIÓN, %	2.041	2.041			2.041

AGREGADOS GRUESOS					
NORMA DE ENSAYO: E - 223					
MUESTRA No.	1	2	3	4	PROMEDIO
Masa de la muestra SSS + Platon, g	1169.2	1167.8	1164.9	1159.6	
Masa de loa canastilla en el agua	835.7	835.7	835.7	835.7	
Masa de loa canastilla en el agua + material sss	1448.6	1450	1444.8	1439.7	
Masa material en el agua	612.9	614.3	609.1	604.0	
Masa material sss	980.4	981	979.5	968.3	
Masa material seco + platon	1158.3	1156.7	1153.1	1147.5	
Masa material seco	969.5	969.9	967.7	956.2	
masa del platon	188.8	186.8	185.4	191.3	
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2.719	2.728	2.699	2.715	2.715
PESO ESPECÍFICO APARENTE S.S.S.	2.668	2.675	2.644	2.658	2.661
PESO ESPECÍFICO NOMINAL	2.638	2.645	2.613	2.625	2.630
ABSORCIÓN, %	1.124	1.144	1.219	1.265	1.188

	ARENAS	GRAVAS
PESO ESPECÍFICO NOMINAL	2.539	2.630
ABSORCIÓN, %	2.04	1.2



Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio



Vo.Bo:Ing:Pedro Juan Navarro Rodriguez

DISEÑO METODO MARSHALL Y ANALISIS DE MEZCLA ASFALTICA

PAVIOBRAS S.A.S.

METODO DE EN SAYO DE REFERENCIA: INV E- 748, 799 -13 INV

FECHA: **14 de noviembre de 2025** | Muestra **1**

CLIENTE **Paviobras S.A.S** | Diseño No. 1

DISEÑO TIPO **Diseño Mezcla asfáltica en caliente con asfalto modificado con grano de caucho tipo MCCh 25-B**

UBICACIÓN **Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur** | **Asfalto:** GCR

CATEGORIA DE TRANSITO **-** | Compactación (golpes/cara) 75

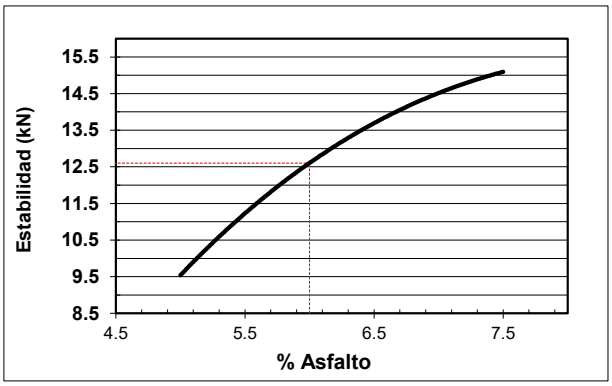
Gravedad Específica de los Agregados: Gagr. **2.555** (Normas: INV E-222-13, INV E-223-13 e INV E-128-13) Gravedad Específica del Asfalto: Gasf. 1.030

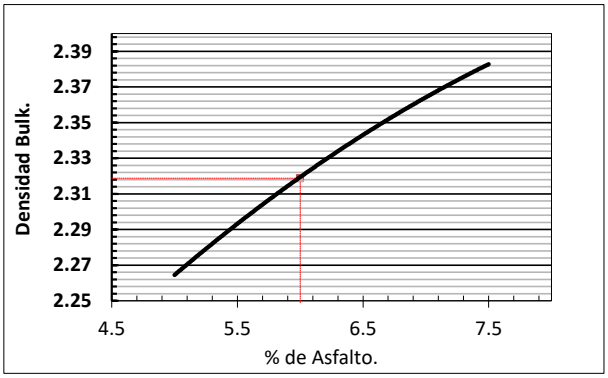
			Peso en Gramos.			**Peso Especifico**				**% Total en Volumen**							**ESTABILIDAD (kg) y en (N)**				
Briqueta No.	% Asfalto	Espesor mm.	Seca aire	Seca aire + parafina	Agua+ parafina	Bulk Gmb	Gravedad Especifica Efectiva Agregado **Gse**	Gravedad Especifica Teorica Máximo Gmm	Porcentaje de Asfalto absorbido **Pba**	Agregado	Vacíos con aire **Va**	Volumen Asfalto efectivo	Vacíos en agregados minerales **VAM**	Vacíos llenos de asfalto **VFA**	Porcentaje de asfalto efectivo **Pbe**	Relación de Polvo **R.P.**	Medida kN	Factor de corrección	Corregida kN	Relación de estabilidad /flujo	Flujo (mm)
	INV E-748/13	INV E-744/13	INV E-733/13			INV E-733/13	INV E-799/13	INV E-735/13	INV E-799/13		INV E-736/13		INV E-799/13	INV E-799/13	INV E-799/13	INV E-799/13	INV E-748/13	INV E-748/13	INV E-748/13	INV E-748/13	INV E-748/13
a	**b**	**c**	**d**	**e**	**f**	**g**	**h**	**i**	**j**	**k**	**l**	**m**	**n**	**n¨**	**o**	**p**	**q**	**r**	**s**	**t**	**u**
1	5.0 %	64.0	1096.0	1098.2	611.5	2.269											9.54	0.988	9.43	4.3	2.18
2	5.0 %	64.2	1085.0	1087.2	604.5	2.265											9.68	0.983	9.52	4.6	2.07
3	5.0 %	64.0	1087.0	1089.6	605.5	2.266											10.18	0.988	10.06	5.2	1.92
4	5.0 %	63.9	1087.6	1089.9	606.3	2.267											9.25	0.990	9.16	4.8	1.91
PROMEDIO						2.267	**2.659**	**2.464**	**1.58**	**95.0**	**8.0**	**3.5**	**15.7**	**49.1**	**3.5**	**1.1**			**9.5**	**4.7**	**2.02**
5	5.5 %	63.3	1090.0	1092.4	612.8	2.292											11.40	1.005	11.46	4.2	2.70
6	5.5 %	64.0	1091.1	1093.0	612.7	2.287											10.92	0.988	10.79	4.2	2.58
7	5.5 %	63.5	1094.2	1096.4	614.7	2.289											11.36	1.000	11.36	4.3	2.64
8	5.5 %	63.6	1090.6	1093.5	612.4	2.290											11.37	0.998	11.35	4.5	2.50
PROMEDIO						2.290	**2.666**	**2.452**	**1.68**	**94.5**	**6.6**	**3.9**	**15.3**	**56.7**	**3.9**	**0.9**			**11.2**	**4.3**	**2.61**
9	6.0 %	63.4	1093.1	1095.8	619.9	2.319											12.70	1.003	12.74	4.7	2.69
10	6.0 %	63.4	1094.2	1096.3	621.4	2.321											12.54	1.003	12.58	4.1	3.06
11	6.0 %	63.5	1096.9	1099.0	622.1	2.317											12.37	1.000	12.37	3.7	3.32
12	6.0 %	63.2	1096.3	1098.6	621.8	2.318											12.53	1.008	12.63	4.4	2.84
PROMEDIO						2.319	**2.666**	**2.434**	**1.68**	**94.0**	**4.7**	**4.4**	**14.7**	**67.8**	**4.4**	**0.8**			**12.6**	**4.3**	**2.98**
13	6.5 %	63.0	1100.1	1102.4	629.0	2.343											13.51	1.013	13.69	3.9	3.49
14	6.5 %	63.0	1101.5	1105.2	629.9	2.348											13.78	1.013	13.96	3.9	3.54
15	6.5 %	63.0	1099.9	1104.1	627.6	2.343											13.09	1.013	13.26	3.8	3.53
16	6.5 %	63.1	1102.5	1105.8	630.1	2.345											13.86	1.011	14.01	4.0	3.48
						2.345	**2.665**	**2.416**	**1.67**	**93.5**	**2.9**	**4.9**	**14.2**	**79.2**	**4.9**	**0.8**			**13.7**	**3.9**	**3.51**
17	7.0 %	62.9	1112.2	1116.1	639.3	2.365											14.57	1.016	14.80	3.7	3.97
18	7.0 %	63.5	1110.1	1114.1	638.0	2.365											14.39	1.000	14.39	3.8	3.82
19	7.0 %	63.1	1108.8	1112.1	638.5	2.369											14.14	1.011	14.30	3.7	3.87
20	7.0 %	62.8	1109.4	1112.0	639.0	2.367											14.21	1.019	14.48	3.7	3.93
						2.367	**2.671**	**2.403**	**1.75**	**93.0**	**1.5**	**5.4**	**13.9**	**89.0**	**5.4**	**0.7**			**14.5**	**3.7**	**3.90**
21	7.5 %	62.5	1111.2	1115.8	641.4	2.381											14.78	1.027	15.18	3.3	4.67
22	7.5 %	62.6	1114.3	1117.9	644.3	2.383											14.77	1.024	15.12	3.5	4.31
23	7.5 %	62.9	1112.5	1116.3	642.5	2.380											14.63	1.016	14.86	3.3	4.56
24	7.5 %	62.9	1113.2	1117.2	642.8	2.380											14.99	1.016	15.23	3.3	4.67
						2.381	**2.670**	**2.385**	**1.73**	**92.5**	**0.2**	**5.9**	**13.8**	**98.8**	**5.9**	**0.6**			**15.1**	**3.3**	**4.55**

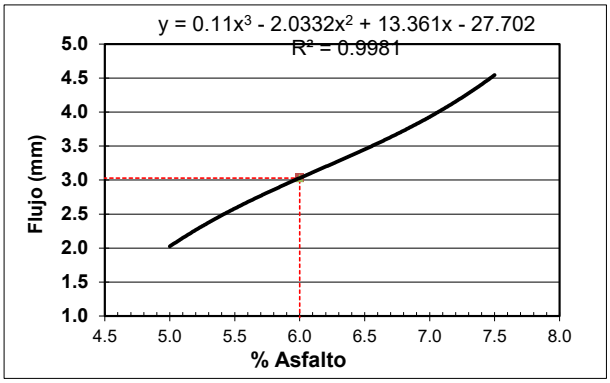
DISEÑO METODO MARSHALL Y ANALISIS DE MEZCLA ASFALTICA

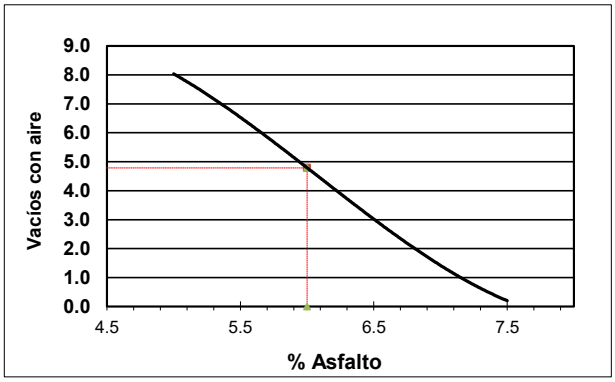
PAVIOBRAS S.A.S.

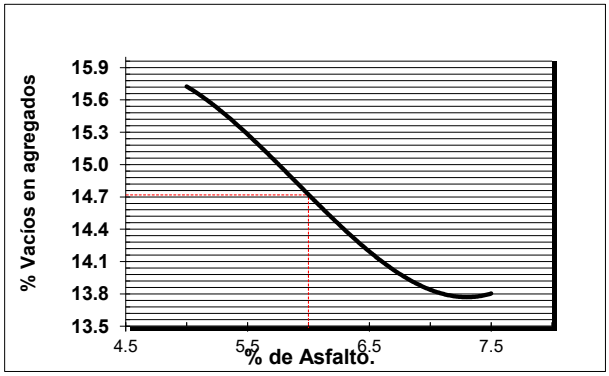
Fecha	**14 de noviembre de 2025**	Muestra No.	**0 1 -25**
Cliente	**Paviobras S.A.S**	Diseño No.	**0 1 -25**
Diseño	**Diseño Mezcla asfáltica en caliente con asfalto modificado con grano de caucho tipo MCCh 25-B**		
TRANSITO	**-**	Asfalto:	**GCR**
UBICACIÓN	**Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur**		

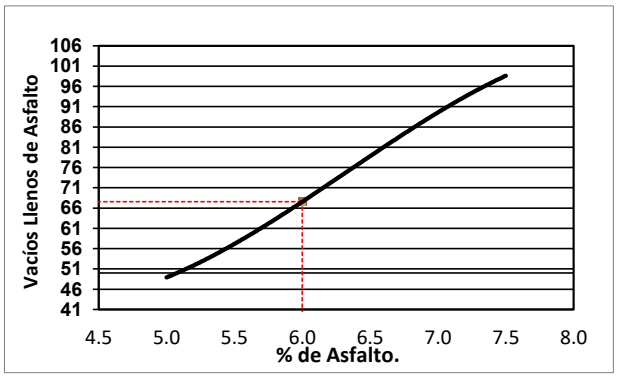












FORMULA DE TRABAJO DEL DISEÑO.

		CRITERIOS IDU 625-18		RANGOS	
Estabilidad Optima (Kn)	12.60	9.50	**CUMPLE**	**11.34**	**15.75**
Gravedad especifica bulk	2.319	--			
Flujo (mm)	3.03	2.5 - 5.0	**CUMPLE**	**2.42**	**3.63**
Vacios con aire (%)	4.8	4.0 - 6.0	**CUMPLE**	**4.80**	**5.40**
Vacios agregados minerales (%)	14.7	MAYOR 14	**CUMPLE**	**14**	
Vacios llenos de asfalto (%)	68	65 - 75	**CUMPLE**	**65**	**75**
Optimo de asfalto (%)	6. %	.+-3%		**5.7**	**6.3**
Relacion llenante / ligante efectivo	0.8	0.8 - 1.2	**CUMPLE**	**0.8**	**1.2**
Relacion kN/mm	4.2				

Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo.Bo: Ing: Pedro Juan Navarro Rodriquez

PAVIOBRAS S.A.S.

GRAVEDAD ESPECIFICA MAXIMA DE MEZCLAS ASFALTICAS PARA PAVIMENTOS .

NORMA INV E-735/13

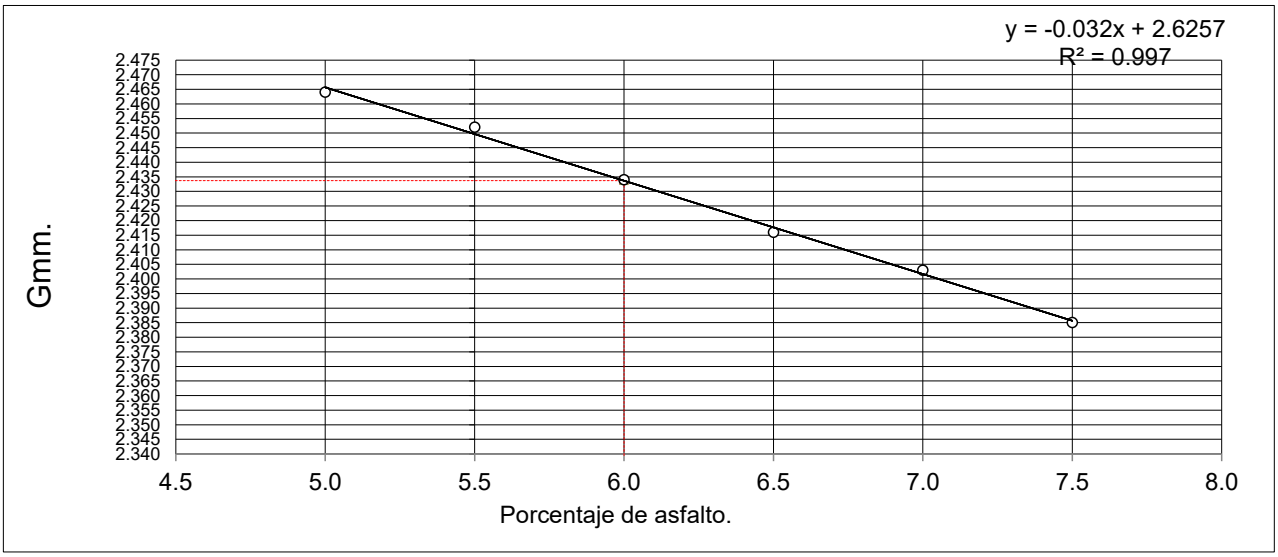
Fecha 14 de noviembre de 2025

Cliente Paviobras S.A.S **Muestra No.** 1

Tipo de Muestra: Diseño Mezcla asfáltica en caliente con asfalto modificado con grano de caucho tipo MCCh 25-B

Ubicación Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur

RICE METODO TIPO -B.						
Porcentaje de asfalto	**5.0**	**5.5**	**6.0**	**6.5**	**7.0**	**7.5**
Peso de la Muestra Seca al Aire (A) g	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100
Peso del picnometro lleno con agua a la temperatura de ensayo (D) g	8,675	8,674	8,676	8,676	8,675	8,675
Peso del picnometro lleno con agua y muestra a la temperatura de ensayo (E) g	9,923	9,918	9,913	9,907	9,901	9,894
Peso especifico (Gmm) = A / (A + D - E)	2.464	2.452	2.434	2.416	2.403	2.385



Observaciones:

Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo. Bo: Ing. Pedro Juan Navarro Rodriguez

PAVIOBRAS S.A.S.

EVALUACIÓN DE LA SUCPTIBILIDAD AL AGUA DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO ASFALTICO UTILIZANDO LA PRUEVA DE TRACCION INDIRECTA - I.N.V.E. - 725-13

Fecha 14 de noviembre de 2025
Cliente: Paviobras S.A.S.
Fuente: Agregados Guayuriba/salitre blanco
Muestra: Diseño Mezcla asfáltica en caliente con asfalto modificado con grano de caucho tipo MCCh 25-B
Localización: Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur

BRIQUETA		1	2	3	4	5	6	PROMEDIO
D	DIAMETRO mm	101	101	101	101	101	101	Norma INV E 744-13
E	ESPESOR mm	62.5	61.9	62.3	62.1	61.9	92.0	Norma INV E 744-13
A	MASA SECA AL AIRE	1110	1109.6	1111.4	1109.2	1112.5	1110.7	Norma INV E 733-13
B	MASA SSS	1116.4	1115	1116.1	1114.8	1117.1	1114.9	Norma INV E 733-13
C	MASA EN AGUA	624.1	623.6	621.7	622.0	625.0	621.0	Norma INV E 733-13
V	VOLUMEN (B-C)	492.3	491.4	494.4	492.8	492.1	493.9	(B - C)
G	G.E Bulk	**2.255**	**2.258**	**2.248**	**2.251**	**2.261**	**2.249**	(A/E)
GM	G.E Maximo Teorica	2.434	2.434	2.434	2.434	2.434	2.434	Norma INV E 735-13
H	% DE VACIOS CON AIRE (100(GM-G)/GM)	**7.4**	**7.2**	**7.6**	**7.5**	**7.1**	**7.6**	7±1
I	VOLUMEN DE VACIOS CON AIRE (HV)/100)	36.18	35.48	37.72	37.06	34.94	37.54	(HV)/100)
P	CARGA EN N				6410	6591	6543	
	SATURACION EN VACIO a Kpa o mm Hg.							
B1	MASA SSS	1136.5	1135	1139.8				Norma INV E 733-13
C1	MASA EN AGUA	643.3	642.6	644.4				Norma INV E 733-13
V1	VOLUMEN (B1-C1)	493.2	492.4	495.4				(B1-C1)
J	VOLUMEN DE AGUA ABSORBIDA (B1-A)	26.5	25.4	28.4				(B1-A)
	% DE SATURACION (100J/I)	**73.2**	**71.6**	**75.3**				55-80
	% DE HINCHAMIENTO	0.19	0.20	0.20				
	ACONDICIONAMIENTO DE 24 HORAS EN AGUA A 60°C.							
E1	ESPESORmm	62.5	61.9	62.3				
B2	MASA SSS	1139.8	1139.4	1142.6				
C2	MASA EN AGUA	646.5	647.0	647.2				
V2	VOLUMEN (B2-C2)	493.3	492.4	495.4				
J1	VOLUMEN ABSOLUTO EN EL AGUA	29.8	29.8	31.2				
	% DE SATURACION (100J1/I)	**82.4**	**84.0**	**82.7**				
	% DE INCHAMIENTO	0.21	0.21	0.21				
P2	CARGA EN kg-f	5002	5019	5075				PROMEDIO
Ets	RESISTENCIA A LA TENSION -BRIQUETAS SECAS 2000/(3,1416*E*D) Kg/cm2				650.6	671.1	448.3	590.0
Eth	RESISTENCIA A LA TENSION -BRIQUETAS HUMEDAS 2P/(3,1416*E*D) Kg/cm2	504.45	511.1	513.5				509.7
TSR	RELACION DE ESFUERZO A TENSION 100 Eth/Ets %				RRT; %			86.4
	Daño Por humedad	N0	NO	NO	NO	NO	NO	
	INSPECCION VISUAL DE LA CALIDAD DEL AGREGADO Y EFECTO DEL AGUA	NO HAY DAÑO POR EL AGUA EL AGREGADO SE FRACTURO EN EL MOMENTO DE LA CARGA						
	CRITERIOS IDU 625-18				75	MINIMOS		CUMPLE

OBSERVACIONES:

Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo.Bo.Ing Pedro Juan Navarro Rodriguez

ESPESOR DE PELICULA DE ASFALTO EN MEZCLAS BITUMINOSAS

NORMA INV E-741-13

Fecha	**14 de noviembre de 2025**
Cliente	**Paviobras S.A.S**
Muestra:	**Diseño Mezcla asfáltica en caliente con asfalto modificado con grano de caucho tipo MCCh 25-B**
Ubicación	**Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur**

IPA	**=**	**índice de película de asfalto**		**12.4**
Pbe	**=**	Asfalto efectivo, % en peso de la mezcla	4.43	0.05
Pbt	**=**	Asfalto total, % en peso de la mezcla	6.0	0.27
Gs-g	**=**	Peso especifico aparente de los agregados combinados	2.555	970.87
Gs-b	**=**	Peso especifico del afalto	1.03	0.16
Se	**=**	Superficie especifica del agregado, m2/kg	3.560	

$$IPA = \frac{P_{be}}{100 - P_{bt}} \times \frac{G_{s_g}}{2.65 \times S_e} \times \frac{10^3}{G_{s_b}}$$

a =	% pasa tamiz 4.75 mm	34.1
b =	% pasa tamiz 2,36 mm	18.9
c =	% pasa tamiz 1,18 mm	12.9
d =	% pasa tamiz 0,60 mm	10.2
e =	% pasa tamiz 0,30 mm	7.7
f =	% pasa tamiz 0,150 mm	5.4
g =	% pasa tamiz 0,075 mm	3.7

Se =	3.560

IPA =	**12.4**

CRITERIOS IDU 625-18	**7.5**	**MINIMOS**	**CUMPLE**

Observaciones:

$$S_e = (2 + 0.02a + 0.04b + 0.08c + 0.14d + 0.30e + 0.60f + 1.60g) \times 0.20482$$

Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo.Bo.Ing:Pedro Juan Navarro Rodriguez

PAVIOBRAS S.A.S.

DENSIDAD BULK DEL LLENANTE MINERAL EN KEROSENE.

NORMA INV- E-225-13,

CONCENTRACION CRITICA DEL LLENANTE MINERAL EN MEZCLAS DE CONCRETO ASFALTICO NORMA INV E-745-13

Fecha 14 de noviembre de 2025
Cliente: Paviobras S.A.S
Muestra: Diseño Mezcla asfáltica en caliente con asfalto modificado con grano de caucho tipo MCCh 25-B
Localización: Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur

PESO UNITARIO APARENTE DEL LLENANTE EN KEROSENE. INV E-225/13			
ENSAYO No.	1	2	
PESO DE LA MUESTRA SECA g.	10	10	
VOLUMEN DE LA MUESTRA EN TOLUENO cm^3.	14	14	
PESO ESPECIFICO DE LLENANTE MINERAL g/cm^3.	0.71	0.71	
VALOR PROMEDIO DEL PESO ESPECIFICO DE LLENANTE EN KEROSENE =	**0.71**		**g/cm^3.**

CRITERIOS IDU 625-18	**0.5**	**0.8**	**CUMPLE**

CONCENTRACION CRITICA DE LLENANTE EN MEZCLAS DE CONCRETO ASFALTICO. INV E-745/13.		
PRUEBA	**1**	**2**
P Peso de la muestra de llenante (GR)	10	10
V Volumen del sedimento (cm3)	11.2	11.3
Gs Gravedad especifica del llenante	2.622	2.622
Cs concentracion critica del llenante Cs= p/(v*Gs) (g)	0.34	0.34
PROMEDIO	**0.34**	

INV E-745/13 - 0,66 Calculo de la concentración real del volumen del llenante en la mezcla que se ha diseñado:	
Cv = concentración real del volumen de llenante, Cv= F/(F+A)	**0.23**
F = volumen de llenante en la mezcla,	1.328
A = volumen del asfalto en la mezcla , P_{be}/G_b	4.30
P_{0075mm}	3.7
Gs Gravedad especifica del llenante	2.622
P_b (%Asf)	6.0
Pbe (% de asfalto efectivo)	4.43
Gb (Peso Especifico del Asfalto)	1.030

$$F = \frac{P_s \times P_{0.075mm}}{G_s \times 100} = \frac{(100 - P_b) \times P_{0.075mm}}{G_s \times 100}$$

CRITERIOS IDU 625-18	**0.34**	**MAXIMO**	**CUMPLE**

OBSERVACIONES **100% Material que pasa el tamiz No. 200 de La Formula de Trabajo**

Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo.Bo.Ing:Pedro Juan Navarro Rodriguez

	R DT 195	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS E INSTRUCTIVOS
	N.R: 7 2022-03-25	REPORTE DE CALIDAD DE CEMENTO ASFÁLTICOS MODIFICADOS CON GRANO DE CAUCHO RECICLADO. ESPECIFICACION IDU

FECHA : NOVIEMBRE 08 DE 2025 **LOTE No.** N.A

CLIENTE : PAVIOBRAS **DESPACHO No.** N,A

T I P O D E A S F A L T O: MODIFICADO CON GRANULO DE LLANTA RECICLADO

PROPIEDAD	NORMA DE REFERENCIA I.N.V.	ESPECIFICACION		REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD	FRECUENCIA DE ENSAYO
		MIN	MAX		
Viscosidad Brookfield @ 163 °C, (Pa-s)	E-717	1,50	3,00	2,8	POR LOTE
Penetración @ 25°C, 100 gr, 5 seg,	E-706	40	70	50	POR LOTE
Punto de ablandamiento, (ºC)	E-712	52	.....	67,8	POR LOTE
Resiliencia @ 25°C, (%)	D-5329	20	.....	N.A	POR LOTE
Punto de inflamación mediante copa abierta de Claveland, (°C)	E-709	230	.....	N.A	POR LOTE
Peso Específico	*E-707*	*REPORTAR*		1,030	MENSUAL
Grado de desempeño	AASHTO M-320	REPORTAR		88-34	MENSUAL
Grano de caucho reciclado, (%)	.....	15	20	16,0	POR LOTE
PRUEBAS AL RESIDUO DESPUES DEL ENSAYO DE RTFOT					
Perdida de Masa, (%)	E-720	.....	1	-0,635	SEMANAL
Penetracion del residuo despues del ensayo RTFOT@ 25°C, (% de la penetracion original)	E-706	65	.....	73,9	SEMANAL
Recuperacion elástica por ductilidad	E-742	50	.....	80	SEMANAL

TEMPERATURAS	VALOR
Temperatura de mezclado, °C	170 - 180
Temperatura de compactación, °C	155 - 165

Director Técnico

Analista / Auxiliar Lab. RICHARD C

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD MANUFACTURAS Y PROCESOS INDUSTRIALES LTDA. PROHIBIDA SU REPRODUCCION POR CUALQUIER MEDIO, SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL FACILITADOR DE GESTIÓN INTEGRAL

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS

RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA PISTA DE ENSAYO DE LABORATORIO

NORMA INV E-756-13

CLIENTE: PAVIOBRAS S.A.S.

ING. ALBERTO CAMARGO TOBIAS
GERENTE

MEZCLA ASFALTICAS EN CALIENTE TIPO DE MEZCLA MCCh 25 B

Barrancabermeja diciembre de 2025

1. GENARIDALES

A continuación, se relacionan la muestra recibida PAVIOBRAS S.A.S., para el ensayo de Deformación Plástica según la norma INV E- 756-13

Fecha de Recepción de la muestra	Código Interno Orden de Recibo	Orden de Recibo	Fecha de elaboración de la orden de trabajo	Orden de trabajo
Noviembre 20 de 2025	LB-315-025	315-25	Noviembre 20 de 2025	LB-315-025-01

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA.

A continuación, se lista el tipo de material recibido para el ensayo de la deformación plástica mezcla asfáltica **MCCh-25 b idu 625-18** a tres valores distintos de porcentaje de cemento asfaltico

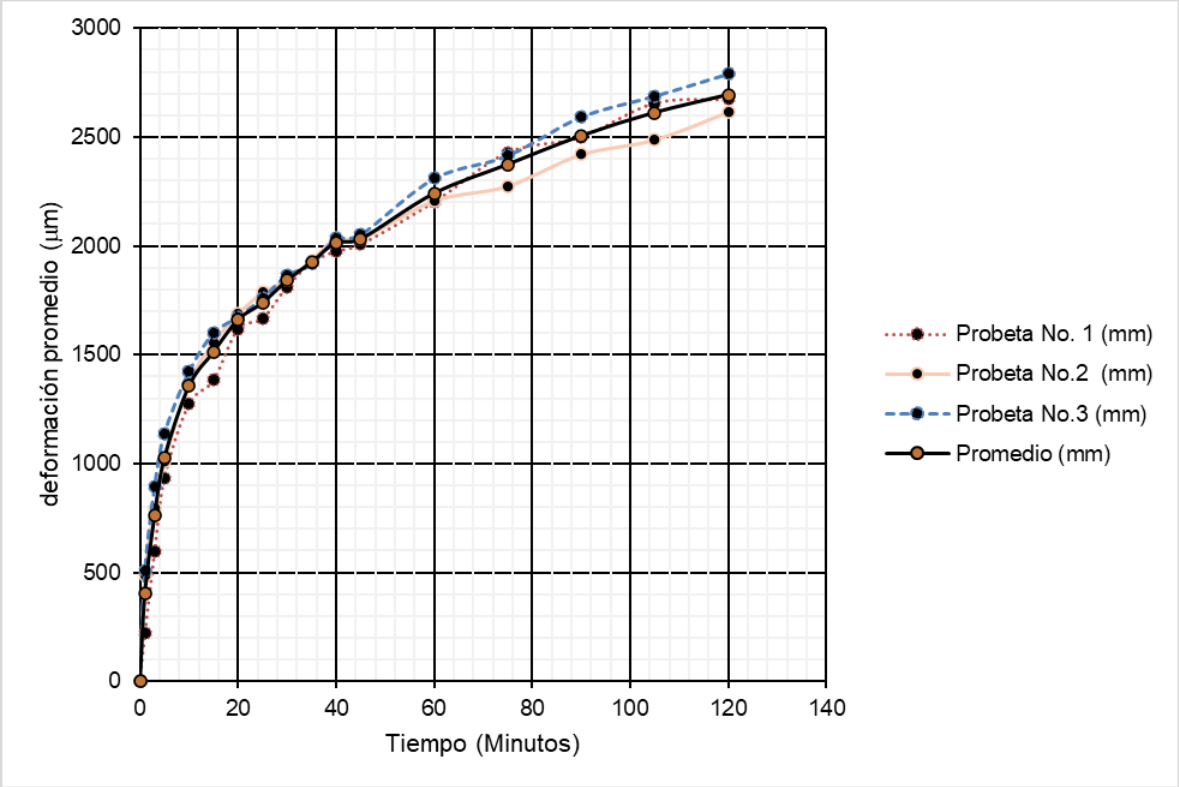
spécimen	Cotenido de Asfálto (%)	Flujo (mm)	Estabilidad Marshall 60°C (N)	Peso Especifico Bulk (gr/cm3)	Rice	Vacíos mezcla total
1	5.8	2.9	12.1	2.31	2.440	5.33
2				2.305		5.53
3				2.309		5.37

TEMPERATURA ENSAYO (°C) 60°

PRESIÓN DE CONTACTO (kN/m2)

ITEM	ESPÉCIMEN 1		Probeta No. 2		Probeta No. 3		Promedio	
nsidad Bulk	2.310		2.305		2.309		2.308	
Tiempo (Minutos)	deformación (mm)	Probeta No. 1 (µm)	deformación (mm)	Probeta No.2 (µm)	deformación (mm)	Probeta No.3 (µm)	deformación (mm)	Promedio (µm)
0	0	0	0	0	0	0	0.000	0
1	0.221	221	0.486	486	0.508	508	0.405	405
3	0.598	598	0.794	794	0.896	896	0.763	763
5	0.936	936	1.009	1009	1.140	1140	1.028	1028
10	1.275	1275	1.371	1371	1.424	1424	1.357	1357
15	1.384	1384	1.555	1555	1.601	1601	1.513	1513
20	1.620	1620	1.687	1687	1.675	1675	1.661	1661
25	1.667	1667	1.787	1787	1.762	1762	1.739	1739
30	1.813	1813	1.844	1844	1.866	1866	1.841	1841
35	1.923	1923	1.934	1934	1.918	1918	1.925	1925
40	1.977	1977	2.036	2036	2.034	2034	2.016	2016
45	2.007	2007	2.032	2032	2.052	2052.4	2.030	2030
60	2.203	2203	2.207	2207	2.311	2311	2.240	2240
75	2.429	2429	2.275	2275	2.416	2416	2.373	2373
90	2.501	2501	2.420	2420	2.594	2594	2.505	2505
105	2.656	2656	2.488	2488	2.690	2690	2.611	2611
120	2.674	2674	2.614	2614	2.792	2792	2.693	2693
Periodo	Deformación Acumulada (mm)	Velocidad de deformación (µm/min)	Deformación Acumulada (mm)	Velocidad de deformación (µm/min)	Deformación Acumulada (mm)	Velocidad de deformación (µm/min)	Deformación Acumulada (mm)	Velocidad de deformación (µm/min)
30-45	2006.6	12.91	2032	12.53	2052.4	12.43	**2030**	**12.62**
75-90	2500.6	4.77	2420	9.67	2594	11.87	**2505**	**8.77**
105-120	2673.6	1.19	2614	8.40	2792	6.80	**2693**	**5.46**

GRAFICO


3000
2500
2000
1500
1000
500
0
deformación promedio (µm)
0
20
40
60
80
100
120
140
Tiempo (Minutos)
Probeta No. 1 (mm)
Probeta No.2 (mm)
Probeta No.3 (mm)
Promedio (mm)

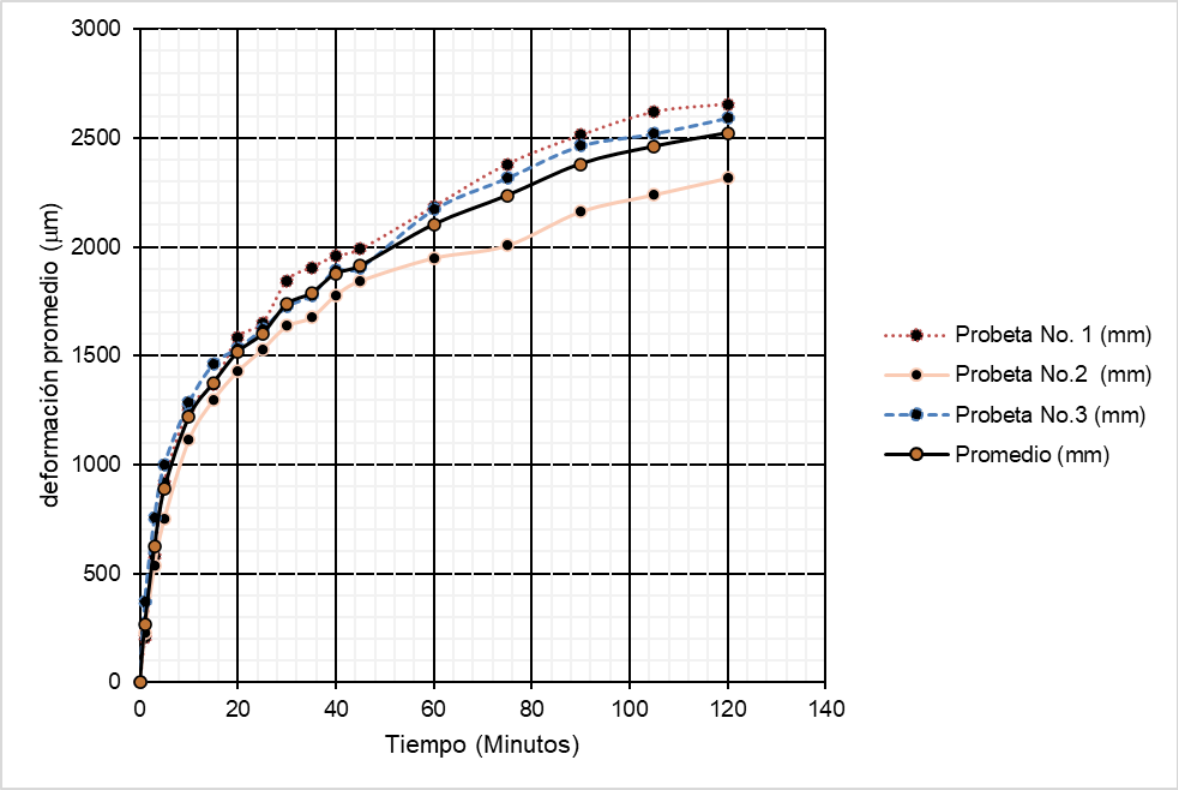
Espécimen	Cotenido de Asfálto (%)	Flujo (mm)	Estabilidad Marshall 60°C (N)	Peso Especifico Bulk (gr/cm3)	Rice	Vacíos mezcla total
4	6.0	3	12600	2.32	2.434	4.68
5				2.32		4.68
6				2.318		4.77

TEMPERATURA ENSAYO (°C) 60°

PRESIÓN DE CONTACTO (kN/m2)

ITEM	ESPÉCIMEN 4		Probeta No. 5		Probeta No. 6		Promedio	
Densidad Bulk	2.320		2.32		2.318		2.319	
Tiempo (Minutos)	deformación (mm)	Probeta No. 1 (µm)	deformación (mm)	Probeta No.2 (µm)	deformación (mm)	Probeta No.3 (µm)	deformación (mm)	Promedio (µm)
0	0	0	0	0	0	0	0.000	0
1	0.204	204	0.229	229	0.370	369.5	0.268	268
3	0.581	581	0.537	537	0.758	757.5	0.625	625
5	0.919	919	0.752	752	1.002	1001.5	0.891	891
10	1.258	1258	1.114	1114	1.286	1285.5	1.219	1219
15	1.367	1367	1.298	1298	1.463	1462.5	1.376	1376
20	1.585	1585	1.430	1430	1.537	1536.5	1.517	1517
25	1.650	1650	1.530	1530	1.624	1623.5	1.601	1601
30	1.846	1846	1.637	1637	1.728	1727.5	1.737	1737
35	1.906	1906	1.677	1677	1.780	1779.5	1.788	1788
40	1.960	1960	1.779	1779	1.896	1895.5	1.878	1878
45	1.990	1990	1.845	1845	1.905	1905.3	1.913	1913
60	2.186	2186	1.950	1950	2.173	2172.5	2.103	2103
75	2.381	2381	2.008	2008	2.318	2317.5	2.236	2236
90	2.514	2514	2.163	2163	2.466	2465.5	2.381	2381
105	2.621	2621	2.241	2241	2.522	2521.5	2.461	2461
120	2.657	2657	2.317	2317	2.594	2593.5	2.523	2523
Periodo	Deformación Acumulada (mm)	Velocidad de deformación (µm/min)	Deformación Acumulada (mm)	Velocidad de deformación (µm/min)	Deformación Acumulada (mm)	Velocidad de deformación (µm/min)	Deformación Acumulada (mm)	Velocidad de deformación (µm/min)
30-45	1990	9.60	1845	13.87	1905.3	11.85	**1913**	**11.77**
75-90	2514	8.87	2163	10.33	2465.5	9.87	**2381**	**9.69**
105-120	2657	2.40	2317	5.07	2593.5	4.80	**2523**	**4.09**

GRAFICO


3000
2500
2000
1500
1000
500
0
deformación promedio (µm)
0
20
40
60
80
100
120
140
Tiempo (Minutos)
Probeta No. 1 (mm)
Probeta No.2 (mm)
Probeta No.3 (mm)
Promedio (mm)

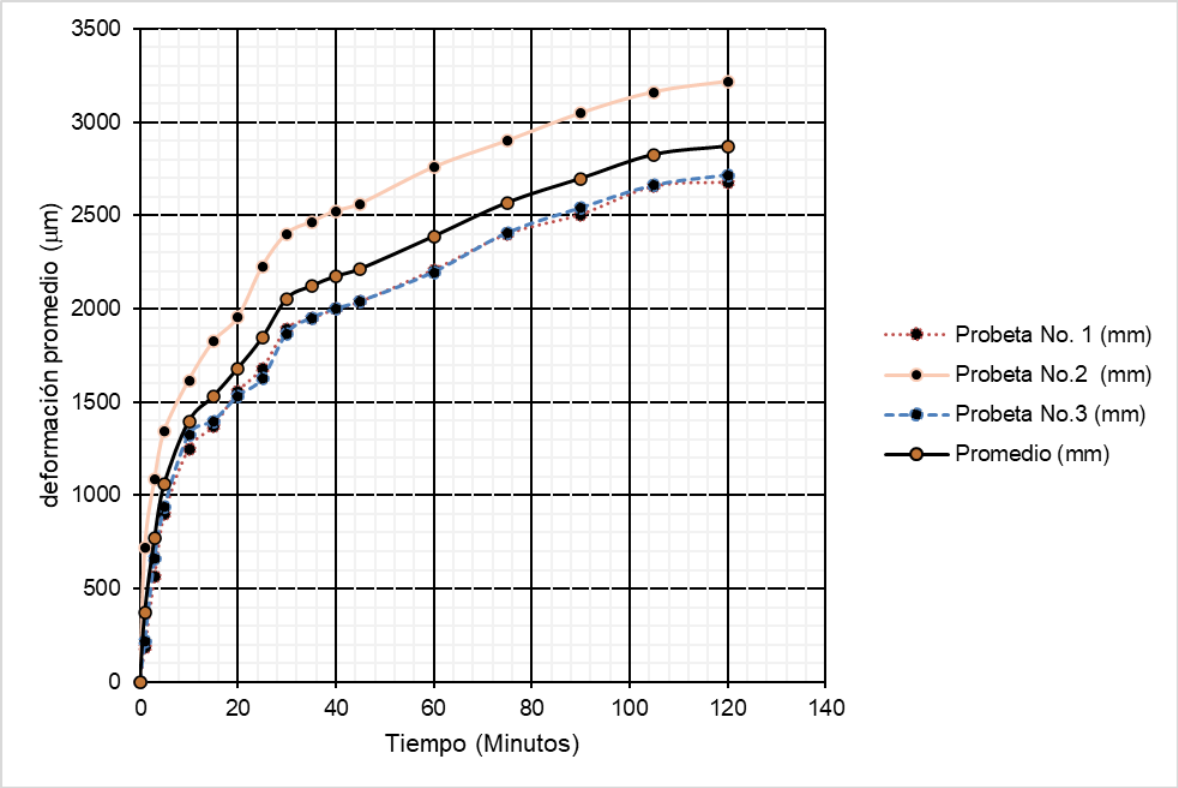
Espécimen	Cotenido de Asfálto (%)	Flujo (mm)	Estabilidad Marshall 60°C (N)	Peso Especifico Bulk (gr/cm3)	Rice	Vacíos mezcla total
7	6.2	3.2	13.04	2.328	2.428	4.12
8				2.33		4.04
9				2.318		4.53

TEMPERATURA ENSAYO (°C) 60°

PRESIÓN DE CONTACTO (kN/m2)

ITEM	ESPÉCIMEN 7		Probeta No. 8		Probeta No. 9		Promedio	
Densidad Bulk	2.328		2.33		2.318		2.325	
Tiempo (Minutos)	deformación (mm)	Probeta No. 1 (µm)	deformación (mm)	Probeta No.2 (µm)	deformación (mm)	Probeta No.3 (µm)	deformación (mm)	Promedio (µm)
0	0	0	0	0	0	0	0.000	0
1	0.185	185	0.717	717	0.218	218	0.373	373
3	0.562	562	1.084	1084	0.662	662	0.769	769
5	0.900	900	1.345	1345	0.935	935.1	1.060	1060
10	1.249	1249	1.617	1617	1.325	1325	1.397	1397
15	1.368	1368	1.824	1824	1.398	1398	1.530	1530
20	1.555	1555	1.954	1954	1.531	1531	1.680	1680
25	1.681	1681	2.227	2227	1.625	1625	1.844	1844
30	1.892	1892	2.402	2402	1.868	1868	2.054	2054
35	1.947	1947	2.464	2464	1.95	1950	2.120	2120
40	1.997	1997	2.524	2524	2.000	2000	2.174	2174
45	2.037	2037	2.562	2562	2.039	2039	2.213	2213
60	2.208	2208	2.758	2758	2.196	2196	2.387	2387
75	2.399	2399	2.899	2899	2.406	2406	2.568	2568
90	2.505	2505	3.047	3047	2.540	2540	2.697	2697
105	2.656	2656	3.161	3161	2.661	2661	2.826	2826
120	2.678	2678	3.217	3217	2.716	2716	2.870	2870
Periodo	Deformación Acumulada (mm)	Velocidad de deformación (µm/min)	Deformación Acumulada (mm)	Velocidad de deformación (µm/min)	Deformación Acumulada (mm)	Velocidad de deformación (µm/min)	Deformación Acumulada (mm)	Velocidad de deformación (µm/min)
30-45	2037.4	9.69	2562.1	10.67	2039	11.40	**2213**	**10.59**
75-90	2505	7.07	3047	9.87	2540	8.93	**2697**	**8.62**
105-120	2678	1.48	3217	3.73	2716	3.67	**2870**	**2.96**

GRAFICO



Elaborado por: Departamento Técnico MULTINSA S.A.S.

Observación:
Los datos aquí reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) y no deben ser reproducidos en forma parcial, sin autorización. ***MULTISERVICIOS DE INGENIERA S.A.*** *no se responsabiliza por el uso inadecuado de la información suministrada.*

I.Q. Robinson Hernández Roa
Director de Planta

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS

ENSAYO DE MÓDULO RESILIENTE SOBRE MEZCLAS ASFÁLTICAS
NORMA UNE-EN-12697-26-2012

CLIENTE: PAVIOBRAS S.A.S.

ING. ALBERTO CAMARGO TOBIAS
GERENTE

MEZCLA ASFALTICAS EN CALIENTE TIPO DE MEZCLA MCCh 25 b

Barrancabermeja diciembre de 2025

ENSAYO APLICANDO TRACCIÓN INDIRECTA CICLICA SOBRE PROBETA CILINDRICA

Este ensayo describe el principio para caracterizar la rigidez de la mezcla bituminosa bajo condiciones de carga utilizando el ensayo de tracción indirecta cíclica. Este método de ensayo es aplicable a probetas cilíndricas obtenidas en el laboratorio o extraídas de testigo de la carretera.

En los ensayos de varias etapas, las probetas se someten a diferentes temperatura y frecuencia para obtener la curva maestra. Se toman probetas tipo Marshall compactadas con 75 golpes.

Fecha de Recepción de la muestra	Código Interno Orden de Recibo	Orden de Recibo	Fecha de elaboración de la orden de trabajo	Orden de trabajo
Noviembre 20 de 2025	LB-316-025	316-25	Noviembre 20 de 2025	LB-316-025-01

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA.

A continuación, se lista el tipo de material recibido para el ensayo de módulos de mezcla asfáltica **MCCh 25 b idu 625-18.**

CONDICIONES DE LA MEZCLA MCCh 25 b idu 625-18

DESCRIPCIÓN	UN	VALOR
Contenido de Asfalto	%	6
Peso Especifico Bulk	gr/cm3	2.32
Vacíos mezcla total	%	4.70
Relación Llenante / Ligante	$P_{0,075}$ / P_{be}	0.8
Estabilidad Marshall 60°C	N	12600
Vacíos Llenos Asfalto	%	68
Vacíos Agregados Mineral	%	15
Rice	gr/cm3	2.434
Flujo Marshall	mm	3
Ensayo de tracción indirecta INV E-725-13	%	86.4
Temperatura de compactacion	ºC	164

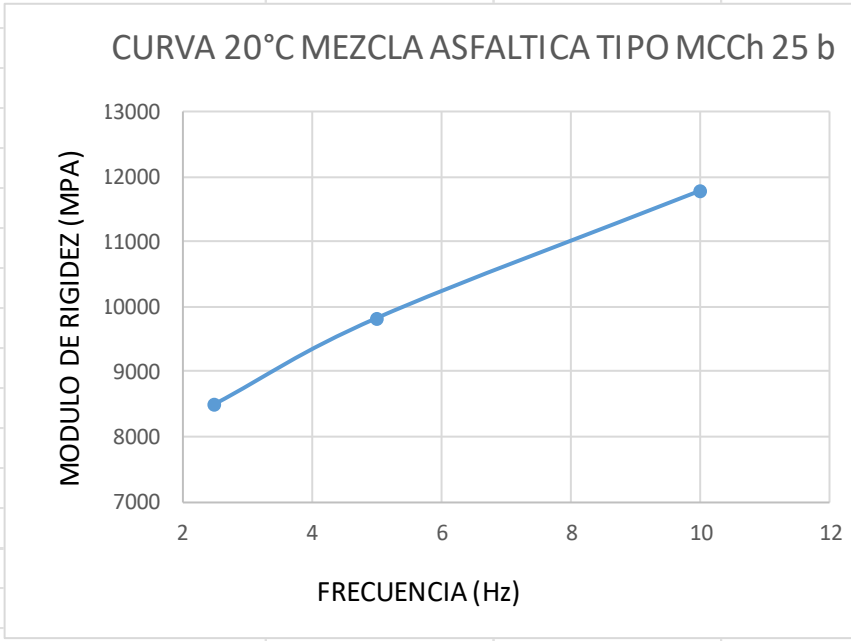
El módulo de rigidez es la propiedad mas importante de una mezcla asfáltica, puesto que provee información acerca de cuanto se deformara el material bajo la acción de una carga dada y su relación con el fisuramiento por fatiga, la deformación permanente y la capacidad de distribuir la carga.

Para el especímen seleccionado el modulo dinamico se realizo a una frecuencia de 2,5 Hz; 5,0 Hz; 10 Hz y a una temperatura de 20° Celsius en el equipo NAT HYD25-II, realizando mediciones en dos caras del especcimen, para obtener un resultado promedio

MÓDULOS DINÁMICOS DE LA MUESTRA EXTRAIDAS

ENSAYO DE MÓDULO RESILIENTE SOBRE MEZCLAS ASFÁLTICAS 20°C A 2,5Hz; 5,0Hz;10Hz			
ESPÉCIMEN	**ESPÉCIMEN No.1**	**ESPÉCIMEN No.1**	**ESPÉCIMEN No.1**
FRECUENCIA	**2,5 Hz**	**5,0 Hz**	**10 Hz**
TEMPERATURA		**20°**	
MÓDULO DE RIGIDEZ (MPa) CARA 1	8506	9849	11859
MÓDULO DE RIGIDEZ (MPa) CARA 2	8502	9807	11726
PROMEDIO	**8504**	**9828**	**11793**

CURVA DE MÓDULO RESILIENTE EN VARIACIÓN DE FRECUENCIA (Hz) A 20°C



Elaborado por:

Departamento Técnico MULTINSA S.A.S.

Observación:
Los datos aquí reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) y no deben ser reproducidos en forma parcial, sin autorización. ***MULTISERVICIOS DE INGENIERA S.A.*** *no se responsabiliza por el uso inadecuado de la información suministrada.*

Tnlgo. Químico DIVA CRISTINA TORRES
C.C. 30.389.779 TQ-1066
FIRMA DE LABORATORIO

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS

RESISTENCIA A LA FATIGA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

NORMA EN 12697-24 ANEXO D

CLIENTE: PAVIOBRAS S.A.S.

ING. ALBERTO CAMARGO TOBIAS
GERENTE

MEZCLA ASFALTICAS EN CALIENTE TIPO DE MEZCLA MCCh 25 b

Barrancabermeja diciembre de 2025

1. GENARIDALES

A continuación, se relacionan la muestra recibida PAVIOBRAS S.A.S., para el ensayo de resistencia a la fatiga de mezclas asfálticas, norma en 12697-24 anexo D

Fecha de Recepción de la muestra	Código Interno Orden de Recibo	Orden de Recibo	Fecha de elaboración de la orden de trabajo	Orden de trabajo
Noviembre 20 de 2025	LB-317-025	317-25	Noviembre 20 de 2025	LB-317-025-01

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA.

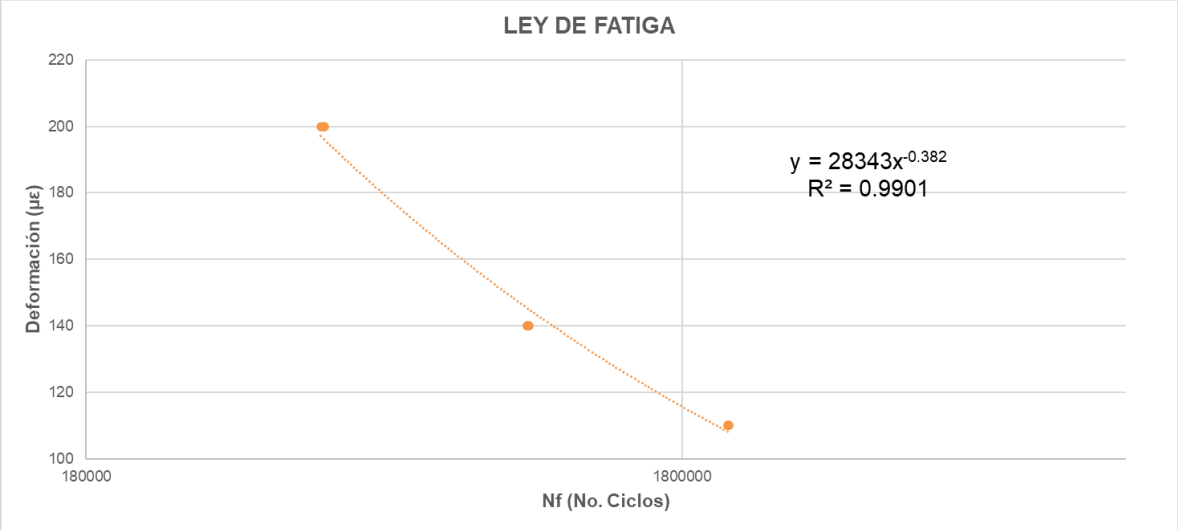
A continuación, se lista el tipo de material recibido para el ensayo de fatiga en mezcla asfáltica **MCCh-25 b idu 625-18.**

Se utilizan probetas prismáticas fabricadas en Laboratorio y se ensayan a tres niveles de deformación (deformación controlada) como mínimo, de tal manera que se pueda ver la influencia de la repetición de carga en la resistencia del material.

Probeta No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Modulo (MPa)	5890	5792	5844	4750	4692	4658	4320	4325	4362
Nf (No. Ciclos)	2151000	2150000	2157000	990000	995000	989000	452000	446000	451000
Deformación (με)	110	110	110	140	140	140	200	200	200

ε_6 (µm/m)	144.7
b	-0.382
R^2	0.9901

GRAFICO



Elaborado por: Departamento Técnico MULTINSA S.A.S.

Observación:
Los datos aquí reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) y no deben ser reproducidos en forma parcial, sin autorización. ***MULTISERVICIOS DE INGENIERA S.A.*** *no se responsabiliza por el uso inadecuado de la información suministrada.*

I.Q. Robinson Hernández Roa
Director de Planta