

E-TEX RR2C-E**DESCRIPCIÓN**

E-TEX RR2C-E es una emulsión desarrollada por Syntex Asphalt S.R.L. para la utilización en sellos y tratamientos superficiales por penetración, en sus diferentes formas, incluso la pintura de ligación, capa selladora y tratamiento anti-polvo.

CARACTERISTICAS

E-TEX RR2C-E es un producto ecológico, amigable con el medio ambiente, con bajo consumo de energía para su aplicación, permite obtener sellos o tratamientos superficiales con muy buena adherencia

ALMACENAMIENTO

E-TEX RR2C-E debe ser utilizado de acuerdo con las normas de rendimiento de los servicios. En servicios de imprimación, se recomienda aplicación de la emulsión en la tasa de 0,7 l/m² con dilución en agua. En caso de almacenamiento durante periodos largos se recomienda la recirculación del producto una vez cada dos semanas. Evitar la recirculación y bombeos sucesivos para no ocurrir la disminución de viscosidad y ruptura por aire incluso.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PROPIEDADES	MÉTODO	UNIDAD	ESPECIFICACIÓN
Viscosidad Saybolt Furol, 50°C	NBR 14491	Seg.	100 - 400
Sedimentación 5 días	NBR 6570	% masa	5 máx.
Tamiz (0,84 mm)	NBR 14393	% masa	0,1 máx.
Resistencia al agua, min. cobertura			
Agregado seco	NBR 6300	%	80 min.
Agregado húmedo			80 min.
Carga de partículas	NBR 6567	---	POSITIVO
Destilación, disolventes destilada a 380°C	NBR 6568	% volumen	0 - 3
Residuo seco	NBR 14376	% masa	65
Demulsibilidad	NBR 6569	% masa	50 min.
ENSAYOS SOBRE RESIDUOS DE EMULSIÓN OBTENIDOS POR NBR 14886			
Penetración (100 g, 5 s, 25°C)	NBR 6576	0,1 mm	45 - 150
Punto de reblandecimiento	NBR 6560	°C	55 min.
Viscosidad Brookfield, 135°C, spindle 21, 20 rpm	NBR 15184	cP	600 min.
Recuperación Elástica, 25°C, 20 cm	NBR 15086	%	60 min.

	UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA) LABORATORIO DE ASFALTOS		
	CARACTERIZACIÓN DE LA EMULSION ASFÁLTICA		
	EMULSIÓN ASFÁLTICA: CATIONICA DE ROTURA MEDIA	MUESTRA: N° 1	

CARACTERIZACIÓN DE LA EMULSION ASFÁLTICA
TIPO DE EMULSION ASFÁLTICA: E-TEX RR2C-E

ENSAYO	METODO	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	PROMEDIO	ESPECIFICACIONES	
							Mínimo	Máximo
Viscosidad Say bolt-Furol a 50 °c	AASHTO T 72	mm3/s	319,80	306,00	312,60	312,80	100,00	400,00
Contenido de Agua	AASHTO T 55	% Volumen						
Destilación:	AASHTO T 78	% Volumen						
Volumen destilado a 225 °C								
Volumen destilado a 260 °c			72,57	70,15	69,25	70,66	65,00	-
Volumen destilado a 315 °C								
Residuo de destilación a 360 °C	AASHTO T 78	% Volumen						
ENSAYOS SOBRE EL RESIDUO DE DESTILACIÓN								
Viscosidad absoluta a 60°C	AASHTO T 316	Poise						
Solubilidad en Tricloroetileno	AASHTO T 44	%						
Punto de Ablandamiento		°C	53,00	58,00	55,00	55,33	55,00	-
Ductilidad, 25°C, 5 cm/min	AASHTO T 51	cm	116,50	108,50	93,00	106,00	>100	
Peso Picnómetro	AASHTO T 228	grs.	35,87	32,84	35,08			
Peso Picnómetro + Agua (25°C)		grs.	86,24	77,15	83,16			
Peso Picnómetro + Muestra		grs.	64,97	56,91	63,85			
Peso Picnómetro + Agua + Muestra		grs.	86,84	77,86	83,80			
Peso Especifico o Densidad		grs./cm3	1,02	1,03	1,02	1,02	1,00	1,05
Penetración a 25°C, 100s 5 seg (0,1 mm)	AASHTO T 49	mm	60,00	55,00	52,00			
			52,00	59,00	51,00			
			50,00	61,00	55,00			
			54,00	58,33	52,67	55,00	45,00	150,00

OBSERVACIONES: El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo, no se responsabiliza de los resultados.
El informe no puede ser utilizado en ningún tipo de campaña de información técnica o comercial.
Prohibida su reproducción.

Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS

	UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEI SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA) LABORATORIO DE ASFALTOS		
	ENSAYO PUNTO DE ABLANDAMIENTO		
	EMULSIÓN ASFÁLTICA: CATIONICA DE ROTURA RÁPIDA	MUESTRA: N° 1 FECHA: DICIEMBRE 2020 LABORATORISTA: CESIA YANETH MAMANI FITA	

Emulsión asfáltica E-TEX RR2C-E							
ENSAYO	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	PROMEDIO	ESPECIFICACIONES	
						Mínimo	Máximo
Punto de Ablandamiento	°C	53,00	58,00	55,00	55,33	55,00	-

OBSERVACIONES: El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo, no se responsabiliza de los resultados.
El informe no puede ser utilizado en ningun tipo de campaña de información técnica o comercial.
Prohibida su reproducción.

Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS

	UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA) LABORATORIO DE ASFALTOS		
	ENSAYO VISCOSIDAD SAY BOLT-FUROL		
	EMULSIÓN ASFÁLTICA: CATIONICA DE ROTURA RÁPIDA	MUESTRA: Nº 1	

Emulsión asfáltica E-TEX RR2C-E							
ENSAYO	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	PROMEDIO	ESPECIFICACIONES	
						Mínimo	Máximo
Viscosidad Say bolt-Furol a 50 °C	mm3/s	319,80	306,00	312,60	312,80	100,00	400,00

OBSERVACIONES: *El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo, no se responsabiliza de los resultados.*
El informe no puede ser utilizado en ningun tipo de campaña de información técnica o comercial.
Prohibida su reproducción.

Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS

	UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA) LABORATORIO DE ASFALTOS			
	ENSAYO DE DESTILACIÓN			
	EMULSIÓN ASFÁLTICA: CATIONICA DE ROTURA RÁPIDA	MUESTRA: N° 1	FECHA: DICIEMBRE, 2020	
			LABORATORISTA: CESIA YANETH MAMANI FITA	

Emulsion asfáltica E-TEX RR2C-E		
Muestra 1		
peso de destilador + termómetro + tapa +abrazadera + muestra		
peso antes del ensayo	gr.	2466,90
peso después del ensayo	gr.	2411,50
peso del contenido de agua evacuada	gr.	55,40
peso de muestra de emulsión inicial	gr.	202,00
porcentaje del contenido de agua evacuada	%	27,43
porcentaje de cemento asfáltico residual	%	72,57
Muestra 2		
peso de destilador + termómetro + tapa +abrazadera + muestra		
peso antes del ensayo	gr.	2504,80
peso después del ensayo	gr.	2445,10
peso del contenido de agua evacuada	gr.	59,70
peso de muestra de emulsión inicial	gr.	200,00
porcentaje de contenido de agua evacuada	%	29,85
porcentaje de cemento asfáltico residual	%	70,15
Muestra 3		
peso de destilador + termómetro + tapa +abrazadera + muestra		
peso antes del ensayo	gr.	2503,10
peso después del ensayo	gr.	2441,60
peso del contenido de agua evacuada	gr.	61,50
peso de muestra de emulsión inicial	gr.	200,00
porcentaje de contenido de agua evacuada	%	30,75
porcentaje de cemento asfáltico residual	%	69,25
PROMEDIO	%	70,66

OBSERVACIONES: *El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo, no se responsabiliza de los resultados.*
El informe no puede ser utilizado en ningun tipo de campaña de información técnica o comercial.
Prohibida su reproducción.

Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS

	UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA) LABORATORIO DE ASFALTOS			
	ENSAYO DE PENETRACIÓN			
	EMULSIÓN ASFÁLTICA: CATIONICA DE ROTURA RÁPIDA	MUESTRA: N° 1	FECHA: DICIEMBRE, 2020	
	LABORATORISTA: CESIA YANETH MAMANI FITA			

Cemento Asfáltico residual								
ENSAYO		UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	PROMEDIO	ESPECIFICACIONES	
							Mínimo	Máximo
Penetración a 25°C, 100s seg (0,1 mm)	Lectura N°1	mm	60,00	55,00	52,00			
	Lectura N°2		52,00	59,00	51,00			
	Lectura N°3		50,00	61,00	55,00			
	Promedio		54,00	58,33	52,67	55,00	45,00	150,00

OBSERVACIONES: El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo, no se responsabiliza de los resultados.
El informe no puede ser utilizado en ningun tipo de campaña de información técnica o comercial.
Prohibida su reproducción.

Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS

	UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA) LABORATORIO DE ASFALTOS				
	ENSAYO DUCTILIDAD DEL ASFALTO				
	EMULSIÓN ASFÁLTICA: CATIONICA DE ROTURA RÁPIDA	MUESTRA: Nº 1	FECHA: DICIEMBRE 2020 LABORATORISTA: CESIA YANETH MAMANI FITA		

Cemento asfaltico residual							
ENSAYO	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	PROMEDIO	ESPECIFICACIONES	
						Mínimo	Máximo
Ductilidad a 25°C AASHTO T-51	cm.	116,50	108,50	93,00	106,00	>100,00	-

OBSERVACIONES: *El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo, no se responsabiliza de los resultados.*
El informe no puede ser utilizado en ningun tipo de campaña de información técnica o comercial.
Prohibida su reproducción.

Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS

	UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA) LABORATORIO DE ASFALTOS			
	ENSAYO DENSIDAD RELATIVA A 25°C DEL ASFALTO			
	EMULSIÓN ASFÁLTICA: CATIONICA DE ROTURA RÁPIDA	MUESTRA : N° 1	FECHA: DICIEMBRE 2020 LABORATORISTA: CESIA YANETH MAMANI FITA	

Cemento Asfáltico residual							
ENSAYO	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	PROMEDIO	ESPECIFICACIONES	
						Mínimo	Máximo
Peso picnometro	gr	35,87	32,84	35,08			
Peso Picnómetro + Agua (25°C)	gr	86,24	77,15	83,16			
Peso Picnómetro + Muestra	gr	64,97	56,91	63,85			
Peso Picnómetro + Agua + Muestra	gr	86,84	77,86	83,80			
Peso Específico	gr/cm3	1,018	1,027	1,020	1,022	1,000	1,050

OBSERVACIONES: El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo, no se responsabiliza de los resultados.
 El informe no puede ser utilizado en ningun tipo de campaña de información técnica o comercial.
 Prohibida su reproducción.

Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
 LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
 RESP. DE LAB. ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES
GRANULOMETRÍA: AGREGADO FINO (TIPO II - SLURRY SEALS)



PROYECTO:

"ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SLURRY Y MICROPAVIMENTOS, USANDO 100% RAP"

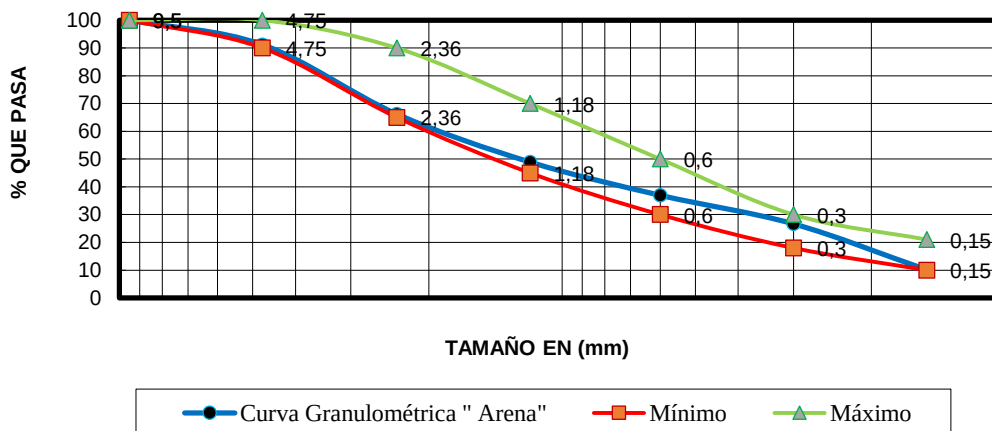
ELABORADO POR: UNIV. CESIA YANETH MAMANI FITA

FECHA: DICIEMBRE, 2020

Prueba N°1

Peso Total (gr.)			5000				
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% que pasa del total	% Que pasa s/g. Especific. ISSA A-105	
1/2	12,5	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100
N°4	4,75	440,80	440,80	8,82	91,18	90	100
N°8	2,36	1250,00	1690,80	33,82	66,18	65	90
N°16	1,18	863,97	2554,77	51,10	48,90	45	70
N°30	0,60	597,04	3151,81	63,04	36,96	30	50
N°50	0,30	514,71	3666,52	73,33	26,67	18	30
N°100	0,15	827,21	4493,72	89,87	10,13	10	21
N°200	0,075	137,87	4631,59	92,63	7,37	5	15
BASE	-	367,65	4999,24	99,98	0,02		
SUMA		4999,2					
PÉRDIDAS		0,8					
MF =		3,20					

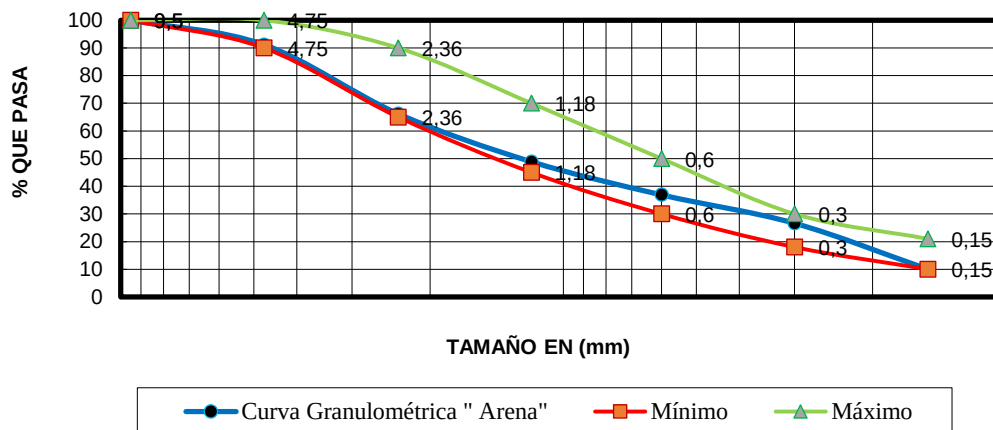
**CURVA GRANULOMÉTRICA
AGREGADO FINO (Arena)**



Prueba N°2

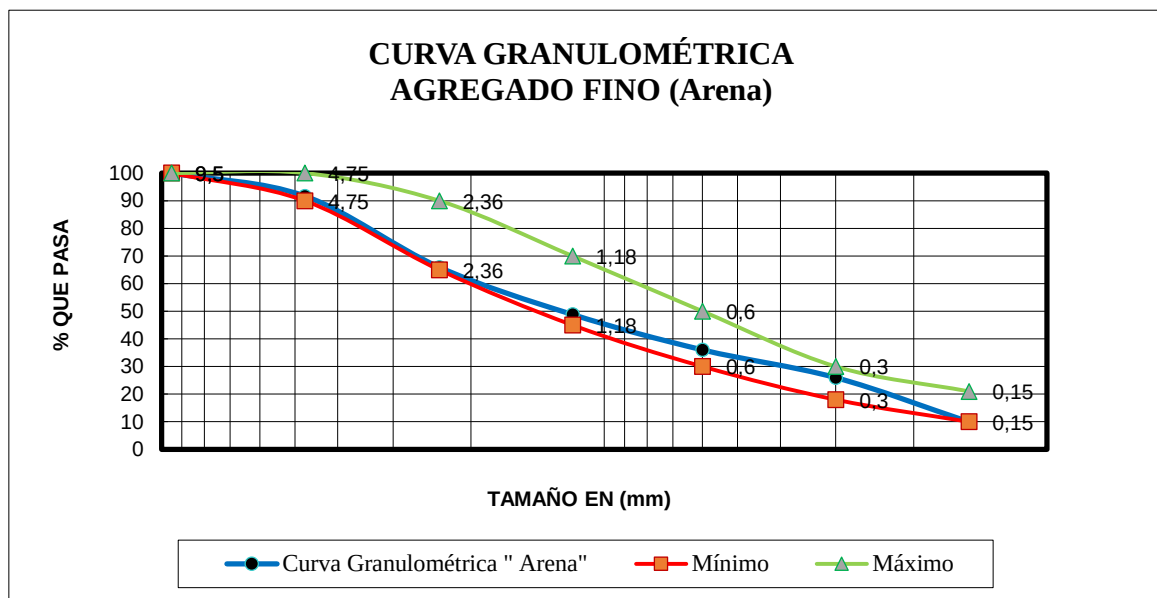
Peso Total (gr.)			5000				
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum	% Ret	% que pasa del total	% Que pasa s/g. Especific. ISSA A-105	
1/2	12,5	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100
N°4	4,75	441,17	441,17	8,82	91,18	90	100
N°8	2,36	1249,80	1690,97	33,82	66,18	65	90
N°16	1,18	865,67	2556,64	51,13	48,87	45	70
N°30	0,60	598,53	3155,16	63,10	36,90	30	50
N°50	0,30	514,36	3669,52	73,39	26,61	18	30
N°100	0,15	829,21	4498,72	89,97	10,03	10	21
N°200	0,075	134,58	4633,30	92,67	7,33	5	15
BASE	-	359,56	4992,86	99,86	0,14		
SUMA		4992,9					
PÉRDIDAS		7,1					
MF =		3,20					

CURVA GRANULOMÉTRICA AGREGADO FINO (Arena)



Prueba N°3

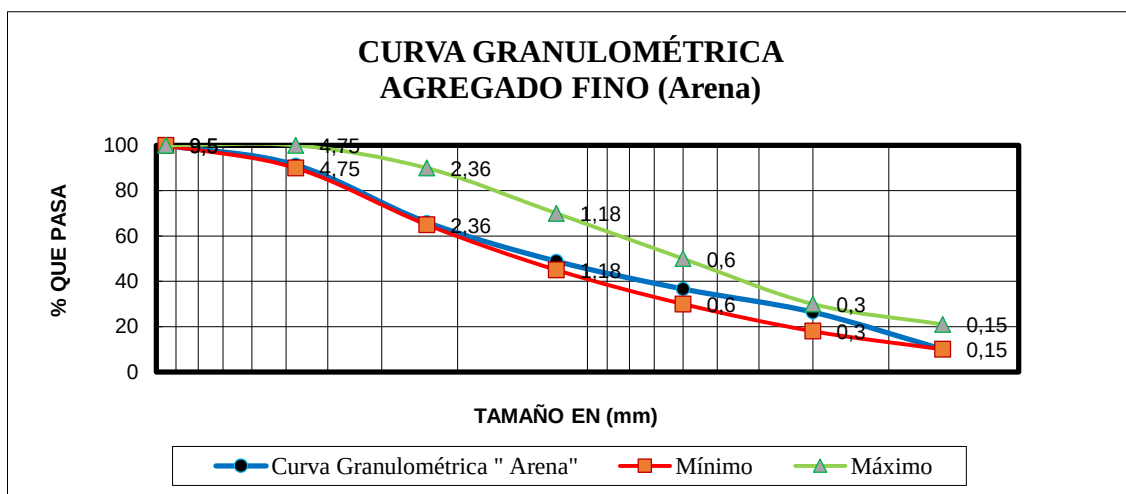
Peso Total (gr.)			5000				
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum	% Ret	% que pasa del total	% Que pasa s/g. Especific. ISSA A-105	
1/2	12,5	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100
N°4	4,75	415,36	415,36	8,31	91,69	90	100
N°8	2,36	1287,36	1702,72	34,05	65,95	65	90
N°16	1,18	856,14	2558,86	51,18	48,82	45	70
N°30	0,60	640,25	3199,11	63,98	36,02	30	50
N°50	0,30	502,36	3701,47	74,03	25,97	18	30
N°100	0,15	801,25	4502,72	90,05	9,95	10	21
N°200	0,075	172,85	4675,57	93,51	6,49	5	15
BASE	-	321,37	4996,94	99,94	0,06		
SUMA		4996,9					
PÉRDIDAS		3,1					
MF =		3,22					



Granulometria final de la arena.

Con el promedio de tres pruebas realizadas previamente.

Peso Total (gr.)			5000				
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% que pasa	% Que pasa s/g. Especific. ISSA A-105	
1/2	12,5	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100
Nº4	4,75	432,44	432,44	8,65	91,35	90	100
Nº8	2,36	1262,39	1694,83	33,90	66,10	65	90
Nº16	1,18	861,93	2556,76	51,14	48,86	45	70
Nº30	0,60	611,94	3168,69	63,37	36,63	30	50
Nº50	0,30	510,47	3679,17	73,58	26,42	18	30
Nº100	0,15	819,22	4498,39	89,97	10,03	10	21
Nº200	0,075	148,43	4646,82	92,94	7,06	5	15
BASE	-	349,52	4996,35	99,93	0,07		
SUMA		4996,3					
PÉRDIDAS		3,7					
MF =		3,21					



OBSERVACIONES: El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo, no se responsabiliza de los resultados.

El informe no puede ser utilizado en ningún tipo de campaña de información técnica o comercial.

Prohibida su reproducción.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES



GRANULOMETRÍA : AGREGADO FINO (TIPO III - MICROPAVIMENTOS)

PROYECTO:

"ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SLURRY Y MICROPAVIMENTOS, USANDO 100% RAP"

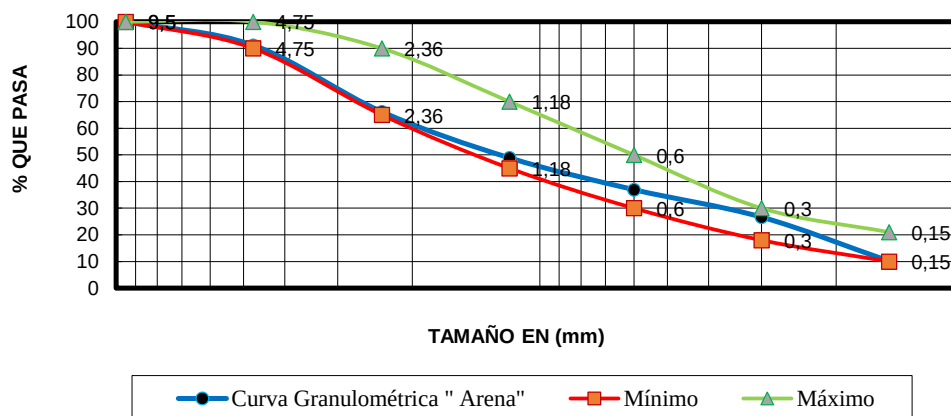
ELABORADO POR: UNIV. CESIA Y. MAMANI FITA

FECHA: DICIEMBRE, 2020

Prueba N°1

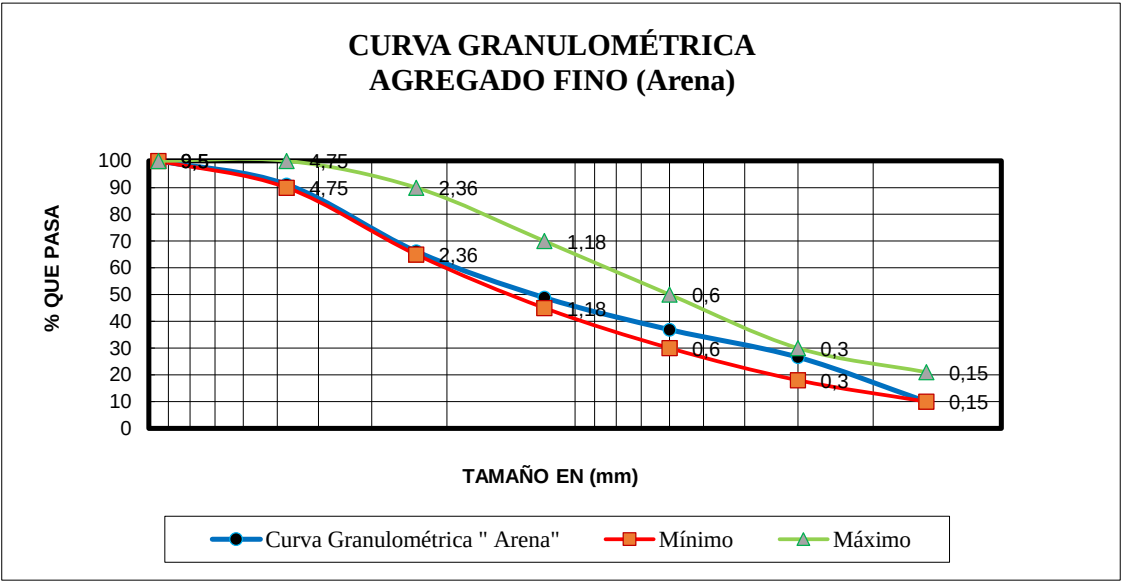
Peso Total (gr.)			5000				
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% que pasa del total	% Que pasa s/g. Especific. ISSA A-143	
1/2	12,5	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100
N°4	4,75	930,14	930,14	18,60	81,40	70	90
N°8	2,36	1122,60	2052,74	41,05	58,95	45	70
N°16	1,18	588,14	2640,88	52,82	47,18	28	50
N°30	0,60	664,53	3305,41	66,11	33,89	19	34
N°50	0,30	472,30	3777,71	75,55	24,45	12	25
N°100	0,15	566,12	4343,83	86,88	13,12	7	18
N°200	0,075	395,28	4739,11	94,78	5,22	5	15
BASE	-	256,94	4996,05	99,92	0,08		
SUMA		4996,0					
PÉRDIDAS		4,0					
MF =		3,41					

**CURVA GRANULOMÉTRICA
AGREGADO FINO (Arena)**



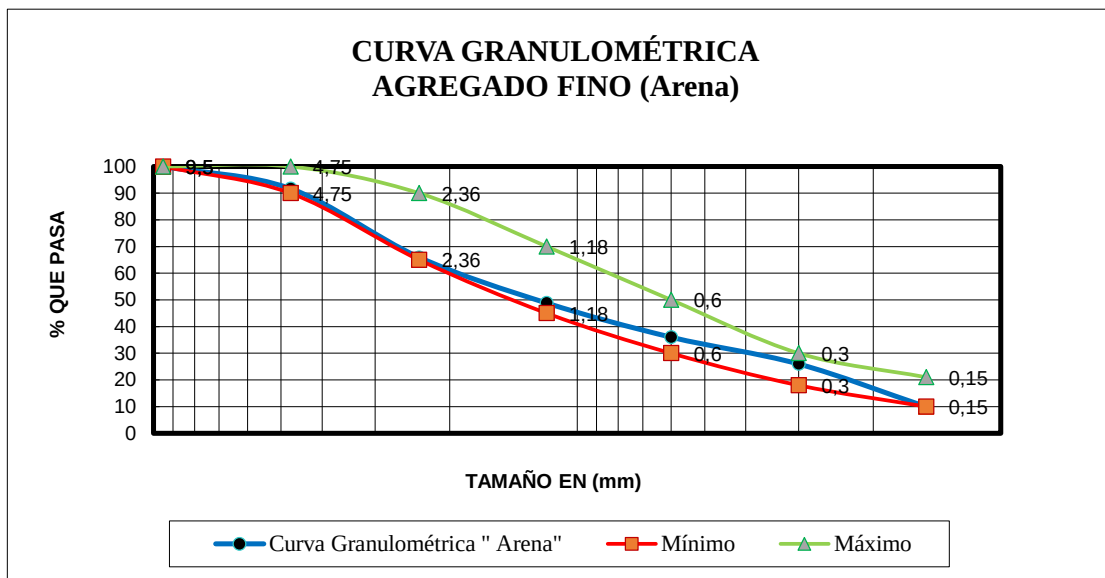
Prueba N°2

Peso Total (gr.)			5000				
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum	% Ret	% que pasa del total	% Que pasa s/g. Especific. ISSA A-143	
1/2	12,5	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100
Nº4	4,75	926,45	926,45	18,53	81,47	70	90
Nº8	2,36	1122,60	2049,05	40,98	59,02	45	70
Nº16	1,18	588,14	2637,19	52,74	47,26	28	50
Nº30	0,60	664,53	3301,72	66,03	33,97	19	34
Nº50	0,30	473,20	3774,92	75,50	24,50	12	25
Nº100	0,15	545,36	4320,28	86,41	13,59	7	18
Nº200	0,075	395,28	4715,56	94,31	5,69	5	15
BASE	-	276,94	4992,50	99,85	0,15		
SUMA		4992,5					
PÉRDIDAS		7,5					
MF =		3,40					



Prueba N°3

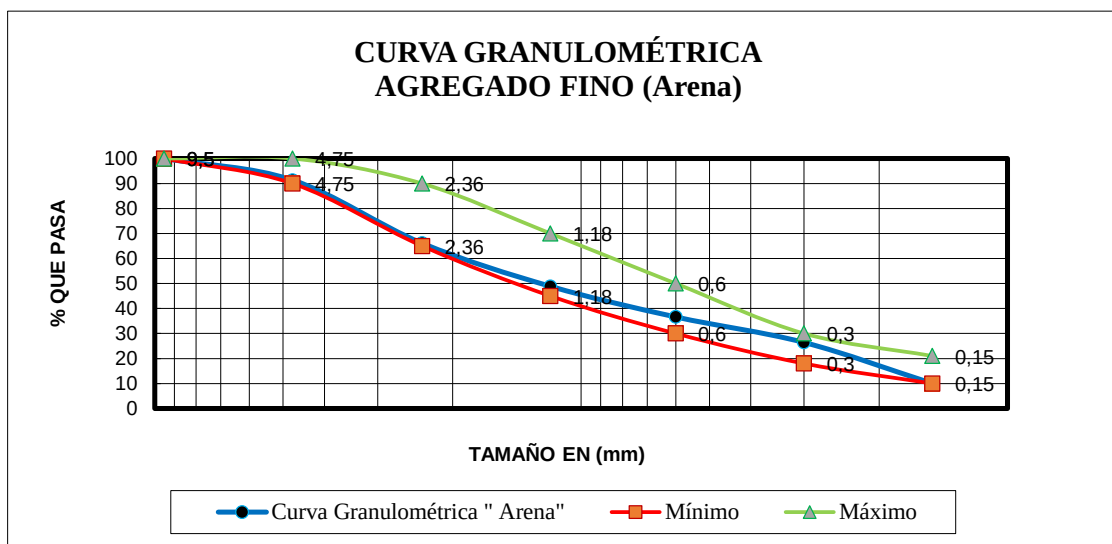
Peso Total (gr.)			5000				
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum	% Ret	% que pasa del total	% Que pasa s/g. Especific. ISSA A-143	
1/2	12,5	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100
Nº4	4,75	924,15	924,15	18,48	81,52	70	90
Nº8	2,36	1126,35	2050,50	41,01	58,99	45	70
Nº16	1,18	592,13	2642,63	52,85	47,15	28	50
Nº30	0,60	666,23	3308,86	66,18	33,82	19	34
Nº50	0,30	475,28	3784,14	75,68	24,32	12	25
Nº100	0,15	540,12	4324,26	86,49	13,51	7	18
Nº200	0,075	395,28	4719,54	94,39	5,61	5	15
BASE	-	274,15	4993,69	99,87	0,13		
SUMA		4993,7					
PÉRDIDAS		6,3					
MF =		3,41					



Granulometria final de la arena.

Con el promedio de tres pruebas realizadas previamente.

Peso Total (gr.)		5000				
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% que pasa	% Que pasa s/g. Especific. ISSA A-143
1/2	12,5	0,00	0,00	0,00	100,00	
3/8	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00	100
Nº4	4,75	926,91	926,91	18,54	81,46	70
Nº8	2,36	1123,85	2050,76	41,02	58,98	45
Nº16	1,18	589,47	2640,23	52,80	47,20	28
Nº30	0,60	665,10	3305,33	66,11	33,89	19
Nº50	0,30	473,59	3778,92	75,58	24,42	12
Nº100	0,15	550,53	4329,46	86,59	13,41	7
Nº200	0,075	395,28	4724,74	94,49	5,51	5
BASE	-	269,34	4994,08	99,88	0,12	
SUMA		4994,1				
PÉRDIDAS		5,9				
MF =		3,41				



OBSERVACIONES: El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo, no se responsabiliza de los resultados. El informe no puede ser utilizado en ningún tipo de campaña de información técnica o comercial. Prohibida su reproducción.

Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
LABORATORISTA

Ing. Fernando Ortega Ayllón
RESP. DE LAB. SOILS TESTING

	UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL "LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES SOILSTESTING"		
	PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO (Arena)		
PROYECTO:		"ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SLURRY Y MICROPAVIMENTOS, USANDO 100% RAP"	
ELABORADO POR: UNIV. CESIA YANETH MAMANI FITA			FECHA: Diciembre del 2020

N° de Muestra	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	Equivalente de Arena (%)
TIPO III	4,10	5,00	82,00
TIPO II	4,20	5,60	75,00
Promedio			78,50

$$E.A. = \frac{H_1}{H_2} * 100$$

Equivalente de Arena (%)	NORMA
78,50	> 45%

OBSERVACIONES: *El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo, no se responsabiliza de los resultados.*

El informe no puede ser utilizado en ningun tipo de campaña de información técnica o comercial.

Prohibida su reproducción.

Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
LABORATORISTA

Ing. Fernando Ortega Ayllón
RESP. DE LAB. SOILS TESTING



ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES ASTM C-131

Proyecto: Estudio de las propiedades mecánicas del Slurry y Micropavimentos, usando 100% rap	Identificación muestra: Agregado fino
Procedencia: Planta chancadora Santa Ana	Laboratorista: Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
Solicitante: Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita	Fecha: Febrero 2021

TABLA ASTM C-131 SEGÚN EL TAMAÑO DE MATERIAL QUE SE TENGA

METODO		A	B	C	D
DIAMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL AEMPLEAR (gr)			
PASA	RETENIDO				
1 1/2"	1"	1250±25			
1"	3/4"	1250±25			
3/4"	1/2"	1250±10	2500±10		
1/2"	3/8"	1250±10	2500±10		
3/8"	1/4"			2500±10	
1/4"	Nº4			2500±10	
Nº4	Nº8				5000±10
PESO TOTAL		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10
NUMERO DE ESFERAS		12	11	8	6
NºDE REVOLUCIONES		500	500	500	500
TIEMPO DE ROTACION		30	15	15	15

DATOS DE LABORATORIO

METODO A		METODO B		METODO C		METODO D	
TAMIZ	PESO RETENIDO	TAMIZ	PESO RETENIDO	TAMIZ	PESO RETENIDO	TAMIZ	PESO RETENIDO
1"	1250	1/2"	2500	1/4"	2500	Nº8	5000,3
3/4"	1250	3/8"	2500	Nº 4	2500		
1/2"	1250						
3/8"	1250						

MATERIAL	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DE DESGASTE	ESPECIFICACION ASTM
A	5000	5000	0,00	35% MAX
B	5000	5000	0,00	35% MAX
C	5000	5000	0,00	35% MAX
D	5000,3	3396,3	32,08	35% MAX

SEPARACION DE PIEDRA PIZARRA

PESO DE LA MUESTRA	PESO DE LA PIEDRA PIZARRA	PESO FINAL
5000,3	1604	3396,3

Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
Laboratorista

Ing. Moises Diaz Ayarde
Jefe Lab. Hormigones - Resistencia



ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES ASTM C-131

Proyecto: Estudio de las propiedades mecánicas del Slurry y Micropavimentos, usando 100% rap	Identificación muestra: Agregado fino - Rap
Procedencia: Canaletas	Laboratorista: Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
Solicitante: Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita	Fecha: Febrero 2021

TABLA ASTM C-131 SEGÚN EL TAMAÑO DE MATERIAL QUE SE TENGA

METODO		A	B	C	D
DIAMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL AEMPLEAR (gr)			
PASA	RETENIDO				
1 1/2"	1"	1250±25			
1"	3/4"	1250±25			
3/4"	1/2"	1250±10	2500±10		
1/2"	3/8"	1250±10	2500±10		
3/8"	1/4"			2500±10	
1/4"	Nº4			2500±10	
Nº4	Nº8				5000±10
PESO TOTAL		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10
NUMERO DE ESFERAS		12	11	8	6
NºDE REVOLUCIONES		500	500	500	500
TIEMPO DE ROTACION		30	15	15	15

DATOS DE LABORATORIO

METODO A		METODO B		METODO C		METODO D	
TAMIZ	PESO RETENIDO	TAMIZ	PESO RETENIDO	TAMIZ	PESO RETENIDO	TAMIZ	PESO RETENIDO
1"	1250	1/2"	2500	1/4"	2500	Nº8	5000,45
3/4"	1250	3/8"	2500	Nº 4	2500		
1/2"	1250						
3/8"	1250						

MATERIAL	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DE DESGASTE	ESPECIFICACION ASTM
A	5000	5000	0,00	35% MAX
B	5000	5000	0,00	35% MAX
C	5000	5000	0,00	35% MAX
D	5000,45	3458,71	30,83	35% MAX

SEPARACION DE PIEDRA PIZARRA

PESO DE LA MUESTRA	PESO DE LA PIEDRA PIZARRA	PESO FINAL
5000,45	1541,74	3458,71

Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
Laboratorista

Ing. Moises Diaz Ayarde
Jefe Lab. Hormigones - Resistencia



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGON Y RESISTENCIA DE MATERIALES

ENSAYO DE PARTÍCULAS FRACTURADAS

Proyecto: Estudio de las propiedades mecánicas del Slurry y Micropavimentos, usando 100% rap	Identificación muestra: Agregado fino
Procedencia: Planta chancadora Santa Ana	Laboratorista: Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
Solicitante: Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita	Fecha: Febrero 2021

Tamano maximo nominal de la muestra = 3/8 pulg.

Tamano de la muestra de ensayo = 300 gr

Tamiz	Peso Retenido (gr)	% retenido	Peso de partículas fracturadas (gr) (mi)	Porcentaje de partículas fracturadas (P)
1 1/2" - 1"	0,00	0,00	0,00	
1" - 3/4"	0,00	0,00	0,00	
3/4" - 1/2"	0,00	0,00	0,00	
1/2" - 3/8"	0,00	0,00	0,00	
3/8" - 1/4"	300,00	100,00	234,40	78,13
Base	0,00	0,00		
Peso total	300,00	100,00	234,40	

Porcentaje de partículas fracturadas (P)	78,13	%
--	-------	---

Observaciones:

Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE LAB. HORMIGONES - RESISTENCIA



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE HORMIGON Y RESISTENCIA DE MATERIALES

ENSAYO DE PARTÍCULAS FRACTURADAS

Proyecto: Estudio de las propiedades mecánicas del Slurry y Micropavimentos, usando 100% rap	Identificación muestra: Agregado fino - Rap
Procedencia: Canaletas	Laboratorista: Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
Solicitante: Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita	Fecha: Febrero 2021

Tamano maximo nominal de la muestra = 3/8 pulg.
Tamano de la muestra de ensayo = 300 gr

Tamiz	Peso Retenido (gr)	% retenido	Peso de partículas fracturadas (gr) (mi)	Porcentaje de partículas fracturadas (P)
1 1/2" - 1"	0,00	0,00	0,00	
1" - 3/4"	0,00	0,00	0,00	
3/4" - 1/2"	0,00	0,00	0,00	
1/2" - 3/8"	0,00	0,00	0,00	
3/8" - 1/4"	300,00	100,00	276,70	92,23
Base	0,00	0,00		
Peso total	300,00	100,00	276,70	

Porcentaje de partículas fracturadas (P)	92,23	%
--	-------	---

Observaciones:

Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
JEFE LAB. HORMIGONES - RESISTENCIA

	UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL "LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES SOILSTESTING"		
	PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO (Arena)		
PROYECTO:		"ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SLURRY Y MICROPAVIMENTOS, USANDO 100% RAP"	
ELABORADO POR: UNIV. CESIA YANETH MAMANI FITA			FECHA: Diciembre del 2020

Prueba N°		1	2
Identificación del frasco volumétrico		F-3	F-4
Temperatura de Ensayo (tx)	°C	27,00	26,70
Peso frasco + agua, a	gr	663,05	670,61
Peso muestra saturada con superficie se	gr	215,73	218,73
(a+b)=d	gr	878,78	889,34
Peso frasco + muestra + agua, c	gr	795,52	805,01
Volumen, Vsp	cm3	83,26	84,33
Peso muestra secada al horno, Ps	gr	210,37	212,60
Peso específico bruto, base muestra s.s.	kg/m3	2586,61	2589,47
Peso específico bruto, base muestra sec	kg/m3	2522,34	2516,90
Peso específico aparente, G	kg/m3	2703,15	2714,19
% de Absorción	%	2,54	2,88

RESULTADOS		
Peso específico bruto, base muestra s.s.,	kg/m3	2588,04
Peso específico bruto, base muestra secada	kg/mm3	2519,62
Peso específico aparente, G	kg/m3	2708,67
% de Absorción	%	2,71

OBSERVACIONES: *El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo, no se responsabiliza de los resultados.*

El informe no puede ser utilizado en ningun tipo de campaña de información técnica o comercial.

Prohibida su reproducción.

Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
LABORATORISTA

Ing. Fernando Ortega Ayllón
RESP. DE LAB. SOILS TESTING

	UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL "LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES SOILSTESTING"	
PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO (FILLER)		
PROYECTO:	"ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SLURRY Y MICROPAVIMENTOS, USANDO 100% RAP"	
ELABORADO POR: UNIV. CESIA Y. MAMANI FITA		FECHA: Diciembre del 2020

Prueba N°		1	2
Identificación del frasco volumétrico		F-3	F-4
Peso suelo seco Ms	gr	41,10	37,63
Peso frasco + suelo + agua (Wfws)	gr	688,87	694,10
Temperatura de Ensayo (tx)	°C	28,30	28,20
Peso frasco + agua (Wfw)	gr	662,88	670,43
Gravedad específica relativa de los sólidos, a tx. $\gamma_s = \frac{W_s}{W_s + W_{fw} - W_{fws}} = g/cm^3$	gr/cm3	2,72	2,70
Factor de conversión (k)		1,00	1,00
Peso Específico de los Sólidos a 20 °C, (Gs)	gr/cm3	2,71	2,69

RESULTADO	
Peso Específico de los Sólidos a 20°C , Gs=	2,70

OBSERVACIONES: El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo, no se responsabiliza de los resultados.
El informe no puede ser utilizado en ningún tipo de campaña de información técnica o comercial.
Prohibida su reproducción.

Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
LABORATORISTA

Ing. Fernando Ortega Ayllón
RESP. DE LAB. SOILSTESTING

	UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAE SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGONES SOILSTESTING"	
	PESO UNITARIO - AGREGADO FINO (Arena)	
PROYECTO:	"ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SLURRY Y MICROPAVIMENTOS, USANDO 100% RAP"	
ELABORADO POR: UNIV. CESIA YANETH MAMANI FITA		FECHA: Diciembre del 2020

PESO UNITARIO SUELTO

MUESTRA N°	PESO RECIPIENTE (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm3)	PESO RECIP. + MUESTRA SUELTA (gr)	PESO MUESTRA SUELTA (gr)	PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm3)
1	5889,00	2144,83	8667,00	2778,00	1,30
2	5889,00	2144,83	8655,00	2766,00	1,29
3	5889,00	2144,83	8653,00	2764,00	1,29
PROMEDIO					1,29

PESO UNITARIO COMPACTADO

MUESTRA N°	PESO RECIPIENTE (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm3)	PESO RECIP. + MUESTRA SUELTA (gr)	PESO MUESTRA SUELTA (gr)	PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm3)
1	5889,00	2144,83	9286,80	3397,80	1,58
2	5889,00	2144,83	9288,10	3399,10	1,58
3	5889,00	2144,83	9212,40	3323,40	1,55
PROMEDIO					1,57

OBSERVACIONES: El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo, no se responsabiliza de los resultados.

El informe no puede ser utilizado en ningun tipo de campaña de información técnica o comercial.

Prohibida su reproducción.

Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
LABORATORISTA

Ing. Fernando Ortega Ayllón
RESP. DE LAB. SOILSTESTING

	UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA) LABORATORIO DE ASFALTOS			
	DOSIFICACIÓN DE LA MEZCLA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CONVENCIONAL – GRANUL. TIPO II			
	EMULSIÓN ASFÁLTICA: CATIONICA DE ROTURA RÁPIDA	MUESTRA: Nº 1	FECHA: DICIEMBRE 2020 LABORATORISTA: CESIA YANETH MAMANI FITA	

Mezcla Convencional

Peso total de la briqueta (gr)	Cemento asfáltico residual (70,66%)	70,66	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00
1200,00	Emulsión asfáltica (100%)	100	9,91	11,32	12,74	14,15	15,57	16,98
Agregado Total (%)			90,09	88,68	87,26	85,85	84,43	83,02
Agregado Total (gr)			1081,12	1064,14	1047,16	1030,17	1013,19	996,21
Emulsión (gr.)			118,88	135,86	152,84	169,83	186,81	203,79
Peso Total Briquetas (gr.)			1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00

OBSERVACIONES: El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo, no se responsabiliza de los resultados.
El informe no puede ser utilizado en ningún tipo de campaña de información técnica o comercial.
Prohibida su reproducción.

Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS

	UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA) LABORATORIO DE ASFALTOS			
	PLANILLA DE RECOPIACIÓN DE DATOS: ALTURAS, DIAMETROS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES PARA EL PESO VOLUMÉTRICO EN MEZCLAS CONVENCIONALES – GRANUL. TIPO II			
	EMULSIÓN ASFÁLTICA: CATIONICA DE ROTURA RÁPIDA	MUESTRA: N° 1	FECHA: DICIEMBRE 2020 LABORATORISTA: CESIA YANETH MAMANI FITA	

EMULSION ASFÁLTICA E-TEX RR2C-E	
Cemento Asfáltico residual por Destilación (%)	70,66
Peso Específico total del asfalto residual	1,022

Briquetas Convencionales								
N° de briqueta	Denominación de la briqueta	% de Emulsión		alturas de cada probeta	altura promedio de cada probeta	Diametros de cada probeta	Diametro promedio de cada probeta	Volumen
		% Cemento Asfáltico residual	% Emulsión Total					
		%	%	cm	cm	cm	cm	cm3
1	1A	7,00	9,91	7,06	6,99	10,15	10,14	564,12
				6,96		10,12		
				6,85				
				7,10				
2	1B	7,00	9,91	6,98	7,02	10,11	10,12	563,90
				6,96		10,12		
				7,08				
				7,05				
3	1C	7,00	9,91	7,15	7,12	10,03	10,07	566,86
				7,18		10,11		
				7,06				
				7,08				
4	2A	8,00	11,32	7,13	7,12	10,13	10,12	572,50
				7,15		10,11		
				7,09				
				7,10				
5	2B	8,00	11,32	7,20	7,21	10,04	10,09	575,74
				7,21		10,13		
				7,22				
				7,20				
6	2C	8,00	11,32	7,15	7,13	10,13	10,14	575,21
				7,16		10,14		
				7,09				
				7,12				
7	3A	9,00	12,74	6,89	6,92	10,15	10,15	559,37
				6,93		10,14		
				6,95				
				6,91				
8	3B	9,00	12,74	7,02	7,01	10,14	10,13	564,41
				7,05		10,11		
				6,98				
				6,99				

9	3C	9,00	12,74	6,93	6,90	10,15	10,14	557,41
				6,95				
				6,84				
				6,89		10,13		
10	4A	10,00	14,15	7,22	7,21	10,11	10,12	579,37
				7,20				
				7,21				
				7,21		10,12		
11	4B	10,00	14,15	7,21	7,20	10,12	10,12	579,41
				7,20				
				7,19				
				7,20		10,12		
12	4C	10,00	14,15	7,23	7,21	10,10	10,10	577,65
				7,21				
				7,19				
				7,21		10,10		
13	5A	11,00	15,57	7,12	7,10	10,11	10,12	571,10
				7,11				
				7,08				
				7,09		10,13		
14	5B	11,00	15,57	7,12	7,11	10,13	10,07	566,26
				7,12				
				7,10				
				7,10		10,01		
15	5C	11,00	15,57	6,92	6,94	10,11	10,12	557,88
				6,95				
				6,96				
				6,94		10,12		
16	6A	12,00	16,98	7,20	7,19	10,14	10,14	580,05
				7,19				
				7,18				
				7,19		10,13		
17	6B	12,00	16,98	7,23	7,21	10,11	10,15	583,59
				7,22				
				7,19				
				7,21		10,19		
18	6C	12,00	16,98	6,94	6,98	10,14	10,13	562,55
				6,96				
				7,02				
				7,00		10,12		

OBSERVACIONES: *El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo, no se responsabiliza de los resultados.
El informe no puede ser utilizado en ningun tipo de campaña de información técnica o comercial.
Prohibida su reproducción.*

Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS

	UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA) LABORATORIO DE ASFALTOS			
	DISEÑO METODO MARSHALL PARA DETERMINAR EL CONTENIDO ÓPTIMO DE EMULSIÓN ASFÁLTICA – GRANUL. TIPO II			
	EMULSIÓN ASFÁLTICA: CATIONICA DE ROTURA RÁPIDA	MUESTRA: N° 1		FECHA: DICIEMBRE 2020
				LABORATORISTA: CESIA YANETH MAMANI FITA

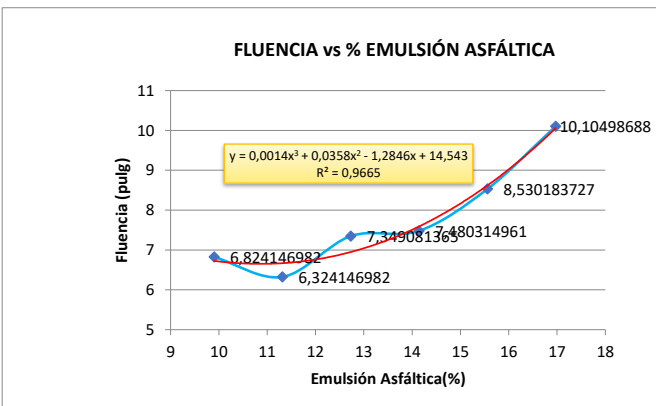
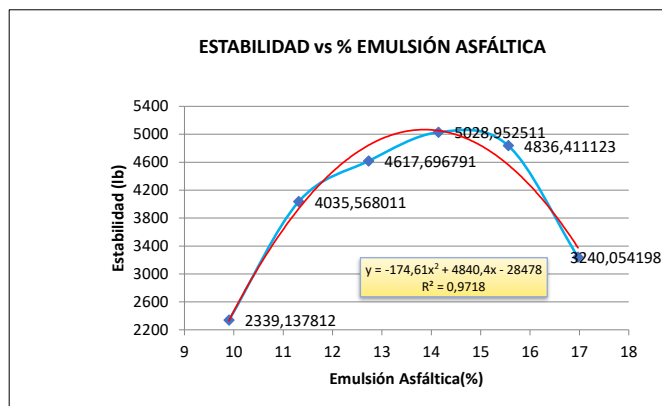
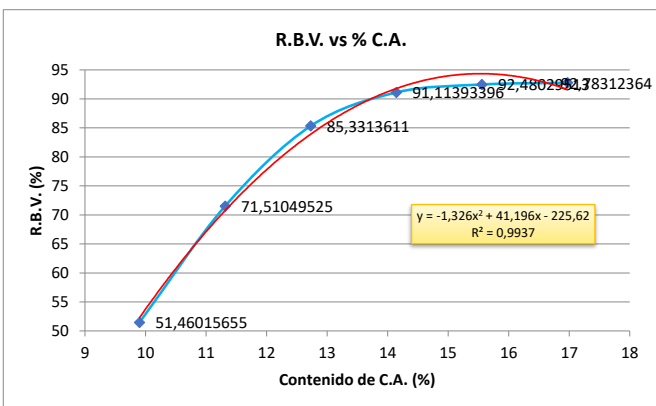
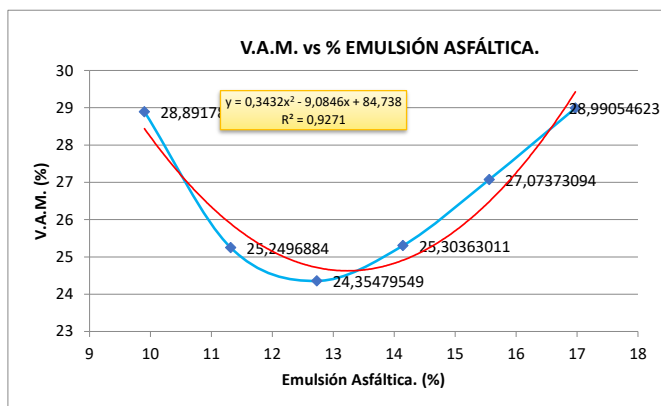
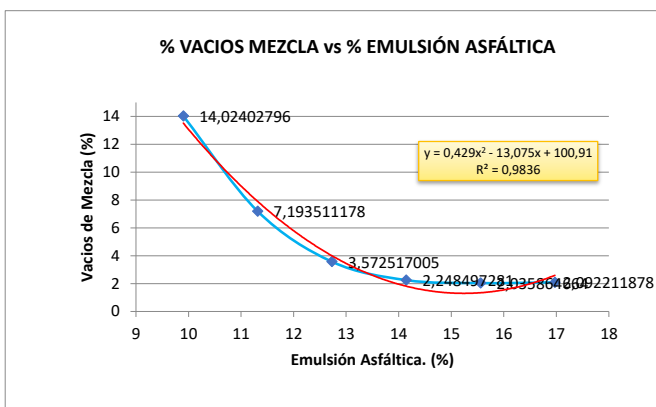
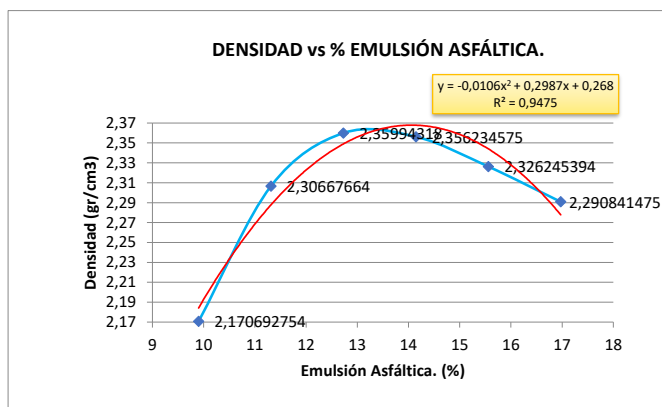
PESOS ESPECÍFICOS		% de agregado
Mat. Retenido Tamiz N° 4	0,00	0,00
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2,84	100,00
peso especifico total	2,84	100,00

Número de Golpes	75,00
EMULSION ASFÁLTICA E-TEX RR2C-E	
Residuo de Destilación (%)	70,70
Peso Especifico total del asfalto residual	1,02

DOSIFICACIÓN		
Agregado	P.E.	%
Grava	0,00	0,00
Gravilla	0,00	0,00
Arena	2,85	92,94
Filler	2,71	7,06

N° de briqueta	altura de briqueta	% de Emulsión		Peso Briqueta			Volumen	Densidad Briqueta			% de Vacíos			Estabilidad Marshall					Flujo			
		% Cemento Asfáltico residual	% Emulsión Total	P. Seco	P. Sat. Sup. Seca	P. Sumergido en agua		Briqueta	Densidad Real	Densidad Promedio	Densidad Maxima Teórica	% de vacíos mezcla total	V.A.M.(Vacíos Agregado Mineral)	R.B.V. (Relación Emulsión Vacíos)	lectura del dial	carga	factor de corrección	carga real corregida	carga promedio	lectura dial del flujo	flujo real	flujo promedio
%	%	grs.	grs.	grs.	cc	grs/cm3	grs/cm3	grs/cm3	%	%	%	Pulg	libras		libras	libras	mm	-	Pulg			
1	6,99	7,00	9,90	1164,00	1172,00	638,00	534,00	2,18	2,17	2,52	14,02	28,89	51,46	1041,00	2784,98	0,86	2395,09	2339,14	170,00	0,07	6,82	
2	7,02			1162,00	1169,00	629,00	540,00	2,15						1015,00	2714,97	0,85	2319,67		170,00	0,07		
3	7,12			1160,00	1167,00	635,00	532,00	2,18						1030,00	2755,36	0,84	2302,66		180,00	0,07		
4	7,12	8,00	11,32	1138,40	1150,10	659,00	491,10	2,32	2,31	2,49	7,19	25,25	71,51	1815,00	4869,21	0,84	4069,20	4035,57	180,00	0,07	6,32	
5	7,21			1143,70	1154,23	650,00	504,23	2,27						1829,00	4906,91	0,82	4035,93		160,00	0,06		
6	7,13			1137,10	1148,24	661,00	487,24	2,33						1789,00	4799,20	0,83	4001,57		180,00	0,07		
7	6,92	9,00	12,73	1142,80	1146,50	661,00	485,50	2,35	2,36	2,45	3,57	24,35	85,33	1971,00	5289,29	0,87	4618,61	4617,70	180,00	0,07	7,35	
8	7,01			1137,50	1143,60	663,00	480,60	2,37						1996,00	5356,61	0,86	4586,86		180,00	0,07		
9	6,90			1133,80	1138,60	658,00	480,60	2,36						1975,00	5300,06	0,88	4647,62		200,00	0,08		
10	7,21	10,00	14,14	1135,90	1141,36	662,00	479,36	2,37	2,36	2,41	2,25	25,30	91,11	2144,00	5755,14	0,82	4733,60	5028,95	180,00	0,07	7,48	
11	7,20			1134,50	1139,70	657,00	482,70	2,35						2570,00	6902,27	0,82	5686,09		210,00	0,08		
12	7,21			1131,40	1138,70	657,00	481,70	2,35						2114,00	5674,36	0,82	4667,16		180,00	0,07		
13	7,10	11,00	15,56	1129,70	1137,20	650,00	487,20	2,32	2,33	2,37	2,04	27,07	92,48	1951,00	5235,43	0,84	4394,62	4836,41	210,00	0,08	8,53	
14	7,11			1127,40	1134,60	651,00	483,60	2,33						2168,00	5819,77	0,84	4874,64		210,00	0,08		
15	6,94			1125,00	1130,10	647,00	483,10	2,33						2245,00	6027,11	0,87	5239,97		230,00	0,09		
16	7,19	12,00	16,97	1129,70	1134,60	642,00	492,60	2,29	2,29	2,34	2,09	28,99	92,78	1408,00	3773,24	0,83	3112,92	3240,05	250,00	0,10	10,10	
17	7,21			1128,40	1137,40	643,00	494,40	2,28						1534,00	4112,53	0,82	3382,56		250,00	0,10		
18	6,98			1119,70	1126,50	639,00	487,50	2,30						1396,00	3740,93	0,86	3224,68		270,00	0,11		

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE EMULSIÓN ASFÁLTICA	Ensayo	Valor de Diseño	% de Emulsión
	Estabilidad Marshall (Lb)	5.067,43	13,86
	Densidad máxima (gr/cm3)	2,37	14,09
	Vacios de la mezcla (%)	3,99	12,72
	% Porcentaje óptimo	Promedio =	13,56



OBSERVACIONES: El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo, no se responsabiliza de los resultados. El informe no puede ser utilizado en ningun tipo de campaña de información técnica o comercial. Prohibida su reproducción.

	UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA) LABORATORIO DE ASFALTOS			
	DOSIFICACIÓN DE LA MEZCLA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CONVENCIONAL – GRANUL. TIPO III			
	EMULSIÓN ASFÁLTICA: CATIONICA DE ROTURA RÁPIDA	MUESTRA: N° 1	FECHA: DICIEMBRE 2020	
	LABORATORISTA: CESIA YANETH MAMANI FITA			

Mezcla Convencional

Peso total de la briqueta (gr)	Cemento asfáltico residual	70,66	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00
1200,00	Emulsión asfáltica	100,00	8,49	9,91	11,32	12,74	14,15	15,57
Agregado Total (%)			91,51	90,09	88,68	87,26	85,85	84,43
Agregado Total (gr)			1098,10	1081,12	1064,14	1047,16	1030,17	1013,19
Emulsión (gr.)			101,90	118,88	135,86	152,84	169,83	186,81
Peso Total Briquetas (gr.)			1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00

OBSERVACIONES: El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo, no se responsabiliza de los resultados.

El informe no puede ser utilizado en ningún tipo de campaña de información técnica o comercial.

Prohibida su reproducción.

Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS

	UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA) LABORATORIO DE ASFALTOS			
	PLANILLA DE RECOPIACIÓN DE DATOS: ALTURAS, DIAMETROS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES PARA EL PESO VOLUMÉTRICO EN MEZCLAS CONVENCIONALES – GRANUL. TIPO III			
	EMULSIÓN ASFÁLTICA: CATIONICA DE ROTURA RÁPIDA	MUESTRA : N° 1		FECHA: DICIEMBRE 2020 LABORATORISTA: CESIA YANETH MAMANI FITA

EMULSION ASFÁLTICA E-TEX RR2C-E	
Cemento Asfáltico residual por Destilación (%)	70,66
Peso Específico total del asfalto residual	1,022

Briquetas Convencionales							
N° de briqueta	% de Emulsión		alturas de cada probeta	altura promedio de cada probeta	Diametros de cada probeta	Diametro promedio de cada probeta	Volumen
	% Cemento Asfáltico residual	% Emulsión Total					
	%	%					
			cm	cm	cm	cm	cm3
1	6,00	8,49	7,20	7,20	10,00	10,06	571,72
			7,19				
			7,21				
			7,20		10,11		
2	6,00	8,49	7,24	7,20	10,11	10,10	576,45
			7,20				
			7,18				
			7,16		10,09		
3	6,00	8,49	7,20	7,15	10,05	10,07	569,05
			7,10				
			7,10				
			7,18		10,09		
4	7,00	9,91	7,39	7,20	10,11	10,11	577,42
			7,20				
			6,99				
			7,22		10,10		
5	7,00	9,91	7,51	7,16	10,06	10,09	572,11
			7,06				
			6,90				
			7,15		10,12		
6	7,00	9,91	6,83	6,83	10,09	10,10	546,47
			6,75				
			6,82				
			6,91		10,10		
7	8,00	11,32	7,10	6,95	10,13	10,14	560,29
			6,92				
			6,86				
			6,90		10,14		

8	8,00	11,32	7,00	7,08	10,12	10,12	568,72
			7,10				
			7,11				
			7,10		10,11		
9	8,00	11,32	6,84	6,91	10,14	10,13	556,51
			6,75				
			6,98				
			7,05		10,12		
10	9,00	12,74	6,70	6,73	10,10	10,11	539,73
			6,65				
			6,77				
			6,80		10,11		
11	9,00	12,74	6,70	6,76	10,13	10,12	543,95
			6,90				
			6,80				
			6,65		10,11		
12	9,00	12,74	6,80	6,73	10,11	10,11	539,33
			6,70				
			6,70				
			6,70		10,10		
13	10,00	14,15	7,06	7,02	10,12	10,13	564,82
			6,92				
			7,08				
			7,00		10,13		
14	10,00	14,15	6,75	6,74	10,14	10,11	541,27
			6,72				
			6,68				
			6,82		10,08		
15	10,00	14,15	6,70	6,78	10,10	10,11	543,88
			6,90				
			6,80				
			6,70		10,12		
16	11,00	15,57	6,70	6,73	10,12	10,12	541,33
			6,50				
			6,72				
			7,00		10,12		
17	11,00	15,57	6,80	6,74	10,09	10,12	541,40
			6,80				
			6,65				
			6,70		10,14		
18	11,00	15,57	6,70	6,68	10,12	10,13	537,97
			6,50				
			6,61				
			6,89		10,14		

OBSERVACIONES: *El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo, no se responsabiliza de los resultados.*

El informe no puede ser utilizado en ningun tipo de campaña de información técnica o comercial.

Prohibida su reproducción.

Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS

	UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA) LABORATORIO DE ASFALTOS		
	DISEÑO METODO MARSHALL PARA DETERMINAR EL CONTENIDO ÓPTIMO DE EMULSIÓN ASFÁLTICA – GRANUL. TIPO III		
	EMULSIÓN ASFÁLTICA: CATIONICA DE ROTURA RÁPIDA	MUESTRA: N° 1	
	FECHA: DICIEMBRE 2020 LABORATORISTA: CESIA YANETH MAMANUEITA		

PESOS ESPECÍFICOS		% de agregado
Mat. Retenido Tamiz N° 4	0,00	0,00
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2,84	100,00
peso especifico total	2,84	100,00

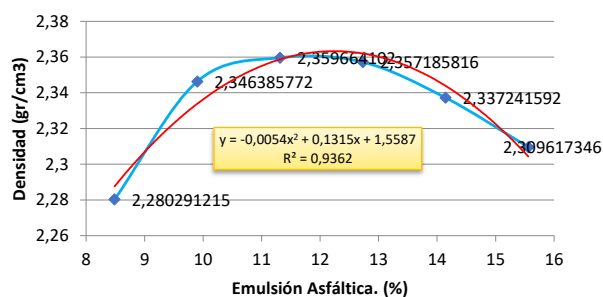
Número de Golpes	75,00
EMULSION ASFÁLTICA E-TEX RR2C-E	
Residuo de Destilación (%)	70,70
Peso Especifico total del asfalto residual	1,02

DOSIFICACIÓN		
Agregado	P.E.	%
Grava	0,00	0,00
Gravilla	0,00	0,00
Arena	2,85	94,49
Filler	2,71	5,51

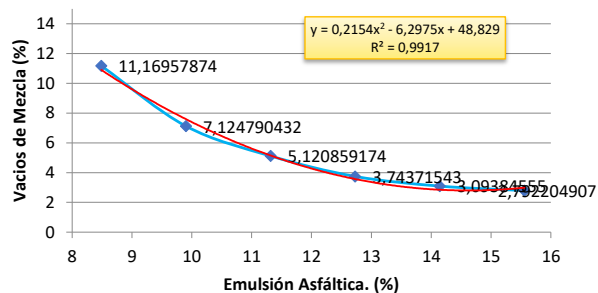
N° de briqueta	altura de briqueta	% de Emulsión		Peso Briqueta			Volumen	Densidad Briqueta			% de Vacios			Estabilidad Marshall					Flujo		
		% Cemento Asfáltico residual	% Emulsión Total	P. Seco	P. Sat. Sup. Seca	P. Sumergido en agua	Briqueta	Densidad Real	Densidad Promedio	Densidad Maxima Teórica	% de vacios mezcla total	V.A.M.(Vacios Agregado Mineral)	R.R.V. (Relacion Emulsión Vacios)	lectura del dial	carga	factor de correccion	carga real corregida	carga promedio	lectura dial del flujo	flujo real	flujo promedio
		%	%	grs.	grs.	grs.	cc	grs/cm3	grs/cm3	grs/cm3	%	%	%	Pulg.	libras		libras	libras	mm	-	Pulg
1	7,20			1182,40	1186,40	660,00	526,40	2,25						1655,00	4438,36	0,82	3656,32		130,00	0,05	
2	7,20	6,00	8,49	1164,70	1169,70	663,00	506,70	2,30	2,28	2,57	11,17	24,56	54,52	1710,00	4586,47	0,82	3778,33	3806,00	150,00	0,06	5,51
3	7,15			1187,30	1192,10	675,00	517,10	2,30						1789,00	4799,20	0,83	3983,33		140,00	0,06	
4	7,20			1165,40	1177,40	684,00	493,40	2,36						1971,00	5289,29	0,82	4357,32		190,00	0,07	
5	7,16	7,00	9,90	1163,00	1169,40	681,00	488,40	2,38	2,35	2,53	7,12	23,20	69,28	1996,00	5356,61	0,83	4439,56	4504,64	180,00	0,07	6,72
6	6,83			1174,60	1187,60	676,00	511,60	2,30						1975,00	5300,06	0,89	4717,05		180,00	0,07	
7	6,95			1161,23	1165,30	684,00	481,30	2,41						2144,00	5755,14	0,87	4993,16		210,00	0,08	
8	7,08	8,00	11,32	1166,50	1171,30	676,00	495,30	2,36	2,36	2,49	5,12	23,59	78,29	2150,00	5771,30	0,84	4865,78	4941,34	200,00	0,08	7,87
9	6,91			1174,30	1189,10	681,00	508,10	2,31						2114,00	5674,36	0,88	4965,06		190,00	0,07	
10	6,73			1173,20	1175,70	681,00	494,70	2,37						1951,00	5235,43	0,92	4790,42		220,00	0,09	
11	6,76	9,00	12,73	1179,20	1184,20	681,00	503,20	2,34	2,36	2,45	3,74	24,50	84,72	2168,00	5819,77	0,91	5281,44	4973,80	210,00	0,08	8,53
12	6,73			1184,20	1189,50	687,00	502,50	2,36						1975,00	5300,06	0,92	4849,55		220,00	0,09	
13	7,02			1192,60	1197,50	690,00	507,50	2,35						1587,00	4255,25	0,85	3635,69		240,00	0,09	
14	6,74	10,00	14,14	1182,10	1196,30	684,00	512,30	2,31	2,34	2,41	3,09	25,96	88,08	1702,00	4564,92	0,91	4165,49	3937,22	210,00	0,08	8,79
15	6,78			1180,70	1194,50	693,00	501,50	2,35						1657,00	4443,75	0,90	4010,48		220,00	0,09	
16	6,73			1106,50	1134,30	643,00	491,30	2,25						1236,00	3310,08	0,92	3028,72		260,00	0,10	
17	6,74	11,00	15,56	1110,40	1132,40	651,00	481,40	2,31	2,31	2,38	2,79	27,65	89,90	1431,00	3835,18	0,91	3499,60	3203,64	250,00	0,10	10,10
18	6,68			1119,26	1137,25	665,00	472,25	2,37						1241,00	3323,54	0,93	3082,59		260,00	0,10	

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE EMULSIÓN ASFÁLTICA	Ensayo	Valor de Diseño	% de Emulsión
	Estabilidad Marshall (Lib)	4.986,51	11,51
	Densidad máxima (gr/cm3)	2,36	12,18
	Vacios de la mezcla (%)	4,00	12,26
	% Porcentaje óptimo	Promedio =	11,98

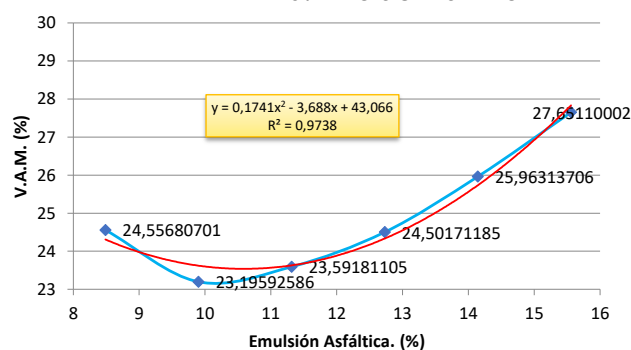
DENSIDAD vs % EMULSIÓN ASFÁLTICA.



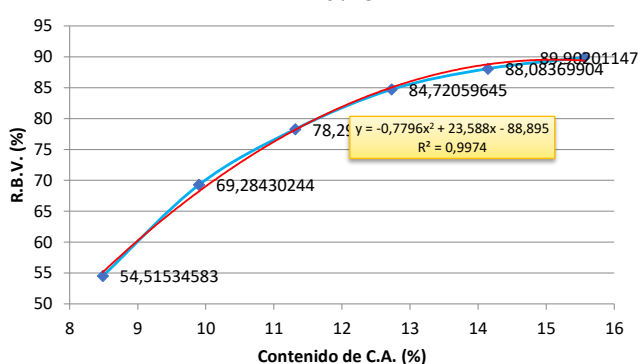
% VACIOS MEZCLA vs % EMULSIÓN ASFÁLTICA



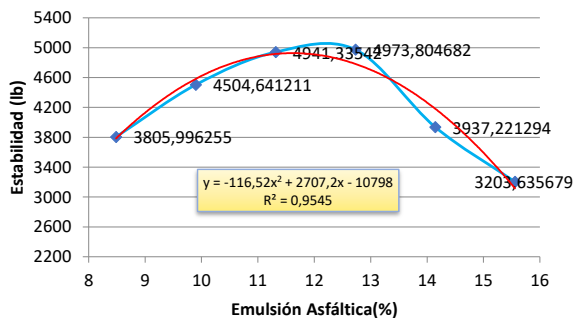
V.A.M. vs % EMULSIÓN ASFÁLTICA.



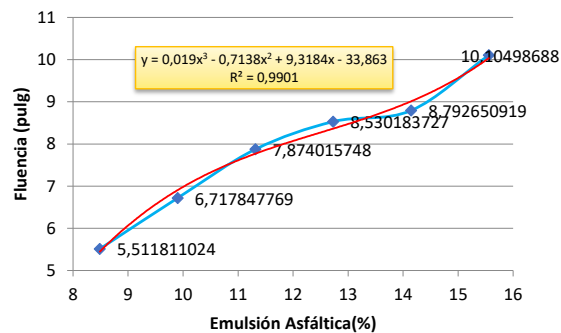
R.B.V. vs % C.A.



ESTABILIDAD vs % EMULSIÓN ASFÁLTICA



FLUENCIA vs % EMULSIÓN ASFÁLTICA



OBSERVACIONES: El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo, no se responsabiliza de los resultados.
El informe no puede ser utilizado en ningún tipo de campaña de información técnica o comercial.
Prohibida su reproducción.

	UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA) LABORATORIO DE ASFALTOS			
	DOSIFICACIÓN DE LA MEZCLA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CONVENCIONAL – GRANUL. TIPO II			
	EMULSIÓN ASFÁLTICA: CATIONICA DE ROTURA RÁPIDA	MUESTRA: N° 1	FECHA: DICIEMBRE 2020	
	LABORATORISTA: CESIA YANETH MAMANI FITA			

Mezcla con % óptimo de emulsión asfáltica y adición de Rap

Peso total de la briqueta (gr)	Porcentaje de agregado (%)	Porcentaje optimo de emulsión calculado(%)	Porcentaje de Rap					
1200,00	86,44	13,56	0,0	20,0	40,0	60,0	80,0	100,0
Agregado Total (gr)			1037,28	1037,28	1037,28	1037,28	1037,28	1037,28
Arena (gr.)			1037,28	829,82	622,37	414,91	207,46	0,00
Rap (gr.)			0,00	207,46	414,91	622,37	829,82	1037,28
Emulsión Asfáltica (gr.)			162,72	162,72	162,72	162,72	162,72	162,72
Peso Total Briquetas (gr.)			1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00

OBSERVACIONES: El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo, no se responsabiliza de los resultados.
El informe no puede ser utilizado en ningun tipo de campaña de información técnica o comercial.
Prohibida su reproducción.

Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS

	UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA)+B4 LABORATORIO DE ASFALTOS			
	DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SLURRY, USANDO 100% RAP - GRANUL. TIPO II			
	EMULSIÓN ASFÁLTICA: CATIONICA DE ROTURA RÁPIDA	MUESTR. A: N° 1		FECHA: DICIEMBRE 2020 LABORATORISTA: CESIA YANETH MAMANI FITA

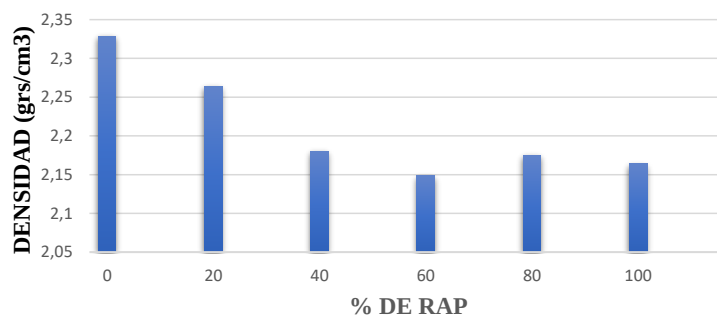
PESOS ESPECÍFICOS		% de agregado
Mat. Retenido Tamiz N° 4	0,00	0,00
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2,84	100,00
peso especifico total	2,84	100,00

Número de Golpes	75,00
EMULSION ASFÁLTICA E-TEX RR2C-E	
Residuo de Destilación (%)	70,70
Peso Especifico total del asfalto residual	1,02

CALCULO DE LA DENSIDAD REAL EN LA MEZCLA ASFÁLTICA

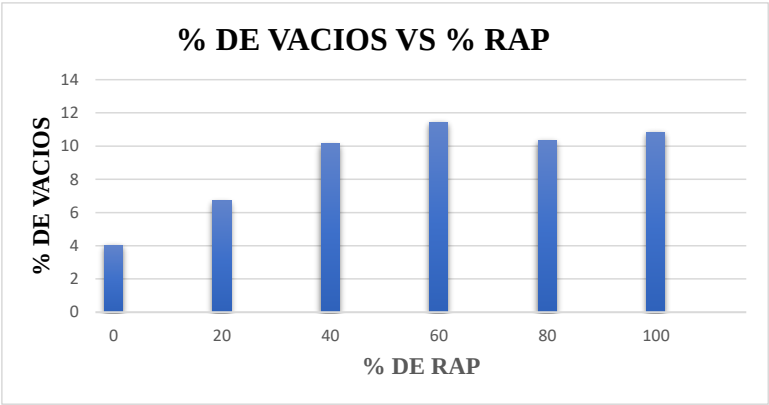
N° de briqueta	% de Emulsión			Peso Briqueta			Volumen	Densidad Briqueta	
	% Cmento asfáltico residual	% Rap	% Emulsión Total	P. Seco	P. Sat. Seca	P. Sumergido en agua	Briqueta	Densidad Real	Densidad Promedio
	%	%	%	grs.	grs.	grs.	cc	grs/cm3	grs/cm3
1	9,59	0,00	13,56	1132,60	1138,90	650,00	488,90	2,32	2,33
2				1137,50	1143,70	658,00	485,70	2,34	
3				1133,80	1138,40	651,00	487,40	2,33	
4	9,59	20,00	13,56	1144,80	1154,60	652,00	502,60	2,28	2,26
5				1142,60	1151,20	655,00	496,20	2,30	
6				1155,24	1164,60	642,00	522,60	2,21	
7	9,59	40,00	13,56	1140,70	1147,20	628,00	519,20	2,20	2,18
8				1146,30	1157,40	633,00	524,40	2,19	
9				1148,50	1160,30	628,00	532,30	2,16	
10	9,59	60,00	13,56	1142,60	1158,60	623,00	535,60	2,13	2,15
11				1139,50	1149,20	614,00	535,20	2,13	
12				1114,60	1128,60	618,00	510,60	2,18	
13	9,59	80,00	13,56	1129,40	1134,30	620,00	514,30	2,20	2,17
14				1138,70	1146,80	618,00	528,80	2,15	
15				1134,50	1140,60	619,00	521,60	2,18	
16	9,59	100,00	13,56	1118,60	1129,50	608,00	521,50	2,14	2,16
17				1111,60	1120,40	610,00	510,40	2,18	
18				1120,40	1128,70	612,00	516,70	2,17	

DENSIDAD VS % RAP



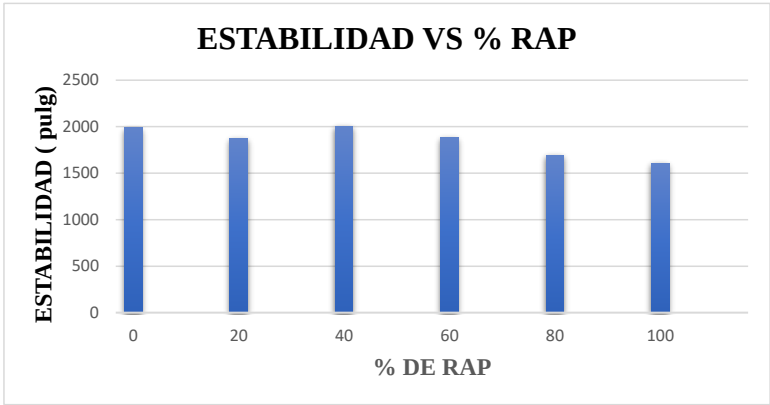
CALCULO % DE VACIOS EN LA MEZCLA ASFÁLTICA

N° de briqueta	% de Emulsión			Densidad Briqueta		% de vacios mezcla total
	% Cmento asfáltico residual	% Rap	% Emulsión Total	Densidad Promedio	Densidad Maxima Teórica	
	%	%	%	grs/cm3	grs/cm3	
1,00	9,59	0,00	13,56	2,33	2,43	4,04
2,00						
3,00						
4,00	9,59	20,00	13,56	2,26	2,43	6,70
5,00						
6,00						
7,00	9,59	40,00	13,56	2,18	2,43	10,14
8,00						
9,00						
10,00	9,59	60,00	13,56	2,15	2,43	11,45
11,00						
12,00						
13,00	9,59	80,00	13,56	2,17	2,43	10,36
14,00						
15,00						
16,00	9,59	100,00	13,56	2,16	2,43	10,82
17,00						
18,00						



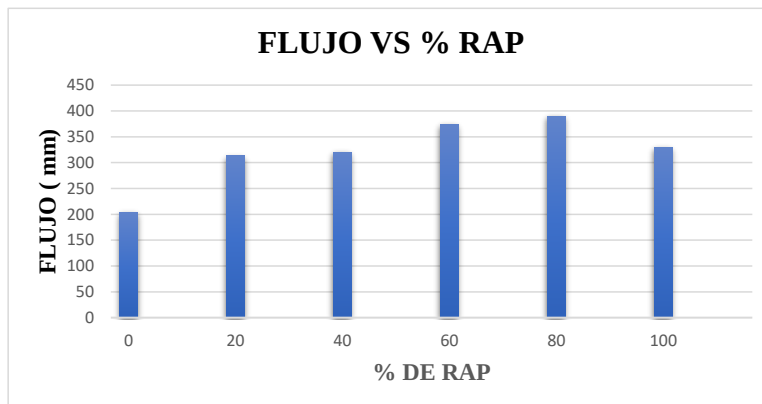
CALCULO ESTABILIDAD DE LA MEZCLA ASFÁLTICA

N° de briqueta	% de Emulsión			Estabilidad	
	% Cmento asfáltico residual	% Rap	% Emulsión Total	lectura del dial	Lectura promedio
	%	%	%	Pulg	Pulg
1,00	9,59	0,00	13,56	2045,00	1987,00
2,00				1976,00	
3,00				1940,00	
4,00	9,59	20,00	13,56	1845,00	1875,00
5,00				1860,00	
6,00				1920,00	
7,00	9,59	40,00	13,56	1967,00	2004,00
8,00				2035,00	
9,00				2010,00	
10,00	9,59	60,00	13,56	1823,00	1888,33
11,00				1975,00	
12,00				1867,00	
13,00	9,59	80,00	13,56	1784,00	1691,33
14,00				1578,00	
15,00				1712,00	
16,00	9,59	100,00	13,56	1548,00	1608,33
17,00				1602,00	
18,00				1675,00	



CALCULO FLUJO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA

N° de briqueeta	% de Emulsión			Flujo	
	% Cmento asfáltico residual	% Rap	% Emulsión Total	lectura dial del flujo	Lectura promedio
	%	%	%	mm	mm
1	9,59	0,00	13,56	250,00	203,33
2				180,00	
3				180,00	
4	9,59	20,00	13,56	300,00	313,33
5				290,00	
6				350,00	
7	9,59	40,00	13,56	320,00	320,00
8				330,00	
9				310,00	
10	9,59	60,00	13,56	330,00	373,33
11				380,00	
12				410,00	
13	9,59	80,00	13,56	390,00	390,00
14				360,00	
15				420,00	
16	9,59	100,00	13,56	350,00	330,00
17				310,00	
18				330,00	



OBSERVACIONES: El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo, no se responsabiliza de los resultados.
 El informe no puede ser utilizado en ningun tipo de campaña de información técnica o comercial.
 Prohibida su reproducción.

Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
 LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
 RESP. DE LAB. ASFALTOS

	UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA) LABORATORIO DE ASFALTOS			
	DOSIFICACIÓN DE LA MEZCLA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CON INCORPORACIÓN DE RAP – GRANUL. TIPO III			
	EMULSIÓN ASFÁLTICA: CATIONICA DE ROTURA RÁPIDA	MUESTRA: N° 1		FECHA: DICIEMBRE 2020
	LABORATORISTA: CESIA YANETH MAMANI FITA			

Mezcla con % óptimo de emulsión asfáltica y adición de Rap

Peso total de la briqueta (gr)	Porcentaje de agregado (%)	Porcentaje optimo de emulsión calculado(%)	Porcentaje de Rap (%)					
1200,00	88,02	11,98	0,0	20,0	40,0	60,0	80,0	100,0
Agregado Total (gr)			1056,24	1056,24	1056,24	1056,24	1056,24	1056,24
Arena (gr.)			1056,24	844,99	633,74	422,50	211,25	0,00
Rap (gr.)			0,00	211,25	422,50	633,74	844,99	1056,24
Emulsión Asfáltica (gr.)			143,76	143,76	143,76	143,76	143,76	143,76
Peso Total Briquetas (gr.)			1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00

OBSERVACIONES: El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo, no se responsabiliza de los resultados.
 El informe no puede ser utilizado en ningun tipo de campaña de información técnica o comercial.
 Prohibida su reproducción.

Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
 LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
 RESP. DE LAB. ASFALTOS

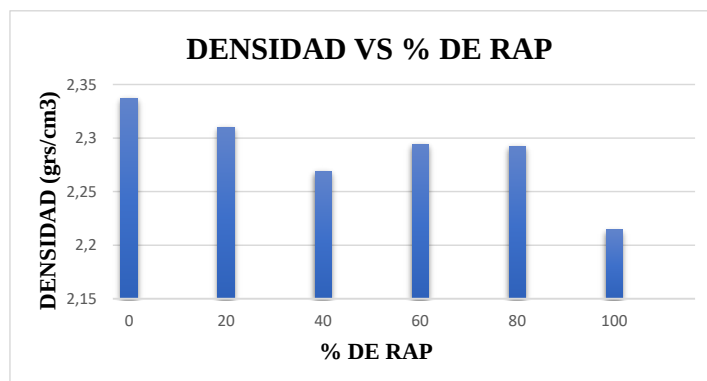
	UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA) LABORATORIO DE ASFALTOS			
	DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SLURRY, USANDO 100% RAP - GRANUL. TIPO III			
	EMULSION ASFALTICA: CATIONICA DE ROTURA RÁPIDA	MUESTRA: Nº 1	FECHA: DICIEMBRE 2020 LABORATORISTA: CESIA YANETH MAMANI FITA	

PESOS ESPECÍFICOS		% de agregado
Mat. Retenido Tamiz N° 4	0,00	0,00
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2,84	100,00
peso especifico total	2,84	100,00

Número de Golpes	75,00
EMULSION ASFÁLTICA E-TEX RR2C-E	
Residuo de Destilación (%)	70,70
Peso Especifico total del asfalto residual	1,02

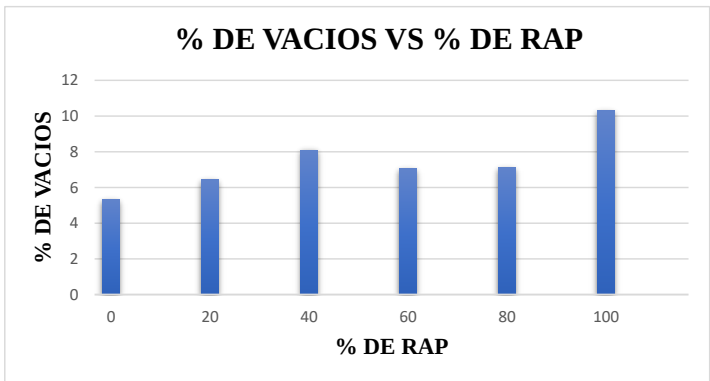
CALCULO DE LA DENSIDAD REAL EN LA MEZCLA ASFÁLTICA

N° de briqueta	% de Emulsión			Peso Briqueta			Volumen	Densidad Briqueta	
	% Cmento asfáltico residual	% Rap	% Emulsión Total	P. Seco	P. Sat. Sup. Seca	P. Sumergido en agua	Briqueta	Densidad Real	Densidad Promedio
	%	%	%	grs.	grs.	grs.	cc	grs/cm3	grs/cm ³
1	8,47	0,00	11,98	1173,00	1181,00	682,00	499,00	2,35	2,34
2				1168,00	1176,00	675,00	501,00	2,33	
3				1171,00	1182,00	679,00	503,00	2,33	
4	8,47	20,00	11,98	1205,00	1212,00	673,00	539,00	2,24	2,31
5				1131,00	1139,00	665,00	474,00	2,39	
6				1172,00	1181,00	673,00	508,00	2,31	
7	8,47	40,00	11,98	1149,00	1157,00	655,00	502,00	2,29	2,27
8				1149,00	1159,00	651,00	508,00	2,26	
9				1141,00	1149,00	643,00	506,00	2,25	
10	8,47	60,00	11,98	1119,00	1126,00	650,00	476,00	2,35	2,29
11				1158,00	1163,00	648,00	515,00	2,25	
12				1153,00	1160,00	655,00	505,00	2,28	
13	8,47	80,00	11,98	1201,00	1208,00	677,00	531,00	2,26	2,29
14				1180,00	1187,00	684,00	503,00	2,35	
15				1200,00	1205,00	676,00	529,00	2,27	
16	8,47	100,00	11,98	1127,00	1135,00	645,00	490,00	2,30	2,21
17				1198,00	1204,00	643,00	561,00	2,14	
18				1172,00	1179,00	648,00	531,00	2,21	



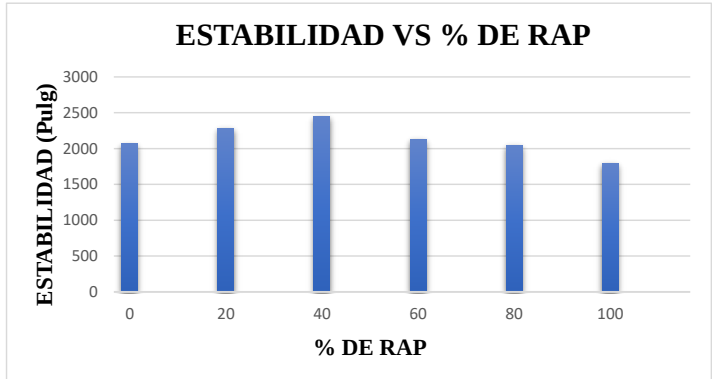
CALCULO % DE VACIOS EN LA MEZCLA ASFÁLTICA

N° de briqueta	% de Emulsión			Densidad Briqueta		% de vacios mezcla total
	% Cmento asfáltico residual	% Rap	% Emulsión Total	Densidad Promedio	Densidad Maxima Teórica	
	%	%	%	grs/cm3	grs/cm3	%
1	8,47	0,00	11,98	2,34	2,47	5,33
2						
3						
4	8,47	20,00	11,98	2,31	2,47	6,42
5						
6						
7	8,47	40,00	11,98	2,27	2,47	8,09
8						
9						
10	8,47	60,00	11,98	2,29	2,47	7,05
11						
12						
13	8,47	80,00	11,98	2,29	2,47	7,13
14						
15						
16	8,47	100,00	11,98	2,21	2,47	10,29
17						
18						



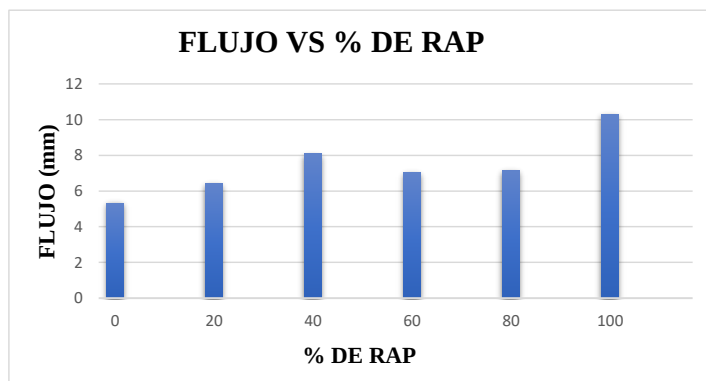
CALCULO ESTABILIDAD DE LA MEZCLA ASFÁLTICA

N° de briqueta	% de Emulsión			Estabilidad	
	% Cmento asfáltico residual	% Rap	% Emulsión Total	lectura del dial	Lectura promedio
	%	%	%	Pulg	Pulg
1	8,47	0,00	11,98	2110,00	2066,67
2				2058,00	
3				2032,00	
4	8,47	20,00	11,98	2210,00	2284,67
5				2299,00	
6				2345,00	
7	8,47	40,00	11,98	2517,00	2452,00
8				2453,00	
9				2386,00	
10	8,47	60,00	11,98	2087,00	2122,33
11				2240,00	
12				2040,00	
13	8,47	80,00	11,98	2060,00	2047,67
14				2040,00	
15				2043,00	
16	8,47	100,00	11,98	1785,00	1795,00
17				1740,00	
18				1860,00	



CALCULO FLUJO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA

N° de briqueeta	% de Emulsión			Flujo	
	% Cmento asfáltico residual	% Rap	% Emulsión Total	lectura dial del flujo	Lectura promedio
	%	%	%	mm	mm
1	8,47	0,00	11,98	220,00	213,33
2				210,00	
3				210,00	
4	8,47	20,00	11,98	280,00	260,00
5				250,00	
6				250,00	
7	8,47	40,00	11,98	300,00	306,67
8				340,00	
9				280,00	
10	8,47	60,00	11,98	400,00	383,33
11				370,00	
12				380,00	
13	8,47	80,00	11,98	400,00	380,00
14				380,00	
15				360,00	
16	8,47	100,00	11,98	360,00	360,00
17				370,00	
18				350,00	



OBSERVACIONES: El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo, no se responsabiliza de los resultados.
 El informe no puede ser utilizado en ningún tipo de campaña de información técnica o comercial.
 Prohibida su reproducción.

Univ. Cesia Yaneth Mamani Fita
 LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
 RESP. DE LAB. ASFALTOS

Normas de rendimiento recomendadas para slurry seal de asfalto emulsionado A105 (Revisado en febrero de 2010)



AVISO

No se pretende ni recomienda que estas pautas se utilicen de modo literal. Debe utilizarse como referencia y asistir a las agencias del usuario en el establecimiento de su especificación de proyecto particular. Los usuarios deben comprender que la disponibilidad de materiales varía en casi todas las regiones geográficas. Debe realizarse un esfuerzo para determinar qué materiales pueden obtenerse, teniendo en cuenta la compatibilidad con el sistema y los requisitos específicos del trabajo. Póngase en contacto con ISSA para obtener respuestas y una lista de los contratistas y empresas asociadas a ISSA.

INTERNATIONAL SLURRY SURFACING ASSOCIATION

800 Roosevelt Rd, Building C-312

Glen Ellyn, IL 60137

630.942.6577

www.slurry.org

© 2010 por International Slurry Surfacing Association

No pueden realizarse reproducciones de ningún tipo sin el consentimiento escrito de ISSA.

NORMA DE RENDIMIENTO RECOMENDADA PARA EL SLURRY SEAL DE ASFALTO EMULSIONADO

1. ALCANCE

La intención de esta norma es asistir en el diseño, ensayos, control de calidad, mediciones y procedimientos de pago para la aplicación del pavimento slurry seal de asfalto emulsionado.

2. DESCRIPCIÓN

El slurry seal consistirá en una mezcla de asfalto emulsionado, agregado mineral, agua y aditivos, proporcionados, mezclados y esparcidos de manera uniforme sobre una superficie preparada adecuadamente, dirigida por el representante autorizado del comprador [B.A.R. por su sigla en inglés]. El slurry seal se aplicará como una placa homogénea, se adherirá firmemente a la superficie preparada y presentará una textura resistente a los deslizamientos durante su vida útil.

3. ESPECIFICACIONES

Por lo general no es necesario realizar todos los ensayos para cada proyecto. La compilación de resultados de los ensayos mencionados debería indicar el rendimiento del sistema. El sistema no necesariamente será descalificado si no logra cumplir las especificaciones de un ensayo individual. Si, por ejemplo, el sistema a utilizar en el proyecto tiene registros de buen rendimiento, pueden no aplicarse los requisitos individuales para ensayos. La agencia y los métodos de ensayo se mencionan en el anexo (ver anexo A) y forman parte de estas pautas.

4. MATERIALES

4.1 ASFALTO EMULSIONADO

El asfalto emulsionado y el residuo del asfalto emulsionado deben cumplir los requisitos de AASHTO M 140 o ASTM D 977 para SS-1 o SS-1h. Para CSS-1, CSS-1h o CQS-1h debe cumplir los requisitos de AASHTO M 208 o ASTM D 2397.

Cada carga de asfalto emulsionado será acompañada por un Certificado de Análisis/Cumplimiento que indique que la emulsión cumple las especificaciones.

4.2 AGREGADO

4.2.1 GENERAL

El agregado mineral utilizado será del tipo especificado para los requisitos de aplicación particulares del slurry seal. El agregado será de piedra molida, como por ejemplo: granito, escoria, caliza, sílex u otro agregado de alta calidad, o una combinación de estos. Para asegurarse de que el material esté completamente molido, el agregado madre será mayor que la piedra más grande de la gradación que se utilizará.

4.2.2 ENSAYOS DE CALIDAD

El agregado debería cumplir los valores de pulido especificados por la agencia y estos requisitos mínimos:

ENSAYO	MÉTODO DE ENSAYO		ESPECIFICACIÓN
	AASHTO	ASTM	
Equivalente de arena, suelos y agregados finos	T 176	D 2419	45 mínimo
Solidez de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio	T 104	C 88	15% máximo c/NA ₂ SO ₄ 25% máximo c/MgSO ₄
Resistencia a la degradación de agregado grueso de pequeño	T 96	C 131	35% máximo

tamaño por abrasión e impacto en la máquina Los Angeles			
---	--	--	--

¹El ensayo de abrasión se realiza en el agregado madre.

4.2.3 GRADACIÓN

Cuando se realice el ensayo según AASHTO T 27 (ASTM C 136) y AASHTO T 11 (ASTM C 117), la gradación del agregado del diseño para la mezcla se encontrará dentro de una de los siguientes grupos (o en uno reconocido por la autoridad de pavimentación local):

TAMIZ TAMAÑO	TIPO I PORCENTAJE QUE PASA	TIPO II PORCENTAJE QUE PASA	TIPO III PORCENTAJE QUE PASA	RESERVAS TOLERANCIA DE LA GRADACIÓN DEL DISEÑO DE MEZCLA
3/8 (9,5 mm)	100	100	100	
# 4 (4,75 mm)	100	90 – 100	70 – 90	± 5%
# 8 (2,36 mm)	90 – 100	65 - 90	45 - 70	± 5%
# 16 (1,18 mm)	65 - 90	45 - 70	28 - 50	± 5%
# 30 (600 um)	40 - 65	30 - 50	19 - 34	± 5%
# 50 (330 um)	25 - 42	18 - 30	12 - 25	± 4%
#100 (150 um)	15 - 30	10 - 21	7 - 18	± 3%
#200 (75 um)	10 - 20	5 - 15	5 - 15	± 2%

La gradación de las reservas de agregado no variará por más que la tolerancia de las reservas de la gradación del diseño de mezcla (indicado en la tabla anterior). Al mismo tiempo, debe encontrarse en el grupo de gradación de la especificación. El porcentaje de agregado que pase dos tamices sucesivos no cambiará de un extremo del rango especificado al otro extremo.

El agregado será aceptado en el sitio de trabajo o en la reserva basado en cinco

ensayos de gradación acordes a AASHTO T 2 (ASTM D 75). Si el promedio de los cinco ensayos se encuentra dentro del margen de tolerancia de las reservas de la gradación del diseño de la mezcla, el material será aceptado. Si el promedio de esos resultados se encuentra fuera de la especificación o del margen de tolerancia, el contratista tendrá la opción de quitar el material o de fusionar-agregado adicional con el material de reserva para alcanzar los parámetros. Los materiales utilizados en la fusión deben cumplir las especificaciones de ensayos de calidad del agregado que se exigen en la Sección 4.2.2 antes de fusionarlos, y el procedimiento debe realizarse de manera que produzca una gradación consistente. La fusión de agregados puede requerir un nuevo diseño de mezcla.

Será necesario tamizar las reservas si se presentan problemas creados por materiales de tamaño excesivo presentes en la mezcla.

Tipo I. Esta gradación de agregado se utiliza para rellenar huecos de la superficie, reparar problemas moderados de la superficie y brindar protección para los elementos. La fineza de esta mezcla presenta la capacidad de penetrar las grietas.

Tipo II. Esta gradación de agregado se utiliza para rellenar huecos de la superficie, reparar problemas más graves de la superficie, sellar y brindar una superficie durable.

Tipo III. Esta gradación de agregado brinda máxima resistencia ante el deslizamiento y una superficie de menor desgaste.

4.3 RELLENO MINERAL

Puede utilizarse relleno mineral para mejorar la consistencia de la mezcla y ajustar las propiedades de fractura y curado de la mezcla. Puede utilizarse cemento Portland, hidróxido de calcio, polvo de caliza, cenizas volantes u otros rellenos que cumplan los requisitos de ASTM D 242, si así lo requiere el diseño de la mezcla.

Los niveles típicos de uso son de entre un 0,0 y un 3,0 por ciento y pueden considerarse parte de la gradación del agregado.

4.4 AGUA

El agua debe estar libre de sales perjudiciales y contaminantes. Si la calidad del agua está en duda, se la debe entregar al laboratorio junto con la demás materia prima para el diseño de la mezcla.

4.5 ADITIVOS

Pueden utilizarse aditivos para acelerar o retardar la fractura/fraguado del slurry seal. Los aditivos adecuados y su campo de uso aplicable deben ser aprobados por el laboratorio como parte del diseño de la mezcla.

5. EVALUACIÓN DE LABORATORIO

5.1 GENERAL

Antes de comenzar el trabajo, el contratista debe entregar un diseño de mezcla firmado que abarque los materiales específicos que utilizará en el proyecto. El diseño será realizado por un laboratorio que tenga experiencia en el diseño de pavimentos slurry seal de asfalto emulsionado. Después de que se apruebe el diseño de la mezcla, no se permitirá la sustitución de ningún material a menos que así lo apruebe el representante autorizado del comprador.

ISSA puede brindar una lista de laboratorios que cuenten con experiencia en el diseño de slurry seal.

5.2 DISEÑO DE MEZCLA

En el diseño de la mezcla se evaluará la compatibilidad del agregado, del asfalto emulsionado, el agua, el relleno y mineral y otros aditivos. El diseño de la mezcla se completará utilizando materiales congruentes con los suministrados por el contratista del proyecto. Los ensayos y valores recomendados son los siguientes:

ENSAYO	ISSA TB NO.	ESPECIFICACIÓN
Tiempo de mezcla a 77°F (25°C)	TB 113	Controlable hasta 180 segundos mínimo
Consistencia de slurry seal	TB 106	0,79 – 1,18 pulgadas (2,0 – 3,0 cm)
Cohesión húmeda a 30 minutos mínimo (fraguado) a 60 minutos mínimo (tránsito)	TB 139 (Para sistemas de tránsito rápido)	12 kg-cm mínimo 20 kg-cm o mínimo de espín cercano
Decapado húmedo	TB 114	Paso (90% mínimo)
Pérdida por abrasión húmeda Remojo de una hora	TB 100	75 g/ft ² (807 g/m ²) máximo
Asfalto excesivo por adhesión de arena LWT	TB 109 (Crítico en áreas de tránsito pesado)	50 g/ft ² (538 g/m ²) máximo

El ensayo de abrasión húmeda se realiza bajo condiciones de laboratorio como parte del proceso de diseño de la mezcla. El objetivo de este ensayo es determinar el contenido mínimo de asfalto necesario en un sistema slurry seal. El ensayo de abrasión húmeda no se recomienda como ensayo de control de calidad en terreno real ni como ensayo de aceptación. ISSA TB 136 describe las causas potenciales de la inconsistencia en los resultados del ensayo de abrasión húmeda.

El ensayo de mezclado se utiliza para predecir el tiempo durante el que se puede mezclar el material antes de que comience a fracturarse. Puede ser de gran utilidad verificar fuentes consistentes de materiales. El laboratorio debe verificar que los tiempos de mezclado y fraguado sean apropiados para las condiciones climáticas esperadas durante el proyecto.

El laboratorio también informará los efectos cuantitativos del contenido de humedad por peso unitario del agregado (efecto de abultamiento) de acuerdo con AASHTO T19 (ASTM C29). El informe debe mostrar con claridad las proporciones de agregado, relleno mineral (si ha sido utilizado) y asfalto emulsionado, según el peso seco del agregado.

El porcentaje/s de cada material individual requerido se mostrará en el informe de laboratorio. Pueden ser necesarios ajustes dentro de los rangos específicos del diseño de la mezcla, según las condiciones de la obra.

Los materiales componentes serán diseñados dentro de los siguientes límites:

MATERIALES COMPONENTES	LÍMITES SUGERIDOS
Asfalto residual	Tipo I: 10 – 16% Tipo II: 7,5 - 13,5% Tipo III: 6,5 - 12 (Basado en el peso en seco del agregado)
Relleno mineral	0,0 - 3,0% (Basado en el peso en seco del agregado)
Aditivos	Según sean necesarios
Agua	Según sea necesaria para lograr la consistencia adecuada de la mezcla

5.3 TOLERANCIAS DE LA MEZCLA

Las tolerancias para la mezcla de slurry seal son las siguientes:

Después de que se determine el contenido de asfalto residual, se permitirá una variación $\pm 1\%$ por peso del agregado seco.

La consistencia del slurry, según lo determinado por ISSA TB No. 106, no variará más de $\pm 0,2''$ ($\pm 0,5$ cm) de la fórmula de mezcla del trabajo después de los ajustes al terreno real.

La proporción de aplicación no deberá variar más de ± 2 lb/yd² ($\pm 1,1$ kg/m²) cuando la textura de la superficie no varíe significativamente.

6. EQUIPOS

6.1 GENERAL

Todos los equipos, herramientas y máquinas utilizadas en la aplicación de slurry seal deben mantenerse en condiciones satisfactorias de trabajo en todo momento.

6.2 EQUIPOS DE MEZCLADO

La máquina estará específicamente diseñada y fabricada para aplicar slurry seal. El material se mezclará mediante una máquina mezcladora de slurry seal secuenciada automáticamente y autopropulsada, u otro tipo de camión o de funcionamiento continuo. Las máquinas de funcionamiento continuo están equipadas con materiales de carga autónoma mientras continúan aplicando el slurry seal. Cualquiera sea el tipo de máquina, debe ser capaz de entregar y medir los componentes de la mezcla a través de una mezcladora y descargar el producto mezclado de manera continua. Se requiere suficiente capacidad de almacenamiento para todos los componentes de la mezcla, a fin de mantener un suministro adecuado para los controles de medición.

El representante autorizado del comprador decidirá qué tipo de equipo se adapta mejor al proyecto específico. En algunos casos, las máquinas de camión pueden ser más adecuadas. Por ejemplo, en cul-de-sacas, rutas pequeñas y angostas, estacionamientos, etc. En algunos proyectos, pueden elegirse equipos de funcionamiento continuo debido a la continuidad de la mezcla y la reducción de juntas iniciales. Por lo general, pueden utilizarse máquinas de camión o de funcionamiento continuo en proyectos similares.

Si se utilizan equipos de funcionamiento continuo, la máquina le brindará al operador control total de la velocidad, tanto hacia adelante como hacia atrás, durante la aplicación del slurry seal. Debe estar equipado con un dispositivo de carga autónoma y estaciones de accionamiento de lado opuesto. El dispositivo de carga autónoma, las estaciones de accionamiento de lado opuesto y los controles de velocidad hacia adelante y hacia atrás formarán parte del diseño del fabricante original.

6.3 DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN

Se brindarán y etiquetarán adecuadamente controles individuales de volumen o de peso para medir los componentes de la mezcla. Estos dispositivos de medición se utilizan en la calibración de los materiales para determinar la salida del material en todo momento.

6.4 EQUIPOS DE ESPARCIMIENTO

La mezcla se colocará de manera uniforme por medio de una esparcidora conectada al empedrador y equipada mecánicamente, de ser necesario, para agitar y esparcir el material de forma pareja en toda la esparcidora. Con algunos sistemas de fraguado rápido, la agitación mecánica puede extender el tiempo de mezcla. La mezcla de slurry mix tendrá la consistencia adecuada en el momento en que ingrese en la esparcidora. No se permitirá rociar agua adicional dentro de la esparcidora.

Se utilizará un sello frontal para asegurar que no se pierda mezcla en el punto de contacto con la ruta o calle. El sello posterior actuará como rasador final y será ajustable. La esparcidora y el sello posterior estarán diseñados y operados para brindar una consistencia de mezcla uniforme detrás de la esparcidora. La esparcidora tendrá los medios adecuados como para moverse hacia los lados para compensar las variaciones del espesor del pavimento. Se colocará un arrastre de arpillera u otro nivel en la parte posterior de la esparcidora para brindar una superficie uniforme de alta textura. Un arrastre rígido como producto de slurry endurecido no servirá su propósito y deberá ser reemplazado de inmediato.

6.5 EQUIPOS AUXILIARES

El contratista brindará los equipos adecuados para la preparación de la superficie, equipos para el control del tránsito, herramientas manuales y otros equipos complementarios y de seguridad necesarios para realizar el trabajo.

7. CALIBRACIÓN

Cada unidad de mezclado se utilizada para llevar a cabo el trabajo será calibrada en la presencia del representante autorizado del comprador antes de comenzar el proyecto. Se aceptará documentación de calibración previa que cubra exactamente los mismos materiales, siempre que la calibración se haya realizado durante los 60 días previos. La documentación incluirá una calibración individual de cada material en diferentes contextos, que puede relacionarse con los dispositivos de regulación de la máquina. Cualquier reemplazo de un equipo que afecte la medición del material exige que la máquina sea calibrada nuevamente. No se permitirá que ninguna máquina se utilice en el proyecto hasta que su calibración haya sido aceptada. El Manual del inspector de ISSA describe un método de calibración de máquinas. Los contratistas de ISSA y/o otros fabricantes de máquinas también pueden ofrecer métodos de calibración de máquinas.

8. LIMITACIONES CLIMÁTICAS

El slurry seal no se aplicará si la temperatura atmosférica o la del pavimento se encuentra por debajo de los 50°F (10°C) o menos, pero puede aplicarse cuando tanto la temperatura atmosférica como la del pavimento se encuentren por encima de 45°F (7°C). No se aplicará slurry seal cuando exista la posibilidad de afrontar temperaturas extremadamente bajas en el sitio del proyecto dentro de 24 horas después de la aplicación. La mezcla no será aplicada cuando las condiciones climáticas prolonguen la apertura al tránsito más allá del tiempo razonable.

9. NOTIFICACIÓN Y CONTROL DEL TRÁNSITO

9.1 NOTIFICACIÓN

Debe notificarse a los residentes y empresas de la zona afectados por el proceso de pavimentación al menos con un día de anticipación. Si el trabajo no se realizara el día especificado, debe distribuirse una nueva notificación. La notificación debe presentarse de forma escrita y debe aclarar la hora y fecha en la que se realizará la pavimentación. De ser necesario, deben colocarse señales de tránsito en el área de realización del proyecto.

9.2 CONTROL DEL TRÁNSITO

Deben colocarse dispositivos de control del tránsito de acuerdo con los requisitos de la agencia y, si corresponde, conforme a los requisitos del Manual de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito. Abrir la calle al tránsito no indica que se aceptará el trabajo como terminado.

En las áreas que presenten curvas cerradas, puede ser necesario dejar que la placa de slurry seal cure por más tiempo para prevenir daños. Las marcas de los neumáticos pueden ser evidentes en estas áreas después de la apertura, pero por lo general disminuyen con el tiempo como consecuencia del tránsito.

10. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

10.1 GENERAL

Antes de aplicar el slurry seal, deben eliminarse materiales sueltos, manchas de aceite, vegetación y otros materiales molestos. Se aceptará cualquier método de limpieza estándar. Si se utiliza agua, debe permitirse que las grietas se sequen bien antes de pavimentar con slurry. Deben protegerse alcantarillas, cajas de válvulas, rejillas y otras entradas de servicio del slurry seal mediante un método adecuado. El representante autorizado del comprador aprobará la preparación de la superficie antes de colocar el pavimento.

10.2 CAPA LIGANTE

Normalmente, no se requiere una capa ligante a menos que la superficie a cubrir esté extremadamente seca y disgregada o sea de concreto o ladrillo. De ser necesario, el asfalto emulsionado debe ser SS, CSS o la emulsión de slurry seal. Consulte con el proveedor de la emulsión slurry seal para determinar la estabilidad de dilución. La capa ligante puede consistir en una parte de asfalto emulsionado/tres partes de agua y debe aplicarse con un distribuidor estándar. El distribuidor debe ser capaz de aplicar la dilución de forma pareja a un ritmo de 0,05-0,15 gal/yd² (0,23-0,68 l/m²) Debe permitirse que la capa ligante cure

lo suficiente antes de aplicar el slurry seal. Si se requiere una capa ligante, debe asentarse en los planes del proyecto.

10.3 GRIETAS

Se recomienda tratar las grietas que superen los 0,25" (0,64 cm) de ancho en la superficie del pavimento con un sellador aprobado antes de aplicar slurry seal.

11. APLICACIÓN

11.1 GENERAL

De ser necesario, se recomienda colocar una tira de ensayo en condiciones similares a las que se espera encontrar durante el proyecto.

La superficie puede humedecerse con agua antes de utilizar la esparcidora. El ritmo de aplicación del agua debe ajustarse durante el día para adaptarse a la temperatura, textura de la superficie, humedad y sequedad del pavimento. Debe evitarse el agua estancada.

El slurry seal debe tener la consistencia deseada al salir de la mezcladora. Debe colocarse suficiente cantidad del material en todas las partes de la esparcidora en todo momento, a fin de que pueda lograr una cobertura completa. Evite sobrecargar la esparcidora.

No se permite utilizar agregado con bultos, aglomeraciones o partes sin mezclar.

No se dejarán vetas significativas, como las producidas por agregado de tamaño excesivo o mezclas fracturadas, en la superficie terminada. Si se producen vetas excesivas, se detendrá el trabajo hasta que la causa del problema sea corregida. Algunas situaciones pueden necesitar tamizar el agregado antes de cargarlo en las unidades que van desde el área de reserva hasta la obra.

11.2 RITMO DE APLICACIÓN

La mezcla de slurry seal tendrá una consistencia adecuada en todo momento, a fin de brindar el ritmo de aplicación requerido por la condición de la superficie. El ritmo de aplicación promedio se calculará según la siguiente tabla:

TIPO AGREGADO	DE	UBICACIÓN	RITMO DE APLICACIÓN SUGERIDO
Tipo I		Áreas de estacionamiento Calles urbanas y residenciales Pistas en aeropuertos	8 - 12 lb/yd ² (4,3 - 6,5 kg/m ²)
Tipo II		Calles urbanas y residenciales Pistas en aeropuertos	10 - 18 lb/yd ² (5,4 - 9,8 kg/m ²)
Tipo III		Rutas principales e interestatales	15 - 22 lb/yd ² (8,1 - 12,0 kg/m ²)

Los ritmos de aplicación sugeridos se basan en el peso del agregado seco en la mezcla.

Los ritmos de aplicación se ven afectados por el peso unitario y la gradación del agregado y la demanda de la superficie en la que se esté aplicando slurry seal.

11.3 JUNTAS

No se permitirán acumulaciones, áreas descubiertas ni terminaciones antiestéticas en juntas longitudinales o transversales. El contratista contará con equipos adecuados para producir la cantidad mínima de juntas longitudinales durante el proyecto. Cuando sea posible, no se colocará una junta longitudinal en la superficie que entre en contacto con las ruedas. Se utilizarán pasadas de un ancho menor a la esparcidora llena solo cuando sea necesario. Si se utilizan pasadas de un ancho menor a la esparcidora llena, no será la última pasada en ningún área pavimentada. Se permitirá una superposición de las juntas longitudinales de un máximo de 6" (15,2 cm)

11.4 MEZCLA

El slurry seal tendrá la estabilidad suficiente como para que no ocurra la fractura prematura del material en la esparcidora. La mezcla será homogénea durante y después

del mezclado y esparcimiento. No presentará líquidos en exceso que produzcan la segregación del agregado. No se permitirá rociar agua adicional dentro de la esparcidora.

11.5 TRABAJO MANUAL

Las áreas a las que no se pueda acceder con la mezcladora serán pavimentadas utilizando escobillas de goma manuales a fin de lograr una cobertura completa y uniforme. De ser necesario, el área donde se trabajará manualmente debe ser ligeramente humedecida antes de colocar la mezcla. El trabajo manual presentará la misma terminación que si fuera aplicado por la esparcidora, y se completará antes de la pavimentación final.

11.6 LÍNEAS

Las líneas rectas a lo largo de cordones, arceles e intersecciones deben aplicarse con sumo cuidado. No se permitirán declives para escurrimiento en estas áreas. Puede utilizarse fieltro impermeable o plástico pesado para comenzar o terminar un trecho de forma limpia. Esto también facilita la eliminación del exceso de slurry.

11.7 LAMINACIÓN

La laminación por lo general no es necesaria para el slurry seal en rutas. Las áreas aeroportuarias y de estacionamiento deben laminarse mediante una apisonadora de neumáticos autopropulsada de 10 toneladas (como máximo), equipada con un sistema de rocío de agua. Todos los neumáticos deben inflarse según las especificaciones del fabricante. El laminado no se debe comenzar hasta que el slurry se haya curado lo suficiente como para evitar que la apisonadora produzca daños. Las áreas que requieran laminado recibirán un mínimo de dos (2) pasadas de cobertura completa.

11.8 LIMPIEZA

El representante autorizado del comprador eliminará el slurry seal de todas las áreas de acceso, cunetas e intersecciones. El contratista eliminará todos los residuos asociados con la relación del trabajo diariamente.

12. CONTROL DE CALIDAD

12.1 INSPECCIÓN

Los inspectores asignados a los proyectos deben estar familiarizado con los materiales, los equipos y la aplicación del slurry seal. Las condiciones locales y las exigencias del proyecto específico deben tenerse en cuenta al determinar los parámetros de la inspección de la obra. La consistencia adecuada de la mezcla será una de las áreas de mayor preocupación para el inspector. Si las mezclas están muy secas, la superficie de la placa presentará vetas, bultos o rugosidad. Las mezclas que estén demasiado húmedas en el momento de la aplicación se dispersarán en exceso y no conservarán las líneas rectas. Los líquidos excesivos también pueden dar lugar a una superficie rica en asfalto con segregación.

12.2 MATERIALES

Con respecto al abultamiento del agregado, es responsabilidad del contratista verificar el contenido de humedad de la reserva y configurar la máquina correctamente. Con discreción del representante autorizado del comprador, los ensayos de materiales se realizarán en muestras representativas del agregado y la emulsión. Se realizarán ensayos a cargo del comprador. El comprador debe notificar al contratista de inmediato si algún ensayo no cumple con las especificaciones.

12.3 SLURRY SEAL

Si se lo solicita, pueden tomarse muestras representativas de slurry seal directamente de las unidades slurry. Los ensayos sobre la consistencia (ISSA TB No. 106) y el contenido del asfalto residual (ASTM D2172) pueden realizarse en las muestras. Tenga en cuenta que los ensayos de consistencia pueden no ser aplicables a ciertos sistemas de fraguado rápido y de tránsito rápido debido a resultados erráticos que se producen por las características del fraguado. Si se realiza este ensayo, debe ser inmediatamente después de tomar la muestra. Se realizarán ensayos a cargo del comprador. El comprador debe notificar al contratista de inmediato si algún ensayo no cumple con las especificaciones.

Los datos obtenidos de los dispositivos de medición de la unidad de slurry seal puede utilizarse para determinar las cantidades y la proporción de aplicación de los materiales individuales.

12.4 NO CUMPLIMIENTO

Si fallan dos ensayos sucesivos realizados al agregado de reserva, debe detenerse el trabajo. Si fallan dos ensayos sucesivos en la mezcla de la misma máquina, entonces debe suspenderse el uso de la máquina. Será responsabilidad del contratista, a su costo, demostrarle al representante autorizado del comprador que se han corregido los problemas.

13. PAGO

El slurry seal será medido y pagado por área unitaria o por peso del agregado y el peso de la emulsión utilizada en el trabajo completado y aceptado por el comprador. Si se le paga según el peso del agregado y el asfalto emulsionado, el contratista le facilitará recibos de entrega certificados al representante autorizado del comprador, especificando qué cantidades de cada material se han entregado en el sitio de la obra y se han utilizado en el proyecto. El pago compensará por completo todos los gastos de preparación, mezclado y aplicación de materiales y por toda la mano de obra, equipos, herramientas, ensayos, limpieza e imprevistos necesarios para completar el trabajo.

APÉNDICE A AGENCIAS

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials [Asociación americana de oficiales de carreteras estatales y transportes]

ASTM: American Society for Testing and Materials [Asociación americana de pruebas de materiales]

ISSA: INTERNATIONAL SLURRY SURFACING ASSOCIATION

MÉTODOS DE ENSAYO

ASFALTO EMULSIONADO

ENSAYO AASHTO NO.	ENSAYO ASTM NO.	ENSAYO
M 140	D 977	Especificaciones estándar para asfalto emulsionado
M 208	D 2397	Especificación para asfalto emulsionado catiónico
T 40	D 140	Muestreo de materiales bituminosos
T 59	D 244	Métodos y prácticas de ensayo para asfaltos emulsionados
T 59	D 6997	Destilación de asfalto emulsionado

AGREGADO Y RELLENO MINERAL

ENSAYO AASHTO NO.	ENSAYO ASTM NO.	ENSAYO
T 176	D 2419	Equivalente de arena, suelos y agregados finos
T 104	C 88	Solidez de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio
96	C 131	Resistencia a la degradación de agregado grueso de pequeño tamaño por abrasión e impacto en la máquina Los Angeles (Este ensayo debe realizarse en la roca madre utilizada para moler la gradación más fina del material de micro pavimentación)
T 27	C 136	Análisis de tamiz de agregado fino y grueso
T 11	C 117	Método estándar de prueba para materiales que pasan el tamiz de 75µm (No. 200) en agregados minerales mediante lavado
T 2	D 75	Muestreo de agregados
M 17	D 242	Relleno mineral para mezclas de pavimentación bituminosas
T 19	C 29	Densidad (“peso unitario”) y vacíos en agregados

APÉNDICE A MÉTODOS DE ENSAYO (CONTINUACIÓN)

SISTEMAS DE SLURRY SEAL

ENSAYO ISSA NO.	Ensayo
TB 100	Método de ensayo para la abrasión húmeda de superficies tipo slurry
TB 101	Guía para muestreo de mezcla slurry para prueba de extracción
TB 106	Medición de la consistencia del slurry seal
TB 109	Método de ensayo para la medición de exceso de asfalto en mezclas bituminosas por medio de una Máquina de <i>ensayo</i> de rueda cargada
TB 111	Guía procedimiento de diseño para slurry seal
TB 112	Método de ritmo estimado de esparcimiento de slurry seal y para medir macrotextura de pavimento
TB 113	Procedimiento de mezcla de prueba para diseño slurry seal
TB 114	Ensayo de decapado húmedo para superficies curadas de tipo slurry
TB 115	Determinación de compatibilidad de sistema slurry
TB 139	Metódo de asfalto emulsionado clasificado, mezclas de agregados por comprobador de cohesión, medición de características de endurecimiento y curado
A105	Prácticas estándar para diseño, prueba y construcción de slurry seal

NOTAS:

ASTM D 3910, Standard Practice for Design, Testing, and Construction of Slurry Seal, es una referencia combinada de los boletines técnicos de ISSA mencionados con anterioridad.

ASTM D 2172, Standard Test Methods for Quantitative Extraction of Bitumen From Bituminous Paving Mixtures se menciona en la Sección 12.3.



INTERNATIONAL SLURRY SURFACING ASSOCIATION

#3 Church Circle, PMB 250

Annapolis, MD 21401

(410) 267-0023

www.slurry.org

Norma de rendimiento recomendada para micro pavimentación A143 (Revisado en febrero de 2010)



AVISO

No se pretende ni recomienda que estas pautas se utilicen de modo literal. Debe utilizarse como referencia y asistir a las agencias del usuario en el establecimiento de su especificación de proyecto particular. Los usuarios deben comprender que la disponibilidad de materiales varía en casi todas las regiones geográficas. Debe realizarse un esfuerzo para determinar qué materiales pueden obtenerse, teniendo en cuenta la compatibilidad con el sistema y los requisitos específicos del trabajo. Póngase en contacto con ISSA para obtener respuestas y una lista de los contratistas y empresas asociadas a ISSA.

INTERNATIONAL SLURRY SURFACING ASSOCIATION

800 Roosevelt Rd, Building C-312

Glen Ellyn, IL 60137

630.942.6577

www.slurry.org

NORMA DE RENDIMIENTO RECOMENDADA PARA MICROPAVIMENTACIÓN

1. ALCANCE

La intención de esta norma es asistir en el diseño, ensayos, control de calidad, mediciones y procedimientos de pago para la aplicación de un micro pavimento.

2. DESCRIPCIÓN

La micro pavimentación consistirá en una mezcla de asfalto emulsionado modificado con polímeros, agregado mineral, agua y aditivos, proporcionados, mezclados y esparcidos de manera uniforme sobre una superficie preparada adecuadamente, dirigida por el representante autorizado del comprador [B.A.R. por su sigla en inglés]. La micro pavimentación debe funcionar en secciones de diferentes espesores, como baches, capas niveladoras y superficies fresadas. Después del curado y la consolidación inicial del tránsito, debe resistir una mayor compactación. La micro pavimentación se aplicará como una placa homogénea, se adherirá firmemente a la superficie preparada y presentará una textura resistente a los deslizamientos durante su vida útil.

El micro pavimento es un sistema de tránsito rápido que permite que el tránsito se reactive poco tiempo después de su colocación. Por lo general, estos sistemas deben aceptar tránsito recto de rodamiento sobre una superficie gruesa de 0,5 pulgadas (12,7 mm) dentro de una hora después de la colocación, en condiciones de aplicación específicas. Para que el tránsito pueda detenerse y arrancar, puede ser necesario tiempo de curado adicional.

3. ESPECIFICACIONES

Por lo general, no se requiere especificar todos los ensayos para cada proyecto. La compilación de los resultados de los ensayos mencionados debería indicar el rendimiento del sistema. El sistema no necesariamente será descalificado si no logra cumplir los requisitos de un ensayo individual. Si, por ejemplo, el sistema a utilizar en el proyecto tiene registros de buen rendimiento, pueden no aplicarse un ensayo individual. La agencia

y los métodos de ensayo se mencionan en el anexo (ver anexo A) y forman parte de estas pautas.

4. MATERIALES

4.1 ASFALTO EMULSIONADO

4.1.1 GENERAL

El asfalto emulsionado debe ser modificado con polímeros. El material del polímero debe estar fresado o fusionado con el asfalto o la solución emulsionante antes del proceso de emulsificación. En general, se considera mínimo un tres por ciento (3%) de sólidos de polímero, basado en el peso del asfalto.

4.1.2 ENSAYOS DE CALIDAD

El asfalto emulsionado y el residuo del asfalto emulsionado deben cumplir los requisitos de AASHTO M 208 o ASTM D 2397 para CQS-1h, con las siguientes excepciones:

ENSAYO	MÉTODO DE ENSAYO		ESPECIFICACIÓN
	AASHTO	ASTM	
Estabilidad de asentamiento y almacenamiento del asfalto emulsionado	T 59	D 6930	1% máximo
Destilación del asfalto emulsionado	T 59	D 6997	62% mínimo
Ensayos en residuo de asfalto emulsionado			
Punto de ablandamiento de materiales bituminosos (aparato de anillo y bola)	T 53	D 36	135°F (57°C) mínimo
Penetración de materiales bituminosos a 77°F (25°C)	T 49	D 5	40-90 ²

¹ La temperatura para este ensayo debe mantenerse a 350°F (177°C) durante 20 minutos.

² Deben considerarse las condiciones climáticas al establecer este rango.

³ El ensayo de solubilidad, de ser necesario, debe evaluarse en la base asfalto.

Cada carga de asfalto emulsionado será acompañada por un Certificado de Análisis/Cumplimiento que indique que la emulsión cumple la especificación.

4.2 AGREGADO

4.2.1 GENERAL

El agregado mineral utilizado será del tipo especificado para los requisitos de aplicación particulares de la micro pavimentación. El agregado será de piedra molida como, por ejemplo: granito, escoria, caliza, sílex u otro agregado de alta calidad, o una combinación de estos. Para asegurarse de que el material esté completamente molido, el agregado madre será mayor que la piedra más grande de la gradación utilizada.

4.2.2 ENSAYOS DE CALIDAD

El agregado debería cumplir los valores de pulido especificados por la agencia y estos requisitos mínimos:

ENSAYO	MÉTODO DE ENSAYO		ESPECIFICACIÓN
	AASHTO	ASTM	
Equivalente de arena, suelos y agregados finos	T 176	D 2419	65 mínimo
Solidez de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio	T 104	C 88	15% máximo c/Na ₂ SO ₄ 25% máximo c/MgSO ₄
Resistencia a la degradación de agregado grueso de pequeño tamaño por abrasión e impacto en la máquina Los Angeles	T 96	C 131	30% máximo

El ensayo de abrasión se realiza en el agregado madre.

4.2.3 GRADACIÓN

Cuando se realice el ensayo según AASHTO T 27 (ASTM C 136) y AASHTO T 11 (ASTM C 117), la gradación del agregado del diseño para la mezcla se encontrará dentro de una de los siguientes grupos (o en uno reconocido por la autoridad de pavimentación local):

TAMIZ TAMAÑO	TIPO II PORCENTAJE QUE PASA	TIPO III PORCENTAJE QUE PASA	RESERVAS TOLERANCIA
3/8 (9,5 mm)	100	100	
# 4 (4,75 mm)	90 – 100	70 – 90	± 5%
# 8 (2,36 mm)	65 - 90	45 - 70	± 5%

# 16	(1,18 mm)	45 - 70	28 - 50	± 5%
# 30	(600 µm)	30 - 50	19 - 34	± 5%
# 50	(330 µm)	18 - 30	12 - 25	± 4%
#100	(150 µm)	10 - 21	7 - 18	± 3%
#200	(75 µm)	5 - 15	5 - 15	± 2%

La gradación de las reservas de agregado no variará por más que la tolerancia de las reservas de la gradación del diseño de mezcla (indicado en la tabla anterior). Al mismo tiempo, debe encontrarse en el grupo de gradación de la especificación. El porcentaje de agregado que pase dos tamices sucesivos no cambiará de un extremo del rango especificado al otro extremo.

El agregado será aceptado en el sitio de trabajo o en la reserva basado en cinco ensayos de gradación acordes a AASHTO T 2 (ASTM D 75). Si el promedio de los cinco ensayos se encuentra dentro del margen de tolerancia de las reservas de la gradación del diseño de la mezcla, el material será aceptado. Si el promedio de esos resultados se encuentra fuera de la especificación o del margen de tolerancia, el contratista tendrá la opción de quitar el material o de fusionar agregado adicional con el material de reserva para alcanzar los parámetros. Los materiales utilizados en la fusión deben cumplir las especificaciones de ensayos de calidad del agregado que se exigen en la Sección 4.2.2 antes de fusionarlos, y el procedimiento debe realizarse de manera que produzca una gradación consistente. La fusión de agregados puede requerir un nuevo diseño de mezcla.

Será necesario tamizar las reservas si se presentan problemas creados por materiales de tamaño excesivo presentes en la mezcla.

Tipo II. Esta gradación de agregado se utiliza para rellenar huecos de la superficie, reparar problemas del pavimento, sellar y brindar una superficie durable.

Tipo III. Esta gradación de agregado brinda máxima resistencia ante el deslizamiento y una superficie de menor desgaste. Este tipo de superficie de micro pavimento es apropiado para pavimentos de alto tránsito, relleno de baches o para ser colocado en superficies muy texturadas que requieran un agregado de mayor tamaño para rellenar huecos.

4.3 RELLENO MINERAL

Puede utilizarse relleno mineral para mejorar la consistencia de la mezcla y ajustar las propiedades de fractura y curado de la mezcla. Puede utilizarse cemento Portland, hidróxido de calcio, polvo de caliza, cenizas volantes u otros rellenos que cumplan los requisitos de ASTM D 242, si así lo requiere el diseño de la mezcla. Los niveles típicos de uso son de entre un 0,0 y un 3,0 por ciento y pueden considerarse parte de la gradación del agregado.

4.4 AGUA

El agua debe estar libre de sales perjudiciales y contaminantes. Si la calidad del agua está en duda, se la debe entregar al laboratorio junto con la demás materia prima para el diseño de la mezcla.

4.5 ADITIVOS

Pueden utilizarse aditivos para acelerar o retardar la fractura/fraguado del micro pavimento. Los aditivos adecuados y su campo de uso aplicable deben ser aprobados por el laboratorio como parte del diseño de la mezcla.

5. EVALUACIÓN DE LABORATORIO

5.1 GENERAL

Antes de comenzar el trabajo, el contratista debe entregar un diseño de mezcla firmado que abarque los materiales específicos que utilizará en el proyecto. El diseño será realizado por un laboratorio que tenga experiencia en el diseño de micro pavimentos. Después de que se apruebe el diseño de la mezcla, no se permitirá la sustitución de ningún material a menos que así lo apruebe el representante autorizado del comprador.

ISSA puede brindar una lista de laboratorios que cuenten con experiencia en el diseño de micro pavimentos.

5.2 DISEÑO DE MEZCLA

En el diseño de la mezcla se evaluará la compatibilidad del agregado, del asfalto emulsionado modificado con polímeros, el agua, el relleno y mineral y otros aditivos. El

diseño de la mezcla se completará utilizando materiales congruentes con los suministrados por el contratista del proyecto. Los ensayos y valores recomendados son los siguientes:

ENSAYO	ISSA TB NO.	ESPECIFICACIÓN
Tiempo de mezcla a 77°F (25°C)	TB 113	Controlable hasta 120 segundos mínimo
Cohesión húmeda a 30 minutos mínimo (fraguado) a 60 minutos mínimo (tránsito)	TB 139	12 kg-cm mínimo 20 kg-cm o mínimo de espín cercano
Decapado húmedo	TB 114	Paso (90% mínimo)
Pérdida por abrasión húmeda Remojo de una hora Remojo de seis días	TB 100	50 g/ft ² (538 g/m ²) máximo 75 g/ft ² (807 g/m ²) máximo
Desplazamiento lateral Gravedad específica después de 1,000 ciclo de 125 lb (56,71 kg)	TB 147	5% máximo 2,10 máximo
Asfalto excesivo por adhesión de arena LWT	TB 109	50 g/ft ² (538 g/m ²) máximo
Compatibilidad de clasificación	TB 144	Mínimo de 11 grados (AAA, BAA)

El ensayo de abrasión húmeda se realiza bajo condiciones de laboratorio como parte del proceso de diseño de la mezcla. El objetivo de este ensayo es determinar el contenido mínimo de asfalto necesario en un sistema de micro pavimento. El ensayo de abrasión húmeda no se recomienda como ensayo de control de calidad en terreno real ni como ensayo de aceptación. ISSA TB 136 describe las causas potenciales de la inconsistencia en los resultados del ensayo de abrasión húmeda.

El ensayo de mezclado se utiliza para predecir durante cuánto tiempo se puede mezclar el material antes de que comience a fracturarse. Puede ser de gran utilidad verificar fuentes consistentes de materiales. El laboratorio debe verificar que los tiempos de mezclado y fraguado sean apropiados para las condiciones climáticas esperadas durante el proyecto.

El laboratorio también informará los efectos cuantitativos del contenido de humedad por peso unitario del agregado (efecto de abultamiento) de acuerdo con AASHTO T19 (ASTM C29).

El porcentaje de cada material individual requerido se mostrará en el informe de laboratorio. Pueden ser necesarios ajustes dentro de los rangos específicos del diseño de la mezcla, según las condiciones de la obra.

Los materiales componentes serán diseñados dentro de los siguientes límites:

MATERIALES COMPONENTES	LÍMITES SUGERIDOS
Asfalto residual	5,5 - 10,5% por peso en seco del agregado
Relleno mineral	0,0 - 3,0% por peso en seco del agregado
Contenido de polímero	Mínimo de 3,0% de sólidos basados en el contenido del peso del bitúmen
Aditivos	Según sean necesarios
Agua	Según sea necesaria para lograr la consistencia adecuada de la mezcla

6. EQUIPOS

6.1 GENERAL

Todos los equipos, herramientas y máquinas utilizadas en la aplicación de micro pavimentos deben mantenerse en condiciones satisfactorias de trabajo en todo momento.

6.2 EQUIPOS DE MEZCLADO

La máquina estará específicamente diseñada y fabricada para aplicar micro pavimentos. El material será mezclado por una mezcladora para micro pavimentación secuenciada automáticamente y autopropulsada. Debe ser una unidad de mezclado de flujo continuo que entregue y mida los componentes de la mezcla a través de un mezclador giratorio de paletas múltiples y doble eje. Se requiere suficiente capacidad de almacenamiento para todos los componentes de la mezcla, a fin de mantener un suministro adecuado para los controles de medición.

Al especificar una máquina continua para minimizar las juntas transversales, la máquina especificada debe ser capaz de cargar materiales mientras continúa aplicando el micro pavimento. La máquina de funcionamiento continuo estará equipada para brindarle al operador control total de la velocidad, tanto hacia adelante como hacia atrás, durante la aplicación. Debe estar equipado con estaciones de accionamiento de lado opuesto para permitir la alineación. El dispositivo de carga autónoma, las estaciones de accionamiento de lado opuesto y los controles de velocidad hacia adelante y hacia atrás formarán parte del diseño del fabricante original.

6.3 DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN

Se brindarán y etiquetarán adecuadamente controles individuales de volumen o de peso para medir los componentes de la mezcla. Estos dispositivos de medición se utilizan en la calibración de los materiales para determinar la salida del material en todo momento.

6.4 EQUIPOS DE ESPARCIMIENTO

La mezcla debe agitarse y esparcirse de manera uniforme en la caja de pavimentación utilizando paletas de ejes mellizos o barrenas espirales fijadas en la esparcidora. Se utilizará un sello frontal para asegurar que no se pierda mezcla en el punto de contacto con la ruta o calle. El sello posterior actuará como cierre final y será ajustable. La esparcidora y el rasador posterior estarán designados y operados de manera que se logre una consistencia uniforme y se entregue un flujo de material libre al rasador posterior. La esparcidora tendrá los medios adecuados como para mover la caja hacia los lados a fin de compensar las variaciones de la configuración del pavimento.

6.4.1 RASADOR SECUNDARIO

Se facilitará un rasador secundario para mejorar la textura de la superficie. El rasador secundario será ajustable, a fin de adaptarse al ancho de la esparcidora y permitir presiones variables para controlar la textura de la superficie.

6.4.2 EQUIPOS DE RELLENADO DE BACHES

Cuando los planes del proyecto así lo requieran, el material de micro pavimentación puede utilizarse para rellenar baches, cortes, depresiones en la superficie existente, etc. Los baches de 0,5 pulgadas (12,7 mm) o mayor profundidad deben rellenarse de manera independiente con una máquina para rellenar baches, de un ancho de 5 pies (1,5 m) o 6 pies (1,8 m). Los baches de más de 1,5 pulgadas (38,1 mm) de profundidad pueden requerir múltiples aplicaciones con la máquina para restaurar las secciones. Cuando los baches o las deformaciones sean de menos de 0,5 pulgadas (12,7 mm), puede aplicarse una capa niveladora en todo el ancho, por medio de la esparcidora, utilizando un rasador de metal o de goma rígida. Aplique a un ritmo suficiente para nivelar la superficie del pavimento. La capa niveladora puede, o no, cumplir el ritmo de aplicación sugerido en la tabla de la Sección 11.2 Todo el material de relleno y nivelación debe curarse bajo el tránsito durante al menos veinticuatro (24) horas antes de colocar material adicional.

6.5 EQUIPOS AUXILIARES

El contratista brindará los equipos adecuados para la preparación de la superficie, equipos para el control del tránsito, herramientas manuales y otros equipos complementarios y de seguridad necesarios para realizar el trabajo.

7. CALIBRACIÓN

Cada unidad de mezclado se utilizada para llevar a cabo el trabajo será calibrada en la presencia del representante autorizado del comprador antes de comenzar el proyecto. Se aceptará documentación de calibración previa que cubra exactamente los mismos materiales, siempre que no hayan pasado más de 60 días. La documentación incluirá una calibración individual de cada material en diferentes contextos, que puede relacionarse con los dispositivos de regulación de la máquina. Cualquier reemplazo de un componente que afecte la medición del material exige que la máquina sea calibrada nuevamente. No se permitirá que ninguna máquina se utilice en el proyecto hasta que su calibración haya sido completada y/o aceptada. El Manual del inspector de ISSA describe un método de calibración de máquinas. Los contratistas de ISSA y/o otros fabricantes de máquinas también pueden ofrecer métodos de calibración de máquinas.

8. LIMITACIONES CLIMÁTICAS

El micro pavimento no se aplicará si la temperatura atmosférica o la del pavimento se encuentra por debajo de los 50°F (10°C) o menos, pero puede aplicarse cuando tanto la temperatura atmosférica como la del pavimento se encuentren por encima de 45°F (7°C). No se aplicarán micro pavimentos cuando exista la posibilidad de afrontar temperaturas extremadamente bajas en el sitio del proyecto dentro de 24 horas después de la aplicación. El micro pavimento no será aplicado cuando las condiciones climáticas prolonguen la apertura al tránsito más allá del tiempo razonable.

9. NOTIFICACIÓN Y CONTROL DEL TRÁNSITO

9.1 NOTIFICACIÓN

Debe notificarse a los residentes y empresas de la zona afectados por el proceso de construcción al menos con un día de anticipación. Si el trabajo no se realizara el día especificado, debe distribuirse una nueva notificación. La notificación debe presentarse de forma escrita y debe aclarar la hora y fecha en la que se realizará la pavimentación. De ser necesario, deben colocarse señales de tránsito en el área de realización del proyecto.

9.2 CONTROL DEL TRÁNSITO

Deben colocarse dispositivos de control del tránsito de acuerdo con los requisitos de la agencia y, si corresponde, conforme a los requisitos del Manual de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito. Abrir la calle al tránsito no indica que se aceptará el trabajo como terminado.

10. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

10.1 GENERAL

Inmediatamente antes de aplicar el micro pavimento, debe eliminarse todo el material suelto, machas de lodo, vegetación y otro material inaceptable de la superficie. Se aceptará cualquier método de limpieza estándar. Si se utiliza agua, debe permitirse que

las grietas se sequen bien antes de aplicar el micro pavimento. Deben protegerse alcantarillas, cajas de válvulas, rejillas y otras entradas de servicio del slurry seal mediante un método adecuado. El representante autorizado del comprador aprobará la preparación de la superficie antes de colocar el pavimento.

10.2 CAPA LIGANTE

Normalmente, no se requiere una capa ligante a menos que la superficie a cubrir esté extremadamente seca y disgregada o sea de concreto o ladrillo. De ser necesario, el asfalto emulsionado debe ser SS, CSS o la emulsión de micro pavimento. Consulte con el proveedor de la emulsión de micro pavimento para determinar la estabilidad de dilución. La capa ligante puede consistir en una parte de asfalto emulsionado/tres partes de agua y debe aplicarse con un distribuidor estándar. El distribuidor debe ser capaz de aplicar la dilución de forma pareja a un ritmo de 0,05-0,15 gal/yd² (0,23-0,68 l/m²) Debe permitirse que la capa ligante cure lo suficiente antes de aplicar el micro pavimento. Si se requiere una capa ligante, debe asentarse en los planes del proyecto.

10.3 GRIETAS

Se recomienda tratar las grietas que superen los 0,25" (0,64 cm) de ancho en la superficie del pavimento con un sellador aprobado antes de aplicar slurry seal.

11. APLICACIÓN

11.1 GENERAL

De ser necesario, debe colocarse una tira de ensayo en condiciones similares a las que se espera encontrar durante el proyecto.

Cuando las condiciones locales lo permitan, la superficie será nebulizada con agua antes de utilizar la esparcidora. El ritmo de aplicación del fog puede ajustarse a los cambios de temperatura, textura de la superficie, humedad y sequedad del pavimento.

El micro pavimento debe tener la consistencia apropiada al salir de la mezcladora. Debe colocarse suficiente cantidad del material en todas las partes de la esparcidora en todo momento, a fin de que pueda obtenerse una cobertura completa. Evite sobrecargar la esparcidora. No se permite utilizar agregado con aglomeraciones o partes sin mezclar. No se permitirá que la máquina coloque agregado seco o que este se presente de antemano en la superficie.

No se dejarán vetas, como las producidas por agregado de tamaño excesivo o mezclas fracturadas, en la superficie terminada. Si se producen vetas excesivas, el trabajo será detenido hasta que el representante autorizado del comprador compruebe que el problema se haya corregido. Las vetas excesivas se definen como más de cuatro marcas de arrastre de más de 0,5 pulgadas (12,7 mm) de ancho y 4,0 pulgadas (101 mm) de largo o 1,0 pulgadas (25,4 mm) de ancho y 3,0 pulgadas (76,2 mm) de largo, en cualquier área de 29,9 yd² (25 m²). No se permitirán ondas ni vetas longitudinales de 0,25 pulgadas (6,4 mm) de profundidad, cuando se las mida colocando un borde recto de 10 pies (3 m) sobre la superficie.

11.2 RITMO DE APLICACIÓN

La mezcla de micro pavimento tendrá una consistencia adecuada en todo momento, a fin de brindar el ritmo de aplicación requerido por la condición de la superficie. El ritmo de aplicación promedio se calculará según la siguiente tabla:

TIPO AGREGADO	DE	UBICACIÓN	RITMO DE APLICACIÓN SUGERIDO
Tipo II		Calles urbanas y residenciales Pistas en aeropuertos Capa niveladora	10 - 20 lb/yd ² (5,4 - 10,8 kg/m ²) Según sea necesario
Tipo III		Rutas principales e interestatales Baches de ruedas Capa niveladora	15 - 30 lb/yd ² (8,1 - 16,3 kg/m ²) Según sea necesario (véase Anexo B) Según sea necesario

Los ritmos de aplicación sugeridos se basan en el peso del agregado seco en la mezcla. Los ritmos de aplicación se ven afectados por el peso unitario y la gradación del agregado y la demanda de la superficie en la que se esté aplicando el micro pavimento.

11.3 JUNTAS

No se permitirán acumulaciones, áreas descubiertas ni terminaciones antiestéticas en juntas longitudinales o transversales. El contratista contará con equipos esparcidores del ancho adecuado para producir la cantidad mínima de juntas longitudinales durante el proyecto. Cuando sea posible, se colocarán juntas longitudinales en caminos. Se utilizarán pasadas de ancho parcial cuando sean necesarias y no cuando sea la última pasada de ningún área pavimentada. Se permitirá una superposición de las juntas longitudinales de un máximo de 3,0" (76,2 cm). Además, la junta no tendrá más de 0,25 pulgadas (6,4 mm) de diferencia en la elevación cuando se la mida colocando un borde recto de 10 pies (3 m) sobre la junta y medir la diferencia de elevación.

11.4 MEZCLA

El micro pavimento tendrá la estabilidad suficiente como para que no ocurra la fractura prematura del material en la esparcidora. La mezcla será homogénea durante y después del mezclado y esparcimiento. No presentará líquidos en exceso que produzcan la segregación del agregado. No se permitirá rociar agua adicional dentro de la esparcidora.

11.5 TRABAJO MANUAL

Las áreas a las que no se pueda acceder con la mezcladora serán pavimentadas utilizando escobillas de goma manuales a fin de lograr una cobertura completa y uniforme. De ser necesario, el área donde se trabajará manualmente debe ser ligeramente humedecida antes de colocar la mezcla. En la medida de lo posible, el trabajo manual presentará la misma terminación que si fuera aplicado por la esparcidora. Todo el trabajo manual debe completarse antes de la pavimentación final.

11.6 LÍNEAS

Las líneas en las intersecciones, cordones y arcenes se mantendrán rectos para brindar una buena apariencia. De ser necesario, se utilizará un material adecuado para enmascarar los extremos de las calles para lograr líneas rectas. Las líneas longitudinales no variarán por más de ± 2 pulgadas (± 51 mm) variación horizontal en longitudes de 96 pies (29 m).

11.7 LAMINACIÓN

La laminación por lo general no es necesaria para el micro pavimento en rutas. Las áreas aeroportuarias y de estacionamiento deben laminarse mediante una apisonadora de neumáticos autopropulsada de 10 toneladas (como máximo), equipada con un sistema de rocío de agua. Todos los neumáticos deben inflarse según las especificaciones del fabricante. El laminado no se debe comenzar hasta que el micro pavimento se haya curado lo suficiente como para evitar que la apisonadora produzca daños. Las áreas que requieran laminado recibirán un mínimo de dos (2) pasadas de cobertura completa.

11.8 LIMPIEZA

El representante autorizado del comprador eliminará el micro pavimento de todas las áreas de acceso, cunetas e intersecciones. El contratista eliminará todos los residuos asociados con la relación del trabajo diariamente.

12. CONTROL DE CALIDAD

12.1 INSPECCIÓN

Los inspectores asignados a los proyectos deben estar familiarizado con los materiales, los equipos y la aplicación del micro pavimento. Las condiciones locales y las exigencias del proyecto específico deben tenerse en cuenta al determinar los parámetros de la inspección de la obra.

La consistencia adecuada de la mezcla será una de las áreas de mayor preocupación para el inspector. Si las mezclas están muy secas, la superficie de la placa presentará vetas, bultos o rugosidad. Las mezclas que estén demasiado húmedas en el momento de la

aplicación se dispersarán en exceso y no conservarán las líneas rectas. Los líquidos excesivos también pueden dar lugar a una superficie rica en asfalto con segregación.

12.2 MATERIALES

Con respecto al abultamiento del agregado, es responsabilidad del contratista verificar el contenido de humedad de la reserva y configurar la máquina correctamente. Con discreción del representante autorizado del comprador, los ensayos de materiales se realizarán en muestras representativas del agregado y la emulsión. Se realizarán ensayos a cargo del comprador. El comprador debe notificar al contratista de inmediato si algún ensayo no cumple con las especificaciones.

12.3 MICRO PAVIMENTACIÓN

Si se lo solicita, pueden tomarse muestras representativas de micro pavimento directamente de la máquina de micro pavimentación. Los ensayos sobre el contenido del asfalto residual (ASTM D2172) pueden realizarse en las muestras a cargo del comprador. El comprador debe notificar al contratista de inmediato si algún ensayo no cumple con las especificaciones. Los datos obtenidos de los dispositivos de medición de la máquina de micro pavimentación pueden utilizarse para determinar las cantidades y la proporción de aplicación de los materiales individuales.

12.4 NO CUMPLIMIENTO

Si fallan dos ensayos sucesivos realizados al agregado de reserva, debe detenerse el trabajo. Si fallan dos ensayos sucesivos en la mezcla de la misma máquina, entonces debe suspenderse el uso de la máquina. Será responsabilidad del contratista, a su costo, demostrarle al representante autorizado del comprador que se han corregido los problemas.

13. MÉTODO DE MEDICIÓN

13.1 ÁREA

En proyectos más pequeños, el método de medición y pago por lo general se basa en el área cubierta, medida en pies cuadrados, yardas cuadradas o metros cuadrados.

13.2 TONELADAS Y GALONES

En proyectos más grandes de más de 50,000 yd² (41,806 m²), la medición y el pago por lo general se basan en las toneladas del agregado y los galones (litros) del asfalto emulsionado utilizado.

Deben utilizarse los recibos de entrega de agregado o los recibos impresos de las balanzas certificadas en el área para realizar la medición. El asfalto emulsionado utilizado en el proyecto se medirá por medio de los recibos certificados para cada carga entregada. El asfalto emulsionado no utilizado se deducirá del total del trabajo.

14. PAGO

El micro pavimento se pagará por área unitaria o por el peso del agregado y del asfalto emulsionado utilizado en el proyecto y aceptado por el representante autorizado del comprador. El pago compensará por completo todos los gastos de preparación, mezclado y aplicación de materiales y por toda la mano de obra, equipos, herramientas, ensayos, limpieza e imprevistos necesarios para completar el trabajo.

APÉNDICE A AGENCIAS

AGENCIAS

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials
[Asociación americana de oficiales de carreteras estatales y transportes]

ASTM: American Society for Testing and Materials [Asociación americana de pruebas de materiales]

ISSA: INTERNATIONAL SLURRY SURFACING ASSOCIATION

MÉTODOS DE ENSAYO

ASFALTO EMULSIONADO

ENSAYO AASHTO NO.	ENSAYO ASTM NO.	ENSAYO
M 208	D 2397	Especificación para asfalto emulsionado catiónico
T 59	D 6930	Estabilidad de asentamiento y almacenamiento de asfalto emulsionado
T 59	D 6997	Destilación de asfalto emulsionado (Este método de ensayo puede ser modificado utilizando temperaturas más bajas.)
T 40	D 140	Muestreo de materiales bituminosos
T 59	D 244	Métodos y prácticas de ensayo para asfaltos emulsionados

RESIDUO DE ASFALTO EMULSIONADO

ENSAYO AASHTO NO.	ENSAYO ASTM NO.	ENSAYO
T 53	D 36	Punto de ablandamiento de materiales bituminosos (aparato de anillo y bola)
T 49	D 5	Penetración de materiales bituminosos

APÉNDICE A MÉTODOS DE ENSAYO (CONTINUACIÓN)

AGREGADO Y RELLENO MINERAL

ENSAYO AASHTO NO.	ENSAYO ASTM NO.	ENSAYO
T 176	D 2419	Equivalente de arena, suelos y agregados finos
T 104	C 88	Solidez de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio
T 96	C 131	Resistencia a la degradación de agregado grueso de pequeño tamaño por abrasión e impacto en la máquina Los Angeles (Este ensayo debe realizarse en la roca madre utilizada para moler la gradación más fina del material de micro pavimentación)
T 27	C 136	Análisis de tamiz de agregado fino y grueso
T 11	C 117	Método estándar de prueba para materiales que pasan el tamiz de 75µm (No. 200) en agregados minerales mediante lavado
T 2	D 75	Muestreo de agregados
	D 242	Relleno mineral para mezclas de pavimentación bituminosas
T 19	C 29	Densidad (“peso unitario”) y vacíos en agregados

DISEÑO DE MEZCLA

ENSAYO NO.	ISSA	ENSAYO
A143		Diseño estándar, prueba y construcción de micropavimento
TB 100		Abrasión en pista húmeda de slurry seals
TB 109		Asfalto excesivo por adhesión de arena LWT
TB 113		Tiempo de mezcla
TB 114		Ensayo para decapado húmedo de mezclas de superficies curadas de tipo slurry
TB 136		Causas de inconsistencia de resultados del ensayo de abrasión en pista húmeda (WTAT)
TB 144		Clasificación de compatibilidad mediante procedimientos Schulze-Breuer y Ruck

NOTAS:

ASTM D 6372, Standard Practice for Design, Testing, and Construction of Micro Surfacing, es una referencia combinada de los boletines técnicos de ISSA mencionados con anterioridad.

ASTM D 2172, Standard Test Methods for Quantitative Extraction of Bitumen From Bituminous Paving Mixtures se menciona en la Sección 12.3.

APÉNDICE B REPERFILADO DE CAMINOS DE RODADOS CON BACHES

CON MICRO PAVIMENTACIÓN

Regla general

Para cada pulgada (mm) de mezcla de micro pavimentación, añada 0,125 pulgadas (3,2 mm) a 0,25 pulgadas (6,4 mm) como corona para permitir la compactación bajo el tránsito.



Profundidad de baches	Cantidad de micro pavimento necesaria
0,5 - 0,75" (12,7 - 19,1 mm)	20 - 30 lb/yd ² (10,8 - 16,3 kg/m ²)
0,75 - 1,00" (19,1 - 25,4 mm)	25 - 35 lb/yd ² (13,6 - 19,0 kg/m ²)
1,00 - 1,25" (25,4 - 31,75 mm)	28 - 38 lb/yd ² (15,2 - 20,6 kg/m ²)
1,25 - 1,50" (31,75 - 38,1 mm)	32 - 40 lb/yd ² (17,4 - 21,7 kg/m ²)



INTERNATIONAL SLURRY SURFACING ASSOCIATION

#3 Church Circle, PMB 250

Annapolis, MD 21401

(410) 267-0023 www.slurry.org

INCORPORACIÓN DE RAP EN MEZCLAS ASFÁLTICAS DEL TIPO SLURRY SEAL

1. UNIDAD DE MEDIDA

Metros cúbicos (m³).

2. DESCRIPCIÓN

El slurry seal consistirá en una mezcla de asfalto emulsionado o emulsión asfáltica, agregado mineral, agua y aditivos, proporcionados, mezclados y esparcidos de manera uniforme sobre una superficie preparada adecuadamente, dirigida por el representante autorizado del comprador. Al incorporar rap como reemplazo del agregado, este deberá ser limpio, angulares y bien graduados.

El rap limpio es aquel libre de materia orgánica, arcilla o materias extrañas. El deberá estar chancado y cumplir con ciertos requisitos para su incorporación en este tipo de mezclas asfálticas.

El reciclado de pavimentos asfálticos se realiza sobre materiales deteriorados que han perdido en gran medida sus propiedades iniciales, aunque en casos muy especiales pueden actuarse también sobre materiales en condiciones de servicio para mejorar sus características. El reciclado es, en unos casos, una alternativa al fresado y reposición de firmes, o a la reconstrucción, y en otros, constituye un aprovechamiento de los materiales fresados, que de otra manera irían a vertedero.

3. PROCEDIMIENTO DE EXTRACCIÓN DEL MATERIAL

Primeramente, se comienza con la búsqueda del lugar donde se extraerá el material, estos lugares pueden ser botaderos municipales de la alcaldía de la ciudad o algún botadero clandestino que se encuentre ubicado a orilla de las carreteras.

Una vez identificado el lugar se procede con la selección de los terrones de rap, estos deberán estar sin la contención de material orgánico dentro de ellos y se empezará a

desechar aquellas carpetas asfálticas que tenga algún tipo de tratamiento como bacheo o rellenos, en el cual se pueda observar que contiene cemento asfáltico en exceso y una poca cantidad de agregado dentro de la carpeta asfáltica. Solo se recolectará los terrones de rap que contengan bastante presencia de agregados y asfalto, sin ningún tratamiento superficial encima de estas.

Seguido de esto, se almacenará en una volqueta para realizar el transporte de material a una chancadora o planta trituradora en obra, donde se realizará su debida trituración.

Después de haber realizado la extracción y selección del material rap, este debe ser llevado a una chancadora o planta trituradora; se coloca el material en la chancadora para posterior a ello obtener un material netamente chancado, el cual deberá ser seleccionado y separada por medio de la malla N°4.

El proceso comienza con la trituración en la chancadora, en la cual los bloques de rap que han sido seleccionados anteriormente, se colocarán en una máquina chancadora AST40 – KTM, y se llevará a realizar su proceso de trituración

Seguido de esto se obtiene el material ya triturado, donde aquí se realiza una separación de material grueso con el fino; para lo cual, se utilizará una malla N°4 para separar el rap grueso del fino, aquel material que quede retenido en este tamiz será desechado o guardado para utilizarse en otro tipo de mezcla asfáltica o para otro fin.

Una vez realizado todo este procedimiento, esté rap seleccionado deberá ser caracterizado mediante ensayos de laboratorio, para saber si dicho material es apto para ser utilizado en este tipo de mezclas.

Los ensayos a realizar se detallan a continuación.

3.1 GRANULOMETRÍA

Cuando se realice el ensayo según AASHTO T 27 (ASTM C 136) y AASHTO T 11 (ASTM C 117), la gradación del rap del diseño para la mezcla asfáltica del tipo Slurry Seal se encontrará dentro de una de los siguientes grupos:

Tabla 1.1: Granulometría del rap para Slurry Seals

Tamiz tamaño	Tipo I Porcentaje que pasa	Tipo II Porcentaje que pasa	Tipo III Porcentaje que pasa	Reservas Tolerancia De la Gradación Del diseño de mezcla
3/8 (9,5 mm)	100	100	100	
#4 (4,75 mm)	100	90 – 100	70 – 90	± 5%
#8 (2,36 mm)	90 – 100	65 - 90	45 - 70	± 5%
#16 (1,18 mm)	65 - 90	45 - 70	28 - 50	± 5%
#30 (600 um)	40 - 65	30 - 50	19 - 34	± 5%
#50 (330 um)	25 - 42	18 - 30	12 - 25	± 4%
#100 (150 um)	15 - 30	10 - 21	7 - 18	± 3%
#200 (75 um)	10 - 20	5 - 15	5 - 15	± 2%

Fuente: Elaboración propia.

La gradación de las reservas de rap no variará por más que la tolerancia de las reservas de la gradación del diseño de mezcla (indicado en la tabla anterior). Al mismo tiempo, debe encontrarse en el grupo de gradación de la especificación. El porcentaje de rap que pase dos tamices sucesivos no cambiará de un extremo del rango especificado al otro extremo.

El rap será aceptado en el sitio de trabajo o en la reserva basado en cinco ensayos de gradación acordes a AASHTO T 2 (ASTM D 75). Si el promedio de los cinco ensayos se encuentra dentro del margen de tolerancia de las reservas de la gradación del diseño de la mezcla, el material será aceptado. Si el promedio de esos resultados se encuentra fuera de la especificación o del margen de tolerancia, el contratista tendrá la opción de quitar el material o de fusionar-agregado adicional con el material de reserva para alcanzar los parámetros.

Tipo I. Esta gradación de agregado – rap, se utiliza para rellenar huecos de la superficie, reparar problemas moderados de la superficie y brindar protección para los elementos. La fineza de esta mezcla presenta la capacidad de penetrar las grietas.

Tipo II. Esta gradación de agregado – rap, se utiliza para rellenar huecos de la superficie, reparar problemas más graves de la superficie, sellar y brindar una superficie durable.

Tipo III. Esta gradación de agregado – rap, brinda máxima resistencia ante el deslizamiento y una superficie de menor desgaste.

3.2 ENSAYOS DE CALIDAD

El rap para ser aplicado o incorporado en la mezcla deberá cumplir una serie de requisitos mínimos que se especifican a continuación.

Tabla 1.2: Ensayos de calidad del rap

Ensayo	Método de ensayo		Especificación
	Aashto	Astm	
Equivalente de arena, suelos y agregados finos	T 176	D 2419	45 mínimo
Resistencia a la degradación de agregado grueso de pequeño tamaño por abrasión e impacto en la máquina Los Ángeles	T 96	C 131	35% máximo

Fuente: Elaboración propia.

El rap deberá cumplir con estas especificaciones para su incorporación en este tipo de mezcla asfáltica, en caso de presentar resultados no aceptables o si estos resultados no se encuentran dentro de los rangos de especificación no podrá ser utilizado.

4. EQUIPOS

- Herramientas menores
- Volqueta
- Chancadora trituradora AST40 - KTM

- Cargador frontal de ruedas $\geq 950 \text{ m}^3$

5. MANO DE OBRA

El contratista utilizará la mano de obra adecuada para la localización y transporte de los materiales. Además, deberá tener en cuenta los costos que implican las medidas de seguridad apropiadas.

6. MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y se pagará por metro cúbico (m^3) por la extracción y transporte del material hacia la planta de trituración o chancadora, de acuerdo a las especificaciones descritas.

El valor será el precio unitario estipulado en el contrato y su costo incluye:

- Equipos
- Mano de Obra
- Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.

7. NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones durante su ejecución, el contratista deberá realizarlas nuevamente a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

INCORPORACIÓN DEL RAP EN MEZCLAS ASFÁLTICAS DEL TIPO MICROPAVIMENTOS

1. UNIDAD DE MEDIDA

Metro cúbico (m³)

2. DESCRIPCIÓN

El micropavimento consistirá en una mezcla de asfalto emulsionado o emulsión asfáltica, agregado mineral, agua y aditivos, proporcionados, mezclados y esparcidos de manera uniforme sobre una superficie preparada adecuadamente, dirigida por el representante autorizado del comprador.

Al incorporar rap como reemplazo del agregado, este deberá ser limpio, angulares y bien graduados.

El rap limpio es aquel libre de materia orgánica, arcilla o materias extrañas. Este deberá estar chancado y cumplir con ciertos requisitos para su incorporación en este tipo de mezclas asfálticas.

El reciclado de pavimentos asfálticos se realiza sobre materiales deteriorados que han perdido en gran medida sus propiedades iniciales, aunque en casos muy especiales pueden actuarse también sobre materiales en condiciones de servicio para mejorar sus características.

El reciclado es, en unos casos, una alternativa al fresado y reposición de firmes, o a la reconstrucción, y en otros, constituye un aprovechamiento de los materiales fresados, que de otra manera irían a vertedero.

3. PROCEDIMIENTO DE CARACTERIZACIÓN DEL RAP

Primeramente, se comienza con la búsqueda del lugar donde se extraerá el material, estos lugares pueden ser botaderos municipales de la alcaldía de la ciudad o algún botadero clandestino que se encuentre ubicado a orilla de las carreteras.

Una vez identificado el lugar se procede con la selección de los terrones de rap, estos deberán estar sin la contención de material orgánico dentro de ellos y se empezará a desechar aquellas carpetas asfálticas que tenga algún tipo de tratamiento como bacheo o rellenos, en el cual se pueda observar la presencia de cemento asfáltico en exceso y una poca cantidad de agregado dentro de la carpeta asfáltica.

Solo se recolectará los terrones de rap que contengan bastante presencia de agregados y asfalto, sin ningún tratamiento superficial encima de estas.

Seguido de esto, se almacenará en una volqueta para realizar el transporte de material a una chancadora o planta trituradora en obra, donde se realizará su debida trituración.

El proceso comienza con la trituración en la chancadora, en la cual los bloques de rap que han sido seleccionados anteriormente, y se las colocará dentro de una máquina chancadora AST40 – KTM, para llegar a realizar su proceso de trituración

Seguido de esto se obtiene el material ya triturado, donde aquí se realiza una separación de material grueso con el fino; para lo cual, se utilizará una malla N°4 para separar el rap grueso del fino, aquel material que quede retenido en este tamiz será desechado o guardado para utilizarse en otro tipo de mezcla asfáltica o para otra finalidad.

Una vez realizado todo este procedimiento, esté rap seleccionado deberá ser caracterizado mediante ensayos de laboratorio, para saber si dicho material es apto para ser utilizado en este tipo de mezclas.

Los ensayos a realizar se detallan a continuación.

3.1 GRANULOMETRÍA

Cuando se realice el ensayo según AASHTO T 27 (ASTM C 136) y AASHTO T 11 (ASTM C 117), la gradación del agregado y rap del diseño para la mezcla de micropavimentos se encontrará dentro de una de los siguientes grupos:

Tabla 1.3: Granulometría del rap para micropavimentos

Tamiz tamaño	Tipo II Porcentaje que pasa	Tipo III Porcentaje que pasa	Reservas tolerancia de la gradación del diseño de mezcla
3/8 (9,5 mm)	100	100	
#4 (4,75 mm)	90 – 100	70 – 90	± 5%
#8 (2,36 mm)	65 - 90	45 - 70	± 5%
#16 (1,18 mm)	45 - 70	28 - 50	± 5%
#30 (600 um)	30 - 50	19 - 34	± 5%
#50 (330 um)	18 - 30	12 - 25	± 4%
#100 (150 um)	10 - 21	7 - 18	± 3%
#200 (75 um)	5 - 15	5 - 15	± 2%

Fuente: Elaboración propia.

La gradación de las reservas de rap no variará por más que la tolerancia de las reservas de la gradación del diseño de mezcla (indicado en la tabla anterior). Al mismo tiempo, debe encontrarse en el grupo de gradación de la especificación.

El rap será aceptado en el sitio de trabajo o en la reserva basado en cinco ensayos de gradación acordes a AASHTO T 2 (ASTM D 75). Si el promedio de los cinco ensayos se encuentra dentro del margen de tolerancia de las reservas de la gradación del diseño de la mezcla, el material será aceptado. Si el promedio de esos resultados se encuentra fuera de la especificación o del margen de tolerancia, el contratista tendrá la opción de quitar el material o de fusionar-agregado adicional con el material de reserva para alcanzar los parámetros.

Tipo II. Esta gradación de agregado – rap, se utiliza para rellenar huecos de la superficie, reparar problemas del pavimento, sellar y brindar una superficie durable.

Tipo III. Esta gradación de agregado – rap, brinda máxima resistencia ante el deslizamiento y una superficie de menor desgaste. Este tipo de superficie de micro pavimento es apropiado para pavimentos de alto tránsito, relleno de baches o para ser colocado en superficies muy texturadas que requieran un agregado de mayor tamaño para rellenar huecos.

3.2 ENSAYOS DE CALIDAD

El rap para ser aplicado o incorporado en la mezcla deberá cumplir una serie de requisitos mínimos que se especifican a continuación.

Tabla 1.2: Ensayos de calidad del rap

Ensayo	Método de ensayo		Especificación
	Aashto	Astm	
Equivalente de arena, suelos y agregados finos	T 176	D 2419	45 mínimo
Resistencia a la degradación de agregado grueso de pequeño tamaño por abrasión e impacto en la máquina Los Ángeles	T 96	C 131	35% máximo

Fuente: Elaboración propia.

El rap deberá cumplir con estas especificaciones para su incorporación en este tipo de mezcla asfáltica, en caso de presentar resultados no aceptables o si estos resultados no se encuentran dentro de los rangos de especificación no podrá ser utilizado.

4. EQUIPOS

- Herramientas menores
- Volqueta
- Chancadora trituradora AST40 - KTM
- Cargador frontal de ruedas $\geq 950 \text{ m}^3$

5. MANO DE OBRA

El contratista utilizará la mano de obra adecuada para la localización y transporte de los materiales. Además, deberá tener en cuenta los costos que implican las medidas de seguridad apropiadas.

6. MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y se pagará por metro cúbico (m³) por trituración y selección del material, de acuerdo a las especificaciones.

El valor será el precio unitario estipulado en el contrato y su costo incluye:

- Equipos
- Mano de Obra
- Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.

7. NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones durante su ejecución, el contratista deberá realizarlas nuevamente a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Actividad: Prov. Pavimento asfáltico reciclado (rap)

Unidad: m³

Moneda: bolivianos

	Descripción	Und.	Cantidad	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES					
					0,00
				TOTAL MATERIALES	0,00
2.- MANO DE OBRA					
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	0,00
	BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA			71,18%	0,00
	IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOT M.O.+ CARGAS SOCIALES			14,94%	0,00
				TOTAL MANO DE OBRA	0,00
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
	CHANCADORA AST40 - KTM Y SELECCIONADORA	HR.	0,10	450,00	45,00
	CARGADOR FRONTAL DE RUEDAS >= 950 m3	HR.	0,00	422,27	0,92
	VOLQUETA >= 4 m3	HR.	0,00	225,06	0,49
					0,00
					0,00
	HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA			5,00%	0,00
				TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS	46,41
4.- GASTOS GENERALES					
	GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3			18,00%	8,35
				TOTAL GASTOS GENERALES	8,35
5.- UTILIDAD					
	UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4			10,00%	5,48
				TOTAL UTILIDAD	5,48
6.- IMPUESTOS					
	IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5			3,09%	1,86
				TOTAL IMPUESTOS	1,86
				TOTAL PRECIO UNITARIO	62,10

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS SLURRY SEALS

Actividad: Prov. Y Conform. De Slurry Seals

Unidad: m²

Moneda: bolivianos

	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES					
	Emulsión RR2C-E	Tn	0,28	4900,00	1372,00
	Agregados	m ³	1,73	117,50	203,28
	Aditivo	m ³	0,01	35,00	0,35
	Agua	m ³	0,05	32,00	1,60
				TOTAL MATERIALES	1.577,23
2.- MANO DE OBRA					
	Jefe de Planta	Hrs.	1,00	18,00	18,00
	Auxiliares	Hrs.	3,00	10,22	30,66
	Ayudantes	Hrs.	2,00	8,33	16,66
	Laboratoristas	Hrs.	1,00	10,22	10,22
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	75,54
	BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA			71,18%	53,77
	IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOT M.O.+ CARGAS SOCIALES			14,94%	19,32
				TOTAL MANO DE OBRA	148,63
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
	Micropavimentadora	Hrs.	0,02	380,24	6,84
	Barredora mecánica	Hrs.	0,00	162,47	0,44
	Tanquero	Hrs.	0,03	210,00	5,29
	Cargador frontal	Hrs.	0,02	338,31	7,44
					0,00
	HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA			5,00%	7,43
				TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS	27,45
4.- GASTOS GENERALES					
	GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3			18,00%	315,59
				TOTAL GASTOS GENERALES	315,59
5.- UTILIDAD					
	UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4			10,00%	206,89
				TOTAL UTILIDAD	206,89
6.- IMPUESTOS					
	IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5			3,09%	70,32
				TOTAL IMPUESTOS	70,32
				TOTAL PRECIO UNITARIO	2.346,11
	Para 6 mm		\$us/m ²		14,08
	Para 9 mm		\$us/m ²		21,11

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS SLURRY SEALS

Actividad: Prov. Y Conform. De Slurry Seals con incorporación de 20% de rap

Unidad: m²

Moneda: bolivianos

	Descripción	Und.	Cantidad	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES					
	Emulsión RR2C-E	Tn	0,28	4900,00	1372,00
	Agregados	m ³	1,38	117,50	162,15
	Rap	m ³	0,35	62,10	21,49
	Aditivo	m ³	0,01	35,00	0,35
	Agua	m ³	0,05	32,00	1,60
				TOTAL MATERIALES	1.557,59
2.- MANO DE OBRA					
	Jefe de Planta	Hrs.	1,00	18,00	18,00
	Auxiliares	Hrs.	3,00	10,22	30,66
	Ayudantes	Hrs.	2,00	8,33	16,66
	Laboratoristas	Hrs.	1,00	10,22	10,22
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	75,54
	BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA			71,18%	53,77
	IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOT M.O.+ CARGAS SOCIALES			14,94%	19,32
				TOTAL MANO DE OBRA	148,63
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
	Micropavimentadora	Hrs.	0,02	380,24	6,84
	Barredora mecánica	Hrs.	0,00	162,47	0,44
	Tanquero	Hrs.	0,03	210,00	5,29
	Cargador frontal	Hrs.	0,02	338,31	7,44
					0,00
	HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA			5,00%	7,43
				TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS	27,45
4.- GASTOS GENERALES					
	GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3			18,00%	312,06
				TOTAL GASTOS GENERALES	312,06
5.- UTILIDAD					
	UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4			10,00%	204,57
				TOTAL UTILIDAD	204,57
6.- IMPUESTOS					
	IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5			3,09%	69,53
				TOTAL IMPUESTOS	69,53
				TOTAL PRECIO UNITARIO	2.319,83
	Para 6 mm		\$us/m ²		13,92
	Para 9 mm		\$us/m ²		20,88

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS SLURRY SEALS

Actividad: Prov. Y Conform. De Slurry Seals con incorporación de 40% de rap

Unidad: m²

Moneda: bolivianos

	Descripción	Und.	Cantidad	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES					
	Emulsión RR2C-E	Tn	0,28	4900,00	1372,00
	Agregados	m ³	1,04	117,50	122,05
	Rap	m ³	0,69	62,10	42,97
	Aditivo	m ³	0,01	35,00	0,35
	Agua	m ³	0,05	32,00	1,60
				TOTAL MATERIALES	1.538,97
2.- MANO DE OBRA					
	Jefe de Planta	Hrs.	1,00	18,00	18,00
	Auxiliares	Hrs.	3,00	10,22	30,66
	Ayudantes	Hrs.	2,00	8,33	16,66
	Laboratoristas	Hrs.	1,00	10,22	10,22
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	75,54
	BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA			71,18%	53,77
	IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOT M.O.+ CARGAS SOCIALES			14,94%	19,32
				TOTAL MANO DE OBRA	148,63
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
	Micropavimentadora	Hrs.	0,02	380,24	6,84
	Barredora mecánica	Hrs.	0,00	162,47	0,44
	Tanquero	Hrs.	0,03	210,00	5,29
	Cargador frontal	Hrs.	0,02	338,31	7,44
					0,00
	HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA			5,00%	7,43
				TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS	27,45
4.- GASTOS GENERALES					
	GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3			18,00%	308,71
				TOTAL GASTOS GENERALES	308,71
5.- UTILIDAD					
	UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4			10,00%	202,38
				TOTAL UTILIDAD	202,38
6.- IMPUESTOS					
	IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5			3,09%	68,79
				TOTAL IMPUESTOS	68,79
				TOTAL PRECIO UNITARIO	2.294,92
	Para 6 mm		\$us/m ²		13,77
	Para 9 mm		\$us/m ²		20,65

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS SLURRY SEALS

Actividad: Prov. Y Conform. De Slurry Seals con incorporación de 60% de rap

Unidad: m²

Moneda: bolivianos

	Descripción	Und.	Cantidad	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES					
	Emulsión RR2C-E	Tn	0,28	4900,00	1372,00
	Agregados	m ³	0,69	117,50	81,08
	Rap	m ³	1,04	62,10	64,46
	Aditivo	m ³	0,01	35,00	0,35
	Agua	m ³	0,05	32,00	1,60
				TOTAL MATERIALES	1.519,48
2.- MANO DE OBRA					
	Jefe de Planta	Hrs.	1,00	18,00	18,00
	Auxiliares	Hrs.	3,00	10,22	30,66
	Ayudantes	Hrs.	2,00	8,33	16,66
	Laboratoristas	Hrs.	1,00	10,22	10,22
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	75,54
	BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA			71,18%	53,77
	IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOT M.O.+ CARGAS SOCIALES			14,94%	19,32
				TOTAL MANO DE OBRA	148,63
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
	Micropavimentadora	Hrs.	0,02	380,24	6,84
	Barredora mecánica	Hrs.	0,00	162,47	0,44
	Tanquero	Hrs.	0,03	210,00	5,29
	Cargador frontal	Hrs.	0,02	338,31	7,44
					0,00
	HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA			5,00%	7,43
				TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS	27,45
4.- GASTOS GENERALES					
	GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3			18,00%	305,20
				TOTAL GASTOS GENERALES	305,20
5.- UTILIDAD					
	UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4			10,00%	200,08
				TOTAL UTILIDAD	200,08
6.- IMPUESTOS					
	IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5			3,09%	68,01
				TOTAL IMPUESTOS	68,01
				TOTAL PRECIO UNITARIO	2.268,85
	Para 6 mm		\$us/m ²		13,61
	Para 9 mm		\$us/m ²		20,42

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS SLURRY SEALS

Actividad: Prov. Y Conform. De Slurry Seals con incorporación de 80% de rap

Unidad: m²

Moneda: bolivianos

	Descripción	Und.	Cantidad	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES					
	Emulsión RR2C-E	Tn	0,28	4900,00	1372,00
	Agregados	m ³	0,35	117,50	40,66
	Rap	m ³	1,38	62,10	85,70
	Aditivo	m ³	0,01	35,00	0,35
	Agua	m ³	0,05	32,00	1,60
				TOTAL MATERIALES	1.500,30
2.- MANO DE OBRA					
	Jefe de Planta	Hrs.	1,00	18,00	18,00
	Auxiliares	Hrs.	3,00	10,22	30,66
	Ayudantes	Hrs.	2,00	8,33	16,66
	Laboratoristas	Hrs.	1,00	10,22	10,22
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	75,54
	BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA			71,18%	53,77
	IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOT M.O.+ CARGAS SOCIALES			14,94%	19,32
				TOTAL MANO DE OBRA	148,63
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
	Micropavimentadora	Hrs.	0,02	380,24	6,84
	Barredora mecánica	Hrs.	0,00	162,47	0,44
	Tanquero	Hrs.	0,03	210,00	5,29
	Cargador frontal	Hrs.	0,02	338,31	7,44
					0,00
	HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA			5,00%	7,43
				TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS	27,45
4.- GASTOS GENERALES					
	GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3			18,00%	301,75
				TOTAL GASTOS GENERALES	301,75
5.- UTILIDAD					
	UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4			10,00%	197,81
				TOTAL UTILIDAD	197,81
6.- IMPUESTOS					
	IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5			3,09%	67,24
				TOTAL IMPUESTOS	67,24
				TOTAL PRECIO UNITARIO	2.243,18
	Para 6 mm		\$us/m ²		13,46
	Para 9 mm		\$us/m ²		20,19

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS SLURRY SEALS

Actividad: Prov. Y Conform. De Slurry Seals con incorporación de 100% de rap

Unidad: m²

Moneda: bolivianos

	Descripción	Und.	Cantidad	Precio Productiv.	Costo Total
1.-	MATERIALES				
	Emulsión RR2C-E	Tn	0,28	4900,00	1372,00
	Rap	m ³	1,73	62,10	107,43
	Aditivo	m ³	0,01	35,00	0,35
	Agua	m ³	0,05	32,00	1,60
				TOTAL MATERIALES	1.481,38
2.-	MANO DE OBRA				
	Jefe de Planta	Hrs.	1,00	18,00	18,00
	Auxiliares	Hrs.	3,00	10,22	30,66
	Ayudantes	Hrs.	2,00	8,33	16,66
	Laboratoristas	Hrs.	1,00	10,22	10,22
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	75,54
	BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA			71,18%	53,77
	IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOT M.O.+ CARGAS SOCIALES			14,94%	19,32
				TOTAL MANO DE OBRA	148,63
3.-	EQUIPO Y HERRAMIENTAS				
	Micropavimentadora	Hrs.	0,02	380,24	6,84
	Barredora mecánica	Hrs.	0,00	162,47	0,44
	Tanquero	Hrs.	0,03	210,00	5,29
	Cargador frontal	Hrs.	0,02	338,31	7,44
					0,00
	HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA			5,00%	7,43
				TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS	27,45
4.-	GASTOS GENERALES				
	GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3			18,00%	298,34
				TOTAL GASTOS GENERALES	298,34
5.-	UTILIDAD				
	UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4			10,00%	195,58
				TOTAL UTILIDAD	195,58
6.-	IMPUESTOS				
	IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5			3,09%	66,48
				TOTAL IMPUESTOS	66,48
				TOTAL PRECIO UNITARIO	2.217,86
	Para 6 mm		\$us/ m ²		13,31
	Para 9 mm		\$us/ m ²		19,96

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS MICROPAVIMENTO

Actividad: Prov. Y Conform. De Micropavimento

Unidad: m²

Moneda: bolivianos

	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES					
	Emulsión RR2C-E	Tn	0,27	4900,00	1323,00
	Agregados	m ³	1,95	117,50	229,13
	Aditivo	m ³	0,01	35,00	0,35
	Agua	m ³	0,05	32,00	1,60
				TOTAL MATERIALES	1.554,08
2.- MANO DE OBRA					
	Jefe de Planta	Hrs.	1,00	18,00	18,00
	Auxiliares	Hrs.	3,00	10,22	30,66
	Ayudantes	Hrs.	2,00	8,33	16,66
	Laboratoristas	Hrs.	1,00	10,22	10,22
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	75,54
	BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA			71,18%	53,77
	IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOT M.O.+ CARGAS SOCIALES			14,94%	19,32
				TOTAL MANO DE OBRA	148,63
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
	Micropavimentadora	Hrs.	0,02	380,24	6,84
	Barredora mecánica	Hrs.	0,00	162,47	0,44
	Tanquero	Hrs.	0,03	210,00	5,29
	Cargador frontal	Hrs.	0,02	338,31	7,44
					0,00
	HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA			5,00%	7,43
				TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS	27,45
4.- GASTOS GENERALES					
	GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3			18,00%	311,43
				TOTAL GASTOS GENERALES	311,43
5.- UTILIDAD					
	UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4			10,00%	204,16
				TOTAL UTILIDAD	204,16
6.- IMPUESTOS					
	IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5			3,09%	69,39
				TOTAL IMPUESTOS	69,39
				TOTAL PRECIO UNITARIO	2.315,13
	Para 10 mm	\$us/m ²			23,15
	Para 12 mm	\$us/m ²			27,78
	Para 16 mm	\$us/m ²			37,04

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS MICROPAVIMENTO

Actividad: Prov. Y Conform. De Micropavimento con 20% de rap

Unidad: m²

Moneda: bolivianos

	Descripción	Und.	Cantidad	Precio Productiv.	Costo Total
1.-	MATERIALES				
	Emulsión RR2C-E	Tn	0,27	4900,00	1308,30
	Agregados	m ³	1,56	117,50	183,30
	Rap	m ³	0,39	62,10	24,22
	Aditivo	m ³	0,01	35,00	0,35
	Agua	m ³	0,05	32,00	1,60
				TOTAL MATERIALES	1.517,77
2.-	MANO DE OBRA				
	Jefe de Planta	Hrs.	1,00	18,00	18,00
	Auxiliares	Hrs.	3,00	10,22	30,66
	Ayudantes	Hrs.	2,00	8,33	16,66
	Laboratoristas	Hrs.	1,00	10,22	10,22
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	75,54
	BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA			71,18%	53,77
	IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOT M.O.+ CARGAS SOCIALES			14,94%	19,32
				TOTAL MANO DE OBRA	148,63
3.-	EQUIPO Y HERRAMIENTAS				
	Micropavimentadora	Hrs.	0,02	380,24	6,84
	Barredora mecánica	Hrs.	0,00	162,47	0,44
	Tanquero	Hrs.	0,03	210,00	5,29
	Cargador frontal	Hrs.	0,02	338,31	7,44
					0,00
	HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA			5,00%	7,43
				TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS	27,45
4.-	GASTOS GENERALES				
	GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3			18,00%	304,89
				TOTAL GASTOS GENERALES	304,89
5.-	UTILIDAD				
	UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4			10,00%	199,87
				TOTAL UTILIDAD	199,87
6.-	IMPUESTOS				
	IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5			3,09%	67,94
				TOTAL IMPUESTOS	67,94
				TOTAL PRECIO UNITARIO	2.266,55
	Para 10 mm		\$us/m ²		22,67
	Para 12 mm		\$us/m ²		27,20
	Para 16 mm		\$us/m ²		36,26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS MICROPAVIMENTO

Actividad: Prov. Y Conform. De Micropavimento con 40% de rap

Unidad: m²

Moneda: bolivianos

	Descripción	Und.	Cantidad	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES					
	Emulsión RR2C-E	Tn	0,27	4900,00	1308,30
	Agregados	m ³	1,17	117,50	137,48
	Rap	m ³	0,78	62,10	48,44
	Aditivo	m ³	0,01	35,00	0,35
	Agua	m ³	0,05	32,00	1,60
				TOTAL MATERIALES	1.496,16
2.- MANO DE OBRA					
	Jefe de Planta	Hrs.	1,00	18,00	18,00
	Auxiliares	Hrs.	3,00	10,22	30,66
	Ayudantes	Hrs.	2,00	8,33	16,66
	Laboratoristas	Hrs.	1,00	10,22	10,22
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	75,54
	BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA			71,18%	53,77
	IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOT M.O.+ CARGAS SOCIALES			14,94%	19,32
				TOTAL MANO DE OBRA	148,63
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
	Micropavimentadora	Hrs.	0,02	380,24	6,84
	Barredora mecánica	Hrs.	0,00	162,47	0,44
	Tanquero	Hrs.	0,03	210,00	5,29
	Cargador frontal	Hrs.	0,02	338,31	7,44
					0,00
	HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA			5,00%	7,43
				TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS	27,45
4.- GASTOS GENERALES					
	GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3			18,00%	301,00
				TOTAL GASTOS GENERALES	301,00
5.- UTILIDAD					
	UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4			10,00%	197,32
				TOTAL UTILIDAD	197,32
6.- IMPUESTOS					
	IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5			3,09%	67,07
				TOTAL IMPUESTOS	67,07
				TOTAL PRECIO UNITARIO	2.237,64
	Para 10 mm		\$us/m ²		22,38
	Para 12 mm		\$us/m ²		26,85
	Para 16 mm		\$us/m ²		35,80

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS MICROPAVIMENTO

Actividad: Prov. Y Conform. De Micropavimento con 60% de rap

Unidad: m²

Moneda: bolivianos

	Descripción	Und.	Cantidad	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES					
	Emulsión RR2C-E	Tn	0,27	4900,00	1308,30
	Agregados	m ³	0,78	117,50	91,65
	Rap	m ³	1,17	62,10	72,66
	Aditivo	m ³	0,01	35,00	0,35
	Agua	m ³	0,05	32,00	1,60
				TOTAL MATERIALES	1.474,56
2.- MANO DE OBRA					
	Jefe de Planta	Hrs.	1,00	18,00	18,00
	Auxiliares	Hrs.	3,00	10,22	30,66
	Ayudantes	Hrs.	2,00	8,33	16,66
	Laboratoristas	Hrs.	1,00	10,22	10,22
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	75,54
	BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA			71,18%	53,77
	IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOT M.O.+ CARGAS SOCIALES			14,94%	19,32
				TOTAL MANO DE OBRA	148,63
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
	Micropavimentadora	Hrs.	0,02	380,24	6,84
	Barredora mecánica	Hrs.	0,00	162,47	0,44
	Tanquero	Hrs.	0,03	210,00	5,29
	Cargador frontal	Hrs.	0,02	338,31	7,44
					0,00
	HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA			5,00%	7,43
				TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS	27,45
4.- GASTOS GENERALES					
	GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3			18,00%	297,11
				TOTAL GASTOS GENERALES	297,11
5.- UTILIDAD					
	UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4			10,00%	194,77
				TOTAL UTILIDAD	194,77
6.- IMPUESTOS					
	IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5			3,09%	66,20
				TOTAL IMPUESTOS	66,20
				TOTAL PRECIO UNITARIO	2.208,73
	Para 10 mm		\$us/m ²		22,09
	Para 12 mm		\$us/m ²		26,50
	Para 16 mm		\$us/m ²		35,34

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS MICROPAVIMENTO

Actividad: Prov. Y Conform. De Micropavimento con 80% de rap

Unidad: m²

Moneda: bolivianos

	Descripción	Und.	Cantidad	Precio Productiv.	Costo Total
1.-	MATERIALES				
	Emulsión RR2C-E	Tn	0,27	4900,00	1308,30
	Agregados	m ³	0,39	117,50	45,83
	Rap	m ³	1,56	62,10	96,88
	Aditivo	m ³	0,01	35,00	0,35
	Agua	m ³	0,05	32,00	1,60
				TOTAL MATERIALES	1.452,95
2.-	MANO DE OBRA				
	Jefe de Planta	Hrs.	1,00	18,00	18,00
	Auxiliares	Hrs.	3,00	10,22	30,66
	Ayudantes	Hrs.	2,00	8,33	16,66
	Laboratoristas	Hrs.	1,00	10,22	10,22
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	75,54
	BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA			71,18%	53,77
	IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOT M.O.+ CARGAS SOCIALES			14,94%	19,32
				TOTAL MANO DE OBRA	148,63
3.-	EQUIPO Y HERRAMIENTAS				
	Micropavimentadora	Hrs.	0,02	380,24	6,84
	Barredora mecánica	Hrs.	0,00	162,47	0,44
	Tanquero	Hrs.	0,03	210,00	5,29
	Cargador frontal	Hrs.	0,02	338,31	7,44
					0,00
	HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA			5,00%	7,43
				TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS	27,45
4.-	GASTOS GENERALES				
	GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3			18,00%	293,23
				TOTAL GASTOS GENERALES	293,23
5.-	UTILIDAD				
	UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4			10,00%	192,23
				TOTAL UTILIDAD	192,23
6.-	IMPUESTOS				
	IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5			3,09%	65,34
				TOTAL IMPUESTOS	65,34
				TOTAL PRECIO UNITARIO	2.179,82
	Para 10 mm		\$us/m ²		21,80
	Para 12 mm		\$us/m ²		26,16
	Para 16 mm		\$us/m ²		34,88

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS MICROPAVIMENTO

Actividad: Prov. Y Conform. De Micropavimento con 100% de rap

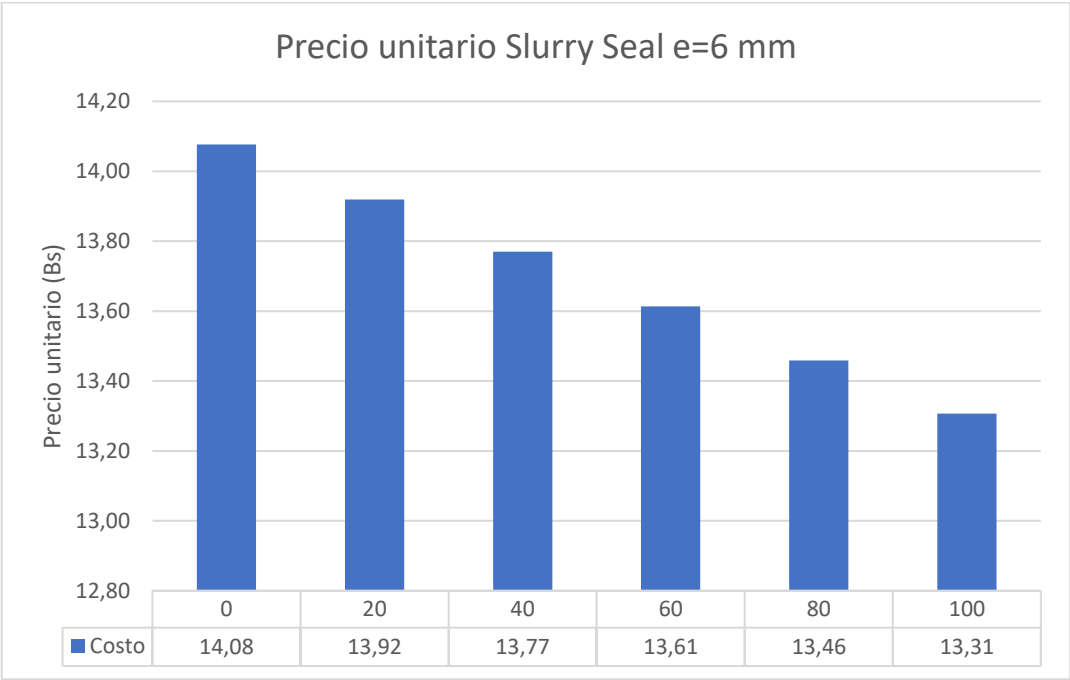
Unidad: m²

Moneda: bolivianos

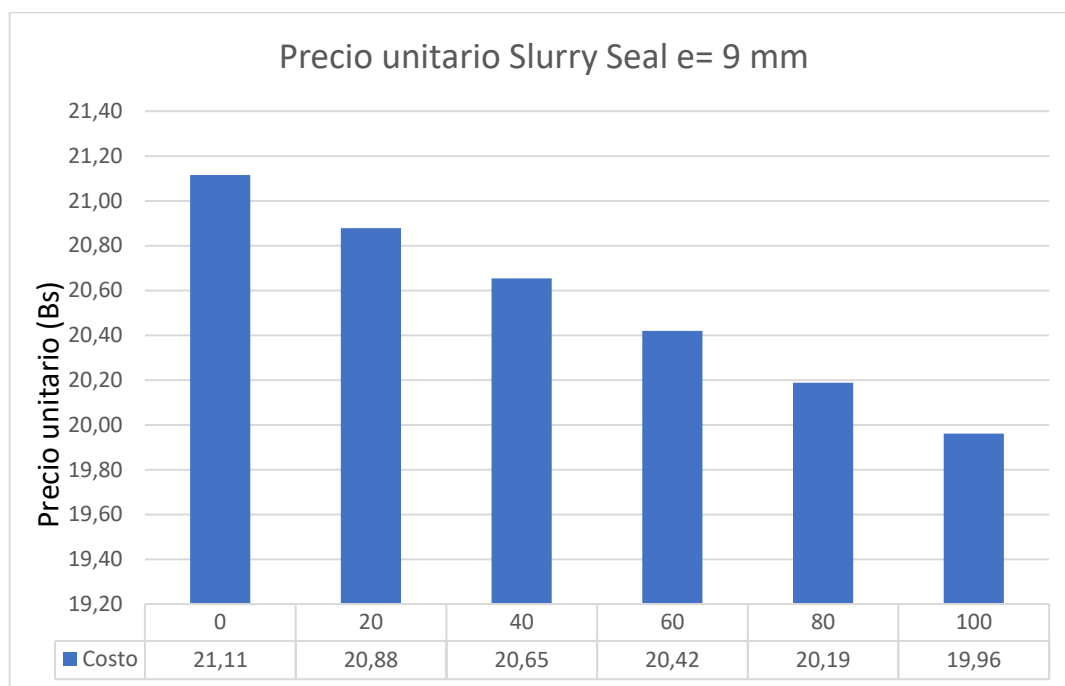
	Descripción	Und.	Cantidad	Precio Productiv.	Costo Total
1.-	MATERIALES				
	Emulsión RR2C-E	Tn	0,27	4900,00	1308,30
	Rap	m ³	1,95	62,10	121,10
	Aditivo	m ³	0,01	35,00	0,35
	Agua	m ³	0,05	32,00	1,60
				TOTAL MATERIALES	1.431,35
2.-	MANO DE OBRA				
	Jefe de Planta	Hrs.	1,00	18,00	18,00
	Auxiliares	Hrs.	3,00	10,22	30,66
	Ayudantes	Hrs.	2,00	8,33	16,66
	Laboratoristas	Hrs.	1,00	10,22	10,22
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	75,54
	BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA			71,18%	53,77
	IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOT M.O.+ CARGAS SOCIALES			14,94%	19,32
				TOTAL MANO DE OBRA	148,63
3.-	EQUIPO Y HERRAMIENTAS				
	Micropavimentadora	Hrs.	0,02	380,24	6,84
	Barredora mecánica	Hrs.	0,00	162,47	0,44
	Tanquero	Hrs.	0,03	210,00	5,29
	Cargador frontal	Hrs.	0,02	338,31	7,44
					0,00
	HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA			5,00%	7,43
				TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS	27,45
4.-	GASTOS GENERALES				
	GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3			18,00%	289,34
				TOTAL GASTOS GENERALES	289,34
5.-	UTILIDAD				
	UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4			10,00%	189,68
				TOTAL UTILIDAD	189,68
6.-	IMPUESTOS				
	IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5			3,09%	64,47
				TOTAL IMPUESTOS	64,47
				TOTAL PRECIO UNITARIO	2.150,91
	Para 10 mm	\$us/m ²			21,51
	Para 12 mm	\$us/m ²			25,81
	Para 16 mm	\$us/m ²			34,41

Análisis de resultados de costos

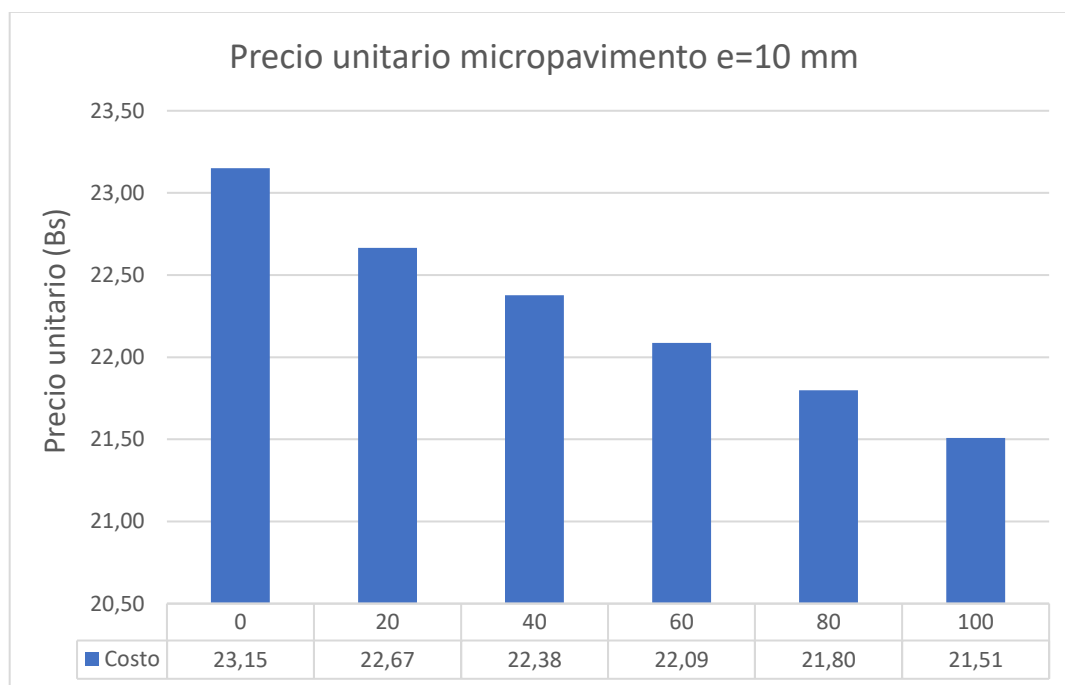
Identificación	Costo
Prov. Y conform. Slurry Seals, e=6 mm	14,08
Prov. Y conform. Slurry Seals, con 20% de rap, e=6 mm	13,92
Prov. Y conform. Slurry Seals, con 40% de rap, e=6 mm	13,77
Prov. Y conform. Slurry Seals, con 60% de rap, e=6 mm	13,61
Prov. Y conform. Slurry Seals, con 80% de rap, e=6 mm	13,46
Prov. Y conform. Slurry Seals, con 100% de rap, e=6 mm	13,31



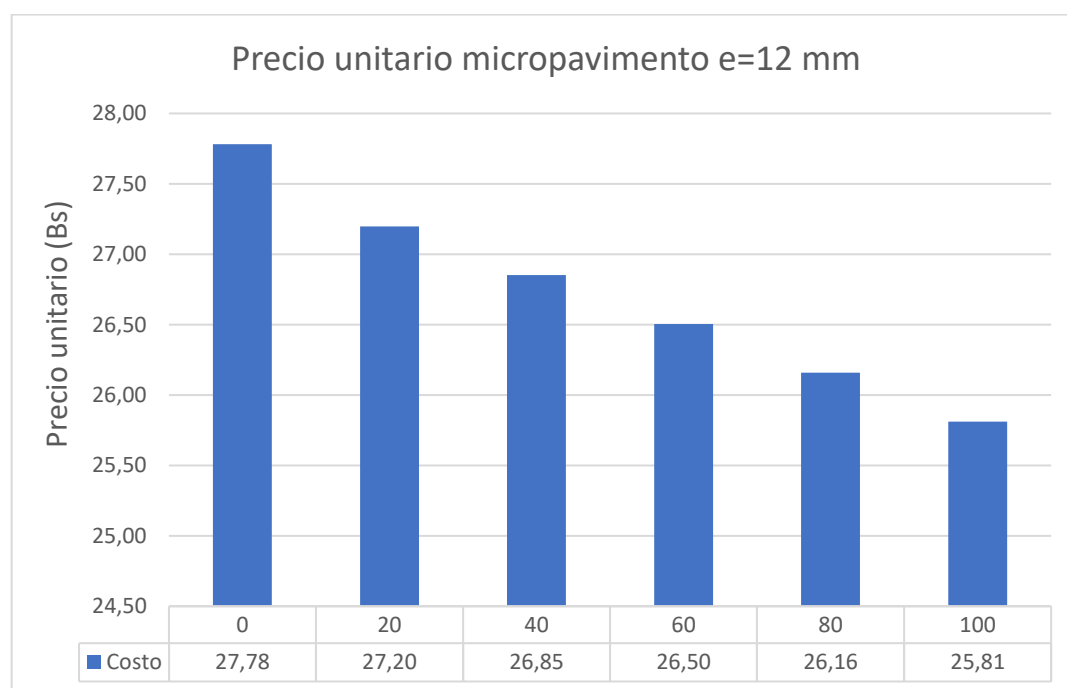
Identificación	Costo
Prov. Y conform. Slurry Seals, e=9 mm	21,11
Prov. Y conform. Slurry Seals, con 20% de rap, e=9 mm	20,88
Prov. Y conform. Slurry Seals, con 40% de rap, e=9 mm	20,65
Prov. Y conform. Slurry Seals, con 60% de rap, e=9 mm	20,42
Prov. Y conform. Slurry Seals, con 80% de rap, e=9 mm	20,19
Prov. Y conform. Slurry Seals, con 100% de rap, e=9 mm	19,96



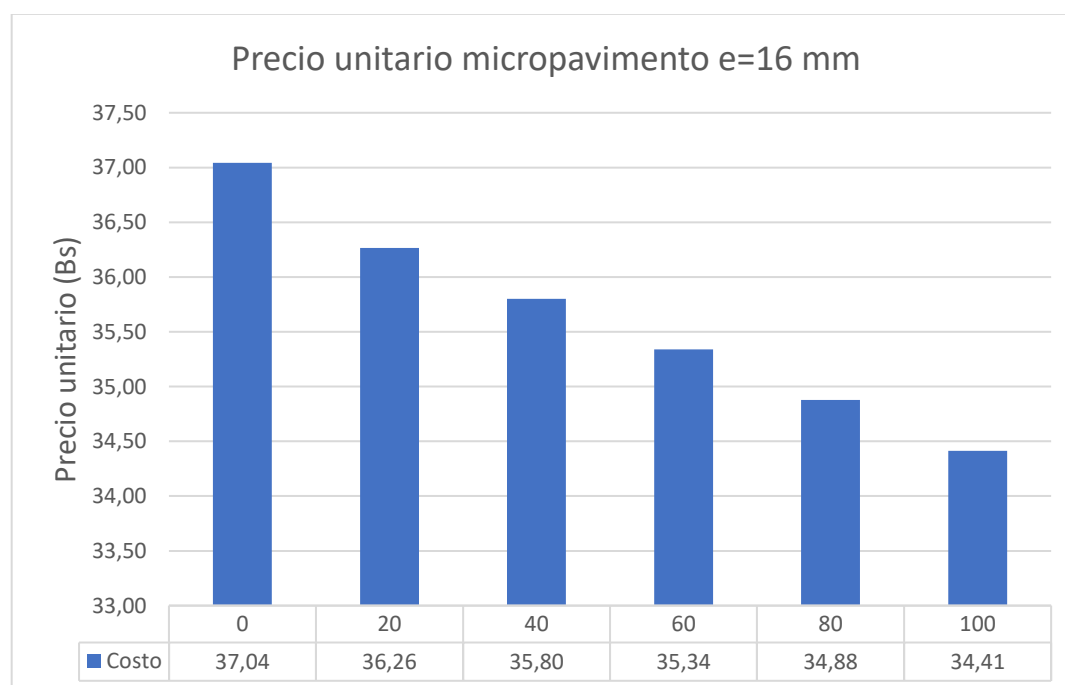
Identificación	Costo
Prov. Y conform. Micropavimentos, e=10 mm	23,15
Prov. Y conform. micropavimentos con 20% de rap, e=10 mm	22,67
Prov. Y conform. micropavimentos con 40% de rap, e=10 mm	22,38
Prov. Y conform. micropavimentos con 60% de rap, e=10 mm	22,09
Prov. Y conform. micropavimentos con 80% de rap, e=10 mm	21,80
Prov. Y conform. micropavimentos con 100% de rap, e=10 mm	21,51



Identificación	Costo
Prov. Y conform. Micropavimentos, e=12 mm	27,78
Prov. Y conform. micropavimentos con 20% de rap, e=12 mm	27,20
Prov. Y conform. micropavimentos con 40% de rap, e=12 mm	26,85
Prov. Y conform. micropavimentos con 60% de rap, e=12 mm	26,50
Prov. Y conform. micropavimentos con 80% de rap, e=12 mm	26,16
Prov. Y conform. micropavimentos con 100% de rap, e=12 mm	25,81



Identificación	Costo
Prov. Y conform. Micropavimentos, e=16 mm	37,04
Prov. Y conform. micropavimentos con 20% de rap, e=16 mm	36,26
Prov. Y conform. micropavimentos con 40% de rap, e=16 mm	35,80
Prov. Y conform. micropavimentos con 60% de rap, e=16 mm	35,34
Prov. Y conform. micropavimentos con 80% de rap, e=16 mm	34,88
Prov. Y conform. micropavimentos con 100% de rap, e=16 mm	34,41



Es preciso tomar en cuenta el costo de producción, ya que este es un indicador importante que se considera en los proyectos de ingeniería, mientras más eficiente sea la labor de estas, menos recursos se invertirán en su producción y por ende generará menores gastos.

En el análisis comparativo que se realiza se observa que a mayor incorporación de rap el costo comienza a disminuir, esto debido a que el rap resulta ser más barato que el agregado normal, y según sus propiedades que se analizó anteriormente esta presenta mayor dureza

y resistencia. Se analiza el costo para todos los porcentajes de rap que se incorpora en la mezcla asfáltica y se observa que existe una variación de hasta un 10% del costo de la mezcla convencional, sin rap.

Teniendo en cuenta todos estos presupuestos se podrá determinar o recomendar hasta cuanto es posible incorporar rap en estas mezclas asfálticas.

Fotografía 1: Tamizado del agregado



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 2: Ensayo de penetración al asfalto residual



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 3: Control de temperatura - Ensayo Pto. ablandamiento



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 4: Destilación emulsión asfáltica



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 5: Control de temperatura - Ensayo viscosidad Saybolt Furol



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 6: Preparación de la muestra para destilar el asfalto



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 7: Eliminación de burbujas de aire - Ensayo equivalente de arena



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 8: Agitado del tubo por 90 seg -Ensayo equivalente de arena



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 9: Colocación de la muestra al molde -Ensayo Peso Unitario



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 10: Compactación briqueta asfáltica



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 11: Retiro del molde para extraer la briqueta asfáltica



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 12: Medición de alturas y diámetros de las briquetas asfálticas



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 13: Peso sumergido de la briqueta



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 14: Rotura de briquetas en la Prensa Marshall



Fuente: Elaboración propia.