

# **ANEXOS**

**ANEXOS A:**  
**REPORTE FOTOGRAFICOS**

**Recolección de los agregados y materiales en la planta de Charajas – Tarija**



Planta de SEDECA en Charajas – Tarija.



Banco de agregados gruesos.



Banco de agregados finos.



Recolección de agregados gruesos.



Empaquetado de las muestras de grava, gravilla y arena.

## Ensayos de los agregados



Cuarteo del agregado grueso.



Granulometría del agregado grueso.



Peso específico arena, secado del material.



Peso específico, vaciado para ser llevado al horno.



Peso específico, saturado total de la grava y gravilla.



Peso específico, introduciendo la grava a la canasta.



Desgaste de los ángeles, tamizado de la grava.



Equivalente de arena, extracción de vacíos.



Equivalente de arena, reposo de 5 min de la muestra.



Peso unitario de la grava, arrasado con la varilla.



Peso unitario de la arena, muestra ya arrasado.



Peso unitario de la arena, golpeando con la varilla.



Calibrando el achatamiento de la grava.



Calibrando el alargamiento de la grava.



Equipos de calibradores.



## Ensayos del cemento asfálticos convencional (85-100)



Cemento asfáltico convencional (85-100).



Peso específico, pesando los vasos precipitados.



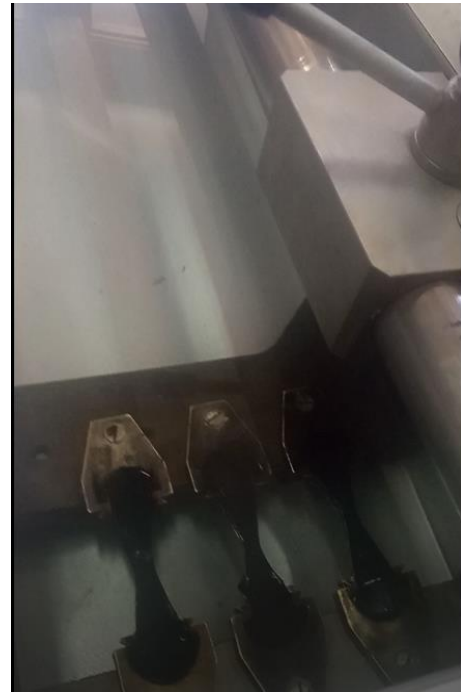
Punto de inflamación, medida de la temperatura.



Penetración, medida de la temperatura del agua.



Ductilidad, enrasado de la muestra.



Ductilidad, montando los moldes con asfalto en el equipo.



Ductilidad, esperando la ruptura del asfalto.



Punto de ablandamiento, preparación del equipo.



Punto de ablandamiento, controlando la temperatura en el baño maría.



Película delgada, muestras en el horno.



Viscosidad, controlando el tiempo de caída.



Viscosidad, muestra listo para el equipo.

## Elaboración de la mezcla tradicional y rotura de briquetas



Mezcla de los agregados con el asfalto.



Compactador automático.



Briquetas.



Peso de las briquetas.



Secado de briquetas.



Ajuste para la rotura de Marshall.



Colocado de la briqueta en el Marshall.

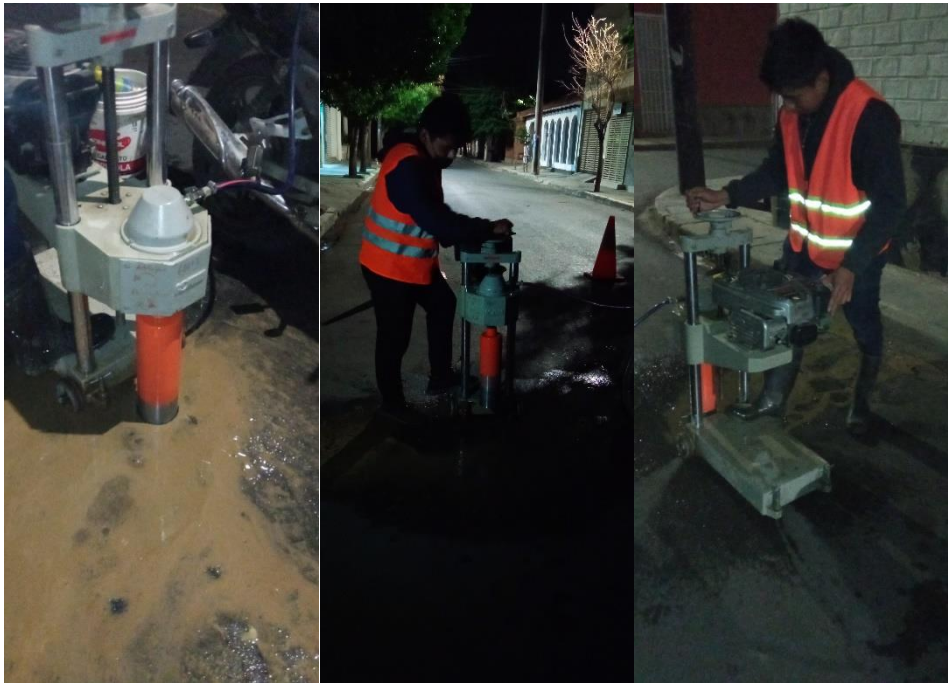


Calibración del equipo Marshall.



Rotura de Briquetas.

**Extracción de núcleos**



Extrayendo núcleos de las calles urbanas.



Dotando de agua al extractor.



Muestra de pavimento.



Extracción de la muestra de pavimento.





Tapado con mortero del hueco resultado de la extracción.



Calle urbana con resultado de la extracción de núcleos.

## Elaboración de las alternativas de rehabilitación

### Sobrecapa delgada



Pesando la cantidad del cemento  
asfáltico.



Mezclas ya pesadas.



Mezclado den caliente.



Colocado de la mezcla en la briqueta con el núcleo.



Compactado de la mezcla sobre el núcleo.

## Tratamiento superficial doble



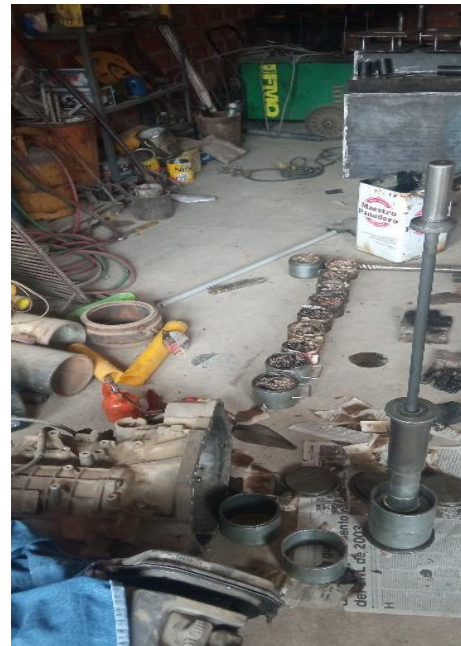
Vaciado de la grava.



Nivelando el cemento asfáltico.



Vaciado de la primera capa.



Núcleos con tratamiento superficial doble.

## Ensayo a compresión



Núcleos con y sin rehabilitación.



Equipo de AMSLER, ensayo a compresión.



Núcleo sin rehabilitación sometido a compresión.



Núcleo con sobre capa sometido a compresión.



Núcleo con tratamiento superficial doble sometido a compresión.



Lectura de las cargas (KN).



Lectura de las deformaciones (mm).



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES**  
**LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES**

**PROYECTO:** “COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA”

**ELABORADO POR:** Univ. Briand Erland Choque Cruz

**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** Chancadora de Charajas      **FECHA:** Noviembre del 2021

**ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ÁNGELES ASTM C-131 (Gravilla)**

**TABLA ASTM C-131 de requerimiento según el tamaño de material que se tenga.**

Gradación		A	B	C	D
Diámetro		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
<b>Peso total</b>		<b>5000±10</b>	<b>5000±10</b>	<b>5000±10</b>	<b>5000±10</b>
Número de esferas		12	11	8	6
Número de revoluciones		500	500	500	500
Tiempo de rotación		15	15	15	15

Datos de laboratorio		
Gradación B		
Pasa tamiz	Retenido tamiz	Peso retenido
1/4"	N°4	2500
N°4	N°8	2500

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

Gradación	Peso inicial	Peso final	% de desgaste	Especificación ASTM
D	5000	3638,8	27,22	35% MAX

Univ. Briand Erland Choque Cruz  
**LABORATORISTA**

Ing. Moisés Díaz Ayarde  
**RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.**





**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES**  
**LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES**

**PROYECTO:** “COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA”

**ELABORADO POR:** Univ. Briand Erland Choque Cruz

**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** Chancadora de Charajas

**FECHA:** Noviembre del 2021

**ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ÁNGELES ASTM C-131 (Grava)**

**TABLA ASTM C-131 de requerimiento según el tamaño de material que se tenga.**

Gradación		A	B	C	D
Diámetro		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"	Nº4			2500±10	
Nº4	Nº8				5000±10
<b>Peso total</b>		<b>5000±10</b>	<b>5000±10</b>	<b>5000±10</b>	<b>5000±10</b>
Número de esferas		12	11	8	6
Número de revoluciones		500	500	500	500
Tiempo de rotación		15	15	15	15

Datos de laboratorio		
Gradación B		
Pasa tamiz	Retenido tamiz	Peso retenido
3/4"	1/2"	2500
1/2"	3/8"	2500

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

Gradación	Peso inicial	Peso final	% de desgaste	Especificación ASTM
B	5000	3731,4	25,37	35% MAX

Univ. Briand Erland Choque Cruz  
**LABORATORISTA**

Ing. Moisés Diaz Ayarde  
**RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.**



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

**PROYECTO:** “COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA”

**ELABORADO POR:** Univ. Briand Erland Choque Cruz

**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** Chancadora de Charajas

**FECHA:** Noviembre del 2021

### ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D-2419

N° de Muestra	H1 (cm)	H2 (cm)	Equivalente de Arena (%)
1	16,10	10,50	65,22
2	15,70	10,80	68,79
3	14,30	10,20	71,33
		<b>Promedio</b>	<b>68,45</b>

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

Equivalente de Arena (%)	NORMA
<b>68,45</b>	> 50%

Univ. Briand Erland Choque Cruz  
LABORATORISTA

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



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES**  
**LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES**

**PROYECTO:** "COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA"

**ELABORADO POR:** Univ. Briand Erland Choque Cruz

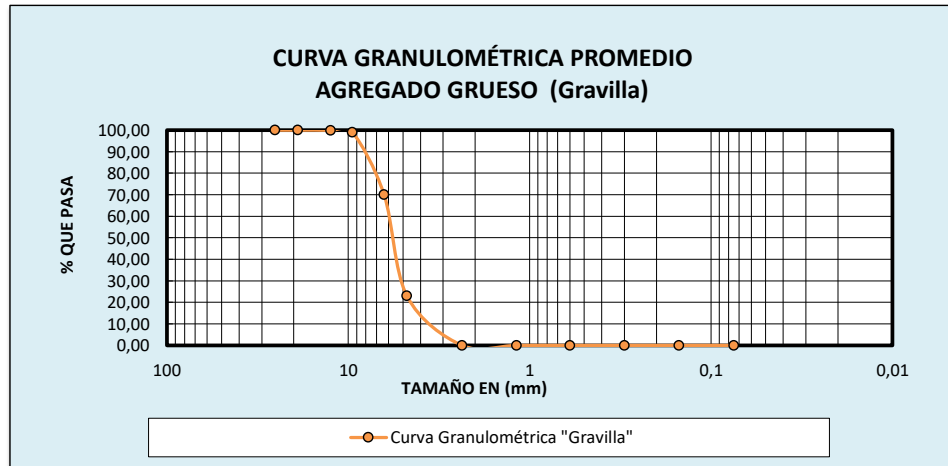
**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** Chancadora de Charajas

**FECHA:** Noviembre del 2021

### AGREGADO GRUESO (Gravilla)

### GRANULOMETRÍA PROMEDIO

Peso Total (gr)			5000		
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	3,78	3,78	0,08	99,92
3/8"	9,50	43,33	47,11	0,94	99,06
1/4"	6,35	1450,61	1497,72	29,95	70,05
N°4	4,75	2354,22	3851,94	77,04	22,96
N°8	2,36	1148,06	5000,00	100,00	0,00
N°16	1,18	0,00	5000,00	100,00	0,00
N°30	0,60	0,00	5000,00	100,00	0,00
N°50	0,30	0,00	5000,00	100,00	0,00
N°100	0,15	0,00	5000,00	100,00	0,00
N°200	0,075	0,00	5000,00	100,00	0,00
BASE	-	0,00	5000,00	100,00	0,00
<b>SUMA</b>		5000,0			
<b>PÉRDIDAS</b>		0,0			
<b>MF =</b>		<b>5,78</b>			



Univ. Briand Erland Choque Cruz  
 LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde  
 RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES  
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: "COMPARACION DE PROCESOS DE REHABILITACION EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VIAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA"

ELABORADO POR: Univ. Briand Erland Choque Cruz

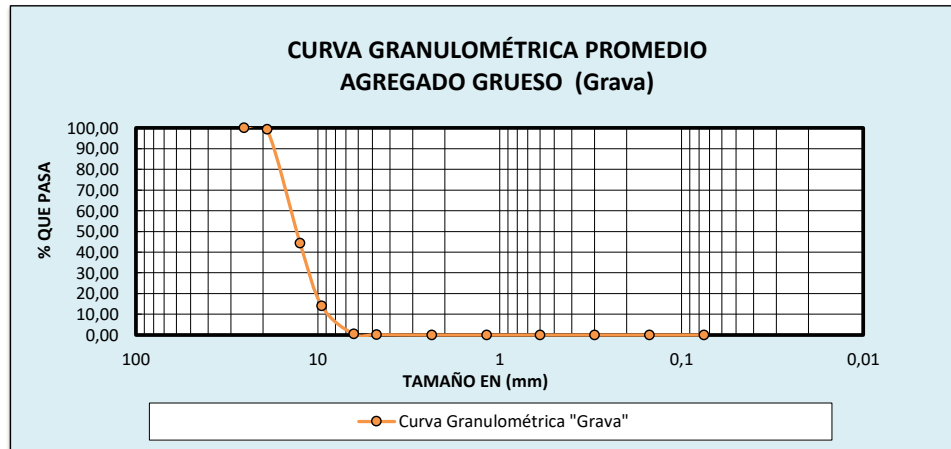
PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Chancadora de Charajas

FECHA: Noviembre del 2021

AGREGADO GRUESO (Grava)

GRANULOMETRÍA PROMEDIO

Peso Total (gr)			5000		
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	37,33	37,33	0,75	99,25
1/2"	12,5	2745,77	2783,10	55,66	44,34
3/8"	9,50	1515,70	4298,80	85,98	14,02
1/4"	6,35	678,03	4976,83	99,54	0,46
Nº4	4,75	16,60	4993,43	99,87	0,13
Nº8	2,36	6,57	5000,00	100,00	0,00
Nº16	1,18	0,00	5000,00	100,00	0,00
Nº30	0,60	0,00	5000,00	100,00	0,00
Nº50	0,30	0,00	5000,00	100,00	0,00
Nº100	0,15	0,00	5000,00	100,00	0,00
Nº200	0,075	0,00	5000,00	100,00	0,00
BASE	-	0,00	5000,00	100,00	0,00
SUMA		5000,0			
PÉRDIDAS		0,0			
MF =		6,86			



Univ. Briand Erland Choque Cruz  
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde  
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES  
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: "COMPARACION DE PROCESOS DE REHABILITACION EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA"

ELABORADO POR: Univ. Briand Erland Choque Cruz

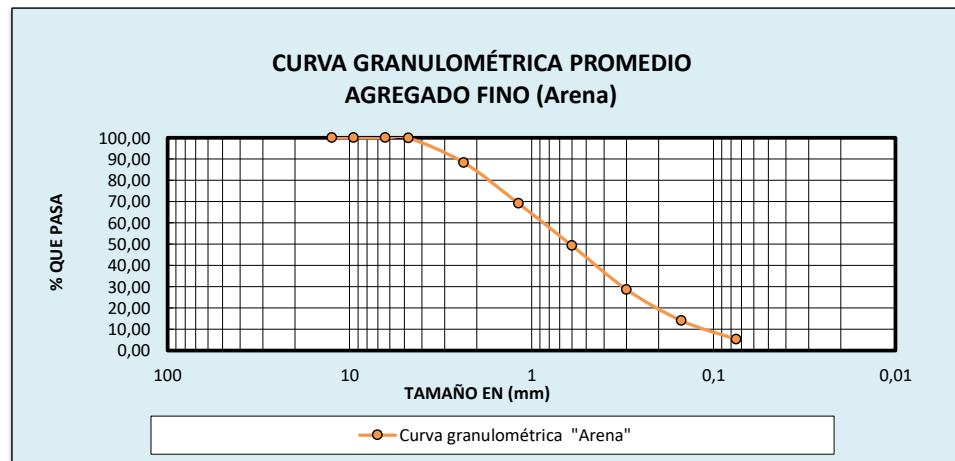
PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Chancadora de Charajas

FECHA: Noviembre del 2021

AGREGADO FINO (Arena)

GRANULOMETRÍA PROMEDIO

Peso Total (gr)			5000		
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
1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,75	3,67	3,67	0,07	99,93
Nº8	2,36	577,17	580,83	11,62	88,38
Nº16	1,18	961,33	1542,17	30,84	69,16
Nº30	0,60	990,33	2532,50	50,65	49,35
Nº50	0,30	1033,67	3566,17	71,32	28,68
Nº100	0,15	731,83	4298,00	85,96	14,04
Nº200	0,075	438,00	4736,00	94,72	5,28
BASE	-	264,00	5000,00	100,00	0,00
SUMA			5000,0		
PÉRDIDAS			0,0		
MF =			3,74		



Univ. Briand Erland Choque Cruz  
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde  
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES  
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

**PROYECTO:** "COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA"

**ELABORADO POR:** Univ. Briand Erland Choque Cruz

**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** Chancadora de Charajas

**FECHA:** Noviembre del 2021

**PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO (Arena)**

Determinación N°	Muestra - 1	Muestra - 2	Muestra - 3	Promedio	
Matraz	1	2	3		
Temperatura	23	23	23		
Peso de la muestra (gr)	500,00	500,00	500,00		
Peso del matraz (gr)	235,50	235,50	235,50		
Peso del matraz + agua + muestra (gr)	1045,30	1050,80	1043,40		
W= Peso del agua agregado al matraz (gr)	309,80	315,30	307,90		
A= Peso de la muestra secada al horno (gr)	478,30	480,70	486,90		
V= Volumen del matraz (ml)	500,00	500,00	500,00		
P. E. a Granel (gr/cm <sup>3</sup> )	2,51	2,60	2,53		2,55
P. E. Saturado con sup. seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2,63	2,71	2,60		2,65
P. E. Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	2,84	2,91	2,72	2,82	
( % ) Porcentaje de absorción	4,54	4,01	2,69	3,75	

FÓRMULAS:

$$\text{P.E. a Granel} = A / (V-W)$$

$$\text{P. E. Saturado con sup. seca} = 500 / (V-W)$$

$$\text{P. E. Aparente} = A / ((V-W) - (500-A))$$

$$\text{Abs} = ((500-A)/A) * 100$$

Univ. Briand Erland Choque Cruz  
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde  
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES  
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

**PROYECTO:** "COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA"

**ELABORADO POR:** Univ. Briand Erland Choque Cruz

**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** Chancadora de Charajas

**FECHA:** Noviembre del 2021

**PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO (Grava)**

Determinación	Muestra - 1	Muestra - 2	Muestra - 3	Promedio
A= Peso en el aire de la muestra seca (gr)	4929,00	4925,70	4930,70	
B= Peso en el aire muestra saturada-superficie seca (gr)	5000,00	5000,00	5000,00	
C= Peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr)	3124,30	3103,00	3118,00	
D = B - C	1875,70	1897,00	1882,00	
E = A - C	1804,70	1822,70	1812,70	
F = B - A	71,00	74,30	69,30	
Peso Especifico Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	2,73	2,70	2,72	2,72
Peso Especifico a Granel (gr/cm <sup>3</sup> )	2,63	2,60	2,62	2,61
Peso Especifico Saturado y Superficie Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2,67	2,64	2,66	2,65
( % ) Porcentaje de absorción	1,44	1,51	1,41	1,45

**FÓRMULAS:**  
Peso Especifico Aparente = A / E  
Especifico Saturado y Sup. Seca = B / D

P. Especifico a Granel = A / D  
Abs = F \* 100 / A

Univ. Briand Erland Choque Cruz  
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde  
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES  
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

**PROYECTO:** "COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA"

**ELABORADO POR:** Univ. Briand Erland Choque Cruz

**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** Chancadora de Charajas

**FECHA:** Noviembre del 2021

**PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO (Gravilla)**

Determinación	Muestra - 1	Muestra - 2	Muestra - 3	Promedio
A= Peso en el aire de la muestra seca (gr)	4918,70	4905,00	4918,00	
B= Peso en el aire muestra saturada-superficie seca (gr)	5000,00	5000,00	5000,00	
C= Peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr)	3055,00	3059,80	3042,50	
D = B - C	1945,00	1940,20	1957,50	
E = A - C	1863,70	1845,20	1875,50	
F = B - A	81,30	95,00	82,00	
Peso Especifico Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	2,64	2,66	2,62	2,64
Peso Especifico a Granel (gr/cm <sup>3</sup> )	2,53	2,53	2,51	2,52
Peso Especifico Saturado y Superficie Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2,57	2,58	2,55	2,57
( % ) Porcentaje de absorción	1,65	1,94	1,67	1,75

**FÓRMULAS:**  
Peso Especifico Aparente = A / E  
Especifico Saturado y Sup. Seca = B / D

P. Especifico a Granel = A / D  
Abs = F \* 100 / A

Univ. Briand Erland Choque Cruz  
LABORATORISTA

Ing. Moisés Diaz Ayarde  
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.





UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES  
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: "COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACION EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA"

ELABORADO POR: Univ. Briand Erland Choque Cruz

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Chancadora de Charajas

FECHA: Noviembre del 2021

**PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO (Grava)**

**PESO UNITARIO SUELTO**

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm <sup>3</sup> )	Peso recip. + muestra suelta (gr)	Peso muestra suelta (gr)	Peso unitario suelto (gr/cm <sup>3</sup> )
1	5731,00	9885,90	19435,00	13704,00	1,39
2	5731,00	9885,90	19452,00	13721,00	1,39
3	5731,00	9885,90	19464,00	13733,00	1,39
<b>PROMEDIO</b>					<b>1,39</b>

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm <sup>3</sup> )	Peso recip. + muestra compactada (gr)	Peso muestra compactada (gr)	Peso unitario compactado (gr/cm <sup>3</sup> )
1	5731,00	9885,90	20525,00	14794,00	1,50
2	5731,00	9885,90	20420,00	14689,00	1,49
3	5731,00	9885,90	20497,00	14766,00	1,49
<b>PROMEDIO</b>					<b>1,49</b>

Univ. Briand Erland Choque Cruz  
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde  
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES  
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

**PROYECTO:** “COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA”

**ELABORADO POR:** Univ. Briand Erland Choque Cruz

**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** Chancadora de Charajas

**FECHA:** Noviembre del 2021

**PESO UNITARIO - AGREGADO GRUESO (Gravilla)**

**PESO UNITARIO SUELTO**

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm <sup>3</sup> )	Peso recip. + muestra suelta (gr)	Peso muestra suelta (gr)	Peso unitario suelto (gr/cm <sup>3</sup> )
1	5731,00	9885,90	18650,00	12919,00	1,31
2	5731,00	9885,90	18673,00	12942,00	1,31
3	5731,00	9885,90	18688,00	12957,00	1,31
<b>PROMEDIO</b>					<b>1,31</b>

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm <sup>3</sup> )	Peso recip. + muestra compactada (gr)	Peso muestra compactada (gr)	Peso unitario compactado (gr/cm <sup>3</sup> )
1	5731,00	9885,90	19810,00	14079,00	1,42
2	5731,00	9885,90	19990,00	14259,00	1,44
3	5731,00	9885,90	19899,00	14168,00	1,43
<b>PROMEDIO</b>					<b>1,43</b>

Univ. Briand Erland Choque Cruz  
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde  
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES  
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

**PROYECTO:** "COMPARACION DE PROCESOS DE REHABILITACION EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VIAS DE TRAFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA"

**ELABORADO POR:** Univ. Briand Erland Choque Cruz

**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** Chancadora de Charajas

**FECHA:** Noviembre del 2021

**PESO UNITARIO - AGREGADO FINO (Arena)**

**PESO UNITARIO SUELTO**

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm <sup>3</sup> )	Peso recip. + muestra suelta (gr)	Peso muestra suelta (gr)	Peso unitario suelto (gr/cm <sup>3</sup> )
1	2612,00	3033,19	7475,00	4863,00	1,60
2	2612,00	3033,19	7485,00	4873,00	1,61
3	2612,00	3033,19	7482,00	4870,00	1,61
<b>PROMEDIO</b>					<b>1,61</b>

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm <sup>3</sup> )	Peso recip. + muestra compactada (gr)	Peso muestra compactada (gr)	Peso unitario compactado (gr/cm <sup>3</sup> )
1	2612,00	3033,19	8000,00	5388,00	1,78
2	2612,00	3033,19	8060,00	5448,00	1,80
3	2612,00	3033,19	8075,00	5463,00	1,80
<b>PROMEDIO</b>					<b>1,79</b>

Univ. Briand Erland Choque Cruz  
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde  
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES  
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

**PROYECTO:** "COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA"

**ELABORADO POR:** Univ. Briand Erland Choque Cruz

**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** Chancadora de Charajas

**FECHA:** Noviembre del 2021

**DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS ACHATADAS ASTM D-4791**

**Material: Grava 3/4"**

Tamiz		Abertura de ranura (mm)	Peso de agregado (gr)	Peso retenido (gr)	Peso que pasa (gr)	Índice de lajas (%)
3/4"	1/2"	9,5	528,7	449,4	79,3	9,73
1/2"	3/8"	6,6	283,6	273,3	10,3	
3/8"	1/4"	5	187,7	180,0	7,7	
TOTAL			1000,0	902,7	97,3	

**Material: Gravilla 3/8"**

Tamiz		Abertura de ranura (mm)	Peso de agregado (gr)	Peso retenido (gr)	Peso que pasa (gr)	Índice de lajas (%)
1/2"	3/8"	6,6	11,9	3,0	8,9	8,52
3/8"	1/4"	5	988,1	911,8	76,3	
TOTAL			1000,0	914,8	85,2	

Univ. Briand Erland Choque Cruz  
LABORATORISTA

Ing. Moisés Diaz Ayarde  
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES  
LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES

PROYECTO: "COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA"

ELABORADO POR: Univ. Briand Erland Choque Cruz

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Chancadora de Charajas FECHA: Noviembre del 2021

#### DETERMINACION DE PARTÍCULAS LARGAS ASTM D-4791

Material: Grava 3/4"

Tamiz		Abertura de ranura (mm)	Peso de agregado (gr)	Peso retenido (gr)	Peso que pasa (gr)	Índice de alargadas (%)
3/4"	1/2"	28,4	528,7	41,1	487,6	9,89
1/2"	3/8"	19,8	283,6	23,7	259,9	
3/8"	1/4"	15,1	187,7	34,1	153,7	
TOTAL			1000,0	98,9	901,1	

Material: Gravilla 3/8"

Tamiz		Abertura de ranura (mm)	Peso de agregado (gr)	Peso retenido (gr)	Peso que pasa (gr)	Índice de alargadas (%)
1/2"	3/8"	6,6	11,9	0,0	11,9	9,86
3/8"	1/4"	5	988,1	98,6	889,5	
TOTAL			1000	98,6	901,4	

Univ. Briand Erland Choque Cruz  
LABORATORISTA

Ing. Moisés Diaz Ayarde  
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



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

**PROYECTO:** “COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA”

**ELABORADO POR:** Univ. Briand Erland Choque Cruz

**FECHA:** Noviembre del 2021

**TIPO DE LIGANTE:** Cemento asfáltico 85-100

**PROCEDENCIA:** Brasil

CARACTERIZACIÓN DE LIGANTE ASFÁLTICO  
ASFALTO CONVENCIONAL 85-100

ORIGEN: Brasil

Ensayo	Unidad	Muestras			Resultado	Especificaciones	
		1	2	3		Mínimo	Máximo
<b>Penetración a 25°C, 100s. 5seg.:</b>							
Lectura N°1	0,1 mm.	90	89	84			
Lectura N°2	0,1 mm.	85	90	83			
Lectura N°3	0,1 mm.	89	79	88			
Penetración Promedio	0,1 mm.	88	86	85	<b>86</b>	85	100
<b>Peso Específico a 25°C:</b>							
Peso Picnómetro	grs.	36,2	35,0	36,8			
Peso Picnómetro + Agua (25°C)	grs.	86,9	85,6	87,0			
Peso Picnómetro + Muestra	grs.	66,6	65,5	67,8			
Peso Picnómetro + Agua + Muestra	grs.	87,9	85,4	88,6			
Peso Específico Promedio	grs./cm <sup>3</sup>	1,031	0,991	1,051	<b>1,024</b>	1	1,05
<b>Punto de Inflamación AASHTO T-48</b>	°C	252	254	250	<b>252</b>	232	-
<b>Ensayo de película delgada en horno, 32 mm, 163°C, 5 hrs.</b>							
Peso de platillos vacíos	gr	85,6	88,3	87,1			
Platillo + Muestra	gr	127,7	140,1	122,3			
Platillo + Muestra sacado del horno	gr	126,9	139,4	121,3			
Película delgada promedio	gr	0,8	0,7	1,0	<b>0,8</b>	0	1
<b>Punto de ablandamiento</b>	°C	44,0	46,0	45,0	<b>45</b>	41	53
<b>Ductilidad a 25°C AASHTO T-51</b>	cm.	104	113	114	<b>110</b>	100	-
<b>Viscosidad Saybolt-Furol a 135°C</b>	s	389	395		<b>392</b>	85	-

Univ. Briand Erland Choque Cruz  
LABORATORISTA

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



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

**PROYECTO:** “COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA”

**ELABORADO POR:** Univ. Briand Erland Choque Cruz

**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** Chancadora de Charajas

**TIPO DE LIGANTE:** Cemento asfáltico 85-100

**PROCEDENCIA:** Brasil

**FECHA:** Noviembre del 2021

**DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CONVENCIONALES**

**CONTENIDO ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO SEGÚN GRANULOMETRÍA DE DISEÑO**

Peso Total de Briqueta (gr)	1200
Ponderación de Grava (%)	30
Ponderación de Gravilla (%)	25
Ponderación de Arena (%)	45

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

	Porcentaje de cemento asfáltico en la mezcla					
	4,0%	4,5%	5,0%	5,5%	6,0%	6,5%
Porcentaje de Agregado (%)	96,00%	95,50%	95,00%	94,50%	94,00%	93,50%
Peso del Cemento Asfáltico (gr)	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00
Peso de Grava (gr)	345,60	343,80	342,00	340,20	338,40	336,60
Peso de Gravilla (gr)	288,00	286,50	285,00	283,50	282,00	280,50
Peso de Arena (gr)	518,40	515,70	513,00	510,30	507,60	504,90
Peso total de la briqueta (gr)	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00

Univ. Briand Erland Choque Cruz  
LABORATORISTA

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



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

**PROYECTO:** “COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA”

**ELABORADO POR:** Univ. Briand Erland Choque Cruz

**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** Chancadora de Charajas

**TIPO DE LIGANTE:** Cemento asfáltico 85-100

**PROCEDENCIA:** Brasil

**FECHA:** Noviembre del 2021

**PLANILLA METODO MARSHALL**  
**PARA EL CONTENIDO OPTIMO DE CEMENTO ASFALTICO**

Granulometría Formada	P. Especifico	% agregado
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2,68	49,25
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2,55	50,75
Peso Especifico Total	2,61	100

TIPO DE CEMENTO ASFALTICO: CONVENCIONAL	85/100
NÚMERO DE GOLPES POR CARA	75
TEMPERATURA DE MEZCLADO (°C)	160
PESO ESPECIFICO DEL LIGANTE AASHTO T-229 (gr/cm3)	1,0240

Agregado	P.E.	%
Grava	2,72	30
Gravilla	2,64	25
Arena	2,55	45

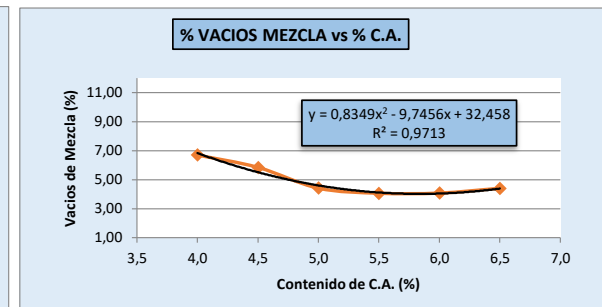
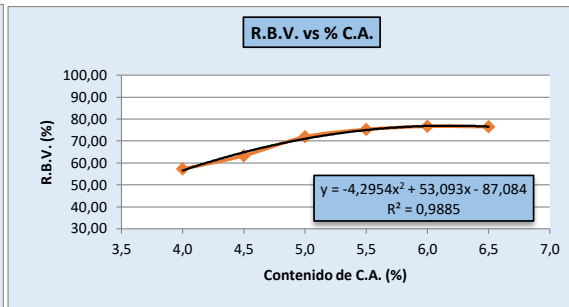
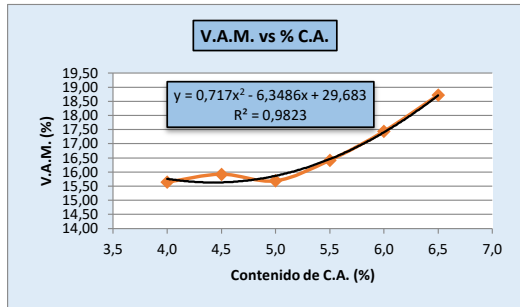
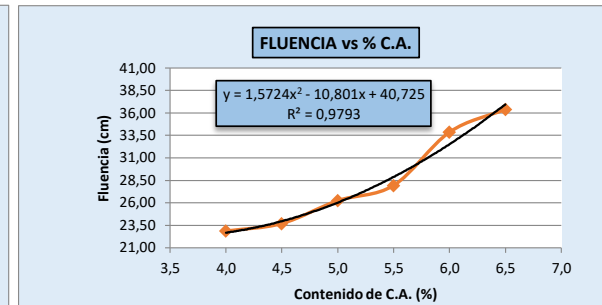
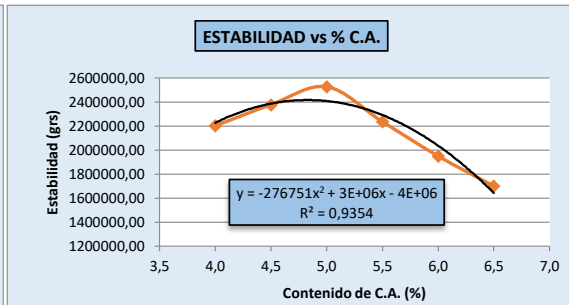
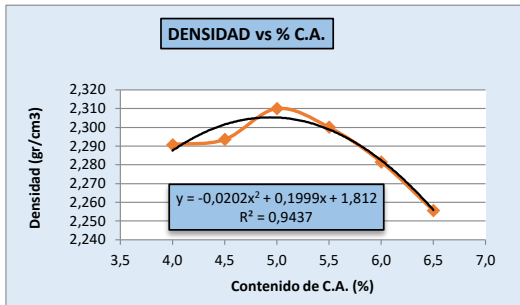
N° de probeta	% de Asfalto		altura promedio de probeta	Peso Briqueta			Volumen probeta cm <sup>3</sup>	Densidad Briqueta			% de Vacios			Estabilidad Marshall					Fluencia	
	base Mezcla %	base Agregados %		seco grs.	sat. Sup. Seca grs.	sumergida en agua grs.		densidad real grs/cm <sup>3</sup>	Densidad promedio grs/cm <sup>3</sup>	densidad maxima teorica grs/cm <sup>3</sup>	% de vacios mezcla total %	V.A.M.(vacios agregado mineral) %	R.B.V. (relacion betumen vacios) %	lectura del dial mm	carga grs	factor de correccion de altura de probeta -	Estabilidad real corregida grs	Estabilidad promedio grs	lectura dial del flujo 0,01 cm	Fluencia promedio 0,01 cm
1			6,58	1191,2	1198,1	682	516,1	2,31				1890	2300242,47	0,95	2178099,59			20,32		
2	4,00	4,17	6,42	1171,2	1179,5	665	514,5	2,28	2,29	2,46	6,70	15,64	57,20	1851	2252606,60	0,98	2213185,98	2201582,98	25,4	22,86
3			6,47	1183,4	1188,2	671	517,2	2,29												
4			6,30	1178,0	1187,1	678	509,1	2,31												
5	4,50	4,71	6,64	1170,6	1172,3	660	512,3	2,28	2,29	2,44	5,84	15,92	63,30	1987	2418721,43	1,01	2450164,80	2377786,463	25,4	23,71
6			6,46	1175,3	1178,1	663	515,1	2,28												
7			6,47	1194,3	1200,3	691	509,3	2,34												
8	5,00	5,26	6,35	1177,2	1185,4	666	519,4	2,27	2,31	2,42	4,41	15,69	71,89	1968	2395514,21	1,00	2395514,21	2527566,672	30,48	26,25
9			6,43	1186,7	1194,8	683	511,8	2,32												
10			6,32	1161,5	1164,7	653	511,7	2,27												
11	5,50	5,82	6,37	1180,6	1186,1	678	508,1	2,32	2,30	2,40	4,06	16,42	75,26	2120	2581171,95	1,01	2601821,33	2235941,673	25,4	27,94
12			6,30	1175,3	1179,5	670	509,5	2,31												
13			6,21	1172,9	1175,0	665	510,0	2,30												
14	6,00	6,38	6,24	1185,3	1188,1	676	512,1	2,31	2,28	2,38	4,07	17,44	76,65	1718	2090156,07	1,04	2167491,85	1949702,962	30,48	33,87
15			6,22	1179,1	1188,7	660	528,7	2,23												
16			6,20	1186,5	1189,2	671	518,2	2,29												
17	6,50	6,95	6,26	1162,7	1171,4	652	519,4	2,24	2,26	2,36	4,40	18,72	76,49	1424	1731054,91	1,03	1781255,50	1699818,154	33,02	36,41
18			6,23	1178,1	1186,3	660	526,3	2,24												
ESPECIFICACIONES				minimo							3	13	75					816465,60		20,32
				maximo							5	-	82					-		40,64

Univ. Briand Erland Choque Cruz  
 LABORATORISTA

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



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



<b>DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO</b>	<b>Ensayo</b>	<b>Valor de Diseño</b>	<b>% de C.A.</b>
	Estabilidad Marshall (grs)	2416412,16	4,83
	Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	2,31	4,95
	Vacíos de la mezcla (%)	4,00	5,84
	% Porcentaje óptimo de C.A.	Promedio (%) =	<b>5,20</b>



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL  
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE BOSQUES Y TECNOLOGÍA DE LA MADERA  
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE LA MADERA

**PROYECTO:** “COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA”

**ELABORADO POR:** Univ. Briand Erland Choque Cruz

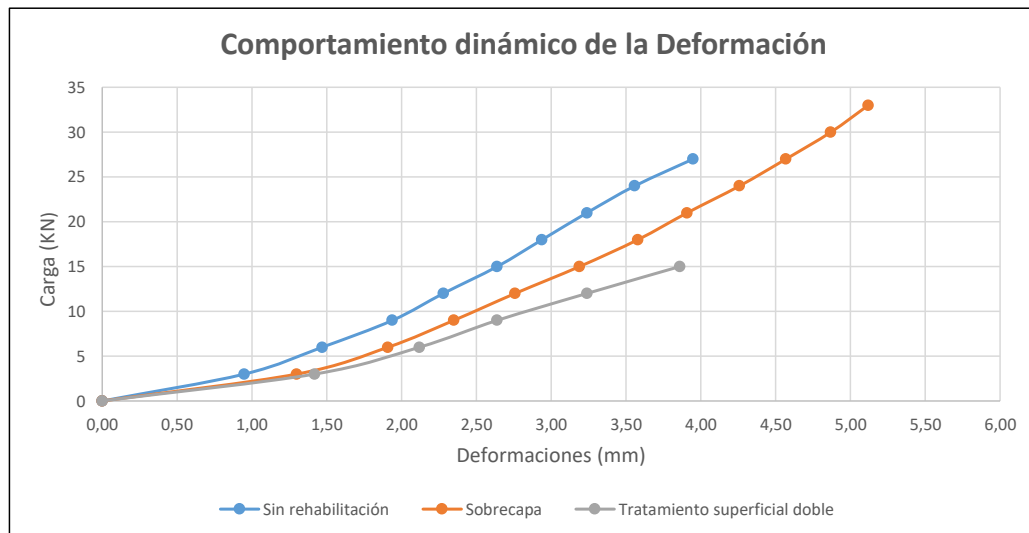
**ENSAYO:** Compresión paralela

**FECHA:** Noviembre del 2021

**TRAMO 1**

**ALEJANDRO DEL CARPIO  
CALLE SUCRE - DANIEL CAMPOS**

Carga (KN)	Deformación (mm)		
	Sin rehabilitación	Sobrecapa	Tratamiento superficial doble
0	0,00	0,00	0,00
3	0,95	1,30	1,42
6	1,47	1,91	2,12
9	1,94	2,35	2,64
12	2,28	2,76	3,24
15	2,64	3,19	3,86
18	2,94	3,58	
21	3,24	3,91	
24	3,56	4,26	
27	3,95	4,57	
30		4,87	
33		5,12	



Univ. Briand Erland Choque Cruz  
LABORATORISTA

Ing. Ariel Castillo G.  
RESP. LAB. DE TECNOLOGÍA DE MADERAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL  
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE BOSQUES Y TECNOLOGÍA DE LA MADERA  
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE LA MADERA

**PROYECTO:** “COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA”

**ELABORADO POR:** Univ. Briand Erland Choque Cruz

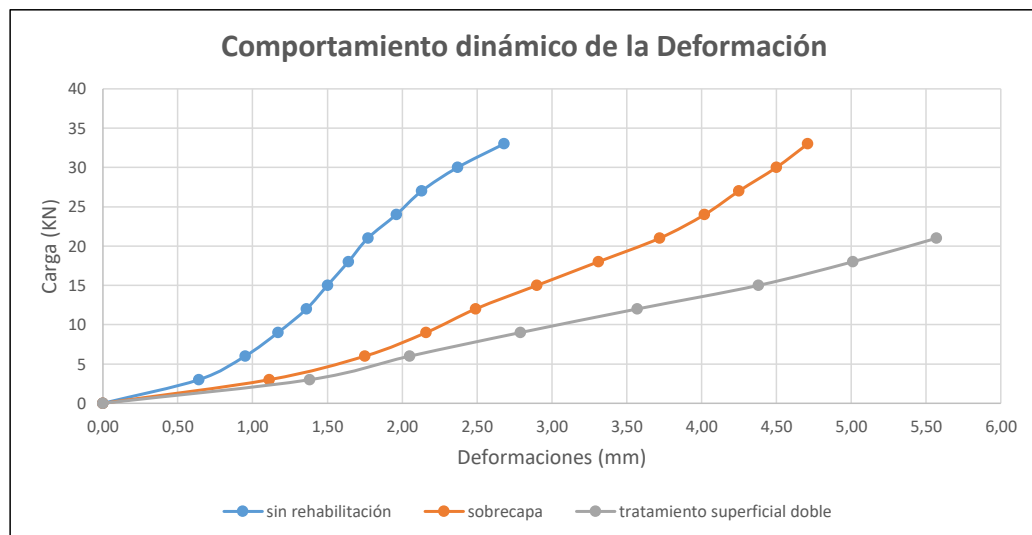
**ENSAYO:** Compresión paralela

**FECHA:** Noviembre del 2021

**TRAMO 2**

**ALEJANDRO DEL CARPIO  
DANIEL CAMPOS - COLÓN**

Carga (KN)	Deformación (mm)		
	Sin rehabilitación	Sobrecapa	Tratamiento superficial doble
0	0,00	0,00	0,00
3	0,64	1,11	1,38
6	0,95	1,75	2,05
9	1,17	2,16	2,79
12	1,36	2,49	3,57
15	1,50	2,90	4,38
18	1,64	3,31	5,01
21	1,77	3,72	5,57
24	1,96	4,02	
27	2,13	4,25	
30	2,37	4,50	
33	2,68	4,71	
36		5,13	



Univ. Briand Erland Choque Cruz  
LABORATORISTA

Ing. Ariel Castillo G.  
RESP. LAB. DE TECNOLOGÍA DE MADERAS



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**  
**DEPARTAMENTO DE MANEJO DE BOSQUES Y TECNOLOGÍA DE LA MADERA**  
**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE LA MADERA**

**PROYECTO:** “COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA”

**ELABORADO POR:** Univ. Briand Erland Choque Cruz

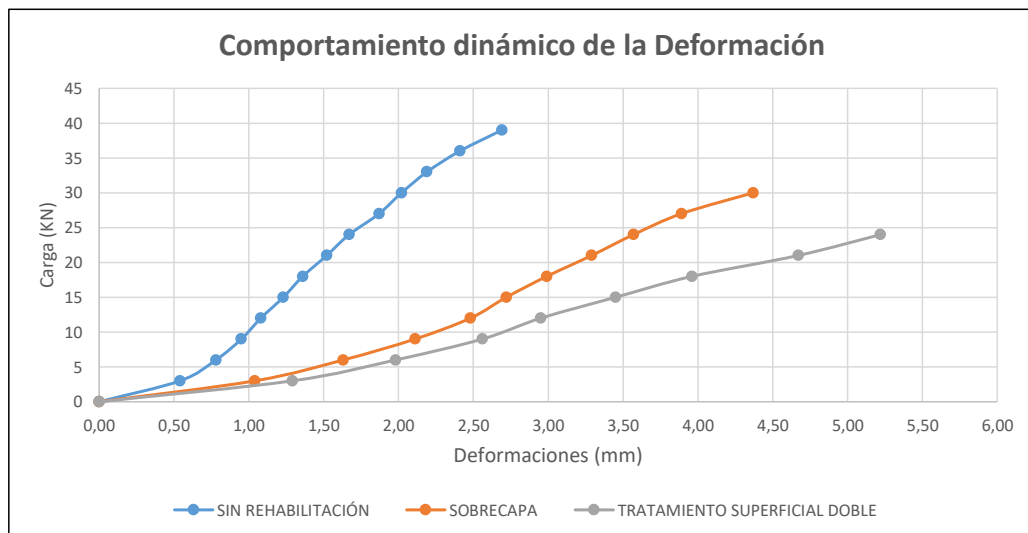
**ENSAYO:** Compresión paralela

**FECHA:** Noviembre del 2021

**TRAMO 3**

**ALEJANDRO DEL CARPIO**  
**COLÓN - SUIPACHA**

Carga (KN)	Deformación (mm)		
	Sin rehabilitación	Sobrecapa	Tratamiento superficial doble
0	0,00	0,00	0,00
3	0,54	1,04	1,29
6	0,78	1,63	1,98
9	0,95	2,11	2,56
12	1,08	2,48	2,95
15	1,23	2,72	3,45
18	1,36	2,99	3,96
21	1,52	3,29	4,67
24	1,67	3,57	5,22
27	1,87	3,89	
30	2,02	4,37	
33	2,19		
36	2,41		
39	2,69		



Univ. Briand Erland Choque Cruz  
**LABORATORISTA**

Ing. Ariel Castillo G.  
**RESP. LAB. DE TECNOLOGÍA DE MADERAS**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL  
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE BOSQUES Y TECNOLOGÍA DE LA MADERA  
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE LA MADERA

**PROYECTO:** “COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA”

**ELABORADO POR:** Univ. Briand Erland Choque Cruz

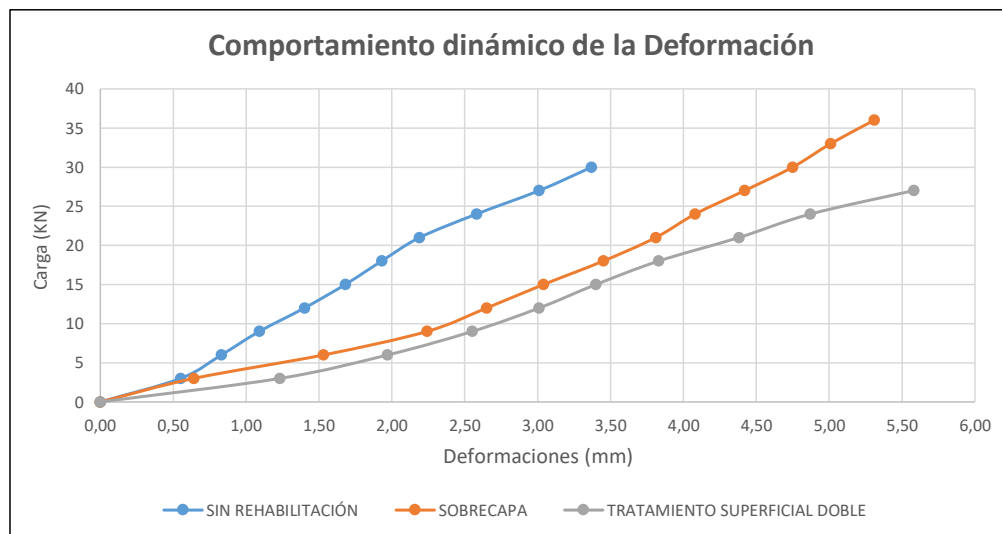
**ENSAYO:** Compresión paralela

**FECHA:** Noviembre del 2021

**TRAMO 4**

**ALEJANDRO DEL CARPIO  
SUIPACHA - MÉNDEZ**

Carga (KN)	Deformación (mm)		
	Sin rehabilitación	Sobrecapa	Tratamiento superficial doble
0	0,00	0,00	0,00
3	0,55	0,64	1,23
6	0,83	1,53	1,97
9	1,09	2,24	2,55
12	1,40	2,65	3,01
15	1,68	3,04	3,40
18	1,93	3,45	3,83
21	2,19	3,81	4,38
24	2,58	4,08	4,87
27	3,01	4,42	5,58
30	3,37	4,75	
33		5,01	
36		5,31	



Univ. Briand Erland Choque Cruz  
LABORATORISTA

Ing. Ariel Castillo G.  
RESP. LAB. DE TECNOLOGÍA DE MADERAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL  
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE BOSQUES Y TECNOLOGÍA DE LA MADERA  
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE LA MADERA

PROYECTO: “COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA”

ELABORADO POR: Univ. Briand Erland Choque Cruz

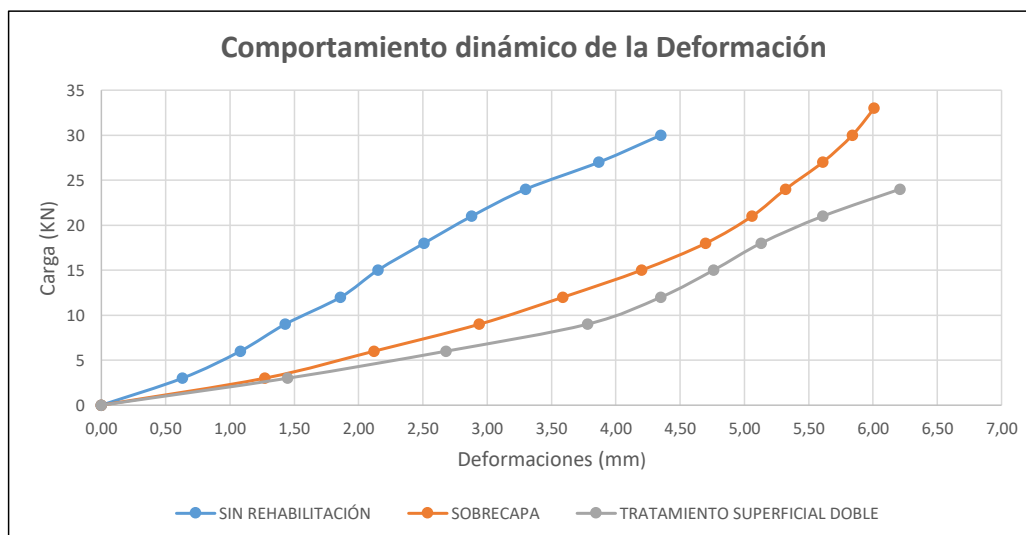
ENSAYO: Compresión paralela

FECHA: Noviembre del 2021

TRAMO 5

ALEJANDRO DEL CARPIO  
MÉNDEZ - DELGADILLO

Carga (KN)	Deformación (mm)		
	Sin rehabilitación	Sobrecapa	Tratamiento superficial doble
0	0,00	0,00	0,00
3	0,63	1,27	1,45
6	1,08	2,12	2,68
9	1,43	2,94	3,78
12	1,86	3,59	4,35
15	2,15	4,20	4,76
18	2,51	4,70	5,13
21	2,88	5,06	5,61
24	3,30	5,32	6,21
27	3,87	5,61	
30	4,35	5,84	
33		6,01	



Univ. Briand Erland Choque Cruz  
LABORATORISTA

Ing. Ariel Castillo G.  
RESP. LAB. DE TECNOLOGÍA DE MADERAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL  
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE BOSQUES Y TECNOLOGÍA DE LA MADERA  
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE LA MADERA

PROYECTO: “COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA”

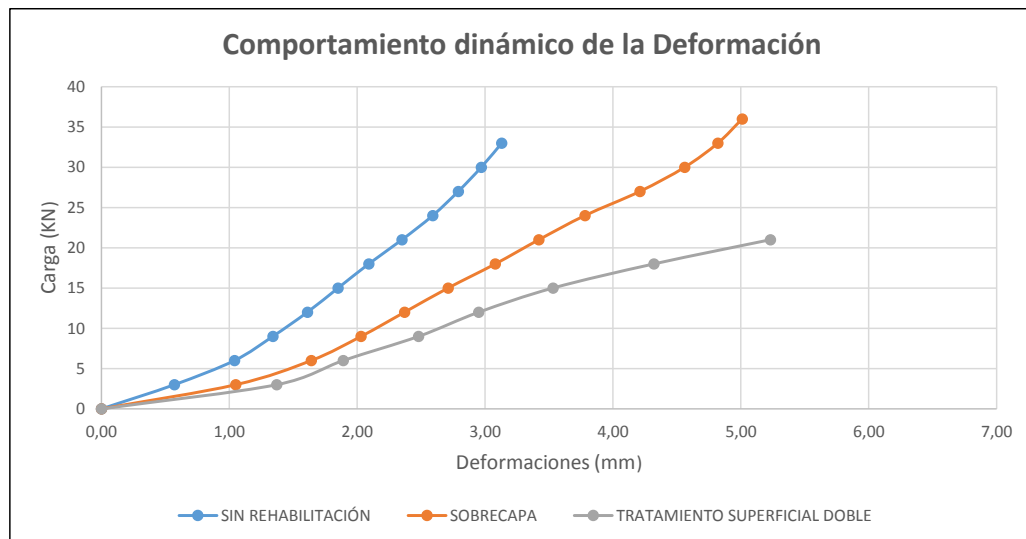
ELABORADO POR: Univ. Briand Erland Choque Cruz

FECHA: Noviembre del 2021

TRAMO 6

ALEJANDRO DEL CARPIO  
DELGADILLO - ISSAC ATTIE

Carga (KN)	Deformación (mm)		
	Sin rehabilitación	Sobrecapa	Tratamiento superficial doble
0	0,00	0,00	0,00
3	0,57	1,05	1,37
6	1,04	1,64	1,89
9	1,34	2,03	2,48
12	1,61	2,37	2,95
15	1,85	2,71	3,53
18	2,09	3,08	4,32
21	2,35	3,42	5,23
24	2,59	3,78	
27	2,79	4,21	
30	2,97	4,56	
33	3,13	4,82	
36		5,01	



Univ. Briand Erland Choque Cruz  
LABORATORISTA

Ing. Ariel Castillo G.  
RESP. LAB. DE TECNOLOGÍA DE MADERAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL  
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE BOSQUES Y TECNOLOGÍA DE LA MADERA  
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE LA MADERA

PROYECTO: “COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA”

ELABORADO POR: Univ. Briand Erland Choque Cruz

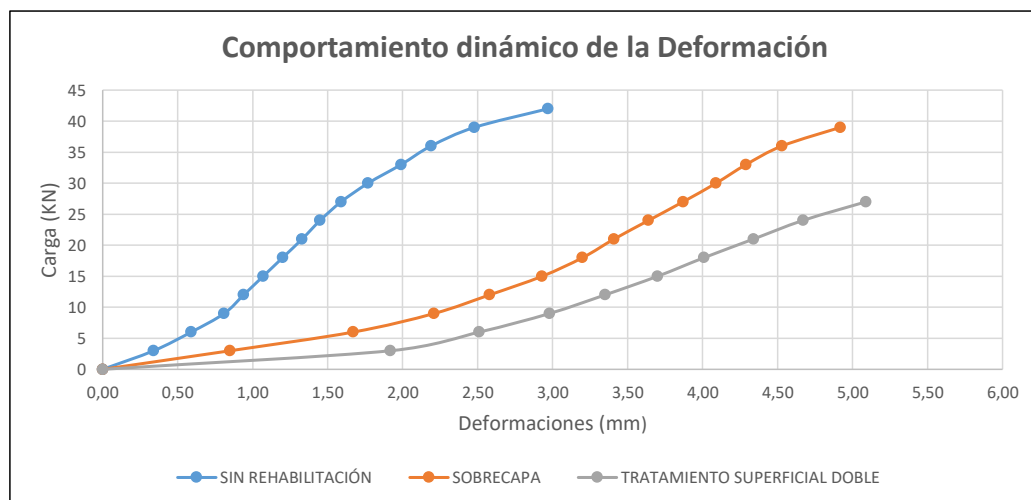
ENSAYO: Compresión paralela

FECHA: Noviembre del 2021

TRAMO 7

ALEJANDRO DEL CARPIO  
ISSAC ATTIE - JUNÍN

Carga (KN)	Deformación (mm)		
	Sin rehabilitación	Sobrecapa	Tratamiento superficial doble
0	0,00	0,00	0,00
3	0,34	0,85	1,92
6	0,59	1,67	2,51
9	0,81	2,21	2,98
12	0,94	2,58	3,35
15	1,07	2,93	3,7
18	1,2	3,2	4,01
21	1,33	3,41	4,34
24	1,45	3,64	4,67
27	1,59	3,87	5,09
30	1,77	4,09	
33	1,99	4,29	
36	2,19	4,53	
39	2,48	4,92	
42	2,97		



Univ. Briand Erland Choque Cruz  
LABORATORISTA

Ing. Ariel Castillo G.  
RESP. LAB. DE TECNOLOGÍA DE MADERAS





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL  
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE BOSQUES Y TECNOLOGÍA DE LA MADERA  
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE LA MADERA

PROYECTO: “COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA”

ELABORADO POR: Univ. Briand Erland Choque Cruz

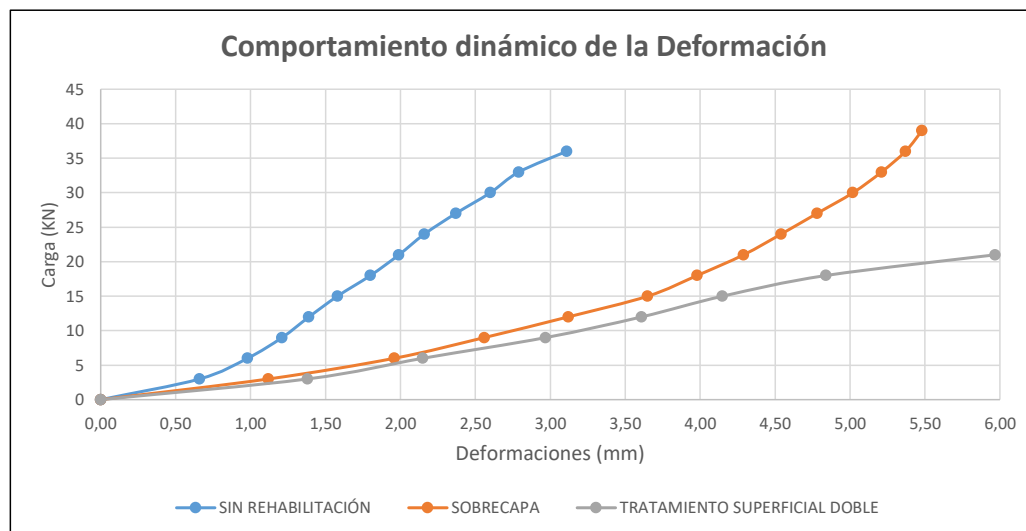
ENSAYO: Compresión paralela

FECHA: Noviembre del 2021

TRAMO 8

ALEJANDRO DEL CARPIO  
JUNÍN - O'CONNOR

Carga (KN)	Deformación (mm)		
	Sin rehabilitación	Sobrecapa	Tratamiento superficial doble
0	0,00	0,00	0,00
3	0,66	1,12	1,38
6	0,98	1,96	2,15
9	1,21	2,56	2,97
12	1,39	3,12	3,61
15	1,58	3,65	4,15
18	1,80	3,98	4,84
21	1,99	4,29	5,97
24	2,16	4,54	
27	2,37	4,78	
30	2,60	5,02	
33	2,79	5,21	
36	3,11	5,37	
39		5,48	



Univ. Briand Erland Choque Cruz  
LABORATORISTA

Ing. Ariel Castillo G.  
RESP. LAB. DE TECNOLOGÍA DE MADERAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL  
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE BOSQUES Y TECNOLOGÍA DE LA MADERA  
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE LA MADERA

PROYECTO: “COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA”

ELABORADO POR: Univ. Briand Erland Choque Cruz

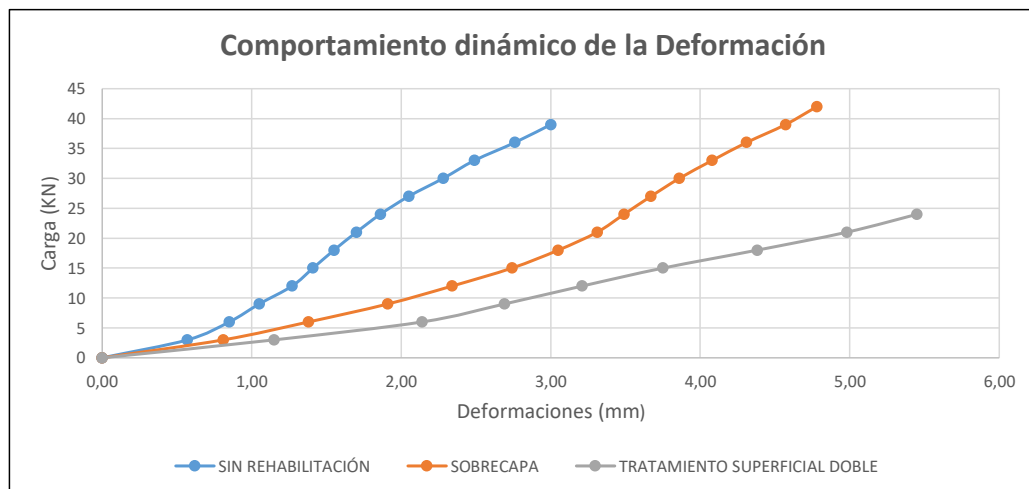
ENSAYO: Compresión paralela

FECHA: Noviembre del 2021

TRAMO 9

ALEJANDRO DEL CARPIO  
O’CONNOR - EJÉRCITO

Carga (KN)	Deformación (mm)		
	Sin rehabilitación	Sobrecapa	Tratamiento superficial doble
0	0,00	0,00	0,00
3	0,57	0,81	1,15
6	0,85	1,38	2,14
9	1,05	1,91	2,69
12	1,27	2,34	3,21
15	1,41	2,74	3,75
18	1,55	3,05	4,38
21	1,70	3,31	4,98
24	1,86	3,49	5,45
27	2,05	3,67	
30	2,28	3,86	
33	2,49	4,08	
36	2,76	4,31	
39	3,00	4,57	
42		4,78	



Univ. Briand Erland Choque Cruz  
LABORATORISTA

Ing. Ariel Castillo G.  
RESP. LAB. DE TECNOLOGÍA DE MADERAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL  
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE BOSQUES Y TECNOLOGÍA DE LA MADERA  
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE LA MADERA

PROYECTO: “COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA”

ELABORADO POR: Univ. Briand Erland Choque Cruz

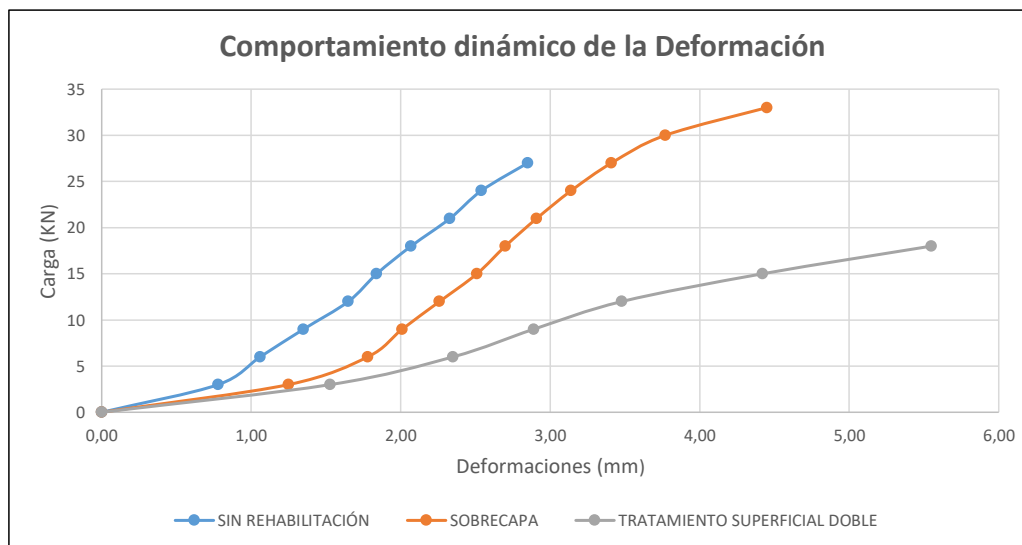
ENSAYO: Compresión paralela

FECHA: Noviembre del 2021

TRAMO 10

ALEJANDRO DEL CARPIO  
EJÉRCITO - PADILLA

Carga (KN)	Deformación (mm)		
	Sin rehabilitación	Sobrecapa	Tratamiento superficial doble
0	0,00	0,00	0,00
3	0,78	1,25	1,53
6	1,06	1,78	2,35
9	1,35	2,01	2,89
12	1,65	2,26	3,48
15	1,84	2,51	4,42
18	2,07	2,7	5,55
21	2,33	2,91	
24	2,54	3,14	
27	2,85	3,41	
30		3,77	
33		4,45	



Univ. Briand Erland Choque Cruz  
LABORATORISTA

Ing. Ariel Castillo G.  
RESP. LAB. DE TECNOLOGÍA DE MADERAS



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

**PROYECTO:** "COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA"

**ELABORADO POR:** Univ. Briand Erland Choque Cruz

**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** Chancadora de Charajas

**FECHA:** Noviembre del 2021

**DISEÑO GRANULOMÉTRICO - MÉTODO MARSHALL**  
**(ASTM D 3515)**

Tamices	Tamaño (mm)	DOSIFICACIÓN						CURVA DE DOSIFICACIÓN				Especificaciones ASTM D3515	
		Grava *	Gravilla *	Arena *	Grava (%)	Gravilla (%)	Arena (%)	Peso Ret. 100,00	Ret. Acum	% Ret	% que pasa del total	Mínimo	Máximo
		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (gr)	30,00	25,00	45,00						
1"	25,4	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	37,33	0,00	0,00	11,20	0,00	0,00	11,20	11,20	0,22	99,78	90	100
1/2"	12,5	2745,77	3,78	0,00	823,73	0,94	0,00	824,67	835,87	16,72	83,28	-	-
3/8"	9,50	1515,70	43,33	0,00	454,71	10,83	0,00	465,54	1301,42	26,03	73,97	56	80
1/4"	6,35	678,03	1450,61	0,00	203,41	362,65	0,00	566,06	1867,48	37,35	62,65	-	-
Nº4	4,75	16,60	2354,22	3,67	4,98	588,56	1,65	595,19	2462,67	49,25	50,75	35	65
Nº8	2,36	6,57	1148,06	577,17	1,97	287,01	259,73	548,71	3011,38	60,23	39,77	23	49
Nº16	1,18	0,00	0,00	961,33	0,00	0,00	432,60	432,60	3443,98	68,88	31,12	-	-
Nº30	0,60	0,00	0,00	990,33	0,00	0,00	445,65	445,65	3889,63	77,79	22,21	-	-
Nº50	0,30	0,00	0,00	1033,67	0,00	0,00	465,15	465,15	4354,78	87,10	12,90	5	19
Nº100	0,15	0,00	0,00	731,83	0,00	0,00	329,33	329,33	4684,10	93,68	6,32	-	-
Nº200	0,075	0,00	0,00	438,00	0,00	0,00	197,10	197,10	4881,20	97,62	2,38	2	8
BASE	-	0,00	0,00	264,00	0,00	0,00	118,80	118,80	5000,00	100,00	0,00	-	-
<b>PESO TOTAL</b>		5000,00	5000,00	5000,00	1500,00	1250,00	2250,00	5000,00					

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

Univ. Briand Erland Choque Cruz  
**LABORATORISTA**

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



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

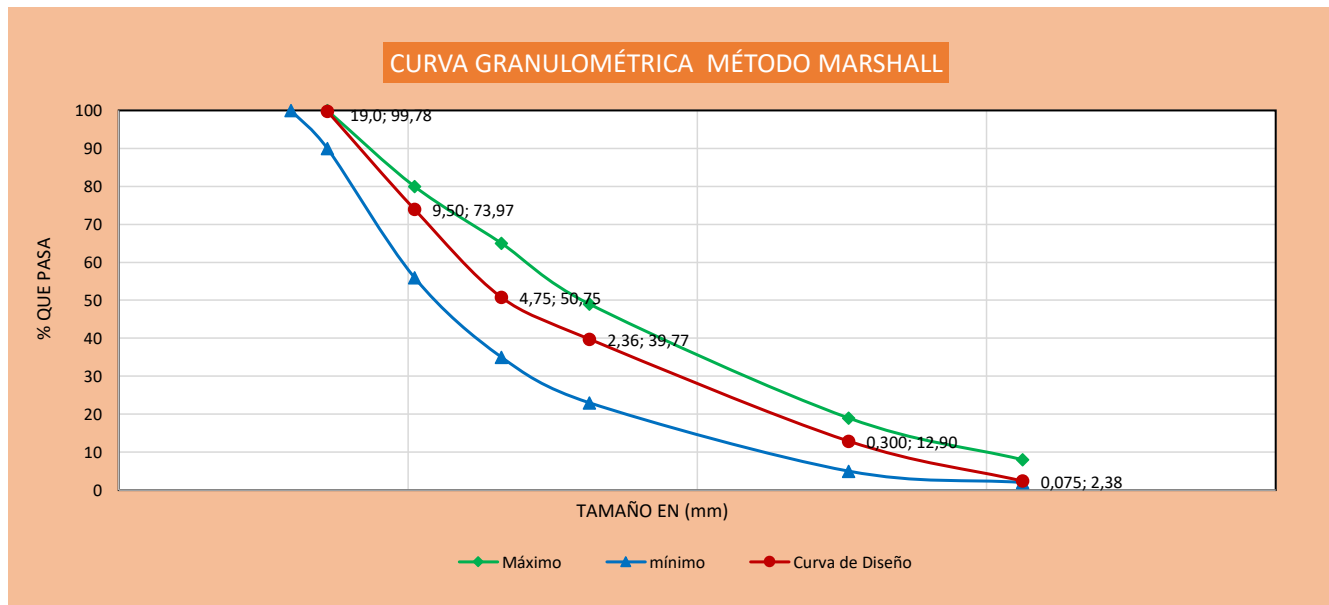
**PROYECTO:** “COMPARACIÓN DE PROCESOS DE REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES EN VÍAS DE TRÁFICO LIVIANO DE LA CIUDAD DE TARIJA”

**ELABORADO POR:** Univ. Briand Erland Choque Cruz

**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** Chancadora de Charajas

**FECHA:** Noviembre del 2021

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



Univ. Briand Erland Choque Cruz  
LABORATORISTA

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