



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
**LABORATORIO DE PAVIMENTOS**



N° 001-2024-LP-EPIC-FICA/UNAP

**CONSTANCIA DE USO DE EQUIPOS DE  
LABORATORIO**

EL QUE SUSCRIBE JEFE DE LABORATORIO DE PAVIMENTOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL.

**Hace constar:**

Que la tesista, **Bach. FERNNY ELIZABETH YANAPA LAYME**, hizo uso de los equipos del Laboratorio de Pavimentos de la FICA, para realizar los ensayos requeridos para su proyecto de Tesis: "EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA RECICLADA EN CALIENTE, TRAMO PLATERÍA - ACORA 2022", Conducente a la obtención del Título profesional de Ingeniero Civil.

Los ensayos que realizaron son los siguientes:

**ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS**

ÍTEM	ENSAYOS	NORMA	CANTIDAD	U.M.
01	Ensayo para la Densidad Máxima Teóricas en mezclas bituminosas RICE.	ASTM D-2041	10	Und.
02	Peso Unitario de Mezcla Asfáltica	ASTM D-2726	10	Und.
03	Lavados Asfálticos	ASTM D-2172	01	Und.
04	Estabilidad Mashall.	ASTM D-1559	12	Und.

Se le expide la presente constancia a solicitud escrita del interesado, para adjuntar en su proyecto de Tesis.

Puno, C. U. 22 de enero del 2024.



Ing. Silvia L. Ingaluque Arapa  
Jefe del Laboratorio de Pavimento

C.c.  
Arch./LMSyM.  
Adj solicitud(08folios)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



N° 004-2024-LMSM-EPIC-FICA/UNAP

**CONSTANCIA DE USO DE EQUIPOS DE  
LABORATORIO**

EL QUE SUSCRIBE JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES DE LA FICA.

**Hace constar:**

Que la tesista, **Bach. FERNNY ELIZABETH YANAPA LAYME**, hizo uso de los equipos del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales - FICA, para realizar los ensayos requeridos para su proyecto de Tesis: "EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA RECICLADA EN CALIENTE, TRAMO PLATERÍA - ACORA 2022", Conducente a la obtención del Título profesional de Ingeniero Civil.

Los ensayos que realizaron son los siguientes:





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS

ÍTEM	ENSAYOS	NORMA	CANTIDAD	U.M.
01	Contenido de humedad	ASTM D-2216	01	Und
02	Análisis Granulométrico por Lavado.	ASTM D-6913	02	Und.
03	Gravedad Especifica de Suelos Global (piedra chancada, Gravas y Finos).	ASTM D-854/C127	01	Und
04	Ensayo de abrasión en agregado menos de 1½".	ASTM C-131	01	Und.
05	Equivalente de arena.	ASTM D 2419	01	Und.
06	Azul de Metileno.	AASTHO T 57	01	Und.
07	Caras Fracturadas.	ASTM D5821-13	01	Und.
08	Partículas Chatas y Alargadas.	ASTM D4791-10	01	Und.
09	Angularidad del agregado fino	MTC E 222	01	Und.
10	Proctor Modificado.	ASTM D1557-12	01	Und.
11	C.B.R.	ASTM D1883	01	Und.

*Los resultados obtenidos, de los ensayos, no son responsabilidad del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales.*

Se le expide la presente constancia a solicitud escrita del interesado, para adjuntar en su proyecto de Tesis.

Puno, C. U. 22 de enero del 2024.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES  
  
Ing. Fausto Ponciano Mamani Mamani  
JEFE DEL LABORATORIO

C.c.  
Arch./LMSyM.  
Adj solicitud(16 folios)

**FICHA TÉCNICA  
APROBADA**

**1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL BIEN**

Denominación del bien	: CEMENTO ASFÁLTICO 120/150 PEN
Denominación técnica	: CEMENTO ASFÁLTICO GRADO 120/150 PEN
Unidad de medida	: Galón
Descripción general	: El cemento asfáltico es un material bituminoso aglomerante, de consistencia sólida. El cemento asfáltico se clasifica por viscosidad o grado de penetración (PEN), en el Perú se utiliza la clasificación por penetración a 25 °C.

**2. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DEL BIEN**

**2.1. Del bien**

El cemento asfáltico 120/150 PEN, deberá prepararse por el refinamiento del petróleo crudo por métodos apropiados, ser homogéneo, libre de agua, y no deberá producir espuma al ser calentado a 175 °C, según los numerales 6 y 7 de la NTP 321.051:2014.

El cemento asfáltico grado 120/150 PEN debe cumplir las siguientes especificaciones:

CARACTERÍSTICA	ESPECIFICACIÓN	REFERENCIA
Penetración a 25 °C, 100 g, 5 s mm,	Cumplir con lo indicado en el Anexo A de la NTP de la referencia.	NTP 321.051:2014 PETRÓLEO Y DERIVADOS. Cementos Asfálticos Especificaciones
Punto de ablandamiento, °C (véase nota 1)		
Punto de inflamación Cleveland, Copa Abierta, °C		
Ductilidad a 25°C, 5cm/min, cm		
Solubilidad en tricloroetileno, % masa,		
Índice de penetración (Susceptibilidad térmica)	Cumplir con lo indicado en la tabla 415-02 del documento de la referencia.	Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para construcción (EG-2013) aprobada por R.D N° 022-2013-MTC-14
<b>Ensayo de la Mancha (Oliensis)<sup>(A)</sup>, cuando y como se especifica con:</b>		
Nafta - estándar	Cumplir con lo indicado en el Anexo B de la NTP de la referencia.	NTP 321.051:2014 PETRÓLEO Y DERIVADOS. Cementos Asfálticos Especificaciones
Nafta - xileno, % xileno		
Heptano - xileno, % xileno		
<b>Prueba de calentamiento sobre película fina; 3,2 mm; 163 °C; 5 horas:</b>		
Pérdida por calentamiento, %masa	Cumplir con lo indicado en el Anexo A de la NTP de la referencia	NTP 321.051:2014 PETRÓLEO Y DERIVADOS. Cementos Asfálticos, Especificaciones
Penetración del residuo, % del original.		
Ductilidad del residuo a 25°C, 5cm/min, cm		
(Nota 1) Se incluye el Ensayo Punto de Ablandamiento en la Tabla, de acuerdo a la Tabla N° 2 de la norma ASTM D 946, según Anexo A de la NTP de referencia.		
<sup>(A)</sup> El uso del ensayo de la Mancha (Oliensis) es opcional. Cuando se especifica, indicar si el solvente es: nafta estándar, nafta-xileno, o heptano-xileno, los cuales serán utilizados para determinar el cumplimiento con el requisito, y también, en el caso del xileno, el porcentaje de xileno requerido.		

Expediente	20453
Solicitante	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO-PUNO</b>
Dirección	AV. EL SOL NRO.329 BARRIO BELLAVISTA PUNO-PUNO-PUNO
Instrumento de Medición	Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión
Equipo Calibrado	<b>PRENSA MARSHALL</b>
Alcance de Indicación	10 000 Lbf
Marca (o Fabricante)	ELE INTERNATIONAL
Modelo	45-6829/06
Número de Serie	H060601
Identificación	NO INDICA
Procedencia	USA
Indicador de Lectura	Dial Analógico de anillo
Marca (o Fabricante)	ELE INTERNATIONAL
Modelo	88-4020
Número de Serie	060960741
Identificación	NO INDICA
Procedencia	USA
Alcance de Indicación	0.2 "
Resolución	0.0001 "
Transductor de Fuerza	Anillo
Alcance de Indicación	10000 Lbf
Marca (o Fabricante)	ELE INTERNATIONAL
Modelo	PR-60
Número de Serie	060400000025
Identificación	NO INDICA
Procedencia	USA
Fecha de Calibración	2022-11-04
Ubic. Del Equipo	LABORATORIO DE PAVIMENTOS
Lugar de Calibración	AV. JORGE BASADRE 640 – PUNO

Sello	Fecha de emisión	Jefe del laboratorio de calibración
-------	------------------	-------------------------------------



2022-11-08

**CEM INDUSTRIAL**  
**JESÚS QUINTO C.**  
JEFE DE LABORATORIO

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.



TESIS : “EVALUACION DEL PORCENTAJE DE PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA RECICLADA EN CALIENTE, TRAMO PLATERIA - ACORA 2022”

AUTOR : BACH. FERNNY ELIZABETH, YANAPA LAYME

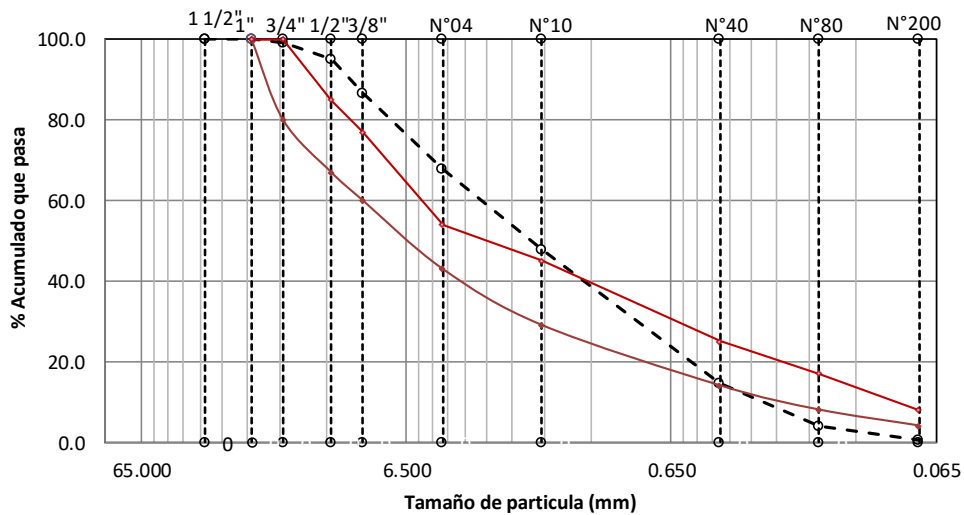
ASESOR : ING. CESAR EDWIN, GUERRA RAMOS

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL MBR**

MUESTRA: **2088.6 gr**

Tamiz		Peso Retenido	Porcentaje Retenido	% Ret. Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	
pulg.	mm.					Gradacion: MAC - 1	
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/4"	19.000	17.7	0.8	0.8	99.2	80	100
1/2"	12.500	85.0	4.1	4.9	95.1	67	85
3/8"	9.500	173.2	8.3	13.2	86.8	60	77
Nº04	4.750	394.8	18.9	32.1	67.9	43	54
Nº10	2.000	417.0	20.0	52.1	47.9	29	45
Nº40	0.425	696.6	33.4	85.4	14.6	14	25
Nº80	0.180	219.9	10.5	96.0	4.0	8	17
Nº200	0.075	70.8	3.4	99.4	0.6	4	8
< Nº 200	FONDO	13.5	0.6	100.0	0.0		

**ANALISIS GRANULOMETRICO**





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE PAVIMENTOS



TESIS : "EVALUACION DEL PORCENTAJE DE PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA RECICLADA EN CALIENTE, TRAMO PLATERIA - ACORA 2022"  
AUTOR : BACH. FERNNY ELIZABETH, YANAPA LAYME  
ASESOR : ING. CESAR EDWIN, GUERRA RAMOS

**PROCTOR MODIFICADO**

MTC E 115

**1.CALCULO:**

**DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD**

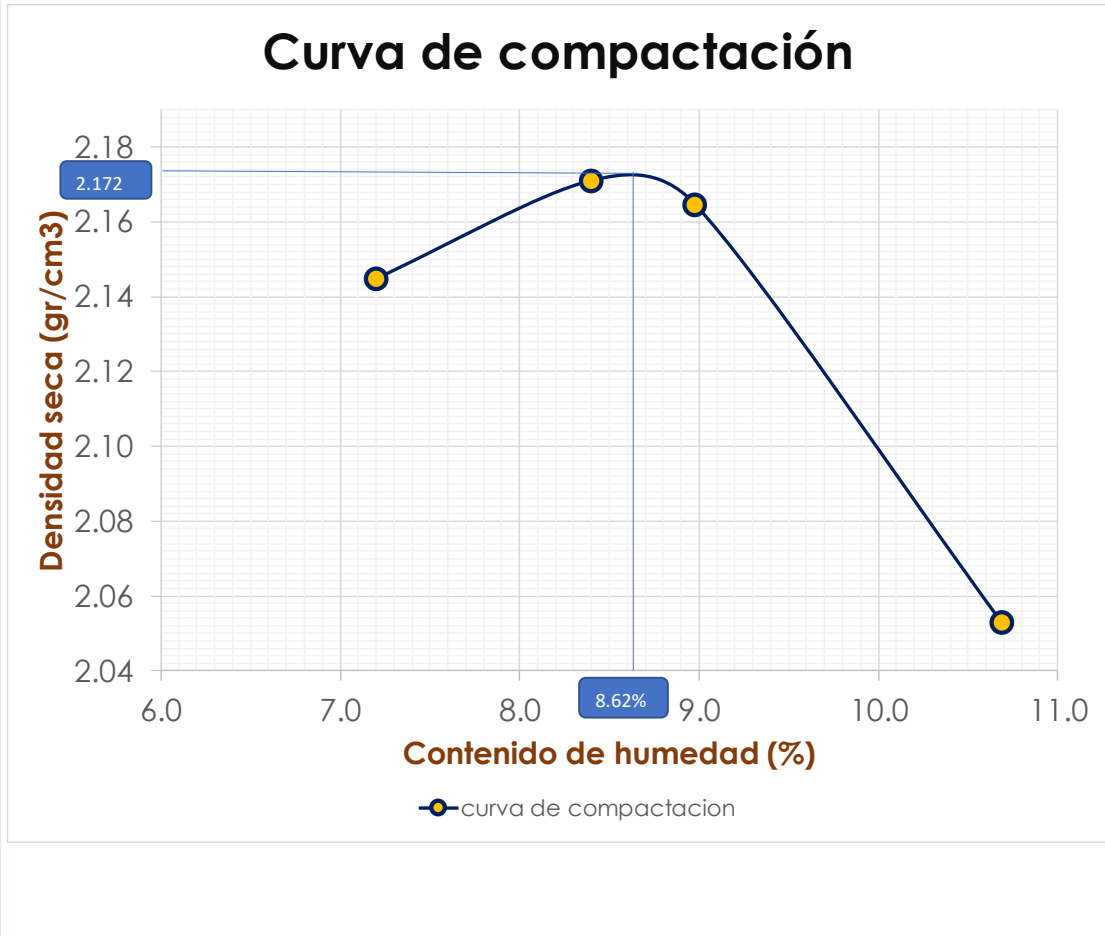
Prueba No.	1	2	3	4	
Molde No.	4%	6%	7%	8%	
No. de capas	5	5	5	5	
No. de golpes por capa	56	56	56	56	
Peso del molde + peso suelo compactado (gr)	10496	10611	10623	10439	
Peso del molde vacío (gr)	5614	5614	5614	5614	
Peso suelo compactado (gr)	4882	4997	5009	4825	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2123.312	2123.312	2123.312	2123.312	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.299	2.353	2.359	2.272	Máxima densidad
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.14	2.17	2.16	2.05	2.172

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Prueba No.	1	2	3	4	
Tara No.	T1	T2	T3	T4	
Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	535.55	698	489.39	461.93	
Peso de la tara + suelo seco (gr)	502.02	649.49	452.37	420.93	
Peso de la tara (gr)	36.49	72.28	40.1	37.44	
Peso suelo seco (gr)	465.53	577.21	412.27	383.49	
Contenido de humedad (%)	7.20	8.40	8.98	10.69	CHO %
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.14	2.17	2.16	2.05	8.62

2.GRAFICO:

Eje X	Eje Y
7.20	2.14
8.40	2.17
8.98	2.16
10.69	2.05







TESIS : "EVALUACION DEL PORCENTAJE DE PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA RECICLADA EN CALIENTE, TRAMO PLATERIA - ACORA 2022"  
AUTOR : BACH. FERNNY ELIZABETH, YANAPA LAYME  
ASESOR : ING. CESAR EDWIN, GUERRA RAMOS

**ENSAYO CALIFORNIA BERING RATIO (CBR)**  
ASTM D 1883

MOLDE No	k-16	A-25	k-7
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	25	12
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SIN SATURAR	SIN SATURAR	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12655	11424	12387
	Peso del Molde	gr.	6625	6612
Peso del Suelo Humedo	gr.	5030	4812	4419.8
Volumen del Suelo	cc.	2132	2135	2135
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	2.359	2.254	2.070

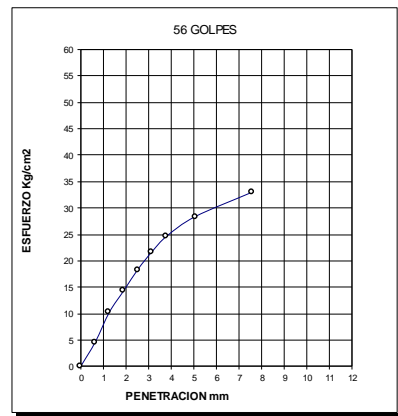
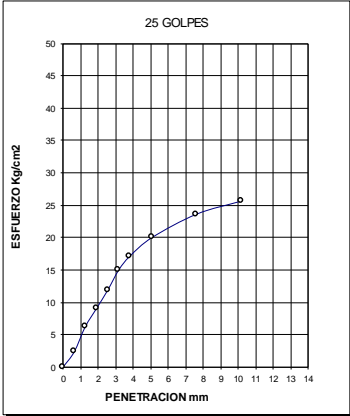
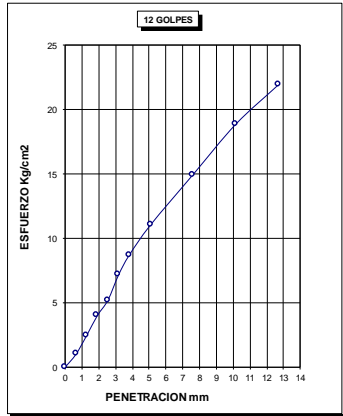
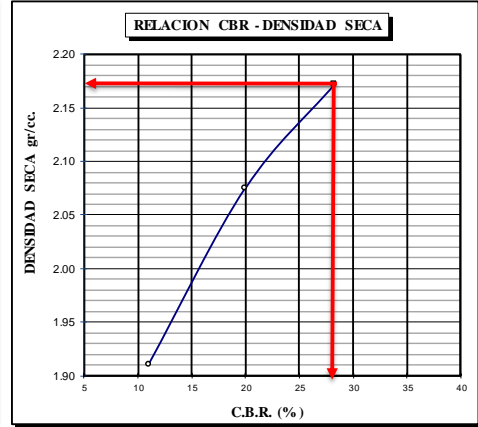
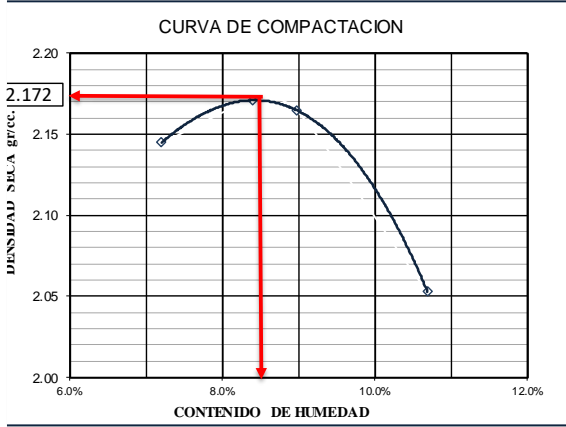
Capsula No	No	S-04	E15	T03
Suelo Humedo + Capsula	gr.	486.45	464.67	464.67
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	454.58	434.34	434.34
Peso del Agua	gr.	31.87	30.33	30.33
Peso de la Capsula	gr.	70.00	70.13	70.13
Peso del Suelo Seco	gr.	384.58	364.21	364.21
%de Humedad	%	8.29%	8.33%	8.33%
Promedio de Humedad	%	<b>8.62%</b>	<b>8.62%</b>	<b>8.33%</b>
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	<b>2.172</b>	<b>2.075</b>	<b>1.911</b>

**EXPANSION**

Fecha	Hora	Tiempo	Dial (pulg)	Dial (mm)	Expansion		Dial (pulg)	Dial (mm)	Expansion		Dial (pulg)	Dial (mm)	Expansion	
					mm	%			mm	%			mm	%
22/11/2022	11:48 a. m.	0	0.860	21.844	0.00	0.00	0.876	22.250	0.00	0.00	0.997	25.324	0.00	0.00
23/11/2022	11:30 a. m.	24h	0.875	22.225	0.38	0.33	0.897	22.784	0.53	0.46	1.026	26.060	0.74	0.63
28/11/2022	11:35 a. m.	48h	0.875	22.225	0.38	0.33	0.897	22.784	0.53	0.46	1.034	26.264	0.94	0.81

**PENETRACIÓN**

Penetración (mm)	Tiempo (Seg)	Carga Est.	MOLDE No			MOLDE No			MOLDE No		
			Dial	Kg	Kg/cm2	Dial	Kg	Kg/cm2	Dial	Kg	Kg/cm2
0	00:00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	00:30		0.87	88.45	4.56	0.45	45.78	2.36	0.19	19.40	1.00
1.27	01:00		1.95	198.71	10.24	1.19	120.89	6.23	0.46	47.15	2.43
1.91	01:30		2.72	277.56	14.31	1.72	175.45	9.04	0.76	77.45	3.99
2.54	02:00	70.00	3.49	356.26	18.36	2.25	229.38	11.62	0.99	100.67	5.19
3.18	02:30		4.14	422.15	21.76	2.85	290.78	14.99	1.36	138.95	7.16
3.81	03:00		4.68	476.95	24.59	3.25	331.65	17.10	1.65	168.48	8.68
5.08	04:00	105	5.39	548.98	28.30	3.80	387.68	19.98	2.10	214.12	11.04
7.62	06:00		6.27	638.94	32.94	4.49	457.51	23.58	2.85	290.20	14.96
10.16	08:00					4.87	496.34	25.58	3.59	365.89	18.86
12.70	10:00								4.17	425.27	21.92





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE PAVIMENTOS



TESIS : "EVALUACION DEL PORCENTAJE DE PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA RECICLADA EN CALIENTE, TRAMO PLATERIA - ACORA 2022"  
 AUTOR : BACH. FERNNY ELIZABETH, YANAPA LAYME  
 ASESOR : ING. CESAR EDWIN, GUERRA RAMOS

**CUADRO DE RESULTADOS VS REQUERIMIENTOS DE LOS AGREGADOS**

**AGREGADOS NUEVOS**

	ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO EN LABORATORIO	REQUERIMIENTO >3.000 msnm
<b>AGREGADO GRUESO (piedra-chancada)</b>			
Desgaste de los Angeles	MTC E 207	23.90%	35% max.
Partículas Chatas y Alargadas	ASTM D 4791	7.53%	10% max.
Caras Fracturadas	MTC E 210	94/92	90/70
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.04%	0.5% max.
Absorción	MTC E 206	0.42%	1.0% max.

**AGREGADO FINO**

Equivalente de Arena	MTC E 114	93	70
Angularidad - arena natural	ASTM D 1252	49.06	45% min.
Azul Metileno	AASTHO TP 57	8	8 max.
Índice de Plasticidad (malla N°200)	MTC E 111	N.P.	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.2%	0.5% max.
Absorción (arena chancada)	MTC E 205	0.34%	0.5% max.
Absorción (natural)		0.16%	

**MATERIAL RECICLADO**

	ENSAYO	RESULTADO OBTENIDO EN LABORATORIO	REQUERIMIENTO >3.000 msnm
<b>AGREGADO GRUESO</b>			
Abrasion los Angeles MTC	MTC E 207	24.04%	25% max.
Partículas Fracturadas	MTC E 210	93/84	85/70
Partículas Chatas y Alargadas	ASTM D 4791	7.48%	10% max.



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE PAVIMENTOS

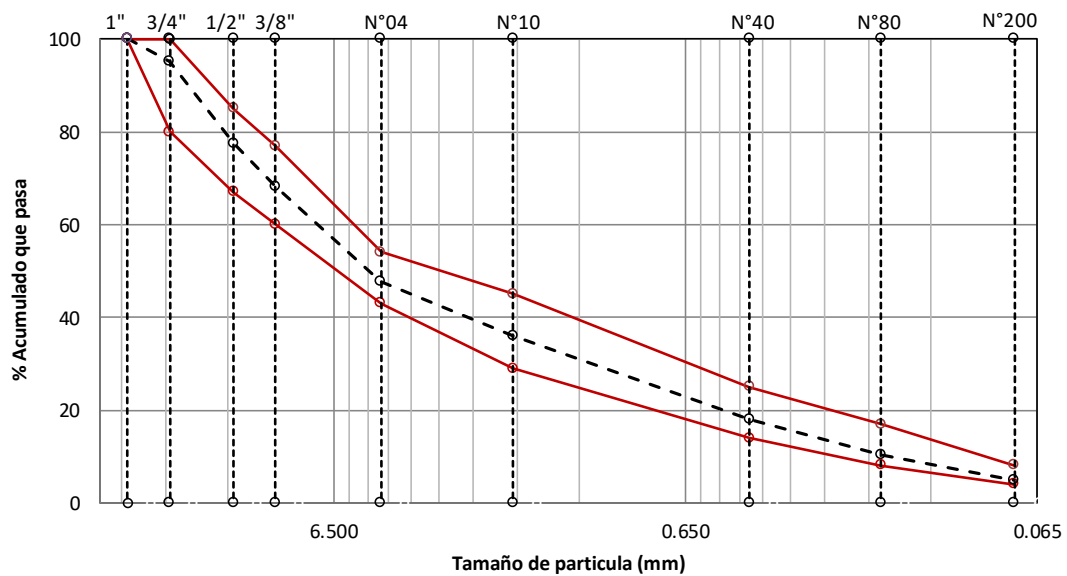


TESIS : "EVALUACION DEL PORCENTAJE DE PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA RECICLADA EN CALIENTE, TRAMO PLATERIA - ACORA 2022"  
 AUTOR : BACH. FERNNY ELIZABETH, YANAPA LAYME  
 ASESOR : ING. CESAR EDWIN, GUERRA RAMOS

## MEZCLA ASFÁLTICA

Tamiz		Piedra Chancada	Arena Chancada	Arena Zarandeada	filler	% Que	Especificaciones	
<b>pulg.</b>	<b>mm.</b>	<b>45%</b>	<b>35%</b>	<b>18%</b>	<b>2%</b>	<b>Pasa</b>	<b>Gradacion: MAC - 1</b>	
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100
3/4"	19.000	89.4	100.0	100.0	100.0	95.2	80	100
1/2"	12.500	49.6	100.0	100.0	100.0	77.3	67	85
3/8"	9.500	29.5	100.0	100.0	100.0	68.3	60	77
N°04	4.750	0.0	84.6	90.6	100.0	47.7	43	54
N°10	2.000	0.0	60.1	75.3	100.0	36.1	29	45
N°40	0.425	0.0	43.6	13.6	100.0	18.0	14	25
N°80	0.180	0.0	28.0	2.6	100.0	10.3	8	17
N°200	0.075	0.0	13.4	0.8	100.0	4.9	4	8
< N° 200	FONDO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		

### ANALISIS GRANULOMETRICO





# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE PAVIMENTOS



TESIS : "EVALUACION DEL PORCENTAJE DE PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA EL DISEÑO DEMEZCLA ASFALTICA RECICLADA EN CALIENTE, TRAMO PLATERIA - ACORA 2022"

AUTOR : BACH. FERNNY ELIZABETH, YANAPA LAYME

ASESOR : ING. CESAR EDWIN, GUERRA RAMOS

## DESGASTE DE LOS ANGELES

MTC E 207

MUESTRA	PIEDRA CHANCADA
<b>GRADACIÓN</b>	<b>B</b>
<b>PESO DE LA MUESTRA</b>	5000
1 1/2" - 1"	
1" - 3/4"	
3/4" - 1/2"	2500
1/2" - 3/8"	2500
3/8" - 1/4"	
1/4" - N°4	
N°4 - N°8	
<b>TOTAL DESGASTE</b>	
Peso inicial	5000
Retenido en la malla N°12	3805
Que pasa en la malla N°12	1195
<b>% Desgaste</b>	<b>23.90%</b>



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE PAVIMENTOS



TESIS : "EVALUACION DEL PORCENTAJE DE PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA EL  
DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA RECICLADA EN CALIENTE, TRAMO PLATERIA - ACORA  
AUTOR : BACH. FERNNY ELIZABETH, YANAPA LAYME  
ASESOR : ING. CESAR EDWIN, GUERRA RAMOS

## PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN LOS AGREGADOS

ASTM D 4791

MATERIAL		CHATAS	ALARGADAS	NI CHATAS NI ALARGADAS
<i>Tamiz(Pulg)</i>	<i>Abertura(mm)</i>	<i>(gr.)</i>	<i>(gr.)</i>	<i>(gr.)</i>
3/4"	19.050	25.92	0.00	298.14
1/2"	12.700	26.77	3.14	410.83
3/8"	8.750	5.37	7.39	133.56
<b>SUB TOTAL:</b>		<b>68.59</b>		<b>842.53</b>
PESO TOTAL DE LA MUESTRA (gr.)				911.12
<b>PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS</b>				<b>7.53%</b>

### Observaciones:

- Relación usada: 1/2 (Espesor /Longitud)



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE PAVIMENTOS



TESIS : "EVALUACION DEL PORCENTAJE DE PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA RECICLADA EN CALIENTE, TRAMO PLATERIA - ACORA 2022"

AUTOR : BACH. FERNNY ELIZABETH, YANAPA LAYME

ASESOR : ING. CESAR EDWIN, GUERRA RAMOS

## DETERMINACIÓN DE CARAS FRACTURADAS

NORMA MTC E - 210

### A. CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS:

TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL (gr)	CARAS FRACTURADAS (gr)
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ		
3/4"	1/2"	1414	1362
1/2"	3/8"	1005	943.67
3/8"	1/4"	435.9	328.47
TOTAL		2854.9	2634.14
<b>% CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS:</b>			<b>92%</b>

### B. CON UNA CARA FRACTURADA:

TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL (gr)	CARAS FRACTURADAS (gr)
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ		
3/4"	1/2"	1414	1361.87
1/2"	3/8"	1005	967.94
3/8"	1/4"	435.9	349.89
TOTAL		2854.9	2679.7
<b>% CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS:</b>			<b>94%</b>



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE PAVIMENTOS



TESIS : "EVALUACION DEL PORCENTAJE DE PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA RECICLADA EN CALIENTE, TRAMO PLATERIA - ACORA 2022"

AUTOR : BACH. FERNNY ELIZABETH, YANAPA LAYME

ASESOR : ING. CESAR EDWIN, GUERRA RAMOS

## SALES SOLUBLES TOTALES

MTC E 219

### MUESTRA:

Agregado grueso tamaño maximo Nominal 3/4"

### CALCULO:

$$SALES SOLUBLES (\%) = \frac{1}{\frac{C * A}{D * B} - 1} * 100$$

A.- Peso de la muestra seca	571.24 gr.
B.- Volumen de matraz aforado	107.25 ml
C. Volumen en alicuota	50.00 ml
D. Peso de la masa en la alicuota	0.11

**SALES SOLUBLES TOTALES (%) = 0.04%**





# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE PAVIMENTOS



TESIS : "EVALUACION DEL PORCENTAJE DE PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA RECICLADA EN CALIENTE, TRAMO PLATERIA - ACORA 2022"

AUTOR : BACH. FERNNY ELIZABETH, YANAPA LAYME

ASESOR : ING. CESAR EDWIN, GUERRA RAMOS

## % DE ABSORCION

MTC E - 206

Muestra : PIEDRA CHANCADA TAMAÑO MAXIMO NOMINAL 3/4"

Cantera : Sorapa - Rio ilave

### I. DATOS

A.- Peso de la muestra	(gr)	3086.0
B.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	(gr)	3099.0
C.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(gr)	2788.0

### II .- RESULTADOS

$$A_b = \frac{(B-A)}{A} * 100$$

Ab.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.42
-----------------------------	---	------



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE PAVIMENTOS



TESIS : "EVALUACION DEL PORCENTAJE DE PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA RECICLADA EN CALIENTE, TRAMO PLATERIA - ACORA 2022"

AUTOR : BACH. FERNNY ELIZABETH, YANAPA LAYME

ASESOR : ING. CESAR EDWIN, GUERRA RAMOS

## EQUIVALENTE DE ARENA

MTC E 114

### MUESTRA:

Arena Chancada=50%

Arena Natural=50%

$$SE = \frac{\text{Lectura de arena}}{\text{Lectura de Arcilla}} * 100$$

SE=Arena Equivalente

	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Lectura de arena	3.5	3.7	3.5
Lectura de arcilla	3.7	4	3.7
Equivalente de arena	95	93	93
<b>EQUIVALENTE DE ARENA PROMEDIO</b>		<b>93</b>	
REQUERIMIENTO MTC E 114		70	



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE PAVIMENTOS



TESIS : "EVALUACION DEL PORCENTAJE DE PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA RECICLADA EN CALIENTE, TRAMO PLATERIA - ACORA 2022"

AUTOR : BACH. FERNNY ELIZABETH, YANAPA LAYME

ASESOR : ING. CESAR EDWIN, GUERRA RAMOS

## ANGULARIDAD

MTC E 222

### DATOS:

$$\%a = \frac{(\text{Volumen}_{\text{cilindro}} - \frac{W_{\text{arena}}}{\text{Densidad}})}{\text{Volumen}_{\text{cilindro}}} * 100$$

Peso del cilindro	1346	gr.
Peso del cilindro + arena	2074	gr.
Peso de la arena	728	gr.
volumen del cilindro	581.93	cm <sup>3</sup>
Densidad	2.456	gr/cm <sup>3</sup>

### RESULTADOS:

<b>ANGULARIDAD DE LOS FINOS</b>	<b>49.06</b>	<b>%</b>
Requerimiento ASTM D 1252	45	% min



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE PAVIMENTOS



TESIS : "EVALUACION DEL PORCENTAJE DE PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA RECICLADA EN CALIENTE, TRAMO PLATERIA - ACORA 2022"

AUTOR : BACH. FERNNY ELIZABETH, YANAPA LAYME

ASESOR : ING. CESAR EDWIN, GUERRA RAMOS

## SALES SOLUBLES TOTALES

MTC E 219

### MUESTRA:

### CALCULO:

$$SALES SOLUBLES (\%) = \frac{1}{\frac{C * A}{D * B} - 1} * 100$$

A.- Peso de la muestra seca	105.27 gr.
B.- Volumen de matraz aforado	78.5 ml
C. Volumen en alicuota	50.00 ml
D. Peso de la masa en la alicuota	0.11

$$SALES SOLUBLES TOTALES (\%) = 0.2\%$$



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE PAVIMENTOS



TESIS : "EVALUACION DEL PORCENTAJE DE PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA RECICLADA EN CALIENTE, TRAMO PLATERIA - ACORA 2022"

AUTOR : BACH. FERNNY ELIZABETH, YANAPA LAYME

ASESOR : ING. CESAR EDWIN, GUERRA RAMOS

## % DE ABSORCION (arena chancada)

MTC E - 205

### I. DATOS

A. Peso de la muestra preparada	500 (gr)
B. Peso del picnometro	158.16 (gr)
C. Peso del picnometro + agua + muestra preparada	955.28 (gr)
D. peso del agua	297.12 (gr)
E. Peso de la muestra secada al horno + tara	568.45 (gr)
F. Peso de la tara	70.14 (gr)
G. Peso de la muestra secada al horno	498.31 (gr)
H. Volumen del frasco	500 (cm3)

### II .- RESULTADOS

$$A_b = \frac{(500 - G)}{G} * 100$$

<b>Ab.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN</b>	<b>%</b>	<b>0.34</b>
<b>Pe.- PESO ESPECIFICO DE LA MUESTRA</b>		<b>2.456</b>
REQUERIMIENTO MTC E-205		0.5% max



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE PAVIMENTOS



TESIS : "EVALUACION DEL PORCENTAJE DE PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA RECICLADA EN CALIENTE, TRAMO PLATERIA - ACORA 2022"

AUTOR : BACH. FERNNY ELIZABETH, YANAPA LAYME

ASESOR : ING. CESAR EDWIN, GUERRA RAMOS

## % DE ABSORCION (arena natural)

MTC E - 205

### I. DATOS

A. Peso de la muestra preparada	500 (gr)
B. Peso del picnometro	162.05 (gr)
C. Peso del picnometro + agua + muestra preparada	960.69 (gr)
D. peso del agua	298.64 (gr)
E. Peso de la muestra secada al horno + tara	568.33 (gr)
F. Peso de la tara	69.12 (gr)
G. Peso de la muestra secada al horno	499.21 (gr)
H. Volumen del frasco	500 (cm3)

### II .- RESULTADOS

$$A_b = \frac{(500 - G)}{G} * 100$$

<b>Ab.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN</b>	<b>%</b>	<b>0.16</b>
<b>Pe.- PESO ESPECIFICO DE LA MUESTRA</b>		<b>2.479</b>
REQUERIMIENTO MTC E-205		0.5% max



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE PAVIMENTOS



TESIS : "EVALUACION DEL PORCENTAJE DE PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA EL DISEÑO DEMEZCLA ASFALTICA RECICLADA EN CALIENTE, TRAMO PLATERIA - ACORA 2022"  
AUTOR : BACH. FERNNY ELIZABETH, YANAPA LAYME  
ASESOR : ING. CESAR EDWIN, GUERRA RAMOS

**PESO ESPECIFICO TEORICO MAXIMO (RICE)- MEZCLA RECICLADA**  
MTC 508

**Datos:**  
DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA RECICLADA EN CALIENTE CON PEN 120/150  
MATERIAL : CAPA ASFALTICA RECICLADA, AGREGADOS CHANCADOS Y ZARANDEADA DE APORTE

% DE ASFALTO RECICLADO	% DE ASFALTO NUEVO	MUESTRA	Peso del Picnometro (g):	Peso del Picnometro + muestra (g):	Peso de la muestra (g):	Temperatura de prueba (°C):	Peso del picnometro con muestra aforado (g):	Peso del picnometro calibrado a temperatura de prueba (g):	Gravedad especifica teorica maxima, Gmm:
			A	B	C=(B-A)	D	E	F=0.01815D <sup>3</sup> +0.0848D+7736.36	G=(C/(C+F-E))
40%	3.0%	1	3,711.00	4,892.00	1,181.00	25	8,703.00	8,008.00	2.43
		2	3,711.00	4,891.00	1,180.00	25	8,706.00	8,008.00	2.45
	3.5%	3	3,711.00	4,877.00	1,166.00	25	8,687.00	8,008.00	2.39
		4	3,711.00	4,904.00	1,193.00	25	8,700.00	8,008.00	2.38
	4.0%	5	3,711.00	4,871.00	1,160.00	25	8,677.00	8,008.00	2.36
		6	3,711.00	4,878.00	1,167.00	25	8,685.00	8,008.00	2.38
50%	3.0%	7	3,711.00	4,901.00	1,190.00	25	8,709.00	8,008.00	2.43
		8	3,711.00	4,895.00	1,184.00	25	8,703.00	8,008.00	2.42
	3.5%	9	3,711.00	4,896.00	1,185.00	25	8,694.00	8,008.00	2.37
		10	3,711.00	4,898.00	1,187.00	25	8,697.00	8,008.00	2.38
	4.0%	11	3,711.00	4,814.00	1,103.00	25	8,615.00	8,008.00	2.22
		12	3,711.00	4,890.00	1,179.00	25	8,678.00	8,008.00	2.32
60%	3.0%	13	3,711.00	4,908.00	1,197.00	25	8,696.00	8,008.00	2.35
		14	3,711.00	4,902.00	1,191.00	25	8,695.00	8,008.00	2.36
	3.5%	15	3,711.00	4,894.00	1,183.00	25	8,689.00	8,008.00	2.36
		16	3,711.00	4,899.00	1,188.00	25	8,688.00	8,008.00	2.34
	4.0%	17	3,711.00	4,897.00	1,186.00	25	8,679.00	8,008.00	2.30
		18	3,711.00	4,896.00	1,185.00	25	8,680.00	8,008.00	2.31

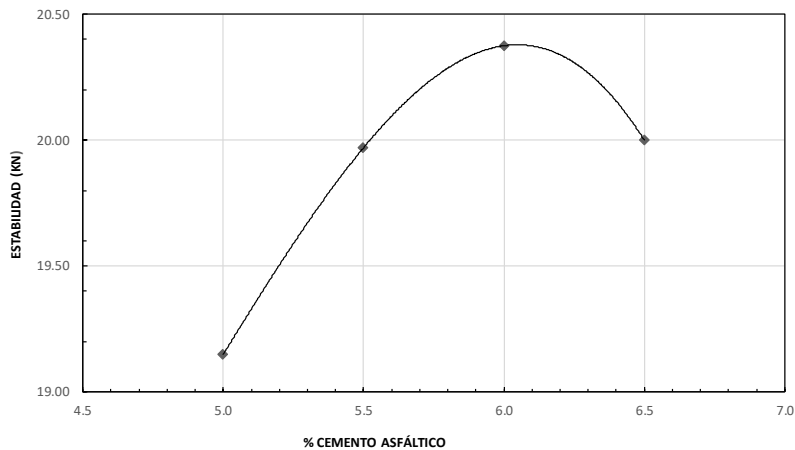


TESIS : "EVALUACION DEL PORCENTAJE DE PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA RECICLADA EN  
AUTOR : BACH. FERNNY ELIZABETH, YANAPA LAYME  
ASESOR : ING. CESAR EDWIN, GUERRA RAMOS

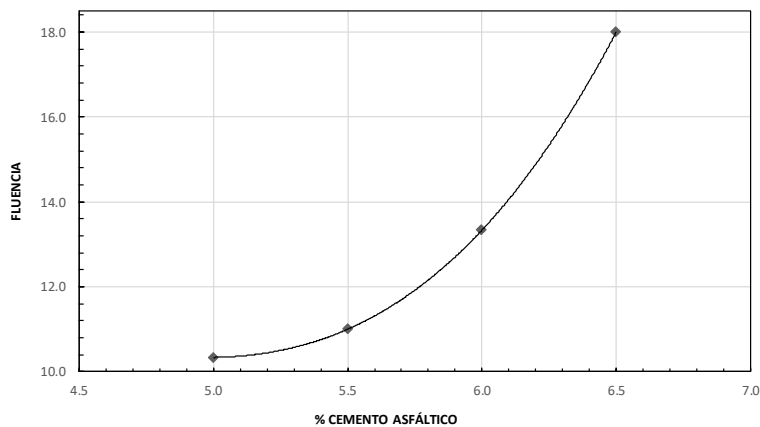
### RESULTADOS DE ESTABILIDAD Y FLUENCIA DE LA MEZCLA PATRON

% C.A	MUESTRA	ESTABILIDAD			FLUENCIA	
		DIVISIONES	KN	PROMEDIO	FLUENCIA	PROMEDIO
5.0	a	585	19.04	19.15	10	10.33
	b	590	19.20		10	
	c	592	19.26		11	
5.5	d	618	20.10	19.97	11	11.00
	e	615	20.00		11	
	f	610	19.84		11	
6.0	g	625	20.33	20.38	13	13.33
	h	630	20.49		12	
	i	628	20.42		15	
6.5	j	620	20.16	20.00	17	18.00
	k	618	20.10		19	
	l	610	19.84		18	

MEZCLA PATRÓN - ESTABILIDAD (KN)



MEZCLA PATRÓN FLUENCIA (KN)







TESIS : "EVALUACION DEL PORCENTAJE DE PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA RECICLADA EN CALIENTE, TRAMO PLATERIA - ACORA 2022"  
 AUTOR : BACH. FERNNY ELIZABETH, YANAPA LAYME  
 ASESOR : ING. CESAR EDWIN, GUERRA RAMOS

**PESO ESPECIFICO BULK PARA MEZCLAS ASFALTICAS DENSAS – MEZCLA RECICLADA**  
 MTC 514

**Datos:**  
 DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA RECICLADA EN CALIENTE CON PEN 120/150  
 MATERIAL : CAPA ASFALTICA RECICLADA, AGREGADOS CHANCADOS Y ZARANDEADA DE APORTE

% DE ASFALTO RECICLADO	% DE ASFALTO NUEVO	MUESTRA	DATOS			RESULTADOS	
			1.- Peso de la muestra (gr)	2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	3.- Peso de la muestra saturada dentro del agua (gr)	1.- PESO ESPECIFICO APARENTE (gr)	2.- PESO UNITARIO DE LA MUESTRA (gr)
40%	3.0%	1	1181	1190	670	2.27	2.26
		2	1180	1186	670	2.29	2.28
	3.5%	3	1166	1171	661	2.29	2.28
		4	1193	1195	674	2.29	2.28
	4.0%	5	1160	1166	660	2.29	2.29
		6	1167	1167	662	2.31	2.30
50%	3.0%	7	1190	1193	680	2.32	2.31
		8	1184	1187	672	2.30	2.29
	3.5%	9	1185	1189	673	2.30	2.29
		10	1187	1191	677	2.31	2.30
	4.0%	11	1103	1106	603	2.19	2.19
		12	1179	1183	665	2.28	2.27
60%	3.0%	13	1197	1205	680	2.28	2.27
		14	1191	1194	678	2.31	2.30
	3.5%	15	1183	1184	671	2.31	2.30
		16	1188	1190	676	2.31	2.30
	4.0%	17	1186	1189	674	2.30	2.30
		18	1185	1191	676	2.30	2.29



TESIS : "EVALUACION DEL PORCENTAJE DE PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA RECICLADA EN CALIENTE, TRAMO PLATERIA - ACORA 2022"  
AUTOR : BACH. FERNNY ELIZABETH, YANAPA LAYME  
ASESOR : ING. CESAR EDWIN, GUERRA RAMOS

### PORCENTAJE DE VACIOS

**Datos:**

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA RECICLADA EN CALIENTE CON PEN 120/150

MATERIAL : CAPA ASFALTICA RECICLADA, AGREGADOS CHANCADOS Y ZARANDEADA DE APORTE

% DE ASFALTO RECICLADO	% DE ASFALTO NUEVO	MUESTRA	P.E. BULK	P.E. RICE	% DE VACIOS	PROMEDIO
40%	3.0%	1	2.271	2.430	6.538	6.56
		2	2.287	2.448	6.589	
	3.5%	3	2.286	2.394	4.510	4.17
		4	2.290	2.381	3.839	
	4.0%	5	2.292	2.363	2.964	2.97
		6	2.311	2.382	2.970	
50%	3.0%	7	2.320	2.434	4.678	4.86
		8	2.299	2.421	5.049	
	3.5%	9	2.297	2.375	3.295	3.20
		10	2.309	2.384	3.113	
	4.0%	11	2.193	2.224	1.392	1.56
		12	2.276	2.316	1.737	
60%	3.0%	13	2.280	2.352	3.048	2.69
		14	2.308	2.363	2.326	
	3.5%	15	2.306	2.357	2.144	1.66
		16	2.311	2.339	1.167	
	4.0%	17	2.303	2.303	0.000	0.19
		18	2.301	2.310	0.388	



TESIS : "EVALUACION DEL PORCENTAJE DE PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA RECICLADA EN CALIENTE, TRAMO PLATERIA - ACORA 2022"  
 AUTOR : BACH. FERNNY ELIZABETH, YANAPA LAYME  
 ASESOR : ING. CESAR EDWIN, GUERRA RAMOS

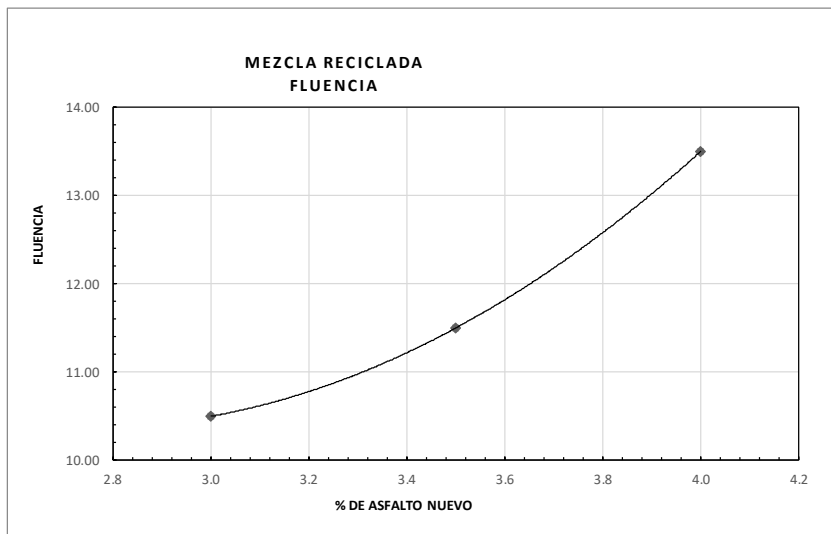
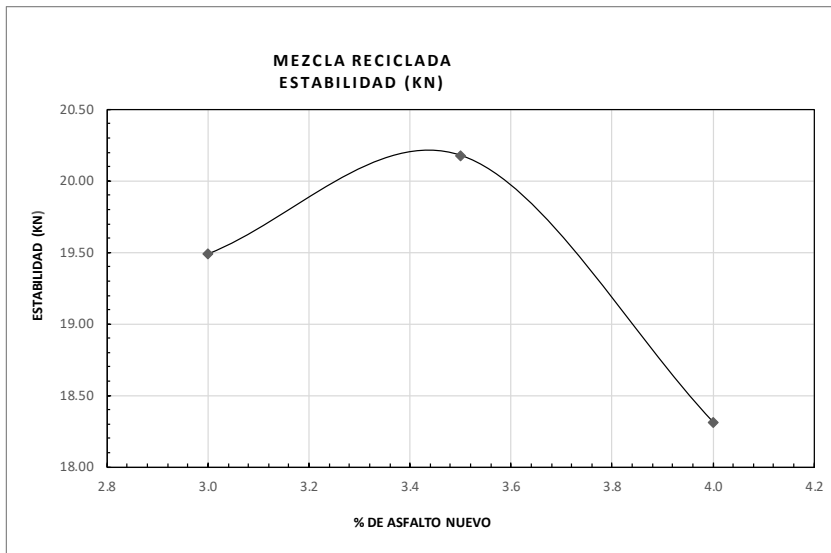
**RESULTADOS DE ESTABILIDAD Y FLUENCIA DE LA MEZCLA PATRON**

% DE ASFALTO RECICLADO	% DE ASFALTO NUEVO	muestra	TRANSITO PESADO				
			DIVISIONES	ESTABILIDAD KN	ESTABILIDAD PROMEDIO	FLUENCIA	FLUENCIA PROMEDIO
40% MBR	3.0%	1	598	19.46	19.49	11	10.50
		2	600	19.52		10	
	3.5%	3	623	20.26	20.18	12	11.50
		4	618	20.1		11	
	4.0%	5	582	18.94	18.31	14	13.50
		6	543	17.68		13	
50% MBR	3.0%	7	740	24.02	23.96	12	12.00
		8	736	23.89		12	
	3.5%	9	740	24.02	24.12	13	13.00
		10	746	24.21		13	
	4.0%	11	674	21.9	22.37	14	14.50
		12	703	22.83		15	
60% MBR	3.0%	13	609	19.81	19.89	14	14.50
		14	614	19.97		15	
	3.5%	15	678	22.03	22.06	16	16.00
		16	680	22.09		16	
	4.0%	17	631	20.52	20.47	17	17.00
		18	628	20.42		17	
			8.15 MIN		8-14		

RESUMEN:

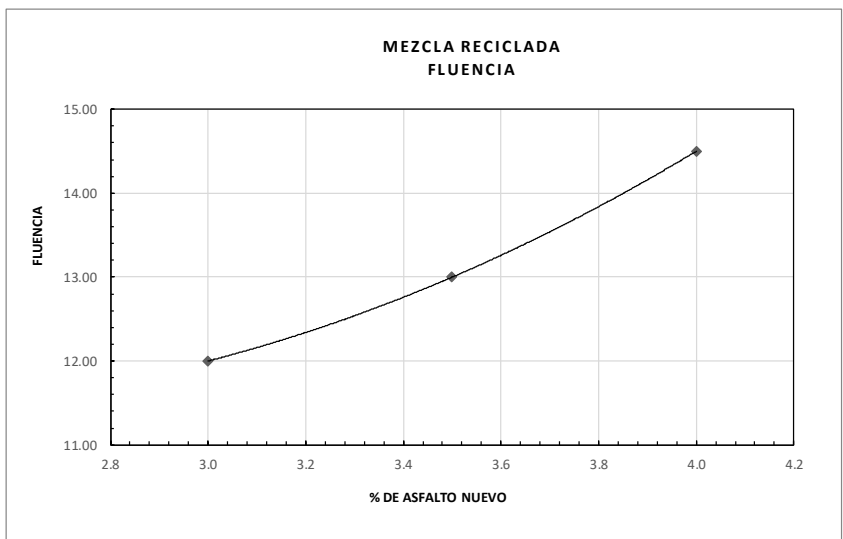
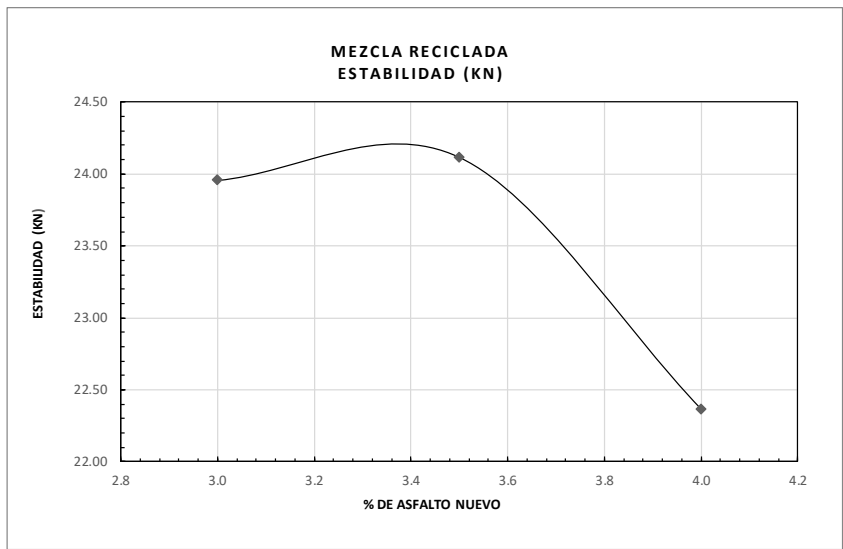
Para una mezcla asfáltica caliente con un 40% de reciclado de capa asfáltica

% DE ASFALTO REICLADO	% DE ASFALTO NUEVO	ESTABILIDAD	FLUENCIA
40%	3.0%	19.49	10.50
	3.5%	20.18	11.50
	4.0%	18.31	13.50



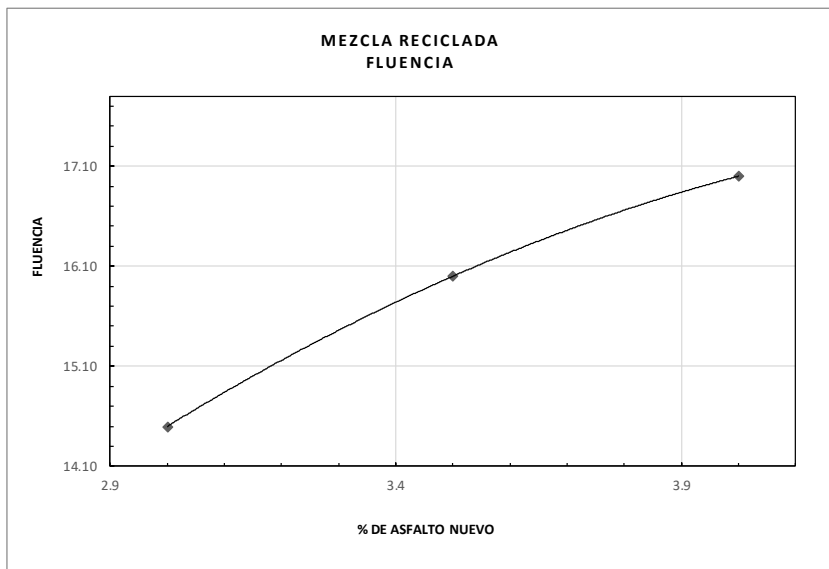
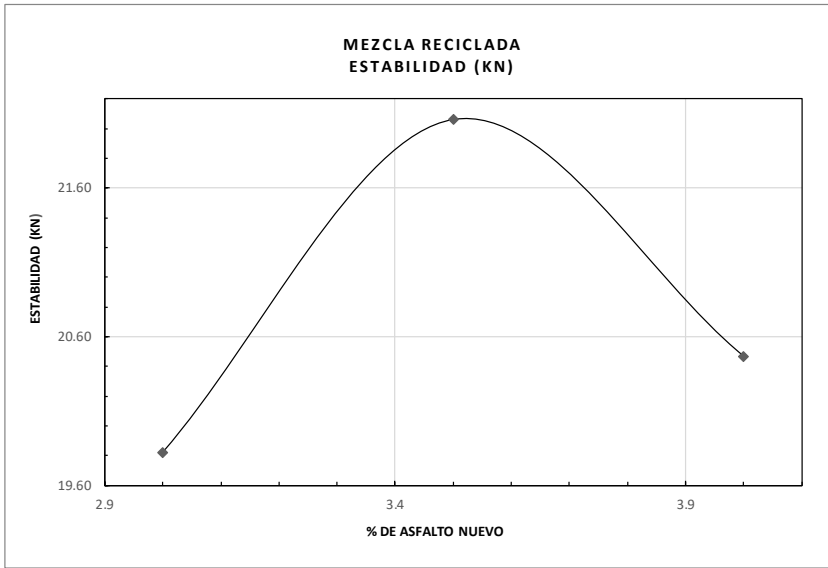
Para una mezcla asfáltica caliente con un 50% de reciclado de capa asfáltica

% DE ASFALTO REICLADO	% DE ASFALTO NUEVO	ESTABILIDAD	FLUENCIA
50%	3.0%	23.96	12.00
	3.5%	24.12	13.00
	4.0%	22.37	14.50



Para una mezcla asfáltica caliente con un 60% de reciclado de capa asfáltica

% DE ASFALTO RECIKLADO	% DE ASFALTO NUEVO	ESTABILIDAD	FLUENCIA
60%	3.0%	19.89	14.50
	3.5%	22.06	16.00
	4.0%	20.47	17.00

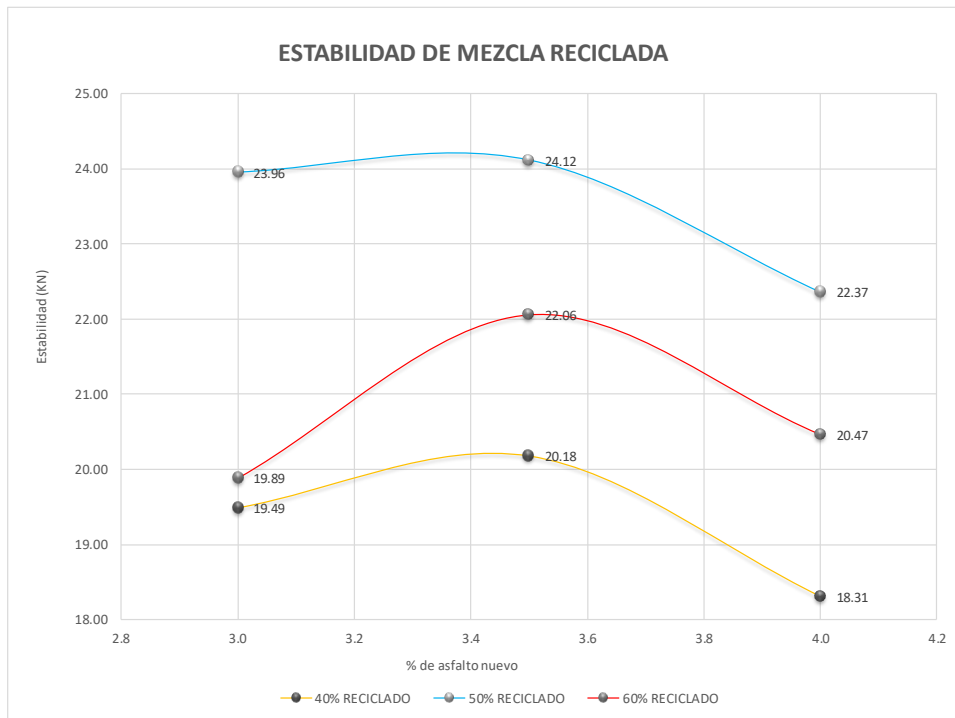




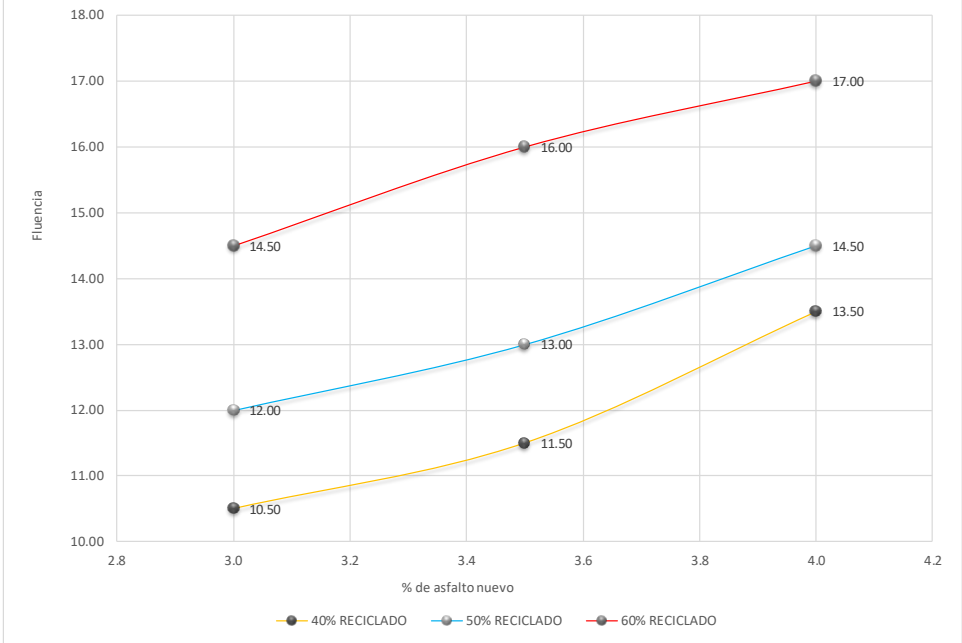
TESIS : "EVALUACION DEL PORCENTAJE DE PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA RECICLADA EN CALIENTE, TRAMO PLATERIA - ACORA 2022"  
AUTOR : BACH. FERNNY ELIZABETH, YANAPA LAYME  
ASESOR : ING. CESAR EDWIN, GUERRA RAMOS

### RESULTADOS DE ESTABILIDAD Y FLUENCIA DE LA MEZCLA PATRON

% DE ASFALTO RECICLADO	% DE ASFALTO NUEVO	ESTABILIDAD	FLUENCIA	% DE VACIOS
40%	3.0	19.49	10.50	6.56
	3.5	20.18	11.50	4.17
	4.0	18.31	13.50	2.97
50%	3.0	23.96	12.00	4.86
	3.5	24.12	13.00	3.20
	4.0	22.37	14.50	1.56
60%	3.0	19.89	14.50	2.69
	3.5	22.06	16.00	1.66
	4.0	20.47	17.00	0.19



### FLUENCIA DE LA MEZCLA RECICLADA



### PORCENTAJE DE VACIOS DE LA MEZCLA RECICLADA

