

# **UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**INGENIERO CIVIL**

**GENERALES DE INGENIERÍA**

**TEMA:**

**IMPLEMENTACION DE UN CONTROL DE CALIDAD PARA LA FABRICACION Y COLOCACIÓN DE MEZCLA ASFALTICA CALIENTE EN EL SECTOR 37-38 (BLOQUE 3-4) BASTION POPULAR**

**AUTOR**

**ARMANDO BOLIVAR HERRERA VALLADARES**

**TUTOR**

**ING. FABIAN CARDENAS PACHECO, M. Sc.**

**Año**

**2018**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

## Agradecimiento

Agradecido con Dios por hacer un sueño realidad y por ser parte de mi familia.

A mis padres, Maritza Valladares, Bolívar Herrera por ser mi guía y mi apoyo incondicional en todo este proceso de estudios.

A mi abuelita Rosa Valladares que fue una inspiración en mi vida y un ejemplo de honestidad.

A mi hermana Katy Herrera que es mi sangre y mi otra parte de mi corazón.

A mi hijo Armans Herrera que es el motor en mi vida y por el cual lucho día a día.

A Rebeca Segura y su mamá por la ayuda diaria que me brinda a mí y a mi hijo.

A mi tutor Ing. Fabián Cárdenas por su paciencia y dedicación y apoyo que me ha brindado en este proceso final.

A mis compañeros de la universidad por el apoyo incondicional.

## Dedicatoria

Esta investigación va dedicada a mi madre Sra. Maritza Jacqueline Valladares Reyes por ser una mujer que simplemente me hace llenar de orgullo, te amo y no va haber manera de devolver tanto que me has ofrecido desde que incluso no hubiera nacido. Esta tesis es un logro más que llevo a cabo, y sin lugar a dudas ha sido en gran parte gracias a ti, no sé en dónde me encontraría de no ser por tus ayudas, tu compañía, y especialmente tu amor y tus bendiciones.

**Declaración expresada**

**Artículo XI.- del Reglamento Interno de graduación de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil.**

La responsabilidad de los hechos ideas y doctrinas expuestas en este trabajo de titulación corresponde exclusivamente al autor y al patrimonio intelectual de la Universidad de Guayaquil.

.....

**Armando Bolívar Herrera Valladares**

**Cel. : 0926590969**

**Tribunal de graduación**

-----  
Ing. Eduardo Santos Baquerizo, M, Sc.

**Decano**

-----  
Ing. Zoila Cevallos Revelo, M. Sc

**Tutor**

-----  
**Vocal**

## Resumen

El presente trabajo de titulación se enfocará en el control de calidad de las mezclas asfálticas caliente en obra y en planta de fabricación que se utilizó para la obra Fabricación y Colocación De Mezcla Asfáltica Caliente en el Sector 37-38 (Bloque 3-4) Bastión Popular, con el objetivo que la carpeta asfáltica cumpla sus especificaciones técnicas y sus años de vida útil. Ya que este es un método constructivo muy rápido, económico y muy empleado en nuestro país.

Por lo que se procedió a la realización de ensayos al cemento asfáltico, tales como: penetración, ductilidad, punto de inflamación, combustión, peso específico. Ensayos a la mezcla asfáltica caliente, tales como: Rice, extracción de asfalto, granulometría, Marshall, módulo de rigidez.

También se realizara control de temperaturas en obra para su compactación y después se realizó extracción de núcleo y densidades, para saber si cumple con las especificaciones técnicas basadas en la MOP – 001 – F – 2002, sub adyacente 405 – 1 Y 405 – 5 .

Se revisa el diseño del fabricante para ver si concuerda con los resultados de los ensayos realizados durante este proyecto de titulación.

Para efectos de este trabajo se realizó una lista de verificación también llamado check-list que servirá como ayuda al momento de realizar los ensayos para la recopilación de información práctica y precisa sobre los resultados de los ensayos realizados tanto en obra como en planta.

### **Abstract**

The present work of titulación will focus in the quality control of the asphalt mixtures hot in work and in plant of manufacture that was used for the work Manufacture and Placement of Asphalt Hot Mix in the Sector 37-38 (Block 3-4) Bastion Popular, with the objective that the asphalt folder meets its technical specifications and its years of useful life. Since this is a very fast, economic and very used constructive method in our country.

Therefore, tests were carried out on asphalt cement, such as: penetration, ductility, flash point, combustion, specific gravity. Tests to the hot asphalt mixture, such as: Rice, asphalt extraction, granulometry, Marshall, rigidity module.

Temperature control will also be carried out on site for its compaction and then extraction of the core and densities will be carried out, in order to know if it complies with the technical specifications based on the MOP - 001 - F - 2002, sub adjacent 405 - 1 and 405 - 5.

The manufacturer's design is reviewed to see if it agrees with the results of the tests carried out during this titration project.

For the purposes of this work, a checklist was made, also called check-list, which will serve as help when carrying out the tests for the compilation of practical and precise information on the results of the tests carried out both on site and in the plant.

## Índice General

<b>Agradecimiento</b> .....	<b>II</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>III</b>
<b>Declaración expresada</b> .....	<b>IV</b>
<b>Tribunal de graduación</b> .....	<b>V</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>VI</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>VII</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>XVII</b>
<b>Capítulo I</b> .....	<b>1</b>
<b>Generales</b> .....	<b>1</b>
1.1 Antecedente .....	1
1.2 Ubicación del proyecto .....	1
1.3 Justificación del problema .....	2
1.4 Objetivos .....	3
1.4.1 Objetivo general .....	3
1.4.2 Objetivo específicos .....	3
1.5 Delimitación del tema .....	3
<b>Capítulo II</b> .....	<b>4</b>
Marco Legal .....	4
2.1. Pirámide de Kelsen .....	4
2.1.1. Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil .....	5
2.1.2. Normas Técnicas Ecuatorianas .....	5

2.1.3. Asociación Americana de Ensayo de Materiales (ASTM) .....	5
2.1.4. Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes.....	6
2.1.5 Ministerio de Transporte y Obras Públicas Especificaciones Generales Para La Construcción De Caminos Y Puentes.....	6
MOP – 001 – F – 2002, sub adyacente 405 – 1 Y 405 – 5.....	6
Marco Teórico .....	6
2.2 Especificaciones técnicas.....	6
2.3 Control de calidad.....	6
2.4 Cemento asfáltico.....	6
2.5 Mezcla asfálticas en calientes .....	7
2.6 Agregados .....	8
2.7 Características de los materiales asfálticos.....	8
2.7.1. Ensayo de recubrimiento y peladura en agregados.....	8
2.7.2. Viscosidad.....	8
2.7.3. Penetración.....	8
2.7.4. Punto de inflamación .....	8
2.7.5. Ductilidad .....	9
<b>Capítulo III.....</b>	<b>10</b>
Metodología de trabajo.....	10
3.1 Procesos a seguir en esta investigación .....	10
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>15</b>

Desarrollo .....	15
4.1 Ensayo de Penetración al cemento asfaltico .....	15
4.1.1. Objetivo.....	15
4.1.2. Equipo:.....	15
4.1.3. Preparación de la muestra .....	15
4.2 Ensayo Ductilidad del cemento asfaltico .....	19
4.2.1. Objetivo.....	19
4.2.2. Equipo.....	19
4.2.3. Preparación de la muestra .....	19
4.3 Ensayo de Punto de Ablandamiento al cemento asfaltico.....	23
4.3.1. Objetivo.....	23
4.3.2. Equipo.....	23
4.3.3. Preparación de la muestra .....	23
Ilustración 27: Colocación de las bolas de bronce .....	25
4.4 Ensayo de Peso Específico del cemento asfaltico .....	28
4.4.1 Objetivo.....	28
4.4.2. Equipo:.....	28
4.4.3. Procedimiento .....	28
4.4.4. Formula.....	31
4.4.5 Resultados de laboratorio .....	31
4.5 Ensayo de Punto de Inflamación y Combustión del cemento asfaltico.....	32

4.5.1 Objetivo.....	32
4.5.2 Equipo:.....	32
4.5.3. Procedimiento .....	32
4.6 Porcentaje de extracción de asfalto.....	36
4.6.1. Objetivo.....	36
4.6.2 Equipo.....	36
4.6.4 Calculo de porcentaje de asfalto:.....	40
4.7 Ensayo Rice (Densidad teórica máxima).....	41
4.7.1. Objetivo.....	41
4.7.2. Equipo:.....	41
4.7.3 Procedimiento .....	41
4.7.4 Cálculo de Rice:.....	44
4.8 Ensayo granulométrico de agregados .....	45
4.8.1. Objetivo.....	45
4.8.2. Equipos .....	45
4.8.3 Procedimiento .....	45
4.9 Ensayo de Marshall .....	49
4.9.1. Objetivo.....	49
4.9.2. Equipos .....	49
4.9.3 Procedimientos .....	49
4.10 Imprimación .....	55

4.10.1. Definición .....	55
4.10.2. Funciones .....	55
4.10.3. Especificaciones .....	55
4.11 Llegada a obra la mezcla asfáltica caliente .....	58
4.11.1. Equipos .....	58
4.11.2. Procedimiento .....	58
4.12 Densidad de campo.....	60
4.13 Núcleo de asfalto.....	61
4.14 Módulo rigidez dinamico.....	62
4.14.1 Resultados directamente del NAT .....	63
4.15 Check list.....	66
<b>Capítulo V .....</b>	<b>67</b>
Conclusiones y recomendaciones.....	67
5.1 Conclusiones.....	67
5.2 Recomendaciones.....	69

## **Anexos**

## **Bibliografía**

### Índice de Ilustración

Ilustración 1: Ubicación de Bastión Popular (Bloque 3-4) .....	2
Ilustración 2: Pirámides de Kelsen .....	4
Ilustración 3: Equipos de laboratorio .....	10
Ilustración 4: Planta de asfalto .....	11
Ilustración 5: Imprimación de vías .....	11
Ilustración 6: Temperatura del asfalto .....	12
Ilustración 7: Núcleos de asfalto .....	12
Ilustración 8: Colocación de asfalto .....	13
Ilustración 9: Núcleos de asfalto .....	13
Ilustración 10: Densidad de campo .....	14
Ilustración 11: Calentamiento del cemento asfáltico .....	15
Ilustración 12: Baño de María a la muestra .....	16
Ilustración 13: Penetración de la muestra .....	16
Ilustración 14: Tiempo de Penetración .....	17
Ilustración 15: Lectura de penetración .....	17
Ilustración 16: Calentamiento y colocación .....	19
Ilustración 17: Muestras en baño de María .....	20
Ilustración 18: Estiramiento 1 .....	20
Ilustración 19: Estiramiento 2 .....	20
Ilustración 20: Estiramiento 3 .....	21
Ilustración 21: Estiramiento 4 .....	21
Ilustración 22: Estiramiento 5 .....	21

Ilustración 23: Calentamiento del cemento asfáltico .....	23
Ilustración 24: Colocación del asfalto al molde .....	24
Ilustración 25: Control de temperatura .....	24
Ilustración 26: Control de Temperatura.....	25
Ilustración 27: Colocación de las bolas de bronce .....	25
Ilustración 28: Control de la temperatura .....	26
Ilustración 29: Ablandamiento de la mezcla.....	26
Ilustración 30: Calentamiento del cemento asfáltico .....	28
Ilustración 31: Pesos de picnómetro .....	29
Ilustración 32: Colocación del cemento asfalto .....	30
Ilustración 33: Picnómetro y cemento asfáltico .....	30
Ilustración 34: Copa de Cleveland .....	32
Ilustración 35: Colocación del cemento asfáltico .....	33
Ilustración 36: Calentamiento del cemento asfáltico .....	33
Ilustración 37: Control de su temperatura .....	33
Ilustración 38: Punto de inflamación .....	34
Ilustración 39: Punto de Combustión .....	34
Ilustración 40: Muestra de asfalto .....	36
Ilustración 41: Cuarteo de la muestra .....	37
Ilustración 42: Máquina de Extracción .....	37
Ilustración 43: Filtros .....	38
Ilustración 44. Máquina de Extracción .....	38
Ilustración 45: Colocación de tapa del extractor .....	39
Ilustración 46: Filtro y embace de extractor .....	39
Ilustración 47: Frasco más agua .....	41

Ilustración 48: Frasco más agua más material.....	42
Ilustración 49: Mover el frasco .....	42
Ilustración 50: Remoción de aire atrapado.....	42
Ilustración 51: Colocar en baño de María .....	43
Ilustración 52: Frasco lleno de material .....	43
Ilustración 53: Equipo de granulometría .....	45
Ilustración 54: Cuarteo de la muestra .....	46
Ilustración 55: Proceso de tamices .....	46
Ilustración 56: Hoja de cálculo granulométrico.....	47
Ilustración 57: Adquisición del asfalto caliente.....	49
Ilustración 58: Control de temperatura en obra.....	50
Ilustración 59: Aplicación de martillo Marshall .....	50
Ilustración 60: Briquetas de Asfalto.....	51
Ilustración 61: Peso en aire.....	51
Ilustración 62: Peso en agua.....	52
Ilustración 63: Peso saturado superficialmente seco .....	52
Ilustración 64: Baño de María .....	53
Ilustración 65: Probeta Marshall.....	53
Ilustración 66: Imprimación de vía .....	55
Ilustración 67: Calle Imprimada.....	56
Ilustración 68: Exceso de imprimación 1 .....	56
Ilustración 69: Exceso de Imprimación 2 .....	56
Ilustración 70: Barra rociadora .....	57
Ilustración 71: Altura correcta de barra .....	57
Ilustración 72: Mezcla asfáltica en obra .....	58

Ilustración 73: Compactación de la mezcla asfáltica.....	59
Ilustración 74: Densidad de Campo al asfalto.....	60
Ilustración 75: Núcleos de asfalto .....	61
Ilustración 76: Modulo de rigidez .....	62
Ilustración 77: Resultado 1 (módulo de rigidez) .....	63
Ilustración 78: Resultado 2 (módulo de rigidez) .....	64
Ilustración 79: Resultado 3 (módulo de rigidez) .....	64
Ilustración 80: Resultado 4 (módulo de rigidez) .....	65
Ilustración 81: Resultado 5 (módulo de rigidez) .....	65
Ilustración 82: Medición de núcleos de asfalto.....	67

### **Índice de Tablas**

Tabla 1: Coordenadas de Bastión Popular .....	2
Tabla 2: Hoja de cálculo de Ensayo de Penetración.....	18
Tabla 3: Hoja de cálculo de Ensayo de Ductilidad .....	22
Tabla 4: Hoja de Cálculo Ensayo de Punto de Ablandamiento.....	27
Tabla 5: Hoja de cálculo Ensayo de Punto de Inflamación e Combustión .....	35
Tabla 6: Porcentajes que pasan a través de lo tamices.....	47
Tabla 7: Hoja de Cálculo de análisis de granulometría .....	48
Tabla 8: Hoja de cálculo del ensayo Marshall.....	54
Tabla 9: Resultados módulo de rigidez.....	63
Tabla 10: Hoja de Cálculo de Check list .....	66

## Introducción

La mezcla asfáltica es uno de los procesos más utilizados en las carreteras del Ecuador y el mundo lo cual donde se encuentra en mal estado o su proceso ha sido de mala calidad, provocará una vía de pésimo estado y lo peor es que se puede provocar accidentes de tránsito.

Las mezclas asfálticas sirven para soportar directamente las acciones de neumáticos y transmitir las cargas a capas inferiores, proporcionando unas condiciones adecuadas de rodaduras cuando se emplean en capas superficiales y como material con resistencia simplemente estructural o mecánica en las demás capas de los firmes

Es por ello que en este trabajo se dará a conocer diversas interrogantes como la definición de mezcla asfáltica y sus propiedades físicas y mecánicas y sus respectivos ensayos sus causas o consecuencia que provocará su mal estado de la vía y entre otros aspectos que se van a responder con mayor exactitud para lograr un desarrollo de buena calidad y pueda ser leído por todas aquellas personas que quieren llevar un buen control de calidad en su obra.



## Capítulo I

### Generales

#### 1.1 Antecedente

El asfalto es un elemento natural que se deriva del petróleo en la actualidad el asfalto se usa en carretas del todo el mundo ya que las industrias automotriz crecen rápidamente. Desde entonces la tecnología del asfalto ha evolucionado.

El asfalto se empleó en pirámides de Egipto para embalsamar las momias, los hebreo la utilizaban en medicina.

En la ciudad de Guayaquil en el sector de Bastión Popular bloque 3-4 existe unos grandes daños de las principales vías de acceso y viviendas, debido a que en la construcción de las misma se utilizó mezclas asfálticas sin llevar una adecuada supervisión del colocado del asfalto convencionales, y a falta de investigación para encontrar técnicas adecuadas que mejoren las propiedades física, mecánicas de las mezclas y a su vez se han empleado nuevas especificación técnicas y normas para la mezcla asfáltica.

#### 1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se encuentra ubicado en la ciudad de Guayaquil, Bastión Popular (Bloque 3-4) perteneciente a la parroquia Pascuales, sector norte de la ciudad. Las calles en las cuales se está ejecutando el proyecto de asfalto son las siguientes: 4º Callejón 24 NO, 5º Callejón 24 NO, 6º Callejón 24 NO, 8º Paseo 24 NO, Avenida 38 A NO, 4º Pasaje 37 NO (Sector 37 y Sector 38)

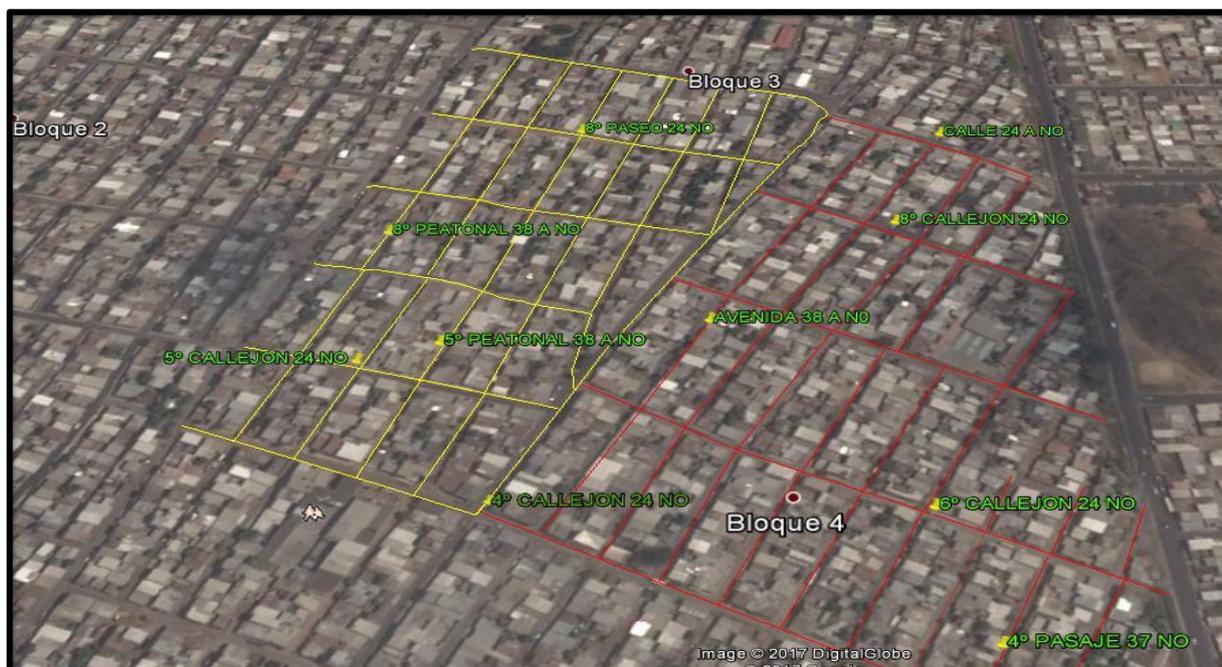
Su fabricación se realiza en Duran, ubicada en Km. 1.5 Vía Duran

**Tabla 1:** Coordenadas de Bastión Popular

DESCRIPCIÓN DE CALLE BLOQUE 3	COORDENADAS DEL SECTOR 37 -38	
	X	Y
8° PEATONAL 38 NO	619204,84	9771692,05
	619295,69	9771705,01
5° PEATONAL 38 NO	619311,27	9771627,74
	619310,75	9771518,32
5° CALLEJON 24 NO	619376,64	9768795,75
	619204,84	9771692,05
DESCRIPCIÓN DE CALLE BLOQUE 4	X	Y
4° PASAJE37 NO	619417,58	9768129,19
	619407,72	9768126,45

**Fuente:** Laboratorio de suelos Ing. Dr Arnaldo Ruffilli

**Elaborado:** Armando Herrera Valladares



**Ilustración 1:** Ubicación de Bastión Popular (Bloque 3-4)

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

### 1.3 Justificación del problema

El proyecto se justifica porque se va a influir a una correcta colocación de pavimento flexible, llevándose un control de calidad adecuado y a su vez definir el procedimiento de las pruebas de control, dicho instructivo debe ser utilizado por el Residente de Obra para que la mezcla asfáltica cumpla sus especificaciones técnicas y el tiempo de vida útil establecido en las normas.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general.**

Determinar un procedimiento de control de calidad de la mezcla asfáltica en su fabricación e instalación. Realizando ensayos de laboratorios en obra y en cantera y a la vez revisar sus resultados que cumplan con las normas y especificaciones técnicas indispensable y no variante en un proceso contractivo básico para la elaboración de una vía en pavimento flexible en terrenos planos ubicados en Bastión Popular sector 37-38 (bloque 3-4) de la Parroquia Pascuales

### **1.4.2 Objetivo específicos.**

- Determinar las actividades relevantes en el proceso de colocación de la mezcla asfálticas en obra.
- Detallar las pruebas de control de calidad a realizar en la mezcla asfáltica antes, durante y después de su colocación.
- Realizar un check list basado en los ensayos de laboratorio del cemento asfáltico y la mezcla asfálticas en caliente para hacer cumplir sus especificaciones técnicas.

## **1.5 Delimitación del tema**

El fin de este trabajo de titulación es de realizar un buen control a la mezcla asfáltica ya que este es un método más utilizado en nuestras vías. Por eso es que realizo un check list para llevar un buen control de colocación y calidad en obra de la mezcla asfáltica.

## Capítulo II

### Marco Legal

#### 2.1. Pirámide de Kelsen

La pirámide Kelsen representa gráficamente la representación de sistema jurídico paulatino.

Kelsen se refiere de la estructura escalonada del orden jurídico es de fecundas consecuencias para el problema de la interpretación. Esta es un procedimiento espiritual que acompaña todo el proceso de la creación jurídica en su desenvolvimiento de grada superior hasta las gradas inferiores determinadas por las inferiores do organismo alguno que pueda modificarlos. (Kelsen, 2013)

A continuación se presenta de manera gráfica dicha jerarquía:



Ilustración 2: Pirámides de Kelsen

Fuente: Google

Mi marco legal según la Pirámide de Kelsen está enfocado en la fase 3-4 de lo cual llevó a cabo con la recopilación de las siguientes normas y especiaciones técnicas.

### **2.1.1. Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil**

- 405-5B: Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta  
e = 5cm. = 2" (incluido imprimación).

### **2.1.2. Normas Técnicas Ecuatorianas**

- INEN NTE 2515: Producto derivado del petróleo - cemento asfáltico
- INEN NTE 2515 – 808 Determinación del punto de inflamación en capa abierta Cleveland
- INEN NTE 2515 – 915 Determinación de la solubilidad en tricloroelileno
- INEN NTE 2515 – 916 Determinación de la Ductilidad
- INEN NTE 2515 – 917 Determinación de la penetración

### **2.1.3. Asociación Americana de Ensayo de Materiales (ASTM)**

- ASTM D3381 Cemento de asfalto graduado de viscosidad para uso en la construcción de pavimentos
- ASTM D4867 Método de prueba para el efecto de la humedad de concreto asfáltico de pavimento
- ASTM D4123 Modulo resiliente diametral para asfálticas
- ASTM D4123-82 Método de ensayo estándar para prueba de tensión indirecta para módulo resiliente de mezclas bituminosas.
- ASTM D2171 Método de ensayo estándar para viscosidad de asfaltos por viscosímetro capilar de vacío
- ASTM D2170 Método de ensayo estándar para la viscosidad cinemática de los asfaltos (bitumen)

- ASTM D3625 Práctica estándar para el efecto del agua sobre el agregado revestido de betún usando agua hirviendo

#### **2.1.4. Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes**

- AASHTO T182 Método estándar de ensayo para el revestimiento y el desgaste de mezclas de aguarido bitumen

#### **2.1.5 Ministerio de Transporte y Obras Públicas Especificaciones Generales Para La Construcción De Caminos Y Puentes**

MOP – 001 – F – 2002, sub adyacente 405 – 1 Y 405 – 5

#### **Marco Teórico**

### **2.2 Especificaciones técnicas**

Las especificaciones técnicas son normas que se debe cumplir. El fiscalizado debe hacer cumplir al pie de la letra en caso contrario debe sancionar al contratista.

### **2.3 Control de calidad**

El control de calidad es un proceso necesario ya que a través de este se garantiza la correcta realización de los procesos de la obra y asegura q la mezcla asfáltica cumpla con sus objetivos.

### **2.4 Cemento asfaltico**

Es un material de color negro, el cual se obtiene del proceso de refinación de petróleo. Está constituido por hidrocarburos denominados bitumen. Cuando es calentado alrededor de 150° C, se logra una fluidez que permite su adecuado manejo, es decir, ser bombeado y mezclado con el agregado en planta, y ser extendido y compactado en la obra. Cuando se enfría endurece como un sólido elástico, formando una mezcla estable. Se clasifican según su viscosidad y las especificaciones de

calidad se encuentran en la normas, en Ecuador la se utilizan en mezclas asfálticas en caliente (MAC) debido a su bajo costo y durabilidad.

- Emulsión Asfáltica (EA): consiste en una combinación heterogénea de agua, cemento asfáltico y un agente emulsificante. El agua es la fase continua, mientras que los pequeños glóbulos de asfalto, cargados eléctricamente, constituyen la fase discontinua. No requiere de alta temperatura, lo que se traduce en un ahorro energético. Cuando la emulsión entra en contacto con el agregado o la superficie de aplicación, los glóbulos de asfalto se unen junto con el agregado y el agua se separa. Son empleadas en riegos, tratamientos superficiales, reciclado y mezclas en frío.

Valentina Morales Benedetto – Tesis - pág. 10

Es un material de color negro, el cual se obtiene del proceso de refinación del petróleo está preparado por hidrocarburos llamados betunes. Cuando es calentado alrededor de 135°C -150°C se logra su fluidez que permite su adecuado viscosidad para su proceso. No debe formar espuma cuando se calienta

## **2.5 Mezcla asfálticas en calientes**

Las mezclas asfálticas están compuesta de un cemento asfálticos donde su agregado son de diferentes tamaños, se asfalto a tratar en esta investigación es asfalto en caliente lo cual lleva su nombre porque el agregado y el cemento se calienta antes de ser mezclado. La mezcla debe quedar homogéneo cubierta de asfalto.

## **2.6 Agregados**

Básicamente se usa 3 tipos de agregados: piedra picada, arena y polvillo. Debe revisar q no haiga arcilla y materiales orgánicos en la mezcla. Las características de los agregados dependen muchos de los tipos de tránsitos que va a circular en la vía.

## **2.7 Características de los materiales asfálticos.**

### **2.7.1. Ensayo de recubrimiento y peladura en agregados**

Esta práctica abarca un procedimiento rápido para la observación visual de la perdida de adherencia en las mezclas de agregado compactado bituminoso recubierto por la acción del agua hirviendo. ASTM 3625-96

Este ensayo describe el procedimiento que debe seguirse para valorar la acción del agua sobre la película asfálticas que recubre un agregado.

### **2.7.2. Viscosidad**

Este método de ensayo cubre los procedimientos para la determinación El objetivo de este ensayo es para ver el estado de fluidez de los asfaltos a la temperatura que se emplea durante su aplicación este ensayo se mide con un ensayo de viscosidad ASTM-102

### **2.7.3. Penetración**

Este ensayo sirve para determinar la dureza de un asfalto o consistencia y también para clasificar al asfalto según su penetración, también determina el grado de viscosidad del asfalto.

### **2.7.4. Punto de inflamación**

El objetivo es determinar el punto combustión mínima del asfalto, el cual representa las temperaturas críticas para no correr peligro en cantera al colocar temperaturas q pasen más de las del punto mide inflamación.

### **2.7.5. Ductilidad**

La ductilidad es una medida de cuándo puede ser estirada una mezcla de asfalto ante que se rompa en dos partes.

## Capítulo III

### Metodología de trabajo

La presente investigación se efectuó en bastión popular bloque 3-4 lo que se colocó la carpeta asfáltica en dicho sector, lo cual se le realiza un control de calidad para cumplir especificaciones técnicas en campo y en la cantera en Duran, ubicada en Km. 1.5 Vía Duran, donde se procede a despachar la mezcla asfáltica

Para dicha investigación se llevó a cabo un estudio de los principales problemas de la mezcla asfáltica y ensayo de laboratorio con el propósito de obtener información y hacer cumplir las especificaciones técnicas.

A través de esta investigación se desarrolló una metodología de tipo descriptiva-aplicada y de campo porque se recogió información a través de la observación visual en campo en el proceso de colocación de la carpeta asfáltica y en sus respectivos ensayos, Se usaron las siguientes normas MOP-001-F.2002.

### 3.1 Procesos a seguir en esta investigación

1. Determinar las propiedades físicas y mecánicas del cemento asfáltico mediante los ensayos Viscosidad, Penetración, Ductilidad, Punto de Inflamación, Peso Específico, los cuales serán realizados con sus respectivas normas.



**Ilustración 3:** Equipos de laboratorio

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

2. Se diseñara una mezcla asfáltica convencional sin ninguna adición de aditivos en planta y se realiza su respectivo despacho para obra.



**Ilustración 4:** Planta de asfalto

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

3. Ante que llegue la mezcla asfáltico a obra se realiza la imprimación de las calles 24 horas antes.



**Ilustración 5:** Imprimación de vías

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

4. Se revisa su temperatura en obra para poder comenzar a su colocación de la mezcla asfáltica



**Ilustración 6:** Temperatura del asfalto

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

5. Se realiza briquetas de mezcla asfáltico en obra para realizar el ensayo de Marshall, y se lleva mezcla asfáltica a laboratorio para realizar los siguientes ensayo: extracion, Rice y a su vez se verifica su granulometria.



**Ilustración 7:** Núcleos de asfalto

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

6. Se cumplirá un control de obra cuando se realice el tendido de la carpeta asfáltica, lo cual se recogerá datos para dar recomendaciones del su respectiva colocación y compactación de la carpeta asfáltica.



**Ilustración 8:** Colocación de asfalto

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

7. Se sacara núcleos cada 15.000 m<sup>2</sup> para revisar sus respectivos espesores, y a esos núcleos se le realizara ensayo de rigidez.



**Ilustración 9:** Núcleos de asfalto

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

8. Pruebas de densidad de campo.



**Ilustración 10:** Densidad de campo

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

9. Se realizara ensayo de módulo de rigidez a los núcleos que se realizó su extracción.
10. Se recoge todos los datos de campo y de laboratorios para revisar sus resultados y observar si cumple sus especificaciones técnicas.
11. Una vez cumplido toda su especificación se realizará check list lo cual ayudara llevar el control adecuado en la obra de la carpeta asfáltica.

## CAPITULO IV

### Desarrollo

#### 4.1 Ensayo de Penetración al cemento asfáltico

##### 4.1.1. Objetivo

Determinar la consistencia del cemento asfáltico a una temperatura determinada.

Es muy usual identificar en el mercado los distintos tipos de cemento asfáltico según los resultados de este ensayo.

##### 4.1.2. Equipo:

Máquina de Penetración (Penetrómetro)

Aguja de penetración.

Recipiente para baño de María

Recipiente que contiene el cemento asfáltico

##### 4.1.3. Preparación de la muestra

1. El cemento asfáltico se calienta con cuidado empleando la llama más baja posible para conseguir que este lo este lo suficiente fluido para colocar en el recipiente que se utilizara el ensayo.



**Ilustración 11:** Calentamiento del cemento asfáltico

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

2. Cuando se tiene la muestra en el recipiente se lo deja enfriar y se lo coloca en un baño de María q tenga una temperatura de 25° C tomando en cuenta que el agua cubra completamente la muestra del cemento asfaltico.



**Ilustración 12:** Baño de María a la muestra

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

3. La muestra del cemento asfaltico con el recipiente con agua se coloca bajo la máquina de penetración, la aguja debe quedar en la superficie del cemento asfaltico. Tomando en cuenta que debe estar retirado por lo menos un centímetro de borde al agua.



**Ilustración 13:** Penetración de la muestra

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

4. Se activa el sistema y con un cronometro debe tomarse el tiempo de 5 segundos , en el que se deberán tomar la lectura de penetración, debe repetirse por lo menos tres veces en ensayo, de tal forma que la distancia entre cada punto del ensayo sea mayor a 1 cm.



**Ilustración 14:** Tiempo de Penetración

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

5. Se observa la lectura de la 3 penetración, sacamos un promedio y se verifica si cumple las especificaciones determinadas.

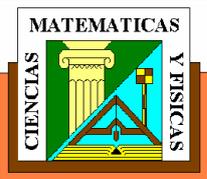


**Ilustración 15:** Lectura de penetración

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

6. Se sacara un promedio de las 3 pruebas

Tabla 2: Hoja de cálculo de Ensayo de Penetración

	<b>Universidad de Guayaquil</b> <b>Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas</b>  <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b> <b>ING. DR. ARNALDO RUFFILLI</b>																					
<b>DETERMINACION DEL ENSAYO DE PENETRACION EN MATERIALES BITUMINOSOS</b>																						
<b>Norma del Ensayo: NTN INEN - 917</b> <b>Tipo de asfalto: AC -20</b> <b>Proyecto:</b> <u>LICO 026 - 2015 BASTION POPULAR SECTOR 37 - 38</u> <b>Fecha:</b> _____ <b>Muestra:</b> _____																						
<table border="1" data-bbox="406 728 1212 907"> <thead> <tr> <th>Tiempo</th> <th>Incada</th> <th>Penetración</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5 s</td> <td>1°</td> <td>66</td> <td>d mm</td> </tr> <tr> <td>5 s</td> <td>2°</td> <td>65</td> <td>d mm</td> </tr> <tr> <td>5 s</td> <td>3°</td> <td>63</td> <td>d mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>Promedio</b></td> <td><b>64,67</b></td> <td><b>d mm</b></td> </tr> </tbody> </table>			Tiempo	Incada	Penetración	UNIDAD	5 s	1°	66	d mm	5 s	2°	65	d mm	5 s	3°	63	d mm	<b>Promedio</b>		<b>64,67</b>	<b>d mm</b>
Tiempo	Incada	Penetración	UNIDAD																			
5 s	1°	66	d mm																			
5 s	2°	65	d mm																			
5 s	3°	63	d mm																			
<b>Promedio</b>		<b>64,67</b>	<b>d mm</b>																			
																						
<b>Elaborado por:</b> <u>ARMANDO HERRERA VALLADARES</u> <b>Observaciones:</b> _____ _____ _____																						

Fuente: Laboratorio de suelos Ing. Dr Arnaldo Ruffilli

Elaborado: Armando Herrera Valladares

## 4.2 Ensayo Ductilidad del cemento asfaltico

### 4.2.1. Objetivo

La ductilidad del cemento asfaltico se la define como la capacidad que presenta el material en estiramiento, sin llegar a la ruptura.

### 4.2.2. Equipo

Molde de bronce (para elaboración de briquetas)

Placa de bronce (para elaboración de briquetas)

Baño de agua

Máquina de ductilímetro.

### 4.2.3. Preparación de la muestra

1. Se calienta el cemento asfaltico se calienta hasta que se encuentra fluido y en poder de adaptarse a la forma del molde, estas laminas deben estar con un leve revestimiento de aceite fino.



**Ilustración 16:** Calentamiento y colocación

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

2. Se coloca el cemento asfaltico en el molde para que se enfríe durante 30 o 40 minutos se coloca entonces en un baño de María a una temperatura de 25°C duran 90 minutos, a continuación se retira la laderitas y se procede a colocar en el interior de la maquina Ductilímetro.



**Ilustración 17:** Muestras en baño de María

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

3. Se coloca las tres probetas, se censura en la lámina de bronce (longitud total de 150cm) y se procede a la activación de mecanismo que procede un estiramiento a una velocidad de 5 cm por minuto.



**Ilustración 18:** Estiramiento 1

**Fuente:** Armando Herrera Valladares



**Ilustración 19:** Estiramiento 2

**Fuente:** Armando Herrera Valladares



**Ilustración 20:** Estiramiento 3

**Fuente:** Armando Herrera Valladares



**Ilustración 21:** Estiramiento 4

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

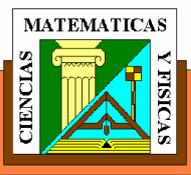
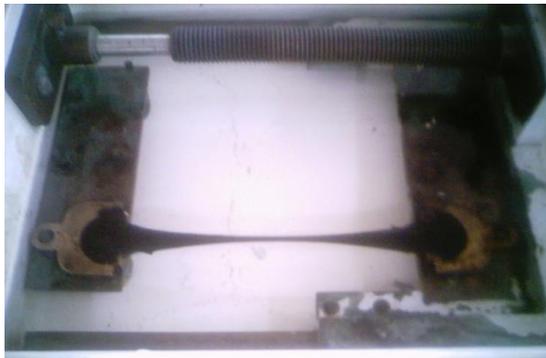


**Ilustración 22:** Estiramiento 5

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

4. Se sacara un promedio de las 3 muestra del ensayo y el resultado se lo expresa en centímetros.

Tabla 3: Hoja de cálculo de Ensayo de Ductilidad

	<b>Universidad de Guayaquil</b> <b>Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas</b> <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b> <b>ING. DR. ARNALDO RUFFILLI</b>																	
<b>DUCTILIDAD</b>																		
<b>PROYECTO</b> LICO 026 - 2015 BASTION POPULAR SECTOR 37 - 38																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>VEL. 5 CM * MIN</th> <th>Ductilidad</th> <th>Medida</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PROBETA 1º</td> <td>145,02</td> <td>CM</td> </tr> <tr> <td>PROBETA 2º</td> <td>148,30</td> <td>CM</td> </tr> <tr> <td>PROBETA 3º</td> <td>150,00</td> <td>CM</td> </tr> <tr> <td>Promedio</td> <td>147,77</td> <td>CM</td> </tr> </tbody> </table>	VEL. 5 CM * MIN	Ductilidad	Medida	PROBETA 1º	145,02	CM	PROBETA 2º	148,30	CM	PROBETA 3º	150,00	CM	Promedio	147,77	CM			
VEL. 5 CM * MIN	Ductilidad	Medida																
PROBETA 1º	145,02	CM																
PROBETA 2º	148,30	CM																
PROBETA 3º	150,00	CM																
Promedio	147,77	CM																
																		
																		
<b>REALIZADO POR:</b>	<b>ARMANDO HERRERA VALLADARES</b>																	

Fuente: Laboratorio de suelos Ing. Dr Arnaldo Ruffilli

Elaborado: Armando Herrera Valladares

### 4.3 Ensayo de Punto de Ablandamiento al cemento asfáltico

#### 4.3.1. Objetivo

Determinar la susceptibilidad térmica de los cementos asfálticos y el punto de ablandamiento mayor.

#### 4.3.2. Equipo

Anillos de Bronce

Placa de Bronce

Recipiente de cristal

Termómetro

Bolas de Acero

Soporte

Mechero con graduación de flama

#### 4.3.3. Preparación de la muestra

1. La muestra debe calentarse en el proceso agitándose vigorosamente, se coloca la muestra al interior de los anillos de bronce los cuales debe apoyar en una placa del mismo material.



**Ilustración 23:** Calentamiento del cemento asfáltico

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

2. Se deja enfriar por 1 hora y después se separa con un cuchillo ligeramente calentando, igual se enraza la parte superior del anillo.



**Ilustración 24:** Colocación del asfalto al molde

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

3. Se llena el recipiente de cristal hasta una altura aproximada de 8,5 cm de altura de agua, se utiliza agua destilada la cual debe tener temperatura de 50°C. Se coloca al interior del frasco el dispositivo que contiene los anillos tomando en cuenta que la distancia entre el fondo del anillo y la plaqueta de sujeción interior debe ser 2,54 cm



**Ilustración 25:** Control de temperatura

**Fuente:** Armando Herrera Valladares



**Ilustración 26:** Control de Temperatura

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

4. Se coloca las bolas en el interior del frasco pero no en el cemento asfáltico, se mantiene durante 15 minutos a una temperatura de  $50^{\circ}\text{C}$  durante 15 Minuto luego se procede a colocar las esferas de los anillos de bronce que contiene cemento asfáltico.



**Ilustración 27:** Colocación de las bolas de bronce

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

5. Debe iniciar entonces un incremento de temperatura que no supere los  $5^{\circ}\text{C}$  por minuto.



**Ilustración 28:** Control de la temperatura

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

6.- En algún instante se observara que las esferas empiezan a penetrar el asfalto que logran traspasarla y llevan la masa al fondo, el momento que toca el fondo deberá observar la temperatura, lo cual se anotara como temperatura de ablandamiento.



**Ilustración 29:** Ablandamiento de la mezcla

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

Tabla 4: Hoja de Cálculo Ensayo de Punto de Ablandamiento

	<b>Universidad de Guayaquil</b> <b>Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas</b>  <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b> <b>ING. DR. ARNALDO RUFFILLI</b>									
<b>ABLANDAMIENTO</b>										
<b>PROYECTO</b> <b>PESO DE LA ESFERA:</b>	LICO 026 - 2015 BASTION POPULAR SECTOR 37 - 38 13.9gr									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ESFERA</th> <th>TEMPERATURA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>45°C</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>46°C</td> </tr> <tr> <td>PROMEDIO</td> <td>46°C</td> </tr> </tbody> </table>			ESFERA	TEMPERATURA	1	45°C	2	46°C	PROMEDIO	46°C
ESFERA	TEMPERATURA									
1	45°C									
2	46°C									
PROMEDIO	46°C									
										
										
<b>REALIZADO POR:</b>	ARMANDO HERRERA VALLADARES									

**Fuente:** Laboratorio de suelos Ing. Dr Arnaldo Ruffilli

**Elaborado:** Armando Herrera Valladares

## 4.4 Ensayo de Peso Específico del cemento asfáltico

### 4.4.1 Objetivo

Conocimiento el peso específico de un cemento asfáltico será fácil determinar su volumen o viceversa

### 4.4.2. Equipo:

Picnómetro con tapón de vidrio

Vaso de Precipitación con agua destilada

### 4.4.3. Procedimiento

1. El cemento asfáltico que se va a ensayar se calienta siempre a fuego lento hasta conseguir que este lo suficientemente fluido de tal forma que permita su vaciado en el interior del Picnómetro.



**Ilustración 30:** Calentamiento del cemento asfáltico

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

2. Antes de proceder a la ejecución del ensayo propiamente dicho se debe determinar el peso del agua destilada a 25°C que llene completamente el Picnómetro. Para esto se pesa el picnómetro seco y limpio en una balanza analítica, a este peso designa con la letra A.



**Ilustración 31:** Pesos de picnómetro

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

3. A continuación se llena el Picnómetro con agua destilada, se ajusta firmemente el tapón y se sumerge completamente por un lapso de 30 minutos en el vaso de cristal de volumen mayor.
4. Se saca o retira del agua y se procede a secar toda la superficie externa, el menisco del agua en el agujero debe quedar enraizado.
5. Inmediatamente después de esto se retira totalmente en Picnómetro del agua, se lleva a una balanza y se lo pesa, se designa entonces a este peso con la letra B, después de estos pasos se procede entonces al ensayo propiamente.
6. Se llena hasta aproximadamente la mitad del frasco con el cemento asfáltico. El picnómetro debe estar ligeramente calentando y su contenido se deja enfriar a temperatura ambiente, se pesa junto con el tapón y se designa a este peso con la letra C.



**Ilustración 32:** Colocación del cemento asfalto

**Fuente:** Armando Herrera Valladares



**Ilustración 33:** Picnómetro y cemento asfáltico

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

6.- Se retira el Picnómetro y su contenido a temperatura de 25°C se retira del agua y se lo seca Inmediatamente a continuación se tomara el peso D.

7.- Con el Picnómetro y su contenido a temperatura de 25°C se retira del agua y se lo seca inmediatamente a continuación el peso D.

A = Peso del Picnómetro limpio y seco

B = Peso del Picnómetro + Agua.

C = Peso del Picnómetro + Asfalto.

D = Peso de Picnómetro + Asfalto + Agua.

#### 4.4.4. Formula

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

#### 4.4.5 Resultados de laboratorio

$$A = 128.7 \text{ g.}$$

$$B = 259.8 \text{ g}$$

$$C = 192.5 \text{ g.}$$

$$D = 260.6 \text{ g.}$$

$$\gamma = \frac{192.5 - 128.7}{(259.8 - 128.7) - (260.6 - 192.5)}$$

$$\gamma = \frac{63.8}{(131.1) - (68.1)}$$

$$\gamma = \frac{63.8}{63.00}$$

$$\gamma = 1.014 \text{ gr/cm}^3$$

$$\gamma = 1014 \text{ Kg/m}^3$$

## 4.5 Ensayo de Punto de Inflamación y Combustión del cemento asfáltico

### 4.5.1 Objetivo

Este ensayo indica la temperatura final a la que puede calentarse un cemento asfáltico antes de que se produzca el punto de inflamación. El punto de combustión indica la temperatura a la cual el cemento asfáltico incendiaría (la llama toma cuerpo) la temperatura de combustión es mayor a la de inflamación.

### 4.5.2 Equipo:

Capa de Cleveland

Plancha con placa de calentamiento

Protector

Termómetro

Mechero

### 4.5.3. Procedimiento

1. Se calienta el Cemento Asfáltico hasta que se encuentre fluido, se llena la copa de Cleveland hasta enrasado.



**Ilustración 34:** Copa de Cleveland

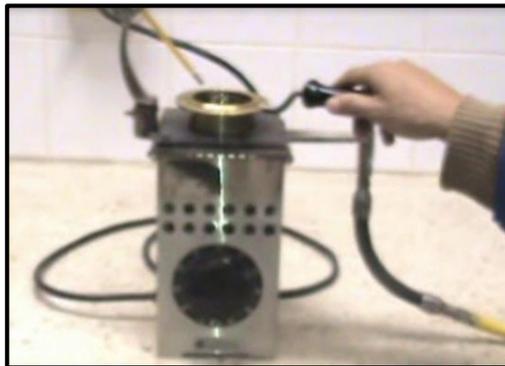
**Fuente:** Armando Herrera Valladares



**Ilustración 35:** Colocación del cemento asfáltico

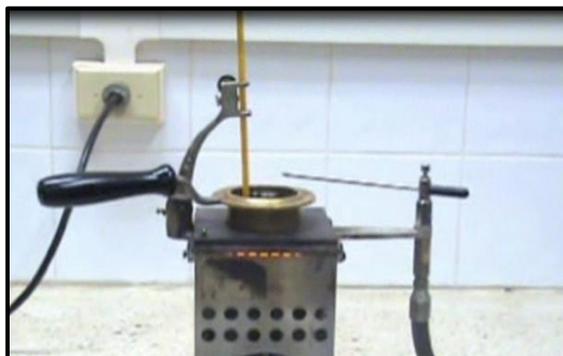
**Fuente:** Armando Herrera Valladares

2. La placa de calentamiento debe estar por encima del mechero, se coloca la capa de Cleveland en la placa, se procede a la aplicación de calor con un incremento de  $40^{\circ}\text{C}$  por minuto aproximadamente, incluso al final del ensayo se debe disminuir la velocidad de incremento de temperatura.



**Ilustración 36:** Calentamiento del cemento asfáltico

**Fuente:** Armando Herrera Valladares



**Ilustración 37:** Control de su temperatura

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

3. Se registra como punto o temperatura de inflamación cuando a presencia de llama el asfalto produce destellos.



**Ilustración 38:** Punto de inflamación

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

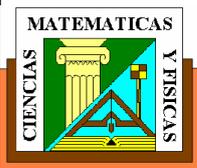
4. Se continua incrementando la temperatura y aplicando llama libre en la superficie hasta observar que el Asfalto arda o se combustione (tenga presencia de fuego) se observa la temperatura y esa será la temperatura de combustión.



**Ilustración 39:** Punto de Combustión

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

**Tabla 5:** Hoja de cálculo Ensayo de Punto de Inflamación e Combustión

	<p><b>Universidad de Guayaquil</b>  <b>Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas</b></p> <p><b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>  <b>ING. DR. ARNALDO RUFFILLI</b></p>	
<b>INFLAMACION Y COMBUSTION</b>		
<p><b>PROYECTO</b> LICO 026 - 2015 BASTION POPULAR SECTOR 37 - 38</p>		
<b>PUNTO DE INFLAMACION:</b>		238 <sup>o</sup> c
<b>PUNTO DE COMBUSTION:</b>		249 <sup>o</sup> c
		
<p>OBSERVACIONES: El punto de inflamación y el punto de combustión fueron analizados de un asfalto diluido.</p>		
<p>ELABORADO POR:                    ARMANDO HERRERA VALLADARES</p>		

**Fuente:** Laboratorio de suelos Ing. Dr Arnaldo Ruffilli

**Elaborado:** Armando Herrera Valladares

## 4.6 Porcentaje de extracción de asfalto

### 4.6.1. Objetivo

Determinar el porcentaje de asfalto que se empleó en la mezcla asfáltica. Esta mezcla se la obtiene de la cantera o en la obra.

### 4.6.2 Equipo

Horno

Recipiente

Balanza

Aparato de extracción

Filtro

Gasolina

### 4.6.3. Procedimiento

1. Se obtiene la muestra de la mezcla asfáltica debe estar blanda para pueda moverse con una espátula



**Ilustración 40:** Muestra de asfalto

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

2. Se la coloca en un recipiente la mezcla asfáltica y se lleva al horno a 110°C
3. Se saca el recipiente del horno y se cuartea la mezcla y se pesa 1000g



**Ilustración 41:** Cuarteo de la muestra

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

4. Este se coloca en la taza de extracción y se cubre con gasolina (en este caso)



**Ilustración 42:** Maquina de Extracción

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

5. Se seca y se procede a pesar el filtro y a su vez se coloca en la taza de extracción



**Ilustración 43:** Filtros

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

6. Se coloca la taza de extracción que contiene la mezcla asfáltica y el disolvente (gasolina) en el aparato de extracción.



**Ilustración 44.** Máquina de Extracción

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

7. Se coloca la tapa y se ponen en el aparato de extracción luego se procede a prender y comienza a centrifugar a una velocidad máxima de 3.600 revoluciones por segundo hasta que deje de salir el disolvente por el desagüe.



**Ilustración 45:** Colocación de tapa del extractor

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

8. Se procede a sacar el filtro y dejarlo secar al ambiente y luego pesarlo



**Ilustración 46:** Filtro y embace de extractor

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

9. Se vierte todo lo de la taza en un recipiente
10. Se procede a calcular el porcentaje de asfalto.

#### 4.6.4 Calculo de porcentaje de asfalto:

$$W1 = \text{Peso antes de la extracción} = 1.000$$

$$\text{Peso del filtro (E1)} = 15,9$$

$$W2 = \text{Peso después de la extracción} = 925,7$$

$$\text{Peso del filtro (E2)} = 17,4$$

$$W3 = E2 - E1 = 1,5$$

$$W4 = \text{Volumen de disolvente empleado (cc)} = 2100 * 0,001 = 2,1$$

$$\% \text{ ASFALTO} = \frac{W1 - (W2 + W3 + W4)}{W1} * 100$$

$$\% \text{ ASFALTO} = \frac{1000 - (925,7 + 1,5 + 2,1)}{1000} * 100$$

$$\% \text{ ASFALTO} = 7.07\%$$

## 4.7 Ensayo Rice (Densidad teórica máxima)

### 4.7.1. Objetivo

Este ensayo describe la determinación de la gravedad y densidad teórica máxima de las mezclas asfálticas no compactadas a una temperatura de 25°C

### 4.7.2. Equipo:

Recipiente

Frasco Volumétrico

Balanza

Bomba de vacío

Termómetro

Manómetros

### 4.7.3 Procedimiento

1. Obtenemos la muestra pesando 1.500 g (C)
2. Enfrié la muestra hasta la temperatura ambiente
3. Peso del recipiente
4. Peso del recipiente más agua (A)



**Ilustración 47:** Frasco más agua

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

5. Peso del frasco + agua + material (B)



**Ilustración 48:** Frasco más agua más material

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

6. Agítese el recipiente con los contenidos, a intervalos de alrededor de 2 minutos



**Ilustración 49:** Mover el frasco

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

7. Inmediatamente después de la remoción del aire atrapado, preceda con una de la siguiente determinación



**Ilustración 50:** Remoción de aire atrapado

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

8. Suspenda el recipiente que se esté utilizando con su contenido, dentro del baño de agua y determine su peso después de una inmersión de 10 minutos. Mida la temperatura del baño la cual tiene que ser 25°C.



**Ilustración 51:** Colocar en baño de María

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

9. Llene el frasco con agua y lleve sus contenidos a una temperatura de 25°C en el baño de agua. Determine el peso de recipiente, completamente llenos, 10 minutos después de completar lo dispuesto



**Ilustración 52:** Frasco lleno de material

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

**4.7.4 Cálculo de Rice:**

$$\text{Peso de frasco + Agua (A)} = 7630$$

$$\text{Peso de frasco + Agua + Material (B)} = 8449$$

$$\text{Peso de mezcla suelta (C)} = 1500$$

$$\text{RICE } D = (C + A) - B$$

$$\text{RICE} = C / D$$

$$\text{RICE} = D = (1500 + 7630) - 8449$$

$$\text{RICE} = D = 681.00$$

$$\text{RICE} = 1500 / 681$$

$$\text{RICE} = 2,203$$

## 4.8 Ensayo granulométrico de agregados

### 4.8.1. Objetivo

Determinar la granulometría del agregado fino y grueso por medio de los tamices para aplicarse con el cemento asfáltico.

### 4.8.2. Equipos

Balanza de 3 escalas

Juego de Tamices

Cazoleta de fondo

Agregado grueso y fino

Horno

Brocha

Bandejas

### 4.8.3 Procedimiento

1. Separo la muestra en 4 partes tanto para el agregado fino como para el grueso, una vez realizado la separación se hace pasar por medio de los tamices los agregados.



**Ilustración 53:** Equipo de granulometría

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

2. Se mueve los tamices para q los agregados pasen por los tamices comenzamos a medir los agregados retenidos y su respectivos pesos se le realiza a sacar su peso específico y su absorción.



**Ilustración 54:** Cuarteo de la muestra

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

3. Para verificar su calidad del agregado, los valores altos corresponde que es de buena calidad y los valores bajos correspondes a una baja calidad.



**Ilustración 55:** Proceso de tamices

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

4. Una vez obtenido la muestra será necesario hacer pasar toda la muestra para el tamiz # 4 para diferenciar la cantidad de suelo fino y grueso.

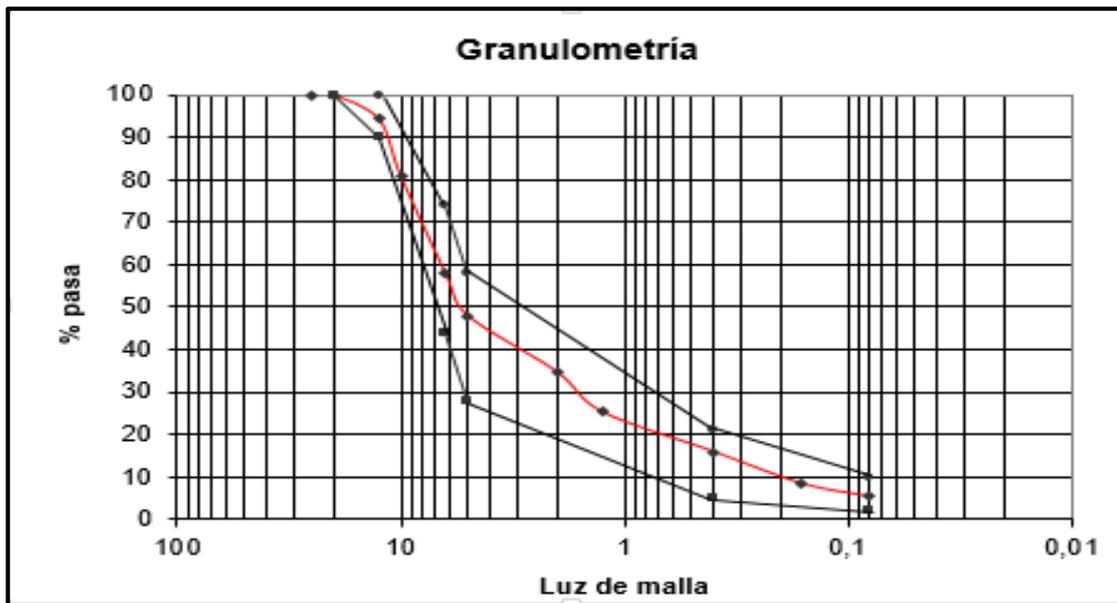


Ilustración 56: Hoja de cálculo granulométrico

Fuente: Armando Herrera Valladares

5. Una vez que sabemos el tamaño máximo del agregado grueso revisamos la **Tabla 405 – 5.1** para cumplir las especificaciones recomendadas.

Tabla 6: Porcentajes que pasan a través de los tamices

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4
1" (25.4 mm.)	100	--	--	--
3/4" (19.0 mm.)	90 - 100	100	--	--
1/2" (12.7 mm.)	--	90 - 100	100	--
3/8" (9.50 mm.)	56 - 80		90 - 100	100
Nº 4 (4.75 mm.)	35 - 65	44 - 74	55 - 85	80 - 100
Nº 8 (2.36 mm.)	23 - 49	28 - 58	32 - 67	65 - 100
Nº 16 (1.18 mm.)	--	--	--	40 - 80
Nº 30 (0.60 mm.)	--	--	--	25 - 65
Nº 50 (0.30 mm.)	5 - 19	5 - 21	7 - 23	7 - 40
Nº 100 (0.15 mm.)	--	--	--	3 - 20
Nº 200 (0.075 mm.)	2 - 8	2 - 10	2 - 10	2 - 10

Fuente: MOP – 001 – F – 2002 (Tabla 405-5.1.)

**Elaborado:** Armando Herrera Valladares

**Tabla 7:** Hoja de Cálculo de análisis de granulometría

TAMIZ		PESO RETENIDO	%RETENIDO	%PASANTE	ESPECIFICACIONES	
					MIN.	MAX.
3"						
2"						
1 1/2"						
1"				100		
3/4"				100,00	100,00	
1/2"		10,70	1,16	98,84	90,00	100
3/8"		42,30	4,57	94,27		
Nº 4		234,60	25,35	68,92	44,00	74
Nº 8		194,20	20,98	47,94	28,00	58
Nº 16		122,60	13,25	34,69		
Nº 30		88,00	9,51	25,19		
Nº 50		86,10	9,30	15,88	5,00	21
Nº 100		70,30	7,60	8,29		
Nº 200		28,00	3,03	5,26	2,00	10
FONDO		48,70	5,26	0,00		
TOTAL		925,50				
OBSERVACIONES: EL TAMAÑO MAXINO ES 1/2						

**Fuente:** Laboratorio de suelos Ing. Dr Arnaldo Ruffilli

**Elaborado:** Armando Herrera Valladares

## 4.9 Ensayo de Marshall

### 4.9.1. Objetivo

Determinación del contenido óptimo de asfalto.

### 4.9.2. Equipos

Mezcla asfáltica

Parafina

Espátula

Franclas

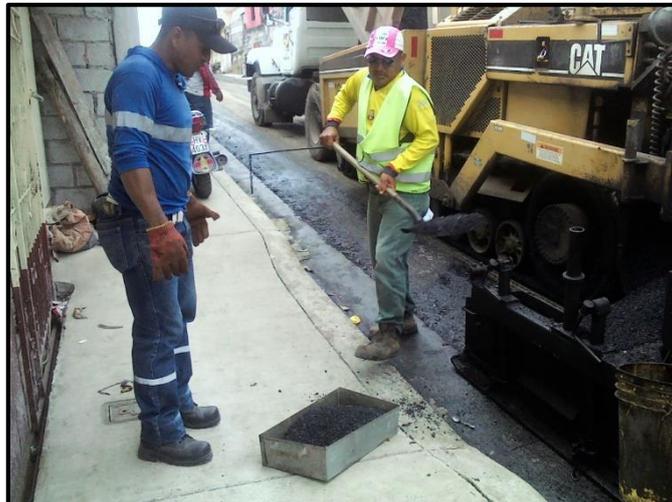
Balanza

Termómetro

Martillo Marshall

### 4.9.3 Procedimientos

1. La muestra en la que se realiza el ensayo Marshall es en campo ya que la mezcla asfáltica llega en volquetas desde su respectiva cantera.



**Ilustración 57:** Adquisición del asfalto caliente

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

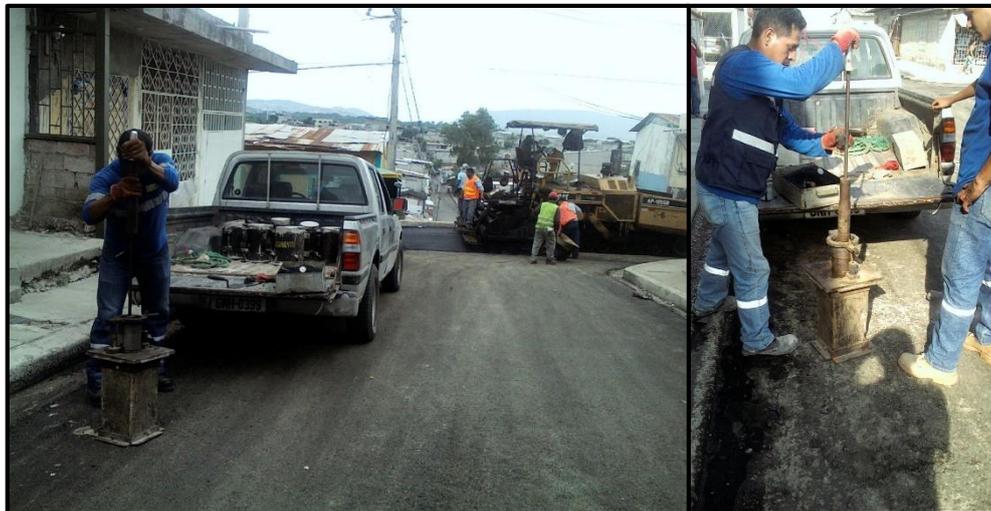
2. Se recoge la mezcla asfáltica en una bandeja y se revisa su temperatura.



**Ilustración 58:** Control de temperatura en obra

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

3. La mezcla asfáltica se coloca en los moldes y se procede a compactar con golpes mediante el martillo Marshall con 75 golpes, en las dos caras del molde.



**Ilustración 59:** Aplicación de martillo Marshall

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

4. Se extrae las briquetas de los moldes y dejamos enfriar y llevar a laboratorio.



**Ilustración 60:** Briquetas de Asfalto

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

5. Bañamos con parafina la muestra en caso que no esté compacta la muestra
6. Pesamos la muestra en el aire



**Ilustración 61:** Peso en aire

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

7. Pesamos la muestra sumergida, se quedara 3- 4 minutos en el baño de María o peso en agua.



**Ilustración 62:** Peso en agua

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

8. Se vuelve a pesar secando la muestra después del peso en el agua (Peso saturado superficialmente seco) PSSS.



**Ilustración 63:** Peso saturado superficialmente seco

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

9. Se procede a dejar en baño de María 30 minutos las briquetas se valla a poner en probeta de Marshall



**Ilustración 64:** Baño de María

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

10. Se calcula la estabilidad y el flujo de los núcleos para esto se procede a colocar en la probeta Marshall y seguidamente en el equipo compactador sacando los resultados de la estabilidad y el flujo.



**Ilustración 65:** Probeta Marshall

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

11. Con esos concluimos los datos de laboratorio y procedemos a desarrollar el cálculo la hoja Marshall.
12. Y comprobamos que cumple todas mis especificaciones técnicas pedidas.
13. El factor de corrección que se ingresa en la hoja de cálculo del ensayo Marshall se encuentre en los anexos



## 4.10 Imprimación

### 4.10.1. Definición

El riego de imprimación consiste en aplicar una película asfáltica sobre la base (bastión popular) que se encuentra lista para la colocación de la carpeta asfáltica.

### 4.10.2. Funciones

Impermeabilizar la superficie

Cerrar los espacios capilares

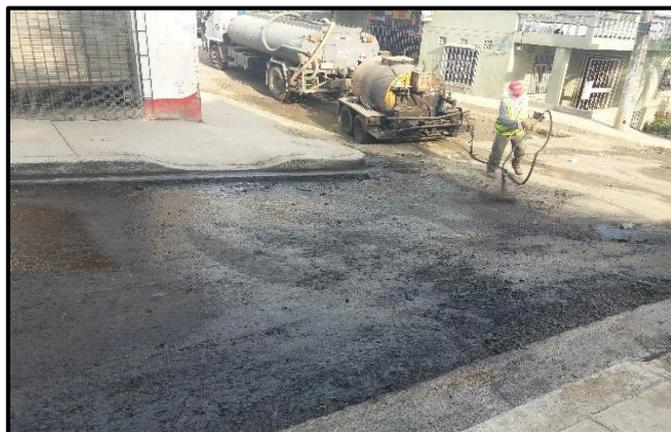
Endurecer la superficie

Facilitar el mantenimiento

Adherir la superficie de la base (en este caso de bastión popular) sobre lo cual se colocara la mezcla asfáltica

### 4.10.3. Especificaciones

1. Las especificaciones indican una cantidad de 1 – 2.2 lt/m<sup>2</sup> y su absorción debe ser en 24 horas en caso q pase las 36 horas será avivada con asfalto MC-250 en una rata de 0,25 a 0,4 lt/m<sup>2</sup>



**Ilustración 66:** Imprimación de vía

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

2. El área imprimada debe ser cerrada al tráfico entre 24 y 48 horas para que el material bituminoso penetre y se endurezca superficialmente



**Ilustración 67:** Calle Imprimada

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

3. El exceso de materiales bituminosos que forme charcos en las vías se debe retirar.



**Ilustración 68:** Exceso de imprimación 1

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

4. El área imprimada debe airearse por un transcurso de 24 horas. En caso se requiera más tiempo se dejara 48 horas.



**Ilustración 69:** Exceso de Imprimación 2

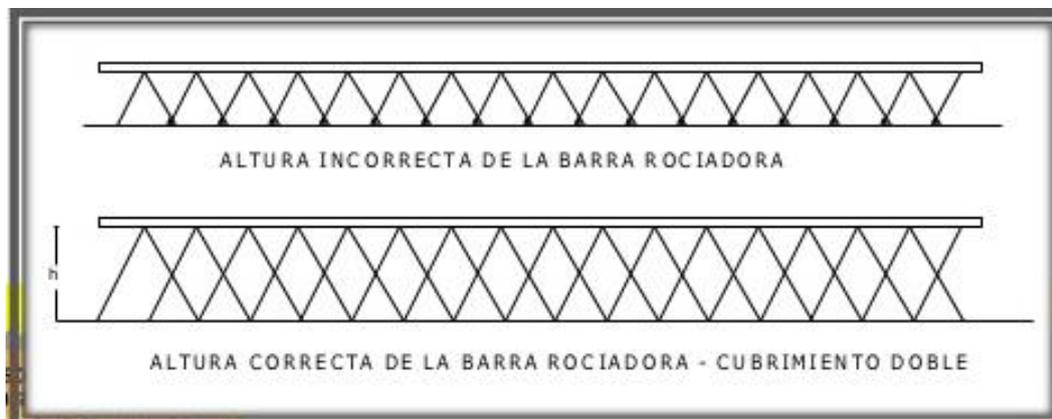
**Fuente:** Armando Herrera Valladares

5. En caso que se ha dañado por marcas de llantas de vehículo se deberá reparar antes que llegue las mezclas asfálticas en obra
6. No se podrá imprimir cuando haiga lluvia.
7. Se observa q la barra rociadora se encuentre limpia y a una altura corecta para que pueda ver una perfecta imprimacion



**Ilustración 70:** Barra rociadora

**Fuente:** Armando Herrera Valladares



**Ilustración 71:** Altura correcta de barra

**Fuente:** Google

#### 4.11 Llegada a obra la mezcla asfáltica caliente

La mezcla asfáltica llega en volquetas a una temperatura de 115°C a 135°C, se procede a revisar su temperatura para permitir a colocar su tendido.

##### 4.11.1. Equipos

Finisher

Rodillo liso de doble tambor

Rodillo de neumático

Barredora

##### 4.11.2. Procedimiento

La comunicación con la planta de asfalto es esencial para su proceso de colocación.

Se coloca la Finisher en la vía y se procede a ajustar a su respectivo ancho y espesor, la volqueta coloca el asfalto en su tolva donde es transportada por un banda y llevada a la partes de tras donde el tornillo transportador reparte de forma uniforme la mezcla asfáltica.



**Ilustración 72:** Mezcla asfáltica en obra

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

Se procede a compactar con el rodillo liso doble tambor y atrás el rodillo de neumático.



**Ilustración 73:** Compactación de la mezcla asfáltica

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

En algunos sectores de la obra se procedió a colocar su tendido a mano ya que nos encontramos con pendientes altas.

#### 4.12 Densidad de campo

Se realizara densidades de campo cada 500 m2 con el decímetro nuclear comprobando q se encuentre en un buen porcentaje de compactación en caso que sea menos del 97% se revisara otros puntos y se comunicara al contratista.



**Ilustración 74:** Densidad de Campo al asfalto

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

#### 4.13 Núcleo de asfalto

Se sacara núcleos de asfaltos para comprobar sus espesores y a la vez se usara para desarrollar el módulo rigidez dinámico.



Ilustración 75: Núcleos de asfalto

Fuente: Armando Herrera Valladares

#### 4.14 Módulo rigidez dinámico

Indica la capacidad de distribuir la carga y proteger las capas subyacentes por lo que es una propiedad dominante en el comportamiento del pavimento. Su evaluación en el equipo NAT se realiza a la temperatura de 20°C, empleando un nivel de deformación controlada de 5 micrones y ondas haversine con intervalo de tiempo entre el inicio del pulso de carga y el punto en el que la carga es máxima de 0,12 segundos, se hará un ensayo de tres núcleos cada 15.000m<sup>2</sup>.

Los resultados que estén por encima de 3.000 Mpa serán considerados una mezcla bien elaborada y bien compactada, los resultados  $q$  den entre 2.000 y 3.000 Mpa corresponden a una mezcla asfáltica o una compactación con algún tipo de inconveniente y los valores inferiores a 2.000 corresponden a una mezcla asfáltica con deficiente compactación.



**Ilustración 76:** Módulo de rigidez

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

**Tabla 9:** Resultados módulo de rigidez

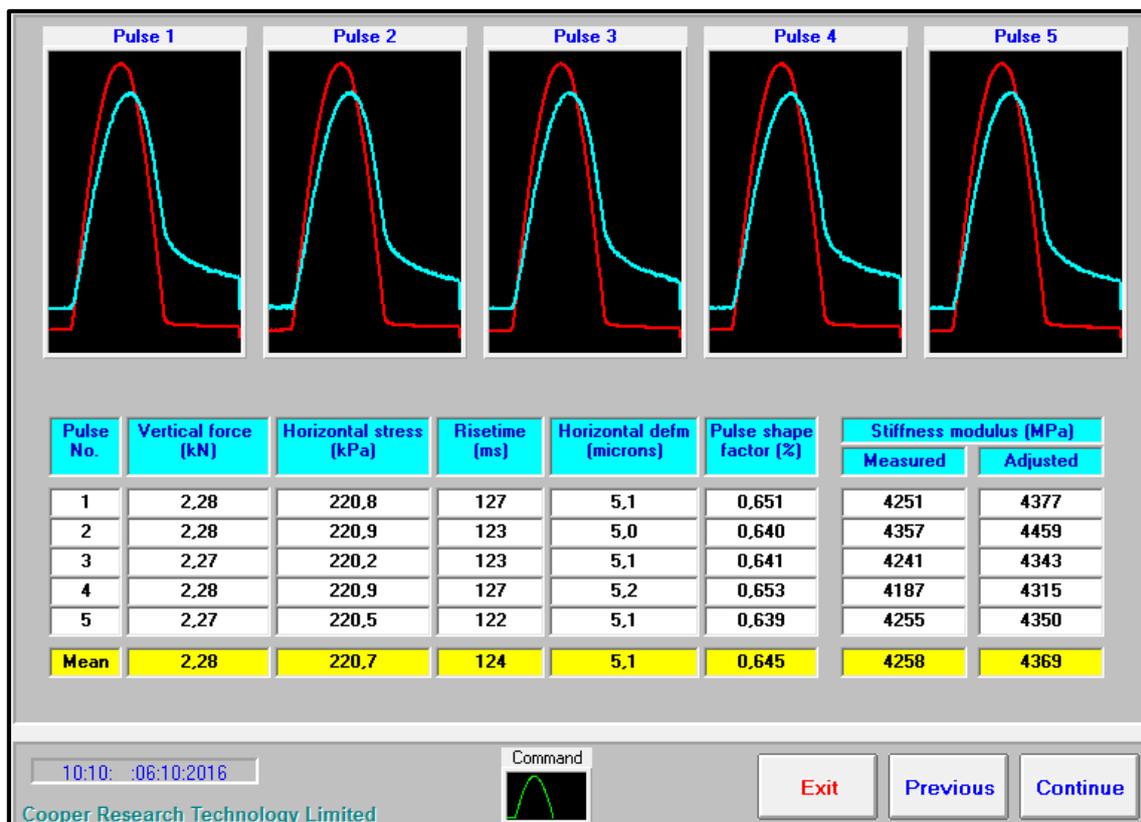
MUESTRAS	MÓDULO DE RIGIDEZ 20 °C (MPa)
1	4369
2	4070
3	3756
4	5098
5	4664
PROMEDIO	4351
DES. ESTANDAR	476
COEF. VARIACIÓN	10,9

**Fuente:** Laboratorio de asfalto (universidad catolica de Guayaquil)

**Elaborado:** Armando Herrera Valladares

#### 4.14.1 Resultados directamente del NAT

Módulo de rigidez. Núcleo 1



**Ilustración 77:** Resultado 1(módulo de rigidez)

**Fuente:** Armando Herrera Valladares

## Módulo de rigidez. Núcleo 2

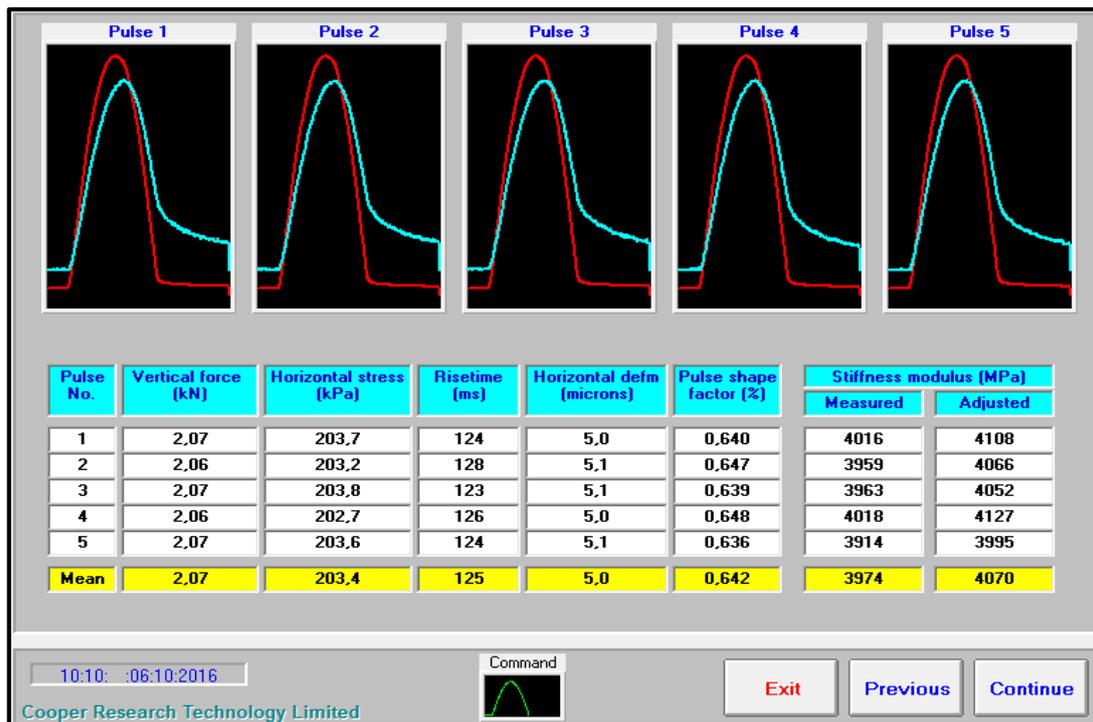


Ilustración 78: Resultado 2 (módulo de rigidez)

Fuente: Armando Herrera Valladares

## Módulo de rigidez. Núcleo 3

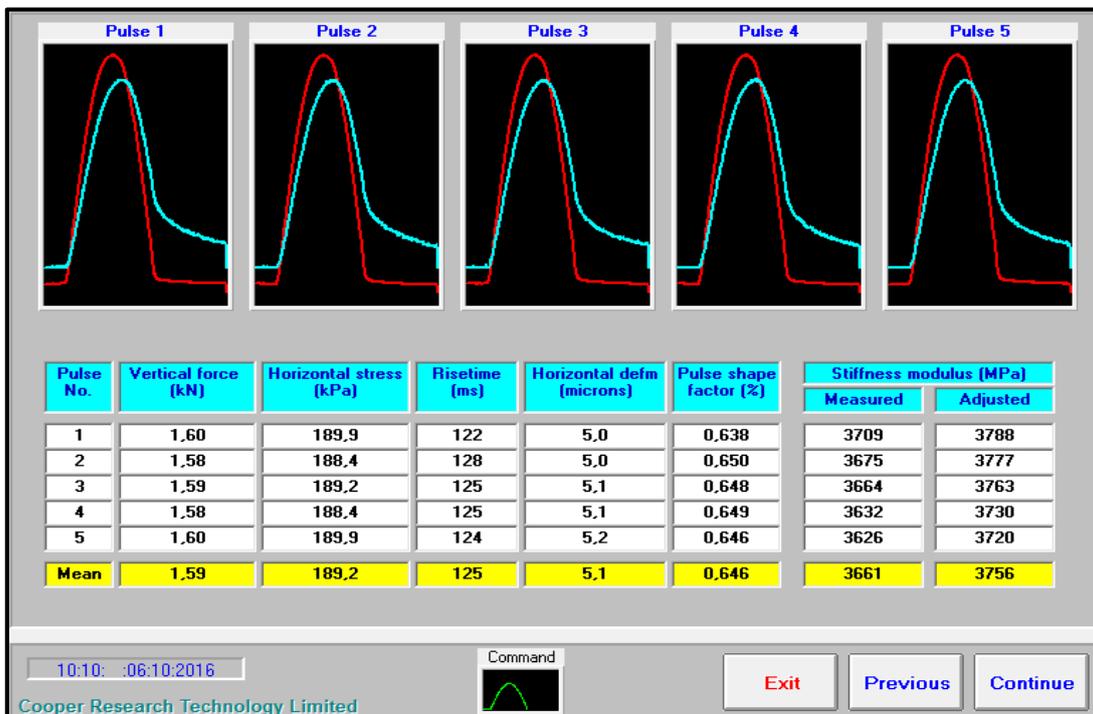


Ilustración 79: Resultado 3 (módulo de rigidez)

Fuente: Armando Herrera Valladares

## Módulo de rigidez. Núcleo 4

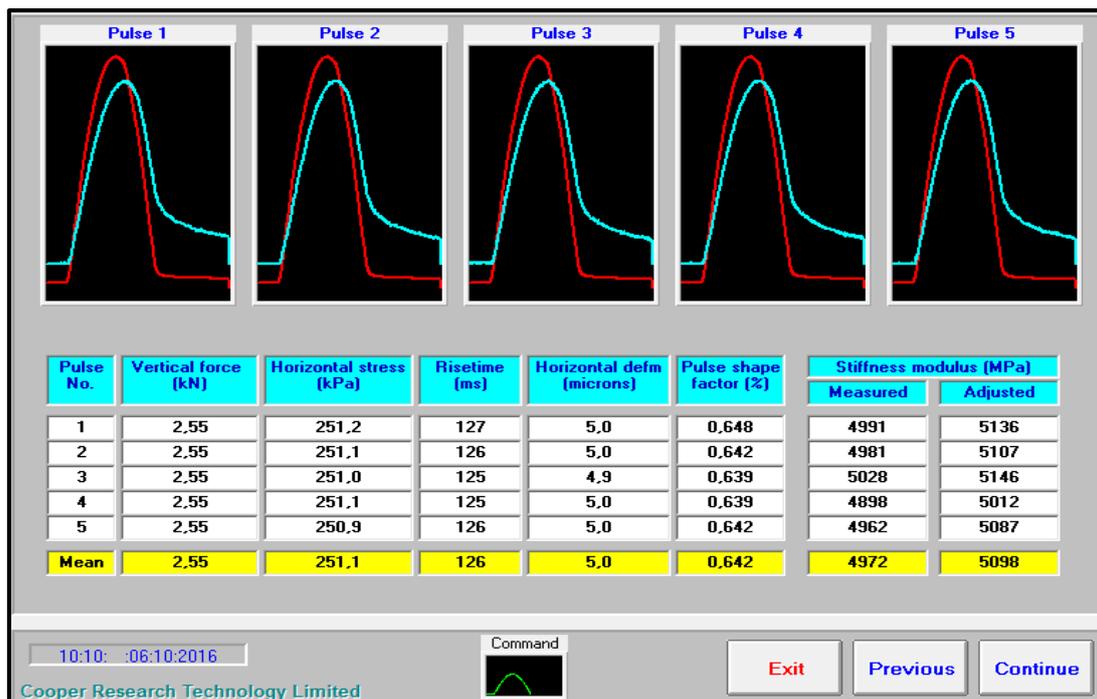


Ilustración 80: Resultado 4 (módulo de rigidez)

Fuente: Armando Herrera Valladares

## Módulo de rigidez. Núcleo 5

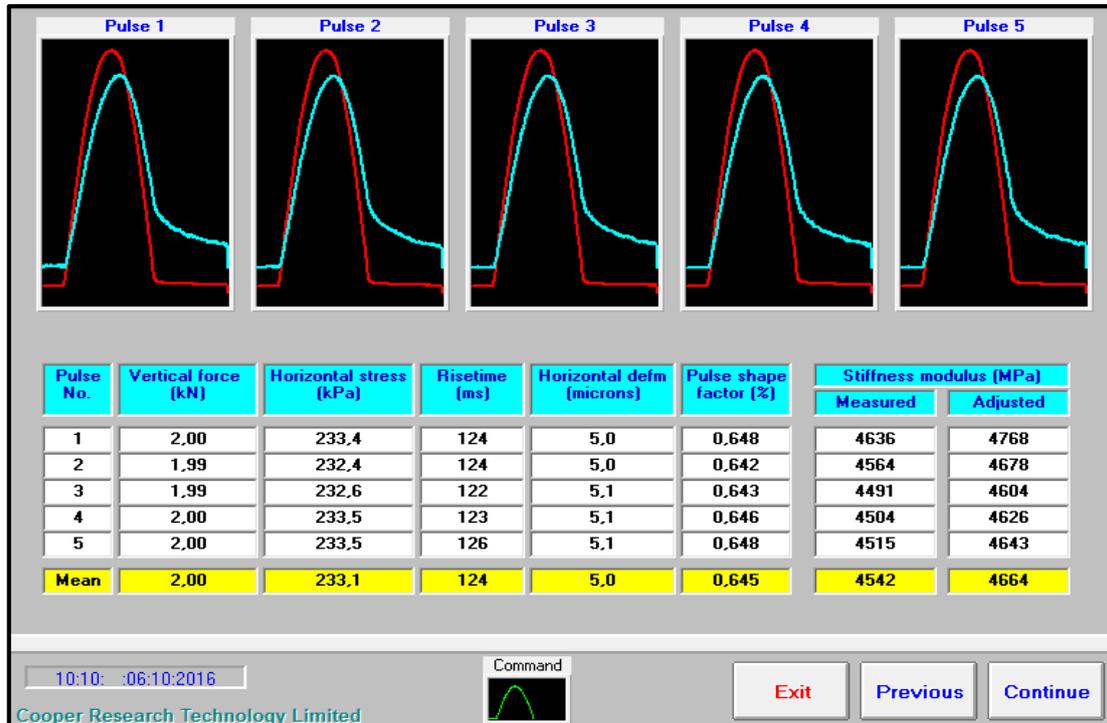
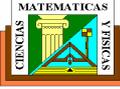


Ilustración 81: Resultado 5 (módulo de rigidez)

Fuente: Armando Herrera Valladares

## 4.15 Check list

Tabla 10: Hoja de Cálculo de Check list

		<b>Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas</b> <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b> <b>ING. DR. ARNALDO RUFFILLI</b>			
<b>CHECK LIST</b>					
<b>TIPO DE CEMENTO ASFALTICO (AC-20)</b>					
<b>Norma del Ensayo: NTE INEN - 917 (Min 60 - 70 Max)dmm</b> <b>Ensayo de Penetracion de materiales bituminosos</b>		Ejecucion:		Si	No
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultados: _____ Observacion: _____					
<b>Norma del Ensayo: NTE INEN - 916 (Min 100 cm)</b> <b>Ensayo de Determinacion Ductilidad</b>		Ejecucion:		Si	No
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultados: _____ Observacion: _____					
<b>Norma del Ensayo: AASHTO T 53-96 (Min 48 - 57 Max) °c</b> <b>Ensayo de Punto de Ablandamiento</b>		Ejecucion:		Si	No
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultados: _____ Observacion: _____					
<b>Norma del Ensayo: NTE INEN - 808 (Min 232°C)</b> <b>Ensayo de Punto de Inflamacion</b>		Ejecucion:		Si	No
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultados: _____ Observacion: _____					
<b>MEZCLA ASFALTICA CALIENTE</b>					
<b>Observaciones en Campo</b>				Ejecucion:	
<b>Imprimacion de la via 24 Horas antes de la colocacion del asfalto</b>				Si	No
<b>Temperatura del Asfalto llegada a obra que sea de 120°C a 150°C</b>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Maquinaria Minima</b>					
Finisher	<input type="checkbox"/>	Rodillo de Neumatico	<input type="checkbox"/>		
Rodillo liso	<input type="checkbox"/>	Barredora	<input type="checkbox"/>		
Observacion: _____					
<b>Ensayo Marshall ASTM D-1559</b>					
# de Golpes	_____	% de Vacio	_____		
Estabilidad	_____	Flujo	_____		
V.A.M. %	_____	V.F.A.%	_____		
<b>Extracion Nucleos</b>					
Calle:	_____				
Abscisa:	_____				
Observacion:	_____				
<b>Densidad de Campo &gt; 97%</b>					
Calle:	_____				
Abscisa:	_____				
Observacion:	_____				
<b>Modulo de Rigidez ASTM D-4123 &gt;3.000 MPA</b>				Ejecucion:	
				Si	No
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultados: _____ Observacion: _____					

Fuente: Laboratorio de suelos Ing. Dr Arnaldo Ruffilli

Elaborado: Armando Herrera Valladares

## Capítulo V

### Conclusiones y recomendaciones

#### 5.1 Conclusiones

- Se determinó las actividades relevantes, en el proceso de colocación de mezcla asfáltica en obra:
  - Imprimación de vía
  - Colocación de la carpeta asfáltica
  - Extracción de Núcleos
  - Densidad de campo
  - Módulo de rigidez

Lo cual lo se revisó sus resultados y se llevó a la conclusión que cuando se realizó la extracción de núcleos de asfalto unas de sus calles no cumplían con su espesor especificado en el contrato (2 pulg.) se observa en la foto que su espesor es mayor de lo contratado.



**Ilustración 82:** medición de núcleos de asfalto

**Elaborado:** Armando Herrera Valladares

Se anexan más fotos de extracción de asfalto de bastión popular

- En el proceso de esta investigación se detalló las pruebas de control que se realizan a las mezclas asfálticas antes, durante y después de su colocación

**Cemento Asfáltico:**

- Ensayo de Penetración
- Ensayo de Ductilidad
- Ensayo de Punto de Ablandamiento
- Ensayo de Inflamación e Combustión
- Ensayo de Peso específico

Una vez revisado los ensayos que se realizó al cemento asfáltico se llevó a la conclusión que está cumpliendo todas sus especificaciones técnicas que nos pide la MOP-001-F-2002

**Mezcla Asfáltica:**

La mezcla asfáltica se recoge en obra y se lleva al laboratorio para sus respectivos ensayos:

- Ensayo de porcentaje de extracción de asfalto
- Ensayo Rice
- Ensayo Marshall
- Ensayo de Granulometría
- Ensayo de Modulo de rigidez

Una vez realizado todos los ensayos de laboratorios se llevó a cabo el control de calidad de estos ensayos lo cual demuestra que cumplen todos los parámetros exigido en la MOP-001-F-2002.

Para mejor control se le pidió a la empresa encargada del despacho de la mezcla asfáltica en caliente el diseño en el cual trabaja y despacha a obra, la que también se revisó y se comparó con sus especificaciones técnicas.

Este diseño de la empresa encargada de la venta de la mezcla asfáltica se encuentra en los anexos. (Anexos G)

- Se realizó un check-list basado en los ensayos de laboratorio, elaborado al cemento asfáltico y a la mezcla asfáltica caliente con sus respectivas normas, para así hacer cumplir sus especificaciones técnicas. Este check-list es sencillo y rápido de llenar lo cual le facilita chequear y cumple sus respectivas Especificaciones Técnicas.

## **5.2 Recomendaciones**

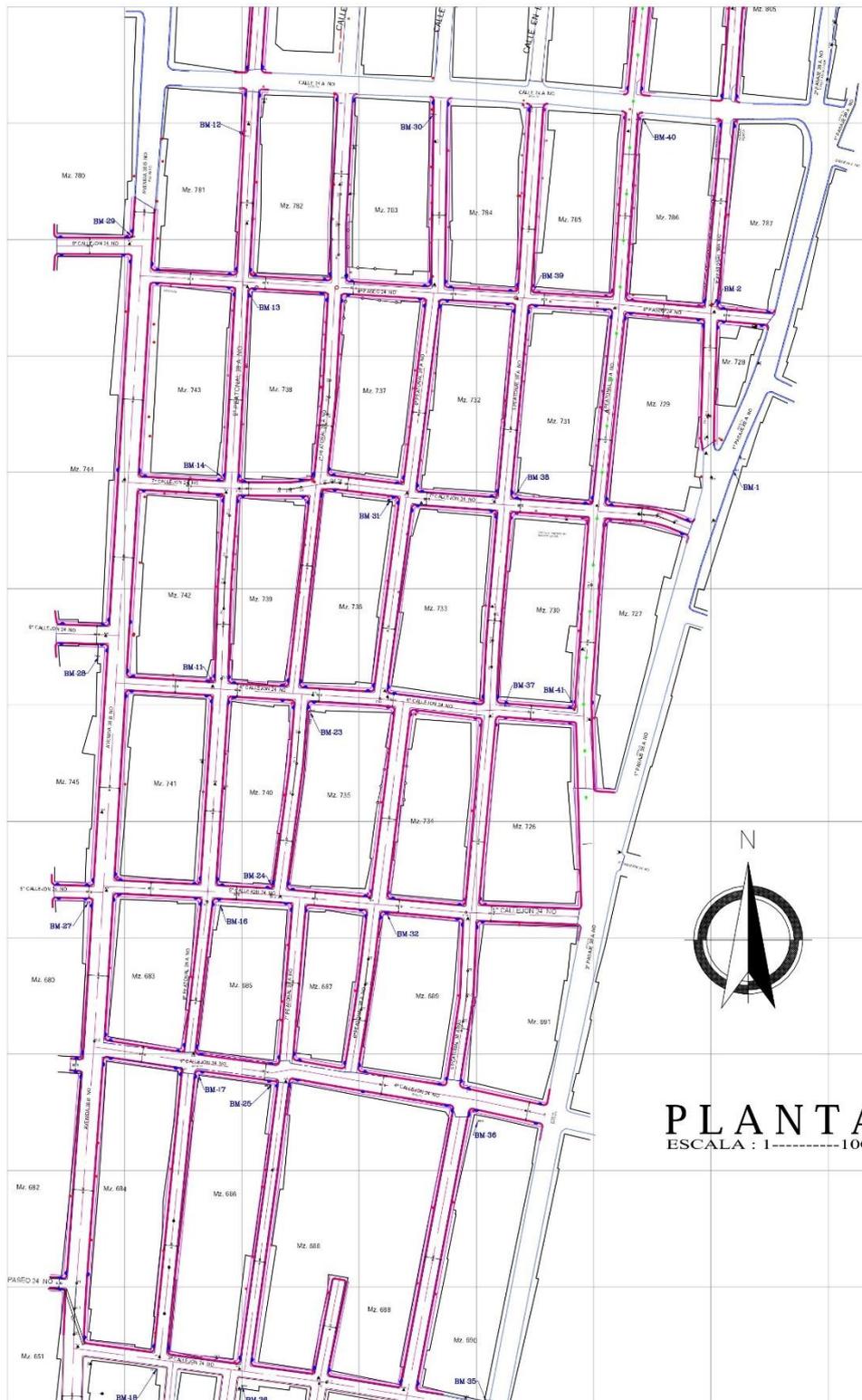
- Utilizar el procedimiento adecuado para la colocación de mezcla asfáltica detallado en este trabajo de titulación
- Cumplir con las especificaciones técnicas y la correcta colocación de mezcla asfáltica para así poder aprovechar al máximo la vida útil de la mezcla asfáltica
- Supervisar los trabajos de colocación de mezcla asfáltica para que se cumpla con la realización de los ensayos correspondientes
- Utilizar el check-list para que sirva como fuente de información al momento de realizar el control en obra
- El anexo F Tabla 10.1 de fallas que se realizara a la mezcla asfáltica en caso que no cumplan sus especificaciones técnicas

## Anexos

### Anexos A: Plano del sector 38 (Bastión Popular)



## Anexos B: Plano del sector 37 (Bastión Popular



Anexos C: Tabla de factor de Corrección de Marshall

TABLE III-1- STABILITY CORRELATION RATIOS

Volume of Specimen, cm <sup>3</sup>	Approximate Thickness of Specimen,		Correlation Ratio
	mm	in.	
200 to 213	25.4	1	5.56
214 to 225	27.0	1 1/16	5.00
226 to 237	28.6	1 1/8	4.55
238 to 250	30.2	1 3/16	4.17
251 to 264	31.8	1 1/4	3.85
265 to 276	33.3	1 5/16	3.57
277 to 289	34.9	1 3/8	3.33
290 to 301	36.5	1 7/16	3.03
302 to 316	38.1	1 1/2	2.78
317 to 328	39.7	1 9/16	2.50
329 to 340	41.3	1 5/8	2.27
341 to 353	42.9	1 11/16	2.08
354 to 367	44.4	1 3/4	1.92
368 to 379	46.0	1 13/16	1.79
380 to 392	47.6	1 7/8	1.67
393 to 405	49.2	1 15/16	1.56
406 to 420	50.8	2	1.47
421 to 431	52.4	2 1/16	1.39
432 to 443	54.0	2 1/8	1.32
444 to 456	55.6	2 3/16	1.25
457 to 470	57.2	2 1/4	1.19
471 to 482	58.7	2 5/16	1.14
483 to 495	60.3	2 3/8	1.09
496 to 508	61.9	2 7/16	1.04
509 to 522	63.5	2 1/2	1.00
523 to 535	64.0	2 9/16	0.96
536 to 546	65.1	2 5/8	0.93
547 to 559	66.7	2 11/16	0.89
560 to 573	68.3	2 3/4	0.86
574 to 585	71.4	2 13/16	0.83
586 to 598	73.0	2 7/8	0.81
599 to 610	74.6	2 15/16	0.78
611 to 625	76.2	3	0.76

**Anexos D:** Tabla de Control de Calidad para ensayo Marshall

**TABLA 405.5.4**



<b>TIPO DE TRAFICO</b>	<b>Muy Pesado</b>		<b>Pesado</b>		<b>Medio</b>		<b>Liviano</b>	
<b>CRITERIOS MARSHALL</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
No. De Golpes/Cara	75		75		50		50	
Estabilidad (libras)	2200	----	1800	----	1200	----	1000	2400
Flujo (pulgada/100)	8	14	8	14	8	16	8	16
% de vacíos en mezcla								
- Capa de Rodadura	3	5	3	5	3	5	3	5
- Capa Intermedia	3	8	3	8	3	8	3	8
- Capa de Base	3	9	3	9	3	9	3	9
% Vacíos agregados	VER TABLA 405-5.5							
Relación filler/betún	0.8	1.2	0.8	1.2				
% Estabilidad retenida luego 7 días en agua temperatura ambiente								
- Capa de Rodadura	70	----	70	----				
- Intermedia o base	60	----	60	----				

**Anexos E: Fotos de extracción de núcleos de asfalto**



## Anexos F: Tablas de falla en pavimentos flexibles

TABLA 10.1 FALLAS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES-DEFORMACIONES			
Tipo de deformación	Descripción	Causas posibles de la falla	Criterio general de reparación
1.- Asentamientos a) Longitudinales simples y dobles	Depresiones longitudinales continuas a lo largo de las huellas de tránsito, con o sin levantamiento de las áreas adyacentes	Cargas de tránsito muy pesados para las cuales el espesor total del pavimento es insuficiente. Pobre calidad y saturación del suelo. Falla de estabilidad de las capas de pavimento.	En las zonas de mayor deterioro, remover el pavimento y reconstruir las partes afectadas. Colocar una sobrecapa de refuerzo previa nivelación de la superficie del pavimento existente. Si la subrasante se encuentra saturada, colocar dispositivos de subdrenaje.
b) Transversales	Depresiones localizadas del pavimento perpendicularmente al eje de la vía	Deficiencia de compactación en terraplenes de acceso a obras de arte, en transiciones corte-terraplenes zanjas excavadas por compañía de servicios públicos. Deficiencias de compactación de alguna capa de pavimento en una franja determinada. Saturación de la subrasante	Levantar el pavimento en las zonas afectadas hasta la copa deficientemente compactada, desinfectarla adecuadamente y reconstruir el pavimento. Si esto no es posible, renivelar sistemáticamente con una mezcla asfáltica hasta obtener el perfil adecuado instalar dispositivos de subdrenaje.
2.- Baches	Depresiones localizadas del pavimento, generalmente de forma circular o parecida a ella. No se advierten pérdidas de materiales del pavimento	Drenaje subterráneo deficiente, contaminación y/o heterogeneidad de las capas del pavimento, así como densidad local insuficiente.	Ejecución de un parche, reemplazando los materiales inadecuados. Si el tránsito lo impide, efectuar renivelaciones sistemáticas con concreto asfáltico.
3.- Abultamiento	Ondulaciones de la superficie, por lo general perpendiculares al eje de la vía	Baja estabilidad de la capa asfáltica, la cual ha sido sometido a carga pesadas. Si se trata de una mezcla en vía posible falta de curado en la mezcla. Zonas de frenado y estacionamiento. Deslizamiento de las carpetas sobre la base, debido a un riego de liga excesivo.	Si la capa de rodadura es un tratamiento superficial, mezclarla con la base y recompactarla antes de colocar una nueva capa asfáltica. Si la capa asfáltica es gruesa, lo más conveniente es remover la capa, recompactar la base y colocar una nueva carpeta.
4.- Desplazamiento	Corrimientos y distorsiones de la capa asfáltica en los bordes del pavimento	Falta de adherencia de la capa de rodadura. Falta de concentración por las bermas. Tránsito pesado y contaminación de las capas granulares. Baja estabilidad de la capa de rodadura	Reconstrucción de las zonas de pavimento afectadas y construcción o reparación de bermas.

**TABLA 10.1  
FALLAS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES-FISURAS Y GRIETAS.**

5.- Piel de cocodrilo	Fisuras o grietas interconectadas formando polígonos de tamaño variable, semejando una malla o piel de cocodrilo.	Cumplimiento de la vida útil del pavimento. Pavimento estable sobre subrasante elásticas. Transito muy pesado para el espesor del pavimento existente. Asfalto muy duro o en calidad deficiente.	Colocación de una sobrecapa para prolongar la vida del pavimento. Si se advierten deficiencias de drenaje, instalar dispositivos adecuados, remover el material húmedo y reemplazarlo por uno adecuado.
6.- Lenguetas	Grietas parabólicas en la capa asfáltica en el sentido de viaje de los vehículos	Adherencia inadecuada entre la capa de rodadura y la base Transito pesado y muy lento	Si las grietas son muy pequeñas, sellarlas con un producto asfáltico. Si son pronunciadas remover la capa superficial hasta buena liga entre las dos capas y luego hacer un parche.
7.- Rectilíneas a) Longitudinales	Fisuras y grietas paralelas al eje del pavimento, en general cerca al borde y a las huellas del transito.	Asentamientos de terraplenes. Cambios diferenciales de humedad en los suelos de subrasante. Deficiencias de drenaje superficial. Circulación de vehículos pesados muy cerca del borde del pavimento. Falta de sobre ancho en la base. Bermas muy angostas en zonas de terraplén	Si el problema es el agua, colocar dispositivos de drenaje. Las grietas deben sellarse con asfalto liquido y arena. Si se han producido asentamientos en el borde, recuperar el nivel con una capa asfáltica. Si el terraplén es muy angosto, ampliarlo.
b) Transversales	Fisuras y grietas perpendiculares al eje del pavimento	Juntas de trabajo deficientes. Asentamientos en el contacto corte-terraplén. Espesor insuficiente de pavimento.	Sellado de grietas. Si hay insuficiencia de espesor, colocar una sobrecapa.
8.- Otros a) Por reflexión	Fisuras y grietas de tamaños y dirección irregular en la superficie.	Contratación de bases de suelocemento que se refleja en la superficie. Ampliación descalzadas. Sobrecapas asfálticas construidas sobre pavimentos rígidos	Si son pequeñas, no es necesario tomar ninguna acción. Si tiene cierto tamaño, sellarlas.
b) En bloque	Fisuras y grietas formando polígonos de bordes regulares, con ángulos por lo general rectos.	Generalmente mezclas asfálticas de agregado fino con alto contenido de asfalto de baja penetración. Falta de transito de la vía	Sellar las grietas con un producto adecuado y colocar un tratamiento superficial.

## ANEXOS G: Diseño de Mezcla Asfáltica

### LABORATORIO DE SUELOS Y MEZCLAS ASFALTICAS DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA

O B R A : Lico 026- 2015 Bastion Popular

CONTRATANTE

FISCALIZA:

PLANTA : UDM - 600 CAT ; TEREX

FECHA : ABRIL 2017

#### 1.- CARACTERISTICAS DE DISEÑO

TAMAÑO NOMINAL 1/2" - TABLA 405-5.1 - ESPESOR > 5 CM

##### A) Tipo de Material

Agregados 3/8"	32%
Agregados #89	28%
Arena #1	26%
Arena Natural	14%

##### B) Combinada de Mezcla

Tamices		% Pasante	Faja de Control		
19,00	3/4"	100,0	100,0		100
12,50	1/2"	100,0	92,0	- 100,0	90 - 100
9,50	3/8"	92,6	85,6	- 99,6	
4,75	4	55,5	48,5	- 62,5	44 - 74
2,36	8	39,8	33,8	- 45,8	28 - 58
1,18	16	24,3	18,3	- 30,3	
0,60	30	20,4	15,4	- 25,4	
0,30	50	13,1	8,1	- 18,1	5 - 21
0,15	100	8,4	4,4	- 12,4	
0,075	200	6,5	3,5	- 9,5	2 - 10

Gravedad Especifica de Masa	=	2,298
Gravedad Especifica Efectiva	=	2,397
Gravedad Especifica Aparente	=	2,541
Porcentaje de Asfalto Absorbido	=	1,82%

##### C) Control de Diseño

Propiedad	Valor Obtenido	Especificaciones	
		Mínimo	Máximo
Vacios ( % )	4,00	3,00	5,00
V.M.A. ( % )	15,20	15,00	----
Estabilidad ( Lbs. )	2,39	1.800	----
Flujo	11,20	8,00	14,00

**Contenido Optimo Asfalto : 7,14%**

RELACIÓN FILLER 0.90%

Temperatura de mezcla en planta 140 - 150 °C.

Ensayo ASTM D - 3625 > 95% Aceptable.

Aditivo Kaomin = 0,3% del contenido optimo de diseño.

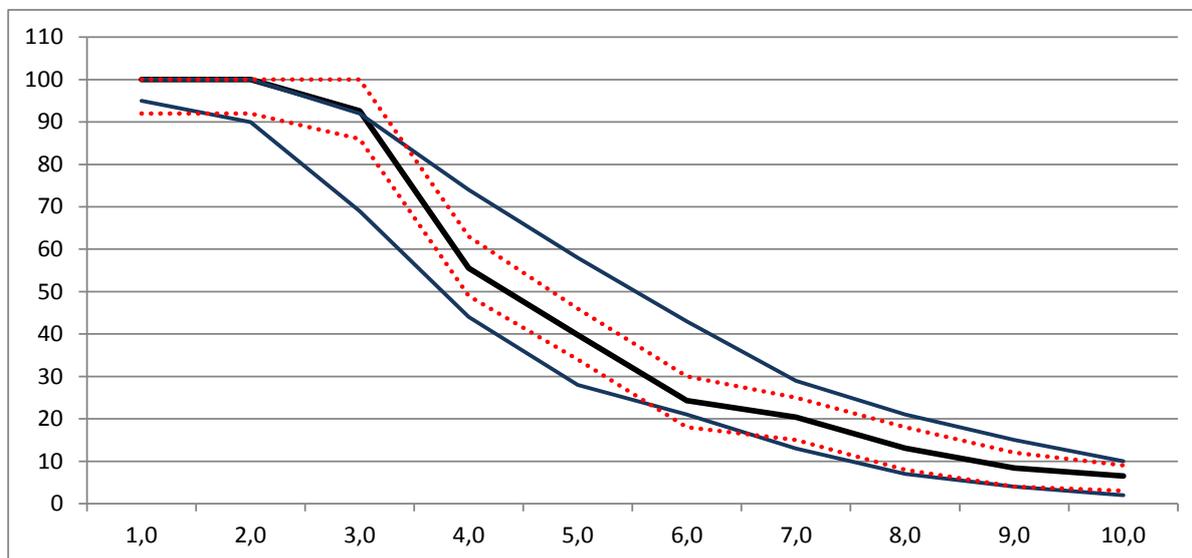
Los materiales empleados en el presente diseño de mezcla asfáltica proviene de Cantera Durán , ubicada en Km. 1.5 vía Durán - Tambo y Arena del río Chimbo , aprobadas por Ministerio de Obras Públicas; los mismos que han sido sometidos a todos los ensayos y tolerancias establecidas en las especificaciones del MOP-001-F-2002 y que constan en el Manual del Instituto Norteamericano de Asfalto.

PROYECTO: _____	<b>DISEÑO TAMAÑO NOMINAL 1/2"</b>	FECHA : ABRIL 2017
-----------------	-----------------------------------	--------------------

Tamaño del Tamiz	Porcentaje Usado	TAMAÑO DEL TAMIZ PORCENTAJE QUE PASA										
		1	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No.16	No. 30	No. 50	No. 100	No. 200
Aridos 3/8"			100,0	100,0	79,6	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aridos 89			100,0	100,0	97,3	61,8	40,6	24,3	20,4	15,7	12,9	11,0
Arena 1			100,0	100,0	100,0	93,8	62,2	30,1	24,4	17,2	13,2	10,4
Arena Natural			100,0	100,0	99,4	95,2	87,0	69,1	60,0	29,9	10,1	4,7
Especificaciones Deseadas												

**GRADUACION COMBINADA PARA MEZCLAS - PRUEBA No.**

Tamaño del Tamiz	Porcentaje Usado	TAMAÑO DEL TAMIZ PORCENTAJE QUE PASA										
		1	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No.16	No. 30	No. 50	No. 100	No. 200
Aridos 3/8"	32%		32,0	32,0	25,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aridos 89	28%		28,0	28,0	27,2	17,3	11,4	6,8	5,7	4,4	3,6	3,1
Arena 1	26%		26,0	26,0	26,0	24,4	16,2	7,8	6,3	4,5	3,4	2,7
Arena Natural	14%		14,0	14,0	13,9	13,3	12,2	9,7	8,4	4,2	1,4	0,7
			<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>92,6</b>	<b>55,5</b>	<b>39,8</b>	<b>24,3</b>	<b>20,4</b>	<b>13,1</b>	<b>8,4</b>	<b>6,5</b>
Especificaciones Deseadas			<b>100</b>	<b>100</b>		<b>74</b>	<b>58</b>			<b>21</b>		<b>10</b>
Faja de Trabajo			<b>95</b>	<b>90</b>		<b>44</b>	<b>28</b>			<b>7</b>		<b>2</b>
			<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>63</b>	<b>46</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>9</b>
			<b>92</b>	<b>92</b>	<b>86</b>	<b>49</b>	<b>34</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>3</b>



**PROYECTO:** Lico 026-2015  
**DISEÑO TAMAÑO NOMINAL 1/2"**  
**FECHA : ABRIL 2017**

**GRAVEDADES ESPECIFICAS**  
**Material Pasa Tamiz 1" retiene Tamiz No. 4**

Peso Secado al horno	=		5100 gr.
Peso Saturado seco	=		5330 gr.
Peso en Agua material saturado	=		3097 gr.
Gravedad BULK	=	$\frac{5100}{5330 - 3097}$	= 2,284 gr/cm3
Gravedad S.S.S.	=	$\frac{5330}{5330 - 3097}$	= 2,387 gr/cm3
Gravedad Aparente	=	$\frac{5100}{5100 - 3097}$	= 2,546 gr/cm3
% de Absorción	=	$\frac{5330 - 5100}{5100}$	= 4,51%

**GRAVEDADES ESPECIFICAS**  
**Material Pasa Tamiz No. 4 retiene Tamiz No.200 (Arena Natural)**

Peso Secado al horno	=		491,0 gr.
Volumen del Picnómetro	=		500,0 gr.
Agua Añadida	=		301,0 gr.
Gravedad BULK	=	$\frac{491}{500-301}$	= 2,467 gr/cm3
Gravedad S.S.S.	=	$\frac{500}{500-301}$	= 2,513 gr/cm3
Gravedad Aparente	=	$\frac{491}{491-301}$	= 2,584 gr/cm3
% de Absorción	=	$\frac{500-491}{491}$	= 1,83%

### GRAVEDADES ESPECIFICAS

Material que pasa tamiz No. 4 y retiene tamiz No.200 Finos  
CHISPA )

( #89 -

Peso Secado al horno = 479,0 gr.  
Volumen del Picnómetro = 500,0 gr.  
Agua Añadida = 288,0 gr.

$$\text{Gravedad BULK} = \frac{479}{500 - 288} = 2,259 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Gravedad S.S.S.} = \frac{500}{500 - 288} = 2,358 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Gravedad Aparente} = \frac{479}{479 - 288} = 2,508 \text{ gr/cm}^3$$

$$\% \text{ de Absorción} = \frac{500 - 479}{479} = 4,38\%$$

### GRAVEDADES ESPECIFICAS

Material que pasa tamiz No. 4 y retiene tamiz No.200 (Arena # 1)

Peso Secado al horno = 480,0 gr.  
Volumen del Picnómetro = 500,0 gr.  
Agua Añadida = 289,0 gr.

$$\text{Gravedad BULK} = \frac{480}{500 - 289} = 2,275 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Gravedad S.S.S.} = \frac{500}{500 - 289} = 2,370 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Gravedad Aparente} = \frac{480}{480 - 289} = 2,513 \text{ gr/cm}^3$$

$$\% \text{ de Absorción} = \frac{500 - 480}{480} = 4,17\%$$

**PROYECTO:** Lico 026-2015  
**DISEÑO TAMAÑO NOMINAL 1/2"**  
**FECHA :** ABRIL 2017

**GRAVEDAD ESPECIFICA MEZCLA ASFALTICA  
RICE**

**C. Asfalto** = 7,00%  
**P. E. Asfalto** = 1,014  
**P. Asfalto** = 70

Peso del material 1000,0  
 Peso del Picnómetro + Agua 7316,0  
 Peso Picnómetro + Agua + Material 7859,0

$$\text{RICE : } \frac{1000}{1000 + 7316 - 7859} = 2,188$$

**GRAVEDAD ESPECIFICA EFECTIVA**

$$\text{EFECTIVA} \frac{93}{\frac{100}{2,188} - \frac{7,0}{1,014}} = 2,397$$

$$\text{MASA } 3/8" \frac{100}{\frac{38,2}{2,261} + \frac{61,8}{2,259}} = 2,259$$

**GRAVEDAD ESPECIFICA MASA**

$$\text{MASA} \frac{100}{\frac{32,0}{2,284} + \frac{28,0}{2,259} + \frac{26,0}{2,275} + \frac{14,0}{2,467}} = 2,298$$

**GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE**

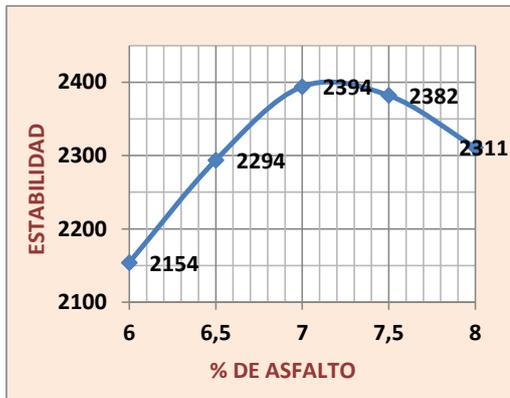
$$\text{APARENTE} \frac{100}{\frac{32,0}{2,546} + \frac{28,0}{2,539} + \frac{26,0}{2,513} + \frac{14,0}{2,584}} = 2,541$$

$$\text{PORCENTAJE DE ABSORCION} \quad 100 \times \frac{2,397 - 2,298}{2,397 \times 2,298} \times 1,014 = 1,82\%$$

**PROYECTO:** Lico 026-2015  
**DISEÑO TAMAÑO NOMINAL 1/2"**  
**FECHA :** ABRIL 2017

DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE METODO MARSHALL																			
Número de golpes por		75		Constante		6,360		Gravedad Específica BULK promedio de agregados		2,298									
Gravedad Específica de		1,014		C.A. Absorbido por el agregado seco		1,82%													
MUESTRA	% DE ASFALTO	PESO EN GRAMOS			VOLUMEN c.c.	PESO ESPECIFICO			ASFALTO ABSORBIDO %	% EN VOLUMEN			V.A.M. %	% DE ASFALTO EFECTIVO	V.F.A. %	FACTOR CORREC	ESTABILIDAD		FLUJO
		AIRE SECO	AGUA	AIRE S.S.S.		BULK PROBETA	MAXIMO TEORICO	MAXIMO MEDIDO		AGREG.	VACIOS	C.A.					DIAL	CORREG.	
1		1166	603	1170	567	2,056										0,86	2489	2141	8
2		1172	607	1176	569	2,060										0,86	2522	2169	9
3		1155	599	1160	561	2,059										0,86	2502	2152	8
<b>Promedio</b>	6,0					<b>2,058</b>	<b>2,136</b>	<b>2,216</b>	<b>1,790</b>	<b>84,18</b>	<b>7,13</b>	<b>8,69</b>	<b>15,82</b>	<b>5,02</b>	<b>54,93</b>			<b>2154</b>	<b>8</b>
4		1155	603	1159	556	2,077										0,89	2555	2274	9
5		1182	618	1186	568	2,081										0,86	2633	2264	10
6		1162	609	1166	557	2,086										0,89	2633	2343	9
<b>Promedio</b>	6,5					<b>2,081</b>	<b>2,124</b>	<b>2,202</b>	<b>1,790</b>	<b>84,67</b>	<b>5,50</b>	<b>9,83</b>	<b>15,33</b>	<b>5,52</b>	<b>64,12</b>			<b>2294</b>	<b>9</b>
7		1188	625	1191	566	2,099										0,86	2735	2352	11
8		1146	603	1150	547	2,095										0,89	2669	2375	11
9		1202	632	1205	573	2,098										0,86	2855	2455	11
<b>Promedio</b>	7,0					<b>2,097</b>	<b>2,111</b>	<b>2,188</b>	<b>1,790</b>	<b>84,87</b>	<b>4,16</b>	<b>10,97</b>	<b>15,13</b>	<b>6,02</b>	<b>72,50</b>			<b>2394</b>	<b>11</b>
10		1166	613	1169	556	2,097										0,89	2677	2383	13
11		1192	626	1195	569	2,095										0,86	2777	2388	12
12		1186	623	1190	567	2,092										0,86	2762	2375	12
<b>Promedio</b>	7,5					<b>2,095</b>	<b>2,099</b>	<b>2,175</b>	<b>1,790</b>	<b>84,33</b>	<b>3,68</b>	<b>11,99</b>	<b>15,67</b>	<b>6,52</b>	<b>76,52</b>			<b>2382</b>	<b>12</b>
13		1189	622	1191	569	2,090										0,86	2692	2315	14
14		1212	633	1214	581	2,086										0,83	2756	2287	14
15		1190	624	1192	568	2,095										0,86	2711	2331	14
<b>Promedio</b>	8,0					<b>2,090</b>	<b>2,087</b>	<b>2,161</b>	<b>1,790</b>	<b>83,67</b>	<b>3,29</b>	<b>13,04</b>	<b>16,33</b>	<b>7,02</b>	<b>79,85</b>			<b>2311</b>	<b>14</b>

PROYECTO: Lico 026  
DISEÑO TAMAÑO NOMINAL 1/2"  
FECHA : ABRIL 2017



## Bibliografía

Benedetto, V. M. (2012). *Control de calidad de los materiales en obras del tramo 1 de atopista la verota-kempis*. Sartenejas.

Fonseca, A. M. (2012). *Ingeniería de Pavimentos*. Colombia: tomo 1.

Kelsen, H. L. (2013). *Geometría y derecho: la pirámide kelseniana y el círculo en el derecho de los pueblos de abya yala*. México: Colofon, s. f.

Ordoñez, J. E. (s.f.).

MOP-001-F-2002 *Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes*

*Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en Caliente*

*Serie de Manuales No. 22(MS-22)*



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**GENERALES DE INGENIERIA**

ANEXO 10



**Presidencia  
de la República  
del Ecuador**



**Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes**



**SENESCYT**  
Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia,  
Tecnología e Innovación

## **REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGIA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS / TRABAJO DE GRADUACIÓN**

<b>TITULO Y SUBTITULO :</b>	Implementación De Un Control De Calidad Para La Fabricación y Colocación De Mezcla Asfáltica Caliente En El Sector 37-38 (Bloque 3-4) Bastión Popular		
<b>AUTOR(ES):</b>	Armando Bolívar Herrera Valladares		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES):</b>	Ing. Cevallos Revelo Zoila , MSc. Ing. Fabian Cardenas Pacheco, MSc.		
<b>INSTITUCION :</b>	Universidad de Guayaquil		
<b>UNIDAD/FACULTAD :</b>	Facultad De Ciencias Matemáticas y físicas		
<b>MAESTRIA/ESPECIALIDAD :</b>			
<b>GRADO OBTENIDO :</b>			
<b>FECHA DE PUBLICACION :</b>	2018	<b>NUMERO DE PAGINAS</b>	67
<b>ÁREAS TEMÁTICAS :</b>	Generales de Ingeniería Implementación de un Control de Calidad para Mezclas Asfálticas Caliente		
<b>PALABRAS CLAVES /KEYWORDS:</b>	Mezclas asfálticas- implementacion – control de calidad - fabricacion - colocacion		
<b>RESUMEN /ABSTRACT (150-250 ) PALABRAS :</b>	<p>El presente trabajo de titulación se enfocará en el control de calidad de las mezclas asfálticas caliente en obra y en planta de fabricación que se utilizó para la obra Fabricación y Colocación De Mezcla Asfáltica Caliente en el Sector 37-38 (Bloque 3-4) Bastión Popular, con el objetivo que la carpeta asfáltica cumpla sus especificaciones técnicas y sus años de vida útil. Ya que este es un método constructivo muy rápido, económico y muy empleado en nuestro país.</p> <p>Por lo que se procedió a la realización de ensayos al cemento asfaltico, tales como: penetración, ductilidad, punto de inflamación, combustión, peso específico. Ensayos a la mezcla asfáltica caliente, tales como: Rice, extracción de asfalto, granulometría, Marshall, módulo de rigidez. También se realizara control de temperaturas en obra para su compactación y después se realizó extracción de núcleo y densidades, para saber si cumple con las especificaciones técnicas basadas en la MOP – 001 – F – 2002, sub adyacente 405 – 1 Y 405 – 5 .</p> <p>Se revisa el diseño del fabricante para ver si concuerda con los resultados de los ensayos realizados durante este proyecto de titulación. Para efectos de este trabajo se realizó una lista de verificación también llamado check-list que servirá como ayuda al momento de realizar los ensayos para la recopilación de información práctica y precisa sobre los resultados de los ensayos realizados tanto en obra como en planta.</p>		
<b>ADJUNTO PDF :</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> 0985519516	<b>Email:</b> armansherreraing@hotmail.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN :</b>	<b>Nombre:</b>	FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS	
	<b>Telefono:</b>	2-283348	
	<b>Email :</b>	<a href="mailto:fmatematicas@ug.edu.ec">fmatematicas@ug.edu.ec</a>	