

ANEXOS

Anexo 1: Caracterización de los Agregados



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
LABORATORIO DE ASFALTOS

PROYECTO: "EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS INCORPORANDO FORTGRID ASPHALT 160"

AGREGADO: ARENA

MUESTRA: N° 1,2,3

FECHA: Marzo de 2024

ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D-2419

N° de Muestra	H1	H2	Equivalente de Arena (%)
	(cm)	(cm)	
1	7,40	3,60	48,65
2	7,60	3,70	48,68
3	7,50	3,50	46,67
	Promedio		48,00

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

Equivalente de Arena (%)	NORMA
48,00	> 50%

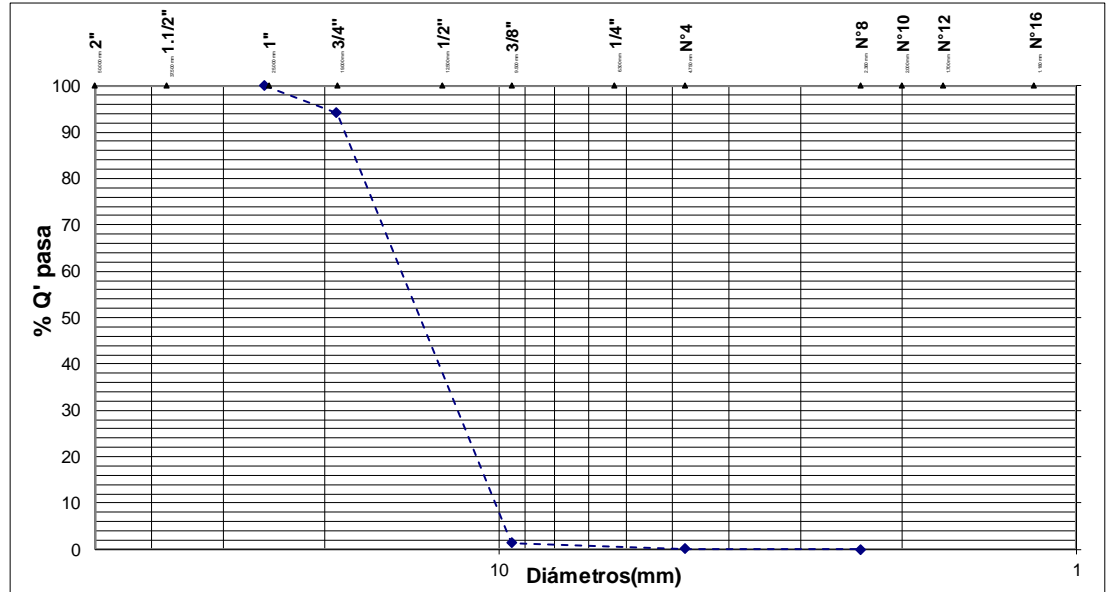
Univ. Danitza Quispe Yañez
LABORATORISTA

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

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
SEGUN AASHTO T-27,**

PROYECTO:	"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS INCORPORANDO FORDGRID ASPHALT 160"	REGISTRO:	1
UTILIZACION:	Estudio	REALIZADO	DANITZA QUISPE YAÑEZ
DESCRIPCION:	Grava	FECHA:	18-oct.-23
PROCEDENCIA:	RIO GUADALQUIVIR, ZONA TEMPORAL		

Muestra Total Seca: 5000,0 gr		Muestra Total Lavada (Seca)		ESPECIFICACIONES			
GRANULOMETRIA AGREGADO GRUESO							
TAMIZ	Peso ret. en (gr)	Retenido Acumulado		Tamaño mm.	% que pasa del total	Limite Superior	Limite Inferior
		grs	%				
2"	0	0	0,0	50,80	100,0		
1 1/2"	0	0	0,0	38,10	100,0		
1"	0	0	0,0	25,40	100,0		
3/4"	290,8	290,8	5,8	19,10	94,2		
1/2"	3456,1	3746,9	74,9	12,70	25,1		
3/8"	1180,3	4927,2	98,5	9,50	1,5		
Nº 4	67,9	4995,1	99,9	4,75	0,1		
Nº 8	4,9	4997	99,9	2,36	0,1		
Nº 16	0	4997	99,9	1,18	0,1		
Nº 30	0	4997	99,9	0,60	0,1		
Nº 50	0	4997	99,9	0,30	0,1		
Nº 100	0	4997	99,9	0,15	0,1		
Nº 200	0	4997	99,9	0,075	0,1		



MODULO DE FINESA:	6,98
-------------------	-------------

.....
Danitza Quispe Yañez
UNIVERSITARIA

.....
Inq. Dixon Orellana Cuenca
RESP. AREA LAB. DE MECANICA DE SUELOS Y HORMIGONES

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
SEGÚN AASHTO T-27,**

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS INCORPORANDO FORDGRID ASPHALT 160" REGISTRO: **2**

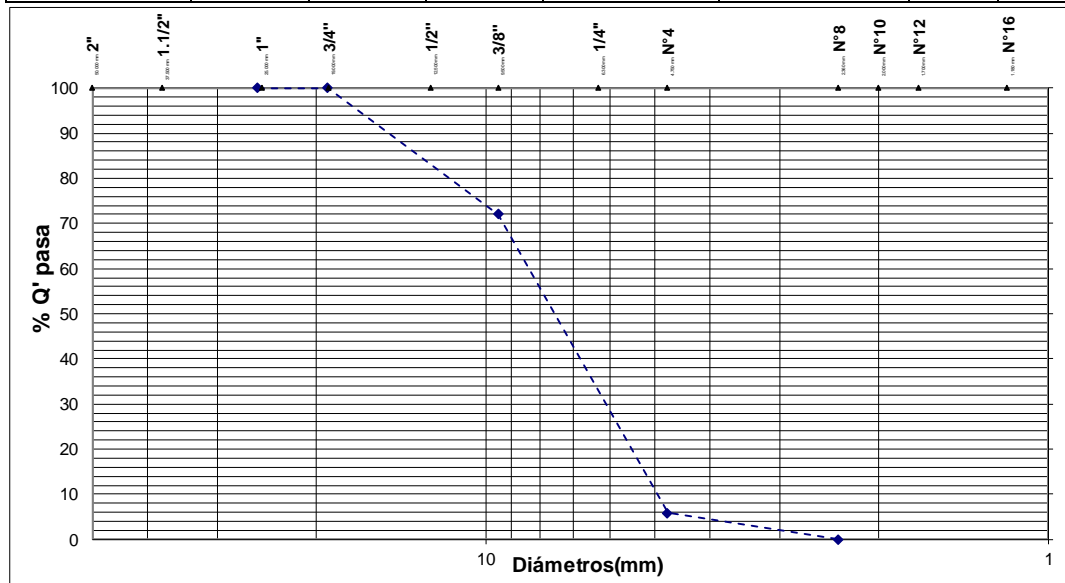
UTILIZACION: Estudio REALIZADO DANITZA QUISPE YAÑEZ

DESCRIPCIÓN: Gravilla FECHA: 18-oct-23

PROCEDENCIA: RIO GUADALQUIVIR, ZONA TEMPORAL

Muestra Total Seca: **5000,0 gr**

GRANULOMETRIA AGREGADO GRUESO						ESPECIFICACIONES	
TAMIZ	Peso ret. en (gr)	Retenido Acumulado		Tamaño mm.	% que pasa del total	Limite Superior	Limite Inferior
		grs	%				
2"	0	0	0,0	50,80	100,0		
1 1/2"	0	0	0,0	38,10	100,0		
1"	0	0	0,0	25,40	100,0		
3/4"	0	0	0,0	19,10	100,0		
1/2"	42,6	42,6	0,9	12,70	99,1		
3/8"	1355,1	1397,7	28,0	9,50	72,0		
Nº 4	3309,4	4707,1	94,1	4,75	5,9		
Nº 8	292,9	5000	100,0	2,36	0,0		
Nº 16	0	5000	100,0	1,18	0,0		
Nº 30	0	5000	100,0	0,60	0,0		
Nº 50	0	5000	100,0	0,30	0,0		
Nº 100	0	5000	100,0	0,15	0,0		
Nº 200	0	5000	100,0	0,075	0,0		



MODULO DE FINESA:	6,22
-------------------	-------------

.....
Danitza Quispe Yañez
UNIVERSITARIA

.....
Ing. Dixon Orellana Cuenca
RESP. AREA LAB. DE MECANICA DE SUELOS Y HORMIGONES

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
SEGUN AASHTO T-27,**

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS INCORPORANDO FORDGRID ASPHALT 160" REGISTRO: **3**

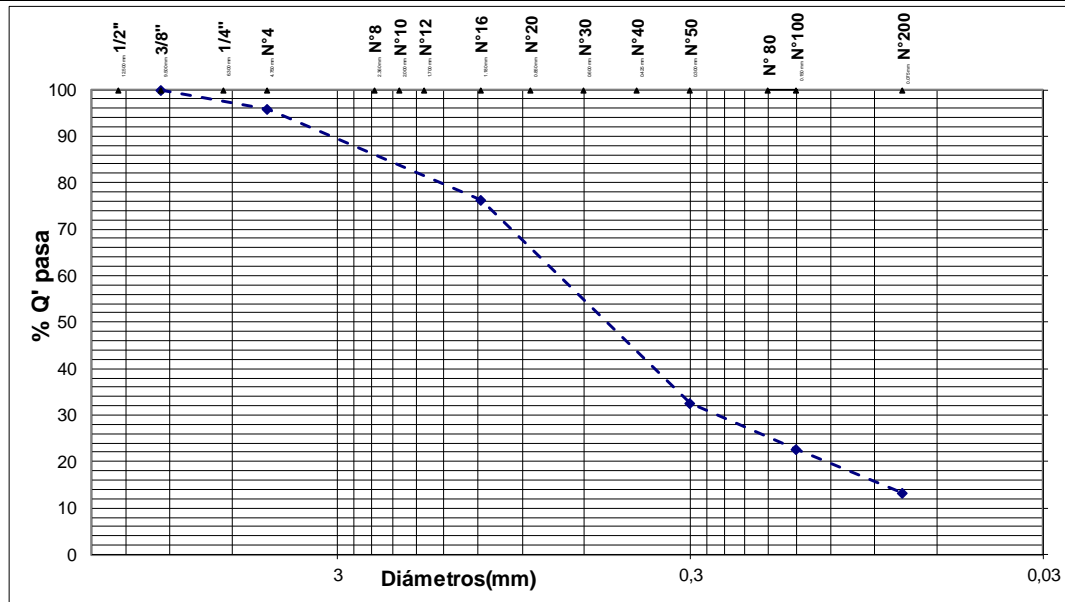
UTILIZACION: Estudio REALIZADO DANITZA QUISPE YAÑEZ

DESCRIPCION: Arena Natural FECHA: 18-oct.-23

PROCEDENCIA: RIO GUADALQUIVIR, ZONA TEMPORAL

Muestra Total Seca: **5000.0 gr**

GRANULOMETRIA AGREGADO FINO						ESPECIFICACIONES	
TAMIZ	Peso ret. en (gr)	Retenido Acumulado		Tamaño mm.	% que pasa del total	Limite Superior	Limite Inferior
		grs	%				
2"	0	0	0,0	50,80	100,0		
1 1/2"	0	0	0,0	38,10	100,0		
1"	0	0	0,0	25,40	100,0		
3/4"	0	0	0,0	19,10	100,0		
1/2"	0	0	0,0	12,70	100,0		
3/8"	0	0	0,0	9,50	100,0		
Nº 4	206,5	206,5	4,1	4,75	95,9		
Nº 8	485	691,5	13,8	2,36	86,2		
Nº 16	495,3	1186,8	23,7	1,18	76,3		
Nº 30	1435,4	2622,2	52,4	0,60	47,6		
Nº 50	753,7	3375,9	67,5	0,30	32,5		
Nº 100	488,6	3864,5	77,3	0,15	22,7		
Nº 200	471,3	4335,8	86,7	0,075	13,3		



MODULO DE FINESA: **3,58**

Danitza Quispe Yañez
UNIVERSITARIA

Ing. Dixon Orellana Cuenca
RESP. AREA LAB. DE MECANICA DE SUELOS Y HORMIGONES

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
SEGÚN AASHTO T-27,**

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS INCORPORANDO FORDGRID ASPHALT 160" REGISTRO: **4**

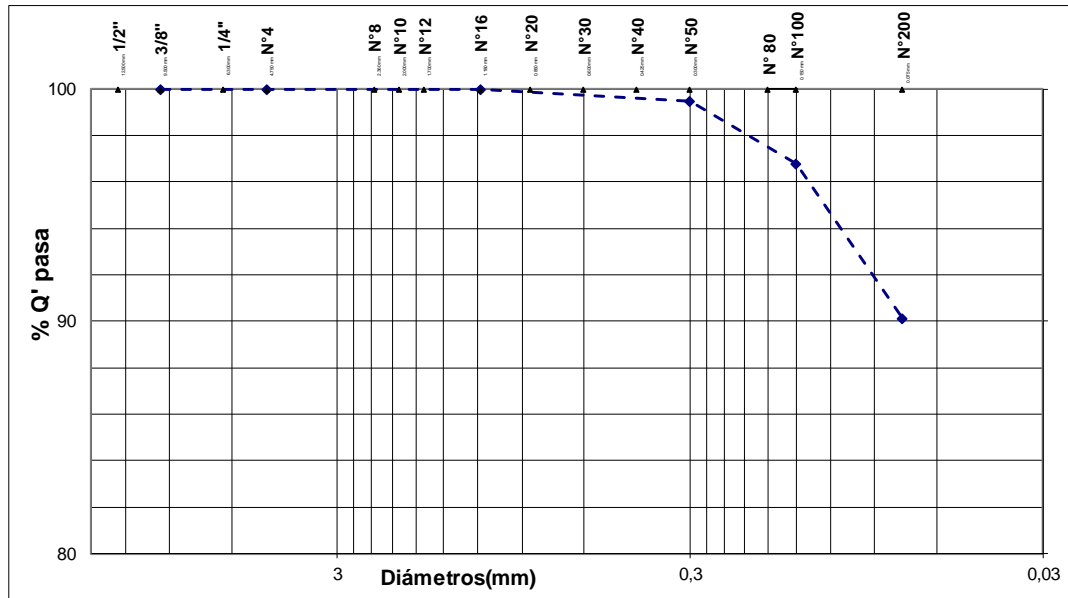
UTILIZACION: Estudio REALIZADO DANITZA QUISPE YAÑEZ

DESCRIPCIÓN: Agregado fino (Filler) FECHA: 18-oct-23

PROCEDENCIA: RIO GUADALQUIVIR, ZONA TEMPORAL

Muestra Total Seca: 5000,0 gr

GRANULOMETRIA AGREGADO FINO						ESPECIFICACIONES	
TAMIZ	Peso ret. en (gr)	Retenido Acumulado		Tamaño mm.	% que pasa del total	Limite Superior	Limite Inferior
		grs	%				
2"	0	0	0,0	50,80	100,0		
1 1/2"	0	0	0,0	38,10	100,0		
1"	0	0	0,0	25,40	100,0		
3/4"	0	0	0,0	19,10	100,0		
1/2"	0	0	0,0	12,70	100,0		
3/8"	0	0	0,0	9,50	100,0		
Nº 4	0	0	0,0	4,75	100,0		
Nº 8	0	0	0,0	2,36	100,0		
Nº 16	0	0	0,0	1,18	100,0		
Nº 30	0	0	0,0	0,60	100,0		
Nº 50	25,4	25,4	0,5	0,30	99,5		
Nº 100	134,7	160,1	3,2	0,15	96,8		
Nº 200	332,9	493	9,9	0,075	90,1		



MODULO DE FINESA:	1,13
-------------------	-------------

Danitza Quispe Yañez

UNIVERSITARIA

Ing. Dixon Orellana Cuenca

RESP. AREA LAB. DE MECANICA DE SUELOS Y HORMIGONES



**LABORATORIO DE MECANICA DE
SUELO Y HORMIGONES**

ENSAYO

CARAS FRACTURADAS NORMA (ASTM D5821)

CEPAS S.R.L.
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA

PROYECTO:

"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS
ASFALTICAS INCORPORANDO FORDGRID ASPHALT 160"

DISTRITO:

18 de octubre de 2023

FECHA:

PROCEDENCIA:

Río Guadalquivir, zona Temporal

PROGRESIVA:

0+000

UTILIZACIÓN:

Estudio

Nº ENSAYO

5

REALIZADO

Danitza Quispe Yañez

REFERENCIA:

Mezcla

ENSAYO

ENSAYO N°

Lecturas

Promedio

PESO TOTAL (grs.) (a)

1/2"-3/8"

3/8"-1/4"

90

PESO RETENIDO TAMIZ N° 8 (grs.) (b)

396,8

355,6

355,6

CARAS NO FRACTURADAS (grs.) (a-b)

28,74

41,24

41,24

% Caras Fracturadas = (b/a)*100

368,06

314,36

314,36

96,53

92,76

88,40

92,6

>

OBSERVACIONES:

Mezcla para carpeta Asfáltica

Danitza Quispe Yañez

UNIVERSITARIA

Ing. Dixon Orellana Cuenca

RESP-AREA LAB. DE MECANICA DE SUELOS Y HORMIGONES



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO Y HORMIGONES
ENSAYO
ENSAYO DESGASTE LOS ANGELES AASHTO T - 96

CEPAS S.R.L.
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA

PROYECTO:	*EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS INCORPORANDO FORDGRID ASPHALT 160*	FECHA:	18 de octubre de 2023
PROCEDENCIA:	Rio Guadalquivir, zona temporal	PROGRESIVA:	0+000
REALIZADO:	Danitza Quispe Yañez	REFERENCIA:	Estudio

DESGASTE LOS ANGELES GRAVA

Nº Ensayo 6

GRADACION:

B

CARGA ABRASIVA CON:

11

Esferas a 32,5 RPM

500 Revoluciones

PORCIONES DE MUESTRA:

PASADO	RETENIDO	CANTIDAD TOMADA
3/4	1/2	2500
1/2	3/8	2500
RETENIDO TAMIZ DE CORTE Nº 12 (1,7 mm)		3.642

DIFERENCIA	1.358
------------	-------

CALCULO:

$$\text{Desgaste} = \frac{\text{Diferencia}}{5000} * 100 = 27,16 \%$$

OBSERVACIONES: Material para mezcla Asfáltica

.....
Danitza Quispe Yañez
UNIVERSITARIA

.....
Ing. Dixon Orellana Cuenca
RESP. AREA LAB. DE MECANICA DE SUELOS Y HORMIGONES



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO Y HORMIGONES

**ENSAYO
ENSAYO DESGASTE LOS ANGELES AASHTO T - 96**

CEPAS S.R.L.
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA

PROYECTO:	*EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS INCORPORANDO FORDGRID ASPHALT 160*	FECHA:	18 de octubre de 2023
PROCEDENCIA:	Rio Guadalquivir, zona temporal	PROGRESIVA:	0+000
REALIZADO:	Danitza Quispe Yañez	REFERENCIA:	Estudio

DESGASTE LOS ANGELES GRAVILLA

Nº Ensayo **7**

GRADACION:

C

CARGA ABRASIVA CON:

8

Esferas a 32,5 RPM

500 Revoluciones

PORCIONES DE MUESTRA:

PASADO	RETENIDO	CANTIDAD TOMADA
3/4	1/2	2500
1/2	3/8	2500
RETENIDO TAMIZ DE CORTE Nº 12 (1,7 mm)		3.512
DIFERENCIA		1.488

CALCULO:

$$\text{Desgaste} = \frac{\text{Diferencia}}{5000} * 100 = 29,76 \%$$

OBSERVACIONES: Material para mezcla Asfaltica

.....
Danitza Quispe Yañez
UNIVERSITARIA

.....
Ing. Dixon Orellana Cuenca
RESP.AREA LAB. DE MECANICA DE SUELOS Y HORMIGONES



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO Y HORMIGONES
ENSAYO
DURABILIDAD (AASHTO T-104) METODO DE LOS SULFATOS

CEPAS S.R.L.
 CONSULTORA Y CONSTRUCTOR.

PROYECTO:	*EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS INCORPORANDO FORDGRID ASPHALT 160*	FECHA:	18 de octubre de 2023
PROCEDENCIA:	Río Guadalquivir, zona Temporal	PROGRESIVA:	0+000
UTILIZACIÓN:	Estudio	Nº ENSAYO:	8
REALIZADO	Danitza Quispe Yañez	REFERENCIA:	Mezcla

MÉTODO SULFATO DE SODIO
AGREGADO - GRUESO

Granulometría				Peso Materiales		Perdida por Diferencia (Grs.)	% Pasa al Tamiz mas fino	% Perdida Respecto Tamiz	% Perdida Respecto Muestra Total
Tamiz Nº	Tamiz Pasa	Tamiz Ret.	Material	Antes Ensayo(Grs.)	Después Ensayo(Grs.)				
3/4"	3/4"	1/2"	84,5	629,5	629,2	0,3	8,1	0,05	0,00
1/2"	1/2"	3/8"	76,4	330,0	329,9	0,1	26,9	0,03	0,01
3/8"	3/8"	Nº 4	49,5	298,7	297,5	1,2	13,3	0,40	0,05
Nº 4	Nº 4	Nº 8	36,2	100,2	99,7	0,5	15,4	0,50	0,08
Nº 8	Nº 8	Nº40	20,8	100,0	98,7	1,3	14,0	1,30	0,18
Nº40	Nº40	0	6,8	99,5	95,0	4,5	6,8	4,52	0,31
TOTAL % PERDIDA DE PESO									0,63
MÁXIMO									12,00

Cinco ciclos

Obs.

Mezcla para carpeta asfáltica

AGREGADO - FINO

Granulometría				Peso Materiales		Perdida por Diferencia (Grs.)	% Pasa al Tamiz mas fino	% Perdida Respecto Tamiz	% Perdida Respecto Muestra Total
Tamiz Nº	Tamiz Pasa	Tamiz Ret.	Material	Antes Ensayo(Grs.)	Después Ensayo(Grs.)				
3/8"	3/8"	Nº 4	51,4	299,7	293,5	6,2	11,0	2,07	0,23
Nº 4	Nº 4	Nº 8	40,4	99,7	96,1	3,6	10,0	3,61	0,36
Nº 8	Nº 8	Nº 16	30,4	99,7	94,9	4,8	14,3	4,81	0,69
Nº 16	Nº 16	Nº 40	16,1	99,7	93,4	6,3	4,8	6,32	0,30
Nº 40	Nº 40	0	11,3	99,7	94,7	5,0	11,3	4,99	0,56
TOTAL % PERDIDA DE PESO									2,14
MÁXIMO									12,00

Cinco ciclos

Obs.

Danitza Quispe Yañez
 UNIVERSITARIA

Ing. DIXON ORELLANA CUENCA
 RESP. AREA LAB. DE MECANICA DE SUELOS Y HORMIGONES



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO Y
HORMIGONES**
ENSAYO
CHATAS Y ALARGADAS

CEPAS S.R.L.
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA

PROYECTO:	PROYECTO DE GRADO		
PROCEDENCIA:	Rio Guadalquivir, zona Temporal	FECHA:	18-oct.-23
REFERENCIA:	Mezcla	PROGRESIVA:	0+000
UTILIZACIÓN:	Estudio	ENSAYO:	10
REALIZADO	Danitza Quispe Yañez		

MATERIAL	Peso inicial (gr)	Peso Material Chatas Alargadas (gr)	% Material Chatas Alargadas
3/4" a 1/2"	427,6	9,4	2,20
1/2" a 3/8"	409,7	9,5	2,32
3/8" a 1/4"	468,4	8,9	1,9
(% Total de Partículas Chatas Alargadas (Máximo 10%))			2,14

OBSERVACIONES: Para el porcentaje de las piezas chatas alargadas, se consideran partículas cuya longitud es mayor de cinco veces su espesor máximo.

.....
Danitza Quispe Yañez
UNIVERSITARIA

.....
Ing Dixon Orellana Cuenca
RESP. AREA LAB. DE MECANICA DE SUELOS Y HORMIGONES



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO Y
HORMIGONES

ENSAYO

CEPAS S.R.L.
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LA GRAVA
SEGÚN NORMA AASHTO T - 166

OBRA : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS
ASFALTICAS INCORPORANDO FORDGRID ASPHALT 160" REGISTRO: **11**

UTILIZACION: Estudio REALIZADO: Danitza Quispe Yañez

REFERENCIA: Mezcla FECHA: 25/10/2023

DESCRIPCION: Agregado Grueso

DETERMINACION Nº	Muestra - 1	Muestra - 2	Muestra - 3	PROMEDIO
A (Peso en el aire de la muestra seca)	5000,0 gr	5000,0 gr	5000,0 gr	
B (Peso en el aire muestra saturada-superficie seca)	4947,3 gr	4946,8 gr	4947,9 gr	
Peso canastillo + muestra sumergida en agua	3121,0 gr	3117,0 gr	3118,0 gr	
Peso canastillo sumergido en agua	620,0 gr	620,0 gr	620,0 gr	
C (Peso sumergido en agua de la muestra saturada)	2501,0 gr	2497,0 gr	2498,0 gr	
D = B - C	2446,3	2449,8	2449,9	
E = A - C	2499,0	2503,0	2502,0	
F = B - A	52,7	53,2	52,1	
PESO ESPECIFICO APARENTE (Gr/cm3)	2,720 gr/cm3	2,720 gr/cm3	2,720 gr/cm3	
PESO ESPECIFICO SAT. SUP. SECA (Gr/cm3)	2,670 gr/cm3	2,670 gr/cm3	2,670 gr/cm3	2,670 gr/cm3
PESO ESPECIFICO A GRANEL (Gr/cm3)	2,640 gr/cm3	2,640 gr/cm3	2,640 gr/cm3	2,640 gr/cm3
(%) PORCENTAJE DE ABSORCION	1,05%	1,06%	1,04%	1,05 gr/cm3

FORMULAS:

$$G = A / H$$
$$Gbs = B / I$$

$$Gb = A / I$$
$$Abs = F * 100 / A$$

Danitza Quispe Yañez
UNIVERSITARIA

Ing. Dixon Orellana Cuenca
RESP.AREA LAB. DE MECANICA DE SUELOS Y HORMIGONES



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO Y
HORMIGONES
ENSAYO

CEPAS S.R.L.
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LA GRAVA
SEGÚN NORMA AASHTO T - 166

OBRA : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS
ASFALTICAS INCORPORANDO FORDGRID ASPHALT 160" REGISTRO: **12**

UTILIZACION: Estudio REALIZADO: Danitza Quispe Yañez

REFERENCIA: Mezcla FECHA: 25/10/2023

DESCRIPCION: Agregado Grueso

DETERMINACION Nº	Muestra - 1	Muestra - 2	Muestra - 3	PROMEDIO
A (Peso en el aire de la muestra seca)	5000,0 gr	5000,0 gr	5000,0 gr	
B (Peso en el aire muestra saturada-superficie seca)	4943,0 gr	4944,1 gr	4943,6 gr	
Peso canastillo + muestra sumergida en agua	3126,0 gr	3125,0 gr	3126,0 gr	
Peso canastillo sumergido en agua	620,0 gr	620,0 gr	620,0 gr	
C (Peso sumergido en agua de la muestra saturada)	2506,0 gr	2505,0 gr	2506,0 gr	
D = B - C	2437,0	2439,1	2437,6	
E = A - C	2494,0	2495,0	2494,0	
F = B - A	57,0	55,9	56,4	
PESO ESPECIFICO APARENTE (Gr/cm3)	2,710 gr/cm3	2,710 gr/cm3	2,710 gr/cm3	
PESO ESPECIFICO SAT. SUP. SECA (Gr/cm3)	2,660 gr/cm3	2,660 gr/cm3	2,660 gr/cm3	2,660 gr/cm3
PESO ESPECIFICO A GRANEL (Gr/cm3)	2,630 gr/cm3	2,630 gr/cm3	2,630 gr/cm3	2,630 gr/cm3
(%) PORCENTAJE DE ABSORCION	1,07%	1,08%	1,05%	1,06 gr/cm3

FORMULAS:

$$G = A / H$$

$$Gbs = B / I$$

$$Gb = A / I$$

$$Abs = F * 100 / A$$

Danitza Quispe Yañez
UNIVERSITARIA

Ing. Dixon Orellana Cuenca
RESP.AREA LAB. DE MECANICA DE SUELOS Y HORMIGONES

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO Y HORMIGONES****ENSAYO****CEPAS S.R.L.**
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LA ARENA**
SEGÚN NORMA AASHTO T - 100

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS INCORPORANDO FORDGRID ASPHALT 160" REGISTRO: **13**

UTILIZACION: Estudio REALIZADO: **Danitza Quispe Yañez**

REFERENCIA: Mezcla FECHA: **25/10/2023**

DESCRIPCION: **Agregado Fino "ARENA"**

ENSAYOS	1	2	3	
Peso muestra seca al horno "A" (gr)	481,10	481,10	482,00	
Peso matraz + agua "B" (gr)	677,60	736,80	721,60	
Peso muestra + matraz + agua "C" (gr)	987,20	1041,10	1024,70	
Peso muestra Sat. Seca "S" (gr)	500,00	500,00	500,00	
Peso matraz (gr)	177,60	236,80	221,60	

ENSAYOS	1	2	3	PROMEDIO
Peso específico SH (gr/cm3)	2,53	2,46	2,45	2,48
Peso específico S.S.S (gr/cm3)	2,63	2,55	2,54	2,57
Peso específico aparente (gr/cm3)	2,81	2,72	2,69	2,74
Absorción, %	3,93	3,93	3,73	3,86

Danitza Quispe Yañez
UNIVERSITARIAIng. Dixon Orellana Cuenca
RESP.AREA LAB. DE MECANICA DE SUELOS Y HORMIGONES

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO Y HORMIGONES****ENSAYO****CEPAS S.R.L.**
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LA ARENA**

SEGÚN NORMA AASHTO T - 100

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS INCORPORANDO FORDGRID ASPHALT 160" REGISTRO: **14**

UTILIZACION: Estudio REALIZADO: **Danitza Quispe Yañez**

REFERENCIA: Mezcla FECHA: **25/10/2023**

DESCRIPCION: **Agregado Fino "FILLER"**

ENSAYOS	1	2	3
Peso muestra seca al horno "A" (gr)	480,30	480,70	482,30
Peso matraz + agua "B" (gr)	677,60	736,80	721,60
Peso muestra + matraz + agua "C" (gr)	992,20	1044,10	1028,70
Peso muestra Sat. Seca "S" (gr)	500,00	500,00	500,00
Peso matraz (gr)	177,60	236,80	221,60

ENSAYOS	1	2	3	PROMEDIO
Peso específico SH (gr/cm ³)	2,59	2,49	2,49	2,53
Peso específico S.S.S (gr/cm ³)	2,70	2,59	2,59	2,63
Peso específico aparente (gr/cm ³)	2,90	2,77	2,75	2,81
Absorción, %	4,10	4,01	3,67	3,93

Danitza Quispe Yañez

UNIVERSITARIA

Ing. Dixon Orellana Cuenca

RESP.AREA LAB. DE MECANICA DE SUELOS Y HORMIGONES



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO Y HORMIGONES
ENSAYO
EQUIVALENTE DE ARENA (AASHTO T-196)

CEPAS S.R.L.
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA

PROYECTO:	"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS INCORPORANDO FORDGRID ASPHALT 160"	FECHA:	27 de octubre de 2023
PROCEDENCIA:	Rio San Juan del Oro	PROGRESIVA	0+000
REALIZADO:	Danitza Quispe Yañez	REFERENCIA:	Estudio
		Nº DE ENSAYO	14

ENSAYO	LECTURAS			PROMEDIO	
ENSAYO N°	1	2	3		
LECTURA NIVEL SUPERIOR	7,4	7,6	7,5		
LECTURA NIVEL INFERIOR	3,6	3,7	3,5		
% DE ARENA	48,65	48,68	46,67	48	> 45

OBSERVACIONES: Mezcla para carpeta asfaltica

Danitza Quispe Yañez
UNIVERSITARIA

Ing. Dixon Orellana Cuenca
RESP.AREA LAB. DE MECANICA DE SUELOS Y HORMIGONES

Anexo 2: Caracterización del Asfalto



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
LABORATORIO DE ASFALTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS INCORPORANDO FORTGRID ASPHALT 160"

TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO: 85-100

FECHA: Marzo del 2024

LABORATORISTA: Univ. Danitza Quispe Yañez

CARACTERIZACIÓN DE LIGANTE ASFÁLTICO

ASFALTO CONVENCIONAL 85-100

ORIGEN: COLOMBIANO

ENSAYO	UNIDAD	MUESTRAS			RESULTADO	ESPECIFICACIONES	
		1	2	3		Mínimo	Máximo
Penetración a 25°C, 100s. 5seg.:							
Lectura N°1	0,1 mm.	103	93	94			
Lectura N°2	0,1 mm.	98	97	94			
Lectura N°3	0,1 mm.	89	105	106			
Penetración Promedio	0,1 mm.	97	98	98	98	85	100
Peso Especifico a 25°C:							
Peso Picnómetro	grs.	33,9	33,8	36,7			
Peso Picnómetro + Agua (25°C)	grs.	84,4	84,6	84,6			
Peso Picnómetro + Muestra	grs.	57	57	53,8			
Peso Picnómetro + Agua + Muestra	grs.	84	85,8	85			
Peso Especifico Promedio	grs./cm ³	0,980	1,051	1,021	1,018	1	1,05
Punto de Inflamación AASHTO T-48	°C	285	280	278	281	232	-
Ensayo de la mancha					No se realizó		
Solvente gasolina standart					No se realizó		
Solvente gasolina-xilol, % xilol					No se realizó		
Solvente heptano-xilol, % xilol					No se realizó		
Ensayo de película de agua en horno, 52 mm, 165 °C, 5. horas					No se realizó		
Pérdida en masa					No se realizó		
Penetración del residuo, penetración original					No se realizó		
Índice de susceptibilidad térmica					No se realizó		
Punto de ablandamiento	°C	47,0	48,0	46,5	47	41	53
Destilación, Residuo					No se realizó		
Ductilidad a 25°C AASHTO T-51	cm.	107	101	105	104	100	-
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C					No se realizó		

Univ. Danitza Quispe Yañez
LABORATORISTA

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

Anexo 3: Diseño Marshall Mezcla
Convencional y Modificada



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
LABORATORIO DE ASFALTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS INCORPORANDO FORTGRID ASPHALT 160"

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: GUADALQUIVIR, ZONA TEMPORAL	FECHA: MARZO DE 2024
LABORATORISTA: UNIV. DANITZA QUISPE YAÑEZ	

DISEÑO GRANULOMÉTRICO - MÉTODO MARSHALL (ASTM D 3515)

Tamices tamaño (mm)	DOSIFICACIÓN					CURVA DE DOSIFICACIÓN				Especificaciones ASTM D3515				
	Grava * Peso Ret. (gr)	Gravilla * Peso Ret. (gr)	Arena * Peso Ret. (gr)	Filler * Peso Ret. (gr)	Grava (%) 30,00	Gravilla (%) 25,00	Arena (%) 44,00	Filler (%) 1,00	Peso Ret. 100,00	Ret. Acum	% Ret	% que pasa del total	Mínimo	Máximo
1"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100
3/4"	290,80	0,00	0,00	0,00	87,24	0,00	0,00	0,00	87,24	87,24	1,74	98,26	90	100
1/2"	3456,10	42,60	0,00	0,00	1036,83	10,65	0,00	0,00	1047,48	1134,72	22,69	77,31	-	-
3/8"	1180,30	1355,10	0,00	0,00	354,09	338,78	0,00	0,00	692,87	1827,59	36,55	63,45	56	80
Nº4	67,90	3309,40	206,50	0,00	20,37	827,35	90,86	0,00	938,58	2766,17	55,32	44,68	35	65
Nº8	4,90	292,90	485,00	0,00	1,47	73,23	213,40	0,00	288,10	3054,26	61,09	38,91	23	49
Nº16	1,18	0,00	495,30	0,00	0,00	0,00	217,93	0,00	217,93	3272,19	65,44	34,56	-	-
Nº30	0,60	0,00	1435,40	0,00	0,00	0,00	631,58	0,00	631,58	3903,77	78,08	21,92	-	-
Nº50	0,30	0,00	753,70	25,40	0,00	0,00	331,63	0,25	331,88	4235,65	84,71	15,29	5	19
Nº100	0,15	0,00	488,60	134,70	0,00	0,00	214,98	1,35	216,33	4451,98	89,04	10,96	-	-
Nº200	0,075	0,00	471,30	332,90	0,00	0,00	207,37	3,33	210,70	4662,68	93,25	6,75	2	8
BASE	0,00	0,00	664,20	4507,00	0,00	0,00	292,25	45,07	337,32	5000,00	100,00	0,00	-	-
PESO TOTAL	5000,0	5000,0	5000,0	5000,0	1500,00	1250,00	2200,00	50,00	5000,0	5000,0				

(*) = Pesos retenidos que se obtienen de las curvas granulométricas de cada tipo de agregado, referidas a un peso total de 5.000 gramos.

Univ. Danitza Quispe Yañez
LABORATORISTA

Ing. Scila Claudia Ávila Sandoval
ENC. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION
LABORATORIO DE ASFALTOS

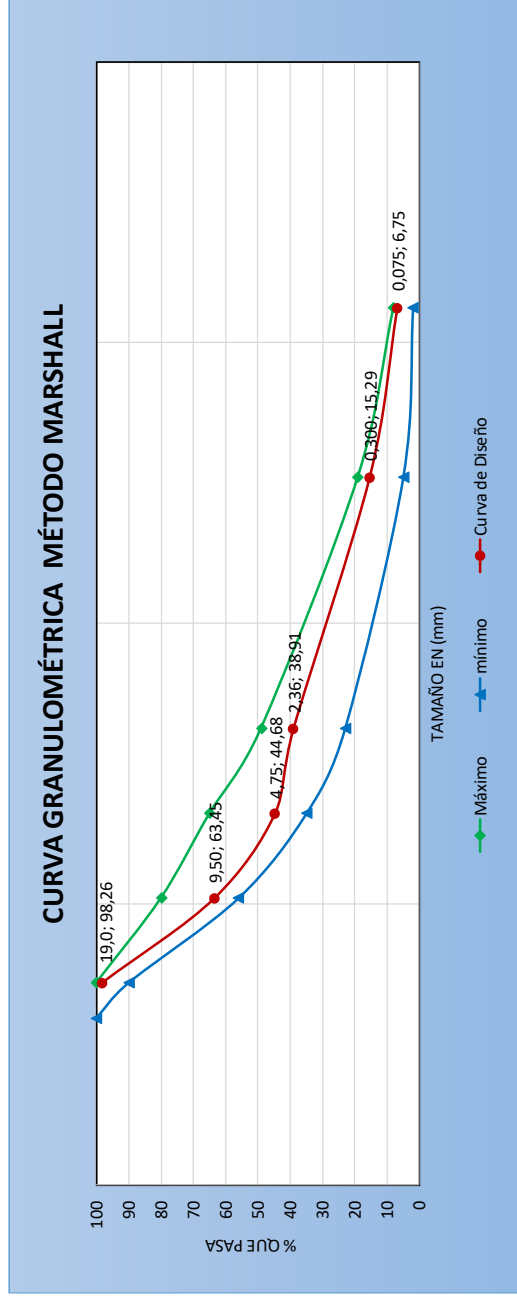
PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS INCORPORANDO FORTGRID ASPHALT 160"

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: GUADALQUIVIR, ZONA TEMPORAL

FECHA: MARZO DE 2024

LABORATORISTA: UNIV. DANITZA QUISPE YAÑEZ

CURVA DE DISEÑO GRANULOMÉTRICO - MÉTODO MARSHALL (ASTM D 3515)



Univ. Danitza Quispe Yañez
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
ENC. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
LABORATORIO DE ASFALTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS INCORPORANDO FORTGRID ASPHALT 160"

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: SELLA

FECHA: MAYO DE 2024

LABORATORISTA: UNIV. DANITZA QUISPE YAÑEZ

DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CONVENCIONALES
CONTENIDO ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO SEGÚN GRANULOMETRÍA DE DISEÑO

Peso Total de Briqueta (gr)	1200
Ponderación de Grava (%)	30
Ponderación de Gravilla (%)	25
Ponderación de Arena (%)	44
Ponderación de Filler (%)	1

Porcentaje de Briqueta	100%
Porcentaje de Cemento Asfáltico	X%
Porcentaje de Agregado	Y=100 - X

	PORCENTAJE DE CEMENTO ASFÁLTICO EN LA MEZCLA					
	4,5%	5,0%	5,5%	6,0%	6,5%	7,0%
Porcentaje de Agregado (%)	95,50%	95,00%	94,50%	94,00%	93,50%	93,00%
Peso del Cemento Asfáltico (gr) *	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00
Peso de Grava (gr) *	343,80	342,00	340,20	338,40	336,60	334,80
Peso de Gravilla (gr) *	286,50	285,00	283,50	282,00	280,50	279,00
Peso de Arena (gr) *	504,24	501,60	498,96	496,32	493,68	491,04
Peso de Filler (gr) *	11,46	11,40	11,34	11,28	11,22	11,16
Peso total de la briqueta (gr) *	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00

(*) Valores para una briqueta, que varían según los porcentajes de ligante asfáltico y agregado.

Univ. Danitza Quispe Yañez
LABORATORISTA

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



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
LABORATORIO DE ASFALTOS

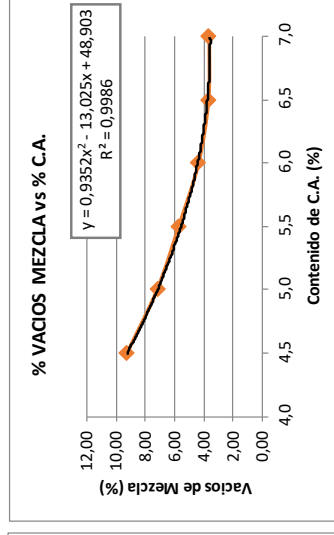
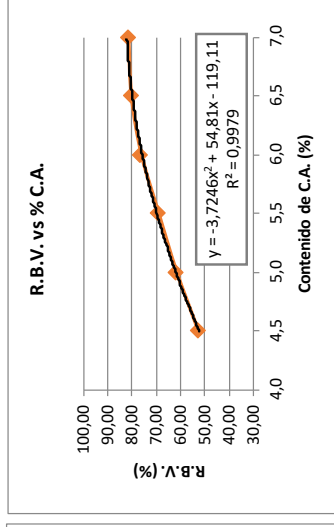
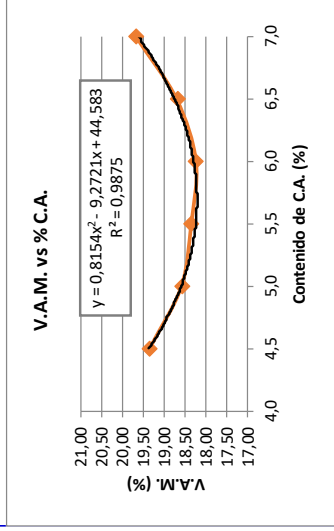
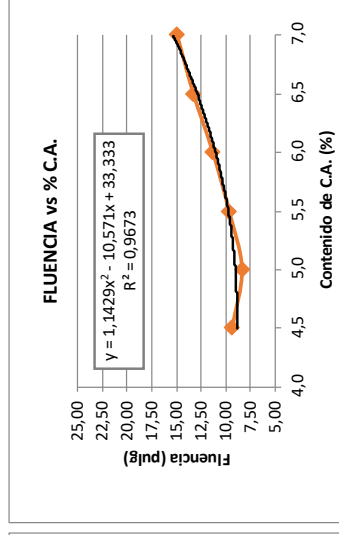
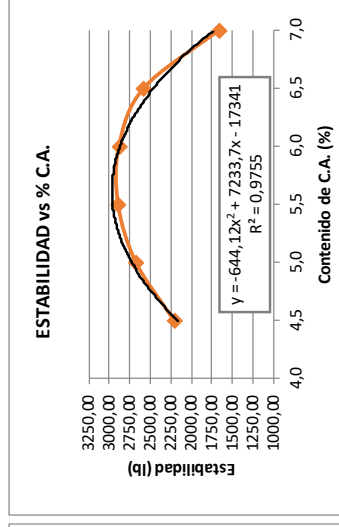
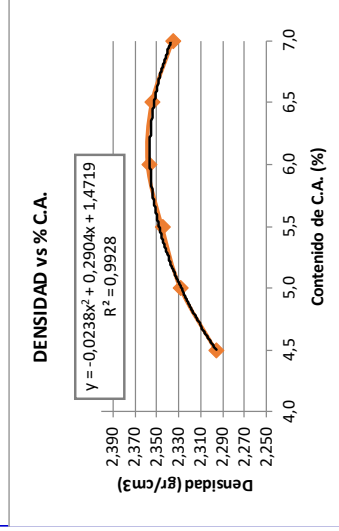
TIPO DE LIGANTE: CEMENTO ASFÁLTICO 85/100
 PROCEDENCIA DEL AGREGADO: GUADALQUIVIR, ZONA EL TEMPORAL
 PROCEDENCIA: COLOMBIA
 FECHA: M AYO DE 2024

PLANILLA MÉTODO MARSHALL
PARA EL CONTENIDO ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO

Granulometría formada	P. específico	% agregado	TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO: CONVENCIONAL	85/100
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2,71	45,04	NÚMERO DE GOLPES POR CARA	75
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2,74	54,96	TEMPERATURA DE MEZCLADO (°C)	180
Peso Especifico Total	2,73	100	PESO ESPECIFICO DEL LIGANTE AASHTO T-229 (gr/cm³)	1,0180

N° de probeta	% de Asfalto		Peso Briqueta			Volumen	Densidad Briqueta		% de Vacuos			Estabilidad Marshall					Fluencia				
	base Mezcla	base Agregados	seco	sat. Sup. Seca	sumergida en agua	probeta	densidad real	Densidad promedio	densidad teorica	% de vacuos mezcla total	V.A.M.(vacuos agregado mineral)	R.B.V.(relacion betumen vacuos)	carga	factor de correcion de altura de	Estabilidad real corregida	Estabilidad promedio	lectura dial del flujo	Fluencia promedio			
1			6,49	1194,1	1195,5	671	524,5	2,28	2,30	2,53	9,20	19,35	52,46	732	1952,91	0,97	1884,56	2212,91	9	9,33	
2	4,50	4,71	6,45	1183,0	1184,4	677	507,4	2,33	2,30	2,53	9,20	19,35	52,46	909	2429,53	0,98	2368,80	2212,91	10	9,33	
3			6,47	1188,6	1190,0	669	521,0	2,28	2,30	2,53	9,20	19,35	52,46	920	2459,15	0,97	2385,38	2212,91	9	9,33	
4			6,45	1199,2	1200,7	688	512,7	2,34	2,33	2,51	7,16	18,59	61,51	1067	2855,00	0,98	2783,62	2678,96	8	8,33	
5	5,00	5,26	6,39	1181,2	1181,8	679	502,8	2,35	2,33	2,51	7,16	18,59	61,51	1072	2868,46	0,98	2839,78	2678,96	9	8,33	
6			6,42	1190,2	1191,3	673	518,3	2,30	2,34	2,49	5,69	18,36	69,01	919	2456,46	0,98	2413,47	2678,96	8	8,33	
7			6,26	1167,4	1168,5	675	493,5	2,37	2,34	2,49	5,69	18,36	69,01	1069	2860,38	1,02	2929,03	2897,14	9	9,67	
8	5,50	5,82	6,33	1171,9	1172,8	673	499,8	2,34	2,34	2,49	5,69	18,36	69,01	1110	2970,79	1,01	2985,64	2897,14	10	9,67	
9			6,39	1197,7	1197,9	695	502,9	2,38	2,36	2,47	4,35	18,24	76,17	1197	3205,06	0,99	3173,01	2886,98	13	11,33	
10	6,00	6,38	6,46	1207,2	1207,5	697	510,5	2,36	2,36	2,47	4,35	18,24	76,17	1035	2768,83	0,97	2692,68	2886,98	10	11,33	
11			6,43	1202,5	1202,7	686	516,7	2,33	2,36	2,47	4,35	18,24	76,17	1066	2852,30	0,98	2795,26	2886,98	11	11,33	
12			6,15	1158,0	1158,6	663	495,6	2,34	2,35	2,44	3,67	18,71	80,36	930	2486,08	1,06	2625,30	2584,71	13	13,33	
13	6,50	6,95	6,20	1163,3	1164,3	664	500,3	2,33	2,35	2,44	3,67	18,71	80,36	915	2445,69	1,04	2543,52	2584,71	15	13,33	
14			6,17	1160,7	1161,5	678	483,5	2,40	2,35	2,44	3,67	18,71	80,36	922	2464,54	1,05	2585,30	2584,71	15	13,33	
15			6,22	1152,2	1153,2	663	490,2	2,35	2,34	2,42	3,61	19,67	81,63	507	1347,03	1,04	1394,17	1663,58	12	15,00	
16			6,42	1205,1	1205,6	690	515,6	2,34	2,34	2,42	3,61	19,67	81,63	736	1963,68	0,98	1929,32	1663,58	15	15,00	
17	7,00	7,53	6,32	1178,7	1179,4	671	508,4	2,32	2,34	2,42	3,61	19,67	81,63	621	1654,01	1,01	1667,24	1663,58	15	15,00	
18																					
ESPECIFICACIONES																					
mínimo																					
5																					
máximo																					
82																					
-																					
1800																					
-																					
8																					
16																					

**CURVAS MÉTODO MARSHALL
PARA EL CONTENIDO ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO**



DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO		Ensayo	Valor de Diseño	% de C.A.
		Estabilidad Marshall (Lb)	2968,27	5,62
		Densidad máxima (gr/cm³)	2,36	6,10
		Vacios de la mezcla (%)	4,00	6,21
		% Porcentaje óptimo de C.A.	Promedio (%) =	5,98



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
LABORATORIO DE ASFALTOS

TIPO DE LIGANTE: CEMENTO ASFÁLTICO 85/100	PROCEDENCIA : COLOMBIA
PROCEDENCIA DEL AGREGADO: GUADALQUIVIR, ZONA EL TEMPORAL	FECHA: MAYO DE 2024

PLANILLA MÉTODO MARSHALL
DISTANCIA DE FORTDRID ASPHALT 160 EN LA CARPETA ASFÁLTICA = 0 cm

Granulometría formada	P. específico	% agregado
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2,71	45,04
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2,74	54,96
Peso Especifico Total	2,73	100

TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO: CONVENCIONAL	85/100
NÚMERO DE GOLPES POR CARA	75
TEMPERATURA DE MEZCLADO (°C)	180
PESO ESPECÍFICO DEL LIGANTE AASHTO T-229 (gr/cm³)	1,0180

Agregado	P.E.	%
Grava	2,71	30
Gravilla	2,72	25
Arena	2,74	44
Filler	2,83	1

N° de probeta	% de Asfalto		altura promedio de probeta	Peso Briqueta			Volumen	Densidad Briqueta		% de Vacíos			Estabilidad Marshall					Fluencia		
	base Mezcla	base Agregados		seco	sat. Sup. Seca	sumergida en agua		probeta	densidad real	Densidad promedio	densidad teorica	% de vacíos mecha total	V.A.M.(vacíos agregado mineral)	R.B.V.(relacion betumen vacíos)	lectura del dial	carga	factor de correcion de altura de	Estabilidad real corregida	Estabilidad promedio	lectura dial del flujo
ESPECIFICACIONES																				
mínimo																				
máximo																				
1	6,46	1173,8	1175,9	688	487,9	2,41	2,41	2,41	1181	3161,98	0,97	3075,02	12	12	10	10	10	10	10	10,60
2	6,43	1223,2	1224,7	717	507,7	2,41	2,41	2,41	1025	2741,90	1,00	2741,90	12	12	10	10	10	10	10	10,60
3	6,35	1198,5	1200,3	699	501,3	2,39	2,39	2,39	1135	3038,11	1,02	3095,83	9	9	11	11	11	11	11	10,60
4	6,28	1156,4	1158,6	679	479,6	2,41	2,41	2,41	1078	2884,62	0,98	2834,14	11	11	10	10	10	10	10	10,60
5	6,42	1164,1	1166,2	682	484,2	2,40	2,40	2,40	1104	2954,63	0,99	2910,31	10	10	10	10	10	10	10	10,60
6	6,41	1160,3	1162,4	679	483,4	2,40	2,40	2,40	1164	3116,20	1,00	3116,20	9	9	10	10	10	10	10	10,60
7	6,35	1197,2	1198,0	704	494,0	2,42	2,42	2,42	1040	2782,29	1,00	2790,64	10	10	10	10	10	10	10	10,60
8	6,34	1246,4	1247,5	732	515,5	2,42	2,42	2,42	1127	3016,56	0,98	2963,77	11	11	11	11	11	11	11	10,60
9	6,42	1221,8	1222,8	715	507,8	2,41	2,41	2,41	1173	3140,43	0,98	3061,92	12	12	12	12	12	12	12	10,60
10	6,45	1141,4	1142,8	668	474,8	2,40	2,40	2,40	1173	3140,43	0,98	3061,92	12	12	12	12	12	12	12	10,60
										3	13	75						1800	8	
										5	-	82						-	16	



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
 LABORATORIO DE ASFALTOS

TIPO DE LIGANTE: CEMENTO ASFÁLTICO 85/100
 PROCEDENCIA DEL AGREGADO: GUADALQUIVIR, ZONA TEMPORAL
 PROCEDENCIA: COLOMBIA
 FECHA: MAYO DE 2024

PLANILLA MÉTODO MARSHALL
DISTANCIA DE FORTDRID ASPHALT 160 EN LA CARPETA ASFALTICA = 2 cm

Granulometría formada	P. específico	% agregado
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2,71	56,79
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2,74	43,21
Peso Especifico Total	2,73	100

TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO: CONVENCIONAL	85/100
NÚMERO DE GOLPES POR CARA	75
TEMPERATURA DE MEZCLADO (C)	160
PESO ESPECÍFICO DEL LEANTE AASHTO T-229 (gr/cm ³)	1,0180

Agregado	P.E.	%
Grava	2,71	30
Gravilla	2,72	25
Arena	2,74	44
Filler	2,83	1

N° de probeta	% de Asfalto		Peso Briqueta			Volumen	Densidad Briqueta			% de Vacíos			Estabilidad Marshall					Fluencia						
	base Mezcla	base Agregados	seco	sat. Sup. Seca	sumergida en agua		probeta	densidad real	Densidad promedio	densidad maxíma teorica	% de vacíos mezza total	V.A.M.(vacíos agregado mineral)	R.B.V.(relacion betumen vacíos)	lectura del dial	carga	factor de correcion de altura de	Estabilidad real corregida	Estabilidad promedio	lectura dial del flujo	Fluencia promedio				
1	5,98	6,36	6,37	1166,2	1168,7	682	486,7	2,40					1036	2771,52	1,00	2757,66			12	11,20				
2			6,29	1182,8	1183,8	693	490,8	2,41				957	2558,79	1,02	2599,73			11						
3			6,41	1174,5	1176,3	685	491,3	2,39				1081	2892,70	0,99	2849,31			11						
4			6,51	1184,6	1185,5	695	490,5	2,42				1004	2685,35	0,96	2577,94			9						
5			6,46	1184,4	1185,5	693	492,5	2,40	2,405	2,46	85,53	1012	2706,89	0,97	2632,45		2651,40	10						
6			6,44	1184,5	1185,5	690	495,5	2,39				1053	2817,30	0,98	2753,91			11						
7			6,39	1179,5	1180,8	692	488,8	2,41				988	2642,27	0,99	2615,84			13						
8			6,40	1196,0	1196,6	700	496,6	2,41				921	2461,85	0,99	2431,07			12						
9			6,36	1187,8	1188,7	696	492,7	2,41				1027	2747,28	1,00	2740,42			10						
10			6,34	1200,2	1200,8	702	498,8	2,41				953	2548,02	1,00	2555,66			13						
ESPECIFICACIONES			mínimo			5			3			13			75			1800					8	
máximo			7			5			5			82			-					16				

Univ. Damitza Quispe Yañez
 LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
 RESP. DEL LABORATORIO DE ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CESAR
 FACULTAD DE CIENCIAS
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y GEOMÁTICA
 LABORATORIO DE MATERIALES

ING. MISAEL SARACHO
 TECNÓLOGO EN TOPOGRAFÍA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y GEOMÁTICA
 LABORATORIO DE MATERIALES

TIPO DE LIGANTE: CEMENTO ASFÁLTICO 85/100

PROCEDENCIA: COLOMBIA

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: GUADALQUIVIR, ZONA EL TEMPORAL

FECHA: MAYO DE 2024

**PLANILLA MÉTODO MARSHALL
 DISTANCIA DE FORTDRID ASPHALT 160 EN LA CARPETA ASFÁLTICA = 4 cm**

Granulometría formada	P. específico	% agregado
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2,71	56,79
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2,74	43,21
Peso Específico Total	2,73	100

TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO: CONVENCIONAL	85/100
NÚMERO DE GOLPES POR CARA	75
TEMPERATURA DE MEZCLADO (°C)	160
PESO ESPECÍFICO DEL LIGANTE AASHTO T-229 (gr/cm ³)	1,0180

Agregado	P.E.	%
Grava	2,71	30
Gravilla	2,72	25
Arena	2,74	44
Filler	2,83	1

N° de probeta	% de Asfalto		Peso Briqueta			Volumen probeta	Densidad Briqueta		% de Vacíos			Estabilidad Marshall					Fluencia						
	base Mezcla	base Agregados	seco	sat. Sup. Seca	sumergida en agua		densidad real	Densidad promedio	densidad máxima teórica	% de vacíos total	V.A.M. (vacíos agregado mineral)	R.B.V. (relación betumen vacíos)	lectura del dial	carga	factor de correcion de altura de	Estabilidad real corregida	Estabilidad promedio	lectura dial del flujo	Fluencia promedio				
1	5,98	6,36	6,44	1200,9	1202,1	703	499,1	2,41	2,46	16,60	85,00	930	2486,08	0,98	2430,15	2472,66	13	11,60					
2			6,38	1205,4	1206,6	702	504,6	2,39				944	2523,78	0,99	2504,85		12						
3			6,36	1203,2	1204,4	704	500,4	2,40				913	2440,31	1,00	2434,20		10						
4			6,41	1191,2	1192,3	698	494,3	2,41				956	2556,10	0,99	2517,75		13						
5			6,32	1206,9	1207,5	701	506,5	2,38	2,402	2,49	16,60	1001	2677,27	1,01	2698,69	2472,66	12	11,60					
6			6,47	1199,1	1199,9	702	497,9	2,41				979	2618,03	0,97	2539,49		10						
7			6,35	1170,7	1171,1	685	486,1	2,41				875	2337,98	1,00	2337,98		13						
8			6,39	1202,4	1202,8	705	497,8	2,42				940	2513,01	0,99	2487,88		10						
9			6,37	1152,8	1153,5	672	481,5	2,39				918	2453,77	1,00	2441,50		12						
10			6,42	1177,6	1178,2	688	490,2	2,40				889	2375,68	0,98	2334,10		11						
ESPECIFICACIONES												mínimo		3		13		75		1800		8	
												máximo		5		-		82		-		16	

Anexo 4: Costo Comparativo con Geomalla
y sin Geomalla

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO: PROYECTO DE GRADO

Actividad: 15 - CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO (SUM.EJEC. Y TRANS.)

Unitario: M3

Cantidad: 1

Moneda: Bolivianos

Descripción	Und.	Cantidad	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES				
CEMENTO ASFALTICO	TON	0,15400	10.600,00	1.632,40
GRAVA TRITURADA CLASIFICADA 3/4"	M3	0,48000	162,00	77,76
ARENA CLASIFICADA	M3	0,49000	145,00	71,05
DIESEL	LT	18,00000	3,72	66,96
GRAVA TRITURADA CLASIFICADA 3/8"	M3	0,35000	162,00	56,70
TOTAL MATERIALES				1.904,87
2.- MANO DE OBRA				
AYUDANTE MAQUINARIA Y EQUIPO	HR.	0,02800	15,14	0,42
CAPATAZ	HR.	1,80000	22,60	40,68
CHOFER	HR.	0,00120	16,25	0,02
OPERADOR	HR.	0,82010	23,28	19,09
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HR.	0,08200	20,00	1,64
OPERADOR DE PLANTA	HR.	0,09000	24,00	2,16
PEON	HR.	0,07200	12,00	0,86
SUBTOTAL MANO DE OBRA				64,88
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA			71,18%	46,18
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOT M.O.+ CARGAS SOCIALES			14,94%	16,59
TOTAL MANO DE OBRA				127,65
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS				
CARGADOR FRONTAL DE RUEDAS >=950 M3	HR.	0,00010	422,27	0,04
COMPAC ROD LISO Y PATA DE CABRA AUTOPROP M2 /HR	HR.	0,03500	304,66	10,66
DISTRIBUIDOR DE AGREGADOS AUTOPROPULSADO M3	HR.	0,02800	458,75	12,84
ESCOBA MECANICA AUTOPROPULSADA M2/HR	HR.	0,02800	69,45	1,94
PLANTA CALENTAMIENTO DE ASFALTO TN	HR.	0,09000	963,34	86,70
RODILLO NEUMATICO TSP >=1000	HR.	0,08400	332,33	27,92
TERMINADORA DE ASFALTO	HR.	0,07500	683,06	51,23
VOLQUETA >= 12	HR.	0,03000	225,06	6,75
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA			5,00%	6,38
TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS				204,47
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3			10,00%	223,70
TOTAL GASTOS GENERALES				223,70
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4			10,00%	246,07
TOTAL UTILIDAD				246,07
6.- IMPUESTOS				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5			3,09%	83,64
TOTAL IMPUESTOS				83,64
TOTAL PRECIO UNITARIO				2.790,41

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO: PROYECTO DE GRADO

Actividad: 15 - CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO + GEOMALLA (SUM. EJEC. Y TRANS.)

Unitario: M3

Cantidad: 1

Moneda: Bolivianos

Descripción	Und.	Cantidad	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES				
CEMENTO ASFALTICO	TON	0,15400	10.600,00	1.632,40
GRAVA TRITURADA CLASIFICADA 3/4"	M3	0,48000	162,00	77,76
ARENA CLASIFICADA	M3	0,49000	145,00	71,05
DIESEL	LT	18,00000	3,72	66,96
GRAVA TRITURADA CLASIFICADA 3/8"	M3	0,35000	162,00	56,70
GEO MALLA FORTFRID ASPHALT 160	M2	16,00000	26,87	429,85
TOTAL MATERIALES				2.334,72
2.- MANO DE OBRA				
AYUDANTE MAQUINARIA Y EQUIPO	HR.	0,02800	15,14	0,42
CAPATAZ	HR.	1,80000	22,60	40,68
CHOFER	HR.	0,00120	16,25	0,02
OPERADOR	HR.	0,82010	23,28	19,09
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HR.	0,08200	20,00	1,64
OPERADOR DE PLANTA	HR.	0,09000	24,00	2,16
PEON	HR.	0,15000	12,00	1,80
SUBTOTAL MANO DE OBRA				65,82
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA			71,18%	46,85
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOT M.O.+ CARGAS SOCIALES			14,94%	16,83
TOTAL MANO DE OBRA				129,49
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS				
CARGADOR FRONTAL DE RUEDAS >=950 M3	HR.	0,00010	422,27	0,04
COMPAC ROD LISO Y PATA DE CABRA AUTOPROP M2 /HR	HR.	0,03500	304,66	10,66
DISTRIBUIDOR DE AGREGADOS AUTOPROPULSADO M3	HR.	0,02800	458,75	12,84
ESCOBA MECANICA AUTOPROPULSADA M2/HR	HR.	0,02800	69,45	1,94
PLANTA CALENTAMIENTO DE ASFALTO TN	HR.	0,09000	963,34	86,70
RODILLO NEUMATICO TSP >=1000	HR.	0,08400	332,33	27,92
TERMINADORA DE ASFALTO	HR.	0,07500	683,06	51,23
VOLQUETA >= 12	HR.	0,03000	225,06	6,75
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA			5,00%	6,47
TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS				204,57
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3			10,00%	261,21
TOTAL GASTOS GENERALES				261,21
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4			10,00%	287,33
TOTAL UTILIDAD				287,33
6.- IMPUESTOS				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5			3,09%	97,66
TOTAL IMPUESTOS				97,66
TOTAL PRECIO UNITARIO				3.314,98

Anexo 5: Certificación de los Materiales

Tarija, septiembre 14 de 2023

Señor:

Ing. Marcelo Zenteno

Director de Obras Públicas Municipales

Presente. -



Ref. SOLICITUD DE CEMENTO ASFALTICO

De mi mayor consideración:

Por medio de la presente me dirijo a usted, deseándole éxito en sus funciones que viene desempeñando en bien de nuestro departamento.

Al mismo tiempo darle a conocer que soy estudiante tesista de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, de la carrera de Ingeniería Civil, que en el momento estoy culminando mis estudios; y teniendo que realizar ensayos de laboratorios, por lo que solicito a su autoridad tenga bien, pueda autorizar la dotación de cemento asfáltico para las prácticas de tesis.

Agradeciendo de antemano por su gentil atención a la presente, con las consideraciones más distinguidas de respeto.

Atentamente:


Daniza Quispe Yañez
ESTUDIANTE U.A.J.M.S.

Tarija, 18 de septiembre de 2023
UAH. OP. CITE N° 59/2023

Srta.:
Danitza Quispe Yáñez
UNIVERSITARIA DE LA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL U.A.J.M.S.

Presente:

REF.: CERTIFICACIÓN DE MATERIALES

De mi mayor consideración.

Por el intermedio de la presente se realiza la certificación de los materiales estudiados por la Universitaria Danitza Quispe Yáñez, los cuales fueron adquiridos mediante Licitación Pública LPN N° 005/2022 "ADQUISICION DE AGREGADOS PETREOS PARA MEZCLA ASFALTICA PARA LA CIUDAD DE TARIJA PARA EL PROYECTO: CONST. ASFALTADO CALLES Y AVENIDAS DE LA CIUDAD DE TARIJA", estos agregados triturados gruesos CORTE "B" (¾" - 3/8"), "D" (3/8" - N°4) y arena natural, son extraídos de la comunidad de Sella por la Chancadora "Áridos Garzón".

Por lo todo lo mencionado **CERTIFICO**, que la Universitaria Danitza Quispe Yáñez se presentó en predios de la Planta asfáltica CIBER en la comunidad de la Pintada, donde realizó el muestreo de áridos en los diferentes cortes y así mismo se proporcionó cemento asfáltico 85/100 de procedencia MULTINSA-COLOMBIA, los cuales estaban destinados para que realice sus prácticas y actividades académicas.

Sin otro particular motivo, y deseándole éxito en las labores que desempeña diariamente, nos despedimos de usted con las consideraciones del caso.


Jefe Unidad de
ASFALTO Y HORMIGONES
OBRAS PÚBLICAS MUNICIPALES


Ing. Richard Gonzalo Valdez Torrez
TEC. UNIDAD ASFALTO Y HORMIGONES
OBRAS PÚBLICAS MUNICIPALES

Tarija, septiembre 11 de 2023

Señor:

Jaime Antonio Castellanos Balcázar
Gerente Propietario de CONCASBOL

Presente. -

Ref. SOLICITUD DE AGREGADOS PETREOS


De mi mayor consideración:

Por medio de la presente me dirijo a usted, deseándole éxito en sus funciones que viene desempeñando.

Al mismo tiempo darle a conocer que soy estudiante tesista de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, de la carrera de Ingeniería Civil, que en el momento estoy culminando mis estudios; y teniendo que realizar ensayos de laboratorios, por lo que solicito a su persona tenga bien, pueda autorizar la dotación de agregados pétreos para las prácticas de tesis.

Agradeciendo de antemano por su gentil atención a la presente, con las consideraciones más distinguidas de respeto.

Atentamente:


Danitza Quispe Yañez
ESTUDIANTE U.A.J.M.S

RECIBIDO
11/2/23


Tarija, 15 de septiembre 2023

Srta.:

Danitza Quispe Yañez

UNIV. DE LA CARRERA ING. CIVIL.

Presente. –

Ref. CERTIFICACION DE MATERIALES

De mi mayor consideración.

Por el intermedio de la presente se realiza la certificación de los materiales, los cuales fueron estudiados por la Univ. Danitza Quispe Yañez son productos de la planta de Agregados CONCASBOL. La cual tiene todos los materiales brutos de playa obtenidos del río Guadalquivir, Zona El Temporal son acerrados en unidades de volteo de acuerdo a una autorización del Municipio para la extracción.

En la planta de agregados se sigue produciendo material chancado en los tres diferentes cortes 3/8, 3/16 y arena lavada.

Por todo lo mencionado, **CERTIFICO** que la Univ. Danitza Quispe Yañez se presentó en la planta de Agregados Concasbol y muestreo el material procesado que se obtiene del río Guadalquivir en sus diferentes cortes los cuales están destinados para que realice sus prácticas y actividades académicas.

Sin otro particular motivo, y deseándole éxito en las labores que desempeña diariamente, nos despedimos de usted con las consideraciones del caso.

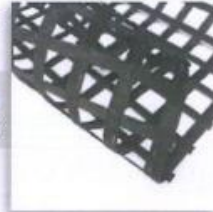
Atentamente.



Jaime Antonio Castellanos Balcázar
Gerente Propietario de CONCASBOL

Geomallas
FORTGRID® ASPHALT

NUEVA GEOMALLA FORTGRID ASPHALT.
LA MEDIDA REAL DEL BENEFICIO DEL PAVIMENTO



INTRODUCCIÓN

Cuando se utilizan geosintéticos para reforzar capas de pavimentos flexibles, los principales parámetros de diseño incluyen la interacción entre los agregados y los geosintéticos circundantes, además de las propiedades de tensión de los geosintéticos[1] y, aunque en el pasado estas propiedades se han determinado mediante ensayos bajo cargas monotónicas, las nuevas pruebas de interacción más relevantes utilizan carga cíclica [2].

La reciente guía de diseño mecánico - empírico de pavimentos MEPDG [3] ha incluido este enfoque, logrando así un modelo más real para el análisis del pavimento. Los materiales de Ingeniería se pueden caracterizar bajo dos enfoques: medir su beneficio (propiedades de desempeño) y medir sus propiedades físicas (propiedades índices). La segunda opción parece ser la más práctica si lo que se quiere es simplemente dotar de una identidad al material. No obstante, la primera opción permite medir el beneficio real, aproximándose de una manera más racional a la solución de Ingeniería.

La nueva evaluación de la geomalla **FORTGRID® ASPHALT** combina los dos aspectos mencionados, logrando una caracterización más adecuada como se explica a continuación.

1. Propiedades de Desempeño

Geomatrix ha adelantado las siguientes investigaciones para determinar el beneficio de las geomallas en las sobrecapas asfálticas:

- Determinación de la capacidad de aumentar la resistencia al reflejo de agrietamientos en capas asfálticas
- Evaluación de resistencia al corte en la interface de capas asfálticas reforzadas.

Estas evaluaciones se realizaron mediante estudios específicos en el Texas Transportation Institute TTI en Texas A&M University [5] bajo la dirección del profesor PhD. Lubinda Walubita, ingeniero civil investigador del TTI. A continuación se presentan los resultados obtenidos.

2. Evaluación de la capacidad de aumentar la Resistencia al reflejo de Agrietamientos.

Teniendo como fundamento que las capas asfálticas sobre pavimentos agrietados trabajan en un escenario de carga cíclica a tensión y a cortante [6], como se aprecia en la *Figura 1*, se adelantó una evaluación de desempeño aplicando el concepto planteado por la AASHTO [7] en su método T 321, Método estándar de ensayo para determinar la vida de fatiga de Mezclas Asfálticas Compactadas sometidas a flexión repetida.



Figura 1.
Carga cíclica a tensión y cizallamiento en capas asfálticas sobre pavimentos agrietados.

El trabajo se realizó mediante la evaluación comparativa de probetas en forma de viga preagrietada con y sin refuerzo en la interface entre dos capas de concreto asfáltico (tanto con geomallas de poliéster **FORTGRID® ASPHALT** como con geomallas de fibra de vidrio y probetas de control) sometidas a carga cíclica en flexión utilizando mezcla densa en caliente MDC-19 de acuerdo con las Especificaciones Generales de Construcción para Carreteras del INVIAS Colombia [8] como se aprecia en la *Figura 2*.



Figura 2.
Ensayo a carga cíclica bajo la norma AASHTO T 321.

Los resultados obtenidos indican que las geomallas FORTGRID® ASPHALT elevan significativamente el número de repeticiones de carga necesarias para llegar a la falla con mayor eficiencia que geomallas de fibra de vidrio de 50 y 100 kN/m de resistencia a la tensión, ofreciendo un mayor aporte al pavimento como se observa en el eje izquierdo de ordenadas de la Figura 3. El beneficio obtenido se cuantifica a través del factor de eficiencia de la geomalla GEF [3] calculado como la relación entre el número de ciclos de carga en condición reforzada frente a la condición no reforzada, ajustado mediante un factor de escala o shift factor [9][10][11] que traslada los resultados de laboratorio al campo, representando un indicador que establece numéricamente el beneficio real de la utilización de las geomallas (número de veces en que se aumentan los ciclos de carga que soporta la sobrecapa asfáltica al colocar la geomalla), cuyo valor se aprecia en el eje derecho de ordenadas de la Figura 3.

Las geomallas FORTGRID® ASPHALT elevan significativamente el número de repeticiones de carga necesarias para llegar a la falla con mayor eficiencia que geomallas de fibra de vidrio de 50 y 100 kN/m de resistencia a la tensión.

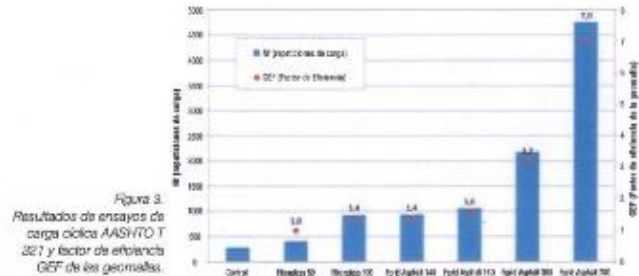


Figura 3. Resultados de ensayos de carga cíclica AASHTO T 297 y factor de eficiencia GEF de las geomallas.

2.1 Evaluación de Resistencia al corte en la interface de Capas Asfálticas Reforzadas

La resistencia al corte en la interface entre capas asfálticas es un aspecto fundamental asociado a la construcción, comportamiento a largo plazo y durabilidad de los pavimentos, especialmente cuando se han colocado geomallas para capas asfálticas [6][11]. Por lo anterior, se hizo el estudio de resistencia al corte bajo los lineamientos de las normas AASHTO [12] TP 114: Método Estándar para Determinar la Resistencia a Cortante entre Capas de Pavimentos Asfálticos y TxDOT Designation Tex-249-F: Procedimiento de Ensayo para determinar la Resistencia a la Adhesión por Cortante, realizando ensayos de resistencia sobre probetas cilíndricas tanto para la condición de control como reforzadas con geomallas incluyendo geomallas FORTGRID® ASPHALT y de fibra de vidrio, utilizando emulsión asfáltica de rompimiento rápido CRR-1 como relleno de liga. Los ensayos se realizaron bajo condición de carga monotónica obteniéndose los resultados que se indican en la Figura 4.

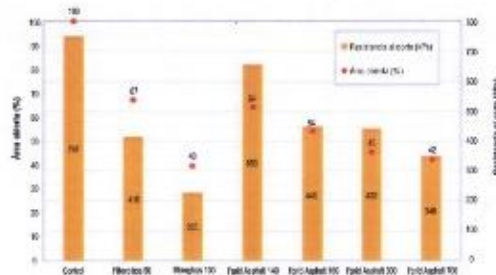


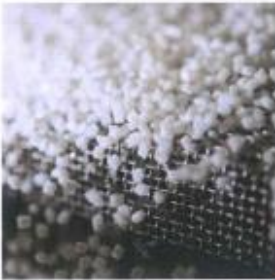
Figura 4. Resultados de ensayos de resistencia al corte.

Como se aprecia en el eje izquierdo de ordenadas de la Figura 4, la resistencia al corte en la interface es mayor para las geomallas FORTGRID® ASPHALT en comparación con las geomallas de fibra de vidrio, lo cual se asocia a la proporción de área abierta que se indica en el eje derecho de ordenadas de la misma Figura. El adecuado balance entre resistencia y área abierta permite tener el resultado óptimo, razón por la cual ésta última propiedad se relaciona como propiedad índice como se verá más adelante.

3. Propiedades Índice

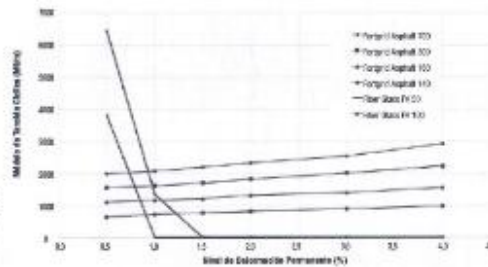
Geomatrix ha dado alcance a la tendencia de análisis que sugiere la nueva guía diseño mecánico – empírico de pavimentos MEPDG [4] a través de la norma de ensayo propuesta por el comité D36 de ASTM Internacional sobre geosintéticos [2], norma ASTM D 7556, Método de Ensayo Estándar para determinar las Propiedades de tracción de las Geomallas y los Geotextiles en pequeñas extensiones mediante pruebas de Tensión Cíclica en el aire, el cual proporciona un medio para determinar el módulo de tensión cíclica a diferentes niveles de deformación permanente, que explica los posibles cambios en el módulo de tensión cíclica con el aumento de la deformación permanente en el material.

Los trabajos realizados en este caso, al igual que en el caso anterior, se han extendido a las geomallas de fibra de vidrio de 50 y 100 kN/m, para tener un panorama completo de comparación de materiales. En la Figura 5 se aprecia que para los 6 niveles de deformación permanente ensayados, la geomalla FORTGRID® ASPHALT no registra pérdida en su módulo de tensión cíclica, en tanto que para la fibra de vidrio éste se reduce a medida que se incrementa la deformación permanente llegando a agotarse totalmente en el segundo y tercer nivel de deformación.



Estructura polimérica, transformado en el Multifilamento G5 de Geomatrix, ofrece un comportamiento elástico en un mayor rango de elongación y estabilidad en la respuesta a carga cíclica a deformaciones permanentes.

Figura 5. Resultados de módulo de tensión cíclica obtenidos bajo la norma ASTM D 7556.



El comportamiento observado es consecuencia de la composición de las fibras utilizadas; el poliéster por su estructura polimérica, transformado en el Multifilamento G5 de Geomatrix, ofrece un comportamiento elástico en un mayor rango de elongación y estabilidad en la respuesta a carga cíclica a deformaciones permanentes, frente a la fibra de vidrio que, por tratarse de un material mineral de composición sílicea, ofrece un limitado rango de linealidad elástica y baja resistencia a la carga cíclica a deformaciones permanentes por ser altamente rígido y quebradizo, lo cual es consistente con los resultados de los ensayos de desempeño realizados en el TTI presentados anteriormente.

La geomalla FORTGRID® ASPHALT acompaña a la sobrecapa asfáltica a todo lo largo de su vida útil (en avance de su deformación permanente) aportando su capacidad de recuperación elástica de manera permanente y constante con lo cual se aumenta su resistencia al reflejo de agrietamientos y en general su vida útil. Este aspecto es fundamental si se tiene en cuenta que el asfalto al envejecerse pierde su capacidad elástica haciéndose más susceptible al agrietamiento.

El balance de los aspectos mencionados anteriormente indica que la caracterización de las geomallas para capas asfálticas en términos de su resistencia a la tensión en carga monótonica (ASTM D 6837) no permite ver sus competencias reales ni valorar su desempeño en la estructura del pavimento.

4. Nueva hoja Técnica de Especificaciones

Basados en lo anterior, la nueva hoja técnica de especificaciones aplica la combinación de los dos criterios mencionados al cumplimiento de esta nota, propiedades índices y propiedades de desempeño, discriminando los aspectos de propiedades físicas, resistencia a la carga cíclica y durabilidad.

En lo que tiene que ver con las propiedades físicas, se presenta el factor de eficiencia de la geomalla GEF, el tipo de polímero y recubrimiento, la resistencia a las altas temperaturas, el tamaño de abertura y el porcentaje de área abierta. La resistencia a la carga cíclica se presenta en términos del módulo cíclico en tensión y finalmente, lo relacionado con aspectos de durabilidad, se presenta en términos del peso molecular y los grupos carboxilos finales, aspectos fundamentales que garantizan la estabilidad química de la fibra Multifilamento G5 y permanencia de sus propiedades mecánicas a través del tiempo en contacto con los productos asfálticos. A continuación, en la Tabla 7 se presentan los aspectos relacionados y su representatividad.

PROPIEDAD	NORMA	UNIDAD	QUÉ REPRESENTA?
PROPIEDAD FÍSICA			
Factor de eficiencia para control de reflejo de agrietamientos GEF.	AASHTO T 321		Mínimo número de veces que se incrementan las repeticiones de carga en la sobrecepa asfáltica sin fallar.
Tipo de polímero.			Materia prima que compone la fibra Multifilamento G5.
Resistencia a altas temperaturas (punto de ablandamiento).	ASTM D 276	°C	Máxima temperatura tolerable sin pérdida en sus propiedades físicas.
Tamaño de abertura MD x TD.	MEDIDO	mm	Parámetro asociar con la gradación de la mezcla.
Porcentaje de área abierta.	MEDIDO	%	Proporción del área abierta con relación al área total de la geomalla.
RESISTENCIA A LA CARGA CÍCLICA			
Módulo de tensión cíclica.	ASTM D 7556	kN/m	Resistencia a la carga cíclica.
DURABILIDAD			
Peso molecular fibra.	GRI G38	g/mol	Grado de polimerización del políester y su durabilidad.
Grupo carboxilo final.	GRI G37	m mol/kg	

Tabla 7. Aspectos evaluados en la nueva hoja Técnica de especificaciones.

Como se aprecia, esta nueva hoja técnica de especificaciones presenta tanto el beneficio de la utilización de las geomallas FORTGRID® ASPHALT para el refuerzo de sobrecepas asfálticas, como el fundamento de su resistencia a la carga cíclica, con una medida precisa que garantiza alcanzar la meta de desempeño del pavimento.



5. Conclusiones

- Las investigaciones realizadas demuestran que las geomallas para capas asfálticas se deben evaluar en términos de su capacidad de soportar carga dinámica, teniendo en cuenta que este es el mecanismo de funcionamiento real del pavimento. Las evaluaciones bajo carga monotónica no reflejan la capacidad de estas para prevenir el reflejo de agrietamientos a lo largo del período de servicio.
- La capacidad de las geomallas para aumentar la vida útil de las sobrecapas asfálticas, se mide a través del factor de eficiencia GEF que determina el número de veces en que se aumentan las repeticiones de carga para alcanzar la falla.
- El balance de resistencia y área abierta, es determinante en la resistencia al corte en la interface, por lo cual este aspecto debe tenerse en cuenta en la selección de la geomalla.
- La determinación del módulo de tensión cíclico a deformaciones permanentes permite determinar la capacidad de la geomalla para mantener su capacidad de recuperación elástica a lo largo de la vida útil del pavimento. Este aspecto es fundamental en el control del reflejo de agrietamientos si se tiene en cuenta que el asfalto al envejecerse pierde su capacidad elástica haciéndose más susceptible al agrietamiento
- La nueva hoja técnica de especificaciones de las geomallas **FORTGRID® ASPHALT** ofrece una evaluación realista que conjuga las características del material y el beneficio de su utilización, con nuevos parámetros de especificación consecuentes con el estado del arte de la ingeniería de pavimentos y geosintéticos.

6. Referencias

- [1] El Cuetho, ingeniero de investigación del Western Transportation Institute de Montana State University y miembro del comité D35 de la ASTM.
- [2] ASTM. ASTM D 7556, Método de ensayo estándar para determinar las Propiedades de Tracción de las Geomallas y los Geotextiles en pequeñas extensiones mediante pruebas de Tensión Cíclica en el Aire.
- [3] AASHTO. AASHTO Designation R 50-09 (2013). Standard Practice for Geosynthetic Reinforcement of the Aggregate Base Course of Flexible Pavement Structures. Washington DC, USA. 2013.
- [4] AASHTO. Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide: A Manual of Practice, 2nd Edition. Washington DC, USA. 2014.
- [5] Walubita, L. F., Torres, O. L., Use of Fortgrid Asphalt Geogrids to Improve the Cracking Performance of HMA. Geomatrix, Bogotá. 2016
- [6] Walubita, L.F., Faruk, ANM, Alvarez, AE., Izzo, R., Haggarty, B., & Scullion, T. Laboratory Hot-Mix Asphalt Cracking Testing: Evaluation of Three Repeated Loading Crack Tests. TRR – Journal of the Transportation Research Board, Issue# 2373, Vol. 4, PP 81-88. 2013.
- [7] AASHTO. AASHTO T 321: Determining the Fatigue Life of Compacted Hot-Mix Asphalt (HMA) Subjected to Repeated Flexural Bending. Washington DC, USA. 2014.
- [8] Instituto Nacional de Vías Colombia. Especificaciones Generales de Construcción para Carreteras 2012.
- [9] Prowell, B. Estimate of Fatigue Shift Factors Between Laboratory Tests and Field Performance. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, (2181), 117-124. 2010.
- [10] Chakrabarti et al. Assessment of Shift Factor for Predicting Asphalt Performance on Western Australian Local Roads. Australian Geomechanics, Vol. 50 (1), pp 109-118. 2015.
- [11] Walubita, L.F. Field Condition of TTI Test Sections on US 59, Panola County, Atlanta District, Texas – 5 Years of Service Life after Interlayer and Overlay Construction. Internal TTI Summary Report 409273-00001. TTI, College Station, TX 77843. 2016.
- [12] AASHTO. AASHTO TP 114. Standard Method Of Test For Determining The Interlayer Shear Strength (Iss) Of Asphalt Pavement Layers.