



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**VIAS**

**TEMA:**

**EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EXISTENTE EN LA  
AVENIDA SAMUEL CISNEROS EN EL CANTÓN DURAN  
PROVINCIA DEL GUAYAS**

**AUTOR**

**GUSTAVO ISRAEL GUAMÁN YUQUILEMA**

**TUTOR**

**ING. JULIO VARGAS JIMENEZ Msc.**

**AÑO**

**2018**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a DIOS quien es el que me ha guiado desde el inicio y hasta culminar esta meta. A mis padres quienes han sido una fuente de inspiración para alcanzar mis sueños y mis logros y me han apoyado moralmente con sus consejos y sus oraciones.

También quiero agradecer a todos mis profesores que he tenido durante toda esta carrera universitaria, ya que con sus cátedras me han servido para aprender mucho y con sus consejos y experiencias me ha servido de motivación.

## DEDICATORIA

Quiero dedicar esta Tesina a mis queridos Padres quienes siempre me han apoyado desde el inicio y hasta la culminación de mis estudios, además agradecer a mi familia quienes han estado dándome apoyo moral y en los momentos críticos han estado dándome impulso para culminar mis estudios. Y no olvidar a mis maestros que siempre con sus consejos y sus experiencias nos motivaban en esta profesión.

## Tribunal de Graduación

---

Ing. Eduardo Santos Baquerizo MSc.  
**Decano de la Facultad**

---

Ing. Julio Vargas MSc.  
**Tutor Revisor**

---

Ing. Humberto Guerrero MSc.  
**Tutor Revisor**

---

**Vocal**

## **Declaración expresa**

**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 en este trabajo de titulación corresponden exclusivamente al autor y al patrimonio intelectual de la Universidad de Guayaquil.

---

Gustavo Israel Guamán Yuquilema

C.I. 0928817329

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación consiste en evaluar las fallas y el deterioro de la estructura del pavimento flexible existente de la Avenida Samuel Cisneros del Cantón Durán Provincia del Guayas que se encuentra en pésimas condiciones. El Objetivo de este trabajo de titulación en esta vía es analizar y encontrar las causas de su deterioro y así mismo darle una solución para su reparación mediante estudios de suelos llevados al laboratorio, analizar la estructura del pavimento flexible y realizar un estudio de conteo de tráfico la cual nos va a ayudar a determinar la cantidad de vehículos que van a circular por esta vía y saber qué tipos de vehículos van a circular en un tiempo determinado durante 4 días que fueron sábado, domingo, lunes y martes durante 12 horas diarias (06:00 – 18:00)

Con estos datos obtenidos calcularemos los Esals y la proyección del tráfico a 20 años con el cual nos ayudará a diseñar el pavimento flexible por el método AASTHO 93 y los análisis del laboratorio de acuerdo a las Normas del MTOP que se usa en la construcción de vías.

## RESUMEN

Este trabajo de investigación tiene como objetivo determinar las causas que provocaron el deterioro en el pavimento flexible en la vía Samuel Cisneros en el cantón Durán.

Este trabajo de investigación consta de 5 capítulos.

**Capítulo I** nos explica el problema existente en esta vía, el amento del sector automotriz y el aumento de las cargas que va a soportar el pavimento existente, la ubicación del proyecto, las causas, la justificación, los objetivos, etc.

**Capitulo II** es el marco teórico, donde se encuentran todos los conceptos con respecto al pavimento, sus características, su clasificación y los elementos de un pavimento flexible, los tipos de fallas que se encontró en este estudio con sus respectivas fotos, el estudio del suelo y los ensayos realizados en el laboratorio.

**Capitulo III** se explica la metodología realizado en este trabajo, la demanda vehicular en esta vía, el conteo de tráfico en este caso se realizó de forma manual durante 4 días incluyendo el fin semana durante 12 horas diarias, cálculo de Esals y la proyección del tráfico futuro en 20 años.

**Capitulo IV** es el diseño del pavimento flexible por el método AASHTO 93, los variables para el diseño, la confiabilidad que obtenemos mediante el método AASHTO 93, la desviación estándar, la serviciabilidad y el módulo resiliente.

**Capítulo V** tenemos las conclusiones y recomendaciones para este proyecto de investigación.

## ABSTRAC

This research work aims to determine the causes that caused the deterioration in the flexible pavement in the Samuel Cisneros road in the Durán county.

This research work consists of 5 chapters.

It explains the problem existing in this way, the increase of the automotive sector and the increase of the loads that the existing pavement will support, the location of the project, the causes, the justification, the objectives, etc.

the theoretical framework, where all the concepts with respect to the pavement, their characteristics, their classification and the elements of a flexible pavement, the types of faults found in this study with their respective photos, the soil study and the trials made in the laboratory.

the methodology performed in this work is explained, the vehicular demand in this way, the traffic count in this case was carried out manually for 4 days including the end of the week during 12 hours a day, calculation of Esals and the projection of future traffic in 20 years.

## ÍNDICE GENERAL

### Capítulo I

#### EL PROBLEMA

1.	Introducción.....	1
1.1.	Problemas de la Investigación .....	2
1.2.	Causas.....	2
1.3.	Formulación del Problema .....	3
1.4.	Delimitación .....	3
1.5.	Objetivos.....	5
1.5.1	Objetivo General.....	5
1.6.	Justificación .....	6

### Capítulo II

#### MARCO TEORICO

2.1.	Antecedentes del Estudio .....	7
2.2.	Vías.....	8
2.3.	Pavimento.....	8
2.3.1.	Características de un Pavimento.....	9
2.3.2.	Clasificación de pavimentos.....	9
2.4.	Pavimento Flexible.....	10
2.4.1.	Elemento de un Pavimento Flexible .....	10
2.4.1.1.	Sub rasante.....	11
2.4.1.2.	Sub-base.....	11
2.4.1.3.	Base.....	12
2.4.1.4.	Capa de rodadura .....	13
2.5.	Tipos de fallas del pavimento flexible de la evaluación.....	14
2.5.1.	Fisuras y Grietas .....	14
2.5.1.1.	Fisuras Grietas en forma de bloque.....	15
2.5.1.2.	Grietas en los bordes.....	16
2.5.2.	Deterioro Superficial.....	17

2.5.2.1. Baches en carpeta asfáltica .....	18
2.5.2.2. Desgaste.....	19
2.6. Tráfico.....	20
2.6.1. Trafico Promedio Diario Anual (TPDA).....	20
2.6.2. Proceso del Cálculo del TPDA .....	21
2.6.3. Tipos de Conteos .....	21
2.6.4. Variaciones de tráfico.....	22
2.7. Estudios de Suelo .....	22
2.7.1. Contenido de humedad .....	22
2.7.2. Límites de Atterberg .....	23
2.7.2.1. Limite Líquido.....	23
2.7.2.2. Limite Plástico.....	24
2.7.2.3. Límites de Plasticidad .....	24
2.7.3. Granulometría .....	24
2.7.4. Ensayos de Compactación.....	25
2.7.5. California Bearing Ratio (CBR).....	26
2.8. Bases teóricas .....	27
2.9. Fundamentación legal.....	28

### Capítulo III

#### METODOLOGIA

3.1. Demanda Vehicular. ....	31
3.1.1. Conteo de Tráfico.....	31
3.1.2. Trafico Promedio Diario Semanal.....	34
3.1.3. Factor Mensual.....	36
3.1.3.1. Factor Diario .....	36
3.1.4. Trafico promedio diario anual .....	38
3.2. Demanda Proyectada .....	39
3.2.1. Trafico Futuro .....	39
3.2.1.1. Tránsito Generado .....	39
3.2.1.2. Tránsito Desarrollado.....	40

3.2.2. Tránsito Asignado (TPDA asig.) .....	40
3.2.3. Composición del Tráfico .....	41
3.2.4. Tipos de Carga .....	42
3.2.5. Factor equivalente de carga .....	43
3.3. Proyección del Tráfico futuro a 20 años .....	44
3.3.1. Según la clasificación de Carretera del MTOP .....	45
3.4. Numero de ejes equivalentes ESAL's .....	46
3.4.1. Descomposición Vehicular .....	46
3.4.2. Calculo Factor Camión .....	47
3.4.3. Factor de distribución por carril .....	49
3.4.4. Calculo de ejes equivalentes .....	49
3.5. Determinación de los ejes equivalentes ESAL'S .....	50
3.6. ESAL'S de Diseño .....	51
3.7. Estudio de Suelos .....	51

## **Capítulo IV**

### **DISEÑO DE PAVIMENTO**

4.1. Variables para el Diseño de Pavimento .....	52
4.1.1. Esal`s (W18) .....	53
4.1.2. Confiabilidad (R) .....	53
4.1.3. Desviación Estándar .....	54
4.1.4. Serviciabilidad .....	55
4.1.5. Módulo de Resiliente .....	55
4.1.6. Estructura del Pavimento .....	56

## **Capítulo IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. Conclusiones .....	63
5.2. Recomendaciones .....	64

Anexos

Bibliografía

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación del Proyecto .....	4
Ilustración 2: Ubicación del proyecto.....	4
Ilustración 3: Esquema del comportamiento de pavimentos flexibles y rígidos.....	9
Ilustración 4: Elementos del pavimento flexible .....	10
Ilustración 5: Fisuras Piel de cocodrilo en la Av. Samuel Cisneros.....	15
Ilustración 6: Grietas en forma de bloque en la Av. Samuel Cisneros .....	16
Ilustración 7: Parche superficial en la Av. Samuel Cisneros .....	17
Ilustración 8: Baches en la carpeta asfáltica en la Av. Samuel Cisneros .....	18
Ilustración 9: Desgastes en la calzada en la Av. Samuel Cisneros.....	19
Ilustración 10: Contenido de humedad.....	23
Ilustración 11: Granulometría .....	24
Ilustración 12: Próctor Modificado.....	25
Ilustración 13: CBR en el laboratorio .....	26
Ilustración 14: Lugar del Conteo .....	32
Ilustración 15: Obtención del SN de capa de la Base. ....	58
Ilustración 16: Obtención del SN de capa de la sub-Base. ....	59
Ilustración 17: Obtención del SN de capa de mejoramiento .....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Materiales de Sub-Base .....	12
Tabla 2: Materiales de Base .....	13
Tabla 3: Formato para el conteo de tráfico (en 2 direcciones) .....	33
Tabla 4: Resultado de conteo .....	34
Tabla 5: Factor de estacionalidad .....	36
Tabla 6: Cálculo de factor diario .....	37
Tabla 7: Descomposición vehicular .....	40
Tabla 8: Composición del tráfico .....	41
Tabla 9: Tabla de pesos y medidas .....	42
Tabla 10: Factor equivalente de carga .....	43
Tabla 11: Proyección del Tráfico a 20 años .....	44
Tabla 12: Clasificación de Carreteras .....	45
Tabla 13: Taza de crecimiento .....	46
Tabla 14: Descomposición Vehicular .....	47
Tabla 15: Factor de distribución por carril .....	49
Tabla 16: Tabla de nivel de confiabilidad .....	53
Tabla 17: Tabla de desviación estándar .....	54
Tabla 18: Tabla de Desviación Estándar (So) .....	54
Tabla 19: Valores de índice de Serviciabilidad .....	55
Tabla 20: Módulo de resiliente de materiales .....	56
Tabla 21: Parámetros de diseño .....	56
Tabla 22: Módulo de resiliente de materiales .....	57
Tabla 23: Diseño del Pavimento Flexible .....	61

# CAPITULO I

## El problema

### 1. Introducción

Con el aumento del sector automotriz en estos últimos años, la circulación en las calles y vías (urbanas, rurales), se ha tornado más complicado, por tal razón se ha visto en la obligación de crear un mejor sistema de vías.

El pavimento está diseñado para que las cargas del tránsito vehicular de los vehículos livianos y pesados no produzcan daños o deformaciones, principalmente en los pavimentos flexibles.

Por tal motivo la Av. Samuel Cisneros se encuentra en un mal estado que produce incomodidad para los usuarios ocasionando daños a los vehículos livianos y pesados, y por el deterioro del pavimento flexible hace que el tránsito sea de manera lenta ocasionando pérdida de tiempo en el recorrido.

Por tal razón debe efectuarse un análisis de las condiciones viales actuales para ser comparadas con el diseño existente y determinar cuáles fueron las condiciones por las que les ocurrió su deterioro.

Para el diseño constructivo de esta vía nos vamos a guiar del método ASTHO 93 sus normas técnicas y sus especificaciones y cumplir con todos lo que nos recomiende el MTOP.

## **1.1. Problemas de la Investigación**

1.1.1 Proporcionar comunicación vehicular y dar fluidez al tránsito

1.1.2 Proporcionar una superficie de rodamiento de manera segura y confortable que dure de acuerdo al tiempo establecido en el diseño

## **1.2. Causas**

Este proyecto se encuentra ubicado en el cantón Durán, Provincia del Guayas con una longitud de 1.10 Km y fue diseñado para el paso de automotores livianos en donde la vía se encuentra en un mal estado que origina inseguridad para los usuarios y afecta en la economía a todos los usuarios que utilizan esta vía. Los automóviles que pasan por esta vía deben hacer maniobras peligrosas para esquivar las fallas que se encuentran en la capa de rodadura volviendo un peligro para los vehículos que circulan en sentido contrario.

Con el pasar de los años el incremento poblacional del sector y el advenimiento de las cooperativas de viviendas creadas, hizo que la población del sector se haya incrementado y con la construcción del Puente de la Unidad Nacional se vio en la obligación el desviar los Automotores pesados, Buses y camiones dando como resultado el incremento del tráfico y el aumento de las cargas en el pavimento asfáltico presentando fallas en la capa de rodadura (piel de cocodrilo, ahuellamiento, fisuras baches).

### **1.3. Formulación del Problema**

Consideramos que una carretera es una vía de uso público construida especialmente para el uso de tráfico liviano y pesado por lo cual su construcción debe ser analizada cuidadosamente con el fin de que su estructura sea técnicamente bien realizada que tengan un buen servicio y sea económicamente factible.

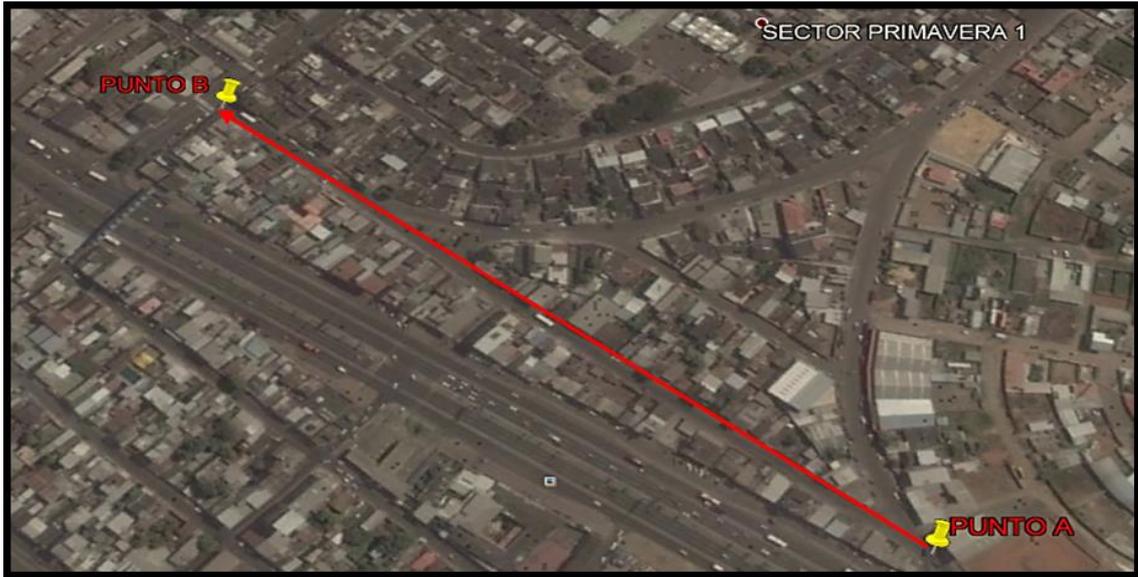
El pavimento flexible de la Av. Samuel Cisneros se pueden observar fallas en la capa de rodadura las cuales pueden haberse originado por un mal diseño o un mal proceso constructivo que ocasiona un mal tránsito vehicular causando malestar a los conductores, habitantes y a los peatones que circulan por esta avenida.

Por lo tanto planteo este estudio, con el fin de analizar el pavimento flexible desde su elaboración, las fallas, su deterioro, los baches y el estudio del suelo.

### **1.4. Delimitación**

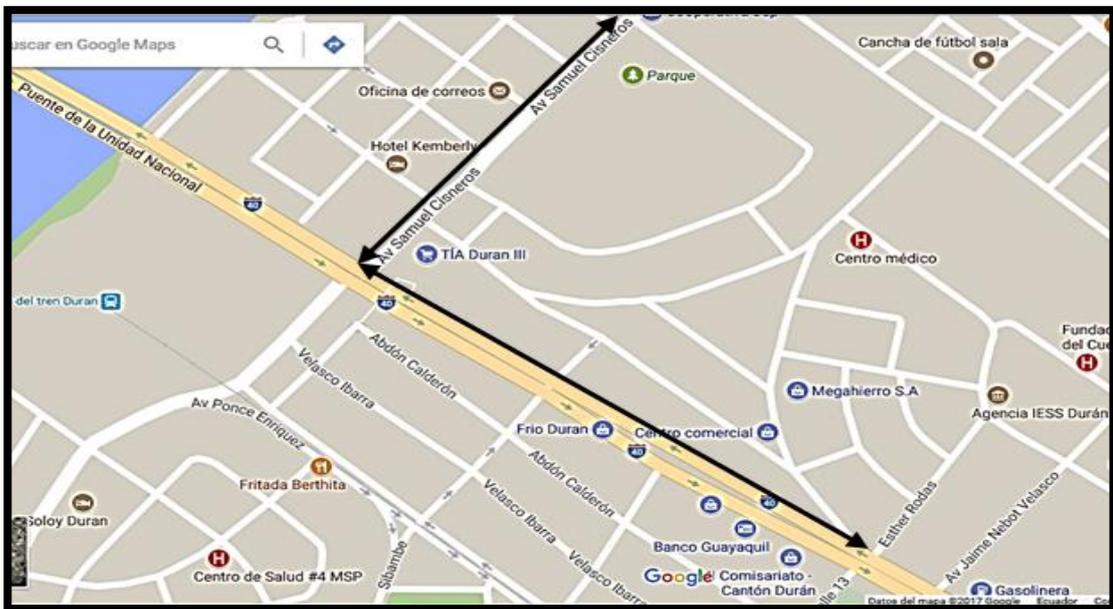
La condición geográfica está ubicada en la Vía Samuel Cisneros, con una extensión aproximada de 1.10 Km y las coordenadas de inicio es 628905.00 E, 9760359.00 S y las coordenadas del fin de la vía 628498.00 E, 9760687.00 S en el sistema de referencia WGS 84, Coordenadas UTM.

Ilustración 1: Ubicación del Proyecto



Fuente: Google Earth

Ilustración 2: Ubicación del proyecto



Fuente: Google Earth

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo General**

El objetivo general es dar solución al problema de la estructura vial y analizar en qué estado se encuentra el pavimento y determinar cuáles son las principales causas que originan el deterioro del pavimento flexible existente de la Av. Samuel Cisneros.

### **1.5.2 Objetivo específico**

- ❖ Tomar muestras de las calicatas para realizar el ensayo en el laboratorio y determinar los parámetros necesarios para la evaluación de la vía existente.
- ❖ Determinar las cargas de diseño mediante el estudio de tráfico.
- ❖ Realizar el Transito Promedio Diario Anual (TPDA) para conocer el volumen total de vehículos que pasa por la vía.
- ❖ Evaluar las fallas del pavimento.
- ❖ Determinar los espesores de las capas del pavimento utilizando los métodos de diseño del pavimento ASTHO 93

## **1.6. Justificación**

El problema de esta vía consiste en conocer la necesidad y el motivo del deterioro del pavimento flexible de la Av. Samuel Cisneros y proyectar un mejor pavimento acorde las normas técnicas existentes para un tránsito liviano y pesado.

## **Capítulo II**

### **Marco teórico**

#### **2.1. Antecedentes del Estudio**

Hace 3 mil años antes de Cristo la piedra se utilizó como uno de los principales materiales debido a su gran resistencia.

En el siglo XVII el Ing. Jhon Smeaton desarrolla el uso en el país de Inglaterra y fue uno de los responsables del cambio vial para su ciudad.

Pasaron años y durante el siglo XIX Inglaterra inició la implementación y el uso de las leyes de pavimentación que trata al cuidado y mejora de la red vial.

Años después Europa se caracterizó por el gran desarrollo de la construcción y elaboración de caminos pavimentados que con el pasar de los años y la aparición del automóvil hace que se construya caminos más extensos para el uso y traslado de vehículos pesados y que luego de un tiempo y a la necesidad en el país de los Estados Unidos se da el uso del pavimento debido al uso del tránsito masivo.

En el año de 1905 se utiliza el hormigón como material para la elaboración de las carreteras siendo esta la mayor obra y la más importante de la historia y que comunica con todas las ciudades del país.

Finalizando el siglo XX se desarrolla nuevas técnicas para la elaboración de carreteras, mejorando la capacidad de drenaje y adherencia a todos los aspectos climáticos. (www.arkiplus.com, 2013).

## **2.2. Vías**

Una vía es un espacio que se emplea para la circulación o el desplazamiento de las personas o circulación de vehículos.

Tenemos 2 tipos de vías: Vía Pública y Vía Privada

- La vía pública es por donde circulan las personas ya sea caminando o en algún vehículo y el estado es el encargado de regular el funcionamiento a través de las normas y las leyes. También son las que determinan que tipo de vehículo pueden circular por esa vía y en qué condiciones.
- La vía privada son las que dependen de sus dueños y esta persona es la encargada y la responsable de darle el uso correcto de la vía. (Julián Pérez Porto y María Merino, 2015).

## **2.3. Pavimento**

El pavimento es una estructura laminada que se encuentra constituido por un conjunto de capas superpuestas de varios centímetros de espesor relativamente horizontales y que pasa a soportar las cargas que se diseñan y se construyen técnicamente con materiales apropiados de diversas características compactado y que está asentada sobre una sub-rasante.

El pavimento es la parte más importante de una carretera, ya que sin esta estructura no se puede pensar en un tránsito rápido, cómodo y seguro y en la cual va a soportar todas las cargas del tránsito vehicular durante muchos años sin que se presente daños que afecte a la seguridad de los usuarios. (Perez Porto, 2009).

### 2.3.1. Características de un Pavimento

El pavimento para que tenga su propósito adecuado tiene que cumplir con los siguientes requisitos:

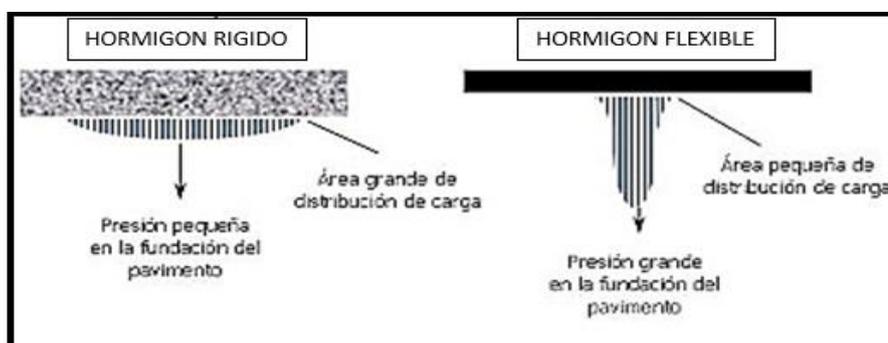
- Soporte al tránsito vehicular
- Garantizar la textura adecuada
- Un color adecuado
- Que sea duradero
- Que sea económico
- Resistir a la radiación solar, al viento, al agua y a todos los agentes atmosféricos, climáticos, biológico etc.

### 2.3.2. Clasificación de pavimentos

Los pavimentos pueden dividirse en pavimentos flexibles, pavimento rígido y pavimento articulado. (Ingeniero Hugo, 2010).

Pon tanto este estudio tiene como objetivo enfocar y determinar los conceptos específicos. Las cargas que transmiten son muy diferentes como se muestra a continuación:

Ilustración 3: Esquema del comportamiento de pavimentos flexibles y rígidos



Fuente: Libro de pavimentos

## 2.4. Pavimento Flexible

Se denomina pavimento flexible a un conjunto de capas de materiales granulares compactados y una capa de rodadura la cual forma parte del pavimento, cuya estructura total se flexiona dependiendo de las cargas que pasan sobre él.

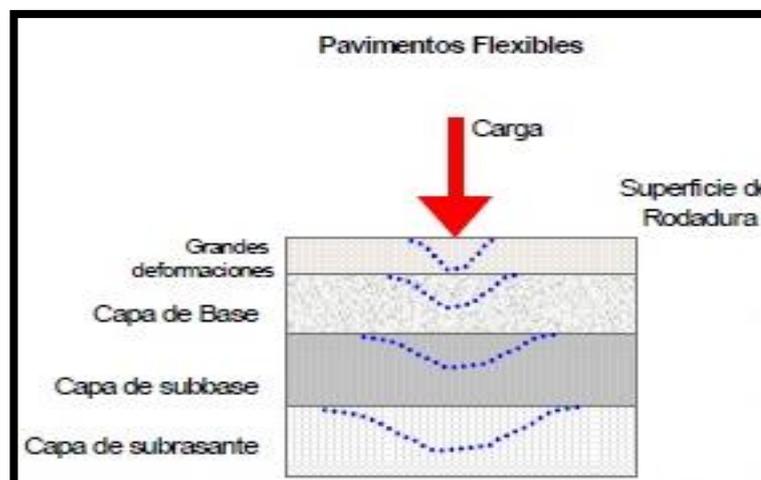
Consiste de una superficie de carpeta delgada que está construida sobre la capa de base y la sub base apoyándose sobre la sub-rasante.

### 2.4.1. Elemento de un Pavimento Flexible

Los elementos de un pavimento flexible son:

- Sub rasante
- Sub base
- Base
- Carpeta de rodadura

Ilustración 4: Elementos del pavimento flexible



Fuente: Manual para diseño de pavimentos

### **2.4.1.1. Sub rasante**

Es la capa que está en el suelo y es la que va a soportar la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga y el diseño del tránsito.

El espesor del pavimento depende de la calidad de la sub rasante por lo cual esta debe cumplir con los requisitos de la resistencia, el diseño del pavimento es esencialmente el ajuste de carga de diseño por rueda a la capacidad de la sub rasante (Raysha P Vera, 2013).

### **2.4.1.2. Sub-base**

Se denomina sub-base a la capa de material seleccionado que está colocada encima de la sub-rasante y la base granular en los pavimentos flexibles, que va a soportar, transmitir y distribuir las cargas aplicadas a la superficie de rodadura. ("Pavimentos: Sub Base y los Materiales. | APUNTES INGENIERÍA CIVIL," 2009).

- Tiene por objeto servir a la capa de drenaje del pavimento
- Controlar la ascensión capilar del agua proveniente de las napas freáticas cercanas protegiendo así al pavimento contra los hinchamientos que se producen en épocas de helada
- Las sub-bases deberán tener un índice de plasticidad menor que 6% y un límite líquido máximo de 25%

Tabla 1: Materiales de Sub-Base

Materiales de Sub – base	
Características	Zonas en que se clasifica el material de acuerdo con su granulometría
Límite líquido máximo	25%
Límite plástico máximo	6%
Compactación mínima	100%
Valor relativo de soporte estándar saturado, en porcentaje	50 mín
Equivalente de arena, en porcentaje	30 mín

Fuente: SCT (2006)

### 2.4.1.3. Base

La base es la capa que sigue a la sub-base y es la capa que recibe la mayor parte de los esfuerzos producidos por los vehículos. La carpeta es colocada sobre de ella porque la capacidad de carga del material friccionante es baja en la superficie por falta de confinamiento.

Regularmente esta capa además de la compactación necesita otro tipo de mejoramiento (estabilización) para poder resistir las cargas del tránsito sin deformarse y además de transmitir las en forma adecuada a las capas inferiores.

La base debe de reunir las siguientes características: no sufrir cambio de volúmenes, resistir a los cambio de humedad y temperatura, tener un límite liquido menor que 25%, tener un índice plástico menor que 6%, CBR mayor que 50%, desgaste de agregado grueso máximo 40%, y su graduación debe ser uniforme. (“APUNTES DE INGENIERIA CIVIL: Pavimentos - Característica de bases y sub-bases,” 2009).

Tabla 2: Materiales de Base

Materiales de Base	
Características	Zonas en que se clasifica el material de acuerdo con su granulometría
Límite líquido, en porcentaje (máx)	25%
Índice plástico máximo	6%
Partículas alargadas y lageadas máximo	35%
Compactación	100%
Valor relativo de soporte estándar saturado, en porcentaje	100 mín
Equivalente de arena, en porcentaje	50 mín
Indice de durabilidad, en porcentaje	40 mín

Fuente: SCT (2006)

#### 2.4.1.4. Capa de rodadura

Como su nombre indica, la capa de rodadura es la última capa que se aplica y es una capa de material Pétreo cementado con asfalto que está colocado sobre la base por donde debe circular el tráfico, por estar en contacto directo con el medio debe ser el más resistente, tener un mejor acabado y tener un buen mantenimiento.

La capa de rodadura del pavimento flexible tiene que resistir la aplicación directa de las cargas, el peso de las llantas, los impactos etc.(Alberto Fernandez, 2013).

## **2.5. Tipos de fallas del pavimento flexible de la evaluación**

El tipo de falla que tenemos en el Pavimento Flexible que estamos analizando son:

- 1.- Fisuras y Grietas
- 2.- Deterioro Superficial
- 3.- Otros deterioros

(MOP, 2001)

### **2.5.1.Fisuras y Grietas**

Estas fallas son una serie de fisuras que van conectadas en forma irregular y están ubicadas en zonas donde hay mucha influencia de carga.

Estas fisuras se inician desde el fondo de la capa asfáltica donde los esfuerzos de fricción son mayores bajo la acción de cargas. Tiene una forma parecida con la piel de cocodrilo sobre el pavimento, estas fallas no suelen ocurrirse en la carpeta asfáltica de hormigón.

Las causas más frecuentes es la falla por fatiga de la estructura o de la carga asfáltica debido a:

- ❖ Su espesor de estructura insuficiente
- ❖ Deformación de la sub-rasante

- ❖ Por oxidación del asfalto o envejecimiento
- ❖ Problemas de drenaje que afectan a los materiales granulares
- ❖ Mala compactación de las capas granulares y asfálticas
- ❖ Reparación mal hecha, juntas mal elaborada y mala reparación

Ilustración 5: Fisuras Piel de cocodrilo en la Av. Samuel Cisneros



Fuente: Gustavo Guamán

### **2.5.1.1. Fisuras Grietas en forma de bloque**

Estas fallas de asfalto están divididas en forma de bloque rectangular y que aparecen usualmente en lugares que no están sometidas a mucha carga.

Se pueden encontrar fisuras en bloque que toman forma de piel de cocodrilo debido al paso del tránsito vehicular.

- ❖ La principal causa de este problema es debido a la variación de temperatura durante el día lo que produce esfuerzos, deformaciones sobre la mezcla.
- ❖ Este tipo de fisuras nos muestra que el asfalto se ha endurecido lo cual sucede debido a su envejecimiento del hormigón o al uso inapropiado del tipo de asfalto para el clima de la zona.
- ❖ El espesor del pavimento inadecuado para el nivel del paso de tránsito vehicular.

- ❖ Baja capacidad en la sub-rasante.

Ilustración 6: Grietas en forma de bloque en la Av. Samuel Cisneros



Fuente: Gustavo Guamán

### **2.5.1.2. Grietas en los bordes**

Estas grietas tienden a ser de forma longitudinal ubicadas cerca del borde de la calzada y están ubicadas dentro de una franja paralela al borde con una longitud hasta 0.60 mts<sup>2</sup>.

La principal causa de este daño es la falta de confinamiento lateral de la estructura debido a la falta de bordillo o sobre carpetas que lleguen hasta el borde del carril.

En estos casos la fisura es generada cuando el tránsito vehicular circula muy cerca del borde y que suelen aparecer entre 0.30 – 0.60 m del borde de la calzada.

## 2.5.2. Deterioro Superficial

Los parches superficiales son los que están en áreas donde el pavimento original fue removido y remplazado por un material similar o diferente ya sea para reparar la estructura o para permitir la instalación o reparación de alguna red de servicio.

- La principal causa es el mal proceso constructivo
- Deficiencia en las juntas
- Mala construcción del parche (mala compactación, mal diseño de asfalto)

Ilustración 7: Parche superficial en la Av. Samuel Cisneros



Fuente: Gustavo Guamán

### 2.5.2.1. Baches en carpeta asfáltica

Es una cavidad normalmente de forma redonda que se forma al deteriorarse y desprenderse la mezcla asfáltica.

Para considerar como bache debe tener una dimensión mínima de 150mm

- ❖ Las posibles causas es un drenaje inadecuado e ineficiente
- ❖ Defecto en la construcción
- ❖ Pavimento insuficiente para el nivel solicitado y de la sub-rasante

Ilustración 8: Baches en la carpeta asfáltica en la Av. Samuel Cisneros



Fuente: Gustavo Guamán

### 2.5.2.2. Desgaste

Esto corresponde al deterioro del pavimento ocasionado por la acción del tránsito vehicular, suele encontrarse en zonas donde transitan muchos vehículos y este daño provoca la aceleración y deterioro del pavimento por acción del medio ambiente y tránsito.

- ❖ La principal causa es la falta de adherencia del asfalto con los agregados
- ❖ Deficiente dosificación de asfalto
- ❖ Acción intensa del parche ( Mala compactación, mal diseño de asfalto)

Ilustración 9: Desgastes en la calzada en la Av. Samuel Cisneros



Fuente: Gustavo Guamán

## **2.6. Tráfico**

Se Define como Tráfico al movimiento constante de alguna cosa por un camino determinado. Para diseñar una carretera esta dependerá del tráfico vehicular, Se puede decir que el tráfico puede fácilmente representar un índice de control, pues si las calles están abarrotadas de automóviles, se puede concluir que el tráfico es pesado, no se mueve, por lo que representa un obstáculo, ahora, cuando el tráfico es constante, se puede ir a una velocidad razonable, se dice que el tráfico es fluido y sin ningún tipo de problema.

### **2.6.1. Trafico Promedio Diario Anual (TPDA)**

ES el conteo del tráfico de cada día durante el periodo anual y su abreviatura es (TPDA).

El tráfico promedio diario anual es la unidad de medida de volumen del tráfico que pasa por una carretera el cual se va a realizar mínimo durante 4 días incluyendo los días sábados y domingo ((Iturbide, 2002, pág. 15), 2015)

Según (Ministerio de Obras Públicas, 2003)

- En vías de un solo sentido, el tráfico se va a contar en ese sentido (Ministerio de Obras Públicas, 2003).
- En vías de dos sentido, se va a tomar el volumen del tráfico en las dos direcciones (Ministerio de Obras Públicas, 2003).
- En autopistas se realiza el cálculo del TPDA para cada dirección del traslado vehicular (Ministerio de Obras Públicas, 2003).

## 2.6.2. Proceso del Cálculo del TPDA

El tráfico promedio diario anual se calcula a partir de las variaciones del tráfico durante un tiempo determinado y define el volumen total de automotores que pasa por la carretera.

## 2.6.3. Tipos de Conteos

Existen diversas formas para obtener el conteo de volúmenes de tránsito, y el más utilizado para el conteo es el: Método Manuales y Método Mecánicos.

**Manuales.-** El conteo manual es para obtener los datos de volúmenes de tráfico y se requiere de personas que vayan contabilizando la cantidad de vehículos que pasen x la estación de conteo.

El conteo que se va a realizar será a los automotores livianos, automotores pesados que van a pasar por un tiempo determinado.

El método manual permite la clasificación de vehículos por tamaño, tipo, número de ocupantes y otras características. Registro de movimiento de vueltas y otros movimientos, tanto vehiculares como de peatones. Los conteos manuales son usados frecuentemente para comprobar la exactitud de los contadores mecánicos. (“METODOS MANUALES,” n.d.).

**Mecánicos.-** Estos se instalan en casetas o en los peajes y van a obtener los datos de volúmenes de tráfico en un conteo a largo plazo y va a contabilizarse todos los movimientos de los automotores livianos, pesados y los movimientos direccionales menores marcándolos con rayas o pueden ser captadas por fotografías y ondas ultrasónicas.

#### **2.6.4. Variaciones de tráfico**

- Factor Horario (FH): Consiste en variar el volumen de tráfico que se ha establecido en un tiempo determinado.
- Factores Diarios (FD): Cambia el volumen del tráfico diario promedio en Volumen Semanal Promedio.
- Factores Semanales (FS): Cambia la cantidad semanal promedio de tráfico en Volumen Mensual Promedio.
- Factores Mensuales (FM): Cambia la cantidad mensual promedio del tráfico en Trafico Promedio Diario Anual.

### **2.7. Estudios de Suelo**

El estudio del suelo se hace con el fin de ver y conocer el comportamiento de los suelos, las características físicas y mecánicas del suelo, la humedad, el tipo de cimentación, y los asentamientos de la estructura que va a soportar.

#### **2.7.1. Contenido de humedad**

El contenido de humedad es el contenido de humedad es la relación que existe entre el peso de agua contenida en la muestra en estado natural y el peso de la muestra después de ser secada en el horno a una temperatura entre los 105°-110° C. (“Definición de contenido de humedad,” n.d.).

Es un ensayo que nos permite ver la cantidad de agua presente en una cantidad dada de suelos en términos de su peso en seco. (Fonseca, Pag 62, 2002).

Ilustración 10: Contenido de humedad



Fuente: Gustavo Guamán

## **2.7.2. Límites de Atterberg**

Los límites de Atterberg son ensayos que se realizan en el laboratorio y que permiten obtener los límites del rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico y con ellos es posible clasificar el suelo.

Los principales límites de Atterberg que se conoce son: Limite líquido, limite plástico y límite de contracción.

### **2.7.2.1. Limite Líquido**

Es el contenido de humedad que tiene el suelo antes de pasar del estado líquido al estado plástico. El estado líquido se define como la condición en la que la resistencia al corte del suelo es tan baja que un ligero esfuerzo lo hace fluir. (Fonseca, Pag 62, 2002).

### 2.7.2.2. Limite Plástico

Es el contenido de humedad que tiene un suelo al momento de pasar de un estado plástico a un estado semisólido. En este estado el suelo puede deteriorarse rápidamente sin poder volver a su recuperación elástica, agrietamiento cambio de volumen, etc. (Fonseca, Pag 62, 2002).

### 2.7.2.3. Límites de Plasticidad

Es la diferencia que está entre el límite líquido y el límite plástico.

### 2.7.3. Granulometría

El ensayo de la granulometría consiste en clasificar y medir los granos por los tamaños de cada uno que componen las muestras del suelo, con el fin de clasificar los suelos gruesos con los suelos finos y analizar su origen como las propiedades mecánicas.

Ilustración 11: Granulometría



Fuente: Gustavo Guamán

## 2.7.4. Ensayos de Compactación

El objetivo de este ensayo es ver y determinar la densidad máxima y la humedad óptima de los suelos que obtenemos en el campo. (Fonseca, Pag 64, 2012)

**Densidad máxima:** Es el peso unitario máximo que se puede llegar a obtener cuando se compacta el suelo.

**Humedad óptima:** Es la cantidad de agua que incluimos para compactar el suelo y que se produzca la densidad máxima.

A través de este ensayo es posible determinar la densidad seca máxima de un terreno en relación con su grado de humedad.

Existen dos tipos de ensayo

- El ensayo Próctor Standard
- Ensayo Próctor Modificado

Ilustración 12: Próctor Modificado



Fuente: Gustavo Guamán

### 2.7.5. California Bearing Ratio (CBR)

El ensayo de CBR o valor de soporte de california es esencialmente un ensayo de penetración, cuya función específica es medir la resistencia del suelo a la acción de las cargas, antes de que este suelo alcance su última resistencia al esfuerzo cortante.

El CBR obtenido en laboratorio, es definitivo como una relación en porcentajes cuyos valores fluctúan entre cero y cien y se los mide en relación a un tipo de material estándar, constituido por rocas trituradas bien compactadas al 100%, el valor del CBR corresponderá a esta roca triturada.

El resultado obtenido en el laboratorio es definido como relación de porcentajes de los valores que varían de cero a cien conformadas por rocas trituradas cuyo resultado corresponde al ensayo realizado. (Iturbide , 2002)

Ilustración 13: CBR en el laboratorio



Fuente: Gustavo Guamán

## 2.8. Bases teóricas

1. Los pavimentos son estructuras que consisten en capas superpuestas de materiales procesados por encima del terreno natural con la finalidad de distribuir las cargas aplicadas por un vehículo a la sub-rasante (Villanueva M. , 2015).

2. Básicamente hay tres tipos: Flexible (asfalto) Concreto asfáltico Superficie estabilizadas con asfalto Superficie asfáltica de uso ligero; Rígido (concreto); Compuesto (ambos) (Villanueva M. , Pavimento Rigido Universidad Privada del Norte, 2015).

3. Para poder ser empleados en la carpeta asfáltica deben cumplir con ciertas características dada por la granulometría, dureza, forma de la partícula y adherencia con el asfalto. (Sergio Enrique Sánchez Rivera, 2006).

4. La función de la carpeta asfáltica son: Proporcionar una superficie de rodamiento que permita un tráfico y cómodo para los vehículos, resistir a la acción de los vehículos, impedir la infiltración de agua de lluvia a la capa inferior (Sergio Enrique Sánchez Rivera, 2006).

5. El espesor no debe ser muy grande porque se pierde la resistencia y la estabilidad. (Sergio Enrique Sánchez Rivera, 2006).

6. Los daños en estos pavimentos pueden ser: Agrietamiento, Longitudinal, Transversal, Bombeo, (Villanueva M. , pavimento rigido, 2015).

## **2.9. Fundamentación legal**

LEY DE EJERCICIO PROFESIONAL DE LA INGENIERIA CIVIL EXPEDIDA POR LEY No. 143 DEL 26 DE SEPTIEMBRE DE 1983 PUBLICADA EN EL REGISTRO OFICIAL No. 590 DEL 30 DE SEPTIEMBRE DE 1983.

### **CAPITULO I**

#### **DEL AMBITO DE LA LEY**

**Art. 1.-** Esta Ley garantiza el ejercicio de los derechos profesionales de los Ingenieros Civiles

**Art. 2.-** El Colegio de Ingenieros Civiles del Ecuador, CICE, y los Colegios Provinciales de Ingenieros Civiles son personas Jurídicas de derecho privado, con patrimonio propio regulados por esta Ley, su Reglamento y los correspondientes Estatutos. Pertenerán a este Colegio todos los Ingenieros Civiles, excepto aquellos que expresen por escrito su voluntad en contrario.

**Art. 3.-** Para los efectos de esta Ley son Ingenieros Civiles quienes hubieren obtenido sus títulos en Universidades o Escuelas Politécnicas ecuatorianas, o los que habiendo obtenido sus títulos en el extranjero los hubieren revalidado o equiparado en el Ecuador de conformidad con la Ley.

### **CAPITULO II**

#### **DEL EJERCICIO PROFESIONAL**

**Art. 4.-** Serán reprimidos con prisión de seis meses a un año y multa equivalente a un salario mínimo vital los que, sin poseer el título de Ingeniero Civil, utilicen

términos, leyendas, insignias, rótulos, firmas y demás expresiones propias del ejercicio profesional de los Ingenieros Civiles. Esta infracción será Juzgada de conformidad con lo que prescriben los Códigos Penal y de Procedimiento Penal.

Art. 5.- Compete a los profesionales amparados por esta Ley lo concerniente a estudios de anteproyectos, proyectos, diseños, avalúos, construcciones, planificación, supervisión, fiscalización y asesoría inherentes a la Ingeniería Civil, de conformidad a lo establecido en esta Ley y su Reglamento.

Art. 6.- Los Documentos Técnicos de Ingeniería Civil, son propiedad intelectual del autor de los mismos; en consecuencia, no se podrá hacer uso de ellos sino con su consentimiento o habiendo adquirido sus derechos conforme a la Ley.

Art. 7.- Para que los documentos técnicos de que trata el artículo anterior puedan ser presentados, tramitados, ejecutados o utilizados en cualquier forma por las instituciones del Sector Público, éstas deberán exigir que lleven la firma del profesional. (Derogado) Las propuestas para licitación, concurso público o privado de estudios, anteproyectos o proyectos de Ingeniería Civil deberán ser suscritas por Ingenieros Civiles.

Art. 8.- Los Ingenieros Civiles que presten sus servicios en instituciones públicas o privadas, y estas decidieran enviarlos becados para realizar estudios en el exterior tendrán derecho a ser declarados en comisión de servicios, durante el periodo de duración de la misma.

Art. 9. - Las Empresas Nacionales o Extranjeras para la realización de trabajos de Ingeniería Civil los pondrán a cargo de un Ingeniero Civil ecuatoriano; además, para la ejecución de trabajos, contarán con un personal de Ingenieros Civiles

ecuatorianos no menor en porcentaje al ochenta por ciento del total de Ingenieros Civiles empleados en el proyecto, hasta el quinto año de vigencia de esta Ley; a partir del sexto año incrementarán el porcentaje en un cuatro por ciento hasta completar un noventa y dos por ciento como mínimo. En caso de que no hubiere en el País Ingenieros Civiles especializados en la labor que efectúan dichas empresas podrán contratar extranjeros, pero quedan obligados a emplear y realizar programas de capacitación técnica de los nacionales en ese campo de especialidad.

Art. 10.- CONTRIBUCIÓN DEL UNO POR MIL.- DEROGADO POR DISPOSICIÓN DEROGATORIA No. 8 DE LA LEY ORGANICA DEL SISTEMA NACIONAL DE CONTRATACIÓN PÚBLICA.- SUPLEMENTO DEL REGISTRO OFICIAL NO. 395 DE 4 DE AGOSTO DE 2008. (CIVIL, 1983, pág.2).

## **CAPITULO III**

### **Marco Metodológico**

#### **3.1. Demanda Vehicular.**

La demanda vehicular es la capacidad que tiene un sistema vial que permite determinar la suficiencia y la calidad para un buen servicio en forma cuantitativa y cualitativa, ofrecido por un sistema de ofertas para los usuarios.

La demanda vehicular, es la cantidad de vehículos y/o automotores que van a circular por un determinado sistema u oferta vial.

##### **3.1.1. Conteo de Tráfico.**

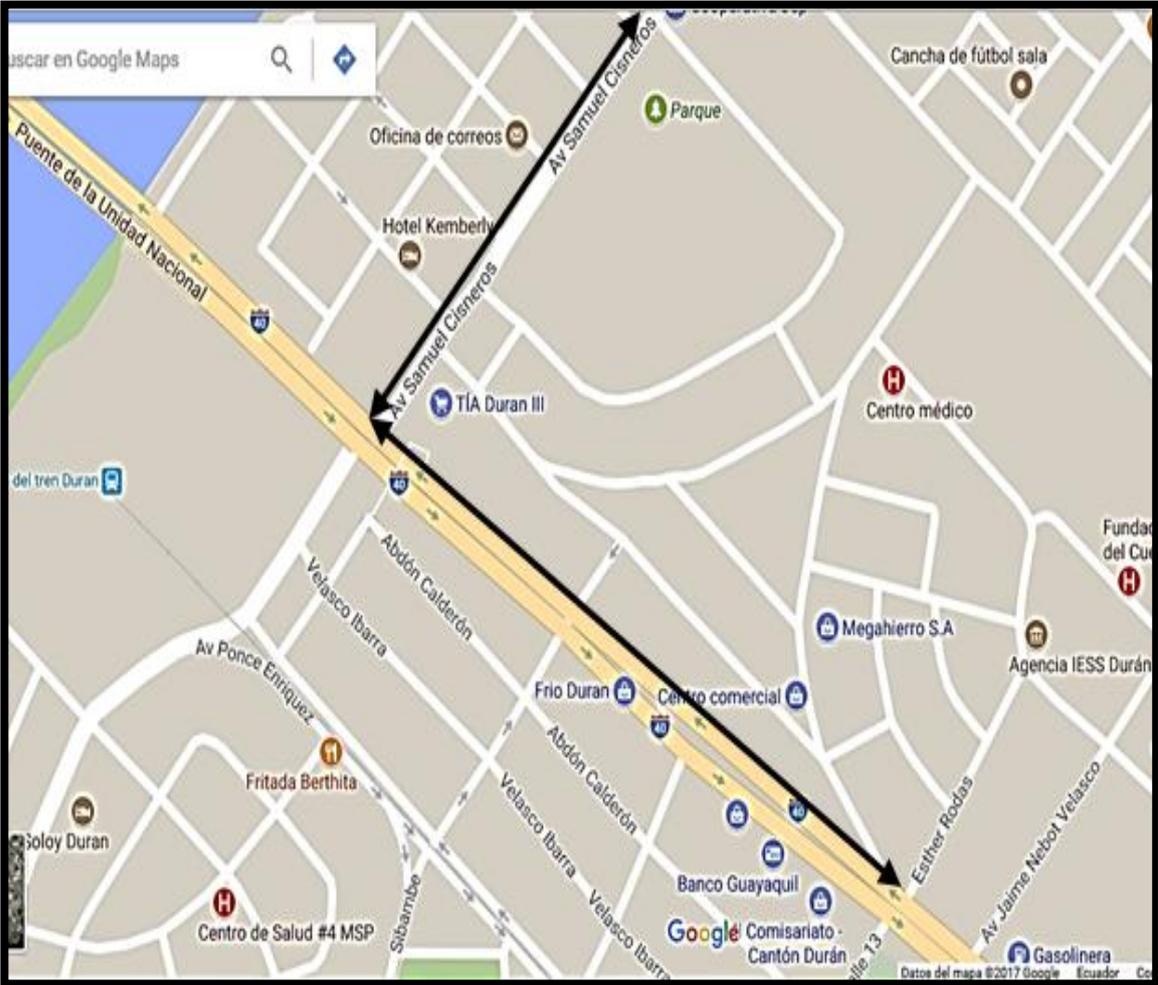
El conteo de tráfico es contar el número de vehículos que pasa por una determinada vía diferenciando su sentido de circulación y el tipo de vehículo en un tiempo determinado.

Se toman en cuenta todos los vehículos que pasan por un punto determinado como vehículos livianos, autos, camionetas, colectivos, buses, camiones pesados y camiones extra pesados.

En la Av. Samuel Cisneros se realizó el conteo de tráfico de forma manual, el conteo se realizó los días, sábado, domingo, lunes y martes en el horario de 06:00 – 18:00 dando como resultado un periodo de 12 horas diarias.

Lugar donde se realizó el conteo de tráfico.

Ilustración 14: Lugar del Conteo



Fuente: Google Earth

Para el conteo del tráfico se realizó con el siguiente formato de tablas para clasificar el tipo de vehículos que pasan por la vía.

Tabla 3: Formato para el conteo de tráfico (en 2 direcciones)

CONTEO DE TRAFICO							
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EXISTENTE EN LA AV. SAMUEL CISNERO DEL CANTÓN DURÁN							
ESTACION 1:					DIA CONTEO: Sábado 05/AGOSTO/2017		
DIRECCION: AV. SAMUEL CISNEROS							
HORA	LIVIANOS		BUSES		CAMIONES		TOTAL
	Automóvil	Camioneta	Buseta	Bus	C2P	C2G	
							
06h00 07h00							
07h00 08h00							
08h00 09h00							
09h00 10h00							
10h00 11h00							
11h00 12h00							
12h00 13h00							
13h00 14h00							
14h00 15h00							
15h00 16h00							
16h00 17h00							
17h00 18h00							
18h00 19h00							
19h00 20h00							
Suman							

Fuente: Gustavo Guamán

### 3.1.2. Tráfico Promedio Diario Semanal

El tráfico promedio semanal se define como el volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un periodo de tiempo determinado, y nos permite conocer la cantidad total y el porcentaje de vehículos que van a pasar por la vía.

Tabla 4: Resultado de conteo

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. SAMUEL CISNEROS EN EL CANTÓN DURÁN									
COMPOSICIÓN DE TRÁFICO (2017)									
ESTACION N°.1. - EN 2 DIRECCIONES-									
FECHA	DÍA DE LA SEMANA	LIVIANOS		BUSES		CAMIONES			TOTAL
		Automóvil	Camioneta	Buseta	Bus	Pesados			
									
05/AGOSTO/2017	sabado	643	239	52	652	20	0	0	1606
06/AGOSTO/2017	domingo	578	132	38	631	16	0	0	1395
07/AGOSTO/2017	lunes	872	244	41	647	18	0	0	1822
08/AGOSTO/2017	martes	743	188	33	641	15	0	0	1620
<b>TOTAL</b>		<b>2836</b>	<b>803</b>	<b>164</b>	<b>2571</b>	<b>69</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6443</b>
<b>T.P.D.S.</b>		<b>702</b>	<b>206</b>	<b>42</b>	<b>644</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1612</b>
<b>% T.P.D.S.</b>		<b>44%</b>	<b>13%</b>	<b>3%</b>	<b>40%</b>	<b>1%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>
<b>%</b>		<b>56,36%</b>		<b>42,56%</b>		<b>1,08%</b>			<b>100,00%</b>

Elaborado: Gustavo Guamán

Total de Conteo = 6443 TPD

El tráfico promedio semanal se obtiene mediante una ecuación.

$$T.P.D.S. = \frac{5}{7} \sum \frac{D_n}{m} + \frac{2}{7} \sum \frac{D_e}{m}$$

Ecuación 1

Donde

T.P.D.S. = Tráfico Promedio Diario Semanal

$\Sigma$  = Sumatoria

Dn = Días Normales (Lunes, Martes)

De = Días Feriados (Sábado, Domingo)

m = Números de días que se hizo el conteo

Realizamos la ecuación 1 obtenemos el siguiente T.P.D.S.

$$\text{T.P.D.S} = \frac{5}{7} * \frac{(1822+1620)}{2} + \frac{2}{7} * \frac{(1606+1395)}{2}$$

T.P.D.S = 1612 Veh/dias/ambos sentidos

### 3.1.3. Factor Mensual

El factor de ajuste mensual equivale a la inflación del mes calculado y se obtiene mediante las estaciones de peaje.

El factor de ajuste mensual lo obtenemos del MTOP.

Tabla 5: Factor de estacionalidad

FACTOR DE ESTACIONALIDAD MENSUAL	
ENERO	1,07
FEBRERO	1,132
MARZO	1,085
ABRIL	1,093
MAYO	1,012
JUNIO	1,034
JULIO	1,982
<u>AGOSTO</u>	<u>0,974</u>
SEPTIEMBRE	0,923
OCTUBRE	0,931
NOVIEMBRE	0,953
DICIEMBRE	0,878

Fuente: MTOP 2011

Para nuestro proyecto el factor que utilizaremos es el mes de Agosto = 0,974

#### 3.1.3.1. Factor Diario

El Factor diario es el conteo total de los vehículos que pasan por un punto en una carretera en un tiempo determinado y que obtenemos durante los días de la semana y nos permite conocer el nivel de tráfico.

El factor se obtiene mediante:

$$FD = \frac{TPDS}{TD}$$

Ecuación 2

FD= 1612/1606

FD= 1,00

FD= 1612/1822

FD= 0.88

FD= 1612/1395

FD= 1,15

FD= 1612/1620

FD= 1,00

$$FD = \frac{TPDS}{TD}$$

Tabla 6: Cálculo de factor diario

Fecha	Día	Conteo Diario (TDd)	Factor Diario TPDS/TDd)
05/08/2017	SABADO	1606	1,00
06/08/2017	DOMINGO	1395	1,15
07/08/2017	LUNES	1822	0,88
08/08/2017	MARTES	1620	1,00
	TOTAL	6443	$\Sigma = 1,010$
	T.P.D.S.	1612	

Elaborado: Gustavo Guamán

El tráfico diario es 1,010

### 3.1.4. Tráfico promedio diario anual

Trafico promedio diario anual es un elemento principal para el diseño de una carretera conocido como TPDA que define el volumen total de vehículos que pasan por el punto de la carretera.

El tráfico promedio diario anual se obtiene mediante una ecuación.

$$TPDA = TPDS(Fm)(Fd)$$

Ecuación 3

$$TPDS = 1612 \quad Fm = 0,974 \quad Fd = 1,010$$

$$TPDA \text{ existente} = 1612(0,974)(1,010)$$

$$TPDA \text{ existente} = 1585 \text{ Veh /dia/ambos sentidos}$$

## 3.2. Demanda Proyectada

### 3.2.1. Tráfico Futuro

Para obtener el tráfico futuro es importante tener el tráfico asignado mediante esta formula:

$$Tf = T_{asig} \cdot (1 + i)^n$$

$$T_{asig} = T.P.D.A. existente + Tg + TD$$

Ecuación 4

$Tf$  = Tráfico futuro o proyectado

$T_{asig}$  = Tráfico asignado

$i$  = Tasa de crecimiento del tráfico

$n$  = Periodo de proyección, expresado en años

#### 3.2.1.1. Tránsito Generado

Para el tráfico generado vamos a utilizar la siguiente formula:

TPDA= 1585

$$Tg = 20\% T.P.D.A.$$

$Tg = 20\% (1585)$

$Tg = 317$  Veh/diario/ambos sentidos

Ecuación 5

### 3.2.1.2. Tránsito Desarrollado

Para el tránsito desarrollado le vamos a aumentar una tasa del 5% al tránsito actual.

Para el tránsito desarrollado vamos a utilizar la siguiente fórmula:

TPDA= 1585

$$T_d = 5\% T.P.D.A.$$

Ecuación 6

$$T_d = 5\% (1585)$$

$$T_d = 79 \text{ Vehiculos/días/ambos sentidos}$$

### 3.2.2. Tránsito Asignado (TPDA asig.)

Vamos a realizar y calcular el tránsito asignado con una proyección de 20 años.

TPDA= 1585

$$T_{asig} = T.P.D.A. existente + T_g + T_d$$

T<sub>g</sub>= 317

T<sub>d</sub>= 79

$$T_{asig} = 1585 + 317 + 79$$

$$T_{asig} = 1981 \text{ Veh/ días/ ambos sentidos}$$

Tabla 7: Descomposición vehicular

	TPDA	%VEHICULOS	%VEH/SIN LIV
LIVIANOS	1116	0,5636	
BUS	843	0,4256	0,9753
2DA	21	0,0108	0,0247
2DB	0	0,0000	0,0000
3A	0	0,0000	0,0000
2S2	0	0,0000	0,0000
3S1	0	0,0000	0,0000
3S2	0	0,0000	0,0000
3S3	0	0,0000	0,0000
TPDA SIN LIVIANOS	865		
TPDA	1981		

Elaborado: Gustavo Guamán

### 3.2.3. Composición del Tráfico

La tabla 8 nos muestra la composición del tráfico y se forma de la siguiente manera:

$$(1116/1981)*100 = 56,36\% \quad (843/1981)*100 = 42,56\% \quad (22/1981)*100 = 1,08\%$$

Tabla 8: Composición del tráfico

Tipo de Vehículos	Número	%
Livianos	1116	56,36%
Buses	843	42,56%
Camiones	22	1,08
Total	1981	$\Sigma = 100\%$

Elaborado: Gustavo Guamán

### 3.2.4. Tipos de Carga

En el siguiente cuadro se observan las cargas máximas por cada eje para cada tipo de vehículo según el cuadro del MTOP.

Tabla 9: Tabla de pesos y medidas

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				largo	Ancho	Alto
2 D		 I I	7	5,00	2,60	3,00
2DA		 I I	10	7,50	2,60	3,50
2DB		 I I	18	12,20	2,60	4,10
3-A		 I I I	27	12,20	2,60	4,10
4-C		 I I I I	31	12,20	2,60	4,10
4-0		 I I I I	32	12,20	2,60	4,10
V2DB		 I I	18	12,20	2,60	4,10
V3A		 I I I	27	12,20	2,60	4,10
VZS		 I I I	27	12,20	2,60	4,10
T2		 I I	18	8,50	2,60	4,10
T3		 I I I	27	8,50	2,60	4,10
S3		 I I I	24	13,00	3,00	4,30
S2		 I I	20	13,00	3,00	4,30
S1		 I	11	13,00	3,00	4,30
R2		 I I	22	10,00	3,00	4,30
R3		 I I I	31	10,00	3,00	4,30

Elaborado: MTOP

### 3.2.5. Factor equivalente de carga

Este valor de cargas se establece de las tabla dadas por la AASHTO 93 dado que se asume una serviciabilidad final de 2.5 y un número estructural 3.

Tabla 10: Factor equivalente de carga

<b>TABLA VL3. Factor de Equivalencia de Carga*</b>				
<b>Carga de Eje Bruto</b>		<b>Factores de Carga Equivalente</b>		
<b>kN</b>	<b>Ib</b>	<b>Ejes Simple</b>	<b>Ejes Tandem</b>	<b>Ejes Tridem</b>
4.45	1000	0,00002		
8.9	2000	0,00018		
17.8	4000	0,00209	0,0003	
26.7	6000	0,01043	0,001	0,0003
35.6	8000	0,0343	0,003	0,001
44.5	10000	0,0877	0,007	0,002
53.4	12000	0,189	0,014	0,003
62.3	14000	0,36	0,027	0,006
71.2	16000	0,623	0,047	0,011
80	18000	1	0,077	0,017
89	20000	1,51	0,121	0,027
97.9	22000	2,18	0,18	0,04
106.8	24000	3,03	0,26	0,057
115.6	26000	4,09	0,364	0,08
124.5	28000	5,39	0,495	0,109
133.4	30000	6,97	0,658	0,145
142.3	32000	8,88	0,857	0,191
151.2	34000	11,18	1,095	0,246
160.1	36000	13,93	1,38	0,313
169	38000	17,2	1,7	0,393
178	40000	21,08	2,08	0,487
187	42000	25,64	2,51	0,597
195.7	44000	31	3	0,723
204.5	46000	37,24	3,55	0,868
213.5	48000	44,5	4,17	1,033
22.4	50000	52,88	4,86	1,22
231.3	52000		5,63	1,43
240.2	54000		6,47	1,66
249	56000		7,41	1,91
258	58000		8,45	2,2
267	60000		9,59	2,51
275.8	62000		10,84	2,85
284.5	64000		12,22	3,22
293.5	66000		13,73	3,62
302.5	68000		15,38	4,05
311.5	70000		17,19	4,52
320	72000		19,16	5,03
329	74000		21,32	5,57
338	76000		23,66	6,15
347	78000		26,22	6,78
356	80000		29	7,45
364.7	82000		32	8,2
373.6	84000		35,3	8,9
382.5	86000		38,8	9,8
391.4	88000		42,6	10,6
400.3	90000		46,8	11,6

Elaborado: AASHTO 93

### 3.3. Proyección del Tráfico futuro a 20 años

En la tabla 11 vamos a obtener el tráfico futuro en 20 años de la siguiente manera:

Para livianos:  $1116(1+3,75\%)^1 = 11158$

Para buses:  $843(1+1,99\%)^1 = 860$

Para camiones:  $22(1+2,24\%)^1 = 22$

Tabla 11: Proyección del Tráfico a 20 años

AÑO	n	TIPO DE VEHICULO			TOTAL
		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	
		3,75	1,99	2,24	
2017	0	1116	843	22	1981
2018	1	1158	860	22	2040
2019	2	1201	877	23	2101
2020	3	1246	894	24	2164
2021	4	1293	912	24	2229
2022	5	1342	930	25	2296
2023	6	1392	949	25	2366
2024	7	1444	968	26	2437
2025	8	1498	987	26	2511
2026	9	1554	1007	27	2588
2027	10	1613	1027	27	2667
2028	11	1673	1047	28	2748
2029	12	1736	1068	29	2832
2030	13	1801	1089	29	2919
2031	14	1869	1111	30	3009
2032	15	1939	1133	31	3102
2033	16	2011	1155	31	3198
2034	17	2087	1178	32	3297
2035	18	2165	1202	33	3400
2036	19	2246	1226	34	3505
2037	20	2330	1250	34	<b>3615</b>

Elaborado: Gustavo Guamán

El TPDA futuro en 20 años da como resultado 3615 veh/ambos sentidos

### 3.3.1. Según la clasificación de Carretera del MTOP

Con los resultados obtenidos de la proyección del tráfico a 20 años se va a clasificar mediante el manual del MTOP el tipo de vía.

Tabla 12: Clasificación de Carreteras

<b>FUNCION</b>	<b>CATEGORÍA DE LA VÍA</b>	<b>TPDA Esperado</b>
Corredor Arterial	R - I o R - II	>8000
	<b>I</b>	<b>3000 - 8000</b>
	II	1000 - 3000
Colectoras	III	300 - 1000
	IV	100 - 300
Vecinal	V	<100

Fuente: MTOP

Obtenidos los resultados para 20 años y viendo la tabla de clasificación de carreteras según el MTOP se dio como resultado que la vía es un corredor arterial clase I.

### 3.4. Número de ejes equivalentes ESAL's

Para el cálculo de ESAL's vamos a utilizar el ASHTO 93

Tabla 13: Taza de crecimiento

TAZA CRECIMIENTO	
LIVIANO	3,75%
BUS	1,99%
CAMION	2,24%
PORCENTAJE BUSES Y CAMIONES	
	0,4364 %

Fuente: ASHTO 93

#### 3.4.1. Descomposición Vehicular

La tabla 14 nos muestra la descomposición vehicular de la siguiente manera:

% Vehículos Livianos:  $1116/1981 = 0,5636$

% Vehículos Bus:  $843/1981 = 0,4256$

% Vehículos Camión:  $21/1981 = 0,010$

TPDA sin livianos;  $843+21 = 865$

% Vehículos sin liv:  $843/865 = 0,975$

% Vehículos sin liv:  $21/865 = 0,0247$

Tabla 14: Descomposición Vehicular

	TPDA	%VEHICULOS	%VEH/SIN LIV
LIVIANOS	1116	0,5636	
BUS	843	0,4256	0,9753
2DA	21	0,0108	0,0247
2DB	0	0,0000	0,0000
3A	0	0,0000	0,0000
2S2	0	0,0000	0,0000
3S1	0	0,0000	0,0000
3S2	0	0,0000	0,0000
3S3	0	0,0000	0,0000
TPDA SIN LIVIANOS	865		
TPDA	1981		

Elaborado: Gustavo Guamán

### 3.4.2. Cálculo Factor Camión

La tabla 15 nos muestra el cálculo factor camión de la siguiente manera:  
**2200(Ton):**

$$2200(1,5)= 3300 \qquad 2200(7)= 15400 \qquad 2200(11)= 24200$$

$$FC= (0,53944+3,611) \wedge 0,9753= 4.04860$$

$$FC= (0,01868+0,53944) \wedge 0,0247= 0,01377$$

Tabla 15: Calculo Factor Camión

	TON	KIPS		%VEH/SIN LIV	FC
LIVIANOS	1	2,20	0,000385		
	1,5	3,31	0,001377		
BUS	7	15,43	0,53944	0,9753	4,04860
	11	24,25	3,6116		
2DA	3	6,61	0,01868	0,0247	0,01377
	7	15,43	0,53944		
2DB	7	15,43	0,53944	0,0000	0,00000
	11	24,25	3,6116		
3A	7	15,43	0,53944	0,0000	0,00000
	20	44,09	3,2617		
2S2	7	15,43	0,53944	0,0000	0,00000
	11	24,25	3,6116		
	20	44,09	3,2617		
3S1	7	15,43	0,53944	0,0000	0,00000
	20	44,09	3,2617		
	11	24,25	3,6116		
3S2	7	15,43	0,53944	0,0000	0,00000
	20	44,09	3,2617		
	20	44,09	3,2617		
3S3	7	15,43	0,53944	0,0000	0,00000
	20	44,09	3,2617		
	24	52,91	1,5292		
					4,06238

Elaborado: Gustavo Guamán

### 3.4.3. Factor de distribución por carril

Tabla 15: Factor de distribución por carril

<b>Tabla IV.3. Factor De Distribución Por Carril.</b>	
<b>Nº. carriles en cada dirección</b>	<b>Porcentaje de ejes simples equivalentes de 18 kips en el carril de diseño (<i>F<sub>c</sub></i>)</b>
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4 ó más	50 – 75

Fuente: AASHTO (guide for design 1993)

### 3.4.4. Cálculo de ejes equivalentes

$$ESALS = TPDA * 365 * F_c * F_d * FC * GF * TKS$$

$F_c$  = Factor de distribución por carril

$F_d$  = Factor de distribución direccional

$FC$  = Factor Camión

$GF$  = Factor de crecimiento tráfico Vehicular

$TKS$  = Porcentaje de buses y camiones

### 3.5. Determinación de los ejes equivalentes ESAL'S

Para la determinación de los ejes equivalentes se obtiene mediante esta fórmula:

r bus (taza crecim.): 1,99

n= 20 años

TKS bus % veh = 0,4256

TPDA= 1981

FC= 4,06238

$$GF = \frac{(1 + r)^n - 1}{\ln(1 + r)}$$

**GF bus: 24,514**

**Esals bus:  $365 * Tksbus * Fc * Gfbus * 0,5 * 1 * TPDAasig$**

$$= 365 * 0.4256 * 4,06238 * 24,514 * 0,5 * 1 * 1981$$

$$= 15'324.141,3$$

r camión (taza crecim.) : 2,24

n= 20 años

TKS camión % veh = 0,0108

TPDA= 1981

FC= 4,06238

$$GF = \frac{(1 + r)^n - 1}{\ln(1 + r)}$$

**GF camión: 25,164**

**Esals camión:  $365 * Tks camión * Fc * Gfcamiión * 0,5 * 1 * TPDA$**

$$= 365 * 0,0108 * 4,06238 * 21,164 * 0,5 * 1 * 1981$$

$$= 398017,661$$

ESAL's Total = ESAL's Bus + ESAL's Camión

$$= 15'722.158,97$$

### **3.6. ESAL´S de Diseño**

Factor de Dirección: 0.5

Factor de carril: 1.00

Esals por carril de transito:  $0.5 * 1 * 15722.158,97$

Esals de diseño = 7'861.079

### **3.7. Estudio de Suelos**

Las muestras que utilizamos para determinar las características del suelo, se hizo mediante las normas establecidas y las especificaciones técnicas del MOP-2002.

Se realizó la calicata en la vía a una profundidad de 1.50 mts del terreno natural

Las muestras que obtuvimos, fueron llevadas al Laboratorio Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli para realizar los ensayos de: Contenido de Humedad, Granulometría para clasificar el tipo de suelo, Límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR para obtener la capacidad portante del suelo.

## CAPITULO IV

### Diseño de pavimento flexible por el método AASTHO 93

#### 4.1. Variables para el Diseño de Pavimento

- Para el diseño de pavimento flexible se ha considerado las características del tránsito que obtuvimos en base al volumen y composición obtenidos en el estudio realizado en el capítulo 3 y las propiedades del suelo es decir la subrasante en la que implantara la estructura del pavimento.
- La ecuación básica para pavimentos flexibles por el método AASTHO 93 es la siguiente:

$$\text{Log}w_{18} = Z_r S_o + 9.36 \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log} * Mr - 8.07$$

Donde:

W18= números de cargas de ejes simples equivalentes a 18 kips

Zr= Es el valor z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada para una confiabilidad R.

So= Desviación estándar de todas las variables.

Mr= Modulo resiliente en la subrasante.

SN= Número estructural

### 4.1.1. Esal`s (W18).

Los factores de equivalencia de carga por eje, expresan los daños al pavimento por cada tipo de vehículo liviano, buses y vehículos pesados, dando como resultado de estos estudios un Esal`s de diseño.

### 4.1.2. Confiabilidad (R)

El nivel de confiabilidad obtenemos mediante la tabla de la AASHTO 93

Tabla 16: Tabla de nivel de confiabilidad

Tipo de Camino	Confiabilidad Recomendada	
	Zona Urbana	Zona Rural
Rutas interestatales y autopistas	85 a 99.9	80 a 99.9
Arterias principales	80 a 99	75 a 99
Colectoras	80 a 95	75 a 95
Locales	50 a 80	50 a 80

Fuente: AASHTO (guide for design 1993)

- La vía que estamos analizando está ubicada en el cantón Durán; en la cual hemos considerado según dicha tabla el 80% de confiabilidad.
- Con este valor de confiabilidad vamos a encontrar el valor de desviación estándar que nos recomienda la AASHTO 93.

Tabla 17: Tabla de desviación estándar

Confiabilidad, R en porcentaje	Desviación estándar normal, Zr
50	0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	1,751
97	1,881
98	-2,054
99	-2,327
99.9	-3,090
99.99	-3,750

Fuente: AASHTO (guide for design 1993)

El valor de Zr será: -0,841

### 4.1.3. Desviación Estándar

La AASHTO recomienda valores de desviación estándar para pavimentos flexibles con una predicción de errores en el tránsito de 0,49 como lo dice en la siguiente tabla:

Tabla 18: Tabla de Desviación Estándar (So)

Condición de Diseño	Desvío Estándar
Variación en la predicción del pavimento sin errores en el tránsito	0,34 (pav, rígidos) 0,44 (pav, flexibles)
Variación en la predicción del pavimento con errores en el tránsito	0,39 (pav, rígidos) 0,49 (pav, flexibles)

Fuente: AASHTO (guide for design 1993)

#### 4.1.4. Serviciabilidad

Para el diseño de pavimento se deben de elegir el índice se servicio inicial y final.

La serviciabilidad inicial para pavimentos flexibles es de 4.2; y la serviciabilidad final para caminos de menor tránsito es de 2.00 según la AASHTO 93.

Tabla 19: Valores de índice de Serviciabilidad

<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>PT</b>
Para vías con características de Autopista urbanas y troncales de mucho trafico	2.5 a 3.0
Para vías con características de Autopista urbanas y troncales de intensidad normal de trafico asi como autopistas urbanas	2.0 a 2.5
Para vías locales, ramales, secundarias y agrícolas	1.8 a 2.0

Fuente: AASHTO 1993

#### 4.1.5. Módulo de Resiliente

Este se obtiene mediante el valor portante del suelo.

Es la representación entre el suelo y la deformación que se obtiene mediante los ensayos de CBR.

Vamos a utilizar la siguiente ecuación para un CBR mayor al 10%

$$Mr = 4326 * \ln (\text{CBR}) + 241$$

$$Mr = 168882,91006$$

El módulo resiliente de los materiales recomendados por la AASHTO 93 son los siguientes:

Tabla 20: Módulo de resiliente de materiales

<b>Material</b>	<b>Normas</b>	<b>Mr (psi)</b>
Concreto Asfáltico	E.M. 1800 Lb	400000
Base de piedra triturada	I.P.=<6 CBR=+80%	27000
Sub-base granular	I.P.=<6 CBR=+30%	15000
Mejoramiento	I.P.=<9 CBR=+20%	13000

Fuente: AASHTO (guide for design 1993)

#### 4.1.6. Estructura del Pavimento

Con los datos obtenidos, tenemos los resultados para determinar la estructura del pavimento, mediante la ecuación general de la AASTHO.

Tabla 21: Parámetros de diseño

Confiabilidad	80%
Desviación Estándar	0.45
Zr	-0,841
Serviciabilidad Inicial (Po)	4.2
Serviciabilidad Final (Pt)	2.5
CBR de diseño	46,85
Esals W18	7861079
Mr (sub-rasante)	168882,91006

Elaborado: Gustavo Guamán

Nuestro CBR de diseño que tenemos es: 46.85

$$Mr = 1500 * CBR \quad \text{para CBR menor a 7.2\%}$$

$$Mr = 3000 * CBR^{0.65} \quad \text{para CBR de 7.2 a 20\%}$$

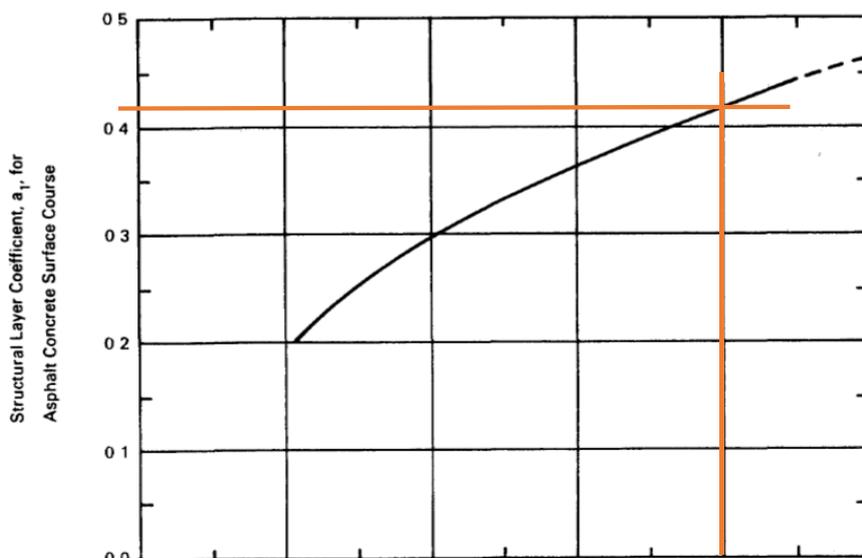
$$Mr = 4326 * \ln(CBR) + 241 \quad \text{para suelos granulares}$$

#### 4.1.7. Determinación de la capa de rodadura

El módulo elástico del concreto para una temperatura de 20° C se escogió un módulo de 400000, se ingresó con este valor para encontrar el coeficiente de capa (a1).

Obteniendo un coeficiente de  $a_1=0.42$  con el cual se determinara D1.

Tabla 22: Módulo de resiliente de materiales



Fuente: AASHTO (guide for design 1993)

Vamos a Calcular utilizando el programa de la Ecuación de la AASHTO 93 para pavimentos flexibles.

## Para Base

Ilustración 15: Obtención del SN de capa de la Base.

**Ecuación AASHTO 93**

**CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)**

Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2004.

Tipo de Pavimento:  Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): 80 % Zr=-0.841 So = 0.45

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial = 4.2 PSI final = 2.5

Módulo resiliente de la subrasante: Mr = 28000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)

Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis:  Calcular SN  Calcular W18

Número Estructural: SN = 2.74

Observaciones:

Calcular Salir

Fuente: AASHTO 93.

**Sn = 2.74**

## Para la Sub- Base

Ilustración 16: Obtención del SN de capa de la sub-Base.

**Ecuación AASHTO 93**

**CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)**

Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2004.

Tipo de Pavimento:  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):  
80 %  $Z_r = -0.841$  So 0.45

Serviciabilidad inicial y final:  
PSI inicial 4.2 PSI final 2.5

Módulo resiliente de la subrasante:  
Mr 18000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:  
Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)   
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)   
Coeficiente de transmisión de carga - (J)   
Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis:  
 Calcular SN **W18 = 7861079** **SN = 3.24**  
 Calcular W18

Número Estructural:  
SN = 3.24

Observaciones:

Calcular Salir

Fuente: AASHTO 93.

**Sn = 3.24**

## Para mejoramiento

Ilustración 17: Obtención del SN de capa de mejoramiento

The screenshot shows a software window titled "Ecuación AASHTO 93" with the following fields and values:

- Tipo de Pavimento:**  Pavimento flexible,  Pavimento rígido
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** 80 % Zr=-0.841, So = 0.45
- Serviciabilidad inicial y final:** PSI inicial = 4.2, PSI final = 2.5
- Módulo resiliente de la subrasante:** Mr = 15682 psi
- Información adicional para pavimentos rígidos:** (Empty fields for Ec, JI, Sc, Cd)
- Tipo de Análisis:**  Calcular SN,  Calcular W18. Result: **W18 = 7861079**
- Número Estructural:** **SN = 3.42**
- Observaciones:** (Empty text area)
- Buttons:** "Calcular" and "Salir"

Fuente: AASHTO 93.

**Sn = 3.42**

Con el programa del AASHTO 93 tenemos como resultado el número estructural para cada capa de nuestro pavimento, una vez sabiendo esto podemos corregir y diseñar con los nuevos espesores adecuado.

Tabla 23: Diseño del Pavimento Flexible

Materiales	CBR	Mr (PSI)	COEFICIENTE		NUMERO ESTRUCTURAL		ESPESOR Cm.		Espesores Adoptado		Numero estructural	
			CAPA	DRENAJE	CALCULADO	PARCIAL	Calculado	Cm	PULG.	Cm.	PARCIAL	SN (ADOP)
Capa de Rodadura		400000	0,42	1,00		2,74	6,52	16,56	4	10,16	2.10	6,95
Base	80	28000	0,13	0,80	2,74	0,50	4,81	12,21	6	15,24	0.62	1,26
Sub-Base	30	15000	0,13	0,80	3,24	0,18	2,04	6,096	8	20,32	0.62	0,71
Sub-Rasante	20	13000	0,035	0,80	3,42	0,41	14	33,48	14	35		0,93
T.F.					3,83							

Elaborado: Gustavo Guamán

Numero estructural:

$$\text{Parcial} = 2,74 - 0 = 2,74$$

$$3,24 - 2,74 = 0,50$$

$$3,42 - 3,24 = 0,18$$

$$3,83 - 3,42 = 0,41$$

Calculado=

$$2,74 / (0,42 * 1) = 6,52$$

$$0,50 / (0,13 * 0,80) = 4,81$$

$$0,18 / (0,13 * 0,80) = 2,01$$

Numero estructural (SN adop)

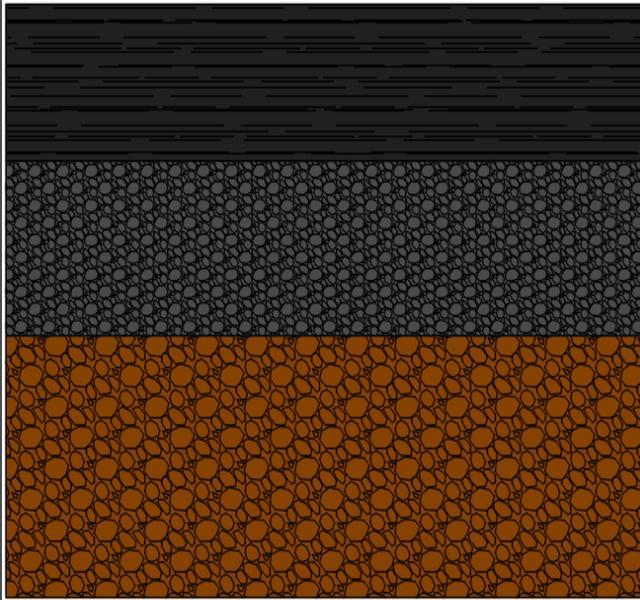
$$0,42 * 1 * 16,56 = 6,95$$

$$0,13 * 0,8 * 12,21 = 1,26$$

$$0,13 * 0,8 * 6,096 = 0,71$$

$$0,035 * 0,8 * 33,48 = 0,93$$

## DISEÑO FINAL DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO.



<b>Capa de Rodadura</b>	<b>4</b>	<b>10,16</b>
<b>Base</b>	<b>6</b>	<b>15,24</b>
<b>Sub - Base</b>	<b>8</b>	<b>20,32</b>
<b>Mejoramiento</b>	<b>14</b>	<b>35</b>
<b>Total</b>	<b>32 pulg.</b>	<b>80 cm</b>

## CAPITULO IV

### Conclusiones y Recomendaciones

#### 5.1. Conclusiones

- Mediante el estudio de tráfico realizado en la vía actual durante 4 días, dio como resultado un conteo de tráfico 6343 automotores que se clasificó de la siguiente manera, Livianos 56,36% ; Buses 42,56% ; Camiones 1,08%
- Obtenidos los resultados para 20 años y viendo la tabla de clasificación de carreteras según el MTOP se dio como resultado que la vía es un corredor arterial **clase I.** (3615 vehículos)
- Observando el lugar donde estamos evaluando este pavimento flexible, podemos observar los diversos tipos de fallas como: piel de cocodrilo, grietas en forma de bloque, baches en la capeta asfáltica, desgaste, etc que es ocasionado por el incremento vehicular que no fue considerado del diseño original.
- El deterioro de las ondulaciones en la vía es motivado por el índice de plasticidad existente en la base es (I.P. 16%) que fue analizado en el laboratorio.
- Se concluye de igual manera que la capa de Sub-Base tiene una plasticidad del 14% como se indica en los ensayos y este es otro motivo de falla en el pavimento flexible en cuanto tiene que ver las ondulaciones o ahuellamiento.

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda cumplir con todas las especificaciones que nos da el MTOP y de todas las normas existentes, para la construcción de una vía.
- Con el estudio Final se dio como resultado que en para una vía proyectada en 20 años, se necesitara una vía ancha de primer Orden.
- Se recomienda un nuevo diseño geométrico para que dé cabida al tránsito vehicular a los 20 años cogiendo como base el estudio del tráfico (TPDA) establecido en este estudio.
- Se recomienda hacer un tratamiento de estabilización de suelos, debido a que el índice de plasticidad encontrado es IP 16% como se observan en los anexos.

## Bibliografía

Alberto Fernandez. (2013). Blog del Asfalto: La Capa de Rodadura. Retrieved July 14, 2017, from <http://blogdelasfalto.blogspot.com/2013/06/la-capa-de-rodadura.html>

APUNTES DE INGENIERIA CIVIL: Pavimentos - Característica de bases y sub-bases.

(2009). Retrieved July 14, 2017, from

<http://ingenieriacivilapuntes.blogspot.com/2009/05/pavimentos-caracteristica-de-bases-y.html>

Definición de contenido de humedad. (n.d.). Retrieved September 7, 2017, from

<https://es.scribd.com/doc/141685109/Definicion-de-contenido-de-humedad>

Julián Pérez Porto y María Merino. (2015). Definición de vía pública - Qué es, Significado y

Concepto. Retrieved July 14, 2017, from <http://definicion.de/via-publica/>

METODOS MANUALES. (n.d.).

Ministerio de Obras Públicas. (2003). Normas de Diseño Geometrico de Carreteras, 475.

Pavimentos: Sub Base y los Materiales. | APUNTES INGENIERÍA CIVIL. (2009). Retrieved

July 14, 2017, from <http://apuntesingenierocivil.blogspot.com/2011/03/pavimentos-sub-base-y-los-materiales.html>

Raysha P Vera. (2013). Elementos que integran el Pavimento Flexible - I | Pavimentos.

Retrieved July 14, 2017, from <http://libro-pavimentos.blogspot.com/2013/02/elementos-que-integran-el-pavimento.html>

Sergio Enrique Sánchez Rivera. (2006). Pavimento Flexible, 5–29. Retrieved from

[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lic/sanchez\\_r\\_se/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/sanchez_r_se/capitulo2.pdf)

## Bibliografía

CIVIL, L. D. (26 de 09 de 1983). *LEY DE EJERCICIO PROFESIONAL DE LA INGENIERIA CIVIL*. Obtenido de [http://www.cice.org.ec/sites/default/files/vademecum/B.%20LEY%20EJERCICIO%20PROFESIONAL\\_0.pdf](http://www.cice.org.ec/sites/default/files/vademecum/B.%20LEY%20EJERCICIO%20PROFESIONAL_0.pdf)

*Elementos que integran el Pavimento Rígido – Subrasante, subbase, superficie de rodadura.* (16 de 05 de 2009). Obtenido de <http://ingenieriacivilapuntos.blogspot.com/2009/05/elementos-que-integran-el-pavimento.html>

*Elementos que integran el Pavimento Rígido – Subrasante, subbase, superficie de rodadura.* (16 de 05 de 2009). Obtenido de <http://ingenieriacivilapuntos.blogspot.com/2009/05/elementos-que-integran-el-pavimento.html>

Ingeniero Hugo. (02 de 02 de 2010). *CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTOS*. Obtenido de <http://libro-pavimentos.blogspot.com/2010/02/clasificacion-de-pavimentos.html>

Ingeniero Hugo. (02 de 02 de 2010). *CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTOS*. Obtenido de <http://libro-pavimentos.blogspot.com/2010/02/clasificacion-de-pavimentos.html>

Ingeniero Hugo. (02 de 02 de 2010). *CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTOS*. Obtenido de <http://libro-pavimentos.blogspot.com/2010/02/clasificacion-de-pavimentos.html>

MOP. (2001). *Planos de Obras Tipos. Manual de Carreteras, Volumen 5, Dirección General de Obras Públicas*. Obtenido de Mantenimiento Vial. Manual de Carreteras, Volumen 7, Dirección General de Obras Públicas: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>

Perez Porto, J. (2009). *Definición de pavimentos*.

Villanueva M. , R. (20 de 04 de 2015). *pavimento rigido*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/PedroFigueroa8/ppt-pavimento-rigido>

Villanueva M. , R. (20 de 04 de 2015). *Pavimento Rigido Universidad Privada del Norte*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/PedroFigueroa8/ppt-pavimento-rigido>

Villanueva M. , R. (20 de 04 de 2015). *Pavimento Rigido Universidad Privada del Norte*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/PedroFigueroa8/ppt-pavimento-rigido>

Villanueva M. , R. (20 de 04 de 2015). *Universidad Privada del Norte Pavimento Rigido*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/PedroFigueroa8/ppt-pavimento-rigido>

www.arkiplus.com, E. d. (02 de 08 de 2013). *Historia del pavimento*. Obtenido de <http://www.arkiplus.com/historia-del-pavimento>

### Trabajos citados

CIVIL, L. D. (26 de 09 de 1983). *LEY DE EJERCICIO PROFESIONAL DE LA INGENIERIA CIVIL*. Obtenido de [http://www.cice.org.ec/sites/default/files/vademecum/B.%20LEY%20EJERCICIO%20PROFESIONAL\\_0.pdf](http://www.cice.org.ec/sites/default/files/vademecum/B.%20LEY%20EJERCICIO%20PROFESIONAL_0.pdf)

*Elementos que integran el Pavimento Rígido – Subrasante, subbase, superficie de rodadura*. (16 de 05 de 2009). Obtenido de <http://ingenieriacivilapuntes.blogspot.com/2009/05/elementos-que-integran-el-pavimento.html>

*Elementos que integran el Pavimento Rígido – Subrasante, subbase, superficie de rodadura*. (16 de 05 de 2009). Obtenido de <http://ingenieriacivilapuntes.blogspot.com/2009/05/elementos-que-integran-el-pavimento.html>

Ingeniero Hugo. (02 de 02 de 2010). *CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTOS*. Obtenido de <http://libro-pavimentos.blogspot.com/2010/02/clasificacion-de-pavimentos.html>

Ingeniero Hugo. (02 de 02 de 2010). *CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTOS*. Obtenido de <http://libro-pavimentos.blogspot.com/2010/02/clasificacion-de-pavimentos.html>

Ingeniero Hugo. (02 de 02 de 2010). *CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTOS*. Obtenido de <http://libro-pavimentos.blogspot.com/2010/02/clasificacion-de-pavimentos.html>

MOP. (2001). *Planos de Obras Tipos. Manual de Carreteras, Volumen 5, Dirección General de Obras Públicas*. Obtenido de Mantenimiento Vial. Manual de Carreteras, Volumen 7, Dirección General de Obras Públicas: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>

Perez Porto, J. (2009). *Definición de pavimentos*.

Villanueva M. , R. (20 de 04 de 2015). *pavimento rigido*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/PedroFigueroa8/ppt-pavimento-rigido>

Villanueva M. , R. (20 de 04 de 2015). *Pavimento Rigido Universidad Privada del Norte*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/PedroFigueroa8/ppt-pavimento-rigido>

Villanueva M. , R. (20 de 04 de 2015). *Pavimento Rigido Universidad Privada del Norte*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/PedroFigueroa8/ppt-pavimento-rigido>

Villanueva M. , R. (20 de 04 de 2015). *Universidad Privada del Norte Pavimento Rigido*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/PedroFigueroa8/ppt-pavimento-rigido>

www.arkiplus.com, E. d. (02 de 08 de 2013). *Historia del pavimento*. Obtenido de <http://www.arkiplus.com/historia-del-pavimento>

# **ANEXO 1**

# FORMATO PARA EL CONTEO DE TRÁFICO

## CONTEO DE TRAFICO

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EXISTENTE EN LA AV. SAMUEL CISNERO DEL CANTÓN DURÁN

ESTACION 1:	DIA CONTEO: Sábado 05/AGOSTO/2017
DIRECCION: AV. SAMUEL CISNEROS	

HORA	LIVIANOS		BUSES		CAMIONES		TOTAL
	Automóvil	Camioneta	Buseta	Bus	C2P	C2G	
							
06h00 07h00							
07h00 08h00							
08h00 09h00							
09h00 10h00							
10h00 11h00							
11h00 12h00							
12h00 13h00							
13h00 14h00							
14h00 15h00							
15h00 16h00							
16h00 17h00							
17h00 18h00							
18h00 19h00							
19h00 20h00							
<b>Suman</b>							

CONTEO DE TRAFICO

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EXISTENTE EN LA AV. SAMUEL CISNERO DEL CANTÓN DURÁN

ESTACION 1:

DIA CONTEO:

Sábado 05/AGOSTO/2017

DIRECCION: AV. SAMUEL CISNEROS

HORA	LVIANOS		BUSES		CAMIONES		TOTAL
	Automóvil	Camioneta	Buseta	Bus	C2P	C2G	
							
06h00 07h00	35	2	5	62			104
07h00 08h00	42	9	12	87	4		154
08h00 09h00	62	12	12	63	3		152
09h00 10h00	60	32	8	50	3		153
10h00 11h00	52	28		53			133
11h00 12h00	47	30		48			125
12h00 13h00	42	21		58			121
13h00 14h00	56	15	3	35			109
14h00 15h00	45	15	8	38	1		107
15h00 16h00	52	21	2	48	2		125
16h00 17h00	72	26	2	52	4		156
17h00 18h00	78	28		58	3		167
18h00 19h00							0
19h00 20h00							0
<b>Suman</b>	<b>643</b>	<b>239</b>	<b>52</b>	<b>652</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>1606</b>

CONTEO DE TRAFICO

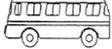
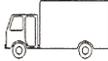
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EXISTENTE EN LA AV. SAMUEL CISNERO DEL CANTÓN DURÁN

ESTACION 1:

DIA CONTEO:

DOMINGO 06/AGOSTO/2017

DIRECCION: AV. SAMUEL CISNEROS

HORA	LIVIANOS		BUSES		CAMIONES		TOTAL
	Automóvil	Camioneta	Buseta	Bus	C2P	C2G	
							
06h00 07h00	21	2	5	62			90
07h00 08h00	58	9	4	87	4		162
08h00 09h00	55	12	8	63	3		141
09h00 10h00	60	16	8	50	3		137
10h00 11h00	52	11		53	1		117
11h00 12h00	47	14		48	2		111
12h00 13h00	42	12		41			95
13h00 14h00	37	5	3	35			80
14h00 15h00	45	8	6	38	1		98
15h00 16h00	52	12	2	48	2		116
16h00 17h00	48	15	2	52			117
17h00 18h00	61	16		54			131
18h00 19h00							0
19h00 20h00							0
<b>Suman</b>	<b>578</b>	<b>132</b>	<b>38</b>	<b>631</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>1395</b>

CONTEO DE TRAFICO

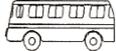
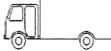
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EXISTENTE EN LA AV. SAMUEL CISNERO DEL CANTÓN DURÁN

ESTACION 1:

DIA CONTEO:

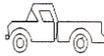
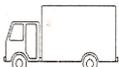
LUNES 07/AGOSTO/2017

DIRECCION: AV. SAMUEL CISNEROS

HORA	LIVIANOS		BUSES		CAMIONES		TOTAL
	Automóvil	Camioneta	Buseta	Bus	C2P	C2G	
							
06h00 07h00	62	15	5	62	3		147
07h00 08h00	89	47	8	87	4		235
08h00 09h00	85	35	7	67	3		197
09h00 10h00	90	38	5	53	3		189
10h00 11h00	85	20	3	53			161
11h00 12h00	81	14		48			143
12h00 13h00	42	12		45			99
13h00 14h00	37	5	3	35			80
14h00 15h00	45	15	6	38	1		105
15h00 16h00	79	12	2	53	2		148
16h00 17h00	85	15	2	52	2		156
17h00 18h00	92	16		54			162
18h00 19h00							0
19h00 20h00							0
<b>Suman</b>	<b>872</b>	<b>244</b>	<b>41</b>	<b>647</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>1822</b>

CONTEO DE TRAFICO

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EXISTENTE EN LA AV. SAMUEL CISNERO DEL CANTÓN DURÁN

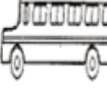
ESTACION 1:				DIA CONTEO: MARTES 08/AGOSTO/2017			
DIRECCION: AV. SAMUEL CISNEROS							
HORA	LIVIANOS		BUSES		CAMIONES		TOTAL
	Automóvil	Camioneta	Buseta	Bus	C2P	C2G	
							
06h00 07h00	54	9	5	57	3		128
07h00 08h00	64	17	8	87	4		180
08h00 09h00	69	25	4	69	3		170
09h00 10h00	77	29	5	52			163
10h00 11h00	75	20	3	53			151
11h00 12h00	64	16		47			127
12h00 13h00	42	12	1	45			100
13h00 14h00	37	5		35			77
14h00 15h00	45	11	3	38	1		98
15h00 16h00	64	13	2	51	2		132
16h00 17h00	71	15	2	53	2		143
17h00 18h00	81	16		54			151
18h00 19h00							0
19h00 20h00							0
<b>Suman</b>	<b>743</b>	<b>188</b>	<b>33</b>	<b>641</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>1620</b>

## Tráfico Promedio Diario Semanal

### EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. SAMUEL CISNEROS EN EL CANTÓN DURÁN

#### COMPOSICIÓN DE TRÁFICO (2017)

#### ESTACION N°.1. - EN 2 DIRECCIONES-

FECHA	DIA DE LA SEMANA	LIVIANOS		BUSES		CAMIONES			TOTAL
		Automóvil	Camioneta	Buseta	Bus	Pesados			
									
05/AGOSTO/2017	sabado	643	239	52	652	20	0	0	1606
06/AGOSTO/2017	domingo	578	132	38	631	16	0	0	1395
07/AGOSTO/2017	lunes	872	244	41	647	18	0	0	1822
08/AGOSTO/2017	martes	743	188	33	641	15	0	0	1620
<b>TOTAL</b>		<b>2836</b>	<b>803</b>	<b>164</b>	<b>2571</b>	<b>69</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6443</b>
<b>T.P.D.S.</b>		<b>702</b>	<b>206</b>	<b>42</b>	<b>644</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1612</b>
<b>% T.P.D.S.</b>		<b>44%</b>	<b>13%</b>	<b>3%</b>	<b>40%</b>	<b>1%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>
<b>%</b>		<b>56,36%</b>		<b>42,56%</b>		<b>1,08%</b>			<b>100,00%</b>

## TRÁFICO FUTURO EN 20 AÑOS

AÑO	n	TIPO DE VEHICULO			
		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
		3,75	1,99	2,24	
2017	0	1116	843	22	1981
2018	1	1158	860	22	2040
2019	2	1201	877	23	2101
2020	3	1246	894	24	2164
2021	4	1293	912	24	2229
2022	5	1342	930	25	2296
2023	6	1392	949	25	2366
2024	7	1444	968	26	2437
2025	8	1498	987	26	2511
2026	9	1554	1007	27	2588
2027	10	1613	1027	27	2667
2028	11	1673	1047	28	2748
2029	12	1736	1068	29	2832
2030	13	1801	1089	29	2919
2031	14	1869	1111	30	3009
2032	15	1939	1133	31	3102
2033	16	2011	1155	31	3198
2034	17	2087	1178	32	3297
2035	18	2165	1202	33	3400
2036	19	2246	1226	34	3505
2037	20	2330	1250	34	<b>3615</b>

## CLASIFICACION DE LA CARRETERA SEGÚN EL MOP

FUNCIÓN	CATEGORÍA DE LA VÍA	TPDA Esperado
Corredor Arterial	R-I o R-II	>8000
	I	3000 - 8000
	II	1000 - 3000
Colectoras	III	300 - 1000
	IV	100 - 300
Vecinal	V	<100

Factor mensual del mes de Agosto = 0.974

FACTOR DE ESTACIONALIDAD MENSUAL	
ENERO	1,07
FEBRERO	1,132
MARZO	1,085
ABRIL	1,093
MAYO	1,012
JUNIO	1,034
JULIO	1,982
AGOSTO	0,974
SEPTIEMBRE	0,923
OCTUBRE	0,931
NOVIEMBRE	0,953
DICIEMBRE	0,878

**Cálculo del Factor diario**

Fecha	Día	Conteo Diario (TDd)	Factor Diario TPDS/TDd)
05/08/2017	SABADO	1606	1,00
06/08/2017	DOMINGO	1395	1,15
07/08/2017	LUNES	1822	0,88
08/08/2017	MARTES	1620	1,00
	TOTAL	6443	1,010
	T.P.D.S.	1612	

$$TPDA = TPDS(Fm)(Fd)$$

TPDA existente = 1612(0,974) (1.010)

TPDA existente = 1585 Veh /día/ambos sentidos

	TPDA	%VEHICULOS	%VEH/SIN LIV
LIVIANOS	1116	0,5636	
BUS	843	0,4256	0,9753
2DA	21	0,0108	0,0247
2DB	0	0,0000	0,0000
3A	0	0,0000	0,0000
2S2	0	0,0000	0,0000
3S1	0	0,0000	0,0000
3S2	0	0,0000	0,0000
3S3	0	0,0000	0,0000
TPDA SIN LIVIANOS	865		
TPDA	1981		

# **ANEXO 2**

# UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS.

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio "ING. DR. ARNALDO RUFFILI".

## CONTENIDO DE HUMEDAD.

FECHA: Agosto 2017

PROYECTO: Evaluacion Del Pavimento Flexible

PERFORACION: 1,50

Ubicación: Av. Samuel Cisneros

ABSCISA: 0+500

MUESTRA N°		1	2	3	
RECIPIENTE N°		C2-C	B3	37	
Peso en gramos.	Recipiente + peso humedo	1100,09	1334,50	722,00	
	Recipiente + peso seco.	904,00	1264,80	691,10	
	Agua	W <sub>w</sub>	196,09	69,70	30,90
	Recipiente.		64,00	62,40	36,50
	Peso seco.	W <sub>s</sub>	840,00	1202,40	654,60
	Contenido de agua.	w	23,34%	5,80%	4,72%

MUESTRA N°		1	2	3
RECIPIENTE N°				
Peso en gramos.	Recipiente + peso humedo			
	Recipiente + peso seco.			
	Agua	W <sub>w</sub>		
	Recipiente.			
	Peso seco.	W <sub>s</sub>		
	Contenido de agua.	w		

REVISADO POR:

CALCULADO POR:

\_\_\_\_\_  
DIRECTOR DE TESIS

\_\_\_\_\_  
GUSTAVO GUAMÁN

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.**

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS.

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio "ING. DR. ARNALDO RUFFILI".

**PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ N°200**

FECHA: Agosto 2017

PROYECTO: Evaluacion Del Pavimento Flexible

PERFORACION: 1,50

Ubicación: Av. Samuel Cisneros

ABSCISA: 0+500

MUESTRA N°		1	2	3
RECIPIENTE N°		C2-C	B3	37
Peso en gramos.	Recipiente del Recipiente	64,00	62,40	36,50
	Peso Inicial + Recipiente	904,00	1264,80	691,10
	Peso Final + Recipiente	898,70	1180,20	644,30
	Peso Inicial	840,00	1202,40	654,60
	Peso Final	834,70	1117,80	607,80
% RETENIDO = $\frac{PESO FINAL X 100}{PESO INICIAL}$		99,37	92,96	92,85
% PASA TAMIZ N°200 = 100% - % RETENIDO		0,63	7,04	7,15

MUESTRA N°				
RECIPIENTE N°				
Peso en gramos.	Recipiente del Recipiente			
	Peso Inicial + Recipiente			
	Peso Final + Recipiente			
	Peso Inicial			
	Peso Final			
% RETENIDO = $\frac{PESO FINAL X 100}{PESO INICIAL}$				
% PASA TAMIZ N°200 = 100% - % RETENIDO				

REVISADO POR:

CALCULADO POR:

\_\_\_\_\_  
DIRECTOR DE TESIS\_\_\_\_\_  
GUSTAVO GUAMÁN

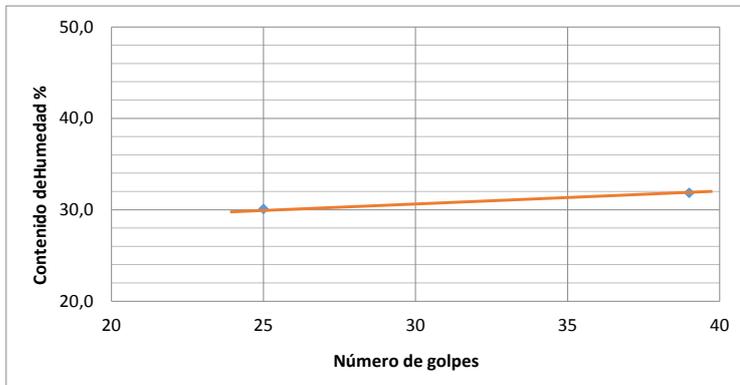
**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**Laboratorio "Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli"**

**ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO.**

**Proyecto:** Evaluación de Pavimento Flexible Existente  
**Localizacion:** Av. Samuel Cisneros en el Cantón Durán  
**Profundidad:** 1,50  
**ABSCISA:**  
**Muestra:** 1 Base  
**Fecha:** Agosto 2017

**LIMITE LIQUIDO.**

<b>PASO N° 40</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>RECIPIENTE N°</b>		<b>34</b>	<b>16</b>	<b>D</b>	
<b>Peso en gramos.</b>	Recipiente + peso humedo.	27,50	32,00	27,30	
	Recipiente + peso seco.	23,10	27,00	23,60	
	Agua.   Ww	4,40	5,00	3,70	
	Recipiente.	8,10	11,30	11,30	
	Peso seco.   Ws	15,00	15,70	12,30	
<b>Contenido de humedad.   W</b>		<b>29,33</b>	<b>31,85</b>	<b>30,08</b>	
<b>Numero de golpes.</b>		<b>28</b>	<b>39</b>	<b>25</b>	



**W<sub>L</sub>:** 30,42 %  
**W<sub>p</sub>:** 14,21 %  
**I<sub>p</sub>:** 16,21%

**LIMITE PLASTICO.**

<b>PASO N° 40</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>RECIPIENTE N°</b>		<b>17</b>	<b>19</b>	<b>A</b>	
<b>Peso en gramos.</b>	Recipiente + peso humedo.	12,20	12,40	11,90	
	Recipiente + peso seco.	11,40	11,60	11,40	
	Agua.   Ww	0,80	0,80	0,50	
	Recipiente.	6,60	6,30	6,80	
	Peso seco.   Ws	4,80	5,30	4,60	
Contenido de agua.		16,67	15,09	10,87	
<b>Limite plastico.</b>			<b>14,21</b>		

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

**Operado por:** Laboratorista

**Verificado por:** \_\_\_\_\_

**Calculado por:** Gustavo Guamán

**DIRECTOR DE TESIS**

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**Laboratorio "Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli"**

**ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO.**

Proyecto: Evaluación de Pavimento Flexible Existente

Localizacion: Av. Samuel Cisneros en el Cantón Durán

Profundidad: 1,50

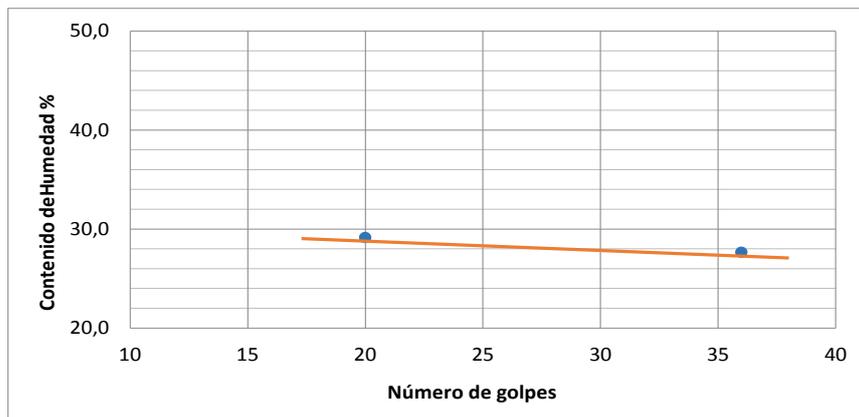
ABSCISA:

Muestra: 1 Sub-Base

Fecha: Agosto 2017

**LIMITE LIQUIDO.**

PASO N° 40		1	2	3
RECIPIENTE N°		8	6MC	63
Peso en gramos.	Recipiente + peso humedo.	29,10	31,10	30,80
	Recipiente + peso seco.	26,10	26,50	26,60
	Agua.   Ww	3,00	4,60	4,20
	Recipiente.	15,80	11,90	11,40
	Peso seco.   Ws	10,30	14,60	15,20
Contenido de humedad.   W		<b>29,13</b>	<b>31,51</b>	<b>27,63</b>
Numero de golpes.		20	26	36



W<sub>L</sub>: **29,42 %**  
W<sub>P</sub>: **14,87 %**  
I<sub>P</sub>: **14,55 %**

**LIMITE PLASTICO.**

PASO N° 40		1	2	3
RECIPIENTE N°		14	J	32
Peso en gramos.	Recipiente + peso humedo.	13,50	12,70	12,50
	Recipiente + peso seco.	12,80	12,10	11,90
	Agua.   Ww	0,70	0,60	0,60
	Recipiente.	8,00	8,00	8,00
	Peso seco.   Ws	4,80	4,10	3,90
Contenido de agua.		14,58	14,63	15,38
Limite plastico.			<b>14,87</b>	

Observaciones: \_\_\_\_\_

Operado por: Laboratorista

Verificado por: \_\_\_\_\_

Calculado por: Gustavo Guamán

\_\_\_\_\_  
**DIRECTOR DE TESIS**

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**Laboratorio "Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli"**

**ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO.**

Proyecto: Evaluación de Pavimento Flexible Existente

Localizacion: Av. Samuel Cisneros en el Cantón Surán

Profundidad: 1,50

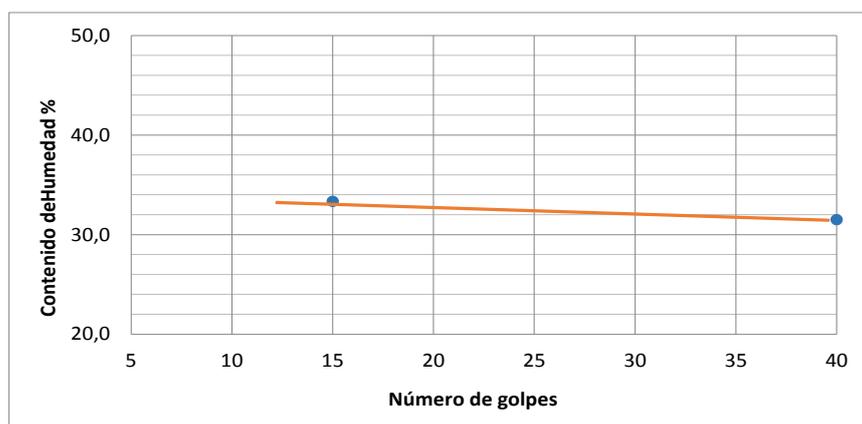
ABSCISA:

Muestra: 1 Mejoramiento

Fecha: Agosto 2017

**LIMITE LIQUIDO.**

PASO N° 40		1	2	3
RECIPIENTE N°		17	5N	32
Peso en gramos.	Recipiente + peso humedo.	31,20	20,20	21,10
	Recipiente + peso seco.	25,40	17,40	17,70
	Agua.   Ww	5,80	2,80	3,40
	Recipiente.	8,00	7,70	6,90
	Peso seco.   Ws	17,40	9,70	10,80
Contenido de humedad.   W		33,33	28,87	31,48
Numero de golpes.		15	23	40



W<sub>L</sub>: 31,23 %  
W<sub>P</sub>: 13,08 %  
I<sub>p</sub>: 18,15 %

**LIMITE PLASTICO.**

PASO N° 40		1	2	3
RECIPIENTE N°		129	174	7
Peso en gramos.	Recipiente + peso humedo.	16,00	17,70	16,50
	Recipiente + peso seco.	15,60	16,90	15,90
	Agua.   Ww	0,40	0,80	0,60
	Recipiente.	11,90	11,70	11,30
	Peso seco.   Ws	3,70	5,20	4,60
Contenido de agua.		10,81	15,38	13,04
Limite plastico.			13,08	

Observaciones: \_\_\_\_\_

Operado por: Laboratorista

Verificado por: \_\_\_\_\_

Calculado por: Gustavo Guamán

\_\_\_\_\_  
**DIRECTOR DE TESIS**

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**Laboratorio "Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli"**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

**Proyecto:** Evaluación de Pavimento Flexible Existente en la Av. Samuel Cisneros en el Cantón Durán, Provincia del Guayas

**Localizacion:** Av. Samuel Cisneros Cantón Durán Provincia del Guayas

**Profundidad :** 1,50 m

**Fecha:** Agosto 2017

**Muestra :** 1 Base

**Descripcion del Material:** Base

**Abscisa :**

Tamiz	Peso Parcial	%Retenido	%Retenido Acumulado	%Pasante Acumulado	Especificaciones
3					
2"					
1 1/2"	0	0	0	100	100,00
1"	315,4	37,79	37,79	62,21	62,21
3/4"	70,2	8,41	46,20	53,80	53,80
1/2"					
3/8"	178,4	21,37	67,57	32,43	32,43
1/4"					
No.4	73,2	8,77	76,34	23,66	23,66
No.8					
No.10	70,3	8,42	84,76	15,24	15,24
No.16					
No.20					
No.30	56,6	6,78	91,54	8,46	8,46
No.40					
No.50	24,4	2,92	94,47	5,53	5,53
No.80					
No.100	25,0	3,00	97,46	2,54	2,54
No.200	15,5	1,86	99,32	0,68	0,68
FONDO	5,7	0,68	100,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>834,7</b>	<b>100,00 %</b>			

**Clasificacion AASHTO:** \_\_\_\_\_

**Observaciones :** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Operado por:** Laboratorista

**Verificado por:** \_\_\_\_\_

**Calculado por:** Gustavo Guamán

**DIRECTOR DE TESIS**

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**Laboratorio "Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli"**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

**Proyecto:** Evaluación de Pavimento Flexible Existente en la Av. Samuel Cisneros en el Cantón Durán, Provincia del Guayas

**Localizacion:** Av. Samuel Cisneros

**Profundidad :** 1,50

**Fecha:** Agosto 2017

**Muestra :** 1 Sub-Base

**Descripcion del Material :** Sub Base

**Abscisa :**

Tamiz	Peso Parcial	%Retenido	%Retenido Acumulado	%Pasante Acumulado	Especificaciones
3					
2"					
1 1/2"	0	0	0	100	100,00
1"	480,4	42,98	42,98	57,02	57,02
3/4"	66,1	5,91	48,89	51,11	51,11
1/2"					
3/8"	187,7	16,79	65,68	34,32	34,32
1/4"					
No.4	103,5	9,26	74,94	25,06	25,06
No.8					
No.10	102,4	9,16	84,10	15,90	15,90
No.16					
No.20					
No.30	83,9	7,51	91,61	8,39	8,39
No.40					
No.50	32,4	2,90	94,51	5,49	5,49
No.80					
No.100	27,6	2,47	96,98	3,02	3,02
No.200	17,1	1,53	98,51	1,49	1,49
FONDO	16,7	1,49	100,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>1117,8</b>	<b>100,00 %</b>			

**Clasificacion AASHTO:** \_\_\_\_\_

**Observaciones :** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Operado por:** Laboratorista

**Verificado por:** \_\_\_\_\_

**Calculado por:** Gustavo Guamán

**DIRECTOR DE TESIS**

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**Laboratorio "Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli"**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

**Proyecto:** Evaluación de Pavimento Flexible Existente en la Av. Samuel Cisneros en el Cantón Durán, Provincia del Guayas

**Localización:** Av. Samuel Cisneros

**Profundidad :** 1,50

**Fecha:** Agosto 2017

**Muestra :** 1 Mejoramiento

**Descripcion del Material :** Mejoramiento

**Abscisa :**

Tamiz	Peso Parcial	%Retenido	%Retenido Acumulado	%Pasante Acumulado	Especificaciones
3					
2"					
1 1/2"	0	0	0	100	100,00
1"	107,00	17,60	17,60	82,40	82,40
3/4"	186,5	30,68	48,29	51,71	51,71
1/2"					
3/8"	105,3	17,32	65,61	34,39	34,39
1/4"					
No.4	69,1	11,37	76,98	23,02	23,02
No.8					
No.10	48,6	8,00	84,98	15,02	15,02
No.16					
No.20					
No.30	40,3	6,63	91,61	8,39	8,39
No.40					
No.50	17,6	2,90	94,50	5,50	5,50
No.80					
No.100	14,8	2,44	96,94	3,06	3,06
No.200	10,4	1,71	98,65	1,35	1,35
FONDO	8,2	1,35	100,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>607,8</b>	<b>100,00 %</b>			

**Clasificacion AASHTO:** \_\_\_\_\_

**Observaciones :** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Operado por:** Laboratorista

**Verificado por:** \_\_\_\_\_

**Calculado por:** Gustavo Guamán

**DIRECTOR DE TESIS**

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**Laboratorio "Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli"**

**PRUEBA PROCTOR**

Proyecto: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE

Localizacion: Provincia del Guayas - Cantón Durán

Volumen del cilindro: 0,00094400 m<sup>3</sup>

Abscisa: 0 + 500

Peso del cilindro: 4,52 Kg

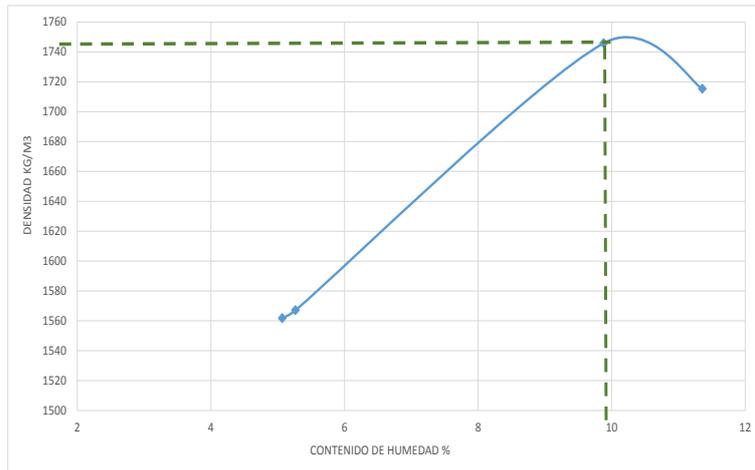
Fecha: Agosto 2017

Numero de golpes por capa: 25

Numero de capas: 6

Muestra: 1

Cantidad de agua cm <sup>3</sup>	Recipiente N°	Peso de tierra húmeda + recipient. grs	Peso de tierra seca . + recipient grs	Peso del recipient grs	Peso del agua grs	Peso seco grs	W (%)	Peso de tierra húmeda + cilindro Kg	Peso de tierra húmeda Kg	1+W/100	Peso de tierra seca Kg	Densidad seca Kg/m <sup>3</sup>
HN	G	456,90	436,60	36,10	20,30	400,5	5,07	6,07	1,55	1,05	1,47	1561,73
40,00	MN	377,80	360,40	30,00	17,40	330,4	5,27	6,07	1,56	1,05	1,48	1567,05
80,00	ME	338,00	316,20	29,40	21,80	286,8	7,60	6,15	1,63	1,08	1,51	1604,13
120,00	X	300,00	277,70	30,00	22,30	247,7	9,00	6,26	1,74	1,09	1,60	1694,77
160,00	2	288,40	265,20	30,40	23,20	234,8	9,88	6,33	1,81	1,10	1,65	1745,83
200,00	4	253,30	229,70	21,90	23,60	207,8	<b>11,36</b>	6,32	1,80	1,11	1,62	<b>1715,36</b>



Contenido natural de humedad:

**5,07%**

Contenido óptimo de humedad:

**11,36%**

Densidad seca máxima:

**1745,83 Kg/m<sup>3</sup>**

Muestra N°	Prof.	CLASIFICACION	G <sub>s</sub>	W <sub>i</sub>	W <sub>o</sub>	I <sub>p</sub>	% > N°4

Operado por: Laboratorista

Verificado por:

Calculado por: Maria Martillo Briones

\_\_\_\_\_  
DIRECTOR DE TESIS

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**Laboratorio "Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli"**

**PRUEBA PROCTOR**

Proyecto: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE

Volumen del cilindro: 0,00094400 m<sup>3</sup>

Peso del cilindro: 4,52 Kg

Numero de golpes por capa: 25

Localizacion: Provincia del Guayas - Cantón Durán

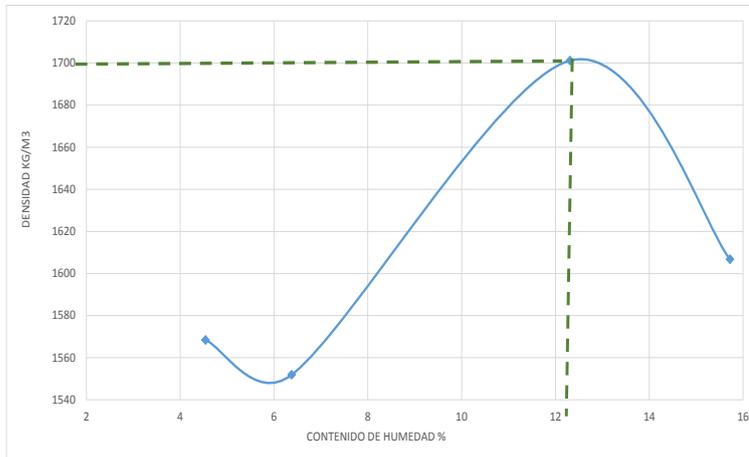
Abscisa: 0 + 500

Fecha: 03-08-2016

Numero de capas: 6

Muestra: 1 Sub-Base

Cantidad de agua cm <sup>3</sup>	Reci-piente N°	Peso de tierra hume-da + receipt. grs	Peso de tierra seca . + receipt grs	Peso del receipt grs	Peso del agua grs	Peso seco grs	W (%)	Peso de tierra humeda + cilindro Kg	Peso de tierra humeda Kg	1+W/100	Peso de tierra seca Ws Kg	Densidad seca Kg/m <sup>3</sup>
HN	I	349,30	335,70	36,10	13,60	299,6	4,54	6,06	1,55	1,05	1,48	1568,42
60,00	29	355,30	335,80	30,00	19,50	305,8	6,38	6,07	1,56	1,06	1,46	1551,89
120,00	ME	352,10	328,10	29,40	24,00	298,7	8,03	6,16	1,64	1,08	1,52	1612,49
180,00	AB	301,70	275,80	30,00	25,90	245,8	10,54	6,28	1,76	1,11	1,60	1689,65
240,00	62	343,30	309,00	30,40	34,30	278,6	12,31	6,32	1,80	1,12	1,61	1701,15
300,00	MN	374,50	326,60	21,90	47,90	304,7	15,72	6,27	1,76	1,16	1,52	1606,74



Contenido natural de humedad:

4,54%

Contenido óptimo de humedad:

15,72%

Densidad seca máxima:

1701,15 Kg/m<sup>3</sup>

Muestra N°	Prof.	CLASIFICACION	G <sub>s</sub>	W <sub>i</sub>	W <sub>o</sub>	I <sub>p</sub>	% > N°4

Operado por: Laboratorista

Verificado por:

Calculado por: Gustavo Guamán

\_\_\_\_\_  
DIRECTOR DE TESIS

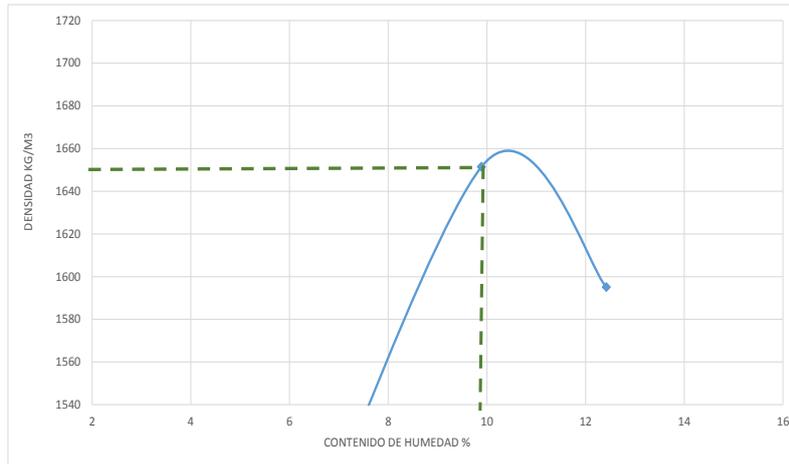
**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**Laboratorio "Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli"**

**PRUEBA PROCTOR**

Proyecto: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE  
 Volumen del cilindro: 0,00094400 m<sup>3</sup>  
 Peso del cilindro: 4,52 Kg  
 Numero de golpes por capa: 25

Localizacion: Provincia del Guayas - Cantón Durán  
 Abscisa: 0 + 500  
 Fecha: 03-08-2016  
 Numero de capas: 6  
 Muestra: 1 Mejoramiento

Cantidad de agua cm <sup>3</sup>	Recipiente N°	Peso de tierra húmeda + recipient. grs	Peso de tierra seca + recipient. grs	Peso del recipient. grs	Peso del agua grs	Peso seco grs	W (%)	Peso de tierra húmeda + cilindro Kg	Peso de tierra húmeda Kg	1+W/100	Peso de tierra seca Ws Kg	Densidad seca Kg/m <sup>3</sup>
HN	B	281,90	273,00	23,40	8,90	249,6	3,57	5,83	1,31	1,04	1,27	1344,23
50,00	R	547,00	525,80	62,50	21,20	463,3	4,58	5,86	1,35	1,05	1,29	1364,17
100,00	X	321,90	303,80	30,90	18,10	272,9	6,63	5,94	1,42	1,07	1,33	1413,16
150,00	62	340,60	315,30	29,00	25,30	286,3	8,84	5,99	1,48	1,09	1,36	1438,65
200,00	200	267,90	246,50	30,10	21,40	216,4	9,89	6,23	1,71	1,10	1,56	1651,41
250,00	5	319,50	287,30	28,10	32,20	259,2	12,42	6,21	1,69	1,12	1,51	1595,07



Contenido natural de humedad:

3,57%

Contenido óptimo de humedad:

12,42%

Densidad seca máxima:

1651,41 Kg/m<sup>3</sup>

Muestra N°	Prof.	CLASIFICACION	G <sub>s</sub>	W <sub>i</sub>	W <sub>o</sub>	I <sub>p</sub>	% > N°4

Operado por: Laboratorista

Verificado por:

Calculado por: Gustavo Guamán

\_\_\_\_\_  
DIRECTOR DE TESIS

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

Laboratorio de Suelos y Materiales Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli  
Av. Kennedy S/N y Av. Delta - Tel. 2 281037 Cel. 098 282897

**C.B.R. - DENSIDADES**

**PROYECTO:** Evaluación de Pavimento Flexible Existente en la Av. Samuel Cisneros en el Cantón Durán, Provincia del Guayas

**Vol.del Espec.(m3)      0,002316**

**TIPO DE MATERIAL:**

**FECHA :** Agosto del 2017

**FUENTE DEL MATERIAL:**      Av. Samuel Cisneros

**ANTES DE LA INMERSIÓN**

			12 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
<b>HUMEDAD</b>	Recipiente N°		CI - F	T5	R TL
	Wh + Recipiente.		454,7	304,4	412,5
	Ws + Recipiente.		382,35	255,32	383,3
	Ww		72,35	49,08	29,2
	Wrecipiente		61,8	29,2	62,5
	Wseco		320,55	226,12	320,8
	W% (porcentaje de humedad)		22,57	21,71	9,10
Peso de Molde + Suelo Húmedo			12,2487	11,881	11,054
Peso de Molde			7,5823	7,0298	5,9728
Peso del Suelo Húmedo.	Wh		4,6664	4,8512	5,0807
Peso del Suelo Seco.	Ws		3,807	3,986	4,657
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%	W%		22,571	21,705	9,102
Densidad Húmeda= Wh/Volum.	δh		2015	2095	2194
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.	δs		1643,83	1721,08	2010,72

**DESPUES DE LA INMERSIÓN**

			12 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
<b>HUMEDAD</b>	Recipiente N°		# 16	#12	14
	Wh + Recipiente.		695,8	658,8	653,8
	Ws + Recipiente.		602,6	601,6	628
	Ww		93,2	57,2	25,8
	Wrecipiente		29,2	26,3	95,7
	Wseco		573,4	575,3	532,3
	W% (porcentaje de humedad)		16,254	9,943	4,847
Peso de Molde + Suelo Húmedo			12,394	11,968	11,108
Peso de Molde			7,5823	7,0298	5,9728
Peso del Suelo Húmedo.	Wh		4,8117	4,9382	5,1352
Peso del Suelo Seco.	Ws		4,139	4,492	4,898
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%	W%		16,254	9,943	4,847
Densidad Húmeda= Wh/Volum.	δh		2078	2132	2217
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.	δs		1787,11	1939,38	2114,77

**% DE HINCHAMIENTO**

LECTURA INICIAL			0,300	0,300	0,300
24 horas			0,430	0,460	0,440
48 horas			0,480	0,520	0,430
72 horas			0,300	0,330	0,370
96 horas					
HINCHAMIENTO	%		0	0,75	1,75





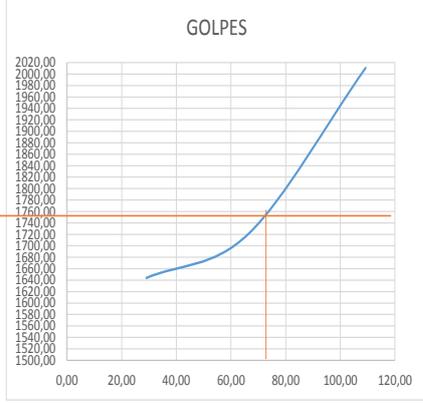
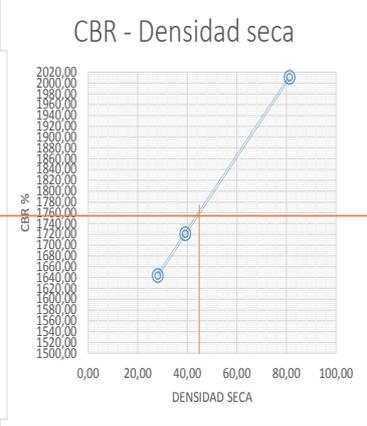
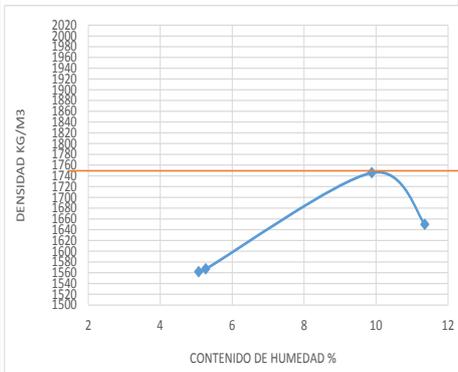
**PROCTOR - C.B.R.**

FECHA:

95% del Proctor Modificado

0,1 de Penetración

0,2 de Penetración



PROCTOR MODIFICADO

C. B. R. = 42,65 %

C. B. R. = 73,56 %

CLASIFICACIÓN NEVI -12	
BASE	≥ 80%
SUB-BASE	≥ 30%
MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE	> 10%

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

Laboratorio de Suelos y Materiales Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli  
Av. Kennedy S/N y Av. Delta - Tel. 2 281037 Cel. 098 282897

**C.B.R. - DENSIDADES**

PROYECTO: Evaluación de Pavimento Flexible Existente en la Av. Samuel Cisneros en el Cantón Durán, Provincia del Guayas

Vol.del Espec. 0,002316

TIPO DE MATERIAL:

FECHA : AGOSTO DEL 2017

FUENTE DEL MATERIAL:

**ANTES DE LA INMERSIÓN**

		12 Golpes	25 Golpes	56 Golpes	
<b>HUMEDAD</b>	Recipiente N°	# DL	A2	A3	
	Wh + Recipiente.	547,3	549,8	648,8	
	Ws + Recipiente.	425,32	358	581,3	
	Ww	121,98	59,8	67,5	
	Wrecipiente	61,7	37,1	22,8	
	Wseco	363,62	320,9	558,5	
	W% (porcentaje de humedad)	33,55	18,64	12,09	
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,8981	12,476	11,712	
Peso de Molde		7,0825	7,5479	6,6073	
Peso del Suelo Húmedo.		Wh	4,8156	4,928	5,1049
Peso del Suelo Seco.		Ws	3,606	4,154	4,554
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%		W%	33,546	18,635	12,086
Densidad Húmeda= Wh/Volum.		δh	2079	2128	2204
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.		δs	1557	1794	1967

**DESPUES DE LA INMERSIÓN**

		12 Golpes	25 Golpes	56 Golpes	
<b>HUMEDAD</b>	Recipiente N°	#CI	X1	6	
	Wh + Recipiente.	1162,9	625,8	641,6	
	Ws + Recipiente.	1044,5	561,6	572,6	
	Ww	118,4	64,2	69	
	Wrecipiente	95,3	62	62,3	
	Wseco	949,2	499,6	510,3	
	W% (porcentaje de humedad)	12,474	12,850	13,521	
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,934	12,535	11,738	
Peso de Molde		7,0825	7,5489	6,6073	
Peso del Suelo Húmedo.		Wh	4,8515	4,9861	5,1307
Peso del Suelo Seco.		Ws	4,313	4,418	4,520
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%		W%	12,474	12,850	13,521
Densidad Húmeda= Wh/Volum.		δh	2095	2153	2215
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.		δs	1862	1908	1951

**% DE HINCHAMIENTO**

LECTURA INICIAL		0,300	0,100	0,300
24 horas		0,430	0,100	0,330
48 horas		0,450	0,110	0,340
72 horas				
96 horas				
HINCHAMIENTO	%	5	0,33333333	1,33333333

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS**  
**LABORATORIO " ING. DR. ARNALDO RUFFILLI"**

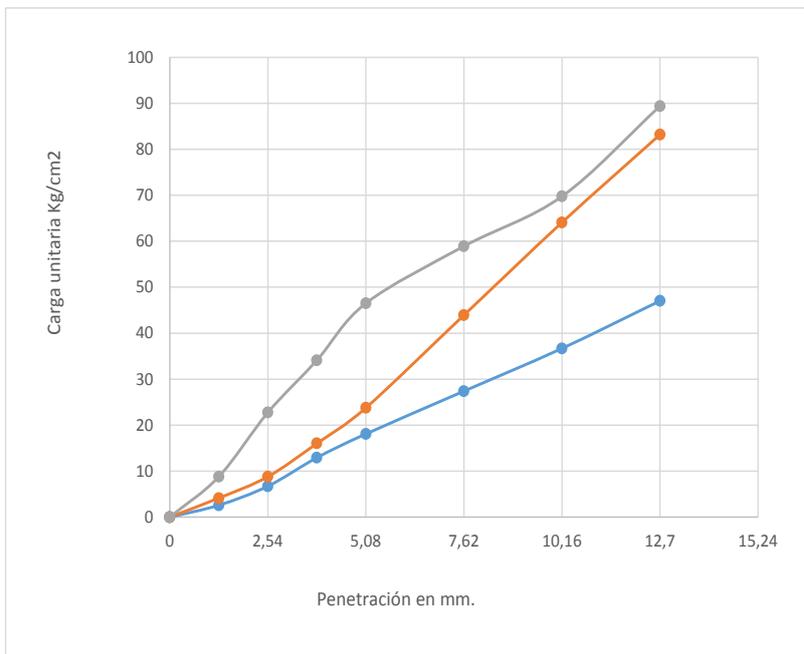
## ENSAYO DE CBR (PENETRACIÓN)

<b>PROYECTO:</b> Evaluación de Pavimento Flexible Existente en la Av. Samuel Cisneros		<b>FECHA:</b> 26/08/2017
<b>MOLDE No.:</b>	<b>PESO DE MOLDE:</b>	<b>VOL. DEL MOLDE:</b> 0,002316
<b>No. GOLPES POR CAPA:</b> 12	<b>No. DE CAPAS:</b> 5	
<b>PESO DEL MARTILLO:</b> 10 Lbs.	<b>ALTURA DE CAIDA:</b> 18 pulg.	

No. DE ENSAYO	12			25			56		
	CARGA DE PENETRACION Lb			CARGA DE PENETRACION Kg					
1.27 mm (0.05")	110	176	374	50	80	170			
2.54 mm (0.10")	286	374	968	130	170	440			
3.81 mm (0.15")	550	682	1452	250	310	660			
5.08 mm (0.20")	770	1012	1980	350	460	900			
7.62 mm (0.30")	1166	1870	2508	530	850	1140			
10.16 mm (0.40")	1562	2728	2970	710	1240	1350			
12.70 mm (0.50")	2002	3542	3806	910	1610	1730			

No. DE ENSAYO	12			25			56		
	CARGA DE UNITARIA Lbs/plg <sup>2</sup>			CARGA UNITARIA Kg/cm <sup>2</sup>					
0 mm (0,0")	0	0	0	0	0	0			
1,27 mm (0.05")	36,67	58,67	124,67	2,58	4,13	8,78			
2,54 mm (0.10")	95,33	124,67	322,67	6,72	8,78	22,73			
3,81 mm (0.15")	183,33	227,33	484,00	12,92	16,02	34,10			
5,08 mm (0.20")	256,67	337,33	660,00	18,08	23,77	46,50			
7,62 mm (0.30")	388,67	623,33	836,00	27,38	43,92	58,90			
10,16 mm (0.40")	520,67	909,33	990,00	36,68	64,07	69,75			
12,7 mm (0.50")	667,33	1180,67	1268,67	47,02	83,19	89,39			



No. Golpes	Esfuerzo Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	6,72	18,08
25	8,78	23,77
56	22,73	46,50
<b>C.B.R.</b>		
12	9,60	17,22
25	12,55	22,64
56	32,48	44,29



# UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

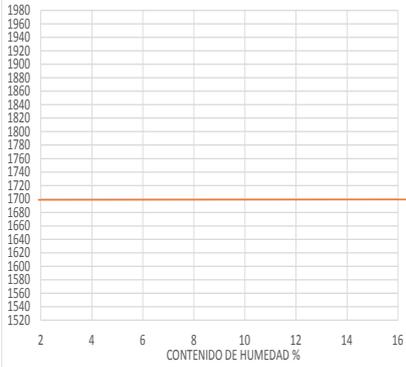
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



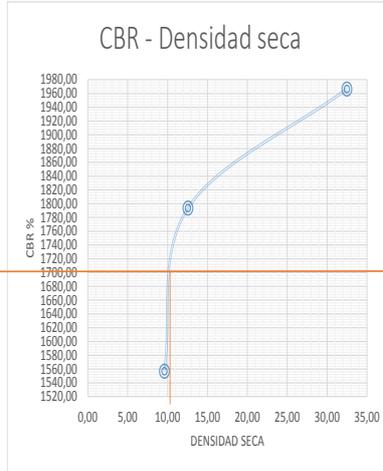
## PROCTOR - C.B.R.

FECHA:

95% del Proctor Modificado



0,1 de Penetración



0,2 de Penetración



PROCTOR MODIFICADO

C. B. R. = 10 %

C. B. R. = 19,89 %

CLASIFICACIÓN NEVI -12	
BASE	≥ 80%
SUB-BASE	≥ 30%
MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE	> 10%

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

Laboratorio de Suelos y Materiales Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli  
Av. Kennedy S/N y Av. Delta - Tel. 2 281037 Cel. 098 282897

**C.B.R. - DENSIDADES**

PROYECTO: Evaluación de Pavimento Flexible Existente en Vol.del Espec. 0,002316

TIPO DE MATERIAL:

FECHA : FEBRERO DEL 2016

FUENTE DEL MATERIAL:

**ANTES DE LA INMERSIÓN**

		12 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
<b>HUMEDAD</b>	Recipiente N°	t5	I	L
	Wh + Recipiente.	257,2	350	428,6
	Ws + Recipiente.	175	230,9	392
	Ww	82,2	119,1	36,6
	Wrecipiente	29,2	28,7	42,4
	Wseco	145,8	202,2	349,6
	W% (porcentaje de humedad)	56,38	58,90	10,47
Peso de Molde + Suelo Húmedo		12,1646	11,328	12,430
Peso de Molde		7,7063	6,6315	7,4525
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,4583	4,696	4,977
Peso del Suelo Seco.	Ws	2,851	2,955	4,505
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%	W%	56,379	58,902	10,469
Densidad Húmeda= Wh/Volum.	δh	1925	2028	2149
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.	δs	1230,99	1276,03	1945,31

**DESPUES DE LA INMERSIÓN**

		12 Golpes	25 Golpes	56 Golpes
<b>HUMEDAD</b>	Recipiente N°	65	# C2 -C	0
	Wh + Recipiente.	718,4	706,8	518,5
	Ws + Recipiente.	629,5	627,5	462,6
	Ww	88,9	79,3	55,9
	Wrecipiente	66	64	46,6
	Wseco	563,5	563,5	416
	W% (porcentaje de humedad)	15,776	14,073	13,438
Peso de Molde + Suelo Húmedo		12,431	11,518	12,553
Peso de Molde		7,7063	6,6315	7,4525
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,7247	4,8865	5,1005
Peso del Suelo Seco.	Ws	4,081	4,284	4,496
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%	W%	15,776	14,073	13,438
Densidad Húmeda= Wh/Volum.	δh	2040	2110	2202
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.	δs	1762	1850	1941

**% DE HINCHAMIENTO**

LECTURA INICIAL		0,300	0,300	0,200
24 horas		0,370	0,390	0,200
48 horas		0,310	0,360	0,210
72 horas				
96 horas				
HINCHAMIENTO	%	0,33333333	2	0,33333333

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS**  
**LABORATORIO " ING. DR. ARNALDO RUFFILLI"**

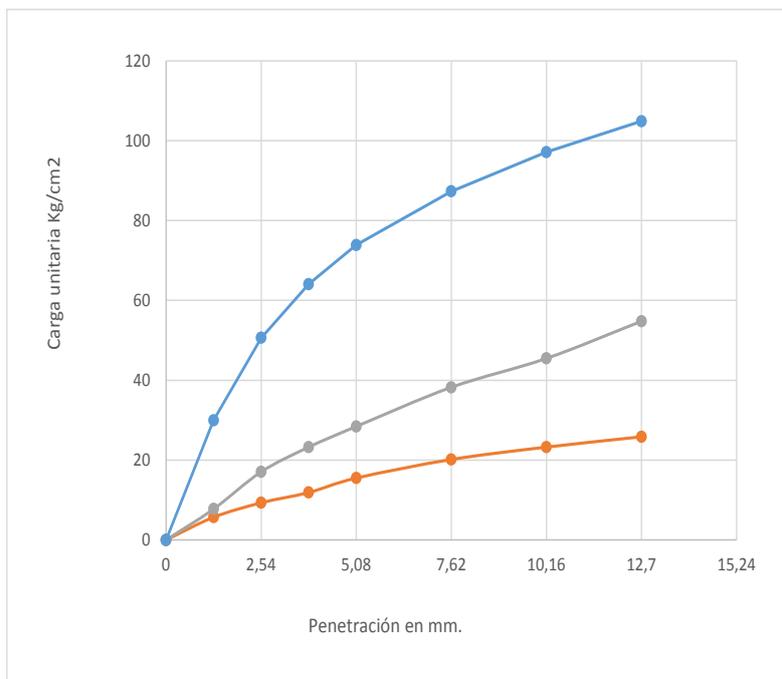
## ENSAYO DE CBR (PENETRACIÓN)

**PROYECTO:** Evaluación de Pavimento Flexible Existente en la Av. Samuel Cisneros      **FECHA:** 22/02/2016  
**MOLDE No.:**      **PESO DE MOLDE:**      **VOL. DEL MOLDE:** 0,002316  
**No. GOLPES POR CAPA:** 12      **No. DE CAPAS:** 5  
**PESO DEL MARTILLO:** 10 Lbs.      **ALTURA DE CAIDA:** 18 pulg.

No. DE ENSAYO	12	25	56	12	25	56
	CARGA DE PENETRACION Lb			CARGA DE PENETRACION Kg		
1.27 mm (0.05")	242	330	1276	110	150	580
2.54 mm (0.10")	396	726	2156	180	330	980
3.81 mm (0.15")	506	990	2728	230	450	1240
5.08 mm (0.20")	660	1210	3146	300	550	1430
7.62 mm (0.30")	858	1628	3718	390	740	1690
10.16 mm (0.40")	990	1936	4136	450	880	1880
12.70 mm (0.50")	1100	2332	4466	500	1060	2030

No. DE ENSAYO	12	25	56	12	25	56
	CARGA DE UNITARIA Lbs/plg <sup>2</sup>			CARGA UNITARIA Kg/cm <sup>2</sup>		
0 mm (0,0")		0	0	0	0	0
1,27 mm (0.05")	80,67	110,00	425,33	5,68	7,75	29,97
2,54 mm (0.10")	132,00	242,00	718,67	9,30	17,05	50,64
3,81 mm (0.15")	168,67	330,00	909,33	11,88	23,25	64,07
5,08 mm (0.20")	220,00	403,33	1048,67	15,50	28,42	73,89
7,62 mm (0.30")	286,00	542,67	1239,33	20,15	38,23	87,32
10,16 mm (0.40")	330,00	645,33	1378,67	23,25	45,47	97,14
12,7 mm (0.50")	366,67	777,33	1488,67	25,83	54,77	104,89



No. Golpes	Esfuerzo Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
	9,30	15,50
<b>25</b>	17,05	28,42
<b>56</b>	50,64	73,89
	C.B.R.	
	13,29	22,14
<b>25</b>	24,36	27,06
<b>56</b>	72,34	70,37



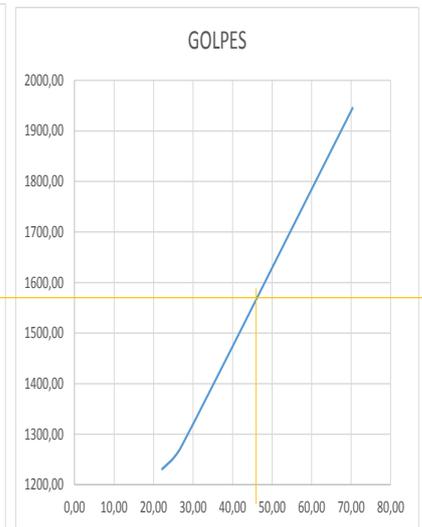
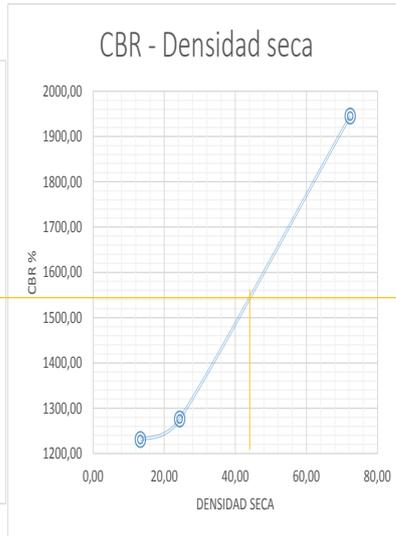
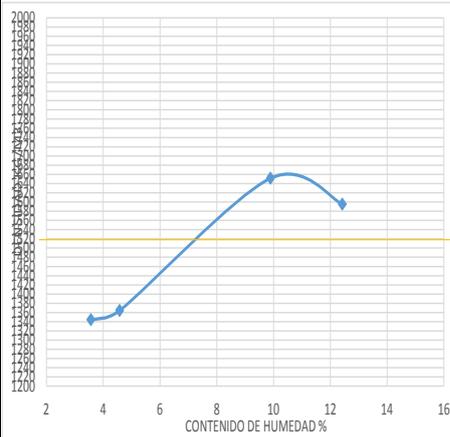
PROCTOR - C.B.R.

FECHA:

95% del Proctor Modificado

0,1 de Penetración

0,2 de Penetración



PROCTOR MODIFICADO

C. B. R. = 42,85 %

C. B. R. = 46,85 %

CLASIFICACIÓN NEVI -12	
BASE	≥ 80%
SUB-BASE	≥ 30%
MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE	> 10%

1651,4146

1568,8439

# **ANEXO 3**

# REGISTRO DE FOTOS

Toma de muestra Calicata 1,50 mtrs.



## Muestras llevado al Laboratorio Dr. Arnaldo Ruffili



## Secado de Muestras





# Ensayo de Granulometría



## Ensayo de Próctor



## Ensayo de CBR





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>	EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EXISTENTE EN LA AVENIDA SAMUEL CISNEROS EN EL CANTÓN DURÁN PROVINCIA DEL GUAYAS		
<b>AUTOR(ES):</b>	GUAMAN YUQUILEMA GUSTAVO ISRAEL		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES):</b>	ING JULIO VARGAS JIMENEZ, MSc ING HUMBERTO GUERRERO M.Sc.		
<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>	68
<b>ÀREAS TEMÀTICAS :</b>	Vías de Comunicación		
<b>PALABRAS CLAVES /KEYWORKDS:</b>	EVALUACIÓN- PAVIMENTO- TRAFICO- ESAL's- ESTUDIOS DE SUELOS- DISEÑO .		
<b>RESUMEN /ABSTRACT (150-250) PALABRAS :</b>	<p>Este trabajo de titulación consiste en evaluar las fallas y el deterioro de la estructura del pavimento flexible existe en la Avenida Samuel Cisneros en el Cantón Durán que se encuentra en un mal estado. El ojetivo en esta vía es analizar y encontrar las causas que originan el deterioro y asi mismo darle una solución mediante los estudios del suelo que serán analizados en el laboratorio y realizar un estudio de conteo de tráfico el cual nos va a determinar la cantidad de vehículos que van a circular por esta vía. Con estos datos obtenidos calcularemos los Esals y la proyección del tráfico a 20 años con el cual nos ayudará a diseñar el pavimento flexible por el método AASTHO 93 y los análisis del laboratorio de acuerdo a las Normas del MTOP que se usa en la construcción de vías.</p>		
<b>ADJUNTO PDF :</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Telefono</b> 0996514022	<b>Email:</b>	<a href="mailto:tavito_15vr@hotmail.com">tavito_15vr@hotmail.com</a>
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN :</b>	<b>Nombre:</b>	FACULTAD DE CIENCIA MATEMATICAS Y FISICAS	
	<b>Telefono:</b>	2-283348	
	<b>Email :</b>		