PAVIOBRAS S.A.S.

DETERMINACIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO PARA LA INSTALACION DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON ASFALTO CA 14 (MD 19 T3)

NORMA IDU 620-18

MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE DENSA, SEMIDENSA Y GRUESA

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 CA 14 con grado de desempeño (PG 64-22) a utilizar para la producción de una mezcla asfáltica en caliente (MD 19), 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 (T3), así mismo se comparan los resultados obtenidos con las especificaciones técnicas de IDU 620-18, 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) están definidas en la producción, trituración y clasificación del árido requerido para la producción de la mezcla asfáltica en caliente tipo MD 19

Se obtienen básicamente cuatr0 (4) clases de agregados pétreos: **Grava triturada de TM 3/4" (12%), Grava triturada de TM 1/2" (35%), Arena de trituración (25%) y Arena de trituración lavada (28%)** para dar un 100% de la participación de los agregados

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 620-18 tabla 620.1, 620.2 y 620.3

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	20.9	MAXIMO	25.0	CUMPLE
2	DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DEL AGREGADO GRUESO DE LA DEGRADACION POR ABRASION UTILIZANDO EL APARATO MICRO - DEVAL	INV E- 238 -13	8.8	MAXIMO	20.0	CUMPLE
3	DETERMINACION DEL VALOR DEL 10% DE FINOS	INV E- 224 -13	178.2	MINIMO	110.0	CUMPLE
		INV E- 224 -13	99.5	MINIMO	75.0	CUMPLE
4	DETERMINACION DE LA LIMPIEZA SUPERFICIAL DE LASPARTICULA	INV E- 237 -13	0.42	MAXIMO	0.50	CUMPLE
5	PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN UN AGREGADO GRUESO	INV E- 227 -13	97.0	MINIMO	90.0	CUMPLE
		INV E- 227 -13	95.9	MINIMO	75.0	CUMPLE
6	PROPORCION DE PARTICULAS PLANAS, ALARGADAS O PLANAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS GRUESOS	INV E- 240 -13	0.0	MAXIMO	10.0	CUMPLE
7	DETERMINACION DEL COEFICIENTE DEL PULIMENTO ACELERADO (CPA) DE LOS AGREGADOS GRUESOS	INV E- 232 -13	0.56	MINIMO	0.50	CUMPLE
8	EFECTO DEL AGUA SOBRE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SUELTAS	INV E- 757 -13	MAYOR AL 98%	MINIMO	REPORTAR	-
9	CONTENIDO DE ARENA NATURAL	-	0.0	MAXIMO	25.0	CUMPLE
10	CONTENIDO DE VACIOS DEL AGREGADO FINO NO COMPACTADO ENSAYO DE ANGULARIDAD	INV E- 239 -13	49.2	MINIMO	45.0	CUMPLE
11	ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS AGREGADOS FINOS (METODO RIEDEL-WEBER)	INV E- 774 -13	10	MINIMO	4.0	CUMPLE
12	PROPORCIÓN DE LLENANTE MINERAL DE APORTE % MINIMO EN PESO DEL LLENANTE TOTAL	INV E- 123 -13	100.0	MINIMO	50.0	CUMPLE
13	PESO UNITARIO APARENTE DEL LLENANTE EN KEROSENE	INV E- 225 -13	0.77	ENTRE	0,5-0,8	CUMPLE
14	PODER RIGIDIZANTE DE LLENANTE MINERAL	INV E- 712 -13	17.2	ENTRE	10,0-20,0	CUMPLE
15	DETERMINACION DEL CONTENIDO ORGANICO DE UN SUELO MEDIANTE EL ENSAYO DE PERDIDA POR IGNICION	INV E- 121 -13	0.0	MAXIMO	0.0	CUMPLE
16	ENSAYO LIMITE LIQUIDO,	INV E- 125 -13	N.L	IGUAL	N.L	CUMPLE
17	LIMITE PLASTICO E INDICE DE PASTICIDAD	INV E- 126 -13	N.P	IGUAL	N.P	CUMPLE
18	EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS	INV E- 133 -13	56	MINIMO	50.0	CUMPLE
19	VALOR DE AZUL DE METILENO EN AGREGADOS FINOS Y EN LLENANTE MINERAL	INV E- 235 -13	2.0	MAXIMO	8.0	CUMPLE

Página 1

Tabla 1 Requisitos de los agregados para mezclas asfálticas según norma idu 620-18

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, se obtuvo los siguientes materiales: **Grava triturada de TM 3/4" (12%), Grava triturada de TM 1/2" (35%), Arena de trituración (25%) y Arena de trituración lavada (28%)**. 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 620.4, determinadas según la norma de ensayo INV E 213-13 para el idu 2018

Granulometría de agregados combinados para mezclas asfálticas en caliente

Tipo de mezcla		Tamiz (mm / U.S. Standard)									
		37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	4.75	2.00	0.425	0.180	0.075
		1 ½"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 80	No. 200
		% Pasa									
Densa	MD13				100	80-95	59-76	36-51	15-25	9-18	5-10
	MD19			100	80-95	71-87	49-65	30-44	14-22	8-16	4-9
	MD25		100	80-95	66-82	59-75	42-58	27-41	12-22	8-16	4-9
Semidensa	MS19			100	80-95	67-83	40-56	23-39	10-20	6-13	3-8
	MS25		100	80-95	66-82	55-71	35-51	23-39	10-20	6-13	3-8
	MS38	100	80-95	73-89	60-76	53-69	33-49	23-39	10-20	6-13	3-8
Gruesa	MG25		100	75-95	55-75	46-66	28-46	17-32	7-17	4-11	2-6
	MG38	100	75-95	65-85	47-67	40-60	29-46	17-32	7-17	4-11	2-6
Tolerancias		± 4.00						± 3.00			± 1.00

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

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 3/4” 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 MD19 IDU 620-18										
			GRAVA 3/4"	GRAVA 1/2"	ARENA TRITURADA	ARENA TRITURADA LAVADA	RESULTANTE	LIMITES		TOLERANCIAS		
TAMIZ	ABERTURA (mm)		12.0%	35.0%	25.0%	28.0%	100.0%	H min	H max	620,4 (+/-)	T max	T min
1"	25.000		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	**100.0%**	100%	100%	4%	100.0%	100.0%
3/4"	19.000		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	**100.0%**	100%	100%	4%	100.0%	100.0%
1/2"	12.500		21.6%	92.0%	100.0%	100.0%	**87.8%**	80%	95%	4%	91.8%	83.8%
3/8"	9.500		5.9%	66.8%	100.0%	100.0%	**77.1%**	71%	87%	4%	81.1%	73.1%
No.4	4.750		3.0%	19.8%	91.7%	98.9%	**57.9%**	49%	65%	4%	61.9%	53.9%
No.10	2.000		1.5%	4.1%	57.5%	72.3%	**36.3%**	30%	44%	3%	39.3%	33.3%
No.40	0.425		0.8%	2.8%	36.0%	30.4%	**18.6%**	14%	22%	3%	21.6%	15.6%
No.80	0.180		0.7%	2.2%	24.9%	11.3%	**10.2%**	8%	16%	3%	13.2%	8.0%
No.200	0.075		0.6%	1.7%	15.4%	3.1%	**5.4%**	4%	9%	1%	6.4%	4.4%

Tabla 3 Agregados combinados

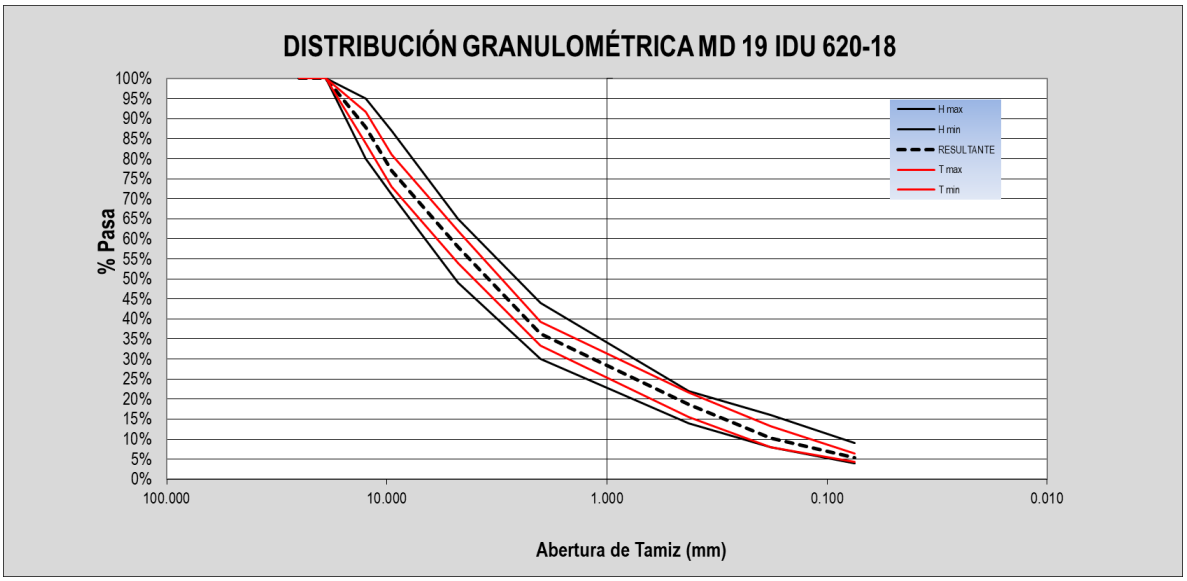


Tabla 4 Curva granulométrica

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

El cemento asfáltico a utilizar en la carpeta asfáltica, éste puede ser un cemento asfaltico tipo CA 14 con un grado de desempeño (PG) 64-22, compatible con los agregados (Ver certificado del proveedor).

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	150	160
TEMPERATURA DE MEZCLADO, °C	REPORTAR	147	155
TEMPERATURA DE COMPACTACIÓN, LABORATORIO °C	REPORTAR	137	145
TEMPERATURA DE COMPACTACIÓN °C EN OBRA	MINIMO SUGERIDO	130	-
TEMPERATURA EN LA SALIDA DE MEZCLADOR	MAXIMO	-	155

Tabla 5 Temperaturas optimas de mezclado, compactación en laboratorio Y compactación en obra

9. CERTIFICADO DE CALIDAD DEL A SFALTO.

MPI	R DT 111	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS E INSTRUCTIVOS
	N.R: 2 2019-05-21	REPORTE DE CALIDAD CEMENTO ASFÁLTICO ESPECIFICACION IDU

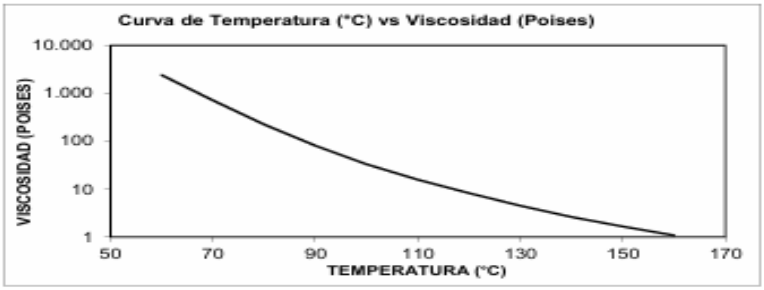
FECHA : NOVIEMBRE 08 DE 2025 **LOTE No.** N.A

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

TIPO DE ASFALTO: CEMENTO ASFÁLTICO CA 14

PROPIEDAD	NORMA DE REFERENCIA	ESPECIFICACION MIN	ESPECIFICACION MAX	REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD	FRECUENCIA DE ENSAYO
Penetración @ 25°C, 100 gr, 5 seg, (mm/10)	I.N.V E-706	60	------	70	LOTE
Punto de ablandamiento, (°C)	I.N.V E-712	46	54	48,8	LOTE
Indice de Penetración (IP)	I.N.V E-724	-1,0	+1.0	-0,69	LOTE
Viscosidad @ 60°C (Pa-s)	I.N.V E-716	140	240	240	LOTE
Viscosidad @ 135°C (cSt)	I.N.V E-715	300	------	302	LOTE
Pérdida por Calentamiento Película Delgada en mov. @ 163°C, 85 min (%)	I.N.V E-720	------	0,8	-0,45	SEMANAL
Ductilidad @ 25°C, 5 cm / min, (cm), después de la pérdida por calentamiento en película delgada en movimiento.	I.N.V E-702	50	------	98	QUINCENAL
Punto de Chispa, (°C)	I.N.V E-709	232	------	298	LOTE
Solubilidad en Tricloroetileno, (%)	I.N.V E-713	99	------	99,85	SEMESTRAL
Contenido de Parafinas, (%)	I.N.V E-718	------	3,0	1,4	MENSUAL
Penetración del residuo después de la pérdida por calentamiento, % de la penetración original	I.N.V E-706	54	------	57,1	SEMANAL
Incremento en el Punto de Ablanda/to después de pérdida por calentamiento en película delgada, °C	I.N.V E-712	------	9	6,2	SEMANAL
Viscosidad @ 60°C del residuo, (Pa-s)	I.N.V E-716	-----	1000	989	SEMANAL
Grado de Desempeño, PG	AASHTO M-320	*Reportar*		PG 64-22	MENSUAL

CURVA REOLOGICA



FRECUENCIA ENSAYO: SEMANAL

NORMA DE ENSAYO: ASTM D-4402

Rango Viscosidad (Poises)		Mínimo	Máximo
Temperatura de mezclado, °C	1,5-1,9	147	155
Temperatura de compactación, °C	2,5-3,1	137	145

NOTA : TEMPERATURAS OPTIMAS DE MEZCLADO Y DE COMPACTACION EN LABORATORIO.

OBSERVACIONES:

ING. LAB. _____ ANALISTA LAB. MELISSA DONADO

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 siguiente es la fórmula de trabajo:

CARACTERISTICAS	NORMA ENSAYO INV	RESULTADO	CRITERIOS IDU 620-18			CUMPLE (SI/NO)
			CRITERIO	VALOR		
PORCENTAJE DE ASFALTO OPTIMO (FORMULA DE TRABAJO)	-	5.2	ENTRE	4.9	5.5	REPORTAR
COMPACTACION (golpes/cara)	INV E- 748 -13	75.0	IGUAL	75		CUMPLE
Gravedad especifica bulk	INV E- 736 -13	2.328	REPORTAR	-		REPORTAR
GRAVEDAD ESPECIFICA MAXIMA DE MEZCLAS ASFALTICAS PARA PAVIMENTOS .	INV E- 735 -13	2.448	REPORTAR	-		REPORTAR
ESTABILIDAD minima (kN)	INV E- 748 -13	13.9	MAYOR	9.0		CUMPLE
FLUJO (mm)	INV E- 748 -13	3.2	ENTRE	2.0	3.5	CUMPLE
RELACION ESTABILIDAD / FLUJO (kN./mm)	INV E- 748 -13	4.4	ENTRE	3.0	6.0	CUMPLE
VACIOS CON AIRE (Va) %	INV E- 736 -13	5.0	ENTRE	4.0	6.0	CUMPLE
VACIOS EN LOS AGREGADOS MINERALES (VAM)%	INV E- 799 -13	15.9	MAYOR	15.0		CUMPLE
VACIOS LLENOS DE ASFALTO (VFA) %	INV E- 799 -13	68.6	ENTRE	65.0	75.0	CUMPLE
RELACION LLENANTE / LIGANTE EFECTIVO EN PESO	INV E- 799 -13	1.1	ENTRE	0.8	1.2	CUMPLE
CONCENTRACION DE LLENANTE, VALOR MAXIMO	INV E- 745 -13	0.28	MAXIMO	0.32		CUMPLE
EVALUACION DE PROPIEDADES DE EMPAQUETAMIENTO POR METODO BAILEY	-	0.8	REPORTAR	-		REPORTAR
		0.5		-		REPORTAR
		0.5		-		REPORTAR
ESPESOR PROMEDIO DE PELICULA DE ASFALTO, MINIMO µm	INV E- 741 -13	8.6	MINIMO	7.5		CUMPLE
ADHERENCIA: RESISTENCIA RETENIDA, % MINIMO	INV E- 725 -13	88.0	MINIMO	80		CUMPLE
RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA PISTA DE ENSAYO DE LABORATORIO MAXIMA	INV E- 756 -13	12.74	MAXIMO	15		CUMPLE
ENSAYO DE MÓDULO RESILIENTE SOBRE MEZCLAS ASFÁLTICAS (Mpa)	UNE-EN-12697-26-2012	11917.0	REPORTAR	-		REPORTAR
RESISTENCIA A LA FATIGA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS (ε6 (µm/m))	NORMA EN 12697-24 ANEXO D	149.6	REPORTAR	-		REPORTAR

ANEXO
ENSAYOS 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 y Salitre Blanco
Tipo de Muestra: Caracterizacion de Agregados para formula de trabajo tipo MD 19

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

1	FORMULA DE TRABAJO NORMA IDU 620-18 TABLA 620.4	FT MAX	100.0	91.8	81.1	61.9	39.3	21.6	13.2	6.4
		FT MIN	100.0	83.8	73.1	53.9	33.3	15.6	8.0	4.4
		ABERTURA (TAMIZ) PASA	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.10	No.40	No.80	No.200
		INV E- 213 -13 INV E- 214 -13	100.0	87.8	77.1	57.9	36.3	18.6	10.2	5.4
		CRITERIO	CUMPLE	CUMPLE	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	20.9	MAXIMO	25.0	CUMPLE
2	DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DEL AGREGADO GRUESO DE LA DEGRADACION POR ABRASION UTILIZANDO EL APARATO MICRO - DEVAL	INV E- 238 -13	8.8	MAXIMO	20.0	CUMPLE
3	DETERMINACION DEL VALOR DEL 10% DE FINOS	INV E- 224 -13	178.2	MINIMO	110.0	CUMPLE
		INV E- 224 -13	99.5	MINIMO	75.0	CUMPLE
4	DETERMINACION DE LA LIMPIEZA SUPERFICIAL DE LASPARTICUL	INV E- 237 -13	0.42	MAXIMO	0.50	CUMPLE
5	PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN UN AGREGADO GRUESO	INV E- 227 -13	100.4	MINIMO	90.0	CUMPLE
		INV E- 227 -13	99.2	MINIMO	75.0	CUMPLE
6	PROPORCION DE PARTICULAS PLANAS, ALARGADAS O PLANAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS GRUESOS	INV E- 240 -13	0.0	MAXIMO	10.0	CUMPLE
7	DETERMINACION DEL COEFICIENTE DEL PULIMENTO ACELERADO (CPA) DE LOS AGREGADOS GRUESOS	INV E- 232 -13	0.56	MINIMO	0.50	CUMPLE
8	EFECTO DEL AGUA SOBRE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SUELTAS	INV E- 757 -13	MAYOR AL 98%	MINIMO	REPORTAR	-
9	CONTENIDO DE ARENA NATURAL	-	0.0	MAXIMO	25.0	CUMPLE
10	CONTENIDO DE VACIOS DEL AGREGADO FINO NO COMPACTADO ENSAYO DE ANGULARIDAD	INV E- 239 -13	49.2	MINIMO	45.0	CUMPLE
11	ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS AGREGADOS FINOS (METODO RIEDEL-WEBER)	INV E- 774 -13	10	MINIMO	4.0	CUMPLE
12	PROPORCIÓN DE LLENANTE MINERAL DE APORTE % MINIMO EN PESO DEL LLENANTE TOTAL	INV E- 123 -13	97.2	MINIMO	50.0	CUMPLE
13	PESO UNITARIO APARENTE DEL LLENANTE EN KEROSENE	INV E- 225 -13	0.77	ENTRE	0,5-0,8	CUMPLE
14	PODER RIGIDIZANTE DE LLENANTE MINERAL	INV E- 712 -13	17.2	ENTRE	10,0-20,0	CUMPLE
15	DETERMINACION DEL CONTENIDO ORGANICO DE UN SUELO MEDIANTE EL ENSAYO DE PERDIDA POR IGNICION	INV E- 121 -13	0.0	MAXIMO	0.0	CUMPLE
16	ENSAYO LIMITE LIQUIDO,	INV E- 125 -13	N.L	IGUAL	N.L	CUMPLE
17	LIMITE PLASTICO E INDICE DE PASTICIDAD	INV E- 126 -13	N.P	IGUAL	N.P	CUMPLE
18	EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS	INV E- 133 -13	56	MINIMO	50.0	CUMPLE
19	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

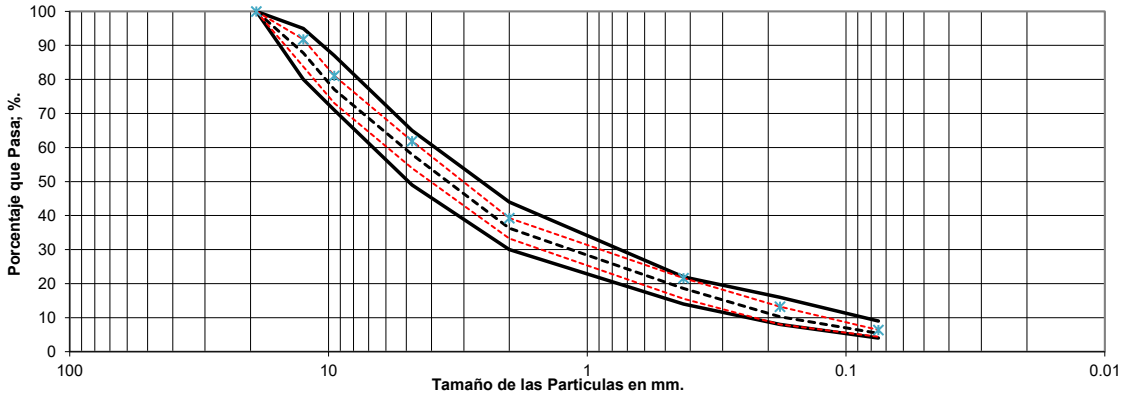
Fecha 14 de noviembre de 2025
Cliente: Paviobras S.A.S
Tipo de Material Caracterizacion de Agregados para formula de trabajo tipo MD 19 — **Muestra Nº** 1-25
Ubicación Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur — **Norma:** idu 620-18

CLASIFICACION		% RETENIDOS	
NORMA INV E-213-13 e INV E-214-13		GRAVAS%	42.1 %
Peso de la Muesta Seca sin Lavar(P1)en gramos	5000.0	ARENAS%	52.5 %
Peso de la muestra seca despues de lavado sobre tamiz No200 (P2)en gramos	4730.7	FINOS%	5.4 %
Porcentaje de material que pasa No.200 (P200):	5.4	TOTAL	100.0 %

TAMIZ		GRANULOMETRIA			CRITERIOS IDU 620-18			
Alterno.	Normal mm.	Peso retenido en gramos (P_i)	Porcentaje retenido (Pr_i)	Porcentaje que pasa.	Norma		Tolerancia	
2"	50	0.0	0.0	100.0	100	100	100.0	100.0
1-1/2"	37.5	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	100	100	100.0	100.0
1/2"	12.5	611.2	12.2	87.8	80	95	83.8	91.8
3/8"	9.5	535.3	10.7	77.1	71	87	73.1	81.1
No.4	4.75	958.1	19.2	57.9	49	65	53.9	61.9
No.10	2	1082.4	21.6	36.3	30	44	33.3	39.3
No.40	0.425	884.1	17.7	18.6	14	22	15.6	21.6
No.80	0.18	416.5	8.3	10.2	8	16	8.0	13.2
No.200	0.075	243.1	4.9	5.4	4	9	4.4	6.4
Fondo		269.3	5.4					

Composicion Granulometrica de la Formula de Trabajo					%
Empaquetamiento por el método Bailey					
CA ratio	0.24	0.4 - 0.55			
FAc ratio	0.52	0,35 - 0,5			
FAf ratio	0.51	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 y Salitre Blanco

Tipo de Muestra: Caracterizacion de Agregados para formula de trabajo tipo MD 19

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	4999.8
Peso = 2	3952.9
P1-P2= Pérdida	1046.9
% DE PERDIDA = ((P1 - P2) / P1) * 100	20.9

CRITERIOS IDU 620-18	25 % MAX	CUMPLE

DACION, CARGA ABRASIVA Y REVOLUCIONES

TAMAÑO		PESO Y GRADACION DE LA MUESTRA (Gramos)								
PASA		RETENIDO								
Alterno	mm.	Alterno	mm.	A	B	C	D	E	F	G
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 y Salitre Blanco
Tipo de Muestra: Caracterizacion de Agregados para formula de trabajo tipo MD 19
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)	1368.0
P1 - P2 = PERDIDA (g)	132.0
% DE PERDIDA = ((A - B) / A) * 100	8.8

CRITERIOS IDU 620-18	20 % 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 y Salitre Blanco**

Muestra: **Caracterizacion de Agregados para formula de trabajo tipo MD 19**

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	2,510	2,510	2,510
M2 - Peso en Gramos de la fracción que pasa el tamiz No. 8 después de la penetración	274	276	276
M3 - Peso en Gramos de la fracción que retiene el tamiz No. 8 después de la penetración	2,236	2,234	2,234
m - Porcentaje de la fracción que retiene el tamiz No. 8 después de la penetración	10.9	11.0	11.0
f - Carga máxima de la penetración	191.5	190.0	190.0
Fuerza En (KN) Necesaria Para Producir 10% de Finos Sobre la Muestra.	180	177	177
Fuerza promedio en (KN) Necesaria Para Producir 10% de Finos Sobre la Muestra		**178**	

CONDICION DE ENSAYO DEL AGREGADO RELACION HUMEDO			
Ensayo No.	1	2	3
M1 - Peso en Gramos de la muestra para ensayo	2,519	2,520	2,520
M2 - Peso en Gramos de la fracción que pasa el tamiz No. 8 después de la penetración	227	227	227
M3 - Peso en Gramos de la fracción que retiene el tamiz No. 8 después de la penetración	2,292	2,293	2,293
m - Porcentaje de la fracción que retiene el tamiz No. 8 después de la penetración	9.0	9.0	9.0
f - Carga máxima de la penetración	165.0	165.0	164.0
Fuerza En (KN) Necesaria Para Producir 10% de Finos Sobre la Muestra.	178	178	177
Fuerza promedio en (KN) Necesaria Para Producir 10% de Finos Sobre la Muestra		**177**	

RESULTADO SECO

CRITERIOS IDU 620-18	**110 kN**	**MIN**	**178 kN**	**CUMPLE**

RESULTADO HUMEDO/SECO

CRITERIOS IDU 620-18	**75 kN**	**MIN**	**100 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

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 y Salitre Blanco
Muestra: Caracterizacion de Agregados para formula de trabajo tipo MD 19
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	5,020.1	
Mlh = Peso de la Muestra humeda sin lavar gr.	2,492.5	2,513.0	
Mls = Peso de la Muestra seca sin Lavar: gr	2,507.5	2,507.1	
Mh = Peso de la Muestra Humeda para Ensayo de Lavado: gr.	2,507.5	2,507.1	
m = Peso de la Muestra Seca, Lavada y Tamizada; gr.	2,512.2	2,490.7	
Is = indice de Sequedad = Mls/M1h	1.01	1.00	
Ms = Masa Seca = Mh*Is.	2,522.6	2,501.2	
Impureza = Ms -m.	10.3	10.5	**promedio**
Coeficiente de Limpieza Superficial = (Ms-m)/Ms*100	**0.41**	**0.42**	**0.42**

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

OBSERVACIONES

Andrey Perilla

Vo.Bo: Ing. Pedro Juan Navarro Rodriguez

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 y Salitre Blanco
Muestra: Caracterizacion de Agregados para formula de trabajo tipo MD 19
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	958.1	920.4	37.7	96.1
3/4"	12,7mm	3/8"	9,5mm	1082.4	1025.7	56.7	94.8
3/8"	9,5mm	No.4	4,75 mm	884.1	974.5	-90.4	110.2
PESO TOTAL				2924.5	2920.6	3.9	301.06
PORCENTAJE TOTAL DE CARAS FRACTURADAS - UNA CARA							**100.4**

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	958.1	910.0	48.1	95.0
3/4"	12,7mm	3/8"	9,5mm	1082.4	1001.1	81.3	92.5
3/8"	9,5mm	No.4	4,75 mm	884.1	974.5	-90.4	110.2
PESO TOTAL				2924.5	2885.6	38.9	297.70
PORCENTAJE TOTAL DE CARAS FRACTURADAS - DOS CARAS							**99.2**

CRITERIOS IDU 620-18	75 % MIN	CUMPLE

OBSERVACIONES:

Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo.Bo.Ing: Pedro Juan Navarro Rodriquez

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.

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 y Salitre Blanco
Muestra: Caracterizacion de Agregados para formula de trabajo tipo MD 19
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"	19.2	958.1	958.1	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/8"	21.6	884.1	884.1	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL		1842.1	1842.1					

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 No. 1

Fuente: Agregados guayuriba y Salitre Blanco

Tipo de Muestra: Caracterizacion de Agregados para formula de trabajo tipo MD 19

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

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

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 para formula de trabajo tipo MD 19
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= 2.602 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 para formula de trabajo tipo MD 19**
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	**2895.3**	**2895.3**	**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 para formula de trabajo tipo MD 19
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)	357.00	356.80
Peso Material **W = (P-C)**	(g)	132.29	132.09
Densidad bulk del agregado (G)	(g)	2.602	2.602
Porcentaje de Vacios del Material **U=((V-(W/G))/V*100**	-	49.2	49.3
Porcentaje de Vacios (Promedio)		**49.2**	

CRITERIOS IDU 620-18	45 % MIN	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.

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 para formula de trabajo tipo MD 19

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

% DE MATERIAL FINO	APORTE LLENANTE	APORTE MEZCLA	5.4
COMPOSICIÓN			
Grava 3/4"	0.6 %	1.2	0.07 %
Grava 1/2"	1.7 %	10.9	0.59 %
Arena trituracion	15.4 %	71.5	3.85 %
Arena trituracion lavada	2.6 %	13.5	0.73 %
TOTAL		97.2 %	5.2 %

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 para formula de trabajo tipo MD 19
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.	13	13	
PESO ESPECIFICO DE LLENANTE MINERAL g/cm^3.	0.77	0.77	
VALOR PROMEDIO DEL PESO ESPECIFICO DE LLENANTE EN KEROSENE =	**0.77**		**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)	11.6	11.6
Gs Gravedad especifica del llenante	2.715	2.715
Cs concentracion critica del llenante Cs= p/(v*Gs) (g)	0.32	0.32
PROMEDIO	**0.32**	

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)	**0.28**
F = volumen de llenante en la mezcla,	1.828
A = volumen del asfalto en la mezcla , P_{be}/G_b	4.69
P_{0075mm}	5.2
Gs Gravedad especifica del llenante	2.715
P_b (%Asf)	5.2
Pbe (% de asfalto efectivo)	4.77
Gb (Peso Especifico del Asfalto)	1.018

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

CRITERIOS IDU 620-18	**0.32**	**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 para formula de trabajo tipo MD 19
Localización: Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur
Descripcion: MEZCLA 40% ASFALTO Y 60% LLENANTE

MUESTRA	PUNTO DE ABLANDAMIENTO
ASFALTO PURO	48.8
MEZCLA 60% LLENANTE - 40% ASFALTO	66.0
VALOR PODER RIGIDIZANTE	**17.2**

CRITERIOS IDU 620-18	10	20	CUMPLE

OBSERVACIONES: El asfalto utilizado para la producción de la mezcla. corresponde a un asfalto CA 14 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 para formula de trabajo tipo MD 19
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

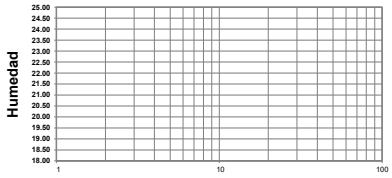
INV-E-125-13 INV-E-126-13

Fecha 14 de noviembre de 2025
Cliente Paviobras S.A.S
Tipo de Muestra Caracterizacion de Agregados para formula de trabajo tipo MD 19
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 para formula de trabajo tipo MD 19
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	320.0	180.0	56
MUESTRA No 2	320.0	181.0	57
MUESTRA No 3	320.0	181.0	57
	PROMEDIO	56	

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 densa en caliente tipo 19 (MD 19) **Norma:** idu 620-18
Localización: Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur
Fuente Guayuriba

DATOS MARSHALL "FORMULA DE TRABAJO FINAL DE DISEÑO"

Características de control del diseño Marshall con asfalto C14 mezcla asfaltica tipo: MD 19-IDU 620-18

CARACTERISTICAS	NORMA ENSAYO INV	RESULTADO	CRITERIOS IDU 620-18			CUMPLE (SI/NO)
			CRITERIO	VALOR		
PORCENTAJE DE ASFALTO OPTIMO (FORMULA DE TRABAJO)	-	5.2	ENTRE	4.9	5.5	REPORTAR
COMPACTACION (golpes/cara)	INV E- 748 -13	75.0	IGUAL	75		CUMPLE
Gravedad especifica bulk	INV E- 736 -13	2.328	REPORTAR	-		REPORTAR
GRAVEDAD ESPECIFICA MAXIMA DE MEZCLAS ASFALTICAS PARA PAVIMENTOS .	INV E- 735 -13	2.448	REPORTAR	-		REPORTAR
ESTABILIDAD minima (kN)	INV E- 748 -13	13.9	MAYOR	9.0		CUMPLE
FLUJO (mm)	INV E- 748 -13	3.2	ENTRE	2.0	3.5	CUMPLE
RELACION ESTABILIDAD / FLUJO (kN./mm)	INV E- 748 -13	4.4	ENTRE	3.0	6.0	CUMPLE
VACIOS CON AIRE (Va) %	INV E- 736 -13	5.0	ENTRE	4.0	6.0	CUMPLE
VACIOS EN LOS AGREGADOS MINERALES (VAM)%	INV E- 799 -13	15.9	MAYOR	15.0		CUMPLE
VACIOS LLENOS DE ASFALTO (VFA) %	INV E- 799 -13	68.6	ENTRE	65.0	75.0	CUMPLE
RELACION LLENANTE / LIGANTE EFECTIVO EN PESO	INV E- 799 -13	1.1	ENTRE	0.8	1.2	CUMPLE
CONCENTRACION DE LLENANTE, VALOR MAXIMO	INV E- 745 -13	0.28	MAXIMO	0.32		CUMPLE
EVALUACION DE PROPIEDADES DE EMPAQUETAMIENTO POR METODO BAILEY	-	0.8	REPORTAR	-		REPORTAR
		0.5		-		REPORTAR
		0.5		-		REPORTAR
ESPESOR PROMEDIO DE PELICULA DE ASFALTO, MINIMO µm	INV E- 741 -13	8.6	MINIMO	7.5		CUMPLE
ADHERENCIA: RESISTENCIA RETENIDA, % MINIMO	INV E- 725 -13	88.0	MINIMO	80		CUMPLE
RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE LA PISTA DE ENSAYO DE LABORATORIO MAXIMA	INV E- 756 -13	12.74	MAXIMO	15		CUMPLE
ENSAYO DE MÓDULO RESILIENTE SOBRE MEZCLAS ASFÁLTICAS (Mpa)	UNE-EN-12697-26-2012	11917.0	REPORTAR	-		REPORTAR
RESISTENCIA A LA FATIGA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS (ε6 (µm/m))	NORMA EN 12697-24 ANEXO D	149.6	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.
3"	75.00	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
2-1/2"	63.00	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
2"	50.00	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
1-1/2"	37.50	**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"	9.50	**786.9**	15.7	94.1	**5.9**
No.4	4.75	**142.1**	2.8	97.0	**3.0**
No.10	2.00	**74.2**	1.5	98.5	**1.5**
No.40	0.425	**36.2**	0.7	99.2	**0.8**
No.80	0.180	**5.8**	0.1	99.3	**0.7**
No.200	0.075	**7.3**	0.1	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

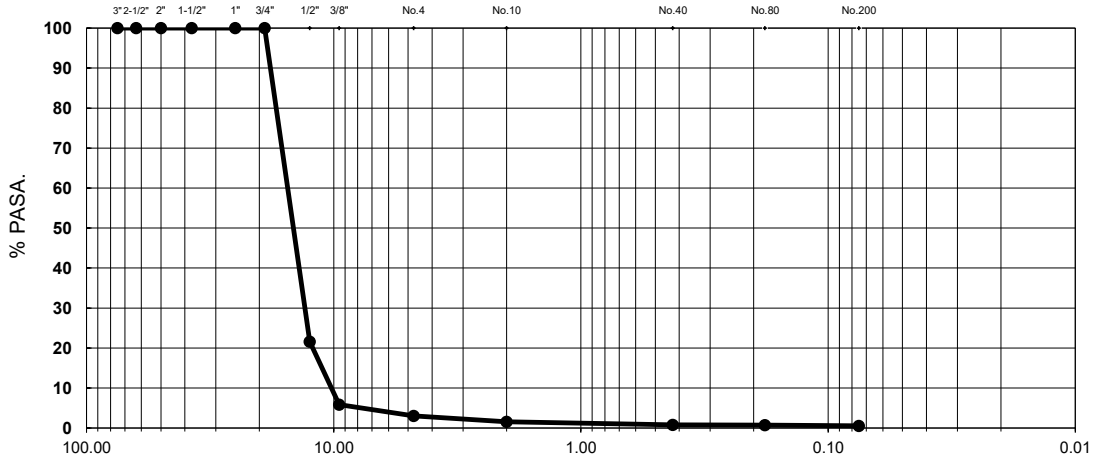
GRAVAS.%	97.0 %
ARENAS.%	2.5 %
FINOS.%	0.6 %
TOTAL:	100.0 %

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 620-18

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 Grava1/2"
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.
3"	75.00	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
2-1/2"	63.00	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
2"	50.00	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
1-1/2"	37.50	**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"	9.50	**1 259.8**	25.2	33.2	**66.8**
No.4	4.75	**2 348.7**	47.0	80.2	**19.8**
No.10	2.00	**784.5**	15.7	95.9	**4.1**
No.40	0.425	**67.1**	1.3	97.2	**2.8**
No.80	0.180	**27.0**	0.5	97.8	**2.2**
No.200	0.075	**26.6**	0.5	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

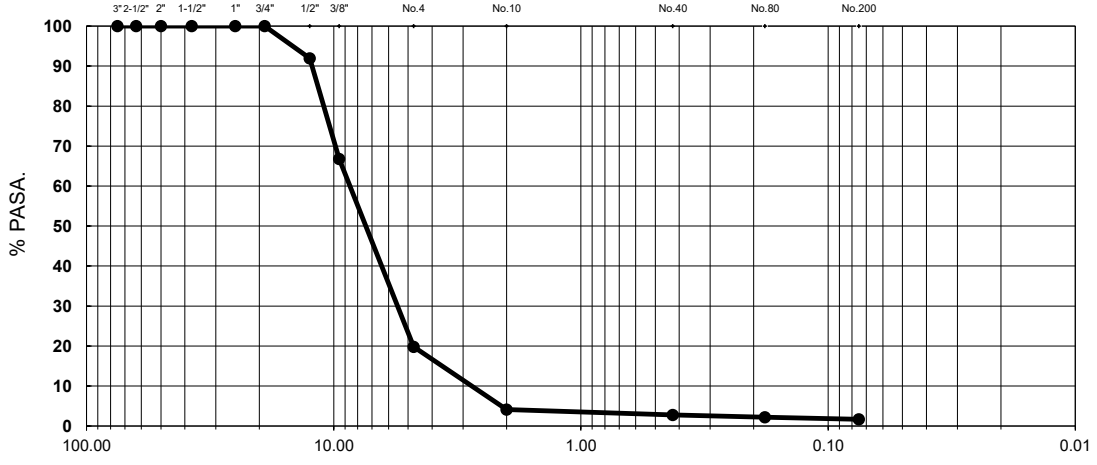
GRAVAS.%	**80.2 %**
ARENAS.%	**18.1 %**
FINOS.%	**1.7 %**
TOTAL:	**100.0 %**

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido:	**NP**	
Límite Plástico:	**NP**	**2.633**
I. de Plasticidad:	**NP**	**Norma INV E-126-13.**
Observaciones:		

idu 620-18

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.
3"	75.00	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
2-1/2"	63.00	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
2"	50.00	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
1-1/2"	37.50	**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"	9.50	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
No.4	4.75	**333.6**	8.3	8.3	**91.7**
No.10	2.00	**1 365.0**	34.1	42.5	**57.5**
No.40	0.425	**862.2**	21.6	64.0	**36.0**
No.80	0.180	**442.6**	11.1	75.1	**24.9**
No.200	0.075	**380.5**	9.5	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.%	**8.3 %**
ARENAS.%	**76.3 %**
FINOS.%	**15.4 %**
TOTAL:	**100.0 %**

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido:	**NP**	
Límite Plástico:	**NP**	**2.633**
I. de Plasticidad:	**NP**	**Norma INV E-126-13.**
Observaciones:		

idu 620-18

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 lavada
Fuente: 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.
3"	75.00	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
2-1/2"	63.00	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
2"	50.00	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
1-1/2"	37.50	**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"	9.50	**0.0**	0.0	0.0	**100.0**
No.4	4.75	**42.1**	1.1	1.1	**98.9**
No.10	2.00	**1 063.9**	26.6	27.7	**72.3**
No.40	0.425	**1 676.7**	41.9	69.6	**30.4**
No.80	0.180	**765.9**	19.1	88.7	**11.3**
No.200	0.075	**325.8**	8.1	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

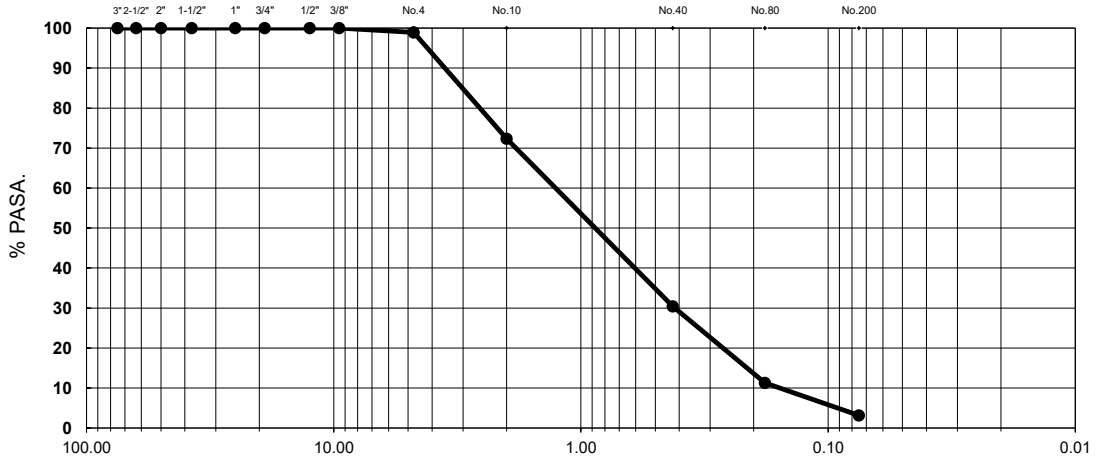
GRAVAS.%	1.1 %
ARENAS.%	95.8 %
FINOS.%	3.1 %
TOTAL:	100.0 %

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido:	NP	
Límite Plástico:	NP	2.633
I. de Plasticidad:	NP	Norma INV E-126-13.
Observaciones:		

idu 620-18

CURVA GRANULOMETRICA.



Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo.Bo: Ing: Pedro Juan Navarro Rodriquez

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.

ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA FORMULA DE TRABAJO DEL DISEÑO

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

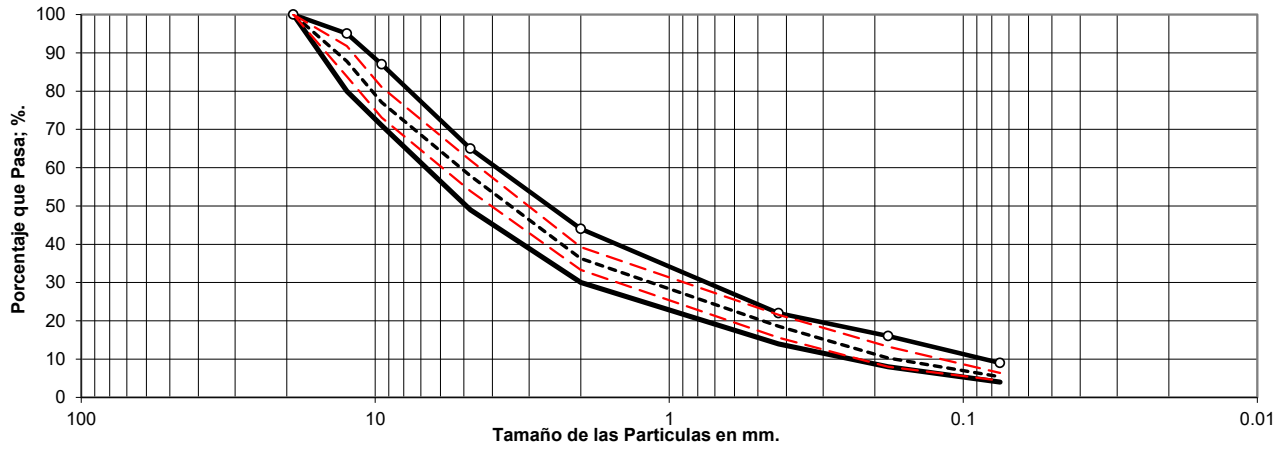
Fecha 14 de noviembre de 2025
Cliente: Paviobras S.A.S
Tipo de Material Diseño Mezcla densa en caliente tipo 19 (MD 19) **Muestra Nº** 1-25
Ubicación Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur **Norma:** idu 620-18

CLASIFICACION		% RETENIDOS	
NORMA INV E-213-13 e INV E-214-13		GRAVAS%	42.1 %
Peso de la Muesta Seca sin Lavar(P1)en gramos	5000.0	ARENAS%	52.5 %
Peso de la muestra seca despues de lavado sobre tamiz No200 (P2)en gramos	4730.7	FINOS%	5.4 %
Porcentaje de material que pasa No.200 (P200):	5.4	TOTAL	100.0 %

TAMIZ		GRANULOMETRIA			CRITERIOS IDU 620-18			
					Norma		Tolerancia	
Alterno.	Normal mm.	Peso retenido en gramos (P_i)	Porcentaje retenido (Pr_i)	Porcentaje que pasa.				
2"	50	0.0	0.0	**100.0**	**100**	**100**	100.0	100.0
1-1/2"	37.5	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**	**100**	**100**	100.0	100.0
1/2"	12.5	611.2	12.2	**87.8**	**80**	**95**	83.8	91.8
3/8"	9.5	535.3	10.7	**77.1**	**71**	**87**	73.1	81.1
No.4	4.75	958.1	19.2	**57.9**	**49**	**65**	53.9	61.9
No.10	2	1082.4	21.6	**36.3**	**30**	**44**	33.3	39.3
No.40	0.425	884.1	17.7	**18.6**	**14**	**22**	15.6	21.6
No.80	0.18	416.5	8.3	**10.2**	**8**	**16**	8.0	13.2
No.200	0.075	243.1	4.9	**5.4**	**4**	**9**	4.4	6.4
Fondo		269.3	5.4					

Composicion Granulometrica de la Formula de Trabajo					%
Empaquetamiento por el método Bailey					
CA ratio	0.84	0.6 - 0.75			
FAc ratio	0.47	0,35 - 0,5		Grava 3/4"	**12**
FAf ratio	0.53	0,35 - 0,5		Grava 1/2"	**35**
				Arena trituracion	**25**
				Arena trituracion lavada	**28**

REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA FORMULA DE TRABAJO.



Andrey Perilla

Vo.Bo:Ing:Pedro Juan Navarro Rodriguez

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: guayuriba/salitre blanco
Ubicación Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur

Temperatura Agua Calibracion (ºC)	15.0	15.0
Masa Matraz (g.)	278.8	278.8
Volumen del Matraz (Vp) (cm3)	554.7	554.7
Densidad del Agua a temperatura (Pw,t)	0.99910	0.99910
Masa del picnometro lleno de agua a temperatura (Mpw,t) **(g.)**	833.0	833.0
Masa del picnometro lleno de agua y solidos a temperatura (Mpws,t) **(g.)**	855.1	855.1
Masa del platon	177.1	180.5
masa de platon + material seco	212.1	215.5
masa del materiañ seco (Ms)	35.0	35.0
Temperatura agua ensayo	16.3	16.3
Densidad del Agua a temperatura de ensayo (Pw,t)	1.0	1.0
Gravedad especifica particulas Solidas del suelo (Gt)	2.713	2.713
Coeficiente (K)	1.0	1.0
Gravedad Espesifica solidos (Ge)	2.715	2.715

PROMEDIO
2.715

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 densa en caliente tipo 19 (MD 19)
Fuente: Guayuriba
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	350.1			
Masa del picnómetro con la muestra y lleno de agua, g	1074.5	1001.1			
Masa del picnómetro lleno con agua, g	857.1	783.5			
Masa del platón + muestra seca al horno, g	526.1	525.2			
Masa del platón, g	181.2	180.4			
Masa de la muestra seca al horno, g	344.9	344.8			
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2.705	2.711			2.708
PESO ESPECÍFICO APARENTE S.S.S.	2.640	2.642			2.641
PESO ESPECÍFICO NOMINAL	2.601	2.602			2.602
ABSORCIÓN, %	1.479	1.537			1.508

AGREGADOS GRUESOS					
NORMA DE ENSAYO: E - 223					
MUESTRA No.	1	2	3	4	PROMEDIO
Masa de la muestra SSS + Platon, g	1151	1151.6	1147.9	1145.8	
Masa de loa canastilla en el agua	851.1	851.1	851.1	851.1	
Masa de loa canastilla en el agua + material sss	1457.1	1458.9	1461.2	1452.3	
Masa material en el agua	606.0	607.8	610.1	601.2	
Masa material sss	970.7	973.4	976.9	965.4	
Masa material seco + platon	1142.4	1142.4	1139.4	1137.2	
Masa material seco	962.1	964.2	968.4	956.8	
masa del platon	180.3	178.2	171	180.4	
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2.702	2.705	2.703	2.691	2.700
PESO ESPECÍFICO APARENTE S.S.S.	2.662	2.662	2.663	2.651	2.660
PESO ESPECÍFICO NOMINAL	2.638	2.637	2.640	2.627	2.636
ABSORCIÓN, %	0.894	0.954	0.878	0.899	0.906

	ARENAS	GRAVAS
PESO ESPECÍFICO NOMINAL	2.602	2.636
ABSORCIÓN, %	1.51	0.9

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 densa en caliente tipo 19 (MD 19)**

UBICACIÓN **Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur** | **Asfalto:** C 14

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

Gravedad Específica de los Agregados: Gagr. **2.622** (Normas: INV E-222-13, INV E-223-13 e INV E-128-13) Gravedad Específica del Asfalto: Gasf. 1.018

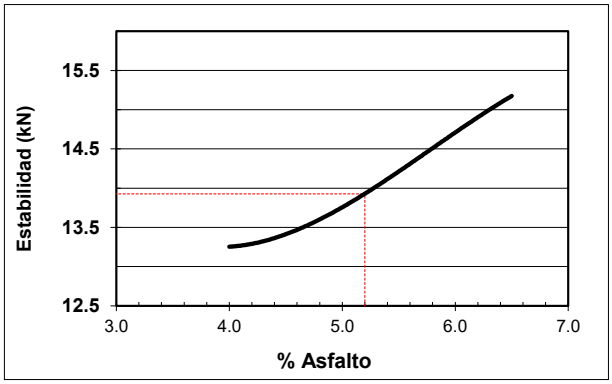
			Peso en Gramos.			**Peso Especifico**				**% Total en Volumen**							**ESTABILIDAD (kg) y en (N)**				
Briqueta No.	% Asfalto	Espesor mm.	Seca aire	Peso SSS; g	Peso en agua; g	Bulk Gmb	Gravedad Especifica Efectiva Agregado **Gse**	Gravedad Especifica Teorica Máximo Gmm	Porcentaje de Asfalto absorbido **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	4.0 %	62.8	1146.2	1149.9	653.8	2.310											12.15	1.019	12.38	5.6	2.22
2	4.0 %	61.5	1144.6	1148.7	652.1	2.305											12.94	1.059	13.70	4.6	2.98
3	4.0 %	62.8	1140.6	1144.0	647.8	2.299											13.32	1.021	13.60	4.4	3.10
4	4.0 %	62.5	1127.4	1130.9	637.7	2.286											12.94	1.029	13.32	5.0	2.65
PROMEDIO						2.300	**2.641**	**2.482**	**0.28**	**96.0**	**7.3**	**3.7**	**15.8**	**53.5**	**3.7**	**1.4**			**13.2**	**4.9**	**2.74**
5	4.5 %	62.9	1144.3	1149.8	653.1	2.304											12.47	1.019	12.71	5.1	2.50
6	4.5 %	62.9	1136.5	1140.0	652.1	2.329											12.96	1.016	13.17	5.1	2.59
7	4.5 %	62.2	1141.3	1146.4	650.4	2.301											13.51	1.037	14.01	5.3	2.63
8	4.5 %	62.4	1135.8	1139.8	645.8	2.299											13.44	1.029	13.83	3.5	3.95
PROMEDIO						2.308	**2.649**	**2.471**	**0.39**	**95.5**	**6.6**	**2.6**	**15.9**	**58.7**	**4.1**	**1.3**			**13.4**	**4.7**	**2.92**
9	5.0 %	61.9	1152.2	1154.3	658.1	2.322											12.77	1.043	13.32	4.3	3.12
10	5.0 %	61.8	1149.4	1151.5	655.7	2.318											13.97	1.046	14.61	4.5	3.22
11	5.0 %	61.7	1145.5	1147.8	653.2	2.316											13.56	1.049	14.22	3.7	3.86
12	5.0 %	61.6	1153.2	1154.9	658.5	2.323											12.13	1.053	12.77	4.6	2.81
PROMEDIO						2.320	**2.650**	**2.453**	**0.41**	**95.0**	**5.4**	**4.6**	**15.9**	**65.9**	**4.6**	**1.2**			**13.7**	**4.3**	**3.25**
13	5.5 %	62.3	1155.4	1156.6	659.2	2.323											14.08	1.035	14.57	4.4	3.28
14	5.5 %	61.6	1157.6	1158.2	663.6	2.340											13.25	1.053	13.95	4.4	3.20
15	5.5 %	61.6	1158.6	1159.2	666.3	2.351											12.89	1.056	13.61	3.9	3.47
16	5.5 %	62.5	1160.7	1162.5	662.3	2.320											14.39	1.027	14.78	5.0	2.98
						2.334	**2.655**	**2.439**	**0.48**	**94.5**	**4.3**	**5.0**	**15.9**	**72.8**	**5.0**	**1.1**			**14.2**	**4.4**	**3.23**
17	6.0 %	61.4	1159.2	1159.7	666.7	2.351											12.75	1.059	13.50	4.0	3.38
18	6.0 %	61.7	1168.0	1168.3	672.9	2.358											15.94	1.049	16.72	5.2	3.22
19	6.0 %	60.6	1149.9	1150.4	662.6	2.357											14.70	1.087	15.98	4.8	3.36
20	6.0 %	62.0	1153.7	1156.5	656.2	2.306											12.13	1.040	12.62	3.7	3.40
						2.343	**2.660**	**2.425**	**0.55**	**94.0**	**3.4**	**5.5**	**16.0**	**78.9**	**5.5**	**1.0**			**14.7**	**4.4**	**3.34**
21	6.5 %	61.1	1151.9	1152.1	664.7	2.363											13.54	1.071	14.50	4.1	3.50
22	6.5 %	61.5	1164.3	1164.6	672.3	2.365											15.68	1.056	16.56	4.5	3.68
23	6.5 %	61.3	1159.1	1159.3	667.4	2.356											14.16	1.065	15.08	4.8	3.11
24	6.5 %	63.6	1166.7	1167.7	661.1	2.303											14.56	1.000	14.56	3.6	4.04
						2.347	**2.664**	**2.411**	**0.62**	**93.5**	**2.7**	**5.9**	**16.3**	**83.7**	**5.9**	**0.9**			**15.2**	**4.3**	**3.58**

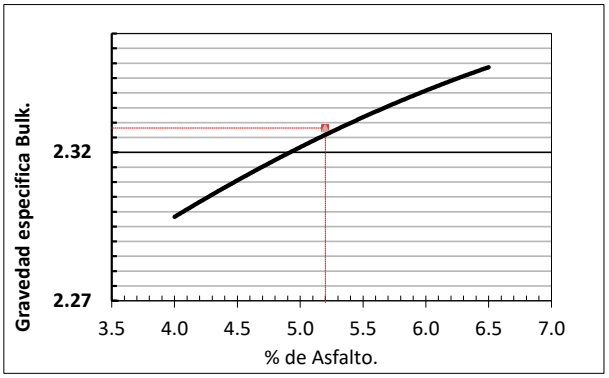
Oficina Avenida 15 No. 119A-03 Of. 325 - Teléfono 2 15 50 67 Bogotá : 7 90 09 80/ 7 90 07 85 E-mail: ltdapaviobras@gmail.com Página Web: www.paviobras.com

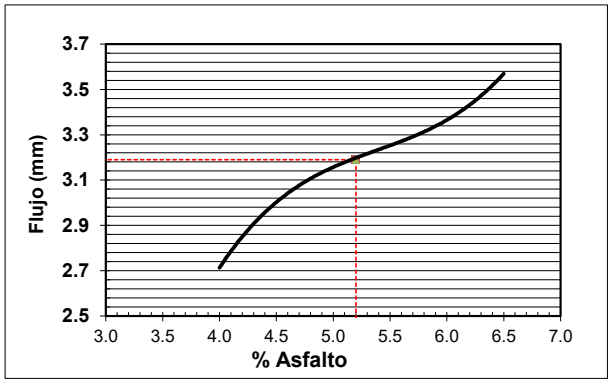
PAVIOBRAS S.A.S.

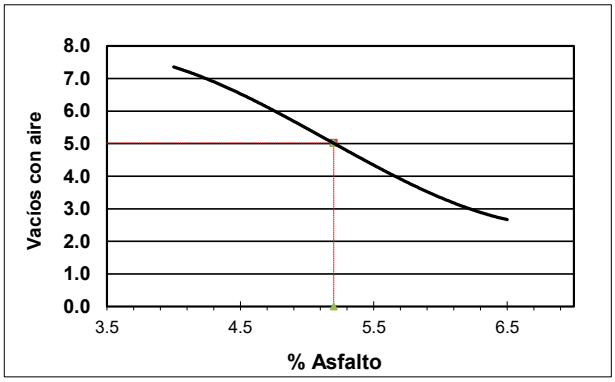
DISEÑO METODO MARSHALL Y ANALISIS DE MEZCLA ASFALTICA

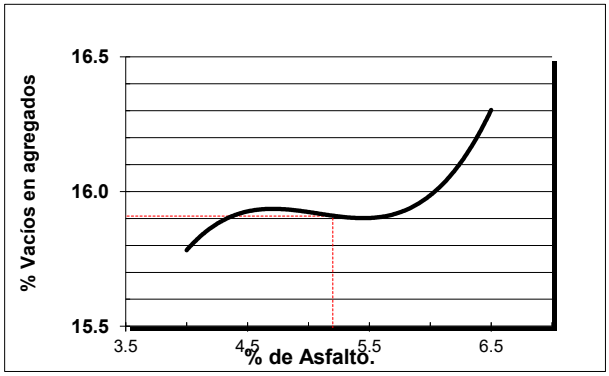
Fecha	**14 de noviembre de 2025**	Muestra No.	**0 1 -25**
Cliente	**Paviobras S.A.S**	Diseño No.	**0 1 -25**
Diseño	**Diseño Mezcla densa en caliente tipo 19 (MD 19)**		
TRANSITO	**-**	Asfalto:	**C 14**
UBICACIÓN	**Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur**		

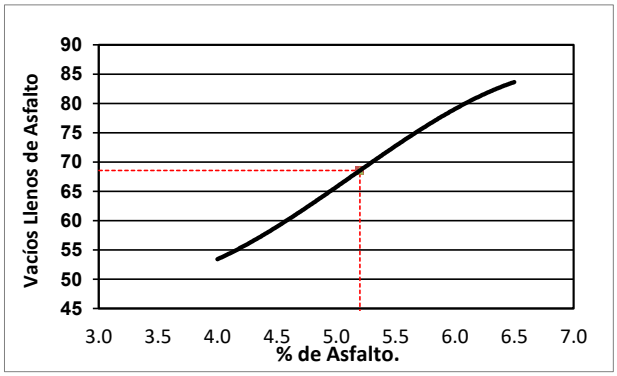












FORMULA DE TRABAJO DEL DISEÑO.

		CRITERIOS IDU 620-18		RANGOS	
Estabilidad Optima (Kn)	13.93	9.00	**CUMPLE**		
Gravedad especifica bulk	2.328	--		**REPORTAR**	
Flujo (mm)	3.19	2.0 - 3.5	**CUMPLE**	**2.55**	**3.83**
Vacios con aire (%)	5.0	4.0 - 6.0	**CUMPLE**	**4.80**	**5.40**
Vacios agregados minerales (%)	15.91	MAYOR 15	**CUMPLE**	**15**	
Vacios llenos de asfalto (%)	69	65 - 75	**CUMPLE**	**65**	**75**
Optimo de asfalto (%)	5.2 %	.+-3%		**4.9**	**5.5**
Relacion llenante / ligante efectivo	1.1	0.8 - 1.2	**CUMPLE**	**0.8**	**1.2**
Relacion kN/mm	4.4	3 - 6	**CUMPLE**	**3.0**	**6.0**

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

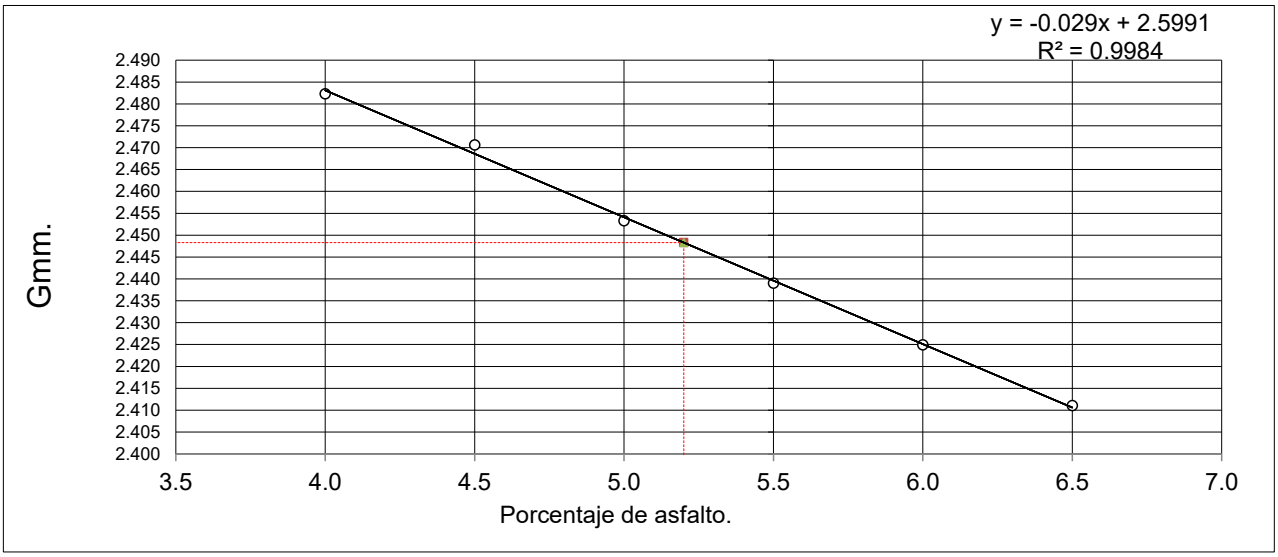
Cliente Paviobras S.A.S **Muestra No.** 1

Tipo de Muestra: Diseño Mezcla densa en caliente tipo 19 (MD 19)

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

RICE METODO TIPO -B.

Porcentaje de asfalto	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
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	8,676	8,675	8,672	8,677	8,674	8,673
Peso del picnometro lleno con agua y muestra a la temperatura de ensayo (E) g	9,930	9,925	9,916	9,916	9,908	9,902
Peso especifico (Gmm) = A / (A + D - E)	2.482	2.471	2.453	2.439	2.425	2.411



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: Salitre Blanco
Muestra: Diseño Mezcla densa en caliente tipo 19 (MD 19)
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	61.2	61	61.4	61.7	61.5	61.5	Norma INV E 744-13
A	MASA SECA AL AIRE	1090.2	1091	1090	1087.5	1085.8	1087	Norma INV E 733-13
B	MASA SSS	1105.6	1104.7	1103.9	1102.4	1101.1	1102.4	Norma INV E 733-13
C	MASA EN AGUA	625.2	624.5	626.2	622.7	624.7	626.5	Norma INV E 733-13
V	VOLUMEN (B-C)	480.4	480.2	477.7	479.7	476.4	475.9	(B - C)
G	G.E Bulk	**2.270**	**2.272**	**2.282**	**2.267**	**2.279**	**2.284**	(A/E)
GM	G.E Maximo Teorica	2.448	2.448	2.448	2.448	2.448	2.448	Norma INV E 735-13
H	% DE VACIOS CON AIRE (100(GM-G)/GM)	**7.3**	**7.2**	**6.8**	**7.4**	**6.9**	**6.7**	7±1
I	VOLUMEN DE VACIOS CON AIRE (HV)/100)	35.07	34.57	32.48	35.50	32.87	31.88	(HV)/100)
P	CARGA EN N				6520	6425	6481	
	SATURACION EN VACIO a Kpa o mm Hg.							
B1	MASA SSS	1115.2	1114.9	1112.1				Norma INV E 733-13
C1	MASA EN AGUA	633.6	633.5	633.2				Norma INV E 733-13
V1	VOLUMEN (B1-C1)	481.6	481.4	478.9				(B1-C1)
J	VOLUMEN DE AGUA ABSORBIDA (B1-A)	25	23.9	22.1				(B1-A)
	% DE SATURACION (100J/I)	**71.3**	**69.1**	**68.0**				55-80
	% DE HINCHAMIENTO	0.25	0.25	0.26				
	ACONDICIONAMIENTO DE 24 HORAS EN AGUA A 60°C.							
E1	ESPESORmm	61.2	61	61.4				
B2	MASA SSS	1118.5	1116	1113.2				
C2	MASA EN AGUA	636.8	634.5	634.2				
V2	VOLUMEN (B2-C2)	481.7	481.5	479.0				
J1	VOLUMEN ABSOLUTO EN EL AGUA	28.3	25	23.2				
	% DE SATURACION (100J1/I)	**80.7**	**72.3**	**71.4**				
	% DE INCHAMIENTO	0.27	0.28	0.28				
P2	CARGA EN kg-f	5690	5690	5610				PROMEDIO
Ets	RESISTENCIA A LA TENSION -BRIQUETAS SECAS 2000/(3,1416*E*D) Kg/cm2				666.1	658.5	664.2	662.9
Eth	RESISTENCIA A LA TENSION -BRIQUETAS HUMEDAS 2P/(3,1416*E*D) Kg/cm2	586.03	587.9	575.9				583.3
TSR	RELACION DE ESFUERZO A TENSION 100 Eth/Ets %				RRT; %			88.0
	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 620-18				80	MINIMOS		CUMPLE

OBSERVACIONES:

Andrey Perilla
Jefe de Laboratorio

Vo.Bo.Ing Pedro Juan Navarro Rodriguez

PAVIOBRAS S.A.S.

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 densa en caliente tipo 19 (MD 19)**
Ubicación	**Parque Industrial Minero el Mochuelo Carrera 17A # 81A-66- Sur**

Ha =	**índice de película de asfalto**		**8.6**
Pb volumen =	Volumen total de del ligante por una masa de 100g		5.11
Pba masa =	masa del asfalto absorbido por cada 100 g		0.43
Pba volumen =	volumen de asfalto absorbido en 100 g		0.42
Pbe volumen =	volumen de asfalto efectivo		4.69
Pg =	proporcion de agregado en la mezcla	0.948	
Pba =	asfalto absorbido	0.450	
Pb	Asfalto total, % en peso de la mezcla	5.2	
Db =	Peso especifico del afalto	1.018	
Se =	Superficie especifica del agregado, m2/kg	5.73	

$$H_a = \left[\frac{P_{be\ volumen}}{SE \times P_g}\right] \times 10$$

a =	% pasa tamiz 4.75 mm	57.9
b =	% pasa tamiz 2,36 mm	39.1
c =	% pasa tamiz 1,18 mm	27.1
d =	% pasa tamiz 0,60 mm	20.5
e =	% pasa tamiz 0,30 mm	14.3
f =	% pasa tamiz 0,150 mm	8.9
g =	% pasa tamiz 0,075 mm	5.4

Se =	5.734

$$SE = 0.41 + 0.0041a + 0.0082b + 0.0164c + 0.0287d + 0.0614e + 0.1229f + 0.3277g$$

IPA =	**8.6**			
CRITERIOS IDU 620-18		**7.5**	**MINIMOS**	**CUMPLE**

Observaciones:

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 densa en caliente tipo 19 (MD 19)
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.	13	13	
PESO ESPECIFICO DE LLENANTE MINERAL g/cm^3.	0.77	0.77	
VALOR PROMEDIO DEL PESO ESPECIFICO DE LLENANTE EN KEROSENE =	**0.77**		**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)	11.6	11.6
Gs Gravedad especifica del llenante	2.715	2.715
Cs concentracion critica del llenante Cs= p/(v*Gs) (g)	0.32	0.32
PROMEDIO	**0.32**	

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)	**0.28**
F = volumen de llenante en la mezcla,	1.881
A = volumen del asfalto en la mezcla , P_{be}/G_b	4.69
P_{0075mm}	5.4
Gs Gravedad especifica del llenante	2.715
P_b (%Asf)	5.2
Pbe (% de asfalto efectivo)	4.77
Gb (Peso Especifico del Asfalto)	1.018

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

CRITERIOS IDU 620-18	**0.32**	**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 111	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS E INSTRUCTIVOS
	N.R: 2 2019-05-21	REPORTE DE CALIDAD CEMENTO ASFÁLTICO ESPECIFICACION IDU

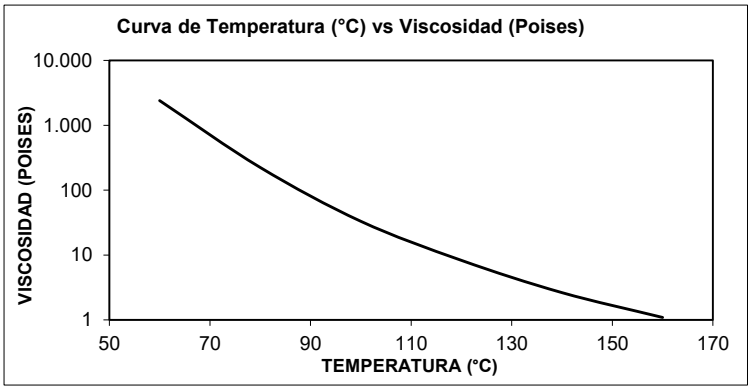
FECHA : NOVIEMBRE 08 DE 2025 **LOTE No.** N.A

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

T I P O D E A S F A L T O: CEMENTO ASFÁLTICO CA 14

PROPIEDAD	NORMA DE REFERENCIA	ESPECIFICACION		REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD	FRECUENCIA DE ENSAYO
		MIN	MAX		
Penetración @ 25°C, 100 gr, 5 seg, (mm/10)	I.N.V E-706	60	-----	70	LOTE
Punto de ablandamiento, (ºC)	I.N.V E-712	46	54	48,8	LOTE
Indice de Penetración (IP)	I.N.V E-724	-1,0	+1.0	-0,69	LOTE
Viscosidad @ 60°C (Pa-s)	I.N.V E-716	140	240	240	LOTE
Viscosidad @ 135°C (cSt)	I.N.V E-715	300	-----	302	LOTE
Pérdida por Calentamiento Pelicula Delgada en mov. @ 163°C, 85 min (%)	I.N.V E-720	-----	0,8	-0,45	SEMANAL
Ductilidad @ 25°C, 5 cm / min, (cm), después de la pérdida por calentamiento en película delgada en movimiento.	I.N.V E-702	50	-----	98	QUINCENAL
Punto de Chispa, (°C)	I.N.V E-709	232	-----	298	LOTE
Solubilidad en Tricloroetileno, (%)	I.N.V E-713	99	-----	99,85	SEMESTRAL
Contenido de Parafinas, (%)	I.N.V E-718	-----	3,0	1,4	MENSUAL
Penetración del residuo después de la pérdida por calentamiento, % de la penetración original	I.N.V E-706	54	-----	57,1	SEMANAL
Incremento en el Punto de Ablanda/to después de pérdida por calentamiento en película delgada, °C	I.N.V E-712	-----	9	6,2	SEMANAL
Viscosidad @ 60°C del residuo, (Pa-s)	I.N.V E-716	-----	1000	989	SEMANAL
Grado de Desempeño, PG	AASHTO M-320	*Reportar*		PG 64-22	MENSUAL

CURVA REOLOGICA



FRECUENCIA ENSAYO: SEMANAL

NORMA DE ENSAYO: ASTM D-4402

Rango Viscosidad (Poises)		Mínimo	Máximo
Temperatura de mezclado, °C	1,5-1,9	147	155
Temperatura de compactación, °C	2,5-3,1	137	145

NOTA : TEMPERATURAS OPTIMAS DE MEZCLADO Y DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO.

OBSERVACIONES:

ING. LAB. _____ ANALISTA LAB. MELISSA DONADO

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 MD-19

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-302-025	302-25	Noviembre 20 de 2025	LB-302-025-01

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA.

A continuación, se lista el tipo de material recibido para el ensayo de la deformación plástica mezcla asfáltica **MD-19 idu 620-18.**

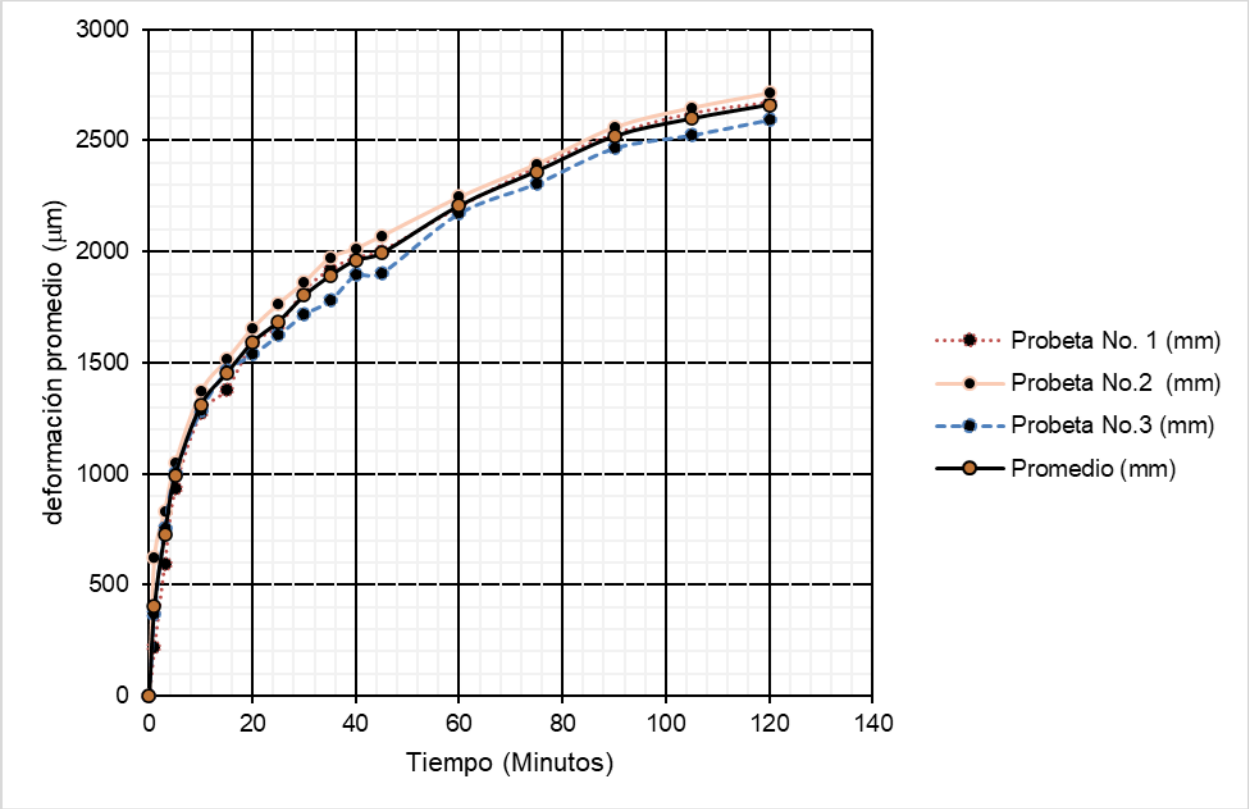
pécimen	Cotenido de Asfálto (%)	Flujo (mm)	Estabilidad Marshall 60°C (kN)	Peso Especifico Bulk (gr/cm3)	Rice	Vacíos mezcla total
1	5.2	3.2	12.5	2.337	2.448	4.53
2				2.338		4.49
3				2.338		4.49

TEMPERATURA ENSAYO (°C) 60°

PRESIÓN DE CONTACTO (kN/m2)

ITEM	ESPÉCIMEN 1		Probeta No. 2		Probeta No. 3		Promedio	
Densidad Bulk	2.337		2.338		2.338		2.338	
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	0.2178	218	0.625	625	0.3706	370.6	0.405	405
3	0.5948	595	0.833	833	0.7586	758.6	0.729	729
5	0.9328	933	1.048	1048	1.0026	1002.6	0.995	995
10	1.2718	1272	1.370	1370	1.2866	1286.6	1.310	1310
15	1.3808	1381	1.514	1514	1.4636	1463.6	1.453	1453
20	1.5850	1585	1.656	1656	1.5376	1537.6	1.593	1593
25	1.6638	1664	1.766	1766	1.6246	1624.6	1.685	1685
30	1.8250	1825	1.863	1863	1.7186	1718.6	1.802	1802
35	1.9198	1920	1.973	1973	1.7806	1780.6	1.891	1891
40	1.9738	1974	2.015	2015	1.8966	1896.6	1.962	1962
45	2.0038	2004	2.071	2071	1.9053	1905.3	1.993	1993
60	2.1998	2200	2.246	2246	2.1736	2173.6	2.207	2207
75	2.3810	2381	2.394	2394	2.3086	2308.6	2.361	2361
90	2.5278	2528	2.559	2559	2.4666	2466.6	2.518	2518
105	2.6210	2621	2.647	2647	2.5256	2525.6	2.598	2598
120	2.6708	2671	2.713	2713	2.5946	2594.6	2.660	2660
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	2003.8	11.92	2071.22	13.87	1905.3	12.45	**1993**	**12.74**
75-90	2527.8	9.79	2559.22	11.00	2466.6	10.53	**2518**	**10.44**
105-120	2670.8	3.32	2713.22	4.40	2594.6	4.60	**2660**	**4.11**

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 MD-19

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-303-025	303-25	Noviembre 20 de 2025	LB-303-025-01

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA.

A continuación, se lista el tipo de material recibido para el ensayo de módulos de mezcla asfáltica **MD 19 idu 620-18.**

CONDICIONES DE LA MEZCLA MD-19 idu 620-18

DESCRIPCIÓN	UN	VALOR
Contenido de Asfalto	%	5.2
Peso Especifico Bulk	gr/cm3	2.328
Vacíos mezcla total	%	4.90
Relación Llenante / Ligante	$P_{0,075}$ / P_{be}	1.1
Estabilidad Marshall 60°C	N	13.9
Vacíos Llenos Asfalto	%	68.5
Vacíos Agregados Mineral	%	15.9
Rice	gr/cm3	2.448
Flujo Marshall	mm	3.2
Ensayo de tracción indirecta INV E-725-13	%	88
Temperatura de compactacion	°C	144

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.

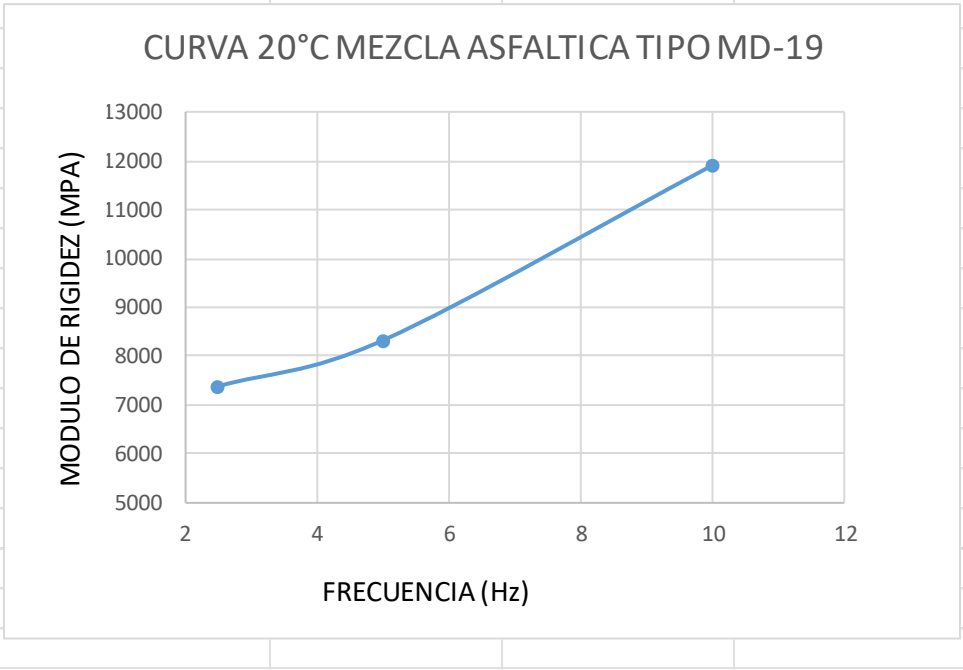
Para el especímen seleccionado el modulo dinamico se realizo a una frecuencia de 2,5 Hz; 5,0 Hz; 10 Hz y a una temperatura de 20° Celsius en el equipo NAT HYD25-II, realizando mediciones en dos caras del especcimen, para obtener un resultado promedio

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	7366	8293	11953
MÓDULO DE RIGIDEZ (MPa) CARA 2	7386	8348	11880
PROMEDIO	7376	8321	11917

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 MD-19

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-304-025	304-25	Noviembre 20 de 2025	LB-304-025-01

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA.

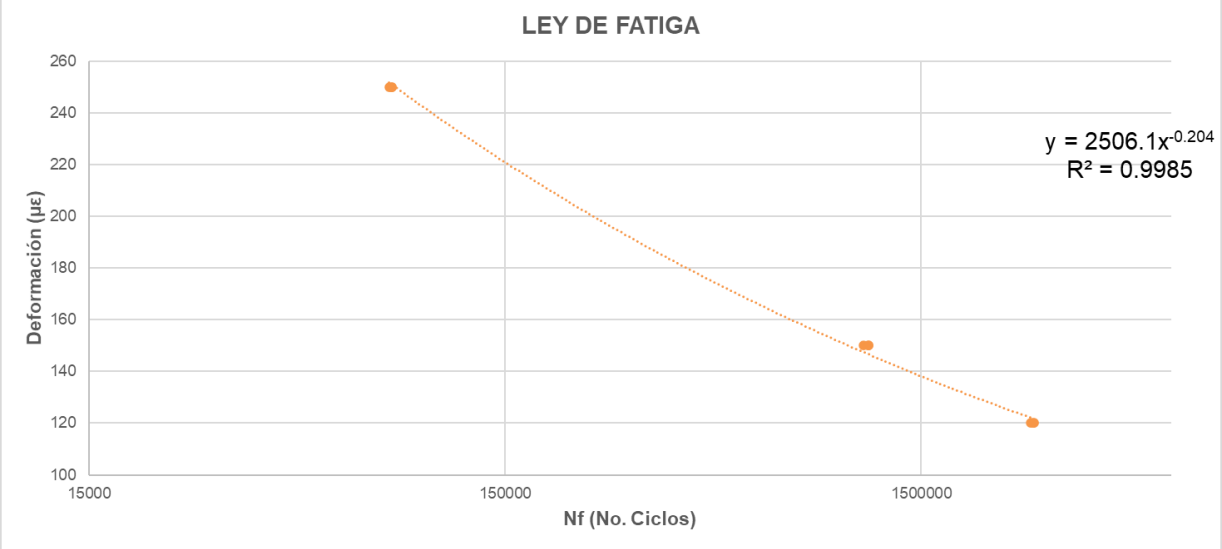
A continuación, se lista el tipo de material recibido para el ensayo de fatiga en mezcla asfáltica **MD-19 idu 620-18.**

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)	6520	6492	6511	4571	4520	4550	4125	4120	4135
Nf (No. Ciclos)	2800000	2750000	2791000	1120000	1092000	1121000	80000	80100	78900
Deformación (με)	120	120	120	150	150	150	250	250	250

ε_6 (μm/m)	149.6
b	-0.204
R^2	0.9985

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