

ANEXO 1

ANEXO 1

A.1. CARACTERIZACION DE LOS AGREGADOS.

A.1.1. METODO PARA TAMIZAR Y DETERMINAR LA GRANULOMETRIA (ASTM E40 AASHTO T27-99).

OBJETO

Este método establece el procedimiento para tamizar y determinar la granulometría de los áridos.

Es aplicable a los áridos que se emplean en la elaboración de morteros, hormigones, tratamientos superficiales y mezclas asfálticas.

DEFINICIONES

- 1.- Granulometría: Distribución porcentual en masa de los distintos tamaños de partículas que constituyen un árido.
- 2.- Porcentaje parcial retenido en un tamiz: Porcentaje en masa correspondiente a la fracción directamente retenida en un determinado tamiz.
- 2.- Porcentaje acumulado retenido en un tamiz: Porcentaje en masa de todas las partículas de mayor tamaño que la abertura de un determinado tamiz. Se calcula como la suma del porcentaje parcial retenido en ese tamiz más todos los porcentajes parciales retenidos en los tamices de mayor abertura.
- 4.- Porcentaje acumulado que pasa por un tamiz: Porcentaje en masa de todas las partículas de menor tamaño que la abertura de un determinado tamiz. Se calcula como la diferencia entre el 100% y el porcentaje acumulado retenido en ese tamiz.

EQUIPOS Y MATERIALES

- 5.- Balanza: Debe tener una capacidad superior a la masa de la muestra más el recipiente de pesaje y una precisión de 0,1 g.
- 6.- Tamices

a) Son tejidos, de alambre y abertura cuadrada, y sus tamaños nominales de abertura pertenecen a las series que se indican en la Tabla A0506_01

Tamaños nominales de abertura	
mm	ASTM
75	(3")
63	(2 ½")
50	(2")
37,5	(1 ½")
25	(1")
19	(¾")
12,5	(½")
9,5	(⅜")
6,3	(¼")
4,75	(N° 4)
2,36	(N°8)
2	(N° 10)
1,18	(N° 16)
0,6	(N° 30)
0,3	(N° 50)
0,15	(N° 100)
0,075	(N° 200)

Tabla A0506_01 serie de tamices escogidos

Nota 1: Cuando no se cuente con tamices de aberturas nominales en mm, los tamaños nominales de los tamices podrán ser los correspondientes a ASTM.

b) Los marcos de los tamices deben ser metálicos y suficientemente rígidos y firmes para fijar y ajustar las telas de alambre, a fin de evitar pérdidas de material durante el tamizado y alteraciones en la abertura de las mallas. Deben ser circulares, con diámetros de 200 mm y 300 mm, preferentemente para los gruesos.

c) Cada juego de tamices debe contar con un depósito que ajuste perfectamente, para la recepción del residuo más fino.

d) Cada juego de tamices debe contar con una tapa que ajuste perfectamente para evitar pérdidas de material.

7.- Horno: Provisto de circulación de aire y temperatura regulable para las condiciones del ensaye.

8.- Herramientas y accesorios: Espátulas, brochas, recipientes para secado, recipientes para pesaje, etc.

EXTRACCIÓN Y PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Extracción de muestras

Extraiga y prepare las muestras de acuerdo con los Métodos A0505 y A0504

Nota 2: Las muestras de áridos finos o áridos mezclados deben humedecerse antes de la reducción para evitar segregaciones y pérdida de polvo.

Acondicionamiento de la muestra de ensaye

a) Homogeneice cuidadosamente el total de la muestra de laboratorio en estado húmedo y

redúzcala por cuarteo, de acuerdo con el Método A0505 hasta que obtenga, cuando esté seca, un tamaño de muestra ligeramente superior a los valores que se indican en “Tamaño de la muestra de ensaye”.

b) No se debe reducir la muestra de laboratorio en estado seco, ni tampoco reducirla a una masa exacta predeterminada.

c) Seque la muestra hasta masa constante en horno a una temperatura de $110 \pm 5^\circ$ C.

Tamaño de la muestra de ensaye

9.- Para el Árido fino

a) Cuando se emplean los tamices de 200 mm de diámetro, la muestra de ensaye en estado seco debe tener una masa ligeramente superior a los valores que se indican en Tabla A0506_01.

Tamiz	% Retenido	Masa mínima de la muestra (g)
4,75 mm	$\leq 5 \%$	500
2,36 mm	$\leq 5 \%$	100

Tabla a0506_02 tamaño de la muestra de ensaye del árido fino.

b) Los tamaños de muestra indicados en la Tabla A0506_02 podrán aumentarse proporcionalmente cuando se empleen tamices de mayor tamaño, siempre que se cumpla lo establecido en 9 c).

c) La masa máxima de la muestra será tal que la fracción retenida en cualquiera de los tamices al terminar la operación de tamizado sea inferior a 0,6 g por cm³ de superficie de tamizado. En tamices de 200 mm de diámetro dicha fracción debe ser inferior a 200 g.

10.- Para los áridos gruesos

a) Cuando se emplean tamices de 300 mm de diámetro, la muestra de ensaye en estado seco debe tener una masa ligeramente superior a los valores que se indican en Tabla A0506_03

Absoluto Tamaño máximo Da (mm)	Masa mínima de la muestra (kg)
75	32
63	25
50	20
37,5	16
25	10
19	8
12,5	5
9,5	4

Tabla A0506_03 tamaño de la muestra de ensaye del árido grueso.

b) Cuando una muestra contenga una fracción de árido fino superior al 15%, el material debe separarse por el tamiz de 4,75 mm o 2,36 mm, según corresponda a hormigón o asfalto, respectivamente, debiéndose determinar y registrar el porcentaje en masa de ambas fracciones.

Trate las fracciones de árido fino y árido grueso de acuerdo con 9 y 10, respectivamente.

c) Los tamaños de muestra indicados en la Tabla A0506_03 podrán aumentarse proporcionalmente cuando se empleen tamices de mayor tamaño, siempre que se cumpla lo que establece el 10 d).

d) La masa máxima de la muestra debe ser tal que la fracción retenida en cualquiera de los tamices al terminar la operación de tamizado pueda distribuirse en una sola capa sobre la malla de tejido de alambre.

PROCEDIMIENTO

11. Preparación de tamices

Seleccione un juego de tamices de acuerdo con la especificación correspondiente al material por ensayar. Dispóngalos según aberturas decrecientes, montados sobre el depósito receptor y provisto de su tapa. Todos estos elementos deben estar limpios y secos. Verifique los tamaños de abertura de las mallas, a lo menos una vez cada seis meses.

12. Tamizado: Efectuelo en dos etapas:

- a) Un tamizado inicial que puede ser manual o mecánico
- b) Un tamizado final que debe ser manual.

13. Tamizado inicial

- a) Determine la masa de la muestra de ensaye en estado seco, registre aproximando a 1 g para áridos finos y a 10 g para áridos gruesos; vacíela sobre el tamiz superior y cubra con la tapa:
- b) Agite el conjunto de tamices por un período suficiente para aproximarse a la condición que se establece en 14 g).

14. Tamizado final

- a) Retire el primer tamiz, provisto de depósito y tapa
- b) Sosténgalo de un costado con una mano, manteniéndolo ligeramente inclinado
- c) Golpee firmemente el costado libre hacia arriba con la palma de la otra mano a un ritmo de 150 golpes/min.
- d) Gire el tamiz cada 25 golpes en 1/6 de vuelta.
- e) Al completar cada ciclo de 150 golpes, pese separadamente el material retenido sobre el tamiz y el material que pasa, recogido en el depósito.
- f) Traslade el material que pasa en cada ciclo al tamiz siguiente.

g) Repita el ciclo en el mismo tamiz con el material retenido hasta que se recoja en el depósito una masa inferior al 1% de la masa retenida, con lo cual dé por terminado el tamizado de esa fracción.

h) Retire el tamiz siguiente provisto de depósito y tapa para efectuar con dicho tamiz los ciclos necesarios, y así sucesivamente hasta completar todos los tamices.

15. Determinación de la Masa

Determine la masa final del material retenido en cada tamiz y del material que pasa por el tamiz de menor abertura, recogido en el depósito. Registre con la aproximación que sea mayor entre 1g y 0,1% de la pesada.

DESCRIPCION GRAFICA.

Juego de tamices.



Fuente: Elaboración propia.

Tamices con peso retenido de la grava.



Fuente: Elaboración propia.

Tamices con peso retenido de la arena.



Fuente: Elaboración propia.

A.1.1.1. GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO (GRAVA)



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

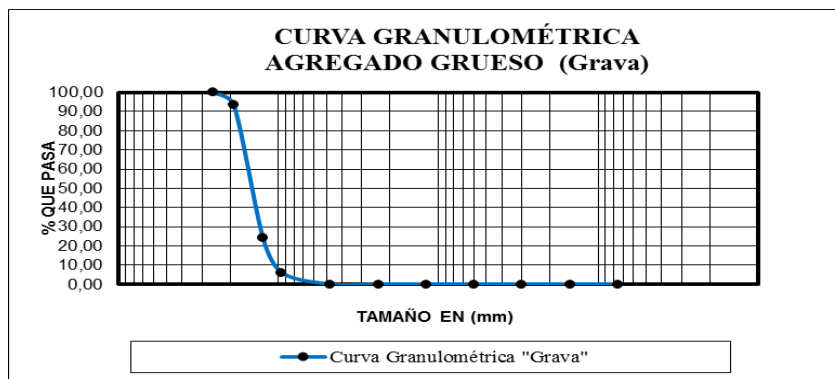
GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO (Grava)

PROYECTO: "ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE LA SUSCEPTIBILIDAD TERMICA DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS."

ELABORADO POR: Erika Tatiana Valdez Vaca.

FECHA: Octubre del 2018

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	327,39	327,39	6,55	93,45
1/2"	12,5	3468,70	3796,09	75,92	24,08
3/8"	9,50	907,40	4703,49	94,07	5,93
Nº4	4,75	295,70	4999,19	99,98	0,02
Nº8	2,36	0,00	4999,19	99,98	0,02
Nº16	1,18	0,00	4999,19	99,98	0,02
Nº30	0,60	0,00	4999,19	99,98	0,02
Nº50	0,30	0,00	4999,19	99,98	0,02
Nº100	0,15	0,00	4999,19	99,98	0,02
Nº200	0,075	0,00	4999,19	99,98	0,02
BASE	-	0,00	4999,19	99,98	0,02
SUMA		4999,2			
PÉRDIDAS		0,8			
MF =		7,94			



Univ. Erika Tatiana Valdez Vaca
 LABORATORISTA

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

A.1.1.2. GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO (GRAVILLA)



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

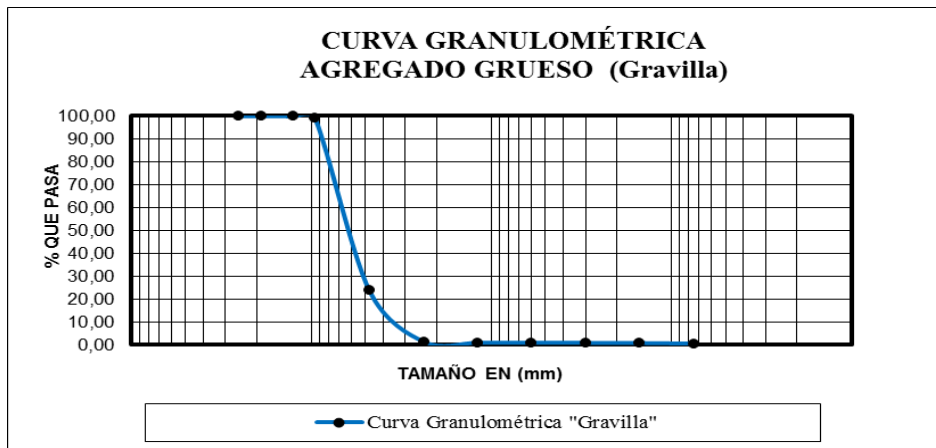
GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO (Gravilla)

PROYECTO: "ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE LA SUSCEPTIBILIDAD TERMICA DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS."

ELABORADO POR: Erika Tatiana Valdez Vaca

FECHA: Octubre del 2018

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	6,70	6,70	0,13	99,87
3/8"	9,50	41,60	48,30	0,97	99,03
Nº4	4,75	3769,10	3817,40	76,35	23,65
Nº8	2,36	1126,10	4943,50	98,87	1,13
Nº16	1,18	19,10	4962,60	99,25	0,75
Nº30	0,60	0,80	4963,40	99,27	0,73
Nº50	0,30	1,40	4964,80	99,30	0,70
Nº100	0,15	3,90	4968,70	99,37	0,63
Nº200	0,075	12,40	4981,10	99,62	0,38
BASE	-	18,10	4999,20	99,98	0,02
SUMA		4999,2			
PÉRDIDAS		0,8			
MF =		6,73			



Univ. Erika Tatiana Valdez Vaca

LABORATORISTA

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

A.1.1.3. GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO (ARENA)



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

GRANULOMETRÍA - AGREGADO FINO (Arena)

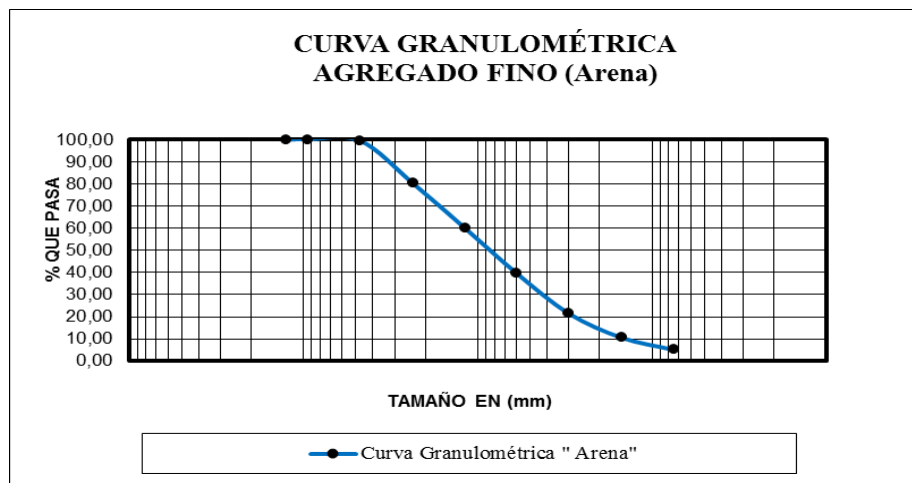
“ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE LA SUSCEPTIBILIDAD TERMICA DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS.”

PROYECTO:

ELABORADO POR: Erika Tatiana Valdez Vaca

FECHA: Octubre del 2018

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
Nº4	4,75	28,20	28,20	0,56	99,44
Nº8	2,36	959,90	988,10	19,76	80,24
Nº16	1,18	1018,10	2006,20	40,12	59,88
Nº30	0,60	1007,90	3014,10	60,28	39,72
Nº50	0,30	909,80	3923,90	78,48	21,52
Nº100	0,15	543,90	4467,80	89,36	10,64
Nº200	0,075	276,20	4744,00	94,88	5,12
BASE	-	255,30	4999,30	99,99	0,01
SUMA		4999,3			
PÉRDIDAS		0,7			
MF =		3,83			



A.1.1.4. GRANULOMETRIA FORMADA



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

TABLA GRANULOMÉTRICA FORMADA - DISEÑO MARSHALL

PROYECTO: "ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE LA SUSCEPTIBILIDAD TERMICA DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS."
PROCEDENCIA DEL AGREGADO: CHANCADORA CHARAJAS **FECHA:** Abril de 2019 **LABORATORISTA:** Erika Tatiana Valdez Vaca

Tamices		Grava	Gravilla	Arena	Grava	Gravilla	Arena	TOTAL				Especificaciones	
								al	al	al	Peso Ret.	Ret. Acum	% Ret
pulg	(mm)	Peso Ret. a 5000 gr	Peso Ret. a 5000 gr	Peso Ret. a 5000 gr	0,30	0,20	0,50	1,00					
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	327,39	0,00	0,00	98,22	0,00	0,00	98,22	98,22	1,96	98,04	90	100
1/2"	12,5	3468,70	6,70	0,00	1040,61	1,34	0,00	1041,95	1140,17	22,81	77,19	-	-
3/8"	9,50	907,40	41,60	0,00	272,22	8,32	0,00	280,54	1420,71	28,42	71,58	56	80
Nº4	4,75	295,70	3769,10	28,20	88,71	753,82	14,10	856,63	2277,34	45,55	54,45	35	65
Nº8	2,36	0,00	1126,10	959,90	0,00	225,22	479,95	705,17	2982,51	59,66	40,34	23	49
Nº16	1,18	0,00	19,10	1018,10	0,00	3,82	509,05	512,87	3495,38	69,92	30,08	-	-
Nº30	0,60	0,00	0,80	1007,90	0,00	0,16	503,95	504,11	3999,49	80,00	20,00	-	-
Nº50	0,30	0,00	1,40	909,80	0,00	0,28	454,90	455,18	4454,67	89,11	10,89	5	19
Nº100	0,15	0,00	3,90	543,90	0,00	0,78	271,95	272,73	4727,40	94,56	5,44	-	-
Nº200	0,075	0,00	12,40	276,20	0,00	2,48	138,10	140,58	4867,98	97,37	2,63	2	8
BASE	-	0,00	18,10	255,30	0,00	3,62	127,65	131,27	4999,25	100,00	0,00	-	-
SUMA		4999,2	4999,2	4999,3	1499,76	999,84	2499,65	4999,2					
PÉRDIDAS		0,8	0,8	0,7									

Univ. Erika Tatiana Valdez Vaca
 LABORATORISTA

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



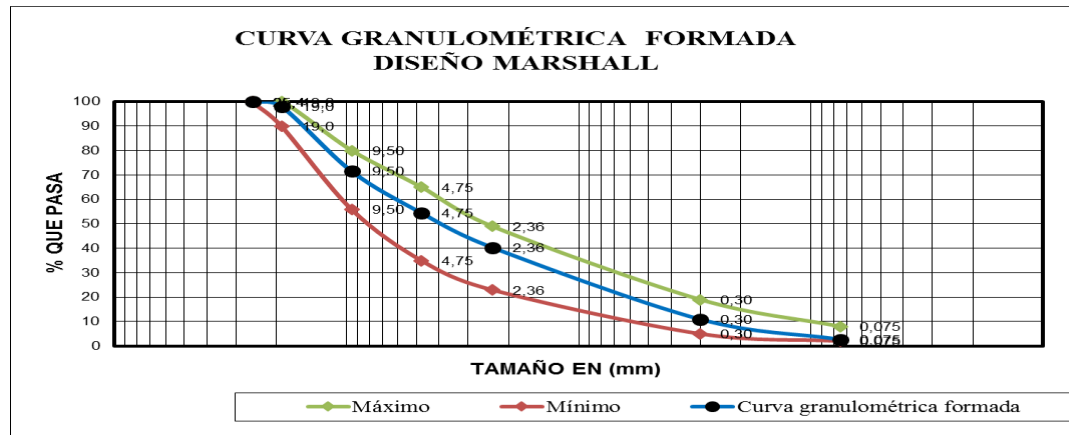
UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ASFALTOS

CURVA GRANULOMÉTRICA FORMADA - DISEÑO MARSHALL

PROYECTO: "ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE LA SUSCEPTIBILIDAD TERMICA DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS."

ELABORADO POR: Erika Tatiana Valdez Vaca

FECHA: Abril de 2019



Univ. Erika Tatiana Valdez Vaca
LABORATORISTA

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

A.1.2. METODO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO (ASTM E-127 AASHTO T85-91)

OBJETO:

Este ensayo sirve para determinar los pesos específicos aparentes y nominales, así como absorción, después de 24 horas de sumergidos en agua, de los agregados con tamaño igual o mayor a 4,75 mm (tamiz N°4).

EQUIPOS DE LABORATORIO:

1. Balanza: De capacidad superior a la masa del canastillo portamuestra más la masa de la muestra de ensaye y una precisión mínima de 1 g.
2. Horno: Con circulación de aire y temperatura regulable para las condiciones del ensaye.
3. Canastillo portamuestra: De alambre de acero inoxidable lo suficientemente resistente para soportar el peso de la muestra, con malla de abertura igual o inferior que 2 mm y de capacidad igual o superior a 4 l. Además, debe estar provisto de un dispositivo que permita suspenderlo del platillo de la balanza.
4. Estanque: Impermeable, inoxidable, de forma y capacidad tal que permita contener totalmente y con holgura el canastillo portamuestra, de acuerdo con el procedimiento especificado en este método.
5. Recipientes: Deben estar limpios, de material resistente, estancos y de capacidad suficiente para contener la muestra de ensayo

PROCEDIMIENTO:

La muestra a ser evaluada se satura y pesa en su condición saturada superficialmente seca:

1. Aproximadamente 3 kg. De material retenido en la malla N°4 (4,75 mm) se lava y seca hasta que alcance peso constante.

2. La muestra seca se sumerge por 24 horas en agua.
3. Los agregados se sacan del agua y secan superficialmente con ayuda de una toalla.
4. Se obtiene el peso de la muestra en su condición superficialmente seca.
5. La muestra saturada superficialmente seca se coloca en una cesta de alambre y determina el peso de la muestra sumergida en agua.
6. La muestra
7. La gravedad específica se calcula según:

A: peso en el aire del agregado seco al horno.

B: peso del agregado saturado superficialmente seco sumergido en agua.

C: peso del agregado saturado superficialmente seco sumergido en agua.

$$\text{gravedad específica seca aparente, } G_{sa} = \frac{A}{A - C}$$

$$\text{gravedad específica seca de bulk, } G_{sb} = \frac{A}{B - C}$$

$$\text{gravedad específica sat. superficialmente seca bulk, } G_{ssb} = \frac{B}{B - C}$$

$$\text{Absorsion (\%)} = \frac{(B - A) * 100}{A}$$

REPRESENTACION GRAFICA.

Muestra seca del agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia.

Muestra totalmente sumergida.



Fuente: Elaboración propia.

A.1.2.1. PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO (GRAVA)



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

PROYECTO: "ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE LA SUSCEPTIBILIDAD TERMICA DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS."

LABORATORISTA: ERIKA TATIANA VALDEZ VACA **FECHA:** OCTUBRE DEL 2018

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO
GRAVA 3/4

MUESTRA Nº	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	2852,30	3000,00	1810,00	2,40	2,52	2,74	5,18
2	2898,80	3000,00	1841,00	2,50	2,59	2,74	3,49
3	2908,52	3000,00	1848,00	2,52	2,60	2,74	3,15
PROMEDIO				2,47	2,57	2,74	3,94

(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.

Univ. Erika Tatiana Valdez Vaca
LABORATORISTA

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

A.1.2.2. PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO (GRAVILLA)



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: “ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE LA SUSCEPTIBILIDAD TERMICA DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS.”

LABORATORISTA: ERIKA TATIANA VALDEZ VACA **FECHA:** OCTUBRE DEL 2018

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO

GRAVILLA 3/8

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	2955,10	3000,00	1868,00	2,61	2,65	2,72	1,52
2	2949,60	3000,00	1848,00	2,56	2,60	2,68	1,71
3	2942,80	3000,00	1867,00	2,60	2,65	2,74	1,94
PROMEDIO				2,59	2,63	2,71	1,72

(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.

Univ. Erika Tatiana Valdez Vaca

LABORATORISTA

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

A.1.3. METODO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO (ASTM E-128 AASHTO T84-00)

OBJETO:

Este ensayo tiene como objetivo la determinación del peso específico aparente, lo mismo que la cantidad de agua que se absorbe en el agregado fino cuando se sumerge en agua por un periodo de 24 horas, expresada como un porcentaje en peso. El peso específico aparente es la relación entre el peso al aire del sólido y el peso del agua correspondiente a su volumen aparente.

EQUIPOS DE LABORATORIO:

1. Balanza: De capacidad superior a 1 kg y una precisión mínima de 0,1 g.
2. Horno: Con circulación de aire y temperatura regulable para las condiciones del ensaye.
3. Recipientes: Limpios, de material resistente, estancos y de capacidad suficiente para contener la muestra del ensayo.
4. Matraz: Es un matraz aforado en el que se pueda introducir fácilmente la muestra de ensaye. Debe llevar una marca de calibración que indique el volumen contenido con una precisión de $\pm 0,1$ ml. Dicho volumen excederá a lo menos en un 50 % al volumen aparente de la muestra de pétreo fino. Se recomienda emplear un matraz de 500 cm³ de capacidad. También puede emplearse un picnómetro.
5. Molde: Con forma tronco - cónica, de 40 ± 3 mm de diámetro en la parte superior, 90 ± 3 mm de diámetro en la parte inferior y 75 ± 3 mm de altura. Confeccionado con una plancha metálica de un espesor igual o superior que 0,8 mm.
6. Pisón: Es una varilla metálica, con uno de sus extremos de sección plana y circular, de 25 ± 3 mm de diámetro. Debe tener una masa de 340 ± 15 g.

PROCEDIMIENTO:

1. Aproximadamente 1000 gr de agregado fino se seca a peso constante.
2. Se sumerge el material por 24 horas en agua.
3. La muestra se extiende en una superficie plana y se expone a una corriente de aire caliente.
4. La condición saturada superficialmente seca se alcanza cuando el material cae al invertirse el cono en el que la muestra del material fue suavemente compactada.
5. Aproximadamente 500 gr del material en la condición saturada superficialmente seca se colocan en un matraz que se llena con agua y se eliminan los aires atrapados.
6. El agregado se saca del matraz, se seca al horno a peso constante.
7. La gravedad específica se calcula de la siguiente manera.
A: Peso en el aire del agregado seco al horno.
B: Peso del matraz (picnómetro) con agua.
C: Peso del Matraz (picnómetro) con el agregado y agua hasta la marca.
D: Peso del material saturado superficial seco (500+10gr)

$$\text{gravedad específica seca aparente, } G_{sa} = \frac{A}{B + A - C}$$

$$\text{gravedad específica seca de bulk, } G_{sb} = \frac{A}{B + D - C}$$

$$\text{gravedad específica sat. superficialmente seca bulk, } G_{ssb} = \frac{D}{B + D - C}$$

$$\text{Absorsion (\%)} = \frac{(D - A)}{A} * 100$$

REPRESENTACION GRAFICA.

Muestra compactada en el cono.



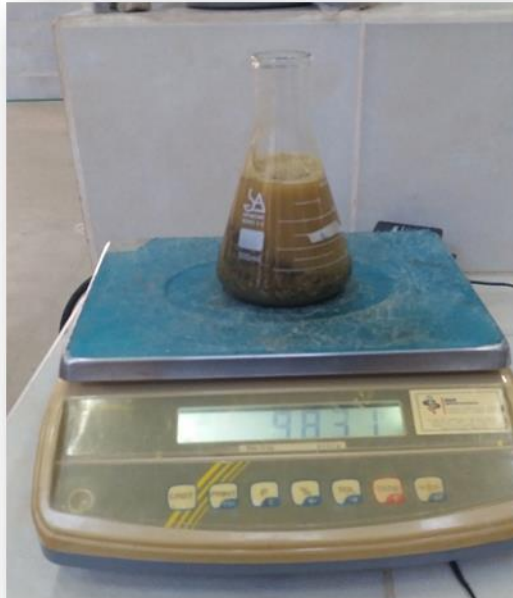
Fuente: Elaboración propia.

Muestra seca.



Fuente: Elaboración propia.

Matraz con muestra + agua.



Fuente: Elaboración propia.

Muestra antes de ser secada en el horno



Fuente: Elaboración propia.

A.1.3.1. PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO (ARENA)



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

PROYECTO: “ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE LA SUSCEPTIBILIDAD TERMICA DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS.”

LABORATORISTA: ERIKA TATIANA VALDEZ VACA

FECHA: OCTUBRE DEL 2018

**PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO
ARENA**

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	P. E. SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm3)	P. E. APARENTE (gr/cm3)	% DE ABSORCIÓN
1	500	195,3	991,8	296,50	473,10	500,00	2,32	2,46	2,68	5,38
2	500	190,7	992,5	301,80	480,60	500,00	2,42	2,52	2,69	3,88
3	500	196,5	994,5	298,00	477,35	500,00	2,36	2,48	2,66	4,53
PROMEDIO							2,37	2,48	2,68	4,60

Univ. Erika Tatiana Valdez Vaca
LABORATORISTA

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

A.1.4. METODO PARA DETERMINAR EL DESGASTE MEDIANTE LA MAQUINA DE LOS ANGELES (ASTM E 131 AASHTO T96-99)

Los agregados deben ser capaces de resistir el desgaste irreversible y degradación durante la producción, colocación y compactación de las obras de pavimentación y sobre todo durante la vida de servicio del pavimento.

Los agregados transmiten los esfuerzos a través de los puntos de contacto donde actúan presiones altas. El ensayo de desgaste de los ángeles, ASTM E-131 (para agregados menores de 1 ½”), mide básicamente la resistencia de los puntos de contacto de un agregado al desgaste y/o abrasión.

OBJETO:

Este método establece el procedimiento para determinar la resistencia al desgaste de los áridos mayores a 2,36 mm, de densidad neta entre 2.000 y 3.000 Kg/m³, mediante la máquina de Los Ángeles.

EQUIPOS DE LABORATORIO:

1. Máquina de Los Ángeles.
2. Balanza.
3. Tamices, ¾”, ½”, 3/8”, ¼”, N°4, N°8, un tamiz N°12 para el calculo del desgaste.
4. Horno.
5. Esferas de acero (Carga abrasiva) de 46,38 a 47, 63 mm de diámetro y entre 390 a 445 gr.

MATERIAL Y CARGA ABRASIVA A UTILIZAR

La cantidad de material a ensayar y el número de esferas a incluir depende de la granulometría del agregado grueso en la tabla a continuación, se muestra el método a emplear, así como la cantidad de material, numero de esferas, numero de revoluciones y tiempo de rotación, para cada uno de ellos. La gradación que deberá ser representativa de la gradación original suministrado.

Tabla: Peso del agregado y numero de esferas para agregados gruesos.

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

PROCEDIMIENTO:

1. Pese los tamaños de las fracciones correspondientes al grado elegido, de acuerdo con la Tabla. Registre la masa del total de material por ensayar como masa inicial de la muestra (mi), aproximando a 1 g.
2. Coloque la masa inicial de material en la máquina de Los Ángeles y ensaye de acuerdo con el grado elegido (número y masa de esferas, y número de revoluciones), según Tabla.

Nota 4: Seleccione las esferas de manera tal que la suma de sus masas individuales cumpla con los valores estipulados en la Tabla.

3. Una vez completado el número de revoluciones correspondiente, saque el material de la máquina evitando pérdidas y contaminaciones.
4. Separe la carga abrasiva.
5. Efectúe un primer tamizado en un tamiz de 2,36 mm o superior, a fin de evitar dañar el tamiz de corte (1,7 mm).
6. Tamice manualmente el material bajo 2,36 mm por tamiz de 1,7 mm (N° 12), según procedimiento de tamizado final.
7. Reúna todo el material retenido en ambos tamices, lávelo, séquelo hasta masa constante en horno a 100 ± 5 ° C y deje enfriar a temperatura ambiente.
8. Pese y registre la masa del material retenido como masa final de la muestra (mf).

CALCULOS:

El porcentaje de desgaste es la relación entre el material que pasa el tamiz N° 12 y el peso inicial.

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

REPRESENTACION GRAFICA

Máquina de los ángeles.



Fuente: Elaboración propia.

Muestra retirada de la máquina de los ángeles.



Fuente: Elaboración propia.

A.1.4.1. DESGASTE DE LOS ANGELES DE LA GRAVA



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES PROYECTO: "ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE LA SUSCEPTIBILIDAD TERMICA DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS."		
AGREGADO: GRAVA	MUESTRA: N°1	FECHA: Octubre del 2018

ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES ASTM E-131
TABLA ASTM E-131 de requerimwnto según el tamaño de material que se tenga.

GRADACIÓN		A	B	C	D
DIAMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL AEMPLEAR (gr)			
PASA	RETENIDO				
1 1/2"	1"	1250±25			
1"	3/4"	1250±25			
3/4"	1/2"	1250±10	2500±10		
1/2"	3/8"	1250±10	2500±10		
3/8"	1/4"			2500±10	
1/4"	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 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	ESPECIFICACION ASTM
B	5000	3837,7	23,25	35% MAX

Univ. Erika Tatiana Valdez Vaca

LABORATORISTA

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

A.1.4.2. DESGASTE DE LOS ANGELES DE LA GRAVILLA



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESISTENCIA DE MATERIALES		
PROYECTO: "ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE LA SUSCEPTIBILIDAD TERMICA DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS."		
AGREGADO: GRAVILLA	MUESTRA: N°1	FECHA: Octubre del 2018

ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES ASTM E-131

TABLA ASTM E-131 de requerimiwnto 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"	2500
1/4"	N°4	2500

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

GRADACIÓN	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DE DESGASTE	ESPECIFICACION ASTM
C	5000	3783,6	24,33	35% MAX

A.1.5. METODO PARA DETERMINAR EL EQUIVALENTE DE ARENA (ASTM D 2419 AASHTO T176-00)

OBJETO:

Este método establece un procedimiento rápido para determinar las proporciones relativas de finos plásticos o arcillosos en los áridos que pasan por tamiz de 4,75 mm (N°4).

EQUIVALENTE DE ARENA:

Porcentaje de arena propiamente tal con respecto al total de arena y de impurezas coloidales floculadas, particularmente arcillosas, húmicas y eventualmente ferruginosas.

EQUIPOS DE LABORATORIO:

1. Tubo irregular.- De acero inoxidable, cobre o bronce, de 6,35 mm de diámetro exterior, 508 mm de longitud, cuyo extremo inferior está cerrado en forma de cuña. Tiene dos agujeros laterales de 1mm de diámetro en los planos de la cuña cerca de la punta.
2. Sistema de sifón.- Se compone de un botellón de 1 galón (3,8 lt) de capacidad con un tapón. El tapón tiene dos orificios que lo atraviesan, uno para el tubo del sifón y el otro para entrada de aire. El conjunto deberá ubicarse a 90 cm por encima de la mesa.
3. Probeta graduada.- De 30 ± 1 mm de diámetro interior y aproximadamente 400 mm de alto, graduado en milímetros hasta una altura de 380 mm (o graduada en mililitros hasta una capacidad de 270 ml) y provisto de un tapón hermético de caucho.
4. Pisón de metal.- Compuesto por los siguientes elementos
 - a) Una varilla de bronce de 6 mm de diámetro y 450 mm de largo, con hilo en ambos extremos.
 - b) Un pie de bronce troncocónico, de 25 mm de diámetro basal y 20 mm de altura, con una perforación central con hilo para conectarlo a la varilla.
 - c) Un par de guías que mantengan centrada la varilla en el eje de la probeta.
 - d) Una sobrecarga cilíndrica de acero laminado en frío de 50 mm de diámetro y 53 mm de altura, con una perforación central con hilo para conectarla a la varilla. Esta sobrecarga

debe ser rectificada de modo que el conjunto de varilla, pie, guías y sobrecarga tenga una masa de $1 \text{ kg} \pm 5 \text{ g}$.

5. Tubo flexible.- De caucho o goma con 4,7 mm de diámetro, tiene una pinza que permite cortar el paso del líquido a través del mismo. Este tubo conecta el tubo irrigador con el sifón.

REACTIVOS

6. Solución base

a) Componentes. Emplee los siguientes materiales en las cantidades que se indican:

-240 g de cloruro de calcio anhidro, grado técnico.

-1.085 g de glicerina farmacéutica.

-25 g de formaldehído (solución 40% de volumen / volumen).

b) Preparación. Disuelva el cloruro de calcio en 1 l de agua destilada y filtre. Agregue la glicerina y el formaldehído a la solución, mezcle bien y diluya a 2 l con agua destilada.

7. Solución de ensaye

Tome 22,5 ml de la solución base y diluya a 1 l con agua destilada.

PROCEDIMIENTO

8. Coloque la botella del sifón con la solución de ensaye a aproximadamente 1 m sobre la superficie de trabajo.

9. Sifonee la solución de ensaye en la probeta hasta que alcance un nivel de $100 \pm 5 \text{ mm}$.

10. Obtenga por cuarteo el material suficiente para llenar una medida.

11. Llene una medida; asiente el material golpeando el fondo de la medida contra la mesa de trabajo a lo menos 4 veces, enrase y vierta en la probeta.

12. Golpee firmemente el fondo de la probeta contra la palma de la mano hasta desalojar las burbujas de aire.

13. Deje la probeta en reposo por un período de 10 min.

14. Coloque el tapón y suelte la arena del fondo inclinándolo y sacudiendo el tubo.

15. Agite la probeta y su contenido mediante uno de los siguientes procedimientos:

a) Agitación manual. Sujete la probeta en posición horizontal y agite vigorosamente en un movimiento lineal horizontal con un desplazamiento de 230 ± 25 mm. Agite 90 ciclos en aproximadamente 30 s.

b) Agitación mecánica. Fije la probeta en el agitador mecánico y agite durante un período de 45 ± 1 s.

16. Coloque la probeta sobre la mesa de trabajo, destápela y lave sus paredes interiores mediante el irrigador.

17. Introduzca el irrigador hasta el fondo de la probeta con un movimiento lento de penetración y torsión para remover todo el material.

18. Retire el irrigador en forma similar, regulando el flujo de la solución de modo de ajustar el nivel final a 380 mm.

19. Deje sedimentar por un periodo de $20 \text{ min} \pm 15 \text{ s}$.

20. Al final del período de sedimentación lea y registre el nivel superior de la arcilla aproximando al milímetro.

Nota 3: Si después de 20 min no se ha formado una clara línea de sedimentación, deje reposar el tiempo necesario, registrándolo en el informe.

21. Introduzca el pisón en la probeta y hágalo descender suavemente hasta que quede apoyado en la arena. Registre el nivel superior de la arena aproximando al milímetro.

REPRESENTACION GRAFICA.

Muestra de arena en reposo.



Fuente: Elaboración propia.

Medición de la arcilla.



Fuente: Elaboración propia.

A.1.5.1. EQUIVALENTE DE ARENA



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

PROYECTO: “ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE LA SUSCEPTIBILIDAD TERMICA DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS.”

AGREGADO: ARENA

MUESTRA: N° 1,2,3

FECHA: Abril del 2019

ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D-2419

N° de Muestra	H1	H2	Equivalente de Arena (%)
	(cm)	(cm)	
1	9,80	13,10	74,81
2	10,10	13,10	77,10
3	9,50	12,20	77,87
Promedio			76,59

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

Equivalente de Arena (%)	NORMA
76,59	> 50%

Univ. Erika Tatiana Valdez Vaca

LABORATORISTA

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

ANEXO 2

ANEXO 2

A.2. CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFALTICO CONVENCIONAL Y MODIFICADO.

A.2.1. METODO DE ENSAYO DE PENETRACION (ASTM D - 5 AASHTO T49-97).

OBJETO:

Este método describe un procedimiento para determinar la dureza, mediante penetración, de materiales bituminosos sólidos y semisólidos.

El ensaye de penetración se usa como una medida de consistencia; valores altos de penetración indican consistencias más blandas.

EQUIPOS Y MATERIALES:

1. **Penetrometro:** Cualquier equipo que permita el movimiento vertical sin fricción apreciable del vástago sostenedor de la aguja, y que sea capaz de indicar la profundidad de la penetración con una precisión de 0,1 mm. El peso del vástago será de $47,5 \pm 0,05$ g. El peso total de la aguja y el vástago será de $50,0 \pm 0,05$ g. Para cargas totales de 100 g y 200 g, dependiendo de las condiciones es en que se aplique el ensaye, se estipulan pesas de $50,0 \pm 0,05$ g y $100,0 \pm 0,05$ g. La superficie sobre la que se apoya la capsula que contiene la muestra será lisa y el eje del embolo deberá estar aproximadamente a 90° de esta superficie. El vástago deberá ser fácilmente desmontable para comprobar su peso.
2. **Aguja de penetración:** La aguja (ver Figura A0103_1) es de acero inoxidable templado y duro, grado 440-C o equivalente, HRC 54 a 60; debe tener aproximadamente 50 mm de largo y su diámetro entre 1,00 y 1,02 mm.

Sera simétricamente afilada en forma cónica, con un ángulo entre 8,7 y 9,7º con respecto al largo total del cono, el que debe ser coaxial con el cuerpo recto de la aguja.

El filo de la superficie de la punta truncada debe ser bien formado y libre de rugosidad. Cuando la Textura de la superficie se mide de acuerdo con la American National Standard B 46.1 o ISO468, la aspereza superficial (Ra) del cono aguzado debe estar entre 0,2 y 0,3 µm como promedio aritmético.

La aguja debe montarse en un casquete de metal no corrosivo, que tenga un diámetro de $3,2 \pm 0,05$ mm y una longitud de 38 ± 1 mm.

La masa del conjunto casquete - aguja será de $2,50 \pm 0,05$ g (se puede perforar con taladro o limar el casquete, para controlar el peso). Coloque marcas de identificación individual en el casquete de cada aguja; las mismas marcas no deberían repetirse por un mismo fabricante dentro de un periodo de tres años.

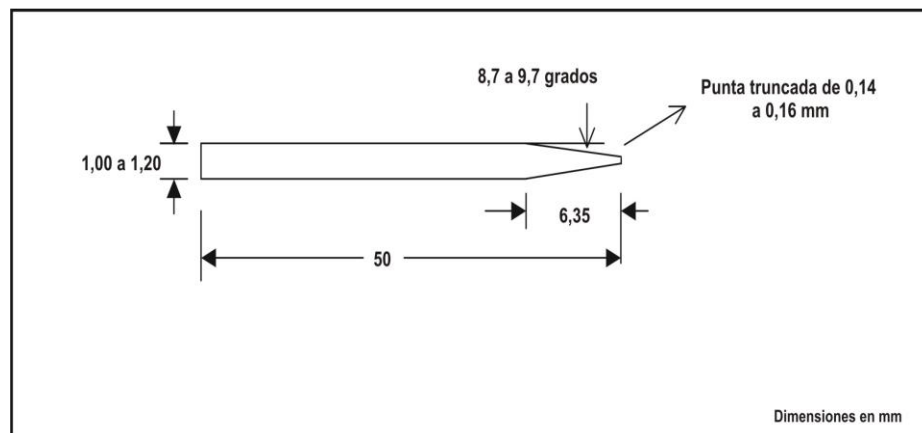


FIGURA A0103_1 AGUJA PARA ENSAYE DE PENETRACIÓN

3. **Capsulas:** Las capsulas deben ser de metal o vidrio, de forma cilíndrica y con fondo plano. Sus dimensiones son las siguientes:
 - Para penetraciones bajo 200. Diámetro (mm) 55 Profundidad (mm) 35
 - Para penetraciones entre 200 y 350: Diámetro (mm) 55 Profundidad (mm) 70

4. **Baño de agua:** Tendrá una capacidad mínima de 10 l y un sistema apto para mantener la temperatura a 25°C, o cualquiera de ensaye, con una tolerancia de $\pm 0,1^\circ\text{C}$; tendrá, además, una bandeja perforada ubicada a no menos de 50 mm del fondo, ni menos de 100 mm bajo el nivel del líquido en el baño.

Nota 1: Se recomienda usar agua destilada en el baño. Se debe evitar la contaminación del baño de agua por agentes superficiales activos, agentes residuales u otros agentes químicos, pues su presencia puede afectar los valores de penetración.

5. **Transportador de capsula:** Debe tener una capacidad mínima de 350 ml y una profundidad suficiente de agua que permita cubrir la altura del contenedor de la muestra. Debe estar provisto de algún medio que asegure firmemente la capsula y evite el balanceo; para lo que tendrá tres brazos que permitan a lo menos tres puntos de contacto para sostener la capsula.

6. **Aparato medidor de tiempo:** Para operar un penetrometro manual, utilice cualquier aparato que mida el tiempo, tal como un medidor de tiempo eléctrico, un cronometro o cualquier dispositivo a cuerda, que este graduado en 0,1 s o menos y cuya precisión este dentro de $\pm 0,1$ s para un intervalo de 60 s.

También se puede utilizar un contador de segundos audible, ajustado para proporcionar un pulso cada 0,5 s. El tiempo para un intervalo de cuenta de 11 pulsos debe ser de $5 \pm 0,1$ s.

7. **Termómetros:** Se pueden usar termómetros de vidrio de rango adecuado, con subdivisiones y escala máxima de error de 0,1°C, o cualquier otro aparato que mida temperaturas con igual exactitud, precisión y sensibilidad. Los termómetros deben cumplir los requisitos de la Especificación ASTM E1. Los termómetros comúnmente utilizados son los que se indican en la Tabla A0103_1:

ASTM n°	Rango	Temperatura de ensaye
17 C	19 a27 °C	25 °C
63 C	- 8 a+ 32 °C	0 a 4 °C
64 C	25 a55 °C	46 °C

TABL A0103_1 TIPOS DE TERMOMETROS

El termómetro para el baño de agua se debe calibrar periódicamente de acuerdo con el método de ensayo ASTM E 77.

CONDICIONES GENERALES:

Cuando no se especifiquen las condiciones de ensaye, considere la temperatura, carga y tiempo, en 25°C, 100 g y 5 s, respectivamente. Otras condiciones de temperatura, carga y tiempo pueden usarse para ensayos especiales, tales como los que se muestran en la Tabla A0103_2.

Temperatura (°C)	Carga (g)	Tiempo (s)
0	200	60
4	200	60
45	50	5
46,1	50	5

TABLA A0103_2 CONDICIONES PARA ENSAYES ESPECIALES

PROCEDIMIENTO:

1. Examine la aguja y guía para comprobar que este perfectamente seca y libre de otros materiales extraños. Si la penetración esperada excede 350 use una aguja larga; en otros casos, utilice una aguja corta. Limpie la aguja de penetración con tolueno u otro solvente adecuado, seque con un paño limpio e inserte la aguja en el penetrometro. A menos que se especifique otra cosa, coloque el peso de 50 g sobre la aguja, obteniendo una masa total de $100 \pm 0,1$ g.

2. Si el ensaye se hace con el penetrometro en el baño, coloque la capsula con muestra directamente sumergida sobre la superficie de este (Nota 2), y deje la capsula con la muestra en el baño, completamente cubierta con agua. Si el ensaye se realiza con el penetrometro fuera del baño, coloque la muestra en el transportador de capsula, cúbrala completamente con agua a la temperatura del baño (constante) y ubique el transportador sobre la superficie del penetrometro.

Nota 2: Para ensayes arbitrarios, las penetraciones a temperaturas diferentes de 25°C deben realizarse sin remover la muestra del baño.

3. Posicione la aguja descendiendo lentamente hasta que la punta haga contacto con la superficie de la muestra; realice esto con la punta de la aguja haciendo contacto real con su imagen reflejada sobre la superficie de la muestra, para lo cual emplee una fuente luminosa (Nota 3).

Nota 3: La posición de la aguja se puede visualizar mejor con la ayuda de un tubo de iluminación de polimetil metacrilato.

4. Haga un mínimo de tres penetraciones en la superficie de la muestra en puntos distanciados al menos 10 mm de la pared de la capsula y a no menos de 10 mm entre uno y otro. Si se usa el transportador de capsula, retorne la muestra y el transportador al baño de agua entre determinaciones; use una aguja limpia para cada determinación.

Si la penetración es mayor que 200, use un mínimo de tres agujas, dejándolas en la muestra hasta completar las tres penetraciones.

PRECISIÓN:

Use el siguiente criterio para juzgar si los resultados de penetración son aceptables para asfaltos a 25°C. (El criterio de precisión para otras temperaturas está siendo determinado).

Precisión para un solo operador:

El coeficiente de variación determinado para un solo operador, es de 1,4% para penetraciones sobre 60 y la desviación estándar para un solo operador, desde 0,35 para penetraciones bajo 50.

Por lo tanto, los resultados de dos ensayos adecuadamente ejecutados por el mismo operador, con el mismo material de cualquier penetración y usando el mismo equipo, no deberían diferir uno del otro en más de 4% de su media o 1 unidad en otros casos.

Precisión entre laboratorios:

El coeficiente de variación encontrado entre laboratorios es de 3,8% para penetraciones sobre 60 y la desviación estándar entre laboratorios es de 1,4 para penetraciones bajo 50. Por lo tanto, los resultados de dos ensayos adecuadamente ejecutados, con el mismo material de cualquier penetración y en dos laboratorios diferentes, no deberían diferir uno del otro en mas de 11% de su media o 4 unidades en otros casos.

Nota 4: Los valores antes indicados representan los límites de ambas desviaciones estándar.

REPRESENTACION GRAFICA.

Penetración del cemento asfáltico.



Fuente: Elaboración propia.

A.2.2. ENSAYOS DE PUNTO DE INFLAMACIÓN Y COMBUSTIÓN MEDIANTE LA COPA ABIERTA DE CLEVELAND (ASTM D-92).

Este método de ensayo describe el procedimiento para determinar la temperatura más baja a la cual se separan materiales volátiles de la muestra, creando un destello en presencia de una llama abierta.

La finalidad de la prueba es identificar la temperatura máxima a la cual el producto puede ser manejado sin peligro de que se inflame.

EQUIPOS Y MATERIALES

Copa abierta de Cleveland

Consiste en una copa de ensayo, una placa de calentamiento, un aplicador de la llama, un calentador y apoyos.

Termómetro

Un termómetro que tenga un rango de -6 a 400°C

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

1. Calentar C.A. a 140 C .
2. Traspasar la muestra al vaso hasta la línea de llenado.
3. Colocar el termómetro en el bulbo suspendido a $0,6\text{ cm}$ del fondo.
4. Calentar la muestra uniformemente de modo que la velocidad de temperatura este entre 14 C a 17 C por minuto hasta llegar a 56 C aproximadamente por debajo del punto de inflamación. (176 C)
5. Reducir el calentamiento de 5°C a 6°C por minuto hasta la inflamación de la muestra.
6. Aplicar la llama pequeña del mechero cuando la muestra este en (202°C) tipo 85-100 repetir esta operación cada 10°C de aumento de temperatura. Hasta que se inflame.

7. A la temperatura que produce una llamarada en cualquier punto de la superficie de la muestra se llama punto de inflamación.

No requiere de cálculo por ser el resultado de la lectura directa del termómetro.

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

El vaso del ensayo se llena hasta un nivel especificado con la muestra. La temperatura de la muestra es aumentada rápidamente al principio y entonces a una proporción lenta constante a medida que el punto de destello se aproxima, en intervalos especificados una llama pequeña se pasara por encima del vaso. Para determinar el punto de inflamación, se continúa con el ensayo hasta que la aplicación de la llama ocasiona que el aceite se incendie y se queme durante por lo menos 5 segundos.

REPRESENTACION GRAFICA

Punto de inflamación.



Fuente: Elaboración propia.

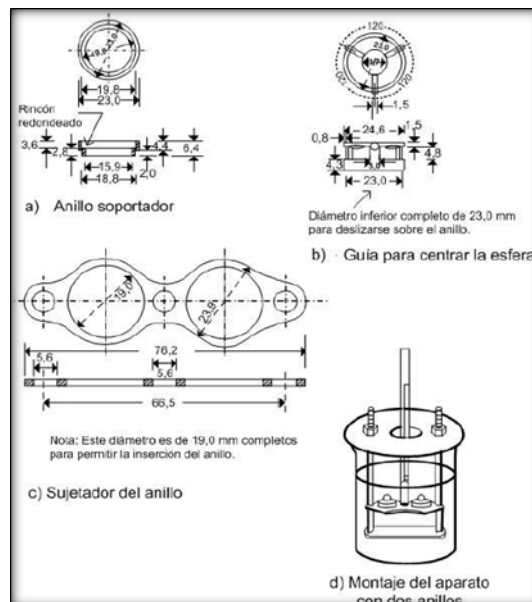
A.2.3. ENSAYOS DE PUNTO DE ABLANDAMIENTO MEDIANTE EL APARATO ANILLO Y BOLA (ASTM D-36 AASHTO T53-96).

Los asfaltos de diferentes tipos reblandecen a diferentes temperaturas. El punto de ablandamiento es otra medida de consistencia y se determina usualmente por el método de ensayo del anillo y bola. Se establece entonces un punto de ablandamiento, determinado por la temperatura a la que alcanza un determinado estado e fluidez.

EQUIPOS Y MATERIALES

- Anillos de bronce
- Bolas de acero
- Guías de contacto de las bolas
- Recipiente de vidrio
- Soporte de anillos y montaje completo
- Termómetros

Componentes del aparato para el ensayo de punto de ablandamiento



Fuente: Elaboración propia.

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

1. Calentar C.A. a 140 C
2. Transferir C.A. (140 C) al anillo sobre la plancha amalgada
3. Dejar enfriar por un periodo de 1 a ½ hora
4. Enrazar la muestra del anillo con una espátula caliente
5. Colocar el anillo + C.A. con el soporte dentro de un vaso de precipitación con agua destilada.
6. Bajar la temperatura del agua a 4°C y mantener esta temperatura durante 15 min.
7. Calentar el agua del vaso a una velocidad de 5 °C por minuto con la esfera sobre la muestra.
8. Efectuar la lectura del termómetro cuando la esfera traspase el anillo y recorra 25,4 mm. De la parte inferior del anillo al fondo del vaso.

No requiere de ningún cálculo, lectura directa.

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

Este ensayo consiste en llenar de asfalto fundido un anillo de dimensiones normalizadas, para luego dejar enfriar a la temperatura ambiente por cuatro horas. Sobre el centro de la muestra se sitúa una bola de acero de dimensiones y peso específicos. Una vez lista, se suspende la muestra sobre un baño de agua y se calienta el baño de tal manera que la temperatura del agua suba a velocidad constante. Se anota la temperatura en el momento en que la bola de acero toca el fondo del vaso de cristal. Esta temperatura es el punto de ablandamiento.

REPRESENTACION GRAFICA

Ensayo de punto de ablandamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Ensayo de punto de ablandamiento.



Fuente: Elaboración propia.

A.2.4. ENSAYOS DE PESO ESPECÍFICO (ASTM D-70 AASHTO T228-93).

Este método de ensayo describe los procedimientos que deben seguirse para la determinación de la gravedad específica o densidad relativa de los materiales bituminosos de consistencia sólida, semisólida o líquida.

EQUIPOS Y MATERIALES

- Picnómetros
- Baño de agua
- Termómetro
- Balanza
- Agua destilada

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

1. Limpie, seque, y pese completamente el picnómetro al miligramo más cercano. Designe esta masa como A.
2. Llene el picnómetro de agua destilada fresca y hervida a temperatura de la prueba y ponga el tapón en el picnómetro. No permita que ninguna burbuja de aire permanezca en el picnómetro.
3. Permita que el picnómetro permanezca en el agua para un periodo de no menos de 30 minutos. Quite el picnómetro, inmediatamente seque la parte superior del tapón con una toalla seca de una sola pasada, entonces rápidamente seque el residuo fuera del área del picnómetro y pesa al miligramo más cercano. Designe la masa del picnómetro más agua como B.
4. Caliente la muestra con cuidado y revuelva para prevenir sobrecalentamiento local, hasta que la muestra se haya puesto suficientemente fluida para verter. En ningún caso, la temperatura debe aumentarse a más de 56°C (100°F) sobre el punto de ablandamiento esperado para alquitrán, o a más de 111°C (200°F) sobre el punto de ablandamiento esperado para el asfalto. No caliente para más de 30

minutos encima de una llama o el plato caliente o para más de 2 horas en un horno, y evita incorporar burbujas de aire en la muestra.

5. Vierta suficiente muestra en el picnómetro limpio, seco y calentado para llenarlo cerca tres-cuarto de su capacidad. Tome precauciones para impedir al material de tocar los lados del picnómetro sobre el nivel final, y para prevenir la inclusión de burbujas de aire. Permita que el picnómetro y sus volúmenes se refresquen a temperatura del ambiente para un periodo de no menos de 40 minutos, y pese con el tapón al miligramo más cercano. Designe la masa del picnómetro más la muestra como °C.
6. Llene el picnómetro con agua destilada, fresca y hervida a temperatura del ensayo y ponga el tapón en el picnómetro. No permita que ninguna burbuja de aire permanezca en el picnómetro.
7. Permita que el picnómetro permanezca en el baño de agua por un periodo de no menos de 30 minutos. Quite el picnómetro del baño. Seque y pese usando la misma técnica y tiempo como eso emplearon. Designe esta masa de picnómetro más la muestra más agua como D.

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

El peso específico es la relación del peso de un volumen determinado del material al peso de igual volumen de agua, estando ambos materiales a temperaturas especificadas.

Así, un peso específico de 1,05 significa que el material pesa 1,05 veces lo que el agua a la temperatura fijada. El peso específico del betún asfáltico se determina normalmente por el método del picnómetro.

Calcule la gravedad específica al tercer decimal más cercano como sigue:

$$G = \frac{(C - A)}{(B - A) - (D - C)}$$

Donde:

A = La masa del picnómetro (más el tapón)

B = La masa del picnómetro lleno con agua

C = La masa del picnómetro parcialmente lleno con asfalto

D = La masa del picnómetro más el asfalto más agua

REPRESENTACION GRAFICA

Vertido de cemento asfáltico



Fuente: Elaboración propia.

A.2.5. ENSAYO DE DUCTILIDAD (ASTM D-113 AASHTO T51-00).

Este método de ensayo determina la ductilidad de un asfalto como la longitud, medida en cm., a la cual se alarga antes de romperse cuando dos extremos de una briqueta, confeccionada con una muestra se traccionan a la velocidad y temperatura especificadas.

A menos que otra condición se especifique, el ensayo se efectúa a una temperatura de 25 \pm 0,5 °C y a una velocidad de 5 cm/min \pm 5%.

EQUIPOS Y MATERIALES

Moldes

El molde debe ser similar a lo mostrado en la figura 1. El Molde debe ser hecho de bronce, los extremos b y b' son conocidos como sujetadores, y las partes a y a' como lados del molde. Las dimensiones del molde ensamblado serán como lo muestra la figura A.1.8. Con las variaciones permisibles indicadas.

Placa

Para el llenado de los moldes, se dispondrá de una placa de bronce plana, provista de un tornillo lateral de sujeción y con la forma y dimensiones que se detallan en la Figura A.1.7.

Baño de agua

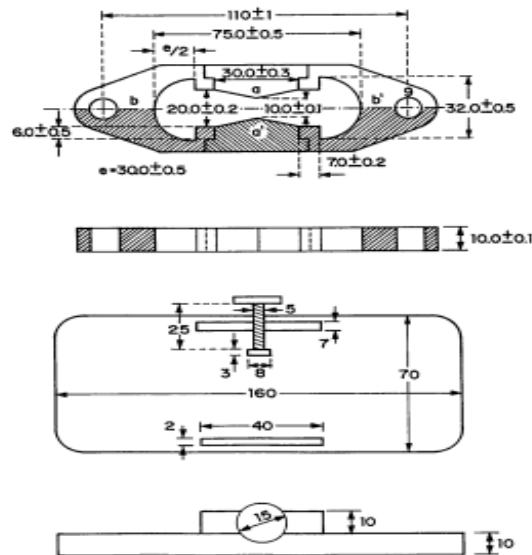
Un baño de agua que pueda mantener la temperatura de ensayo con una variación máxima de 0,1° C. Su volumen no será inferior a 10 litros y estará equipado con una placa perforada para la colocación de los especímenes, situada a una distancia mínima de 50 mm del fondo y 100 mm de la superficie.

Ductilímetro

El aparato se denomina ductilómetro y en esencia, consta de un tanque de agua en el que se sumergen los especímenes, provisto de un mecanismo de arrastre que no produzca

vibraciones, capaz de separar a la velocidad especificada un extremo de la probeta del otro, que permanece fijo. La tolerancia máxima admitida en la velocidad especificada será del 5%.

Molde y placa para ductilímetro



Fuente: Elaboración propia.

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

1. Ensamble el molde en la placa. Cubra completamente la superficie de la plancha y superficies interiores de los lados a y a', Figura B.1., del molde con una capa delgada de una mezcla de glicerina y vaselina líquida, talco, para impedir que el material bajo la prueba se adhiera.
2. Calentar cuidadosamente la muestra previniendo el sobrecalentamiento local hasta que se haya puesto suficientemente fluido para verter. Después de un agitado continuo, vacie dentro del molde. En el llenado, vierta el material en un ligero torrente atrás y delante de extremo a extremo del molde hasta rebalsar el molde. Dejar el molde, conteniendo el material a una temperatura ambiente por un periodo entre 30 a 40 minutos y luego ponerlo en el baño de agua manteniéndolo a una

temperatura de prueba especificada por 30 minutos; entonces eliminar el exceso de bitumen con un emparejador o espátula justo al ras del molde.

3. Coloque el plato base y molde, con espécimen de la briqueta, en el baño de agua o la máquina de ensayo y mantenga la temperatura especificada por un periodo de 85 a 95 minutos.
4. Transcurrido este tiempo sacar los separadores centrales y colocar los moldes en los orificios de la plancha del ductilometro a 25°C.
5. A continuación se pone en funcionamiento el motor del ductilometro a razón de 5 cm por minuto, hasta que el hilo que une los dos extremos se rompa.

REPRESENTACION GRAFICA

Vertido del asfalto en los moldes



Fuente: Elaboración propia.

Muestras sumergidas en baño maría a 25°C



Fuente: Elaboración propia.

Lectura de la ductilidad.



Fuente: Elaboración propia.

A.2.6. ENSAYO DE RECUPERACION ELASTICA PARA ASFALTOS MODIFICADOS (ASTM D 6084-06 AASHTO T301-99).

Este ensayo se utiliza en los asfaltos modificados, que comprenden los cementos y emulsiones asfálticas modificadas. El ensayo se efectúa a una temperatura de $13 \pm 0,5$ °C grados centígrados y a una velocidad de 5 cm/ min \pm % para materiales bituminosos elastoméricos se considera una elongacion inicial de 20 cm. Para la muestra.

- Materiales
- Moldes
- Desmoldante
- Baño de agua
- Termómetro
- Ductilímetro
- regla

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

Para realizar este ensayo se utiliza el ductilímetro, los mismos materiales que son necesarios en el ensayo de ductilidad, el procedimiento de este ensayo tiene similitud con el de recuperación elástica, la diferencia que existe es que a una distancia de 20 cm se procede a cortar el material asfáltico para obtener la recuperación elástica del mismo.

La fórmula que se utiliza para determinar la recuperación elástica del asfalto:

$$Re (\%) = \frac{Lf}{Li} \times 100$$

Donde:

Re (%) = porcentaje de recuperación elástica.

Lf = 20 cm definido por las especificaciones del ensayo.

Li = longitud de retracción de la muestra (cm), con una aproximación a un decimal

Como se puede observar en la siguiente figura la elasticidad del asfalto modificado con polímeros.

Como se observa el asfalto modificado con polímeros tiene mayor recuperación elástica comparando con el asfalto convencional por lo que puede traer mucho más ventajas para realizar la construcción de nuevas vías o carreteras, calles, entre otros en nuestro medio.

Convirtiéndose en una nueva técnica o alternativa de trabajo que se puede desarrollar principalmente en la ciudad de Tarija a manera de realizar el mantenimiento y la conservación principalmente de calles q se encuentran totalmente deterioradas debido a que no se realiza el mantenimiento correspondiente.

REPRESENTACION GRAFICA

Elasticidad del asfalto modificado con polímeros.



Fuente: Elaboración propia.

Realización del ensayo recuperación elástica.



Fuente: Elaboración propia.

Procedimiento para obtener la recuperación elástica.



Fuente: Elaboración propia.

A.2.7. ENSAYO DEL ÍNDICE DE PENETRACIÓN PARA ASFALTOS MODIFICADOS (UNE 104-285).

Este método describe el procedimiento a seguir para la determinación del índice de penetración de los ligantes asfálticos modificados.

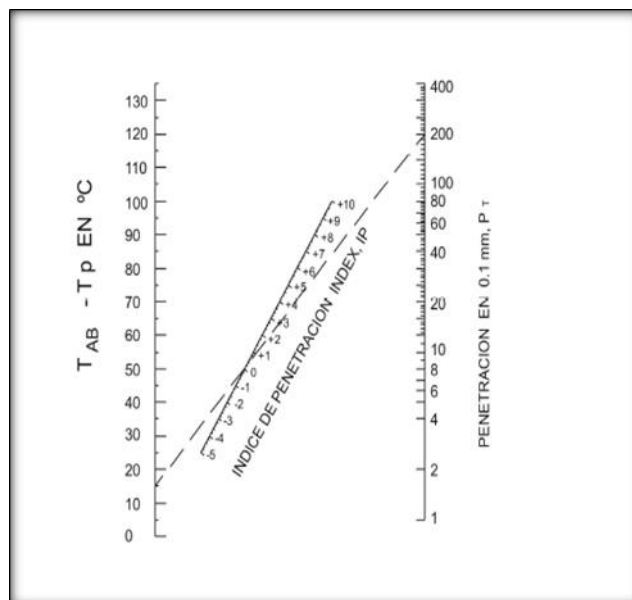
Este índice se calcula a partir de los valores de la penetración y del punto de ablandamiento anillo y bola y proporciona un criterio de medida de la susceptibilidad de estos materiales a los cambios de temperatura y de su comportamiento reológico.

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

El IP. Se basa por una parte, en admitir que, a la temperatura del punto de ablandamiento anillo y bola, la penetración de un ligante asfáltico es de 800 y: por otra parte, que si se elige en ordenadas una escala logarítmica para la penetración, los valores de esta en función de la temperatura se representa por una línea recta.

El IP. Se obtiene mediante el nomograma siguiente, se basa en los siguientes parámetros que son temperatura del punto del ablandamiento, temperatura a la que se efectúa la penetración y la penetración de la temperatura en decimas de mm.

Nomograma de hukelo bitumen test date Charl.




REPRESENTACION GRAFICA

Realización del ensayo de penetración.



Fuente: Elaboración propia.

A.2.8. Resultados de la caracterización del cemento asfáltico convencional (85 - 100).

	UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN LABORATORIO DE ASFALTOS	
	TIPO DE CEMENTO ASFALTICO: 85-100	MUESTRA: N° 1
	FECHA: Marzo de 2019 LABORATORISTA: ERIKA TATIANA VALDEZ VACA	


CARACTERIZACIÓN DE LIGANTE ASFÁLTICO
ASFALTO CONVENCIONAL 85-100
 ORIGEN: Brasil

ENSAYO	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	PROMEDIO	ESPECIFICACIONES	
						Mínimo	Máximo
Peso Picnómetro	grs.	35,02	33,97	37,01			
Peso Picnómetro + Agua (25°C)	grs.	84,70	85,49	88,39			
Peso Picnómetro + Muestra	grs.	64,05	63,00	62,80			
Peso Picnómetro + Agua + Muestra	grs.	87,20	88,30	86,35			
Peso Específico	grs./cm3	1,091	1,104	0,924	1,040	1	1,05
Punto de Inflamación AASHTO T-48	°C	>275	>288	>278	280	>232	-
Ensayo de la mancha					No se realizo	NEGATIVO	
Solvente gasolina standart					No se realizo	NEGATIVO	
Solvente gasolina-xilol, % xilol					No se realizo	NEGATIVO	
Solvente heptano-xilol, % xilol					No se realizo	NEGATIVO	
Ensayo de película delgada en horno, 32 mm, 163°C, 5 hrs.					No se realizo		
Pérdida en masa	%				No se realizo		
Penetración del residuo, penetración original	%				No se realizo		
Índice de susceptibilidad térmica					No se realizo		
Punto de ablandamiento	°C	46,5	45,5	45,0	46	41	53
Destilación, Residuo	%				No se realizo		
Ductilidad a 25°C AASHTO T-51	cm.	118	109	116	114	>100	
Penetración a 25°C, 100s. 5seg.(0.1mm) AASHTO T-49	Lectura N°1	91	85	79			
	Lectura N°2	88	85	83			
	Lectura N°3	87	92	89			
	Promedio	mm.	89	87	84	87	85
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C	s				No se realizo	85	-

Univ. Erika Tatiana Valdez Vaca
LABORATORISTA

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

A.2.9. Resultados de la caracterización del cemento asfáltico modificado (60 - 85).

	UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN LABORATORIO DE ASFALTOS	
	TIPO DE CEMENTO ASFALTICO: 60-85	MUESTRA: N° 1
	FECHA: Abril de 2019 LABORATORISTA: ERIKA TATIANA VALDEZ VACA	

CARACTERIZACIÓN DE LIGANTE ASFÁLTICO
ASFALTO MODIFICADO 60-85
 ORIGEN: Brasil

ENSAYO	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	PROMEDIO	ESPECIFICACIONES	
						Mínimo	Máximo
Peso Picnómetro	grs.	36,8	35,1	33,7			
Peso Picnómetro + Agua (25°C)	grs.	89,3	84,9	85,1			
Peso Picnómetro + Muestra	grs.	64,5	61,9	61,8			
Peso Picnómetro + Agua + Muestra	grs.	88,3	89,75	86,78			
Peso Específico	grs./cm3	0,962	1,217	1,060	1,080	1	1,100
Punto de Inflamación AASHTO T-48	°C	>240	>256	>233	243	>235	-
Ensayo de la mancha					No se realizo	NEGATIVO	
Solvente gasolina standart					No se realizo	NEGATIVO	
Solvente gasolina-xilol, % xilol					No se realizo	NEGATIVO	
Solvente heptano-xilol, % xilol					No se realizo	NEGATIVO	
Ensayo de película delgada en horno, 32 mm, 163°C, 5 hrs.					No se realizo		
Pérdida en masa	%				No se realizo		
Penetración del residuo, penetración original	%				No se realizo		
Indice de susceptibilidad térmica					No se realizo		
Punto de ablandamiento	°C	70,00	68,00	69,00	69	>60	-
Recuperacion elastica	%	18,50	19,50	19,00	95	>85	-
Destilación, Residuo	%				No se realizo		
Ductilidad a 25°C AASHTO T-51	cm.	150	145	140	145	>75	-
Penetración a 25°C, 100s. 5seg.(0.1mm) AASHTO T-49	Lectura N°1	50	49	49			
	Lectura N°2	49	49	50			
	Lectura N°3	50	50	50			
	Promedio	mm.	50	49	50	50	40
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C	s				No se realizo	85	-

Univ. Erika Tatiana Valdez Vaca
LABORATORISTA

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

ANEXO 3

A.3. METODO DE DISEÑO MARSHALL.

OBJETO

Este procedimiento es aplicable a mezclas en caliente con cementos asfálticos que contengan áridos con tamaño máximo absoluto igual o inferior a 25 mm. Se puede usar tanto para el diseño en laboratorio como en el control de terreno, y describe una metodología para determinar el óptimo de asfalto en las mezclas.

DETERMINACIONES PREVIAS

1. Determine la densidad real seca de cada árido que participa en la mezcla y la del filler, si lo hubiere, de acuerdo a los Métodos A0519, A0520 según corresponda.
2. Determine la densidad del cemento asfáltico a 25 ° C según Método A0102.
3. Determine la densidad máxima de la mezcla suelta según Método A0505, para un contenido de asfalto próximo al óptimo previsto.
4. Prepare las probetas según Método A0608.
5. Determine las densidades de las probetas compactadas, según Método A0606.
6. Mida la Estabilidad y la Fluencia de las mezclas usando el equipo Marshall, según Método A0608.

CÁLCULOS

7. Cálculo de la densidad real seca ponderada de la mezcla de áridos.

Cuando la mezcla está compuesta por dos o más áridos, todos con diferentes densidades reales, calcule la densidad real seca de la mezcla de áridos de acuerdo a la expresión:

$$\rho_{RS} = P_1 \cdot \rho_{RS1} + P_2 \cdot \rho_{RS2} + \dots + P_n \cdot \rho_{RSn}$$

Donde:

- ρ_{RS} : Densidad real seca de la mezcla de agregados.
 P_1, P_2, \dots, P_n : Porcentajes en peso de los áridos 1, 2, ... n, expresados en forma decimal.
 $\rho_{RS1}, \rho_{RS2}, \dots, \rho_{RSn}$: Densidades reales secas de los áridos 1, 2, ... n.

8. Cálculo de la densidad efectiva del árido.

Calcule la densidad efectiva del árido mediante la expresión:

$$\rho_E = \frac{100}{\frac{100 + P_b}{D_{mm}} - \frac{P_b}{\rho_b}}$$

Donde:

- ρ_E : Densidad efectiva del árido (kg/m^3).
 P_b : Porcentaje de asfalto referido al árido (%).
 D_{mm} : Densidad máxima de la mezcla suelta (kg/m^3).
 ρ_b : Densidad del asfalto (kg/m^3).

9. Cálculo del porcentaje de asfalto absorbido.

El asfalto absorbido se expresa como un porcentaje referido al árido y se calcula con la fórmula siguiente:

$$P_{ba} = \left(\frac{1}{\rho_{RS}} - \frac{1}{\rho_E} \right) \times \rho_b \times 100$$

Donde:

- P_{ba} : Porcentaje de asfalto absorbido, referido al árido (%).
 ρ_{RS} : Densidad real seca del árido (kg/m^3).
 ρ_E : Densidad efectiva del árido (kg/m^3).
 ρ_b : Densidad del asfalto (kg/m^3).

10. Cálculo de la densidad máxima de la mezcla para distintos contenidos de asfalto.

Al calcular el porcentaje de huecos de aire en la mezcla, es necesario conocer D_{mm} para cada porcentaje de asfalto considerado. Si bien esto se puede hacer a través del Método A0605 para cada contenido de asfalto, la precisión del ensaye es mejor cuando se aproxima al contenido de asfalto óptimo. Una vez obtenida la D_{mm} para un determinado contenido de asfalto y calculada la densidad efectiva del árido, calcule la D_{mm} de la mezcla para cualquier otro porcentaje de asfalto, de acuerdo a la fórmula:

$$D_{mm} = \frac{100 + P_b}{\frac{100}{\rho_E} + \frac{P_b}{\rho_b}}$$

Donde:

D_{mm} : Densidad máxima de la mezcla (kg/m^3).

P_b : Porcentaje de asfalto referido al árido (%).

ρ_E : Densidad efectiva del árido (kg/m^3), de acuerdo a 8.

ρ_b : Densidad del asfalto (kg/m^3).

11. Contenido de asfalto útil.

El contenido de asfalto útil (P_{bu}) de una mezcla, corresponde al contenido de asfalto total menos

el contenido de asfalto absorbido por el árido. Se calcula de acuerdo a la fórmula:

$$P_{bu} = P_b - P_{ba}$$

Donde:

P_{bu} : Porcentaje de asfalto útil referido al árido (%).

P_b : Porcentaje de asfalto referido al árido (%).

P_{ba} : Porcentaje de asfalto absorbido referido al árido (%).

12. Cálculo de los Vacíos en el árido mineral

El porcentaje de vacíos en el árido mineral (VAM), se calcula de acuerdo a la fórmula:

$$VAM = 100 \times \left(1 - \frac{G}{\rho_{RS}} \times \frac{100}{100 + P_b} \right)$$

Donde:

VAM: Porcentaje de vacíos en el árido mineral (%).

G: Densidad de la mezcla compactada (kg/m^3).

ρ_{RS} : Densidad real seca del árido (kg/m^3).

P_b : Porcentaje de asfalto referido al árido (%).

13. Cálculo del porcentaje de huecos de aire en la mezcla.

El porcentaje de huecos de aire en la mezcla (V_a), se calcula de acuerdo a la fórmula:

$$V_a = 100 \times \frac{D_{mm} - G}{D_{mm}}$$

Donde:

V_a : Porcentaje de huecos de aire en la mezcla (%).

D_{mm} : Densidad máxima de la mezcla (kg/m^3), de acuerdo a 10.

G: Densidad de la mezcla compactada (kg/m^3).

14. Cálculo del porcentaje de huecos llenos con asfalto.

El porcentaje de huecos llenos con asfalto (VLL), se calcula de acuerdo a la fórmula:

$$V_{LL} = 100 \times \left(1 - \frac{V_a}{VAM} \right)$$

Donde:

V_{LL} : Porcentaje de huecos llenos con asfalto (%).

V_a : Porcentaje de huecos de aire en la mezcla (%).

VAM: Porcentaje de vacíos en el árido mineral (%).

Acondicionamiento de los datos

15. Los valores de estabilidad obtenidos para probetas de espesores distintos a 63,5 mm deben corregirse, convirtiendo éstos a un valor equivalente a 63,5 mm, utilizando para ello los factores de corrección indicados en Tabla A0608_1 del Método A0608.

16. Calcule el valor promedio de la densidad, fluencia y estabilidad corregida, para todas las probetas con un mismo contenido de asfalto.
17. Confeccione los siguientes gráficos, uniendo mediante una curva suave todos los puntos obtenidos:
- a) Estabilidad v/s porcentaje de asfalto.
 - b) Fluencia v/s porcentaje de asfalto.
 - c) Densidad v/s porcentaje de asfalto.
 - d) Huecos en la mezcla v/s porcentaje de asfalto.
 - e) VAM v/s porcentaje de asfalto.

Determinación del contenido óptimo de asfalto

18. Capa de Rodadura

- a) Determine el contenido óptimo de asfalto de la mezcla considerando las curvas de densidad, estabilidad y huecos en la mezcla. De dichas curvas se determinan los porcentajes de asfalto (P_b) que entreguen:
- Máxima estabilidad (P_{b1}).
 - Máxima densidad (P_{b2}).
 - Contenido de asfalto para un 5% de huecos (P_{b3}).

El contenido óptimo de asfalto se calcula como la media aritmética de los tres valores obtenidos,
es decir:

$$P_b = \frac{P_{b1} + P_{b2} + P_{b3}}{3}$$

- b) Verifique que el contenido óptimo de asfalto, con una tolerancia de $\pm 0,3$ puntos porcentuales, cumpla con todos los requisitos de calidad exigidos a la mezcla. En caso contrario, confeccione una nueva serie de muestras.

19. Capa de Base y Capa Intermedia (Binder)

Seleccione como contenido óptimo de asfalto el porcentaje de ligante que, con una tolerancia de $\pm 0,5$ puntos porcentuales, cumpla con todos los requisitos de calidad exigidos a la mezcla.

INFORME:

20. Identificación de los materiales

Indique procedencia, lugar y fecha de muestreo, tanto del asfalto como del árido.

21. Áridos

Indique los siguientes análisis para cada árido:

- a) Granulometría.
- b) Densidad aparente suelta.
- c) Densidad real seca.
- d) Densidad neta.
- e) Desgaste de Los Ángeles.
- f) Índice de Plasticidad.
- g) Equivalente de arena.
- h) Cubicidad de partículas.
- i) Dosificación de áridos.
- j) Granulometría de la mezcla de áridos.

22. Asfalto

- a) Certificados de Control de Calidad.
- b) Densidad

23. Mezcla árido – asfalto

- a) Densidad máxima de la mezcla.
- b) Adherencia.
- c) Porcentaje de asfalto absorbido referido al árido.
- d) Temperatura de mezclado.
- e) Temperatura de compactación de las probetas.

23. Análisis Marshall

a) Para cada contenido de asfalto considerado se debe incluir:

- Densidad.
- Huecos en la mezcla.
- Vacíos en el agregado mineral (vam).
- Estabilidad.
- Fluencia.

b) Gráficos de Densidad, Huecos, VAM, Estabilidad y Fluencia con respecto a cada uno de los porcentajes de asfalto considerados.

REPRESENTACION GRAFICA

Mezcla de los agregados más el cemento asfáltico.



Fuente: Elaboración propia

Muestra compactada en ambas caras.



Fuente: Elaboración propia.

Extracción de briqueta con un gato hidráulico.



Fuente: Elaboración propia.

Briquetas desmoldadas.



Fuente: Elaboración propia.

Briquetas en baño de agua a 60°C



Fuente: Elaboración propia.

Briquetas en prensa Marshall.



Fuente: Elaboración propia.

Briquetas después de pasar por la prensa Marshall.



Fuente: Elaboración propia

A.3.1. CONTENIDO OPTIMO DEL CEMENTO ASFALTICO CONVENCIONAL 85 - 100



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA) DISEÑO DE MEZCLAS AFALTICAS METODO MARSHALL MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO CONVENCIONAL 85/100 MEZCLA EN CALIENTE
PROCEDENCIA DEL AGREGADO: PLANTA DE CHARAJAS (SEDECA)
FECHA: MAYO DE 2019

PESOS ESPECÍFICOS	% de agregado	
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2,73	50,00
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2,68	50,00
Peso Especifico Total	2,70	100,00

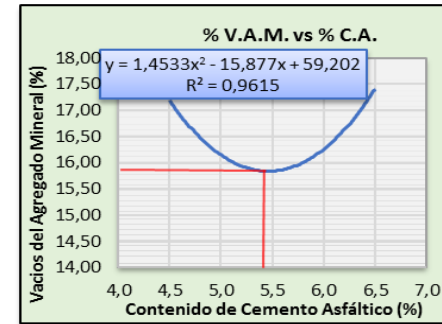
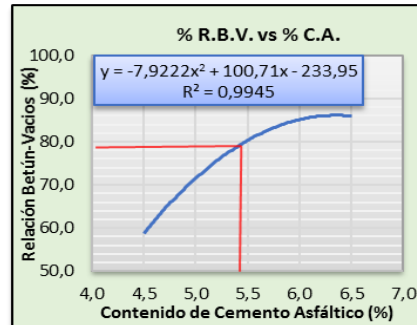
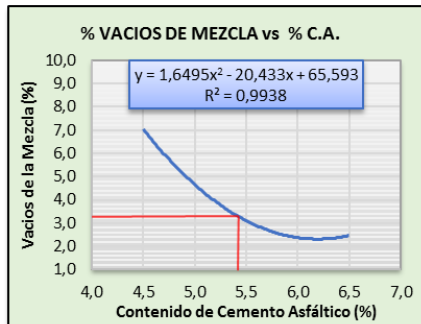
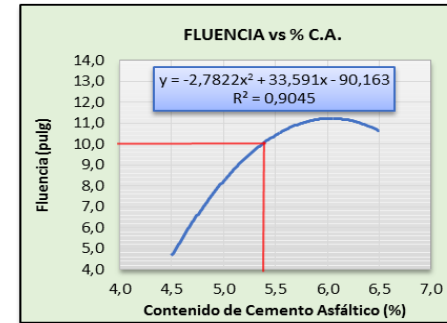
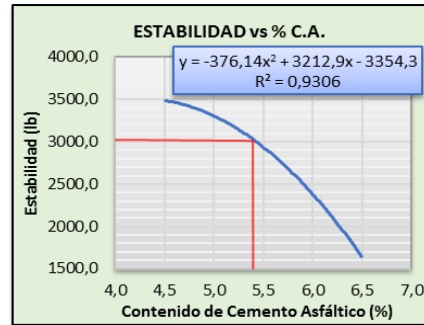
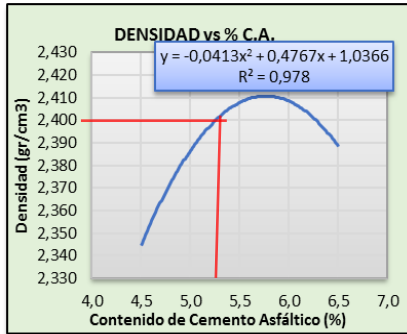
NUMERO DE GOLPES 75	
CEMENTO ASFALTICO BETUNEL 85-100	
PESO ESPECIFICO DEL LIGANTE AASHTO T-228	1,0400

Agregad	P.E.	%
Grava	2,74	30
Gravilla	2,71	20
Arena	2,68	50
Filler	0,00	0

N° de probeta	altura de probeta	% de Asfalto		Peso Briqueta			Volumen			Densidad Briqueta			% de Vacios			Estabilidad Marshall				Fluencia		
		base Mezcla	base Agregados	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 vacios)	lectura del dial	carga	factor de correccion de altura de probeta	Estabilidad real corregida	Estabilidad promedio	lectura dial del flujo	fluencia real	Fluencia promedio	
		%	%	grs.	grs.	grs.	cc	grs/cm3	grs/cm3	grs/cm3	%	%	%	mm	libras	-	libras	libras	-	-	0,01 pulg	
1	6,27	4,50	4,71	1179,90	1184,80	681	503,80	2,34	2,34	2,52	7,04	17,18	59,04	1429	3829,790	1,021	3910,216	3355,28	100	0,039	4,07	
2	6,31			1189,40	1194,30	689	505,30	2,35						1170	3132,355	1,011	3166,811		110	0,043		
3	6,28			1189,00	1193,50	685	508,50	2,34						1096	2933,088	1,019	2988,816		100	0,039		
4	5,74	5,00	5,26	1178,20	1181,30	675	506,30	2,33	2,38	2,50	4,76	16,22	70,68	1113	2978,865	1,184	3526,976	3632,08	240	0,094	9,61	
5	6,17			1185,00	1188,80	701	487,80	2,43						1439	3856,718	1,049	4045,697		250	0,098		
6	6,01			1179,60	1182,10	690	492,10	2,40						1230	3293,923	1,009	3323,568		242	0,095		
7	6,12	5,50	5,82	1188,00	1192,10	700	492,10	2,41	2,41	2,49	2,89	15,66	81,52	939	2510,318	1,065	2673,489	2751,85	240	0,094	9,84	
8	6,14			1187,40	1191,70	698	493,70	2,41						959	2564,174	1,059	2715,460		260	0,102		
9	6,14			1185,50	1189,80	700	489,80	2,42						1012	2706,892	1,059	2866,599		250	0,098		
10	6,16	6,00	6,38	1174,60	1178,50	692	486,50	2,41	2,40	2,47	2,57	16,44	84,34	963	2574,945	1,053	2711,417	2305,34	290	0,114	10,63	
11	6,18			1179,50	1185,70	694	491,70	2,40						750	2001,379	1,046	2093,442		260	0,102		
12	6,13			1184,00	1191,90	698	493,90	2,40						745	1987,915	1,062	2111,165		260	0,102		
13	6,13	6,50	6,95	1178,50	1181,00	693	488,00	2,41	2,39	2,45	2,41	17,35	86,12	662	1764,412	1,062	1873,806	1707,03	340	0,134	11,02	
14	6,10			1180,80	1183,90	685	498,90	2,37						610	1624,387	1,071	1739,718		230	0,091		
15	6,18			1179,30	1181,70	688	493,70	2,39						542	1441,276	1,046	1507,575		270	0,106		
ESPECIFICACIONES				minimo				3	14	65				1500					8			
				maximo				5	-	75				-					14			

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO	Ensayo	Valor de Diseño	% de C.A.
	Estabilidad Marshall (Lb)	3506,660	4,27
	Densidad máxima (gr/cm3)	2,412	5,77
	Vacios de la mezcla (%)	2,844	6,17
	% Porcentaje óptimo de C.A.	Promedio =	5,40

CURVAS MÉTODO MARSHALL
MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 85/100
MEZCLA EN CALIENTE



Univ. Erika Tatiana Valdez Vaca
LABORATORISTA

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

A.3.2. CONTENIDO OPTIMO DEL CEMENTO ASFALTICO MODIFICADO 60 - 85



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO	
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA	
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN	
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)	
DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS METODO MARSHALL	
MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO MODIFICADO 60/85	
MEZCLA EN CALIENTE	
PROCEDENCIA DEL AGREGADO: PLANTA DE CHARAJAS (SEDECA)	FECHA: MAYO DE 2019

PESOS ESPECÍFICOS		% de agregad
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2,73	50,00
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2,68	50,00
Peso Especifico Total	2,70	100,00

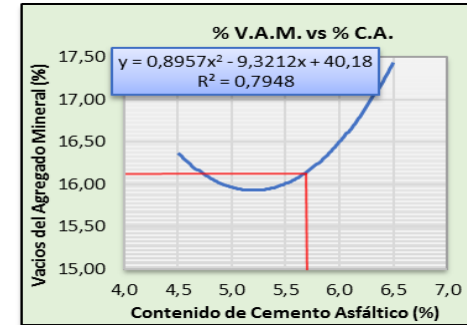
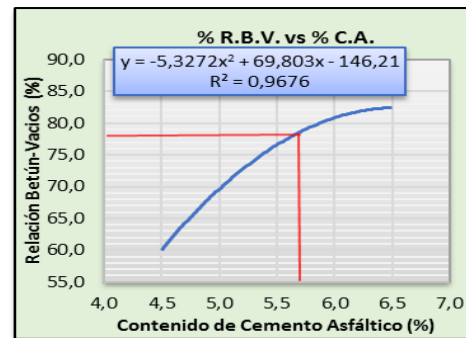
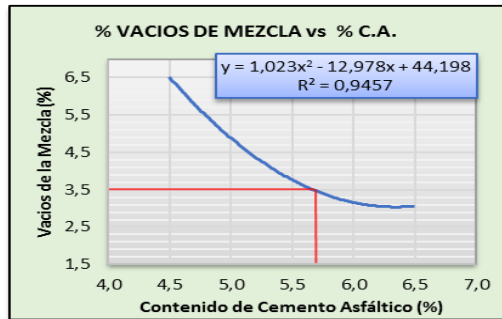
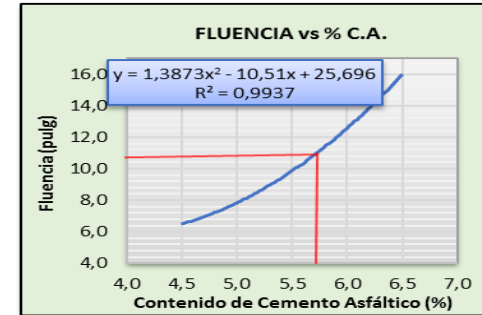
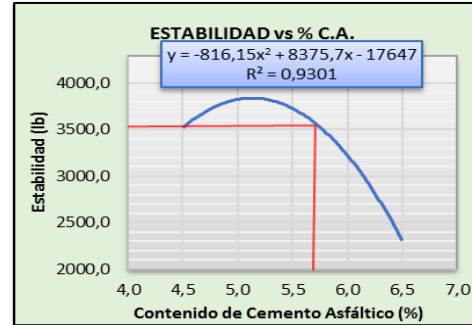
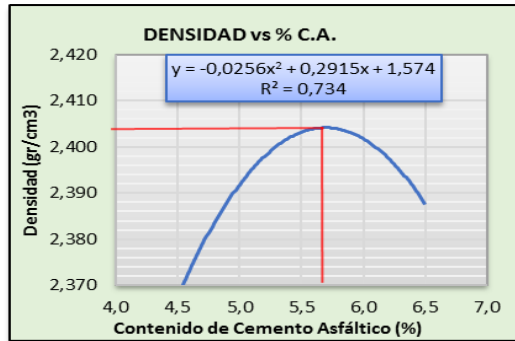
NUMERO DE GOLPES 75	
CEMENTO ASFALTICO BETUNEL 60 - 85	
PESO ESPECIFICO DEL LIGANTE AASHTO T-228	1,0800

Agregad	P.E.	%
Grava	2,74	30
Gravilla	2,71	20
Arena	2,68	50
Filler	0,00	0

N° de probeta	altura de probeta	% de Asfalto		Peso Briqueta			Volumen	Densidad Briqueta			% de Vacios			Estabilidad Marshall				Fluencia				
		base Mezcla	base Agregados	seco	sat. Sup. Seca	sumergida en agua	probeta	densidad real	Densidad promedio	densidad maxima teorica	% de vacios mezcla total	V.A.M.(vacios agregados mineral)	K.B.V. (relacion betumen)	lectura del dial	carga	factor de correccion de altura de probeta	Estabilidad real corregida	Estabilidad promedio	lectura dial del flujo	fluencia real	Fluencia promedio	
		%	%	grs.	grs.	grs.	cc	grs/cm3	grs/cm3	grs/cm3	%	%	%	mm	libras	-	libras	libras	-	-	0,01 pulg	
1	6,37			1192,90	1196,50	693	503,50	2,37														
2	6,26	4,50	4,71	1184,00	1190,10	694	496,10	2,39	2,37	2,53	6,30	16,19	61,09	1307	3501,268	1,024	3585,299	3544,8	230	0,091	6,69	
3	6,27			1183,40	1190,80	690	500,80	2,36						1288	3450,105	1,021	3522,557		170	0,067		
4	6,39			1184,40	1191,70	693	498,70	2,37						1485	3980,587	0,990	3940,781		160	0,063		
5	6,33	5,00	5,26	1187,50	1192,20	696	496,20	2,39	2,38	2,51	5,43	16,44	66,97	1439	3856,718	1,005	3876,002	3836,1	230	0,091	7,35	
6	6,40			1185,80	1193,10	692	501,10	2,37						1395	3738,235	0,988	3691,507		170	0,067		
7	6,27			1184,20	1190,40	698	492,40	2,40						1206	3229,296	1,021	3297,111		300	0,118		
8	6,11	5,50	5,82	1176,20	1181,60	695	486,60	2,42	2,41	2,50	3,42	15,71	78,20	1394	3735,542	1,068	3989,559	3534,8	220	0,087	10,10	
9	6,19			1186,80	1191,80	700	491,80	2,41						1188	3180,825	1,043	3317,601		250	0,098		
10	6,24			1181,70	1188,10	698	490,10	2,41						1198	3207,753	1,029	3300,778		270	0,106		
11	6,20	6,00	6,38	1184,20	1190,60	697	493,60	2,40	2,40	2,48	3,07	16,43	81,31	1347	3608,980	1,040	3753,340	3478,2	390	0,154	12,73	
12	6,30			1186,10	1192,90	699	493,90	2,40						1246	3337,008	1,013	3380,389		310	0,122		
13	6,20			1171,90	1176,60	686	490,60	2,39						668	1780,569	1,040	1851,792		380	0,150		
14	6,22	6,50	6,95	1185,20	1191,20	693	498,20	2,38	2,39	2,46	3,17	17,52	81,93	829	2214,110	1,035	2291,604	2218,8	430	0,169	15,88	
15	6,14			1157,5	1162,80	678	484,80	2,39						888	2372,985	1,059	2512,991		400	0,157		
ESPECIFICACIONES				minimo							3	14	70					2200			10	
				maximo							5	-	85						-		16	

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO	Ensayo	Valor de Diseño	% de C.A.
	Estabilidad Marshall (Lb)	3841,804	5,13
	Densidad máxima (gr/cm3)	2,404	5,69
	Vacios de la mezcla (%)	3,038	6,34
% Porcentaje óptimo de C.A.		Promedio =	5,72

**CURVAS MÉTODO MARSHALL
MUESTRA CON CEMENTO ASFÁLTICO 60/85
MEZCLA EN CALIENTE**




Univ. Erika Tatiana Valdez Vaca
LABORATORISTA

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

A.3.3. Estudio experimental sobre la susceptibilidad térmica de mezclas asfálticas convencionales.

Ensayo Marshall a diferentes temperaturas.

		UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISSEL SARACHO FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y TIAS DE COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MÉTODO MARSHALL MEZCLA CON CEMENTO ASFÁLTICO CONVENCIONAL BS/100																									
		TEMPERATURA DE HEZCLADO: 130 °C										FECHA: Junio de 2013															
PROCEDENCIA DEL AGREGADO: CHANCADORA DE CHARAJAS (SEDECA)										LABORATORISTA: ERIKA TATIANA TALDEZ TACA																	
PESOS ESPECÍFICOS		C de agregado		NUMERO DE GOLPES 75										Agregado		P.C.		X									
Mat. Rellenada Tamiz N° 4		2,73		CEMENTO ASFÁLTICO DETUNEL BS-100										Grava		2,74		38									
Mat. Pasa Tamiz N° 4		2,68		PESO ESPECIFICO DEL LIGANTE ASHTO T-228										Gravilla		2,71		28									
Peso Especifico Total		2,78												Arena		2,68		58									
														Filler		0,88		8									
N° de probeta	Temperatura de ensayado	altura de probeta	X de Anillo		Peso Origuena			Tamaño	Densidad Origuena			X de Trazos			Estabilidad Marshall					Fluencia							
			Superficie Anillo	Inter Agregado	grm.	grm.	grm.	mm	gr/cm ³	gr/cm ³	gr/cm ³	Superficie total	Superficie agregado	Superficie total	Superficie total	Superficie agregado	Superficie total	Superficie agregado	Superficie total	Superficie agregado	Superficie total						
- °C	X	X	grm.	grm.	grm.	mm	gr/cm ³	gr/cm ³	gr/cm ³	X	X	X	X	X	X	mm	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
1	5	5,54	5,48	5,74	1138,1	1135,8	683	512,8	2,324	2,36	2,47	5,86	18,33	66,34	4,33	16,68	74,38	551	1466,88	8,34	1375,18	1464,66	10	5,88			
2	88	6,23	5,48	5,74	1134,4	1136,7	637	433,7	2,338	2,36	2,47	5,25	15,52	73,86	4,33	16,68	74,38	544	1447,53	1,82	1478,75	1464,66	8	5,88			
3	5	6,16	5,48	5,74	1135,8	1137,2	635	582,2	2,388	2,36	2,47	5,68	15,36	76,31	4,33	16,68	74,38	553	1478,15	1,85	1548,87	1464,66	3	5,88			
4	5	6,41	5,48	5,74	1138,2	1135,8	685	518,8	2,338	2,36	2,47	7,63	13,73	61,15	4,33	16,68	74,38	663	1767,11	8,33	1748,68	1464,66	3	5,88			
5	38	6,34	5,48	5,74	1183,1	1183,6	682	587,6	2,331	2,36	2,47	5,66	17,76	68,14	4,33	16,68	74,38	638	1833,81	1,88	1845,33	1778,457	18	5,67			
6	5	6,33	5,48	5,74	1183,3	1135,4	685	518,4	2,338	2,36	2,47	5,68	17,78	68,84	4,33	16,68	74,38	654	1742,87	8,33	1725,44	1464,66	18	5,67			
7	5	6,42	5,48	5,74	1134,8	1135,8	688	514,8	2,338	2,36	2,47	5,36	17,43	63,36	4,33	16,68	74,38	726	1336,75	8,38	1382,86	1464,66	11	5,67			
8	188	6,36	5,48	5,74	1187,4	1138,5	683	587,5	2,348	2,36	2,47	5,38	17,43	63,68	4,33	16,68	74,38	685	1826,35	1,88	1824,78	1832,88	18	18,33			
9	5	6,38	5,48	5,74	1132,6	1137,3	686	514,3	2,338	2,36	2,47	5,78	17,83	68,83	4,33	16,68	74,38	723	1328,67	1,81	1353,75	1464,66	18	5,67			
10	5	6,31	5,48	5,74	1186,5	1183,5	678	514,5	2,328	2,36	2,47	6,11	18,26	66,55	4,33	16,68	74,38	785	2835,63	1,81	2418,68	1464,66	11	5,67			
11	118	6,41	5,48	5,74	1138,3	1134,2	673	515,2	2,348	2,36	2,47	6,48	18,63	65,28	4,33	16,68	74,38	763	2852,54	1,87	2432,11	2411,38	12	11,33			
12	5	6,33	5,48	5,74	1132,3	1134,1	635	433,1	2,338	2,36	2,47	3,26	15,41	78,86	4,33	16,68	74,38	755	2814,84	1,81	2824,32	1464,66	11	5,67			
13	5	6,38	5,48	5,74	1135,3	1137,4	638	587,4	2,356	2,36	2,47	4,65	16,88	72,46	4,33	16,68	74,38	818	2462,35	1,81	2431,87	1464,66	11	5,67			
14	128	6,13	5,48	5,74	1132,8	1135,3	638	585,3	2,368	2,36	2,47	4,46	16,63	73,38	4,33	16,68	74,38	735	2422,55	1,84	2243,82	2253,53	12	11,67			
15	5	6,28	5,48	5,74	1133,2	1134,8	687	587,8	2,358	2,36	2,47	4,83	17,12	71,44	4,33	16,68	74,38	848	2265,27	1,84	2355,88	1464,66	12	5,67			
16	5	6,41	5,48	5,74	1186,7	1188,5	678	518,5	2,325	2,36	2,47	5,31	18,18	67,35	4,33	16,68	74,38	868	2237,53	1,87	2453,82	1464,66	18	5,67			
17	138	6,23	5,48	5,74	1131,6	1132,8	685	587,8	2,358	2,36	2,47	4,87	17,86	71,46	4,33	16,68	74,38	838	2333,31	1,82	2438,31	2478,38	12	12,88			
18	5	6,48	5,48	5,74	1133,6	1135,8	631	584,8	2,368	2,36	2,47	4,14	16,33	74,64	4,33	16,68	74,38	384	2487,33	1,85	2518,76	1464,66	11	5,67			
19	5	6,23	5,48	5,74	1133,8	1135,8	632	583,8	2,378	2,36	2,47	4,83	16,33	75,87	4,33	16,68	74,38	321	2461,85	1,82	2581,24	1464,66	12	5,67			
20	148	6,21	5,48	5,74	1185,6	1188,2	688	588,2	2,378	2,36	2,47	4,86	16,37	75,13	4,33	16,68	74,38	338	2587,63	1,84	2688,41	2578,82	13	12,67			
21	5	6,24	5,48	5,74	1138,5	1134,3	632	582,3	2,378	2,36	2,47	4,87	16,37	75,16	4,33	16,68	74,38	343	2537,25	1,83	2618,83	1464,66	13	5,67			

22		E,11			1184,8	1185,8	683	437,8	2,388			3,66	16,88	77,11				358	2533,34	1,87	2742,65		14		
23	158	E,14	5,48	5,74	1185,7	1186,8	683	438,8	2,374	2,38	2,47	3,83	16,23	76,81	3,82	16,16	76,36	357	2558,73	1,86	2783,76	2631,43	13	13,67	
24		E,16			1185,4	1131,8	638	581,8	2,374			3,38	16,24	75,37				342	2518,48	1,85	2651,87		14		
25		E,23			1132,6	1136,8	682	514,8	2,328			6,88	18,38	66,76				353	2548,82	1,83	2623,55		14		
26	168	E,26	5,48	5,74	1188,8	1138,7	683	581,7	2,378	2,35	2,47	4,83	16,31	74,33	4,75	16,37	72,23	338	2647,65	1,82	2711,13	2643,54	15	14,33	
27		E,26			1131,6	1133,8	631	582,8	2,378			4,87	16,23	75,88				346	2523,17	1,82	2583,87		14		
28		E,13			1185,3	1183,3	687	582,3	2,362			4,48	16,67	73,57				318	2432,23	1,84	2536,81		16		
29	178	E,11	5,48	5,74	1184,3	1185,3	685	581,3	2,364	2,36	2,47	4,33	16,53	73,32	4,48	16,66	73,68	882	2356,83	1,87	2517,83	2556,14	15	15,88	
30		E,18			1183,6	1133,8	683	584,8	2,368			4,46	16,73	73,32				335	2433,55	1,85	2614,53		14		
31		E,16			1133,5	1185,2	674	512,2	2,338			5,68	17,83	68,22				887	2378,23	1,85	2435,32		14		
32	188	E,28	5,48	5,74	1183,6	1185,7	683	583,7	2,358	2,35	2,47	4,83	17,83	71,48	4,88	17,88	71,54	316	2448,38	1,82	2434,38	2465,83	17	15,33	
33		E,23			1181,7	1183,6	685	438,6	2,378			4,87	16,27	74,33				872	2323,38	1,83	2484,46		15		
34		E,14			1132,6	1135,8	684	511,8	2,334			5,53	17,66	68,66				866	2313,74	1,86	2458,25		13		
35	198	E,88	5,48	5,74	1131,5	1134,5	681	513,5	2,328	2,33	2,47	6,88	18,28	66,68	5,58	17,62	68,84	813	2471,83	1,88	2348,37	2381,31	15	17,33	
36		E,14			1188,3	1138,7	685	585,7	2,358			4,83	17,81	71,27				832	2222,13	1,86	2353,38		18		
ESPECIFICACIONES												3	14	65	3	14	65						1588		8
												5	-	75	5	-	75						-		14

Univ. Erika Tatiana Valdez Vaca


LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval

RESP. DE LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTOS

A.3.4. Estudio experimental sobre la susceptibilidad térmica de mezclas asfálticas modificada.

Ensayo Marshall a diferentes temperaturas

		UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO										FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA										DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y TIENDAS DE COMUNICACIÓN										CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MÉTODO MARSHALL										MEZCLA CON CEMENTO ASFÁLTICO MODIFICADO EB75									
		TEMPERATURA DE MEZCLADO EN - 138 ° C										FECHA: Julio, 2015										PROCEDENCIA DEL AGREGADO: CHANCADORA DE CHARAJAS [SEDECA]										LABORATORISTA: ERIKA TATIANA VALDEZ TACA																													
PESOS ESPECÍFICOS		X de agregado		NÚMERO DE GOLPES Y										Cemento asfáltico EB75		Peso específico del ligante ASHTO T-228		Agregado		P.C.		X																																							
Mal. Refroidida Tamiz N° 4		2,73		58														1,000		Grava		2,74		58																																					
Mal. Pasa Tamiz N° 4		2,68		58																Gravilla		2,71		28																																					
Pesa Especifica Total		2,78		108																Arena		2,68		58																																					
																				Fines		0,08		8																																					
N° de prueba	Temperatura ambiente	Temperatura de depósito	X de Agregado		Peso de Mezcla			Volumen			Densidad de Mezcla			X de Tensión			Estabilidad Marshall						Fluencia																																						
			g	%	g	mm	g	mm	g	mm	g	mm	g	mm	g	mm	g	mm	g	mm	g	mm	g	mm	g	mm																																			
1	24	5,24	5,72	5,87	1133,3	1135,1	588	588,1	2,358				4,855	17,383	72,883				822	2435,26	1,34	2853,15		3																																					
2	88	5,14	5,72	5,87	1181,5	1185,3	533	432,3	2,488	2,36	2,47		2,832	15,358	81,548	4,31	16,83	74,68	731	1958,22	1,86	2865,28	2875,44	18	3,67																																				
3		5,18			1187,8	1192,5	585	587,5	2,348				5,248	17,757	78,431				753	2883,46	1,85	2481,83		18																																					
4		5,28			1135,4	1137,1	587	518,1	2,343				7,128	19,621	63,714				834	2227,57	1,82	2263,38		18																																					
5	38	5,16	5,72	5,87	1132,7	1135,7	585	583,7	2,348	2,36	2,47		5,268	17,764	78,387	5,18	17,68	71,73	731	2444,78	1,85	2223,71	2317,78	18	18,88																																				
6		5,28			1137,5	1138,4	533	433,4	2,338				2,317	15,418	81,884				885	2364,31	1,84	2453,58		18																																					
7		5,36			1138,8	1134,8	583	585,8	2,354				4,681	17,133	72,685				334	2658,42	1,12	2364,14		18																																					
8	188	5,83	5,72	5,87	1134,2	1135,1	588	588,1	2,358	2,35	2,47		4,842	17,233	72,811	4,77	17,23	72,32	383	2413,38	1,87	2531,37	2678,34	11	18,67																																				
9		5,86			1132,8	1135,2	588	587,2	2,352				4,785	17,242	72,258				856	2286,82	1,88	2478,31		11																																					
10		5,84			1183,5	1191,5	588	583,5	2,362				4,358	16,357	74,344				1882	2673,36	1,83	2321,16		11																																					
11	118	5,37	5,72	5,87	1188,6	1185,3	538	487,3	2,428	2,38	2,47		2,831	14,637	86,126	3,63	16,24	78,84	1848	2883,83	1,11	3117,86	3831,44	12	11,33																																				
12		5,83			1184,2	1187,1	585	582,1	2,358				4,511	17,118	73,646				1186	2368,82	1,83	3235,38		11																																					
13		5,37			1187,2	1188,5	585	583,5	2,358				4,535	17,877	73,442				1182	3164,67	1,11	3513,11		13																																					
14	128	5,83	5,72	5,87	1184,5	1186,3	583	437,3	2,373	2,37	2,47		3,325	16,467	76,164	4,12	16,67	75,28	1133	3848,88	1,14	3465,57	3315,36	12	12,33																																				
15		5,81			1188,3	1191,7	531	588,7	2,373				3,313	16,454	76,222				1837	2335,78	1,81	2362,28		12																																					
16		5,33			1134,6	1133,8	535	584,8	2,378				4,836	16,578	75,645				1277	3428,48	1,11	3783,86		13																																					
17	138	5,38	5,72	5,87	1188,8	1184,8	583	435,8	2,388	2,37	2,47		3,641	16,175	77,432	4,18	16,72	75,85	1233	3318,16	1,13	3762,73	3688,88	12	15,88																																				
18		5,83			1173,3	1183,2	581	582,2	2,358				4,875	17,483	71,333				1283	3221,22	1,83	3528,73		14																																					
19		5,33			1183,7	1191,2	532	433,2	2,383				3,518	16,123	78,227				1388	3482,42	1,12	3314,24		13																																					
20	148	5,34	5,72	5,87	1183,8	1193,5	534	433,5	2,388	2,38	2,47		3,625	16,237	77,675	3,53	16,28	77,86	1288	3428,56	1,12	3843,42	3323,66	14	14,88																																				
21		5,71			1187,1	1198,7	532	438,7	2,388				3,625	16,237	77,677				1255	3361,24	1,13	4813,32		15																																					

22		5,37			1191,0	1194,6	633	495,6	2,485			2,638	15,387	82,767				1478	3961,74	1,11	4485,45		15		
23	158	5,32	5,72	6,87	1181,2	1183,3	688	495,3	2,382	2,39	2,47	3,562	16,231	78,854	3,15	15,82	88,19	1941	3532,82	1,13	4852,78	4271,49	15	14,67	
24		5,33			1184,3	1186,6	634	495,6	2,398			3,251	15,328	79,582				1446	3875,57	1,12	4356,14		14		
25		5,72			1198,6	1199,2	635	498,2	2,398			3,249	15,838	79,511				1468	3934,81	1,13	4682,42		15		
26	168	5,33	5,72	6,87	1198,8	1201,2	788	581,2	2,398	2,38	2,47	3,225	15,812	79,685	3,78	16,37	77,87	1425	3819,82	1,11	4229,83	4469,14	15	15,33	
27		5,38			1198,5	1199,7	687	586,7	2,358			4,875	17,461	72,884				1588	4842,52	1,11	4489,16		16		
28		5,62			1181,5	1185,3	634	494,3	2,398			3,225	15,873	79,673				1945	3683,53	1,23	4425,21		15		
29	178	5,57	5,72	6,87	1187,1	1189,2	632	497,2	2,388	2,33	2,47	3,334	15,381	79,193	3,32	15,37	79,21	1946	3686,23	1,25	4439,43	4362,63	16	15,67	
30		5,34			1186,8	1188,4	631	497,4	2,386			3,337	16,844	78,827				1988	3719,33	1,12	4169,43		16		
31		5,81			1186,6	1188,3	683	493,3	2,374			3,836	16,511	76,488				1945	3683,53	1,16	4187,38		17		
32	188	5,31	5,72	6,87	1181,8	1186,8	631	495,8	2,382	2,38	2,47	3,553	16,173	77,334	3,57	16,18	77,36	1442	3864,88	1,13	4371,88	4157,57	16	16,67	
33		5,33			1188,3	1198,3	633	497,3	2,398			3,256	15,878	79,486				1988	3482,42	1,12	3314,24		17		
34		5,34			1186,6	1189,5	635	494,5	2,488			2,847	15,465	81,531				1286	3444,72	1,12	3861,53		18		
35	198	6,87	5,72	6,87	1183,8	1198,2	688	582,2	2,368	2,38	2,47	4,143	16,762	75,282	3,54	16,16	78,18	1418	3778,63	1,88	4884,78	3388,75	17	18,88	
36		6,81			1183,7	1191,8	632	499,8	2,388			3,626	16,245	77,678				1938	3746,31	1,81	3788,83		19		
ESPECIFICACIONES					mínimo							3	14	78	3	14	78						2288		18
					máximo							5	-	85	5	-	85						-		16

Univ. Erika Tatiana Valdez Vaca

LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval

RESP. DE LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTOS

ANEXO 4

ANEXO 4

A.4. ENSAYO DE VISCOSIDAD SAYBOLT FUROL PARA DETERMINAR LOS VALORES DE LA SUSCEPTIBILIDAD TERMICA (ASTM D-88).

Se realizara este ensayo a diferentes temperaturas en un rango de 80 a 150°C cada 10°C para determinar los valores de la susceptibilidad térmica del asfalto convencional 85/100 y el asfalto modificado con polímeros SBS 60/85 con la finalidad de saber cuál es el comportamiento del asfalto cuando se le hace variar la temperatura.

OBJETO:

- Este método hace referencia a los procedimientos empíricos para determinar la viscosidad Saybolt Furol de productos del petróleo a diferentes temperaturas. Se incluye un procedimiento especial para productos parafinados.
- Esta norma no involucra las debidas precauciones de seguridad que se deben tomar para la manipulación de materiales y equipos aquí descritos, ni establece pautas al respecto para el desarrollo de cada proceso en términos de riesgo y seguridad industrial. Es responsabilidad del usuario, establecer las normas apropiadas con el fin de minimizar los riesgos en la salud e integridad física, que se puedan generar debidos a la ejecución de la presente norma y determinar las limitaciones que regulen su uso.

USO Y SIGNIFICADO

- Este método es útil para caracterizar ciertos productos del petróleo, como un medio para establecer la uniformidad de los embarques y de las fuentes de suministro.
- La determinación de la viscosidad Saybolt de materiales a temperaturas mayores, es cubierta por la norma ASTM E- 102.

DEFINICIONES

- *Viscosidad Saybolt Furol* – Es el tiempo en segundos, corregido, durante el cual fluyen 60 ml de muestra a través de un orificio Furol calibrado bajo condiciones específicas. El valor de la viscosidad se informa en segundos Saybolt Furol (SSF) a una temperatura especificada.
- La palabra Furol es una contracción de las palabras "Fuel and road oils" (aceites y combustibles para carreteras).
- La viscosidad Saybolt Furol es, aproximadamente, 1/10 de la viscosidad Saybolt Universal, y es recomendada para la caracterización de los productos del petróleo tales, como el combustible (Fuel- oil) y otros materiales residuales, que tengan viscosidades Saybolt Universales mayores de 1000 segundos .

RESUMEN DEL MÉTODO

Consiste en determinar el tiempo en segundos que demora en fluir 60 ml de muestra, a través de un orificio calibrado, medido bajo condiciones cuidadosamente controladas. El tiempo obtenido se corrige por un factor que depende de la abertura del orificio, el cual es reportado como la viscosidad de la muestra a la temperatura de ensayo.

EQUIPO

1. *Viscosímetro Saybolt* (Figura 1) – El viscosímetro se deberá construir de metal no corrosivo, con las dimensiones mostradas. La punta del orificio, Furol o Universal, se puede fabricar como una parte sustituible. Debe tener una tuerca en el extremo inferior del mismo para asegurarlo en el baño. Se debe contar con un corcho u otro medio para evitar el flujo de la muestra antes de iniciar el ensayo. Una pequeña cadena o una cuerda se puede unir al corcho para facilitar su remoción.
2. *Baño* (Figura 6) – Es un recipiente con un líquido, en el cual se introduce el viscosímetro, con el fin de garantizar una posición vertical del mismo, y proporcionar un aislamiento térmico, provisto con una espiral controlada termostáticamente, que calienta

o enfría el baño para que esté dentro de los valores medios especificados en la Tabla 2. Los calentadores y la espiral se deben colocar a una distancia mínima de 75 mm (3") del viscosímetro. Debe contar con dispositivos para mantener el líquido del baño al menos a 6 mm (0.25") por encima del borde del rebosadero de flujo. (Figura 1)

3. *Un tubo en forma de pipeta* – Diseñado como el de la Figura 2.

4. *Un soporte para termómetro* – Igual o similar al mostrado en la Figura 3.

5. *Termómetros para el baño* – De los que se usan en el viscosímetro o de otro tipo, pero de precisión similar.

6. *Embudo con filtro* (Figura 4) – Equipado con tamices intercambiables de 850 μm (No.20), 150 μm (No.100) y 75 μm (No.200). También, se pueden emplear embudos con filtro de diseño adecuado.

7. *Matraz recibidor* – Como el que se muestra en la Figura 5.

8. *Cronómetro* – Graduado en décimas (1/10) de segundo y con aproximación a 0.1%, cuando se realiza el ensayo durante un período de 60 minutos. Se pueden aceptar cronómetros eléctricos si son operados en un circuito de frecuencia controlada.

MUESTREO

El muestreo del material se deberá efectuar de acuerdo con la norma INV E – 701.

PREPARACIÓN DEL EQUIPO

1. Para obtener la precisión deseada, se debe usar una punta con orificio Universal para lubricantes y destilados con tiempos de flujo mayores de 32 segundos. Para líquidos con tiempos de flujo superiores a 1000 segundos, no es conveniente usar este orificio.

2. Se debe usar una punta con orificio Furol para materiales residuales con tiempos de flujo superiores a 25 segundos, para lograr la precisión deseada.

3. Se limpia completamente el viscosímetro con un solvente apropiado de baja toxicidad; enseguida, se extrae todo solvente de la galería del viscosímetro. Así mismo, se limpia el matraz.

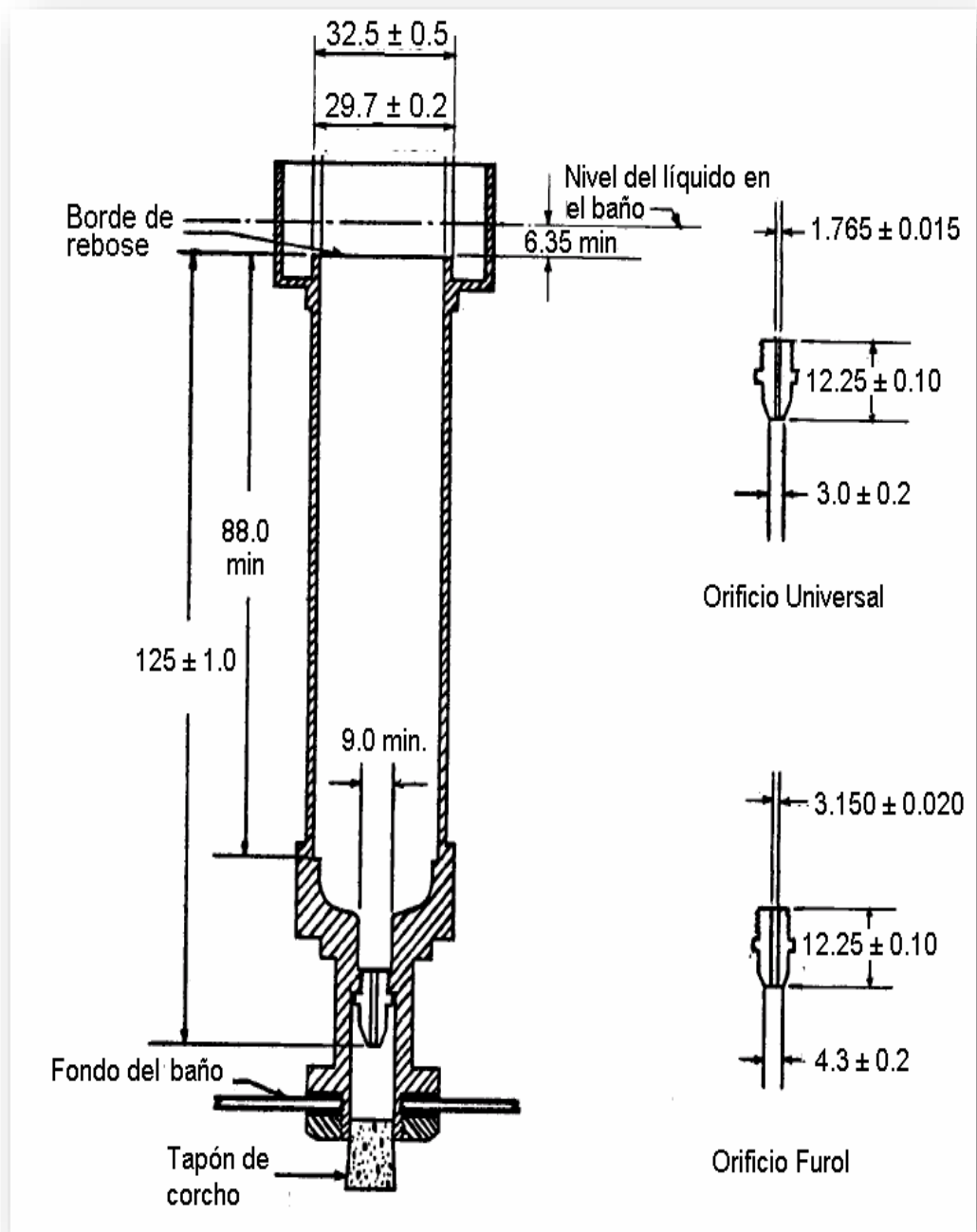


Figura 1. Viscosímetro Saybolt con orificio Universal y Furol (dimensiones en mm)

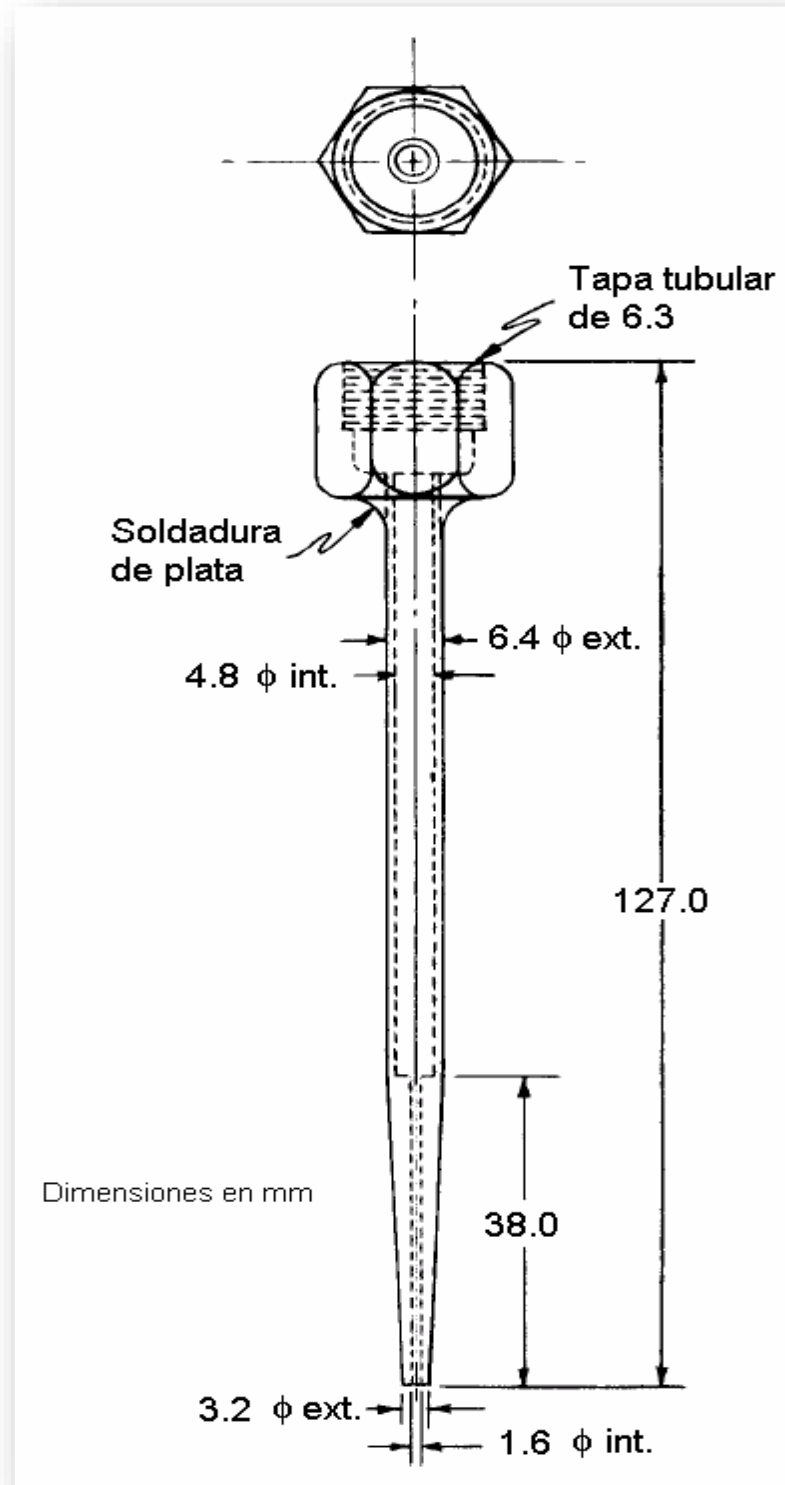


Figura 2. Tubo en forma de pipeta para usarlo con el viscosímetro Saybolt

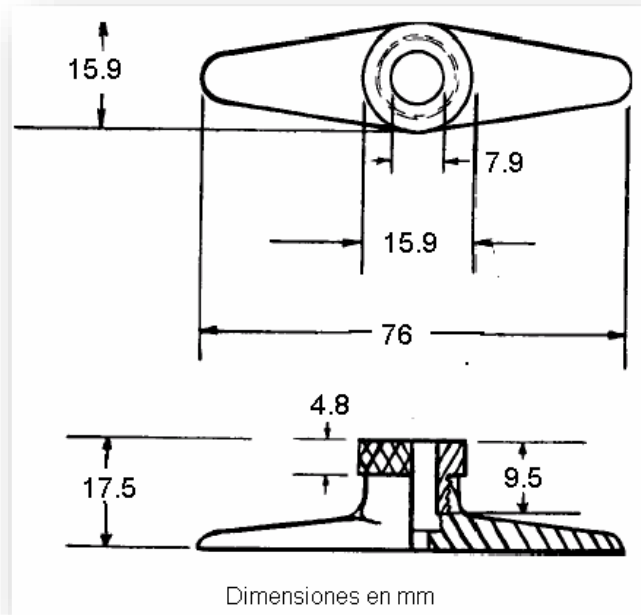


Figura 3 . Soporte para termómetro

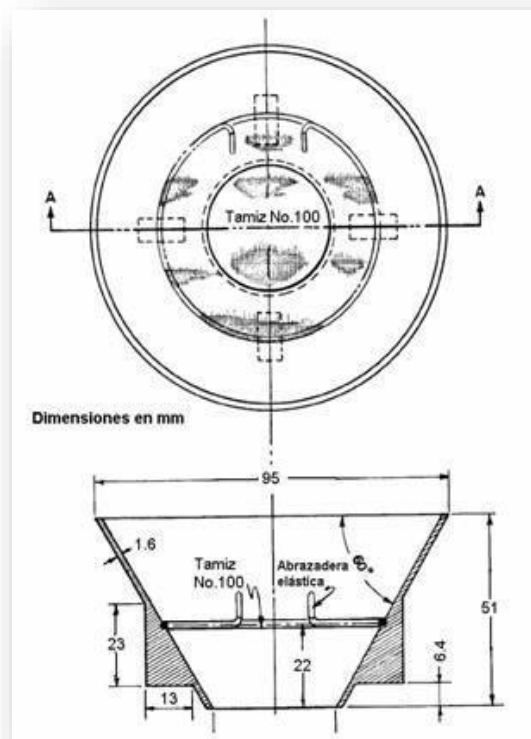


Figura 4 . Embudo filtrador para usarlo con el viscosímetro Saybolt

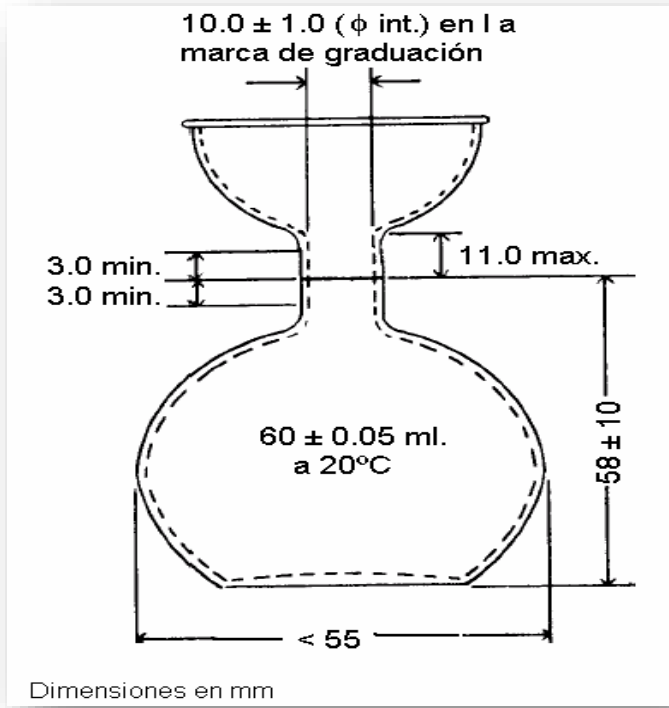


Figura 5 . Matrazo receptor

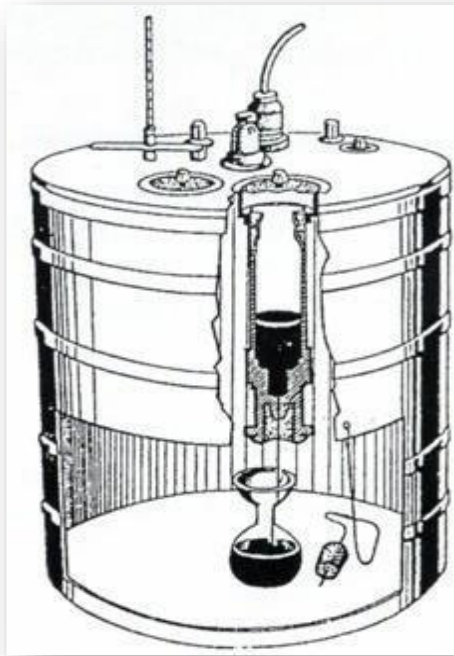


Figura 6. Conjunto baño viscosímetro durante el ensayo

Nota - El émbolo suministrado comúnmente con el viscosímetro nunca deberá emplearse para limpieza, ya que puede dañar el borde de rebose y las paredes del viscosímetro.

4. Se monta verticalmente el viscosímetro en el baño y se verifica el alineamiento con un nivel de burbuja colocado sobre el plano de la galería.

5. Se coloca el viscosímetro y el baño en un lugar donde se eviten corrientes de aire, cambios bruscos de temperatura ambiente, polvo o vapores que puedan contaminar la muestra.

6. Se coloca el matraz receptor debajo del viscosímetro, de tal manera que su marca quede entre 100 mm (4" a 5") por debajo del fondo del tubo del viscosímetro, y que la descarga de material apenas toque el cuello del matraz.

7.7 Se llena el baño hasta una altura de 6 mm (¼") por encima del borde de rebose del viscosímetro, con el líquido adecuado.

8. Se produce la agitación y control térmico adecuado para el baño, de manera que la muestra de ensayo en el viscosímetro no varíe en más de $\pm 0.05^{\circ} \text{C}$ ($\pm 0.10^{\circ} \text{F}$) después de alcanzar la temperatura escogida para el ensayo.

8.1 El tiempo de flujo del aceite de viscosidad normal deberá ser igual al valor certificado de la viscosidad Saybolt. Si el tiempo de escurrimiento difiere del valor certificado en más de 0.2%, se calcula un factor de corrección, F, para el viscosímetro así:

$$F = \frac{V}{t}$$

Donde

V = valor certificado de viscosidad Saybolt del aceite de viscosidad normal.

t = tiempo de flujo medido a 37.8°C (100°F) en segundos.

Nota.- Si la calibración se basa en una viscosidad normal que tenga un tiempo de flujo entre 200 y 600 segundos, el factor de corrección se aplica a todos los niveles de viscosidad, a todas las temperaturas.

8.2 Se calibra el viscosímetro Saybolt Furol a 50°C (122°F) de la misma manera que se indicó arriba, empleando un aceite de viscosidad normal que tenga un tiempo mínimo de flujo de 90 segundos.

8.3 No se deberán emplear para ensayos de referencia, viscosímetros de orificios que requieren correcciones mayores del 1.0%.

PROCEDIMIENTO

1. Se obtiene y controla la temperatura del baño para que sea la escogida para el ensayo.).

2. Se inserta un tapón de corcho, que tenga una cuerda unida para removerlo fácilmente, dentro de la cámara de aire en el fondo del viscosímetro. El corcho se deberá ajustar suficientemente, para evitar el escape de aire, lo cual se evidencia por la ausencia de aceite sobre el corcho cuando éste se retira más tarde.

3. Si la temperatura escogida para el ensayo está por encima de la temperatura ambiente, el ensayo se puede apresurar calentando previamente la muestra en su recipiente original, no más de 1.7° C (3° F) por encima de la temperatura de ensayo. Nunca se debe precalentar la muestra dentro de los 28° C (50° F) cercanos a su punto de llama, puesto que las pérdidas por volatilidad, pueden alterar su composición.

4. Se agita bien la muestra y se tamiza a través del embudo filtrador con malla de alambre de 150 µm (No.100), forzándola a caer directamente dentro del viscosímetro, hasta que el nivel quede por encima del borde de rebose.

5. Para los asfaltos líquidos, que se usan en carreteras y que tienen componentes altamente volátiles, como los de curado rápido y medio, no debe permitirse el precalentamiento en un recipiente abierto.

El siguiente procedimiento de precalentamiento se debe seguir para obtener resultados uniformes a temperaturas por debajo de 93° C (200° F) .

5.2 Se vierten 100 ml dentro del frasco Erlenmeyer de 125 ml, se tapa suavemente con el tapón de corcho o goma.

5.3 Se sumerge el franco en el baño con agua en ebullición por 30 minutos.

El material se deberá vaciar dentro del viscosímetro a temperatura ambiente, si el material es demasiado viscoso para vaciarlo a esta temperatura, se debe precalentar.

6. Se agita la muestra dentro del viscosímetro con el termómetro de viscosidad instalado sobre su soporte (Figura 3). Se realiza un movimiento circular, girando entre 30 y 50 rpm en un plano horizontal. Cuando la temperatura de la mezcla permanezca constante a la temperatura de ensayo $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ (0.10°F), durante 1 minuto de agitación continua, se retira el termómetro.

Nota - Nunca se debe intentar ajustar la temperatura sumergiendo cuerpos calientes o fríos en la muestra, ya que esta forma de tratamiento térmico puede afectar la muestra y la precisión del ensayo.

7. Se introduce inmediatamente la punta de la pipeta extractora (Figura 2) dentro de la galería, y se aplica succión para extraer material, hasta que su nivel en la galería llegue por debajo del borde de rebose. No se debe tocar el borde del rebose con la pipeta; la altura de carga efectiva de la muestra se podría reducir.

8. Se debe cerciorar que el matraz se halle en la posición adecuada; se jala el corcho del viscosímetro usando el cordel que tiene unido. Se pone en el mismo instante a funcionar el cronómetro, y se detiene en el instante en que el fondo del menisco de material alcance la marca de graduación en el frasco receptor (60 ml). Se anota el tiempo de flujo en segundos, con aproximación a 0.1 segundos.

CÁLCULOS

Se multiplica el tiempo de flujo por el factor de corrección para el viscosímetro.

DESCRIPCION GRAFICA

Vaciado del asfalto al viscosímetro.




Fuente: Elaboración propia.

Equipo de viscosidad en funcionamiento.



Fuente: Elaboración propia.

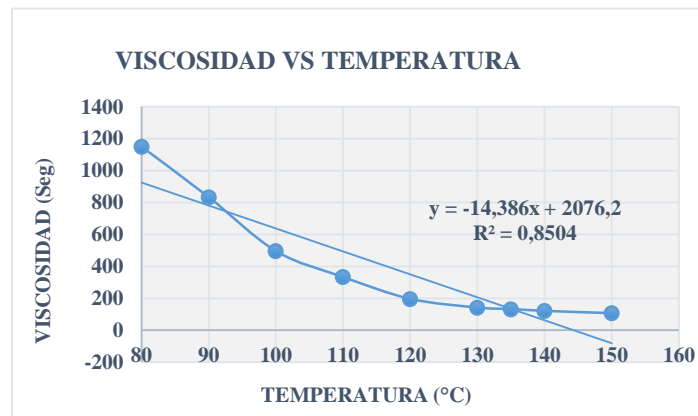
A.4.1. RESULTADOS DEL ENSAYO DE VISCOSIDAD PARA DETERMINAR LOS VALORES DE LA SUSCEPTIBILIDAD TERMICA.

	UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN LABORATORIO DE ASFALTOS	
	TIPO DE CEMENTO ASFALTICO: 85-100	MUESTRA: N° 1
		FECHA: Enero del 2020 LABORATORISTA: ERIKA TATIANA VALDEZ VACA

ASFALTO CONVENCIONAL 85-100

ORIGEN: Brasil

Temperatura (°C)	Viscosidad Saybolt Furol (Seg.)	Viscosidad (min)
80	1150,19	19,17
90	833,78	13,89
100	495,59	8,26
110	333,10	5,55
120	195,84	3,26
130	141,36	2,36
135	132,00	2,20
140	120,45	2,00
150	106,00	1,77



Univ. Erika Tatiana Valdez Vaca

LABORATORISTA

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

A.4.2. RESULTADOS DEL ENSAYO DE VISCOSIDAD PARA DETERMINAR LOS VALORES DE LA SUSCEPTIBILIDAD TERMICA.

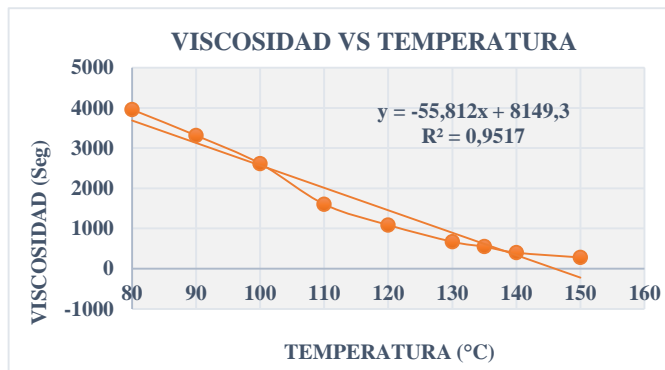


UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO" FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN LABORATORIO DE ASFALTOS		
TIPO DE CEMENTO ASFALTICO: 60-85	MUESTRA: N° 1	FECHA: Enero del 2020
		LABORATORISTA: ERIKA TATIANA VALDEZ VACA

ASFALTO MODIFICADO 60 - 85

ORIGEN: Brasil

Temperatura (°C)	Viscosidad Saybolt Furol (Seg.)	Viscosidad (min)
80	3954,53	65,91
90	3310,80	55,18
100	2610,35	43,51
110	1602,19	26,70
120	1086,00	18,10
130	670,72	11,18
135	547,19	9,11
140	399,64	6,66
150	280,00	4,67



Univ. Erika Tatiana Valdez Vaca

LABORATORISTA

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

ANEXO 5

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
Proyecto de Grado				
Actividad: Carpeta de concreto asfaltico C.A Convencional (85-100)		Cantidad :	1,00	
Unidad : m3		Moneda .	Bs	
Descripcion	Unidad	Cantidad o Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1 Materiales				
1	Grava de 3/4"	m ³	0,250	37,50
2	Gravilla de 3/8"	m ³	0,168	26,88
3	Arena	m ³	0,426	57,51
4	Cemento asfaltico	kg	130,25	1341,58
5	Diesel	lt	18,00	67,32
Total Materiales				1530,79
2 Mano de Obra				
1	Ayudante de operador	hr	0,03	0,45
2	Capataz	hr	1,80	45,00
3	Operador	hr	0,82	16,40
4	Operador de equipo liviano	hr	0,08	1,48
5	Operador de planta	hr	0,09	2,09
6	Obrero	hr	0,07	0,87
7	Chofer	hr	0,00	0,02
Sub total mano de obra				66,30
Cargas Sociales 65% del sub total M. O.			65,00	43,09
Impuestos IVA M.O. = 14,94% (del Sub Total de M. O. + Cargas Sociales)			14,94	16,34
Total Mano de Obra				125,74
3 Equipo, Maquinaria y Herramientas				
1	Compactador rodillo liso	hr	0,035	10,63
2	Escoba mecanica autop	hr	0,028	2,00
3	Planta de calentamiento de asfalto	hr	0,09	86,87
4	Compactador neumatico Tsp 1000	hr	0,084	27,96
5	Terminadora de asfalto	hr	0,075	50,18
6	Cargador frontal de ruedas = 950 m ³	hr	0,0001	0,04
7	Volqueta=12 m ³	hr	0,001	0,23
Herramientas Menores 5 % de la mano de obra			5,00	6,29
Total Eq, Maq. y Herr.				184,20
4 Gastos Generales y Adminsitrativos				
Gastos Generales 10% (1+2+3)				184,07
5 Utilidad				
Utilidad 10% (1+2+3+4)				202,48
6 Impuestos				
Impuestos I. T. 3,09% (1+2+3+4+5)				68,82
Total Item Precio Unitario				2296,10

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Proyecto de Grado					
Actividad: Carpeta de concreto asfaltico C.A Modificado (60-85)			Cantidad :	1,00	
Unidad : m3			Moneda .	Bs	
Descripcion		Unidad	Cantidad o Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1 Materiales					
1	Grava de 3/4"	m ³	0,248	150,00	37,20
2	Gravilla de 3/8"	m ³	0,167	160,00	26,72
3	Arena	m ³	0,421	135,00	56,84
4	Cemento asfaltico	kg	137,51	12,41	1706,50
5	Diesel	lt	18,00	3,74	67,32
Total Materiales					1894,57
2 Mano de Obra					
1	Ayudante de operador	hr	0,03	16,00	0,45
2	Capataz	hr	1,80	25,00	45,00
3	Operador	hr	0,82	20,00	16,40
4	Operador de equipo liviano	hr	0,08	18,00	1,48
5	Operador de planta	hr	0,09	23,19	2,09
6	Obrero	hr	0,07	12,07	0,87
7	Chofer	hr	0,00	18,00	0,02
Sub total mano de obra					66,30
Cargas Sociales 65% del sub total M. O.				65,00	43,09
Impuestos IVA M.O. = 14,94% (del Sub Total de M. O. + Cargas Sociales)				14,94	16,34
Total Mano de Obra					125,74
3 Equipo, Maquinaria y Herramientas					
1	Compactador rodillo liso	hr	0,035	303,85	10,63
2	Escoba mecanica autop	hr	0,028	71,55	2,00
3	Planta de calentamiento de asfalto	hr	0,09	965,23	86,87
4	Compactador neumatico Tsp 1000	hr	0,084	332,81	27,96
5	Terminadora de asfalto	hr	0,075	669,06	50,18
6	Cargador frontal de ruedas = 950 m ³	hr	0,0001	421,29	0,04
7	Volqueta=12 m ³	hr	0,001	227,87	0,23
Herramientas Menores 5 % de la mano de obra				5,00	6,29
Total Eq, Maq. y Herr.					184,20
4 Gastos Generales y Adminsitrativos					
Gastos Generales 10% (1+2+3)					220,45
5 Utilidad					
Utilidad 10% (1+2+3+4)					242,50
6 Impuestos					
Impuestos I. T. 3,09% (1+2+3+4+5)					82,42
Total Item Precio Unitario					2749,88

