

ANEXOS I

CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS, CEMENTO ASFÁLTICO Y
DISEÑO MARSHALL

PLANTA VAFERCON Y FILLER CHARAJA

CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS

RESUMEN TECNOLÓGICO DE MATERIALES

N° Ensayo	Fecha	Utilización	Referencia	Progresiva	GRAVA Tamaño máximo 3/4" (Vafercom)										Observaciones
					% Que Pasa Por Tamiz										
					1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 16	N° 40	N° 80	N° 200	
1	24-may-16	Estudio	arpeta Asfáltic	Acopio	100	93.8	37.6	13.4	1.4	0.9	0.9	0.9	0.8	0.4	Material de Vafercom
2	24-may-16	Estudio	arpeta Asfáltic	Acopio	100	97.2	41.2	15.2	1.2	0.8	0.8	0.7	0.7	0.5	Material de Vafercom
3	24-may-16	Estudio	arpeta Asfáltic	Acopio	100	93.2	36.8	14.6	1.5	0.9	0.9	0.8	0.8	0.4	Material de Vafercom

RESUMEN ESTADÍSTICO

Numero de Ensayo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Valor Maximo	100.0	97.2	41.2	15.2	1.5	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.5
Valor Minimo	100.0	93.2	36.8	13.4	1.2	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.4	0.4
Valor Promedio	100.0	94.7	38.5	14.4	1.4	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.4
Desviacion Estandar	0.00	2.16	2.34	0.92	0.15	0.06	0.06	0.10	0.06	0.06	0.10	0.06	0.06	0.06

N° Ensayo	Fecha	Utilización	Referencia	Progresiva	GRAVILLA Tamaño Máximo 3/8" (Vafercom)										Observaciones
					% Que Pasa Por Tamiz										
					1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 16	N° 40	N° 80	N° 200	
1	24-may-16	Estudio	arpeta Asfáltic	Acopio	100	100.0	100.0	97.2	24.2	7.8	4.5	2.8	2.2	1.2	Material de vafercom
2	24-may-16	Estudio	arpeta Asfáltic	Acopio	100	100.0	100.0	97.5	24.8	7.3	4.3	3.0	2.1	1.0	Material de vafercom
3	24-may-16	Estudio	arpeta Asfáltic	Acopio	100	100.0	100.0	95.8	22.5	8.2	4.8	2.5	2.3	1.4	Material de vafercom

RESUMEN ESTADÍSTICO

Numero de Ensayo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Valor Maximo	100.0	100.0	100.0	97.5	24.8	8.2	4.8	3.0	2.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
Valor Minimo	100.0	100.0	100.0	95.8	22.5	7.3	4.3	2.5	2.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Valor Promedio	100.0	100.0	100.0	96.8	23.8	7.8	4.5	2.8	2.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Desviacion Estandar	0.00	0.00	0.00	0.91	1.19	0.45	0.25	0.25	0.10	0.20	0.20	0.10	0.20	0.20

N° Ensayo	Fecha	Utilización	Referencia	Progresiva	ARENA TRITURADA (Vafercom)										Observaciones
					% Que Pasa Por Tamiz										
					1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 16	N° 40	N° 80	N° 200	
1	24-may-16	Estudio	arpeta Asfáltic	Acopio	100	100.0	100.0	100.0	99.2	78.2	56.8	25.1	11.8	4.1	Arena triturada (lavada) Vafercom
2	24-may-16	Estudio	arpeta Asfáltic	Acopio	100	100.0	100.0	100.0	99.5	80.2	57.0	24.0	11.0	3.9	Arena triturada (lavada) Vafercom
3	24-may-16	Estudio	arpeta Asfáltic	Acopio	100	100.0	100.0	100.0	99.6	77.5	54.0	26.2	11.9	4.2	Arena triturada (lavada) Vafercom

RESUMEN ESTADÍSTICO

Numero de Ensayo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Valor Maximo	100.0	100.0	100.0	100.0	99.6	80.2	57.0	26.2	11.9	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
Valor Minimo	100.0	100.0	100.0	100.0	99.2	77.5	54.0	24.0	11.0	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
Valor Promedio	100.0	100.0	100.0	100.0	99.4	78.6	55.9	25.1	11.6	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
Desviacion Estandar	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	1.40	1.68	1.10	0.49	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

N° Ensayo	Fecha	Utilización	Referencia	Progresiva	ARENA FILLER (Charaja)										Observaciones
					% Que Pasa Por Tamiz										
					1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 16	N° 40	N° 80	N° 200	
1	24-may-16	Estudio	arpeta Asfáltic	Acopio	100	100.0	100.0	100.0	91.0	74.1	58.8	38.2	26.7	13.2	Material San Jose de Charaja
2	24-may-16	Estudio	arpeta Asfáltic	Acopio	100	100.0	100.0	100.0	92.2	75.2	58.0	38.1	26.6	14.6	Material San Jose de Charaja
3	24-may-16	Estudio	arpeta Asfáltic	Acopio	100	100.0	100.0	100.0	88.8	71.2	55.7	35.0	27.5	12.9	Material San Jose de Charaja

RESUMEN ESTADÍSTICO

Numero de Ensayo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Valor Maximo	100.0	100.0	100.0	100.0	92.2	75.2	58.8	38.2	27.5	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6
Valor Minimo	100.0	100.0	100.0	100.0	88.8	71.2	55.7	35.0	26.6	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9
Valor Promedio	100.0	100.0	100.0	100.0	90.7	73.5	57.5	37.1	26.9	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6
Desviacion Estandar	0.00	0.00	0.00	0.00	1.72	2.07	1.61	1.82	0.49	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91

OBSERVACIONES:

Resumen de ensayos de Granulometria

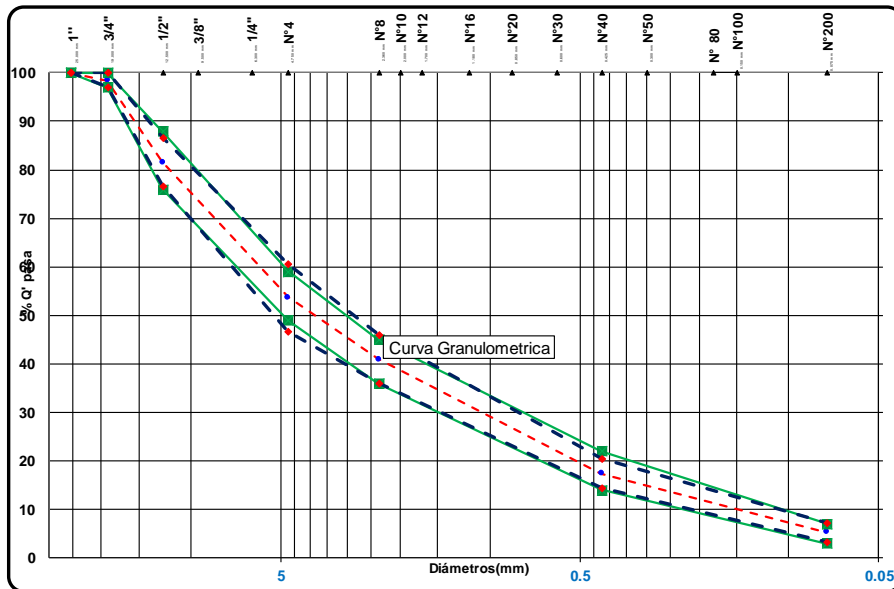


LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
DOSIFICACION TENTATIVA POR TANTEO

PROYECTO :	Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda	REGIST	1
DESCRIPCION :	30% Grava 3/4", 18% Gravilla 3/8", 22% Arena Lavada- Vafercom y 30% Filler de procedencia San jose de Charaja	PROCE	Vafercom y Charaja
REFERENCIA :	MEZCLA ASFALTICA	FECHA	25-may-2016
		REALIZ	Samuel Rocabado

DOSIFICACION DE MATERIALES FAJA "C"
PLANILLA DE GRANULOMETRIA PROYECTADA

AGREGADO		Grava TRIT. 3/4		GRAVA TRIT. 3/8		ARENA TRIT.		ARENA FILLER		% QUE PASA	FAJA		TOLERANCIAS (+/-)	FAJA	
% USADO		30%		18%		22%		30%			CURVA DE TRABAJO			ESPECIF. GRAD. MEDIA	
TAMICES		% TOTAL	% ENC.	% TOTAL	% ENC.	% TOTAL	% ENC.	% TOTAL	% ENC.		INF.	SUP.			INF.
PULG	mm.														
1"	25.40	100.0	30.0	100.0	18.0	100.0	22.0	100.0	30.0	100.0	100	100	□%	100	100
3/4"	19.10	94.7	28.4	100.0	18.0	100.0	22.0	100.0	30.0	98.4	97	100	□%	97	100
1/2"	12.50	38.5	11.6	100.0	18.0	100.0	22.0	100.0	30.0	81.6	77	87	5%	76	88
3/8"	9.50	14.4	4.3	96.8	17.4	100.0	22.0	100.0	30.0	73.7					
#4	4.75	1.4	0.4	23.6	4.2	99.2	21.8	90.7	27.2	53.7	47	61	7%	49	59
#8	2.360	0.9	0.3	7.8	1.4	78.2	17.2	73.5	22.1	40.9	36	46	5%	36	45
#16	1.180	0.9	0.3	4.5	0.8	55.9	12.3	56.8	17.0	30.4					
#40	0.425	0.8	0.2	2.8	0.5	25.1	5.5	37.1	11.1	17.4	14	20	3%	14	22
#80	0.180	0.9	0.3	2.2	0.4	11.6	2.6	26.7	8.0	11.2					
#200	0.075	0.4	0.1	1.2	0.2	4.1	0.9	13.6	4.1	5.3	3	7	2%	3	7



OBSERVACIONES: DISEÑO MARSHALL # 1
 Mezcla: 30% Grava 3/4", 18% Gravilla 3/8", 22% Arena Lavada- Vafercom y 30% Filler de procedencia San jose de Charaja

.....
 Samuel Rocabado C.
 TEC. DE LABORATORIO

.....
 Ing. Luis Vargas Trigo
 INC. LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS
D - 3 TARIJA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN AGREGADOS AASTHO T - 84 Y T-85
ENSAYOS DE SUELOS

PROYECTO:	Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda	DISTRITO:	D-3 TARIJA
PROCEDENCIA:	Material Vafercon y Filler Charaja	FECHA:	26 de mayo de 2016
REFERENCIA:	Material Chancado	PROGRESIVA:	
UTILIZACIÓN:	Diseño Marshall # 1	PROFUNDIDAD:	
REALIZADO	Samuel Rocabado	Nº ENSAYO	1

DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

AASHTO T - 84

Descripcion	Unidad	Arena Chancada	Arena Chancada	PROMEDIO	
Peso Frasco Seco Vacío (u)	grs.	154.8	156.8		
Peso Frasco+Muestra(f)	grs.	466.5	468.6		
Peso Muestra Saturada de Superficie Seca(x=f-u)	grs.	500	500		
Peso Muestra Seca (a)	grs.	490.4	490.5		
Peso Agua (t)	grs.	501.7	498.1		
Peso Muestra + Agua (b)	grs.	813.4	809.9	HORMIGON	ASFALTO
Peso Espec. del Agreg. Seco (a/((x+t)-b))	grs./cm3	2.604	2.606	2.605	
P. E. A. Saturado Sup. Seco(x/((x+t)-b))	grs./cm3	2.655	2.657	2.656	
Peso Especifico Aparente (a/(a+t)-b))	grs./cm3	2.744	2.745	2.745	2.700
% de Absorción ((x-a)/a)*100	%	1.958	1.937	1.958	1.958

DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (AASHTO T-85)

VOLUMEN DESPLAZADO Y GRAVEDAD ESPECIFICA DEL AGREGADO GRUESO

Descripcion	Unidad	Grava 3/4	Grava 3/8	PROMEDIO	
Peso Muestra Saturada de Superf. Seca (e)	grs.	2491	1799		
Peso Material Seco (f)	grs.	2465	1774		
Peso Muestra + Cesto suspendido en Agua	grs.	1548	1115		
Peso del Cesto suspendido en Agua	grs.	0	0		
Peso Muestra suspendida Agua (g)	grs.	1548	1115	HORMIGON	ASFALTO
Peso Especifico del Agregado Seco (f / (e-g))	grs./cm3	2.614	2.594	2.604	
P.E.A. Saturado de Superficie Seca (e/(e-g))	grs./cm3	2.642	2.630	2.636	
Peso Especifico Aparente (f/ (f-g))	grs./cm3	2.688	2.692	2.690	2.663
% de Absorción ((e-f)/f)*100	%	1.055	1.409	1.267	1.267

DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS



Materiales Descripción	Unidad	Suelto		Varillado		Suelto		Varillado	
		Suelto	Varillado	Suelto	Varillado	Suelto	Varillado		
Tamaño Máx. en plg.ó N° Tamiz	Pulgadas								
Peso recipiente + agregado (j)	grs.								
Peso recipiente (k)	grs.								
Peso del agregado seco (l)=(j-k)	grs.								
Volumen del recipiente (m)	cm3								
Peso Unitario Seco (l/m)	grs./cm3								
PROMEDIO	grs./cm3								

OBSERVACIONES Material de Mezcla

.....
 Samuel Rocabado
 TEC. DE LABORATORIO

.....
 TEC. DE LABORATORIO

.....
 Ing Luis Vargas Trigo
 RESP. DEL LAB. DE SUELOS Y ASFALTOS

	SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS D - 3 TARIJA LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES				
	ENSAYO DESGASTE LOS ANGELES AASHTO T - 96				
	PROYECTO:	Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda		DISTRITO:	D-3 TARIJA
	PROCEDENCIA:	Material Vafercon y Filler Charaja		FECHA:	27-may-2016
	REFERENCIA:	Material Chancado		PROGRESIVA	
UTILIZACION:	Diseño Marshall # 1	PROFUNDIDAD:			

Nº Ensayo	1
-----------	---

DESGASTE LOS ANGELES GRAVA

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)		3,956
DIFERENCIA		1,044

CALCULO:



$\text{Desgaste} = \frac{\text{Diferencia}}{5000} * 100$	20.88 %
--	---------

<u>OBSERVACIONES:</u>

.....
Trinidad Aiza
TEC. DE LABORATORIO

.....
TEC. DE LABORATORIO

.....
Ing. Luis Vargas Trigo
RESP. DEL LAB. DE SUELOS Y ASFALTOS

	SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS D - 3 TARIJA LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES				
	ENSAYO DESGASTE LOS ANGELES AASHTO T - 96				
	PROYECTO:	Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda		DISTRITO:	D-3 TARIJA
	PROCEDECENCIA:	Material Vafercon y Filler Charaja		FECHA:	27-may-2016
	REFERENCIA:	Material Chancado		PROGRESIVA	
UTILIZACION:	Diseño Marshall # 1	PROFUNDIDAD:			

Nº Ensayo	1
-----------	---

DESGASTE LOS ANGELES GRAVILLA

GRADACION:

C
8

CARGA ABRASIVA CON:

Esferas a 32,5 RPM 500 Revoluciones

PORCIONES DE MUESTRA:

PASADO	RETENIDO	CANTIDAD TOMADA
3/8	1/4	2500
1/4	4	2500
RETENIDO TAMIZ DE CORTE Nº 12 (1,7 mm)		3.802

DIFERENCIA	1.198
-------------------	--------------

CALCULO:

$\text{Desgaste} = \frac{\text{Diferencia}}{5000} * 100$	23.96 %
--	----------------

OBSERVACIONES:	Las muestras fueron proporcionadas por los tecnicos del proyecto

.....
Trinidad Aiza
TEC. DE LABORATORIO

.....
TEC. DE LABORATORIO

.....
Ing Luis Vargas Trigo
RESP. DEL LAB. DE SUELOS Y ASFALTOS



SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS

D - 3 TARIJA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DURABILIDAD (AASHTO T-104) METODO DE LOS SULFATOS



PROYECTO:	Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda	DISTRITO:	D-3 (TARIJA)
PROCEDENCIA:	Material Vafercon y Filler Charaja	FECHA:	26 de mayo de 2016
REFERENCIA:	Material Chancado	PROGRESIVA:	
UTILIZACIÓN:	Diseño Marshall # 1	PROFUNDIDAD:	
REALIZADO	Samuel Rocabado	Nº ENSAYO	1

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.)				
2	2	1	100.0	0.0	0.0				
1	1	3/4"	98.4	1000.0	992.6	7.4	16.8	0.74	0.12
3/4"	3/4"	1/2"	81.6	1000.0	994.5	5.5	7.9	0.55	0.04
1/2"	1/2"	3/8"	73.7	500.0	493.6	6.4	20.0	1.28	0.26
3/8"	3/8"	Nº 4	53.7	500.0	490.0	10.0	53.7	2.00	1.07
Nº 4	Nº 4	Nº 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00
Nº 10	Nº 10								

TOTAL % PERDIDA DE PESO

1.50

MÁXIMO

12.00

Cinco ciclos

Obs.

Material para Mezcla 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	53.7	100.0	92.2	7.8	12.8	7.80	1.00
Nº 4	Nº 4	Nº 8	40.9	100.0	93.5	6.5	10.5	6.50	0.68
Nº 8	Nº 8	Nº 16	30.4	100.0	90.2	9.8	13.0	9.80	1.27
Nº 16	Nº 16	Nº 40	17.4	100.0	91.0	9.0	6.2	9.00	0.56
Nº 40	Nº 40	Nº 80	11.2	100.0	88.2	11.8	11.2	11.80	1.32
Nº 80	Nº 80								

TOTAL % PERDIDA DE PESO

3.84

MÁXIMO

12.00

Cinco ciclos

Obs.

Material para Mezcla Asfáltica

.....
Samuel Rocabado
TECNICO DE LABORATORIO

.....
TECNICO DE LABORATORIO

.....
Ing. Luis Vargas Trigo
RESP. DE LAB. DE SUELOS Y ASFALTOS



SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS
D - 3 TARIJA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
LAMINARIDAD

PROYECTO:	Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda	DISTRITO:	D-3 TARIJA
PROCEDENCIA:	Material Vafercon y Filler Charaja	FECHA:	26-may.-16
REFERENCIA:	Material Chancado	PROGRESIVA:	
UTILIZACIÓN:	Diseño Marshall # 1	PROFUNDIDAD:	
REALIZADO	Trinidad Aiza	ENSAYO:	1

MATERIAL	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Partículas Laminares (gr)	% Retenido Partículas Laminares
3/4"	1000	26.0	2.60
Peso Total de la Muestra	1000		
(% Total de Partículas Laminares (Máximo 15%))			2.60

MATERIAL	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Partículas Laminares (gr)	% Retenido Partículas Laminares
3/8"	700	36.0	5.14
Peso Total de la Muestra	700		
(% Total de Partículas Laminares (Máximo 15%))			5.14

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

Trinidad Aiza
 TEC. DE LABORATORIO

TEC. DE LABORATORIO

Ing Luis Vargas Trigo
 RESP. DEL LAB. DE SUELOS Y ASFALTOS



SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS
D - 3 TARIJA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
CHATAS Y ALARGADAS

PROYECTO:	Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda	DISTRITO:	D- 3 TARIJA
PROCEDENCIA:	Material Vafercon y Filler Charaja	FECHA:	19-nov.-12
REFERENCIA:	Material Chancado	PROGRESIVA:	
UTILIZACIÓN:	Diseño Marshall # 1	PROUNDIDAD:	
REALIZADO	Trinidad Aiza	ENSAYO:	1

MATERIAL	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Partículas Chatas Alargadas (gr)	% Retenido Partículas Chatas Alargadas
3/4"	1000	26.0	2.60
Peso Total de la Muestra	1000		
(% Total de Partículas Chatas Alargadas (Máximo 10%))			2.60

MATERIAL	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Partículas Chatas Alargadas (gr)	% Retenido Partículas Chatas Alargadas
3/8"	700	20.0	2.86
Peso Total de la Muestra	700		
(% Total de Partículas Chatas Alargadas (Máximo 10%))			2.86

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

.....
 Trinidad Aiza
 TEC. DE LABORATORIO

.....
 TEC. DE LABORATORIO

.....
 RESP. DEL LAB. DE SUELOS Y ASFALTOS



SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS

D - 3

CLASIFICACIÓN DE SUELOS / AASHTO M 145

Proyecto	Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda				
Material	Material Chancado	Destino (Km.)	Diseño Marshall # 1	Nº Ensayo	1
Profundidad (m.)		Estructura		Fecha	26-may.-2016
Origen (Km.)	Material Vifercon y Filler Charaja	Pozo(Km.)		Realizado	Samuel Rocabado

CALCULADO: Carlos Alberto Varas

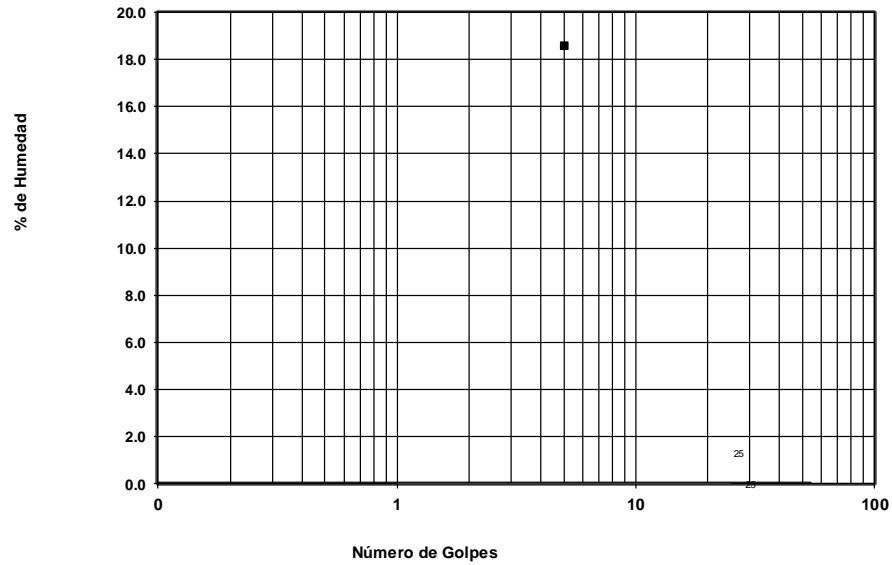
LIMITES DE ATTERBERG (Límite Líquido) AASHTO T- 89

Nº Tara	Peso Suelo Hum.+Tara	Peso Suelo Seco+Tar	Peso agua	Peso Tara	Peso Suelo Seco	% de hum.	Nº de Golpes
2	45.56	41.88	3.68	22.09	19.79	18.60	5

LIMITES DE ATTERBERG (Límite Plástico) AASHTO T-90

							N.P.
--	--	--	--	--	--	--	------

LÍMITE LÍQUIDO



OBSERVACIONES.- Material de Mezcla de Agregados

Límite Líquido	#¿NOMBRE?	Límite Plástico	N.P.	Índice de plasticidad	0.0	CLASIFICACIÓN AASHTO M 145	
						AASHTO	A- 1a(0)
Coefficiente de uniformidad	47.50	D ₆₀ =	D ₃₀ =	8.47	D ₁₀ =	0.58	Unificada

.....
Samuel Rocabado
TEC. DE LABORATORIO

.....
TEC. DE LABORATORIO

.....
RESP. DEL LAB. DE SUELOS Y ASFALTOS



SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS
D - 3 TARIJA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
CARAS FRACTURADAS

PROYECTO:	Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda	DISTRITO:	D-3 (TARIJA)
PROCEDENCIA:	Material Vafercon y Filler Charaja	FECHA:	26-may.-16
REFERENCIA:	Material Chancado	PROGRESIVA:	
UTILIZACIÓN:	Diseño Marshall # 1	PROFUNDIDAD:	
REALIZADO	Trinidad Aiza	Nº ENSAYO	1

ENSAYO	Lecturas			Promedio	
	1	2	3		
ENSAYO Nº	1	2	3		
PESO TOTAL (grs.) (a)	1000				
PESO RETENIDO TAMIZ Nº 8 (grs.) (b)	922				
CARAS NO FRACTURADAS (grs.) (a-b)	78				
% Caras Fracturadas = (b/a)*100	92.20			92.2	> 75

OBSERVACIONES: Material de Mezcla

ENSAYO	Lecturas			Promedio	Especificación
	1	2	3		
ENSAYO Nº	1	2	3		
PESO TOTAL (grs.) (a)	700				
PESO RETENIDO TAMIZ Nº 8 (grs.) (b)	602.0				
CARAS NO FRACTURADAS (grs.) (a-b)	98.0				
% Caras Fracturadas = (b/a)*100	86.00			86.0	> 75

OBSERVACIONES: Material de Mezcla

.....
 Trinidad Aiza
TECNICO DE LABORATORIO

.....
TEC. DE LABORATORIO

.....
 Ing Luis Vargas Trigo
RESP. DEL LAB. DE SUELOS Y ASFALTOS



SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS
D - 3 TARIJA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
EQUIVALENTE DE ARENA (AASHTO T - 176)



PROYECTO:	Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda	DISTRITO:	D-3 TARIJA
PROCEDENCIA:	Material Vafercon y Filler Charaja	FECHA:	26-may.-16
REFERENCIA:	Material Chancado	PROGRESIVA:	
UTILIZACIÓN:	Diseño Marshall # 1	PROFUNDIDAD:	
REALIZADO	Samuel Rocabado	Nº ENSAYO	1

ENSAYO	Lecturas			Promedio		
	1	2	3			
ENSAYO Nº	1	2	3			
LECTURA NIVEL SUPERIOR	6	5.8				
LECTURA NIVEL INFERIOR	3.4	3.4				
% DE ARENA	56.67	58.62		57.6	>	45

OBSERVACIONES:

ENSAYO	Lecturas			Promedio		
	1	2	3			
ENSAYO Nº						
LECTURA NIVEL SUPERIOR						
LECTURA NIVEL INFERIOR						
% DE ARENA						

OBSERVACIONES:

.....
Samuel Rocabado
TEC. DE LABORATORIO

.....
TEC. DE LABORATORIO

.....
Ing Luis Vargas Trigo
RESP. DE LAB. DE SUELOS Y ASFALTOS

CARACTERIZACIÓN DEL CEMENTO ASFÁLTICO



SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS

D - 3 TARIJA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYOS AL CEMENTO ASFALTICO (AASHTO M-20)

PROYECTO:	Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda	DISTRITO:	D - 3 (Tarija)
PROCEDENCIA:	Brasil	FECHA DE REALIZACION	lunes, 30 de mayo de 2016
REFERENCIA:	Asfalto 85-100		
UTILIZACIÓN:	Diseño de Marshall	Nº ENSAYO	1 - 1
REALIZADO	Samuel Rocabado		

MUESTRA ORIGINAL

AASHTO T - 84

ENSAYO	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Promedio	Especificaciones	
					Mínimo	Máximo
Peso Picnómetro	grs.	63.02	63.0			
Peso Picnómetro + Agua (25°C)	grs.	132.3	132.3			
Peso Picnómetro + Muestra	grs.	110.2	105.7			
Peso Picnómetro + Agua + Muestra	grs.	133.25	133.1			
Peso Especifico	grs./cm ³	1.018	1.016	1.017	1	1.05
Punto de Inflamación AASHTO T-48	°C	>254	>253	>263	>232	
Ductilidad a 25°C AASHTO T-51	cm.			No se realizo	75	
Penetración a 25°C, 100s. 5seg. (0.1mm) AASHTO T-49	Lectura Nº1	89	90			
	Lectura Nº2	90	88			
	Lectura Nº3	90	89			
	Promedio	mm.	89.7	89.0	89.3	85
Viscosidad Saybolt 135 °C AASHTO T-72	seg.	148.0	145.0	146.5	85	
Ensayo de la mancha				No se realizo	NEGATIVO	
Solubilidad de Tricloroetileno (g/100g+6%) AASHTO T-44	%			No se realizo	99	
Penetración al residuo de perdida por calentamiento % del original	%			No se realizo	50	
Solvente gasolina standart				No se realizo	NEGATIVO	
Solvente gasolina-xilol, % xilol				No se realizo	NEGATIVO	
Solvente heptano-xilol, % xilol				No se realizo	NEGATIVO	
Perdida por calentamiento	%			No se realizo		1
Ensayo de película delgada en horno, 32 mm, 163°C, 5 hr				No se realizo		
* Pérdida en masa	%			No se realizo		
* Penetración del residuo, penetración original	%			No se realizo	47	
Porcentaje de agua	%			No se realizo		0.2
Indice de susceptibilidad térmica				No se realizo	-1	1
Punto de ablandamiento	°C	47.0	46.0	47	43	53

OBSERVACIONES

Muestra de Turriles - Planta de Charaja - DISEÑO # 1

Samuel Rocabado
TECNICO DE ASFALTOS

TECNICO DE LABORATORIO

Ing Luis Vargas Trigo
RESP. DE LAB. DE SUELOS Y ASFALTOS



SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS

D - 3 TARIJA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

RELACION VISCOSIDAD - TEMPERATURA (AASHTO T- 72)

PROYECTO:	Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda	DISTRITO:	Diseño de Marshall
PROCEDENCIA:	Brasil	FECHA :	lunes, 30 de Mayo de 2016
REFERENCIA:	Asfalto 85-100	PROGRESIVA:	
UTILIZACIÓN:	Diseño de Marshall	Nº Ensayo	1 - 1

REALIZADO= **Samuel Rocabado**

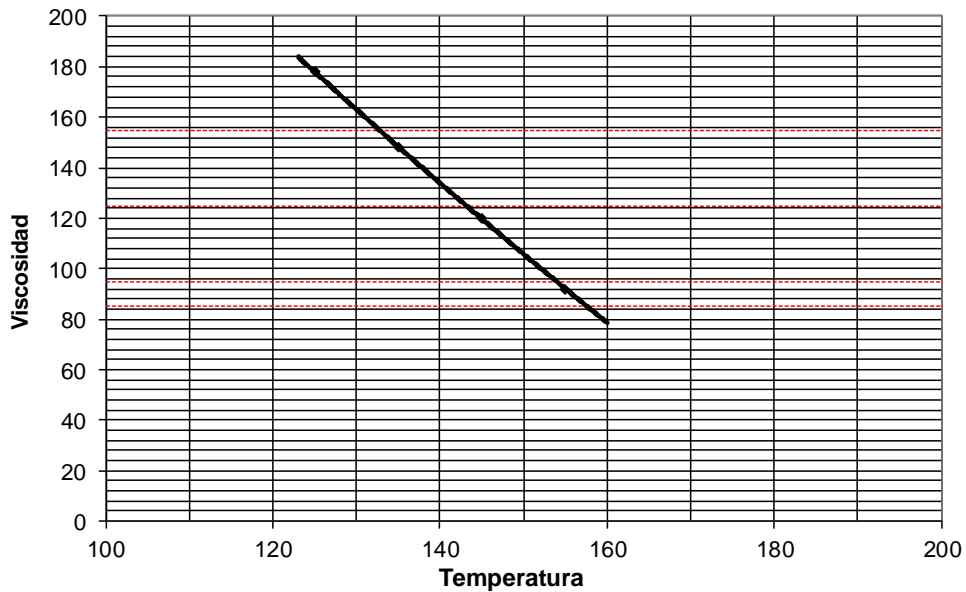
VISCOSIDAD - TEMPERATURA DE CEMENTO ASFALTICO

Punto	Temperatura	Viscosidad
1	125	178
2	135	148
3	145	120
4	155	92

a).- **Aplicacion.-** Especific: Viscosidad 85 - 95 Saybolt Furol
Temperatura 154 y 158 °C

b).- **Compactado** Especific.: Viscosidad 125-155 Saybolt Furol
Temperatura 133 y 143 °C

TEMPERATURA Vs. VISCOSIDAD



OBSERVACIONES:

Muestra de Turriles - Planta de Charaja - DISEÑO # 1

.....
Samuel Rocabado
TEC. DE ASFALTOS

.....
TEC. DE LABORATORIO

.....
Ing. Luis Vargas Trigo
RESP. DEL LAB. DE SUELOS Y MATERIALES

DISEÑO MARSHALL

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL "

Proyecto: Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda

Fecha: 15 de Diciembre de 2016

DISEÑO - MRSH - 01

Pesos Específicos (AASHTO T-100, T-85)		% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20		DOSIFICACION		GRAVA - GARZON	GRAVILLA - GARZON	ARENA CHANCADA - GARZO	FILLER - Charaja
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2.663	gr/cm ³	46.3	Tipo de asfalto AASHTO M 20	85-100			3/4"	3/8"	N°4	N°4
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2.700	gr/cm ³	53.7	P. Especifico Total AASHTO T-228	1.017	% DE AGREGADOS :		30%	18%	22%	30%
P. Esp. Agregado Total (Gag.)	2.683	gr/cm ³	100			ORIGEN AGREGADOS :		CHANCADORA VAFERCON FILLER CHANCADORA SAN JOSE DE CHARAJA			
N° GOLPES:		75									

IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE (gr)	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S. (gr)	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA (gr)	VOLUMEN BRIQUETA (cm3)	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacios			ESTABILIDAD (Lb)				LECT. DIAL	FLUJO 1/100	MEDIA		
		BASE AGREGADO	BASE MEZCLA					REAL (Dr.) (kg/cm3)	PROMEDIO (Dr.m.) (kg/cm3)	MAXIMA TEORICA (kg/cm3)	MEZCLA (Vv)	AGREGADOS (VAM)	LLENOS DE ASFALTO (RBV)	LECT. DIAL	REAL	MEDIA	FACTOR DE CORRECCION (ALTURA) (mm)				MEDIA f.c.	CORREGIDA
1	6.49	5.04	4.80	1193.7	1197.6	680.5	517.1	2.308						146	1650.8		0.965			265	10.4	
2	6.42	5.04	4.80	1194.7	1197.0	676.5	520.5	2.295						134	1538.3		0.983			250	9.8	
3	6.40	5.04	4.80	1190.2	1192.5	673.0	519.5	2.291	2.298	2.487	7.60	18.44	58.81	135	1546.7	1578.6	0.988	0.978	1543.9	230	9.1	9.78
4	6.52	5.60	5.30	1189.3	1194.8	683.5	511.3	2.326						176	1968.0		0.958			280	11.0	
5	6.48	5.60	5.30	1197.0	1199.0	683.5	515.5	2.322						164	1846.1		0.968			300	11.8	
6	6.46	5.60	5.30	1189.0	1192.4	676.5	513.9	2.314	2.321	2.468	5.99	18.08	66.87	183	2038.5	1950.9	0.973	0.966	1884.5	270	10.6	11.15
7	6.51	6.16	5.80	1188.0	1193.0	689.6	503.4	2.360						198	2188.6		0.960			305	12.0	
8	6.49	6.16	5.80	1189.0	1193.6	685.9	507.7	2.342						174	1947.7		0.965			325	12.8	
9	6.44	6.16	5.80	1190.4	1192.7	686.0	506.7	2.349	2.350	2.450	4.07	17.47	76.73	202	2228.4	2121.6	0.978	0.968	2053.7	305	12.0	12.27
10	6.46	6.72	6.30	1193.0	1195.5	689.5	506.0	2.358						168	1886.9		0.973			345	13.6	
11	6.37	6.72	6.30	1187.0	1190.4	685.6	504.8	2.351						178	1988.2		0.995			350	13.8	
12	6.33	6.72	6.30	1185.0	1187.0	686.6	500.4	2.368	2.359	2.432	2.99	17.60	83.01	165	1856.3	1910.5	1.005	0.991	1893.3	360	14.2	13.85
13	6.34	7.30	6.80	1184.8	1187.4	685.6	501.8	2.361						150	1702.6		1.003			375	14.8	
14	6.31	7.30	6.80	1180.1	1183.1	681.3	501.8	2.352						162	1825.7		1.011			390	15.4	
15	6.33	7.30	6.80	1183.5	1184.9	681.8	503.1	2.352	2.355	2.414	2.44	18.18	86.60	152	1723.1	1750.5	1.005	1.006	1761.0	380	15.0	15.03

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

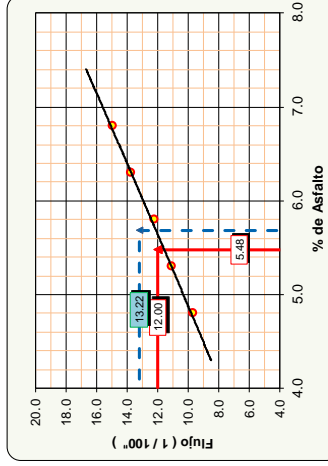
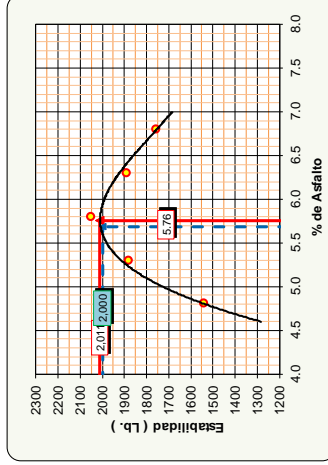
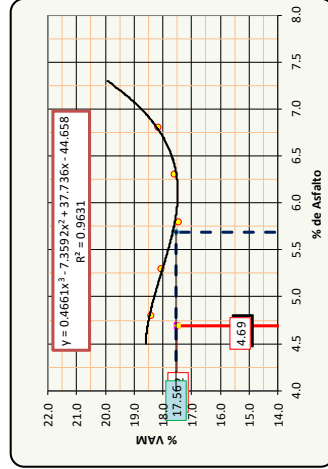
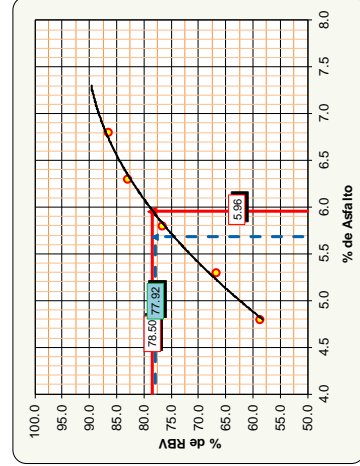
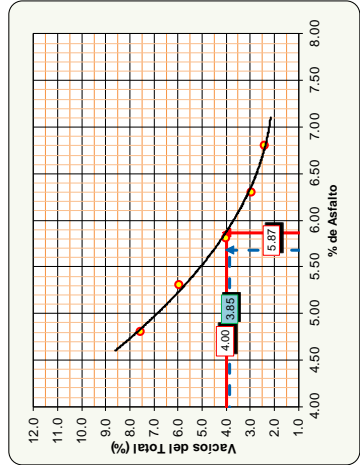
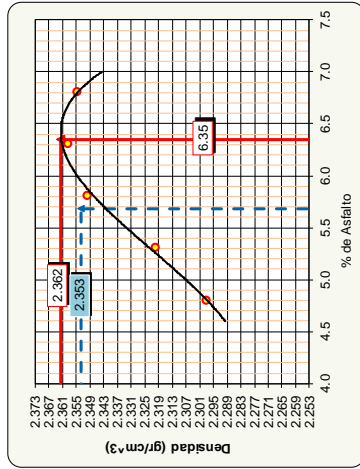
3 - 5 > 15 75 - 82

> 1200 Lb.

8 - 16

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL // CEMENTO ASFALTICO

REGISTRO: **DISEÑO - MRSH - 01**



VALORES		ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO OBTENIDOS DE GRAFICOS	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	6.35	2.362	
% VACIOS	5.87	4.0	3
R.B.V.	5.96	78.5	75
V.A.M	4.69	22.3	15
ESTABILIDAD (Lb)	5.76	2010.5	> 1200Lb. (75 Gg/pegs)
FLUENCIA 1/100"	5.48	12.0	8
PROMEDIO (%)	5.66	Determinación del contenido óptimo de Asfalto Promedio de las Graficas	16

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARSHALL		ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO OPTIMO	VALORES CON EL OPTIMO	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	5.68	2.353	
% VACIOS	5.68	3.85	3
R.B.V.	5.68	77.92	75
V.A.M	5.68	17.56	82
ESTABILIDAD (Lb)	5.68	2000	> 1200 Lb. (75 Gg/pegs)
FLUENCIA 1/100"	5.68	13.22	8
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO	5.7		16

OBSERVACIONES:	
GRAVA - GA3/4"	28.3
GRAMILLA - 19.8"	17.0
ARENA CHANCADA -	20.7
ARENA (filler)	28.3
% ASF. OTP.	5.7
TOTAL	100.0%

Asfalto + 3 % del Optimo de la Mezcla :	Min. 5.5	Max. 5.9
---	-----------------	-----------------

(CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS, CEMENTO ASFÁLTICO Y
DISEÑO MARSHALL)
PLANTA VAFERCON, GAUCHO Y FILLER CHARAJA

CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS



SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS

D - 3 TARIJA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

RESUMEN TECNOLOGICO DE MATERIALES

N° Ensayo	Fecha	Utilización	Referencia	Progresiva	GRAVA Tamaño máximo 3/4" (Gaucho)										Observaciones
					% Que Pasa Por Tamiz										
					1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 16	N° 40	N° 80	N° 200	
20	31-ago-16	Estudio	arpeta Asfáltic	Acopio	100	98.2	17.6	4.4	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	Material Gaucho - Rio Tolomosa
21	31-ago-16	Estudio	arpeta Asfáltic	Acopio	100	96.4	18.3	4.4	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	Material Gaucho - Rio Tolomosa

RESUMEN ESTADISTICO

Numero de Ensayo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Valor Maximo	100.0	98.2	18.3	4.4	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1		
Valor Minimo	100.0	96.4	17.6	4.4	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1			
Valor Promedio	100.0	97.3	17.9	4.4	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1			
Desviacion Estandar	0.00	1.30	0.47	0.04	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04			

N° Ensayo	Fecha	Utilización	Referencia	Progresiva	GRAVILLA Tamaño Máximo 3/8" (Gaucho)										Observaciones
					% Que Pasa Por Tamiz										
					1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 16	N° 40	N° 80	N° 200	
20	31-ago-16	Estudio	arpeta Asfáltic	Acopio	100	100.0	100.0	100.0	31.5	2.5	0.8	0.4	0.3	0.2	Material Gaucho - Rio Tolomosa
21	31-ago-16	Estudio	arpeta Asfáltic	Acopio	100	100.0	100.0	100.0	34.5	3.5	1.1	0.7	0.5	0.3	Material Gaucho - Rio Tolomosa

RESUMEN ESTADISTICO

Numero de Ensayo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Valor Maximo	100.0	100.0	100.0	100.0	34.5	3.5	1.1	0.7	0.5	0.3				
Valor Minimo	100.0	100.0	100.0	100.0	31.5	2.5	0.8	0.4	0.3	0.2				
Valor Promedio	100.0	100.0	100.0	100.0	33.0	3.0	1.0	0.5	0.4	0.2				
Desviacion Estandar	0.00	0.00	0.00	0.00	2.12	0.74	0.22	0.22	0.12	0.05				

N° Ensayo	Fecha	Utilización	Referencia	Progresiva	ARENA TRITURA (Vafercom)										Observaciones
					% Que Pasa Por Tamiz										
					1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 16	N° 40	N° 80	N° 200	
20	31-ago-16	Estudio	arpeta Asfáltic	Acopio	100	100.0	100.0	100.0	99.9	85.2	61.1	31.8	15.3	4.2	Material Gaucho - Rio Tolomosa
21	31-ago-16	Estudio	arpeta Asfáltic	Acopio	100	100.0	100.0	100.0	99.8	83.9	58.0	27.5	12.8	4.7	Material Gaucho - Rio Tolomosa

RESUMEN ESTADISTICO

Numero de Ensayo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Valor Maximo	100.0	100.0	100.0	100.0	99.9	85.2	61.1	31.8	15.3	4.7				
Valor Minimo	100.0	100.0	100.0	100.0	99.8	83.9	58.0	27.5	12.8	4.2				
Valor Promedio	100.0	100.0	100.0	100.0	99.8	84.5	59.5	29.7	14.0	4.5				
Desviacion Estandar	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.93	2.15	3.08	1.75	0.31				

N° Ensayo	Fecha	Utilización	Referencia	Progresiva	ARENA FILLER (Charaja)										Observaciones
					% Que Pasa Por Tamiz										
					1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 16	N° 40	N° 80	N° 200	
20	31-ago-16	Estudio	arpeta Asfáltic	Acopio	100	100.0	100.0	100.0	97.1	75.4	56.9	36.3	25.7	16.6	Material San Jose de Charaja
21	31-ago-16	Estudio	arpeta Asfáltic	Acopio	100	100.0	100.0	100.0	95.8	71.5	54.4	35.4	25.3	15.4	Material San Jose de Charaja

RESUMEN ESTADISTICO

Numero de Ensayo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Valor Maximo	100.0	100.0	100.0	100.0	97.1	75.4	56.9	36.3	25.7	16.6				
Valor Minimo	100.0	100.0	100.0	100.0	95.8	71.5	54.4	35.4	25.3	15.4				
Valor Promedio	100.0	100.0	100.0	100.0	96.4	73.5	55.7	35.9	25.5	16.0				
Desviacion Estandar	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	2.71	1.75	0.66	0.27	0.84				

OBSERVACIONES:

Resumen de ensayos de Granulometria

Samuel Rocabado C.
TEC. LABORATORIO

Ing. Luis Vargas Trigo
ENC. LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

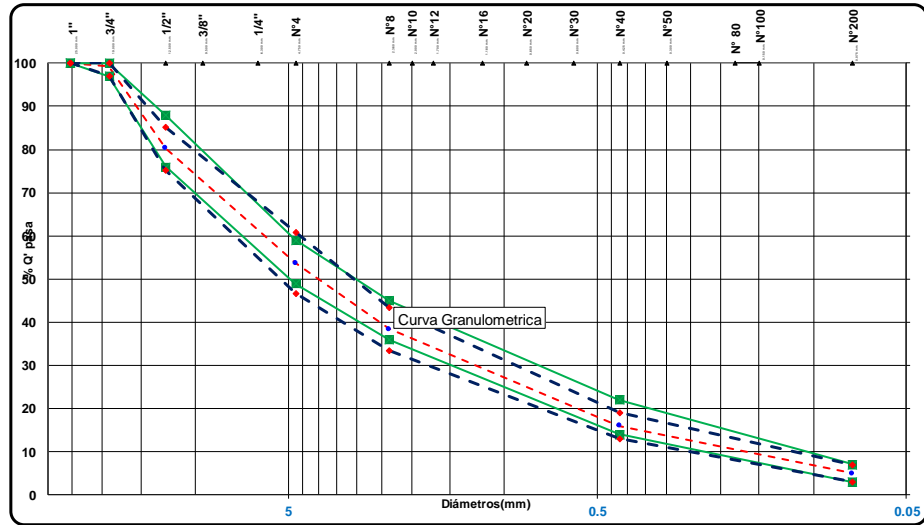


**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
DOSIFICACION TENTATIVA POR TANTEO**

PROYECTO :	Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda	REGISTRO :	2
DESCRIPCION :	24% Grava 3/4" - Gaucho, 14% Gravilla 3/8" - Gaucho, 14% Gravilla 3/8" - Charaja, 24% Arena Triturada - Vafercon y 24% Arena Charaja	PROCEDECENCIA :	CHANCADORA - GAUCHO - CHARAJA
REFERENCIA :	MEZCLA ASFALTICA	FECHA :	1-sep.-2016
		REALIZADO :	Samuel Rocabado

**DOSIFICACION DE MATERIALES FAJA "C"
PLANILLA DE GRANULOMETRIA PROYECTADA**

AGREGADO		Grava - Gaucho		Gravilla - Gaucho		Gravilla - Charaja		Arena - Vafercon		Arena - Charaja		% QUE PASA	FAJA		TOLERANCIAS (+/-)	FAJA	
%USADO		24%		14%		14%		24%		24%			CURVA DE TRABAJO			ESPECIF. GRAD. MEDIA	
TAMICES		%TOTAL	%ENC.	%TOTAL	%ENC.	%TOTAL	%ENC.	%TOTAL	%ENC.	%TOTAL	%ENC.		INF.	SUP.			INF.
PULG	mm.																
1"	25.40	100.0	24.0	100.0	14.0	100.0	14.0	100.0	24.0	100.0	24.0	100.0	100	100	□%	100	100
3/4"	19.10	97.3	23.4	100.0	14.0	100.0	14.0	100.0	24.0	100.0	24.0	99.4	97	100	□%	97	100
1/2"	12.50	17.9	4.3	100.0	14.0	100.0	14.0	100.0	24.0	100.0	24.0	80.3	75	85	□%	75	85
3/8"	9.50	4.4	1.1	100.0	14.0	98.6	13.8	100.0	24.0	100.0	24.0	76.8					
#4	4.75	0.5	0.1	33.0	4.6	14.7	2.1	99.8	24.0	95.8	23.0	53.8	47	61	7%	49	59
#8	2.360	0.4	0.1	3.0	0.4	2.8	0.4	84.5	20.3	71.5	17.2	38.4	39	43	5%	38	45
#16	1.180	0.3	0.1	1.0	0.1	2.1	0.3	59.5	14.3	54.4	13.1	27.9					
#40	0.425	0.3	0.1	0.5	0.1	1.7	0.2	29.7	7.1	35.4	8.5	16.0	18	19	3%	14	22
#80	0.180	0.2	0.1	0.4	0.1	1.4	0.2	14.0	3.4	25.3	6.1	9.7					
#200	0.075	0.1	0.0	0.2	0.0	1.0	0.1	4.5	1.1	15.4	3.7	5.0	3	7	2%	3	7



OBSERVACIONES: DISEÑO MARSHALL # 2
 Mezcla: 24% Grava 3/4" - Gaucho, 14% Gravilla 3/8" - Gaucho, 14% Gravilla 3/8" - Charaja, 24% Arena Triturada - Vafercon y 24% Arena Charaja
 La Gravillas Dosificación en Volumen 1 Chancadora Gaucho y 1 Chancadora Charaja
 La Arenass Dosificación en Volumen 1 Chancadora Gaucho y 1 Chancadora Charaja

.....
 Samuel Rocabado C.
 TEC. DE LABORATORIO

.....
 Ing. Luis Vargas Trigo
 ENC. LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS
D - 3 TARIJA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN AGREGADOS AASTHO T - 84 Y T-85
ENSAYOS DE SUELOS

PROYECTO:	Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda	DISTRITO:	D-3 TARIJA
PROCEDENCIA:	Material Chanc. Gaucho y Charaja	FECHA:	8 de septiembre de 2016
REFERENCIA:	Material Chancado	PROGRESIVA:	
UTILIZACIÓN:	Diseño Marshall # 2	PROFUNDIDAD:	
REALIZADO	Selso Velazques	Nº ENSAYO	2

DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

AASHTO T - 84

Descripcion	Unidad	Arena Chancada	Arena Chancada	PROMEDIO	
Peso Frasco Seco Vacío (u)	grs.	235.5	231.6		
Peso Frasco+Muestra(f)	grs.	422.4	542.5		
Peso Muestra Saturada de Superficie Seca(x=f-u)	grs.	300	500		
Peso Muestra Seca (a)	grs.	297.0	495.4		
Peso Agua (t)	grs.	572.4	573.3		
Peso Muestra + Agua (b)	grs.	759.3	884.2	HORMIGON	ASFALTO
Peso Espec. del Agreg. Seco (a/((x+t)-b))	grs./cm ³	2.626	2.620	2.623	
P. E. A. Saturado Sup. Seco(x/((x+t)-b))	grs./cm ³	2.653	2.644	2.648	2.670
Peso Especifico Aparente (a/(a+t)-b))	grs./cm ³	2.698	2.685	2.691	
% de Absorción ((x-a)/a)*100	%	1.010	0.929	0.969	0.969

DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (AASHTO T-85)

VOLUMEN DESPLAZADO Y GRAVEDAD ESPECIFICA DEL AGREGADO GRUESO (

Descripcion	Unidad	Grava 3/4 - 3/8"	Grava 3/4 - 3/8"	PROMEDIO	
Peso Muestra Saturada de Superf. Seca (e)	grs.	2958	2359		
Peso Material Seco (f)	grs.	2921	2329		
Peso Muestra + Cesto suspendido en Agua	grs.	1824	1456		
Peso del Cesto suspendido en Agua	grs.	0	0		
Peso Muestra suspendida Agua (g)	grs.	1824	1456	HORMIGON	ASFALTO
Peso Especifico del Agregado Seco (f / (e-g))	grs./cm ³	2.576	2.579	2.578	
P.E.A. Saturado de Superficie Seca (e/(e-g))	grs./cm ³	2.608	2.612	2.610	2.638
Peso Especifico Aparente (f/ (f-g))	grs./cm ³	2.663	2.668	2.665	
% de Absorción ((e-f)/f)*100	%	1.267	1.288	1.277	1.277

DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS



Materiales Descripción	Unidad	Suelto		Varillado		Suelto		Varillado	
		Suelto	Varillado	Suelto	Varillado	Suelto	Varillado		
Tamaño Máx. en plg.ó N° Tamiz	Pulgadas								
Peso recipiente + agregado (j)	grs.								
Peso recipiente (k)	grs.								
Peso del agregado seco (l)=(j-k)	grs.								
Volumen del recipiente (m)	cm ³								
Peso Unitario Seco (l/m)	grs./cm ³								
PROMEDIO	grs./cm ³								

OBSERVACIONES Material de Mezcla

Selso Velazques
TEC. DE LABORATORIO

TEC. DE LABORATORIO

ing Luis Vargas Trigo
RESP. DEL LAB. DE SUELOS Y ASFALTOS

	SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS D - 3 TARIJA LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES		
	ENSAYO DESGASTE LOS ANGELES AASHTO T - 96		
PROYECTO:	Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda	DISTRITO:	D-3 TARIJA
PROCEDENCIA:	Material Chanc. Gaucho y Charaja	FECHA:	8-sep-2016
REFERENCIA:	Material Chancado	PROGRESIVA:	
UTILIZACION:	Diseño Marshall # 2	PROFUNDIDAD:	

Nº Ensayo **2**

DESGASTE LOS ANGELES GRAVA

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)		3,901

DIFERENCIA	1,099
-------------------	-------

CALCULO:

$$\text{Desgaste} = \frac{\text{Diferencia}}{5000} * 100$$



21.98 %

OBSERVACIONES:

.....
Sello Velasquez
TEC. DE LABORATORIO

.....
TEC. DE LABORATORIO

.....
Ing Luis Vargas Trigo
RESP. DEL LAB. DE SUELOS Y ASFALTOS

	SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS D - 3 TARIJA LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES		
	ENSAYO DESGASTE LOS ANGELES AASHTO T - 96		
PROYECTO:	Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda	DISTRITO:	D-3 TARIJA
PROCEDENCIA:	Material Chanc. Gaucho y Charaja	FECHA:	8-sep-2016
REFERENCIA:	Material Chancado	PROGRESIVA	
UTILIZACION:	Diseño Marshall # 2	PROFUNDIDAD:	

Nº Ensayo **2**

DESGASTE LOS ANGELES GRAVILLA

GRADACION:

C
8

CARGA ABRASIVA CON:

Esferas a 32,5 RPM
500 Revoluciones

PORCIONES DE MUESTRA:

PASADO	RETENIDO	CANTIDAD TOMADA
3/8	1/4	2500
1/4	4	2500
RETENIDO TAMIZ DE CORTE Nº 12 (1,7 mm)		3,788
DIFERENCIA		1,212

CALCULO:

$$Desgaste = \frac{Diferencia}{5000} * 100$$

24.24 %

OBSERVACIONES:

.....
Trinidad Aiza
TEC. DE LABORATORIO

.....
TEC. DE LABORATORIO

.....
Ing Luis Vargas Trigo
RESP. DEL LAB. DE SUELOS Y ASFALTOS



SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS
D - 3 TARIJA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
DURABILIDAD (AASHTO T-104) METODO DE LOS SULFATOS



PROYECTO:	Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda	DISTRITO:	D -3 (TARIJA)
PROCEDENCIA:	Material Chanc. Gaucho y Charaja	FECHA:	7 de septiembre de 2016
REFERENCIA:	Material Chancado	PROGRESIVA:	
UTILIZACIÓN:	Diseño Marshall # 2	PROFUNDIDAD:	
REALIZADO	Samuel Rocabado	Nº ENSAYO	2

MÉTODO SULFATO DE SODIO
AGREGADO - GRUESO

Granulometría				Peso Materiales		Pérdida 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.)				
2	2	1	100.0	0.0	0.0				
1	1	3/4"	99.4	503.5	500.0	3.5	19.1	0.70	0.13
3/4"	3/4"	1/2"	80.3	400.5	400.0	0.5	3.5	0.12	0.00
1/2"	1/2"	3/8"	76.8	300.0	298.4	1.6	23.0	0.53	0.12
3/8"	3/8"	Nº 4	53.8	300.0	298.7	1.3	53.8	0.43	0.23
Nº 4	Nº 4	Nº 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00
Nº 10	Nº 10								

TOTAL % PERDIDA DE PESO

0.49

MÁXIMO

12.00

Cinco ciclos

Obs.

Material para Mezcla Asfáltica

AGREGADO - FINO

Granulometría				Peso Materiales		Pérdida 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	53.8	300.0	298.7	1.3	15.4	0.43	0.07
Nº 4	Nº 4	Nº 8	38.4	100.0	99.2	0.8	10.5	0.80	0.08
Nº 8	Nº 8	Nº 16	27.9	100.0	99.1	0.9	11.9	0.90	0.11
Nº 16	Nº 16	Nº 40	16.0	100.0	99.4	0.6	6.3	0.60	0.04
Nº 40	Nº 40	Nº 80	9.7	100.0	95.4	4.6	9.7	4.60	0.45
Nº 80	Nº 80								

TOTAL % PERDIDA DE PESO

0.68

MÁXIMO

12.00

Cinco ciclos

Obs.

Material para Mezcla Asfáltica

.....
 Samuel Rocabado
 TECNICO DE LABORATORIO

.....
 TECNICO DE LABORATORIO

.....
 Ing Luis Vargas Trigo
 RESP. DE LAB. DE SUELOS Y ASFALTOS

	SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS D - 3 TARIJA LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES LAMINARIDAD		
	PROYECTO: Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda	DISTRITO:	D-3 TARIJA
PROCEDENCIA: Material Chanc. Gaucho y Charaja	FECHA:	07-sep.-16	
REFERENCIA: Material Chancado	PROGRESIVA:		
UTILIZACIÓN: Diseño Marshall # 2	PROFUNDIDAD:		
REALIZADO	Selso Velasquez	ENSAYO:	2

MATERIAL	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Partículas Laminares (gr)	% Retenido Partículas Laminares
3/4"	1000	71.3	7.13
Peso Total de la Muestra	1000		
(%) Total de Partículas Laminares (Máximo 15%)			7.13


MATERIAL	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Partículas Laminares (gr)	% Retenido Partículas Laminares
3/8"	1000	76.8	7.68
Peso Total de la Muestra	1000		
(%) Total de Partículas Laminares (Máximo 15%)			7.68

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

.....
Selso Velasquez
TEC. DE LABORATORIO

.....
TEC. DE LABORATORIO

.....
Ing Luis Vargas Trigo
RESP. DEL LAB. DE SUELOS Y ASFALTOS

	SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS D - 3 TARIJA LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES CHATAS Y ALARGADAS			
	Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda		DISTRITO:	D-3 TARIJA
PROYECTO:			FECHA:	19-nov.-12
PROCEDENCIA:	Material Chanc. Gaucho y Charaja		PROGRESIVA:	
REFERENCIA:	Material Chancado		PROUNDIDAD:	
UTILIZACIÓN:	Diseño Marshall # 2		ENSAYO:	2
REALIZADO	Selso Velasquez			

MATERIAL	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Partículas Chatas Alargadas (gr)	% Retenido Partículas Chatas Alargadas
3/4"	1000	7.6	0.76
Peso Total de la Muestra	1000		
(% Total de Partículas Chatas Alargadas (Máximo 10%))			0.76

MATERIAL	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Partículas Chatas Alargadas (gr)	% Retenido Partículas Chatas Alargadas
3/8"	1000	9.2	0.92
Peso Total de la Muestra	1000		
(% Total de Partículas Chatas Alargadas (Máximo 10%))			0.92

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

.....
 Selso Velasquez
 TEC. DE LABORATORIO

.....
 TEC. DE LABORATORIO

.....
 Ing Luis Vargas Trigo
 RESP. DEL LAB. DE SUELOS Y ASFALTC



SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS

D - 3

CLASIFICACIÓN DE SUELOS / AASHTO M 145

Proyecto	Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda				
Material	Material Chancado	Destino (Km.)	Disco Marshall # 2	Nº Ensayo	2
Profundidad (m.)		Estructura		Fecha	7-sep.-2016
Origen (Km.)	Material Chanc. Gaucho y Charaja	Pozo(Km.)		Realizado	Selso Velasquez

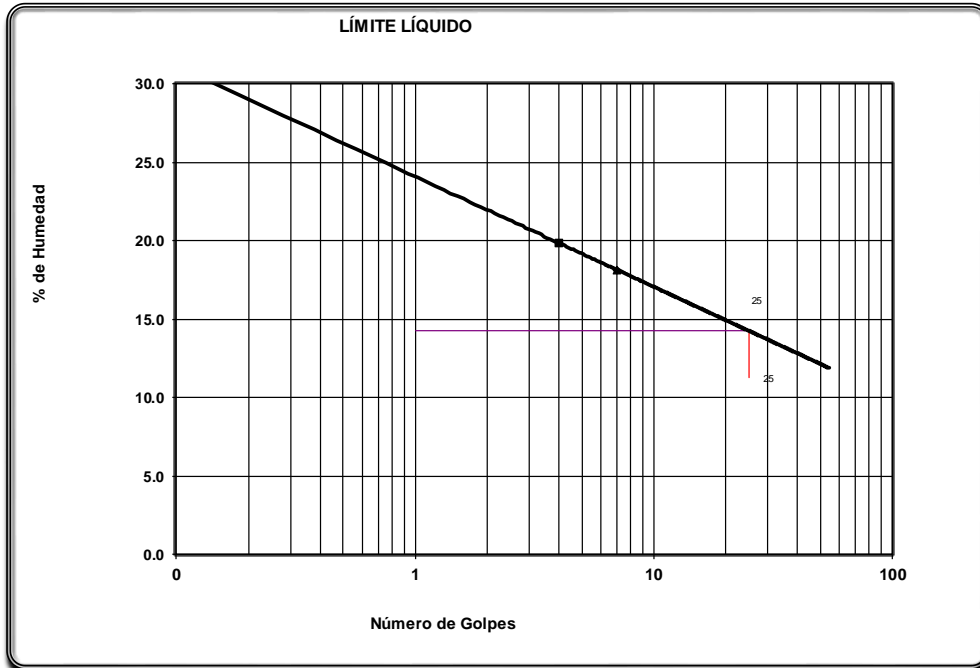
CALCULADO: Carlos Alberto Varas

LIMITES DE ATTERBERG (Límite Líquido) AASHTO T- 89

Nº Tara	Peso Suelo Hum.+Tara	Peso Suelo Seco+Tar	Peso agua	Peso Tara	Peso Suelo Seco	%de hum.	Nº de Golpes
5	39.47	36.59	2.88	22.09	14.50	19.86	4
3	37.75	35.35	2.40	22.13	13.22	18.15	7

LIMITES DE ATTERBERG (Límite Plástico) AASHTO T-90

							N.P.
--	--	--	--	--	--	--	------



OBSERVACIONES.- Material de Mezcla de Agregados

Límite Líquido	14.3		Límite Plástico	N.P.	Índice de plasticidad	0.0	CLASIFICACIÓN AASHTO M 145	
							AASHTO	A - 1a (0)
Coefficiente de uniformidad	47.50	D ₆₀ =	D ₃₀ =	8.47	D ₁₀ =	0.58	Unificada	

.....
Selso Velasquez
TEC. DE LABORATORIO

.....
TEC. DE LABORATORIO

.....
Ing Luis Vargas Trigo
RESP. DEL LAB. DE SUELOS Y ASFALTOS



SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS

D - 3 TARIJA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

CARAS FRACTURADAS

PROYECTO:	Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda	DISTRITO:	D-3 (TARIJA)
PROCEDENCIA:	Material Chanc. Gaucho y Charaja	FECHA:	8-sep.-16
REFERENCIA:	Material Chancado	PROGRESIVA:	
UTILIZACIÓN:	Diseño Marshall # 2	PROFUNDIDAD:	
REALIZADO	Trinidad Aiza	Nº ENSAYO	2

ENSAYO	Lecturas			Promedio	
	1	2	3		
ENSAYO Nº					
PESO TOTAL (grs.) (a)	1000				
PESO RETENIDO TAMIZ Nº 8 (grs.) (b)	956				
CARAS NO FRACTURADAS (grs.) (a-b)	44				
% Caras Fracturadas = (b/a)*100	95.60			95.6	> 75

OBSERVACIONES:

Material de Mezcla

ENSAYO	Lecturas			Promedio	Especificación
	1	2	3		
ENSAYO Nº					
PESO TOTAL (grs.) (a)	1000				
PESO RETENIDO TAMIZ Nº 8 (grs.) (b)	907.0				
CARAS NO FRACTURADAS (grs.) (a-b)	93.0				
% Caras Fracturadas = (b/a)*100	90.70			90.7	> 75



OBSERVACIONES:

Material de Mezcla

.....
Trinidad Aiza
TECNICO LABORATORIO

.....
TEC LABORATORIO

.....
Ing Luis Vargas Trigo
RESP DEL LAB DE SUELOS Y ASFALTO

	SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS D - 3 TARIJA LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES EQUIVALENTE DE ARENA (AASHTO T - 176)	
---	--	---

PROYECTO:	Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda	DISTRITO:	D-3 TARIJA
PROCEDENCIA:	Material Chanc. Gaucho y Charaja	FECHA:	07-sep.-16
REFERENCIA:	Material Chancado	PROGRESIVA:	
UTILIZACIÓN:	Diseño Marshall # 2	PROFUNDIDAD:	
REALIZADO	Selso Velasquez	Nº ENSAYO	2

ENSAYO	Lecturas			Promedio		
ENSAYO Nº	1	2	3			
LECTURA NIVEL SUPERIOR	7.2	5.5	7.1			
LECTURA NIVEL INFERIOR	3.4	3.6	3.4			
% DE ARENA	47.22	65.45	47.89	53.5	>	45


OBSERVACIONES:

ENSAYO	Lecturas			Promedio		
ENSAYO Nº	1	2	3			
LECTURA NIVEL SUPERIOR						
LECTURA NIVEL INFERIOR						
% DE ARENA						

OBSERVACIONES:

<p>.....</p> <p>Selso Velasquez TEC. DE LABORATORIO</p>	<p>.....</p> <p>TEC. DE LABORATORIO</p>	<p>.....</p> <p>Ing Luis Vargas Trigo RESP. DE LAB. DE SUELOS Y ASFALTOS</p>
---	--	--

CARACTERIZACIÓN DEL CEMENTO ASFÁLTICO

	SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS D - 3 TARIJA LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES ENSAYOS AL CEMENTO ASFALTICO (AASHTO M-20)			
	PROYECTO:	Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda	DISTRITO:	D - 3 (Tarija)
	PROCEDENCIA:	Brasil	FECHA DE REALIZACION	martes, 6 de septiembre de 2016
	REFERENCIA:	Asfalto 85-100		
	UTILIZACIÓN:	Diseño de Marshall		
REALIZADO	Samuel Rocabado	Nº ENSAYO	1 - 1	

MUESTRA ORIGINAL

AASHTO T - 84

ENSAYO	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Promedio	Especificaciones	
					Mínimo	Máximo
Peso Pícnómetro	grs.	61.99	62.0			
Peso Pícnómetro + Agua (25°C)	grs.	142.78	142.8			
Peso Pícnómetro + Muestra	grs.	106.92	110.9			
Peso Pícnómetro + Agua + Muestra	grs.	143.33	143.3			
Peso Específico	grs./cm3	1.009	1.007	1.008	1	1.05
Punto de Inflamación AASHTO T-48	°C	>265	>264	>263	>232	
Ductilidad a 25°C AASHTO T-51	cm.			No se realizo	75	
Penetración a 25°C, 100s. 5seg. (0.1mm) AASHTO T-49	Lectura Nº1	93	91			
	Lectura Nº2	95	91			
	Lectura Nº3	91	92			
	Promedio	mm. 93.0	91.3	92.2	85	100
Viscosidad Saybolt 135 °C AASHTO T-72	seg.	157.0	155.0	156.0	85	
Ensayo de la mancha				No se realizo	NEGATIVO	
Solubilidad de Tricloroetileno (g/100g+6%) AASHTO T-44	%			No se realizo	99	
Penetración al residuo de perdida por calentamiento % del original	%			No se realizo	50	
Solvente gasolina standart				No se realizo	NEGATIVO	
Solvente gasolina-xilol, % xilol				No se realizo	NEGATIVO	
Solvente heptano-xilol, % xilol				No se realizo	NEGATIVO	
Perdida por calentamiento	%			No se realizo		1
Ensayo de película delgada en horno, 32 mm, 163°C, 5 hr				No se realizo		
* Pérdida en masa	%			No se realizo		
* Penetración del residuo, penetración original	%			No se realizo	47	
Porcentaje de agua	%			No se realizo		0.2
Índice de susceptibilidad térmica				No se realizo	-1	1
Punto de ablandamiento	°C	43.5	42.5	43	43	53

OBSERVACIONES

Muestra de Turriles - Planta de Charaja - DISEÑO # 2

Samuel Rocabado
TECNICO DE ASFALTOS

TECNICO DE LABORATORIO

Ing Luis Vargas Trigo
RESP. DE LAB. DE SUELOS Y ASFALTOS

			
SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS D - 3 TARIJA LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES RELACION VISCOSIDAD - TEMPERATURA (AASHTO T- 72)			
PROYECTO:	Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda	DISTRITO:	Diseño de Marshall
PROCEDENCIA:	Brasil	FECHA :	martes, 06 de Septiembre de 2016
REFERENCIA:	Asfalto 85-100	PROGRESIVA:	
UTILIZACIÓN:	Diseño de Marshall	Nº Ensayo	1 - 1

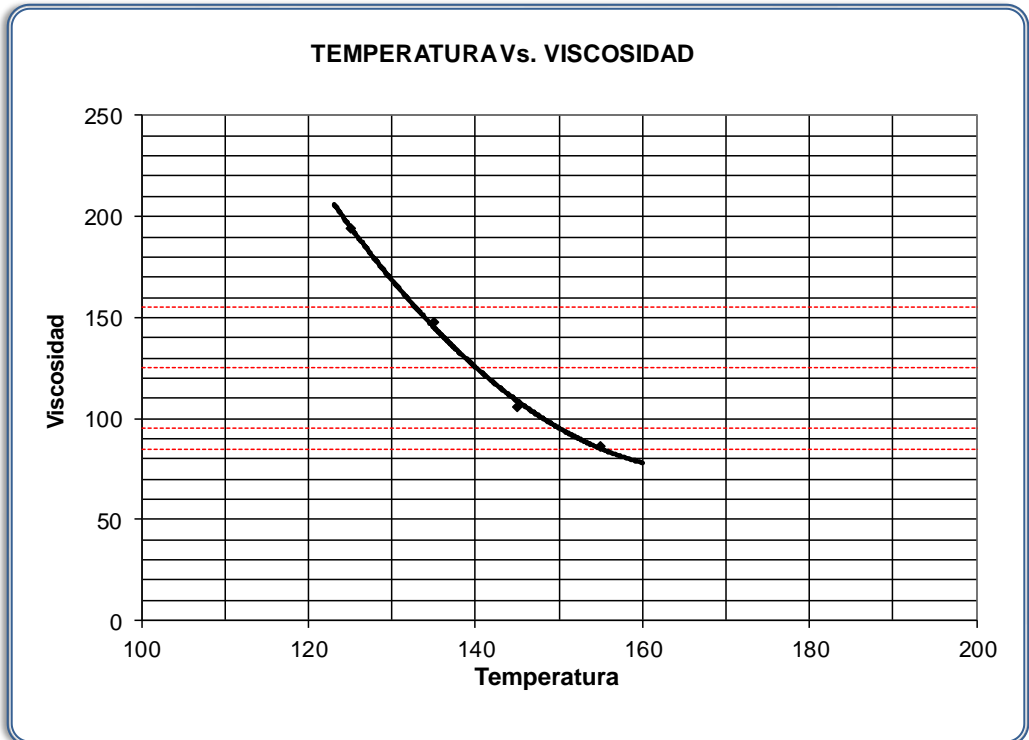
REALIZADO= Samuel Rocabado

VISCOSIDAD - TEMPERATURA DE CEMENTO ASFALTICO

Punto	Temperatura	Viscosidad
1	125	194
2	135	148
3	145	106
4	155	86

a).- **Aplicacion.-** Especific: Viscosidad 85 - 95 Saybolt Furol
 Temperatura 151 y 155 °C

b).- **Compactado** Especific.: Viscosidad 125-155 Saybolt Furol
 Temperatura 132 y 140 °C



OBSERVACIONES: Muestra de Turries - Planta de Charaja - DISEÑO # 2

.....
 Samuel Rocabado
 TEC. DE ASFALTOS

.....
 TEC. DE LABORATORIO

.....
 Ing Luis Vargas Trigo
 RESP. DEL LAB. DE SUELOS Y MATERIALES

DISEÑO MARSHAL



LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL "

Proyecto: Asfaltado Tolomosa - Pampa Redonda

Fecha: 6 de Septiembre de 2016

DISEÑO - MRSH - 02

Pesos Especificos (AASHTO T-100, T-85)		% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20		DOSIFICACION				GRAVA - Vafercon	TRAVILLA - Vargas y Charaja	ARENA CHANCADA - Vaferco	ARENA - Vargas - Charaja
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2.638	gr/cm ³	46.2	Tipo de asfalto AASHTO M20	85-100	% DE AGREGADOS :				3/4"	3/8"	N°4	N°4
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2.670	gr/cm ³	53.8	P. Especifico Total AASHTO T-228	1.008	ORIGEN AGREGADOS :				24%	28%	24%	24%
P. Esp. Agregado Total (Gag.)	2.655	gr/cm ³	100					Chancadora Gaucho-Vafercon Filler Chancadora San Jose de Charaja					
N° GOLPES:		75		135 °C Compactación									

IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE (gr)	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S. (gr)	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA (gr)	VOLUMEN BRIQUETA (cm3)	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacios			ESTABILIDAD (Lb)					LECT. DIAL	FLUJO 1/100	MEDIA		
		BASE AGREGADO	BASE MEZCLA					REAL (Dr.)	PROMEDIO (Drm.)	MAXIMA TEORICA (kg/cm3)	MEZCLA (Vv)	AGREGADOS (VAM)	LLENOS DE ASFALTO (RBV)	LECT. DIAL	REAL	MEDIA	FACTOR DE CORRECCION (ALTURA)					MEDIA f.c.	CORREGIDA
																	mm						
a	b	c	r	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p							

1	6.88	4.71	4.50	1178.6	1189.0	663.9	525.1	2.245					829	1827.6		0.881			242	9.5		
2	6.72	4.71	4.50	1192.0	1199.6	670.0	529.6	2.251					851	1876.1		0.918			226	8.9		
3	6.75	4.71	4.50	1182.0	1184.6	662.0	522.6	2.262	2.252	2.473	8.93	18.99	52.96	860	930.0	1544.6	0.910	0.903	1394.8	240	9.4	9.29

4	6.71	5.26	5.00	1194.4	1199.9	675.8	524.1	2.279						1045	2303.8		0.920			240	9.4	
5	6.74	5.26	5.00	1190.0	1195.4	677.1	518.3	2.296						1007	2220.0		0.913			260	10.2	
6	6.70	5.26	5.00	1192.8	1198.8	673.3	525.5	2.270	2.282	2.455	7.05	18.36	61.62	1023	2255.3	2259.7	0.923	0.918	2074.4	280	11.0	10.24

7	6.56	5.82	5.50	1187.8	1189.9	677.2	512.7	2.317						1195	2634.5		0.951			306	12.0	
8	6.57	5.82	5.50	1190.0	1192.4	679.8	512.6	2.321						1142	2517.7		0.949			310	12.2	
9	6.63	5.82	5.50	1192.7	1194.0	678.2	515.8	2.312	2.317	2.436	4.90	17.54	72.08	1172	2583.8	2578.6	0.938	0.946	2439.4	300	11.8	12.02

10	6.44	6.38	6.00	1190.7	1193.0	679.5	513.5	2.319						1189	2621.3		0.978			340	13.4	
11	6.62	6.38	6.00	1192.3	1195.6	682.5	513.1	2.324						1130	2491.2		0.939			328	12.9	
12	6.55	6.38	6.00	1190.0	1191.0	677.0	514.0	2.315	2.319	2.418	4.09	17.89	77.16	1223	2696.2	2602.9	0.953	0.956	2488.4	340	13.4	13.23

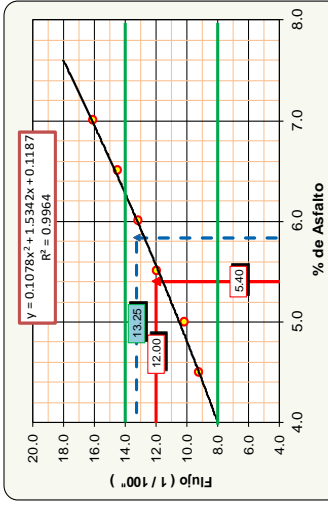
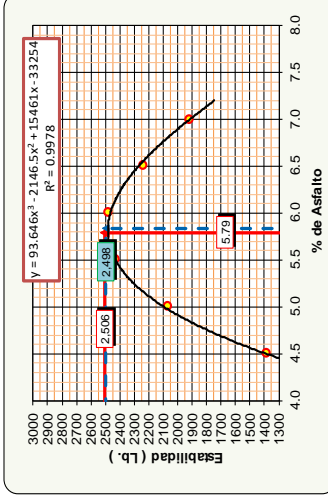
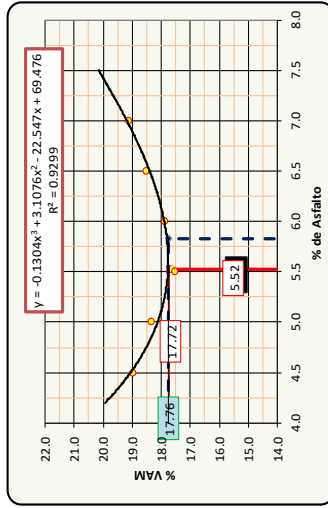
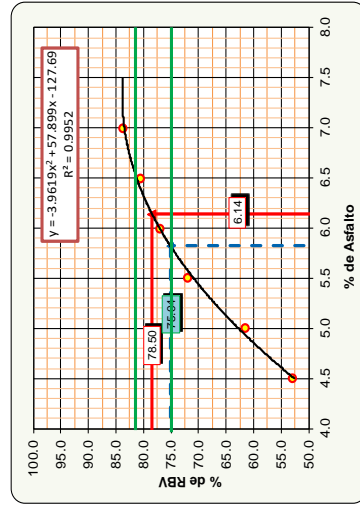
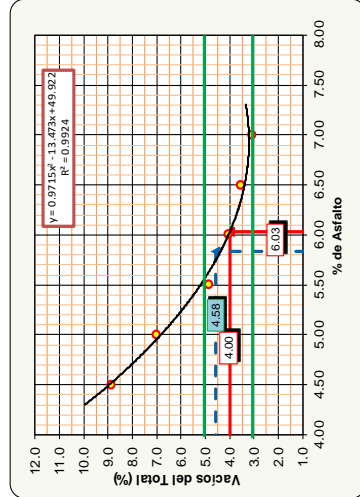
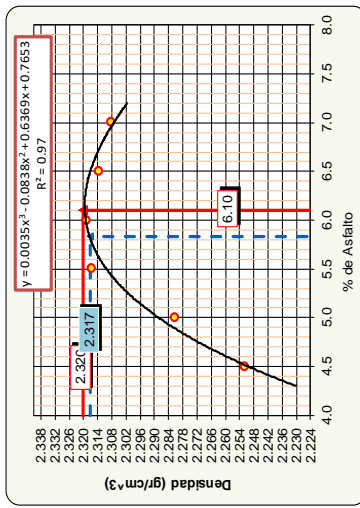
13	6.54	6.95	6.50	1195.8	1196.6	678.5	518.1	2.308						1132	2495.6		0.954			365	14.4	
14	6.47	6.95	6.50	1184.9	1185.7	673.2	512.5	2.312						1029	2268.5		0.970			372	14.6	
15	6.45	6.95	6.50	1187.0	1188.2	676.8	511.4	2.321	2.314	2.400	3.60	18.52	80.55	1000	2204.6	2322.9	0.975	0.966	2243.9	372	14.6	14.55

16	6.54	7.53	7.00	1190.5	1191.5	675.4	516.1	2.307						955	2105.4		0.954			402	15.8	
17	6.56	7.53	7.00	1185.3	1186.8	672.9	513.9	2.306						929	2048.1		0.951			415	16.3	
18	6.60	7.53	7.00	1188.2	1189.6	675.8	513.8	2.313	2.309	2.383	3.11	19.14	83.77	875	1929.0	2027.5	0.943	0.949	1924.1	415	16.3	16.17

OBSERVACIONES ESPECIFICACIONES 3-5 ±15 75-82 ±1200(Lb) 8-16

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL // CEMENTO ASFALTICO

REGISTRO: **DISEÑO - MIRSH - 02**



VALORES		ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CARACTERISTICAS	OBTENIDOS DE GRAFICOS	OBTENIDOS DE VALORES OPTIMOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	6.10	2.320	2.317
% VACIOS	6.03	4.0	4.58
R.B.V.	6.14	78.5	75.04
V.A.M.	5.52	22.3	17.76
ESTABILIDAD (Lb)	5.79	2905.9	2498
FLUENCIA 1/100"	5.40	12.0	13.25
PROMEDIO (%)	5.83	Determinado de contenido optimo de Asfalto Promedio de las Graficas	

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARSHALL		ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CARACTERISTICAS	VALORES CON EL % OPTIMO	OBTENIDOS DE VALORES OPTIMOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	5.83	2.317	2.317
% VACIOS	5.83	4.58	3
R.B.V.	5.83	75.04	75
V.A.M.	5.83	17.76	82
ESTABILIDAD (Lb)	5.83	2498	> 1200 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"	5.83	13.25	8
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO	5.8		

OBSERVACIONES:	
GRAVA - Vol 3/4"	22.6
GRAVILLA - 3/8"	26.4
ARENA CHANCADA -	22.6
ARENA (filler)	22.6
% ASF. OPT.	5.8
TOTAL	100.0%

Asfalto 1.3 % del Optimo de la Mezcla : **Min. 5.7 Max. 6.0**

Ing. Luis Vargas Trigo

RESP. LAB. DE SUELOS Y ASFALTOS

Samuel Poncebado C.

TEC. DE ASFALTOS

ANEXOS II

(CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS, CEMENTO ASFALTICO Y
DISEÑO MARSHALL)

PLANTA LA PINTADA

CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS

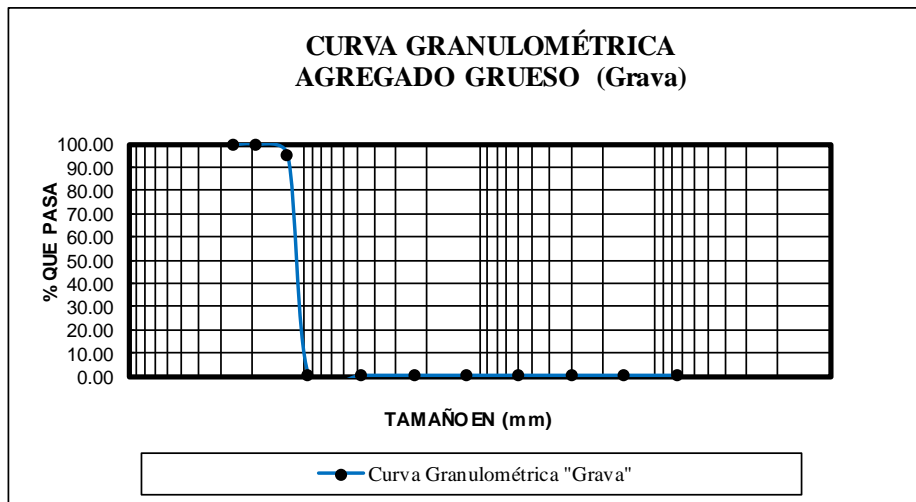
GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO (Grava)

PROYECTO: "Análisis de la Simulación del Ensayo Marshall Mediante la Metodología del Elemento Finito"

ELABORADO POR: Marco Antonio Valda Estrada

FECHA: Abril de 2018

Peso Total (gr.)					3000
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum	% Ret	% que pasa del total
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.0	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.5	138.18	138.18	4.61	95.39
3/8"	9.50	2861.81	2999.99	100.00	0.00
Nº4	4.75	0.00	2999.99	100.00	0.00
Nº8	2.36	0.00	2999.99	100.00	0.00
Nº16	1.18	0.00	2999.99	100.00	0.00
Nº30	0.60	0.00	2999.99	100.00	0.00
Nº50	0.30	0.00	2999.99	100.00	0.00
Nº100	0.15	0.00	2999.99	100.00	0.00
Nº200	0.075	0.00	2999.99	100.00	0.00
BASE	-	0.00	2999.99	100.00	0.00
SUMA		3000.0			
PÉRDIDAS		0.0			
MF =		8.00			



HUMEDAD	
DATO	gr
Peso Muestra Húmeda	4134.00
Peso Muestra seca	4100.80
Peso Agua	33.20
% de Humedad	0.81



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS

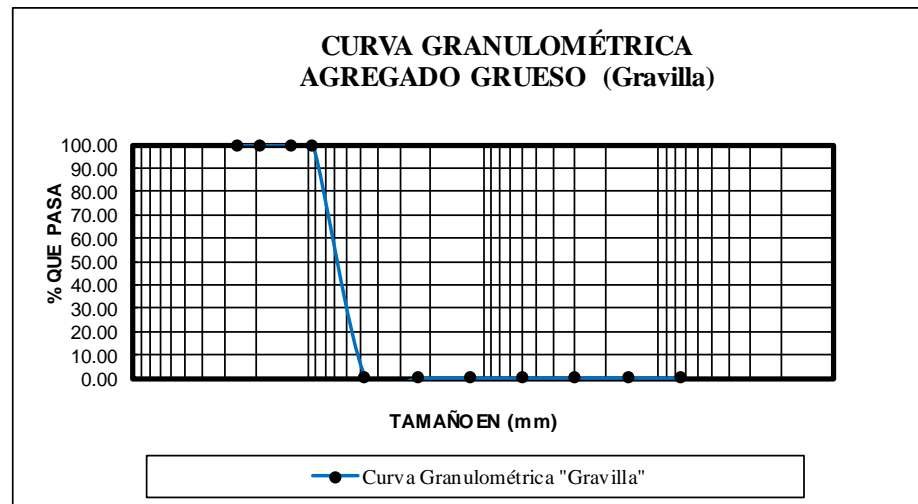
GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO (Gravilla)

PROYECTO: "Análisis de la Simulación del Ensayo Marshall Mediante la Metodología del Elemento Finito"

ELABORADO POR: Marco Antonio Valda Estrada

FECHA: Abril de 2018

Peso Total (gr.)					3000
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum	% Ret	% que pasa del total
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.0	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.5	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	3.60	3.60	0.12	99.88
Nº4	4.75	2995.40	2999.00	99.97	0.03
Nº8	2.36	0.00	2999.00	99.97	0.03
Nº16	1.18	0.00	2999.00	99.97	0.03
Nº30	0.60	0.00	2999.00	99.97	0.03
Nº50	0.30	0.00	2999.00	99.97	0.03
Nº100	0.15	0.00	2999.00	99.97	0.03
Nº200	0.075	0.00	2999.00	99.97	0.03
BASE	-	0.00	2999.00	99.97	0.03
SUMA		2999.0			
PÉRDIDAS		1.0			
MF =		7.00			



HUMEDAD	
DATO	gr
Peso Muestra Húmeda	5336.90
Peso Muestra seca	5268.00
Peso Agua	68.90
% de Humedad	1.31



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS

GRANULOMETRÍA - AGREGADO FINO (Arena)

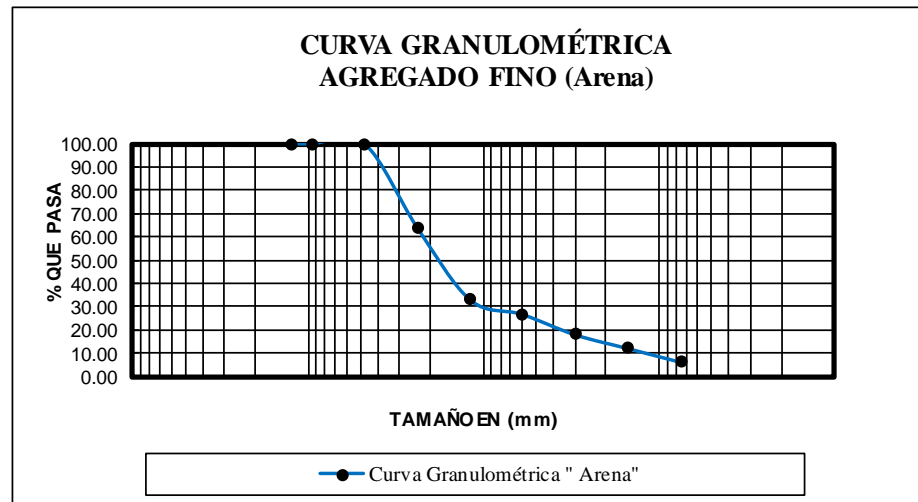
PROYECTO

"Análisis de la Simulación del Ensayo o Marshall Mediante la Metodología del Elemento Finito"

ELABORADO POR: Univ. Marco Antonio Valda Estrada

FECHA: Abril de 2018

Peso Total (gr.)					3000
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum	% Ret	% que pasa del total
1/2	12.5	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº8	2.36	1088.60	1088.60	36.29	63.71
Nº16	1.18	924.20	2012.80	67.09	32.91
Nº30	0.60	182.20	2195.00	73.17	26.83
Nº50	0.30	262.00	2457.00	81.90	18.10
Nº100	0.15	177.80	2634.80	87.83	12.17
Nº200	0.075	176.60	2811.40	93.71	6.29
BASE	-	188.20	2999.60	99.99	0.01
SUMA		2999.6			
PÉRDIDAS		0.4			
MF =		4.40			



HUMEDAD	
DATO	gr
Peso Muestra Húmeda	2321.00
Peso Muestra seca	2224.20
Peso Agua	96.80
% de Humedad	4.35



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO (Grava)

PROYECTO:

"Análisis de la Simulación del Ensayo Marshall Mediante la Metodología del Elemento Finito"

ELABORADO POR:

Marco Antonio Valda Estrada

FECHA: Abril de 2018

MUESTRA N°	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA CON SUP. SECA "B" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA "C" (gr)	PESO ESPECÍFICO A GRANEL (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm ³)	% DE ABSORCIÓN
1	4964.30	5046.20	3050.00	2.49	2.53	2.59	1.65
2	4570.80	4648.40	2797.00	2.47	2.51	2.58	1.70
3	4972.20	5045.30	3047.00	2.49	2.52	2.58	1.47
PROMEDIO				2.48	2.52	2.58	1.61

(B-C) = Este término es la pérdida de peso de la muestra sumergida y significa por lo tanto el volumen de agua desplazado o sea el volumen de la muestra.

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. LABORATORIO DE ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO (Gravilla)

PROYECTO: "Análisis de la Simulación del Ensayo Marshall Mediante la Metodología del Elemento Finito"

Marco Antonio Valda Estrada

ELABORADO POR:

FECHA: Abril de 2018

MUESTRA N°	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA CON SUP. SECA "B" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA "C" (gr)	PESO ESPECÍFICO A GRANEL (gr/cm3)	PESO ESPECÍFICO SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm3)	PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm3)	% DE ABSORCIÓN
1	4935.90	5051.70	3043.00	2.46	2.51	2.61	2.35
2	4930.10	5046.20	3041.00	2.46	2.52	2.61	2.35
3	4928.50	5046.10	3040.00	2.46	2.52	2.61	2.39
PROMEDIO				2.46	2.52	2.61	2.36

(B-C) = Este término es la pérdida de peso de la muestra sumergida y significa por lo tanto el volúmen de agua desplazado o sea el volúmen de la muestra.

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. LABORATORIO DE ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO (Arena)

PROYECTO:

"Análisis de la Simulación del Ensayo Marshall Mediante la Metodología del Elemento Finito"

ELABORADO POR:

Marco Antonio Valda Estrada

FECHA: Abril de 2018

MUESTRA N°	PESO MUESTRA (gf)	PESO DE MATRÁZ (gf)	MUESTRA + MATRÁZ + AGUA (gf)	PESO DEL AGUA AGREGADO AL MATRÁZ "W" (ml) ó (gf)	PESO MUESTRA SECADA "A" (gf)	VOLUMEN DEL MATRÁZ "V" (ml)	P. E. A GRANEL (gr/cm ³)	P. E. SATURADO CON SUP.-SECA (gr/cm ³)	P. E. APARENTE (gr/cm ³)	% DE ABSORCIÓN
1	500	177.4	989.2	311.80	494.50	500.00	2.63	2.66	2.71	1.10
2	500	177.4	988.3	310.90	498.20	500.00	2.63	2.64	2.66	0.36
3	500	177.4	987.4	310.00	498.10	500.00	2.62	2.63	2.65	0.38
PROMEDIO							2.63	2.64	2.67	0.61

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. LABORATORIO DE ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS

PESO UNITARIO - AGREGADO GRUESO

PROYECTO:

"Análisis de la Simulación del Ensayo Marshall Mediante la Metodología del Elemento Finito"

ELABORADO POR: Marco
Antonio Valda Estrada

FECHA: Abril de 2018

MUESTRA N°	PESO RECIPIENTE (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm3)	PESO RECIP. + MUESTRA SUELTA (gr)	PESO MUESTRA SUELTA (gr)	PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm3)
1	8290.00	14000.00	28130.00	19840.00	1.417
2	8290.00	14000.00	28265.00	19975.00	1.427
3	8290.00	14000.00	28190.00	19900.00	1.421
PROMEDIO					1.422

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	8290.00	14000.00	29390.00	21100.00	1.507
2	8290.00	14000.00	29400.00	21110.00	1.508
3	8290.00	14000.00	29140.00	20850.00	1.489
PROMEDIO					1.501

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. LABORATORIO DE ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARJA-BOLIVIA)

LABORATORIO DE ASFALTOS

PROYECTO: "Análisis de la Simulación del Ensayo Marshall Mediante la Metodología del Elemento Finito"

AGREGADO: ARENA

MUESTRA: N°1,2,3

FECHA: Abril de 2018

ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D-2419

N° de Muestra	H ₁	H ₂	Equivalente de Arena (%)
	(cm)	(cm)	
1	9.9	10.60	93.40
2	11.3	12.15	93.00
3	10.8	11.70	92.31
		Promedio	92.90

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

Equivalente de Arena (%)	NORMA
92.90	> 50%

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval

RESP. LABORATORIO DE ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARJA-BOLIVIA)

ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES ASTM C-131

PROYECTO: "Análisis de la Simulación del Ensayo Marshall Mediante la Metodología del Elemento Finito"

AGREGADO: GRAVA

MUESTRA: N°1

FECHA: Abril de 2018

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

GRADACIÓN		A	B	C	D
DIAMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL A EMPLEAR (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"	N°4			2500±10	
N°4	N°8				5000±10
PESO TOTAL		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10
NUMERO DE ESFERAS		12	11	8	6
N° DE REVOLUCIONES		500	500	500	500
TIEMPO DE ROTACION		15	15	15	15

DATOS DE LABORATORIO		
GRADACIÓN A		
PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ	PESO RETENIDO
1 1/2 "	1"	-
1"	3/4"	1666.5
3/4"	1/2"	1666.3
1/2"	3/8"	1666.8

$$\% \text{ DESGASTE} = \frac{P_{INICIAL} - P_{FINAL}}{P_{INICIAL}} * 100$$

GRADACIÓN	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DE DESGASTE	ESPECIFICACION ASTM
A	4999.6	3593.4	28.13	35% MAX



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACH

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARUJA-BOLIVIA)

ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES ASTM C-131

PROYECTO: "Análisis de la Simulación del Ensayo Marshall Mediante la Metodología del Elemento Finito"

AGREGADO: GRAVILLA

MUESTRA: N°1

FECHA: Abril de 2018

Tabla ASTM C-131 de requerimiento según el tamaño de material que se tenga

GRADACIÓN		A	B	C	D
DIAMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL A EMPLEAR (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"	N°4			2500±10	
N°4	N°8				5000±10
PESO TOTAL		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10
NUMERO DE ESFERAS		12	11	8	6
N° DE REVOLUCIONES		500	500	500	500
TIEMPO DE ROTACION		15	15	15	15

DATOS DE LABORATORIO		
GRADACIÓN C		
PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ	PESO RETENIDO
3/8"	1/4"	-
1/4"	N°4	4995.3

$$\% \text{ DESGASTE} = \frac{P_{INICIAL} - P_{FINAL}}{P_{INICIAL}} * 100$$

GRADACIÓN	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DE DESGASTE	ESPECIFICACION ASTM
C	4995.3	3791.5	24.10	35% MAX

CARACTERIZACIÓN DEL CEMENTO ASFÁLTICO



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARJIA-BOLIVIA)

LABORATORIO DE ASFALTOS

ASFALTO:
85/100

MUESTRA N°: 1

FECHA: Abril de 2018

LABORATORISTA:
Marco Antonio Valda Estrada

CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFÁLTICO

TIPO: CEMENTO ASFALTO BETUNEL 85-100

ORIGEN: BRASIL

ENSAYO	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	PROMEDIO	ESPECIFICACIONES	
						Mínimo	Máximo
Peso Picnómetro	grs.	38.0	36.9	38.0			
Peso Picnómetro + Agua (25°C)	grs.	62.7	62.0	62.7			
Peso Picnómetro + Muestra	grs.	55.8	56.5	56.2			
Peso Picnómetro + Agua + Muestra	grs.	62.8	62.3	62.9			
Peso Específico	grs./cm ³	1.003	1.013	1.008	1.008	1	1.05
Punto de Inflamación AASHTO T-48	°C	>280	>290	>295	>288	>232	-
Ductilidad a 25°C AASHTO T-51	cm.	115	105	107	109	>100	-
Penetración a 25°C, 100s. 5seg. (0.1mm) AASHTO T-49	Lectura N°1	92	94	98			
	Lectura N°2	97	93	95			
	Lectura N°3	91	99	92			
	Promedio	mm.	93	95	95	95	85
Viscosidad Cinemática 135 °C	mm ² /s	325	297	318	313	250	-
Ensayo de la mancha					No se realizó	NEGATIVO	
Solvente gasolina standart					No se realizó	NEGATIVO	
Solvente gasolina-xilol, % xilol					No se realizó	NEGATIVO	
Solvente heptano-xilol, % xilol					No se realizó	NEGATIVO	
Ensayo de película delgada en horno					No se realizó		
* Pérdida en masa	%				No se realizó		
* Penetración del residuo, penetració	%				No se realizó	47	
Indice de suceptibilidad térmica					No se realizó	-1	1
Punto de ablandamiento	°C	44.0	47.0	43.0	45	42	53

ENSAYO	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	PROMEDIO	ESPECIFICACIONES	
						Mínimo	Máximo
Peso Picnómetro	grs.	38.0	36.9	38.0			
Peso Picnómetro + Agua (25°C)	grs.	62.7	62.0	62.7			
Peso Picnómetro + Muestra	grs.	55.8	56.5	56.2			
Peso Picnómetro + Agua + Muestra	grs.	62.8	62.3	62.9			
Peso Específico	grs./cm ³	1.003	1.013	1.008	1.008	1	1.05

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. LAB. ASFALTOS -UAJMS

DISEÑO MARSHALL



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE ASFALTOS

TABLA GRANULOMÉTRICA FORMADA - DISEÑO MARSHALL

PROYECTO: "Análisis de la Simulación del Ensayo Marshall Mediante la Metodología del Elemento Finito"

ELABORADO POR: Marco Antonio Valda Estrada

FECHA: Abril de 2018

Tamices	tamaño (mm)	Grava		Gravilla		Arena		Grava		Gravilla		Arena		TOTAL		Especificaciones		
		Peso Ret. a 3000 gr	Peso Ret. a 3000 gr	Peso Ret. a 3000 gr	Peso Ret. a 3000 gr	al 0.25	al 0.00	al 0.00	al 0.00	al 0.25	al 0.00	al 0.00	al 0.00	Ret. Acum	% Ret	% que pasa del total	Mínimo	Máximo
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	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"	19.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	90	100
1/2"	12.5	138.18	0.00	0.00	0.00	34.55	0.00	0.00	0.00	0.00	34.55	0.00	0.00	34.55	1.15	98.85	-	-
3/8"	9.50	2861.81	3.60	0.00	3.60	715.45	0.00	0.00	0.90	0.00	716.35	0.00	0.00	750.90	25.03	74.97	56	80
Nº4	4.75	0.00	2995.40	0.00	2995.40	0.00	0.00	0.00	748.85	0.00	748.85	0.00	0.00	1499.75	50.00	50.00	35	65
Nº8	2.36	0.00	0.00	1088.60	1088.60	0.00	0.00	0.00	0.00	544.30	544.30	0.00	0.00	2044.05	68.15	31.85	23	49
Nº16	1.18	0.00	0.00	924.20	924.20	0.00	0.00	0.00	0.00	462.10	462.10	0.00	0.00	2506.15	83.55	16.45	-	-
Nº30	0.60	0.00	0.00	182.20	182.20	0.00	0.00	0.00	0.00	91.10	91.10	0.00	0.00	2597.25	86.59	13.41	-	-
Nº50	0.30	0.00	0.00	262.00	262.00	0.00	0.00	0.00	0.00	131.00	131.00	0.00	0.00	2728.25	90.96	9.04	5	19
Nº100	0.15	0.00	0.00	177.80	177.80	0.00	0.00	0.00	0.00	88.90	88.90	0.00	0.00	2817.15	93.92	6.08	-	-
Nº200	0.075	0.00	0.00	176.60	176.60	0.00	0.00	0.00	0.00	88.30	88.30	0.00	0.00	2905.45	96.86	3.14	2	8
BASE	-	0.00	0.00	188.20	188.20	0.00	0.00	0.00	0.00	94.10	94.10	0.00	0.00	2999.55	100.00	0.00	-	-
SUMA		3000.0	2999.0	2999.6	2999.6	750.00	749.75	1499.80	2999.5									
PÉRDIDAS		0.0	1.0	0.4														

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
 RESP. LABORATORIO DE SUELOS



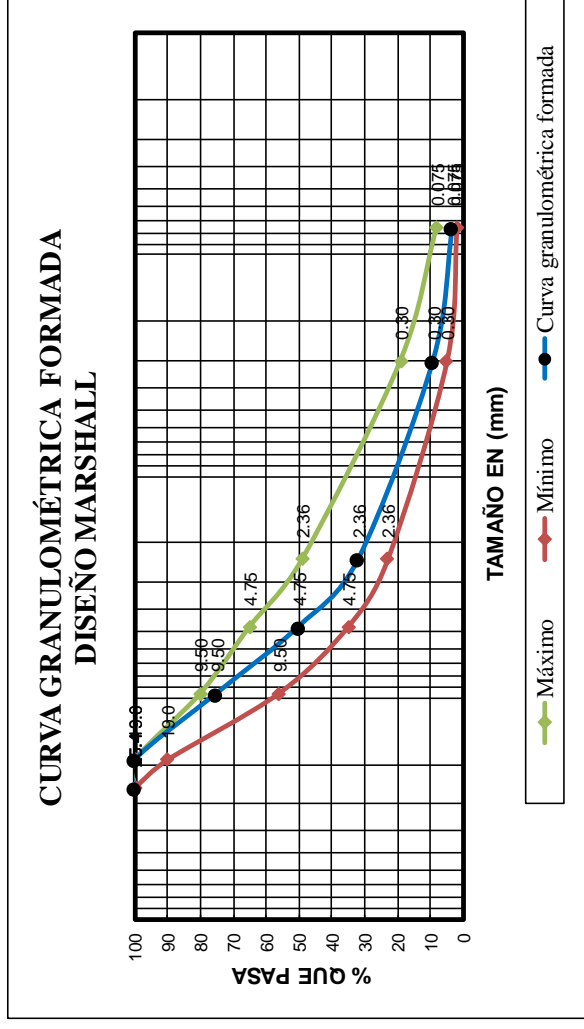
UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS

CURVA GRANULOMÉTRICA FORMADA - DISEÑO MARSHALL

PROYECTO: " Análisis de la Simulación del Ensayo Marshall Mediante la Metodología del Elemento Finito"

ELABORADO POR: Marco Antonio Valda Estrada

FECHA: Abril de 2018





UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS

TABLAS DE CONTENIDO DE LIGANTE SEGÚN LA GRANULOMETRÍA

PROYECTO: "Análisis de la Simulación del Ensayo Marshall Mediante la Metodología del Elemento Finito"

ELABORADO POR: Marco Antonio Valda Estrada

FECHA: Abril de 2018

MEZCLAS EN CALIENTE
TEMPERATURA DE MEZCLADO 160°C

Peso Total de Briqueta (gr)	1200
Ponderación de Grava	0.25
Ponderación de Gravilla	0.25
Ponderación de Arena	0.5

Porcentaje Total de Briqueta	100%
Porcentaje Total de Cemento Asfáltico	X %
Porcentaje Total del Agregado	100 - X %

	PORCENTAJE DE CEMENTO ASFÁLTICO EN LA MEZCLA					
	4.0%	4.5%	5.0%	5.5%	6.0%	6.5%
Porcentaje de Agregado (%)	96.0%	95.5%	95.0%	94.5%	94.0%	93.5%
Peso del Cemento Afáltico (gr)	48.00	54.00	60.00	66.00	72.00	78.00
Peso de Grava (gr)	288.00	286.50	285.00	283.50	282.00	280.50
Peso de Gravilla (gr)	288.00	286.50	285.00	283.50	282.00	280.50
Peso de Arena (gr)	576.00	573.00	570.00	567.00	564.00	561.00
Peso total de la briqueta (gr)	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARJA-BOLIVIA)
LABORATORIO DE ASFALTOS

DISENO DE MEZCLAS ASFALTICAS METODO MARSHALL

TEMPERATURA DE MEZCLADO 160 ° C

FECHA: Abril de 2018

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: ALCALDIA MUNICIPAL TARJA

LABORATORISTA:

PESOS ESPECIFICOS		% de agregad	
Mat. Retenido Tamiz N°4	2.60	50	
Mat. Pasa Tamiz N°4	2.67	50	
Peso Especifico Total	2.63	100	

NUMERO DE GOLPES 75	
CEMENTO ASFALTICO BETUNEL 85-100	10080
PESO ESPECIFICO DEL LIGANTE AASHTO T-228	

Agregado	P. E.	%
Grava	2.58	25
Gravilla	2.61	25
Arena	2.67	50
Filler	0	0

N° de probeta	base Mezcla		base Agregados		Peso Briqueta			Volumen		Densidad Briqueta		% de Vacíos				Estabilidad Marshall				Fluencia			
	%	gms.	%	gms.	seco	sat. Sup. Seca	sumergida en agua	probeta	densidad real	Densidad promedio	densidad maxima teorica	% de vacios mezcla total	V.A.M.(vacios agregado mineral)	R.B.V. (relacion betumen)	lectura del dial	carga	factor de correccion de	Estabilidad real corregida	Estabilidad promedio	lectura dial del flujo	Fluencia real	Fluencia promedio	
1	6.72	1186.4	198.2	673.5	524.7	2.26																	
2	6.70	1192.5	197.5	669.8	527.7	2.26						8.68	17.64	50.78	593	1578.6	0.918	1448.37	1419	220	0.087	0.087	8.53
3	6.64	1193.5	198.0	668.2	529.8	2.25						2.26	2.47		545	1449.4	0.923	1337.03		200	0.079	0.091	
4	6.70	1193.5	195.6	676	519.6	2.30						6.52	16.76	61.09	591	1573.2	0.936	1472.07		230	0.091		
5	6.58	1192.5	194.6	675.6	519.0	2.30						2.29	2.45		725	1934.1	0.923	1784.47		225	0.0886		
6	6.59	1194.0	198.2	676.2	522.0	2.29									744	1985.2	0.947	1879.81		220	0.0827		8.73
7	6.64	1194.2	198.2	683.5	514.7	2.32									703	1874.8	0.945	1771.7		230	0.0906		
8	6.58	1188.0	192.2	678.2	514.0	2.31						4.93	16.42	69.97	828	2211.4	0.936	2069.22		220	0.0866		
9	6.52	1190.2	194.5	680.5	514.0	2.32									895	2391.8	0.947	2264.83		240	0.0945		9.06
10	6.48	1188.6	192.6	688.4	504.2	2.36									812	1688.3	0.958	2077.48		230	0.0906		
11	6.58	1184.6	188.2	681.6	506.6	2.34						3.28	16.04	79.56	954	2550.7	0.968	2467.81		245	0.0965		
12	6.55	1190.0	192.2	679.2	513.0	2.32									912	2437.6	0.947	2308.18		255	0.1004		9.97
13	6.50	1189.5	192.2	679	513.2	2.32									937	2504.9	0.953	2385.95		260	0.1024		
14	6.45	1185.2	192.6	678.6	514.0	2.31						3.59	17.36	79.31	865	2311.1	0.963	2224.59		290	0.1142		10.04
15	6.47	1187.1	190.2	678	512.2	2.32									898	2399.9	0.975	2339.92		220	0.0965		
16	6.47	1176.2	180.4	670.2	510.2	2.31									821	2192.6	0.970	2126.79		230	0.0906		
17	6.42	1180.2	182.6	672.2	510.4	2.31						3.08	17.97	82.88	753	2009.5	0.970	1949.17		295	0.1161		
18	6.38	1183.6	184.9	672.5	512.4	2.31									678	1807.5	0.983	1775.87		1780	305	0.1201	11.94
		minimo									3	15	75	75	611	1627.1	0.993	1614.88		1200	310	0.1220	8
		maximo									5	-	82	82									16

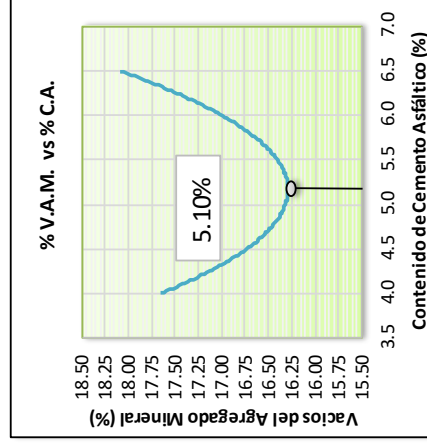
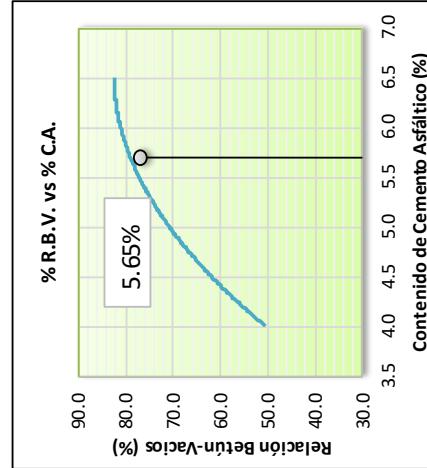
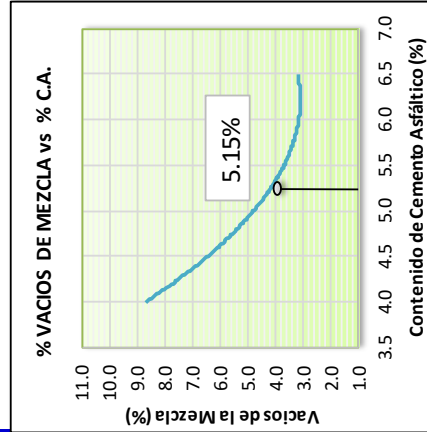
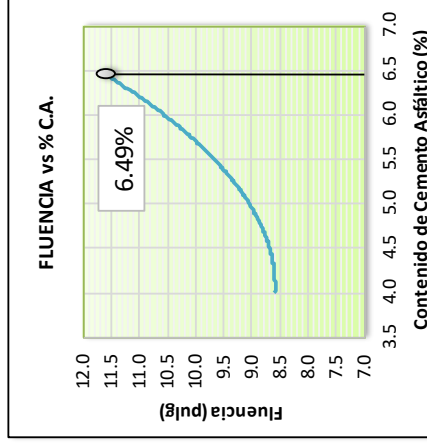
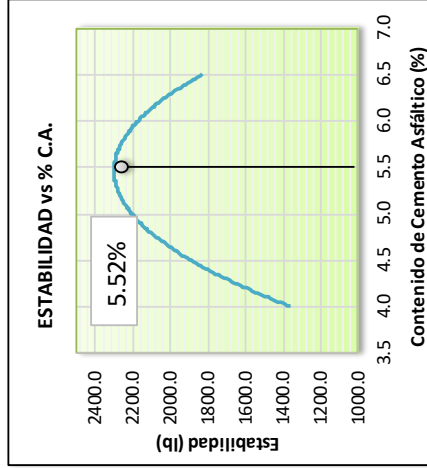
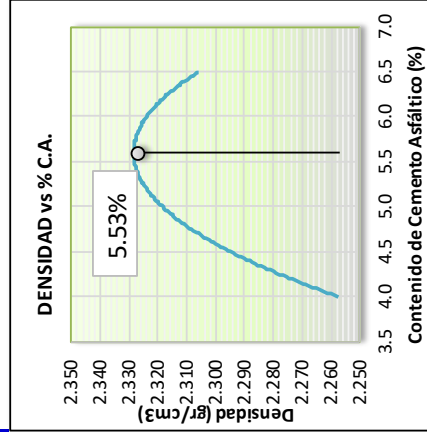
ESPECIFICACIONES	Ensayo		% de C.A.	
	Estabilidad Marshall (Lb)	Valor de Diseño	Densidad	% de C.A.
DETERMINACION DEL PORCENTAJE OPTIMO DE CEMENTO ASFALTICO	2301.450	5.52	2.328	5.53
	4.000	5.15		
% Porcentaje Optimo	Promedio	=	5.40	

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. LAB. ASFALTOS - UAJMS

CURVAS MÉTODO MARSHALL

MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100

TEMPERATURA DE MEZCLADO 160 °C



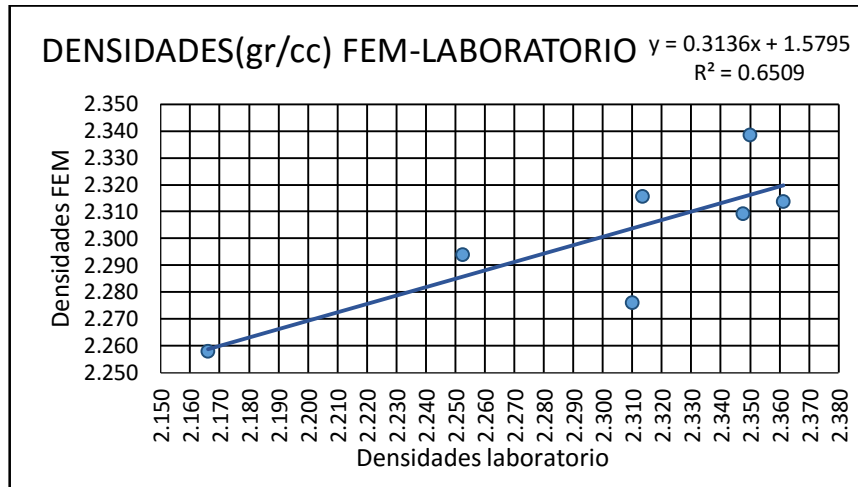
ANEXOS III

(Desarrollo de las formulas, prueba de bondad de ajuste, intervalo de confianza del modelo)

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE CHI-2

1.- Prueba de bondad de ajuste densidad

Gráfica Regresión lineal de los valores de la MEF vs Laboratorio



Fuente: Elaboración propia

De la gráfica se puede observar que existe una correlación moderada entre los datos de la densidad determinados con el modelo y en laboratorio.

A continuación, se hará la prueba de bondad de ajuste por chi cuadrado para ver si los datos de densidad se ajustan a un nivel de significación del 5%.

Ajuste CHI-2 para los datos de la densidad

Calculo del número de intervalos

$$NC = 1 + 1.33 * Ln(14)$$

$$4.501=4$$

Calculo de la amplitud de intervalo.

$$\Delta = \frac{2.361 - 2.166}{4 - 1}$$

$$0.065$$

$$\frac{\Delta}{2} = \frac{0.065}{2}$$

$$0.033$$

INTERVALO DE CLASE		MARCA DE CLASE	FRECUENCIA OBSERVADA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA	VARIABLE REDUCIDA
LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR		ni	fs(xi)	Fs(xi)	z
2.133	2.199	2.166	1	0.071	0.071	-2.652
2.199	2.264	2.231	2	0.143	0.214	-1.368
2.264	2.329	2.296	7	0.500	0.714	-0.084
2.329	2.394	2.361	4	0.286	1.000	1.200
SUMATORIA			14	1.000		

Determinación del valor de Chi-cuadrado calculado

FRECUENCIA OBSERVADA (ni)	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA	FUNCIÓN INCREMENTAL ESPERADA p(xi)	CHI-CUADRADO X_c^2
	fs(xi)	Fs(xi)		
1	0.071	0.071	0.004	1.137
2	0.143	0.214	0.0829	0.087
7	0.500	0.714	0.3812	0.259
4	0.286	1.000	0.4168	0.165
14	1			1.647

Calculo del Chi-cuadrado de tabla

Para un nivel de significación del 5%

$$v = k - h - 1 = 4 - 2 - 1$$

1.00

De la tabla se obtiene el valor Chi-cuadrado $X^2 = 3.84$.

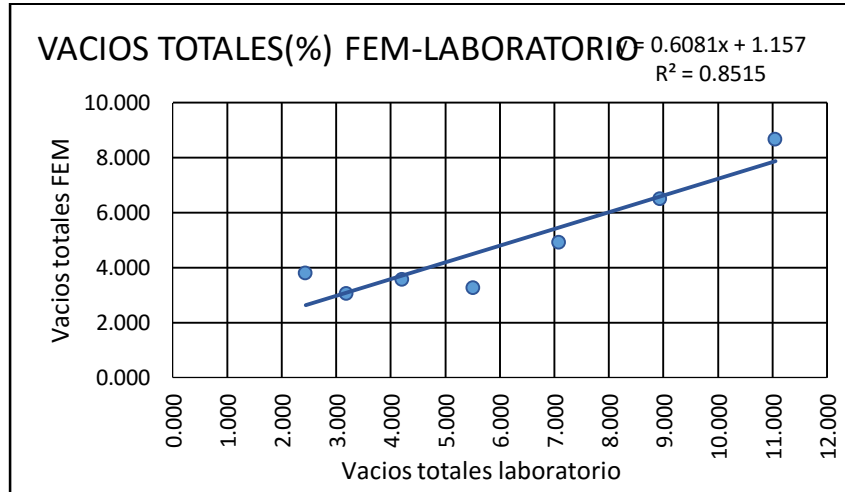
$$X_c^2 \leq X^2$$

1.647 ≤ 3.84

Buen ajuste

2.- Prueba de bondad de ajuste vacíos totales

Gráfica Regresión lineal de los valores de la MEF vs Laboratorio



Fuente: Elaboración propia

De la gráfica se puede observar que existe una buena correlación entre los datos de los vacíos totales determinados con el modelo y en laboratorio.

A continuación, se hará la prueba de bondad de ajuste por chi cuadrado para ver si los datos de vacíos totales se ajustan a un nivel de significación del 5%.

Ajuste CHI-2 para los datos de los vacíos totales

Calculo del número de intervalos.

$$NC = 1 + 1.33 * \ln(14)$$

$$4.501=4$$

Calculo de la amplitud de intervalo.

$$\Delta = \frac{11.055 - 2.436}{4 - 1}$$

$$2.870$$

$$\frac{\Delta}{2} = \frac{2.870}{2}$$

$$1.437$$

INTERVALO DE CLASE		MARCA DE CLASE	FRECUENCIA OBSERVADA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA	VARIABLE REDUCIDA
LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR		ni	fs(xi)	Fs(xi)	z
1.000	3.873	2.436	5	0.357	0.357	-1.143
3.873	6.746	5.309	5	0.357	0.714	-0.053
6.746	9.619	8.182	3	0.214	0.929	1.037
9.619	12.492	11.055	1	0.071	1.000	2.126
SUMATORIA			14	1.000		

Determinación del valor de Chi-cuadrado calculado

FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA	FUNCION INCREMENTAL ESPERADA P(xi)	CHI-CUADRADO X_c^2
fs(xi)	Fs(xi)		
0.357	0.357	0.127	2.082
0.357	0.714	0.353	0.000
0.214	0.929	0.368	0.193
0.071	1.000	0.134	0.029
1			2.305

Calculo del Chi cuadrado de tabla

Para un nivel de significación del 5%

$$v = k - h - 1 = 4 - 2 - 1$$

1.00

De la tabla se obtiene el valor

Chi-cuadrado $X^2 = 3.84$.

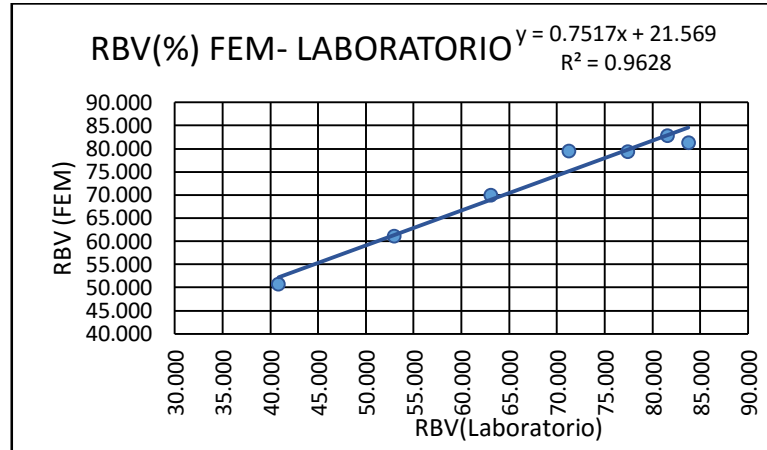
$$X_c^2 \leq X^2$$

2.305 ≤ 3.84

Buen ajuste

3.- Prueba de bondad de ajuste relación betún vacíos

Gráfica Regresión lineal de los valores de la MEF vs Laboratorio



Fuente: Elaboración propia

De la gráfica se puede observar que existe una buena correlación entre los datos de la relación betún vacíos determinados con el modelo y en laboratorio.

A continuación, se hará la prueba de bondad de ajuste por chi cuadrado para ver si los datos de la RBV se ajustan a un nivel de significación del 5%.

Ajuste CHI-2 para los datos de la RBV

Calculo del número de intervalos

$$NC = 1 + 1.33 * Ln(14)$$

$$4.501=4$$

Calculo de la amplitud de intervalo.

$$\Delta = \frac{83.771 - 40.84}{4 - 1}$$

$$14.31$$

$$\frac{\Delta}{2} = \frac{14.31}{2}$$

$$7.155$$

INTERVALO DE CLASE		MARCA DE CLASE	FRECUENCIA OBSERVADA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA	VARIABLE REDUCIDA
LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR		ni	fs(xi)	Fs(xi)	z
33.685	47.995	40.840	1	0.071	0.071	-2.086
47.995	62.306	55.150	3	0.214	0.286	-1.052
62.306	76.616	69.461	3	0.214	0.500	-0.018
76.616	90.926	83.771	7	0.500	1.000	1.016
SUMATORIA			14	1.000		

Determinación del valor de Chi-cuadrado calculado

FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA	FUNCION INCREMENTAL ESPERADA P(xi)	CHI-CUADRADO X _C ²
fs(xi)	Fs(xi)		
0.071	0.071	0.019	0.147
0.214	0.286	0.128	0.174
0.214	0.500	0.345	0.149
0.500	1.000	0.354	0.421
1			0.891

Calculo del chi cuadrado de tabla

Para un nivel de significación del 5%

$$v = k - h - 1 = 4 - 2 - 1$$

1.00

De la tabla se obtiene el valor Chi-cuadrado X²= 3.84.

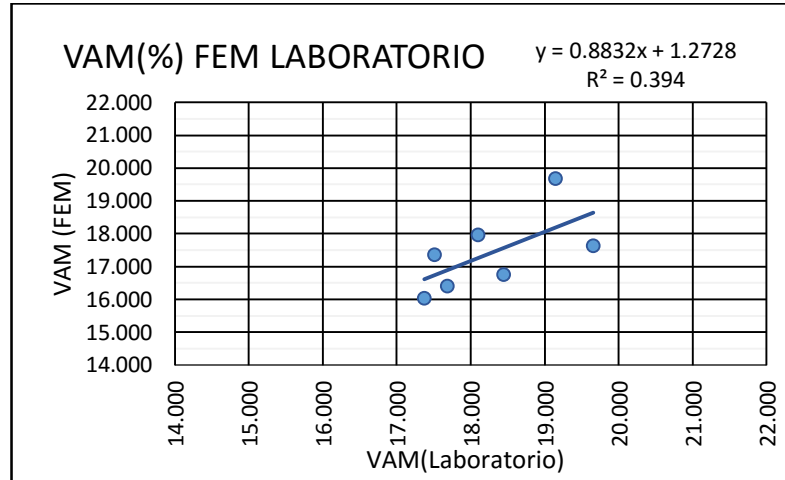
$$X_c^2 \leq X^2$$

0.891 ≤ 3.84

Buen ajuste

4.- Prueba de bondad de ajuste vacíos de agregado mineral

Gráfica Regresión lineal de los valores de la MEF vs Laboratorio



Fuente: Elaboración propia

De la gráfica se puede observar que existe una correlación baja entre los datos de los vacíos de agregado mineral determinados con el modelo y en laboratorio.

A continuación, se hará la prueba de bondad de ajuste por chi cuadrado para ver si los datos del VAM se ajustan a un nivel de significación del 5%.

Ajuste CHI-2 para los datos de los VAM

Calculo del número de intervalos

$$NC = 1 + 1.33 * Ln(14)$$

$$4.501=4$$

Calculo de la amplitud de intervalo.

$$\Delta = \frac{83.771 - 40.84}{4 - 1}$$

$$14.31$$

$$\frac{\Delta}{2} = \frac{14.31}{2}$$

$$7.155$$

INTERVALO DE CLASE		MARCA DE CLASE	FRECUENCIA OBSERVADA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA	VARIABLE REDUCIDA
LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR		ni	fs(xi)	Fs(xi)	z
15.429	16.646	16.038	2	0.143	0.143	-1.631
16.646	17.863	17.254	6	0.429	0.571	-0.531
17.863	19.079	18.471	3	0.214	0.786	0.569
19.079	20.296	19.687	3	0.214	1.000	1.669
SUMATORIA			14	1.000		

Determinación del valor de Chi-cuadrado calculado

FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA	FUNCION INCREMENTAL ESPERADA P(xi)	CHI-CUADRADO X _C ²
fs(xi)	Fs(xi)		
0.143	0.143	0.052	0.323
0.429	0.571	0.247	0.807
0.214	0.786	0.414	0.289
0.214	1.000	0.240	0.008
1			1.428

Calculo del chi cuadrado de tabla

Para un nivel de significación del 5%

$$v = k - h - 1 = 4 - 2 - 1$$

1.00

De la tabla se obtiene el valor Chi-cuadrado X²= 3.84.

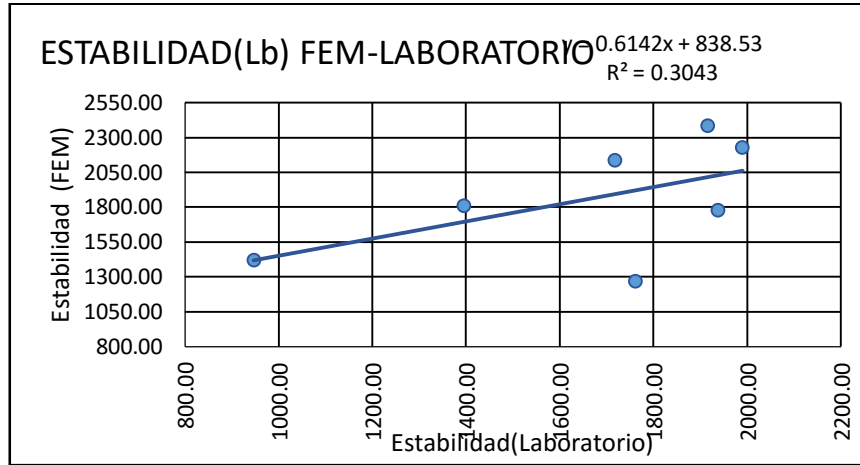
$$X_c^2 \leq X^2$$

1.428 ≤ 3.84

Buen ajuste

5.- Prueba de bondad de ajuste estabilidad

Gráfica Regresión lineal de los valores de la MEF vs Laboratorio



Fuente: Elaboración propia

De la gráfica se puede observar que existe una correlación baja entre los datos de estabilidad determinados con el modelo y en laboratorio.

A continuación, se hará la prueba de bondad de ajuste por chi cuadrado para ver si los datos de estabilidad se ajustan a un nivel de significación del 5%.

Ajuste CHI-2 para los datos de estabilidad

Calculo del número de intervalos

$$NC = 1 + 1.33 * Ln(14)$$

$$4.501=4$$

Calculo de la amplitud de intervalo.

$$\Delta = \frac{2387.312 - 946.56}{4 - 1}$$

$$480.25$$

$$\frac{\Delta}{2} = \frac{480.25}{2}$$

$$240.125$$

INTERVALO DE CLASE		MARCA DE CLASE	FRECUENCIA OBSERVADA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA	VARIABLE REDUCIDA
LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR		ni	fs(xi)	Fs(xi)	z
706.435	1186.685	946.560	1	0.071	0.071	-2.072
1186.685	1666.936	1426.811	4	0.286	0.357	-0.855
1666.936	2147.186	1907.061	7	0.500	0.857	0.362
2147.186	2627.437	2387.312	2	0.143	1.000	1.579
SUMATORIA			14	1.000		

Determinación del valor de Chi-cuadrado calculado

FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA	FUNCION INCREMENTAL ESPERADA P(xi)	CHI-CUADRADO X_c^2
fs(xi)	Fs(xi)		
0.071	0.071	0.019	0.142
0.286	0.357	0.179	0.258
0.500	0.857	0.443	0.052
0.143	1.000	0.301	
1			0.618

Calculo del chi cuadrado de tabla

Para un nivel de significación del 5%

$$v = k - h - 1 = 4 - 2 - 1 = \boxed{1.00}$$

De la tabla se obtiene el valor Chi-cuadrado $X^2 = 3.84$.

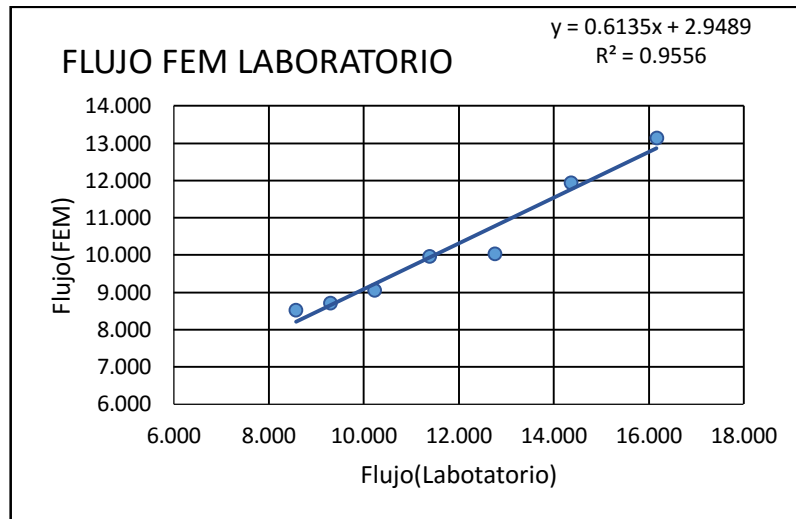
$$X_c^2 \leq X^2$$

$$\boxed{0.618 \leq 3.84}$$

Buen ajuste

6.- Prueba de bondad de ajuste flujo

Gráfica Regresión lineal de los valores de la MEF vs Laboratorio



Fuente: Elaboración Propia

De la gráfica se puede observar que existe una buena correlación entre los datos del flujo determinados con el modelo y en laboratorio.

A continuación, se hará la prueba de bondad de ajuste por chi cuadrado para ver si los datos del flujo se ajustan a un nivel de significación del 5%.

Ajuste CHI-2 para los datos de flujo

Calculo del número de intervalos

$$NC = 1 + 1.33 * \ln(14)$$

$$4.501=4$$

Calculo de la amplitud de intervalo.

$$\Delta = \frac{16.168 - 8.553}{4 - 1}$$

$$2.546$$

$$\frac{\Delta}{2} = \frac{2.546}{2}$$

$$1.230$$

INTERVALO DE CLASE		MARCA DE CLASE	FRECUENCIA OBSERVADA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA	VARIABLE REDUCIDA
LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR		ni	fs(xi)	Fs(xi)	z
7.257	9.803	8.530	5	0.357	0.357	-1.046
9.803	12.349	11.076	5	0.357	0.714	0.026
12.349	14.895	13.622	2	0.143	0.857	1.099
14.895	17.441	16.168	2	0.143	1.000	2.172
SUMATORIA			14	1.000		

Determinación del valor de Chi-cuadrado calculado

FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA	FUNCION INCREMENTAL ESPERADA P(xi)	CHI-CUADRADO X_c^2
fs(xi)	Fs(xi)		
0.357	0.357	0.149	1.449
0.357	0.714	0.343	0.003
0.143	0.857	0.352	0.248
0.143	1.000	0.141	0.000
1			1.700

Calculo del Chi cuadrado de tabla

Para un nivel de significación del 5%

$$v = k - h - 1 = 4 - 2 - 1$$

1.00

De la tabla se obtiene el valor Chi-cuadrado $X^2 = 3.84$.

$$X_c^2 \leq X^2$$

1.70 ≤ 3.84

Buen ajuste

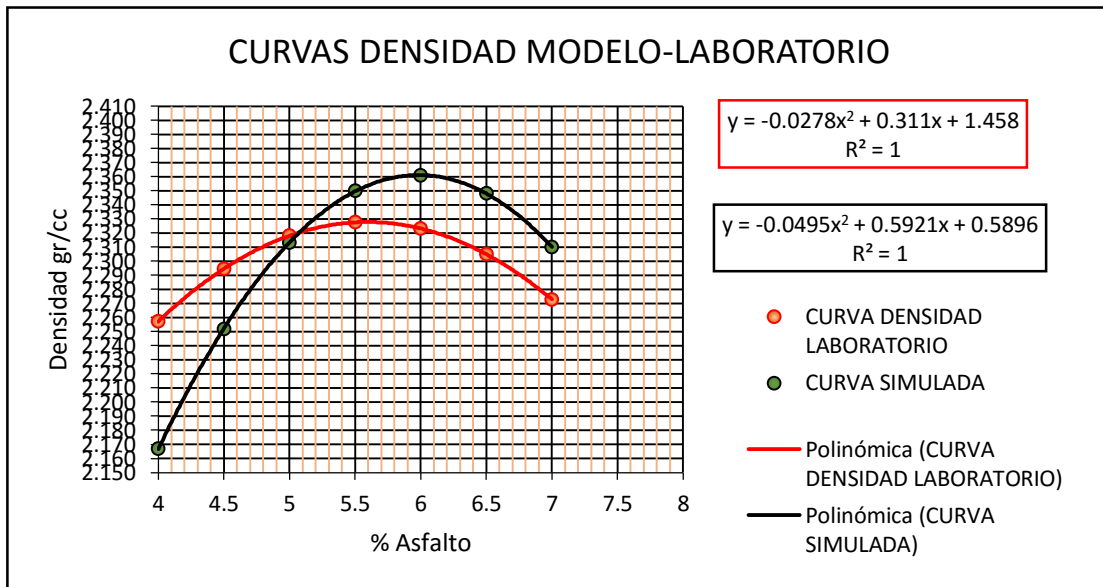
INTERVALO DE CONFIANZA DE LA MEF

1.- Diseño Marshall densidad

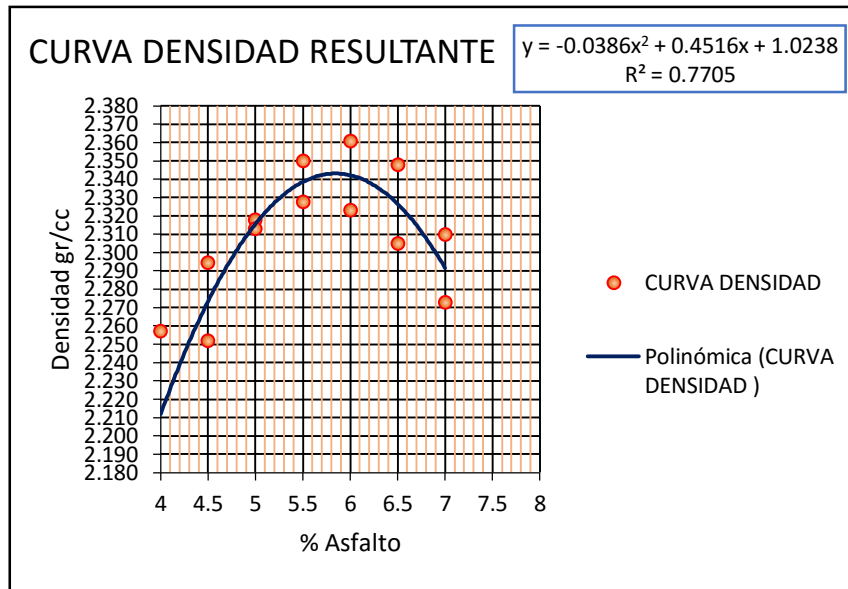
a.- Extrapolando los datos para los datos del laboratorio y el modelo.

ASFALTO %	DENSIDAD LABORATORIO	DENSIDAD MODELO
	$y = -0.0278x^2 + 0.311x + 1.458$	FEM
4	2.257	2.167
4.5	2.295	2.252
5	2.318	2.313
5.5	2.328	2.350
6	2.323	2.361
6.5	2.305	2.348
7	2.273	2.310

b.- Comparando las curvas del modelo y el laboratorio.



c.- Correlación de la curva modelada y la obtenida en el laboratorio.



d.- Calculo del intervalo de confianza.

N°	DENSIDADES MODELO (gr/cc)	$(xi - \bar{x})^2$
1	2.167	0.0178
2	2.252	0.0023
3	2.313	0.00017
4	2.350	0.0025
5	2.361	0.0037
6	2.348	0.0023
7	2.310	0.0001
	MEDIA	SUMATORIA
	2.300	0.0289

$$Exi = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad \longrightarrow \quad 0.0694$$

$$E\bar{x} = \frac{Exi}{\sqrt{n}} \quad \longrightarrow \quad \boxed{0.0262}$$

Para dos colas con un nivel de significación del 5% se asume $z=1.96$ como valor crítico.

$$Ep = z \cdot E\bar{x} \quad \longrightarrow \quad \boxed{0.051}$$

$$xa = \bar{x} \pm Ep$$

$xa = \bar{x} + Ep$	$\boxed{2.351}$
$xa = \bar{x} - Ep$	$\boxed{2.249}$

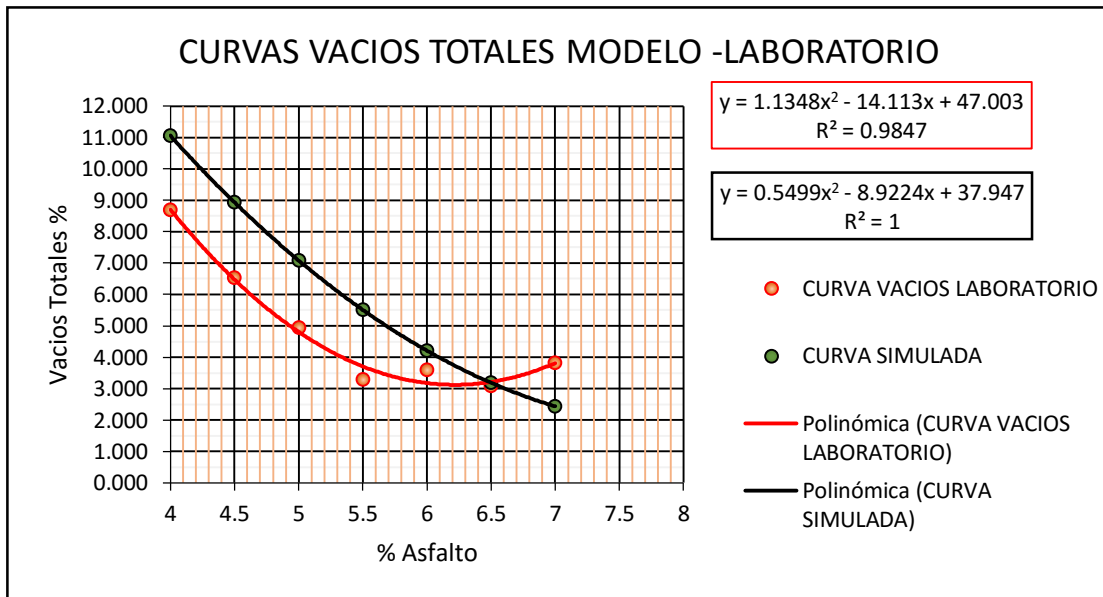
El intervalo de confianza para la densidad esta entre 2.351 y 2.249.

2.- Diseño Marshall vacíos totales

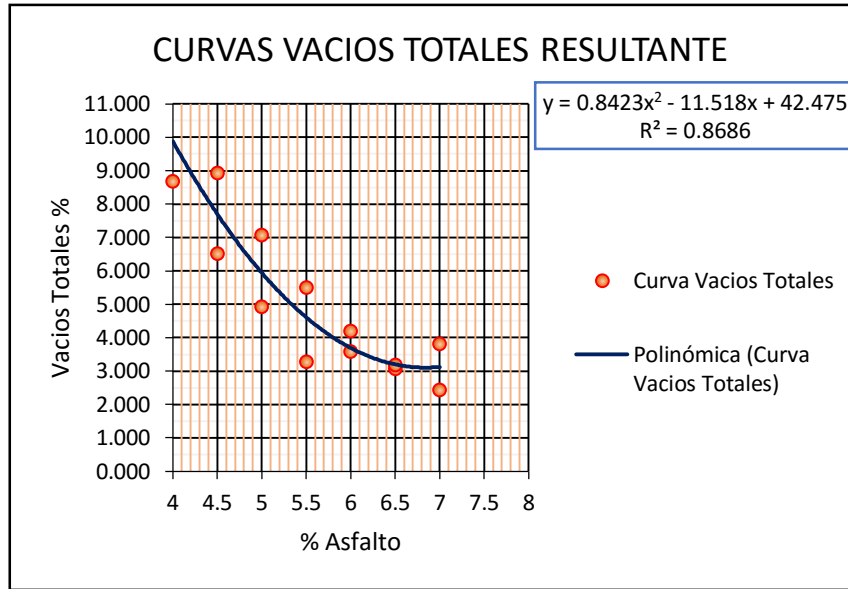
a.- Extrapolando los datos para los datos del laboratorio y el modelo.

ASFALTO %	VACIOS LABORATORIO	VACIOS MODELO
		$y=1.1322x^2-14.087x+46.939$
4	8.684	11.056
4.5	6.522	8.932
5	4.930	7.083
5.5	3.278	5.509
6	3.592	4.209
6.5	3.076	3.185
7	3.818	2.436

b.- Comparando las curvas del modelo y el laboratorio.



c.- Correlación de la curva modelada y la obtenida en el laboratorio.



d.- Calculo del intervalo de confianza.

N°	VACÍOS TOTALES MODELO %	$(xi - \bar{x})^2$
1	11.056	24.974
2	8.932	8.257
3	7.083	1.049
4	5.509	0.302
5	4.209	3.421
6	3.185	8.257
7	2.436	13.123
	MEDIA(xi)	SUMATORIA
	6.059	59.384

$$Exi = \sqrt{\frac{\sum(xi - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad \longrightarrow \quad \boxed{3.146}$$

$$E\bar{x} = \frac{Exi}{\sqrt{n}} \quad \longrightarrow \quad \boxed{1.189}$$

Para dos colas con un nivel de significación del 5% se asume $z=1.96$ como valor crítico.

$$Ep = z \cdot E\bar{x} \quad \longrightarrow \quad \boxed{2.331}$$

$$xa = \bar{x} \pm Ep$$

$xa = \bar{x} + Ep$	$\boxed{8.389}$
$xa = \bar{x} - Ep$	$\boxed{3.728}$

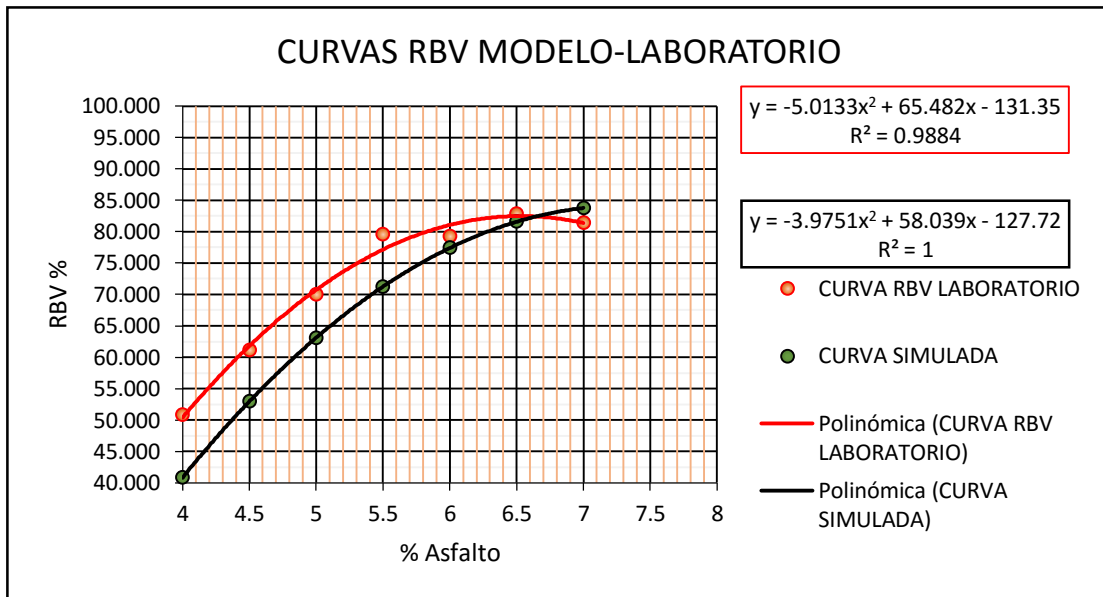
El intervalo de confianza para los vacíos totales esta entre 8.389 y 3.728.

3.- Diseño Marshall RBV

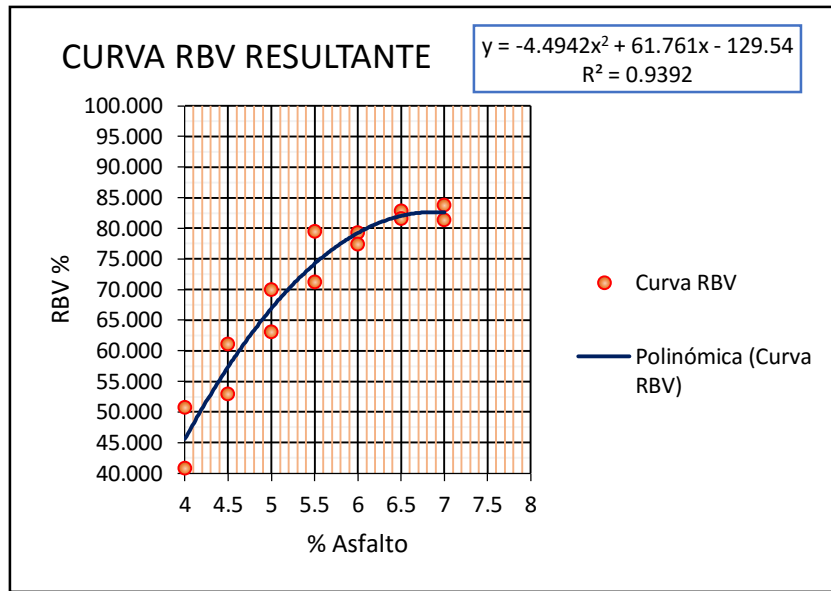
a.- Extrapolando los datos para los datos del laboratorio y el modelo.

ASFALTO %	RBV LABORATORIO	RBV MODELO
	$y = -5.0147x^2 + 65.497x - 131.38$	FEM
4	50.783	40.830
4.5	61.094	52.958
5	69.970	63.095
5.5	79.559	71.244
6	79.314	77.407
6.5	82.881	81.582
7	81.379	83.771

b.- Comparando las curvas del modelo y el laboratorio.



c.- Correlación de la curva modelada y la obtenida en el laboratorio.



d.- Calculo del intervalo de confianza.

N°	RBV MODELO %	$(xi - \bar{x})^2$
1	40.830	699.051
2	52.958	204.821
3	63.095	17.427
4	71.244	15.796
5	77.407	102.767
6	81.582	204.846
7	83.771	272.297
	MEDIA(xi)	SUMATORIA
	67.270	1517.005

$$Exi = \sqrt{\frac{\sum(xi - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad \longrightarrow \quad \boxed{15.901}$$

$$E\bar{x} = \frac{Exi}{\sqrt{n}} \quad \longrightarrow \quad \boxed{6.099}$$

Para dos colas con un nivel de significación del 5% se asume $z=1.96$ como valor crítico.

$$Ep = z \cdot E\bar{x} \quad \longrightarrow \quad \boxed{11.771}$$

$$xa = \bar{x} \pm Ep$$

$xa = \bar{x} + Ep$	$\boxed{79.049}$
$xa = \bar{x} - Ep$	$\boxed{55.490}$

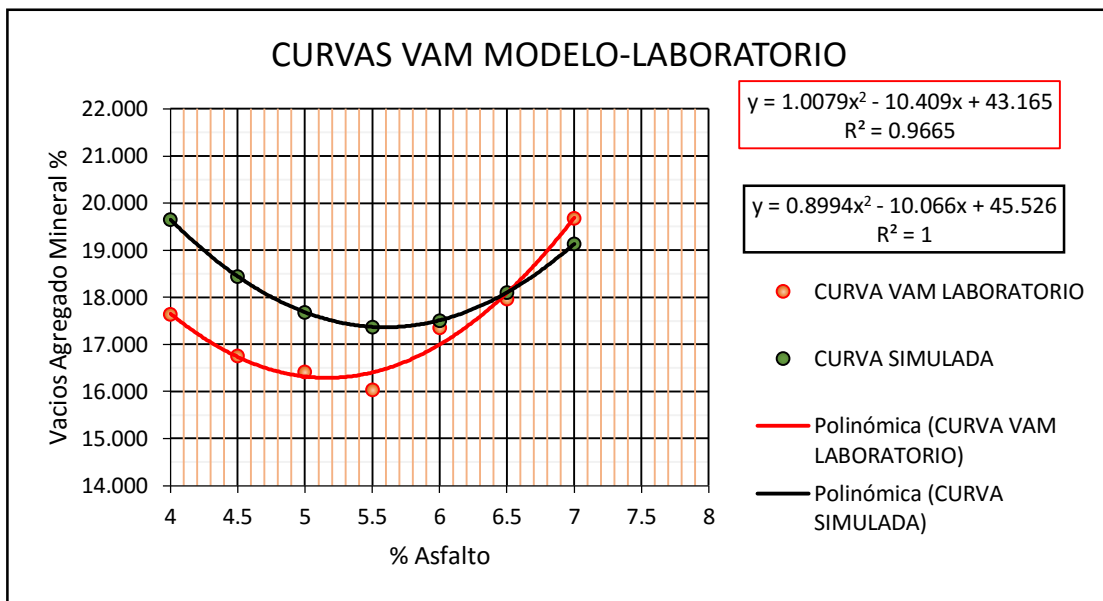
El intervalo de confianza para la RBV está entre 79.049 y 55.490.

4.- Diseño Marshall VAM.

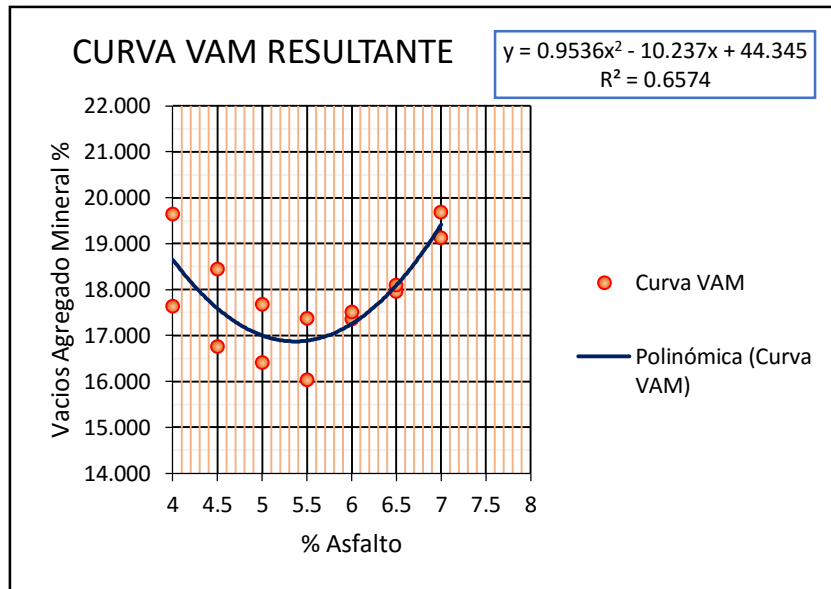
a.- Extrapolando los datos para los datos del laboratorio y el modelo.

ASFALTO %	VAM LABORATORIO	VAM MODELO
		$y=1.0076x^2-10.406x+43.157$
4	17.644	19.653
4.5	16.763	18.444
5	16.416	17.683
5.5	16.038	17.372
6	17.364	17.510
6.5	17.966	18.099
7	19.687	19.138

b.- Comparando las curvas del modelo y el laboratorio.



c.- Correlación de la curva modelada y la obtenida en el laboratorio.



d.- Cálculo del intervalo de confianza.

N°	VAM MODELO %	$(xi - \bar{x})^2$
1	19.653	1.909
2	18.444	0.030
3	17.683	0.346
4	17.372	0.809
5	17.510	0.580
6	18.099	0.030
7	19.138	0.751
	MEDIA(xi)	SUMATORIA
	18.271	4.454

$$Exi = \sqrt{\frac{\sum(xi - \bar{x})^2}{n - 1}} \longrightarrow \boxed{0.861}$$

$$E\bar{x} = \frac{Exi}{\sqrt{n}} \quad \longrightarrow \quad \boxed{0.325}$$

Para dos colas con un nivel de significación del 5% se asume $z=1.96$ como valor crítico.

$$Ep = z \cdot E\bar{x} \quad \longrightarrow \quad \boxed{0.638}$$

$$xa = \bar{x} \pm Ep$$

$xa = \bar{x} + Ep$	$\boxed{18.910}$
$xa = \bar{x} - Ep$	$\boxed{17.633}$

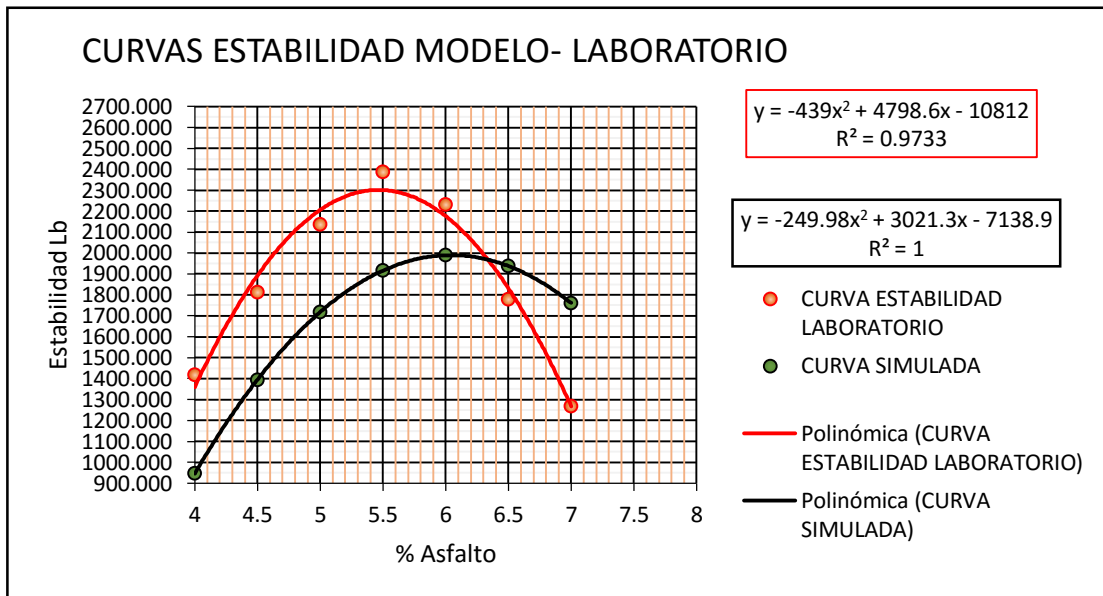
El intervalo de confianza para el VAM está entre 18.910 y 17.633.

5.- Diseño Marshall Estabilidad.

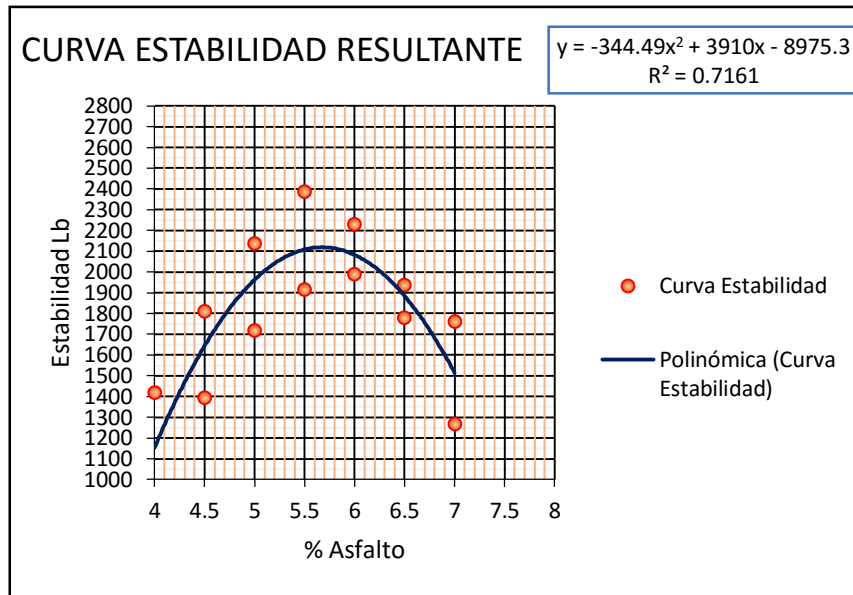
a.- Extrapolando los datos para los datos del laboratorio y el modelo.

ASFALTO %	ESTABILIDAD LABORATORIO	ESTABILIDAD MODELO
	$y = -438.9x^2 + 4797.5x - 10809$	FEM
4	1419.156	946.560
4.5	1811.893	1394.752
5	2137.177	1718.000
5.5	2387.312	1916.200
6	2230.364	1989.500
6.5	1779.972	1937.700
7	1267.400	1760.969

b.- Comparando las curvas del modelo y el laboratorio.



c.- Correlación de la curva modelada y la obtenida en el laboratorio.



d.- Calculo del intervalo de confianza.

N°	ESTABILIDAD lb	$(xi - \bar{x})^2$
1	946.560	517939.508
2	1394.752	73705.812
3	1718.000	2679.083
4	1916.200	62479.930
5	1989.500	104496.935
6	1937.700	73690.454
7	1760.969	8973.556
	MEDIA(xi)	SUMATORIA
	1666.240	843965.278

$$Exi = \sqrt{\frac{\sum(xi - \bar{x})^2}{n - 1}} \longrightarrow 375.047$$

$$E\bar{x} = \frac{Exi}{\sqrt{n}} \quad \longrightarrow \quad \boxed{141.754}$$

Para dos colas con un nivel de significación del 5% se asume $z=1.96$ como valor crítico.

$$Ep = z \cdot E\bar{x} \quad \longrightarrow \quad \boxed{277.839}$$

$$xa = \bar{x} \pm Ep$$

$xa = \bar{x} + Ep$	$\boxed{1944.079}$
$xa = \bar{x} - Ep$	$\boxed{1388.401}$

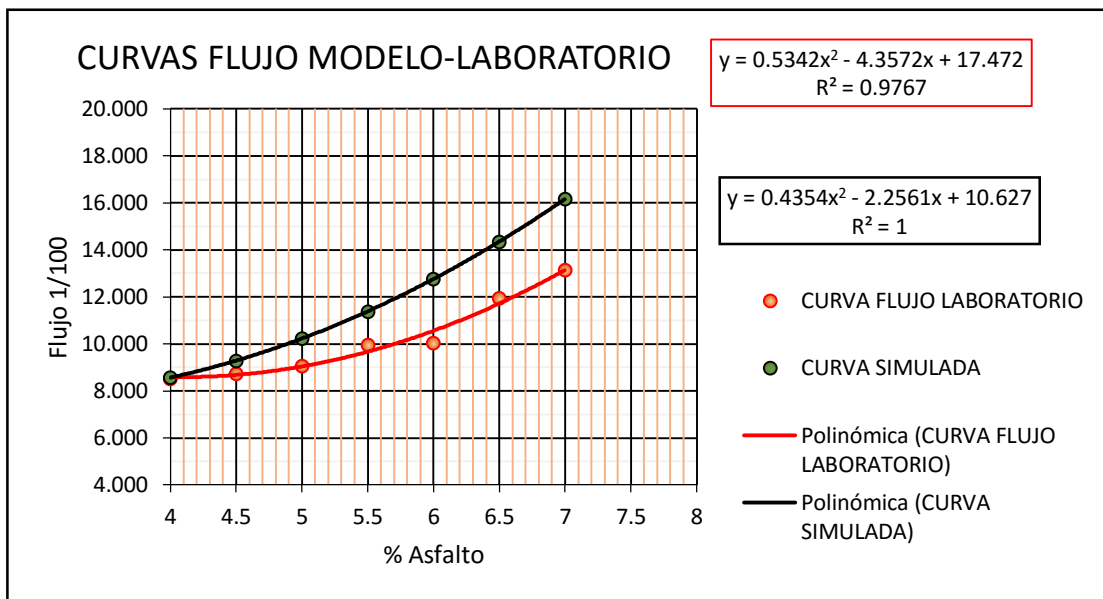
El intervalo de confianza para la estabilidad esta entre 1944.079 y 1388.401.

6.- Diseño Marshall Flujo.

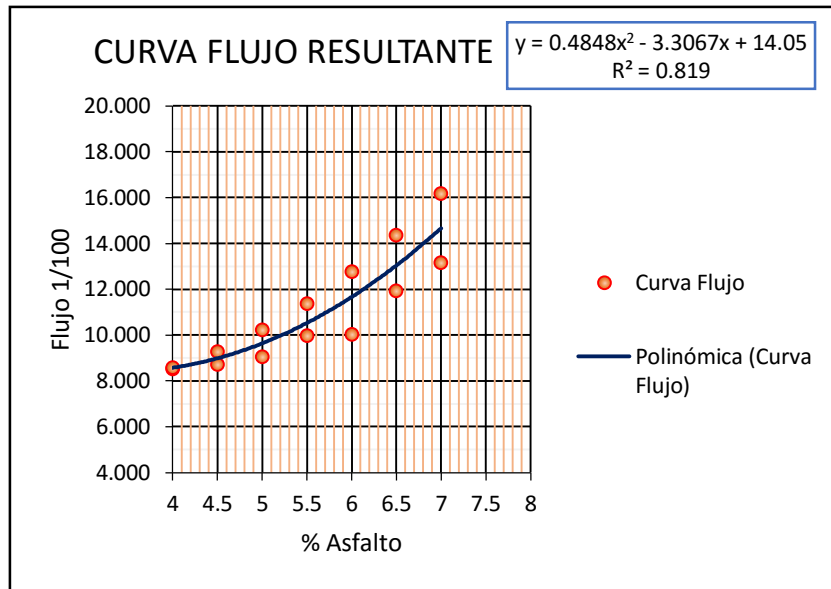
a.- Extrapolando los datos para los datos del laboratorio y el modelo.

ASFALTO %	FLUJO LABORATORIO	FLUJO MODELO
	$y=0.5343x^2-4.3579x+17.474$	FEM
4	8.530	8.569
4.5	8.727	9.291
5	9.055	10.231
5.5	9.974	11.389
6	10.039	12.764
6.5	11.942	14.357
7	13.149	16.168

b.- Comparando las curvas del modelo y el laboratorio.



c.- Correlación de la curva modelada y la obtenida en el laboratorio.



d.- Calculo del intervalo de confianza.

N°	FLUJO (plg)	$(xi - \bar{x})^2$
1	8.569	10.5971
2	9.291	6.4167
3	10.231	2.5380
4	11.389	0.1893
5	12.764	0.8834
6	14.357	6.4155
7	16.168	18.8693
	MEDIA(xi)	SUMATORIA
	11.824	45.909

$$Exi = \sqrt{\frac{\sum(xi - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad \longrightarrow \quad \boxed{2.766}$$

$$E\bar{x} = \frac{Exi}{\sqrt{n}} \quad \longrightarrow \quad \boxed{1.045}$$

Para dos colas con un nivel de significación del 5% se asume $z=1.96$ como valor crítico.

$$Ep = z \cdot E\bar{x} \quad \longrightarrow \quad \boxed{2.049}$$

$$xa = \bar{x} \pm Ep$$

$xa = \bar{x} + Ep$	$\boxed{13.873}$
$xa = \bar{x} - Ep$	$\boxed{9.775}$

El intervalo de confianza para el flujo esta entre 13.873 y 9.775.

7.- Determinación del intervalo de confianza del contenido óptimo de asfalto

N°	% ASFALTO	$(xi - \bar{x})^2$
1	6.000	0.021
2	6.050	0.038
3	6.030	0.031
4	5.500	0.126
5	6.000	0.021
6	5.550	0.093
	MEDIA(xi)	SUMATORIA
	5.855	0.330

$$Exi = \sqrt{\frac{\sum(xi - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad \longrightarrow \quad 0.256$$

$$E\bar{x} = \frac{Exi}{\sqrt{n}} \quad \longrightarrow \quad 0.104$$

Para dos colas con un nivel de significación del 5% se asume $z=1.96$ como valor crítico.

$$Ep = z \cdot E\bar{x} \quad \longrightarrow \quad 0.205$$

$$xa = \bar{x} + Ep \quad 6.060$$

$$xa = \bar{x} \pm Ep$$

$$xa = \bar{x} - Ep \quad 5.650$$

El intervalo de confianza para el porcentaje óptimo de asfalto esta entre 6.06 y 5.650.

ANEXOS IV

(Reporte fotográfico del ensayo en laboratorio)

ENSAYO MARSHALL

1.-Se pesan los pesos en porcentaje para la arena, grava y gravilla paralelamente se calienta el cemento asfáltico.



2.- Se calienta el molde de dimensiones estandarizadas para hacer el compactado después de mezclar los agregados con el asfalto se preparan los tres moldes correspondientes a cada serie.



3.- Una vez preparado el molde se rellenan alturas de 1/3 con la mezcla con el peso total preparado y se compacta con 75 golpes por cara con el apisonador.



Comparación de las dimensiones estandarizadas con las que se cuenta en el laboratorio de asfaltos.



4.-Se elaboran 3 muestras por cada serie correspondientes al porcentaje de asfalto para obtener el promedio de la serie.



5.- Se mide cada una de las muestras en sus cuatro lados para obtener la altura corregida para la estabilidad



6.- Se obtiene el peso sumergido de cada probeta para determinar los parámetros volumétricos



7.- Después de obtener los datos de los pesos se espera se deberá proceder al baño María a 65° para posteriormente romperlas con el aparato Marshall.



8.- El baño maría se utiliza para poner en condiciones reales la mezcla asfáltica, como se puede observar la rotura o falla de la probeta se encuentra en la parte central del molde.

