

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO CIVIL**

**VÍAS**

**TEMA:**

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PLAN PARA  
MANTENIMIENTO DE LA VÍA RECINTO LECHUGAL- RECINTO LA  
MARSELLA DEL CANTÓN NARANJAL DE LA PROVINCIA DEL  
GUAYAS.**

**AUTOR**

**CARLOS LUIS BAILÓN GUZMÁN**

**TUTOR**

**ING. JULIO VARGAS JIMENEZ, M. Sc.**

**2016**

**GUAYAQUIL- ECUADOR**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primer lugar a Dios por sus bendiciones, a mi madre María Jesús Guzmán Espinoza, que siempre ha estado en los momentos malos y buenos, a mi esposa Jeniffer Liset Domínguez Burgos y a mi hija Narcisca Raquel Bailón Domínguez, que han sido mi motor para llegar a este punto de mi vida, a mis profesores, que a lo largo de esta etapa de mi vida me han brindado sus conocimientos, al Ing. Gustavo Ramírez Aguirre quien me ha brindado sus consejos y ha sido un pilar fundamental para emprender mi etapa laboral en la ingeniería civil, a mi tutor el Ing. Julio Vargas Jiménez, por su guía en este trabajo de titulación, al Ing. Eduardo Santos Baquerizo, M. Sc. por su excelente labor en nuestra facultad y a todos mis amigos por su apoyo.

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de titulación a mi madre, que me ha brindado su amor, apoyo y quien a esta a mi lado sin condiciones, a mi esposa e hija que compartieron conmigo muchas noches de estudio y supieron brindarme palabras de ánimo para culminar mi carrera.

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Eduardo Santos Baquerizo, M.Sc.

**Decano**

---

Ing. Julio Vargas Jiménez, M.Sc.

**Tutor**

---

Ing. Gustavo Ramírez Aguirre, M.Sc.

**Vocal**

---

Ing. Carlos Mora Cabrera, M.Sc.

**Vocal**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

**Art.- XI del reglamento de graduación de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil.**

La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en este trabajo de titulación corresponden exclusivamente al autor, y el patrimonio intelectual del trabajo de titulación corresponderá a la Universidad de Guayaquil.

---

**CARLOS LUIS BAILÓN GUZMÁN**

**C.I.: 0926522871**

# Índice

## CAPITULO I

### El problema

1.1.- Antecedentes .....	1
1.2.- Objetivos .....	1
1.2.1.- Objetivo General .....	1
1.2.2.- Objetivos Específicos.....	2
1.3.- Ubicación .....	2
1.4.- Delimitación del tema .....	3
1.5.- Planteamiento del problema.....	3
1.6.- Justificación.....	4

## CAPITULO II

### Marco teórico

2.1.- Pavimentos .....	5
2.1.1.- Definición de pavimento. ....	5
2.1.2.- Clasificación de los Pavimentos.....	5
2.1.2.1.- Pavimentos flexibles. ....	6
2.1.3.- Funciones de las capas de pavimento flexible. ....	6
2.1.3.1.- La Sub-base.....	6
2.1.3.2.- La base. ....	7
2.1.3.3.- Carpeta. ....	8
2.2.- Principios a considerar en el Diseño de Pavimentos flexibles. ....	8
2.2.1.- Método a usar. ....	8
2.2.2.- Factores a Considerar en el diseño de pavimentos.....	9
2.2.2.1.- El tránsito.....	9

2.2.2.2.- La sub-rasante.....	9
2.2.2.3.- El Clima.....	9
2.2.2.4.- Materiales Disponibles. ....	10
2.2.3.- Análisis de tráfico.....	10
2.3.- Mantenimiento Vial.....	11
2.3.1.- El mantenimiento vial:.....	11
2.3.2.- Tipos de mantenimientos .....	12
2.3.2.1.- Mantenimiento Rutinario. ....	12
2.3.2.2.- Mantenimiento Periódico.....	12
2.3.3.- Matriz diagnostico-mantenimiento. ....	13

### CAPITULO III

#### Metodología

3.1.- Reconocimiento de la vía actualmente. ....	16
3.2.-Determinación de tráfico actual. ....	16
3.2.1.- Ubicación de la estación de aforo.....	17
3.2.2.- Sistema de conteo.....	17
3.2.3.- Determinación del TPDA actual. ....	19
3.2.4.- Cálculo del tráfico asignado .....	21
3.2.4.1.- El transito generado TG. ....	21
3.2.4.2.- El transito desarrollado TD. ....	21
3.2.5.- Proyección del tráfico a 15 años (Tf).....	23
3.2.6.- Clasificación de la vía de acuerdo al tráfico proyectado .....	25
3.3.- Estudios de Suelos.....	25
3.3.1.- Toma de muestras en la vía. ....	25
3.3.2.- Determinación del CBR de diseño .....	26
3.4.- Diseño de pavimento flexible.....	27

3.4.1.- Método AASHTO 93.....	28
3.4.2.- Parámetros para el diseño .....	29
3.4.2.1.- Índice de Servicialidad.....	29
3.4.2.2.- Relación C.B.R. – Modulo Resiliente .....	30
3.4.2.3.- Nivel de Confianza y Desviación Estándar .....	31
3.4.2.4.- Coeficiente de drenaje.....	33
3.4.2.5.- Material de mejoramiento.....	34
3.4.2.6.- La sub-base.....	35
3.4.2.7.- La base. ....	35
3.4.2.7.- Carpeta asfáltica.....	36
3.4.3.- Cálculo del ESAL's de diseño.....	36
3.4.4.- Determinación de espesores de la estructura de pavimento flexible. ....	39
3.4.5.- Cálculo de la estructura de pavimento flexible .....	45
3.4.5.1.- Determinación de módulo de resiliencia de la subrasante.....	45
3.4.5.2.- Determinar los módulos resilientes y coeficientes estructurales de las capas de mejoramiento base granular y sub-base.....	45
3.4.5.3.- Determinación de SN o volumen de pavimento .....	45
3.4.5.4.- Espesor de la carpeta asfáltica a partir del módulo resiliente de la base.....	46
3.4.5.5.- Espesor de la base granular a partir módulo resiliente de la sub-base.....	46
3.4.5.6.- Espesor de la sub-base a partir del módulo resiliente del mejoramiento. ....	47
3.4.5.6.- Espesor del mejoramiento a partir del número estructural total del pavimento flexible.....	47
3.4.5.7.- Verificación .....	47

## CAPITULO IV

## Cálculos y resultados

4.1.- Determinación de tráfico actual. ....	48
4.1.1.- Ubicación de la estación de aforo. ....	48
4.1.2.- Sistema de conteo. ....	48
4.1.3.- Determinación del TPDA actual. ....	49
4.1.4.- Cálculo del tráfico asignado ....	51
4.1.5.- Proyección del tráfico a 15 años (Tf).....	53
4.1.6.- Clasificación de la vía de acuerdo al tráfico proyectado .....	55
4.2.- Estudios de Suelos.....	56
4.2.1.- Toma de muestras en la vía. ....	56
4.2.2.- Resumen de ensayos de laboratorio.....	57
4.2.3.- Cálculo de CBR de diseño. ....	57
4.3.- Diseño de pavimento flexible.....	58
4.3.1.- Parámetros para el diseño ....	58
4.3.1.1.- Índice de Servicialidad.....	58
4.3.1.2.- Relación C.B.R. – Modulo Resiliente. ....	59
4.3.1.3.- Nivel de Confianza y Desviación Estándar. ....	59
4.3.1.4.- Coeficiente de drenaje.....	59
4.3.2.- Cálculo del ESAL's de diseño.....	60
4.4.3.- Determinación de espesores de la estructura de pavimento flexible.....	63
4.4.3.1.- Coeficiente de capa ai establecidos para el diseño. ....	64
4.4.3.2.- Espesor de la carpeta asfáltica a partir del módulo resiliente de la base. ....	67

4.4.3.3.- Espesor de la base granular a partir del módulo resiliente de la sub-base.....	67
4.4.3.4.- Espesor de la sub-base a partir del módulo resiliente del mejoramiento del número estructural total del pavimento flexible. ....	68
. 4.4.3.4.- Espesor del mejoramiento a partir del número estructural total del pavimento flexible. ....	68
4.4.3.5.- Verificación .....	68

## CAPITULO V

### Plan para mantenimiento

5.1.- Generalidades.....	70
5.2.- Objetivos del mantenimiento vial.....	72
5.3.- Diagnóstico del estado de pavimento.....	73
5.3.1.- Pérdida de agregados en tratamientos superficiales (PA).....	74
5.3.2.- Descascaramiento. Pérdida de capa de rodadura (peladuras) (DS) .....	75
5.3.3.- Ojo de pescado o bache superficial (OP) .....	76
5.3.4.- Exudación del asfalto (sangrado) (EX). ....	77
5.3.5.- Pulimento (agregados) (PU) .....	78
5.3.6.- Cabeza dura (pérdida de película de ligante) (CD).....	79
5.3.7.- Baches profundos (BP).....	80
5.3.8.- Ondulaciones (ON).....	81
5.3.9.- Grieta longitudinal (GL).....	82
5.3.10.- Grieta transversal (GT).....	83
5.3.11.- Falla de bloque (FBL) .....	84
5.3.12.- Piel cocodrilo (PC).....	85
5.4.- Actividades del plan de mantenimiento .....	87
5.4.1.- Desbroce.....	87

5.4.2.- Bacheo.....	88
5.4.3.- Limpieza de Talud. ....	89
5.4.4.- Limpieza y reparación de señales. ....	89

## CAPITULO VI

### Conclusiones y Recomendaciones

6.1.- Conclusiones.....	91
6.2.- Recomendaciones.....	92

Anexos

Bibliografía

## Índice de tablas

Tabla 1 Matriz diagnostico-mantenimiento .....	13
Tabla 2 Períodos de diseño en función del tipo de carretera.....	16
Tabla 3 Formato para el conteo manual diario - horario de tráfico .....	18
Tabla 4 Formato para establecer el factor de ajuste diario.....	20
Tabla 5 Formato para calcular el factor de ajuste mensual .....	20
Tabla 6 Formato para establecer el porcentaje de tráfico asignado .....	22
Tabla 7 Tasas de crecimiento de tráfico.....	23
Tabla 8 Proyección de tráfico 15 años .....	24
Tabla 9 Calicatas .....	25
Tabla 10 Índice de servicialidad inicial .....	29
Tabla 11 Índice de servicialidad final .....	30
Tabla 12 Nivel de confianza.....	31
Tabla 13 Confiabilidad y desviación estándar .....	32
Tabla 14 Capacidad de drenaje .....	33
Tabla 15 Factores de corrección mi .....	34
Tabla 16 Factores de crecimiento para cálculo de Esal's .....	37
Tabla 17 Esal's en el carril de diseño .....	38
Tabla 18 Espesores mínimos de capas en función a los esal's .....	39
Tabla 19 Número de vehículos por día .....	49
Tabla 20 Cálculo del factor diario.....	50
Tabla 21 Resultado de porcentaje de tráfico asignado.....	52
Tabla 22 Composición de tráfico asignado .....	53
Tabla 23 T <sub>pda</sub> 15 años .....	54
Tabla 24 Características de la vía de acuerdo al MTOP .....	55
Tabla 25 Ubicación de las calicatas .....	56
Tabla 26 Resumen de ensayos de suelos .....	57
Tabla 27 Cálculo de esal's.....	59
Tabla 28 Coeficiente de capas ai establecidos para el diseño .....	64
Tabla 29 Descripción de daños de la superficie del pavimento flexible .....	73
Tabla 30 Descripción de daños de la estructura de pavimento .....	80
Tabla 31 Ficha para inspección visual .....	86

Tabla 32 Cronograma anual de actividades de mantenimiento de la vía.....	87
--	----

### Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Nomograma ashto 93.....	41
Ilustración 2 Coeficiente estructural a1 .....	42
Ilustración 3 Coeficiente estructural a2 .....	43
Ilustración 4 Coeficiente estructural a3 .....	44
Ilustración 5 Programa ecuación ashto 93 .....	46
Ilustración 6 Mantenimiento correctivo - preventivo.....	72
Ilustración 7 Pérdida de agregados.....	74
Ilustración 8 Descascaramiento .....	75
Ilustración 9 Ojo de pescado.....	76
Ilustración 10 Exudación del asfalto.....	77
Ilustración 11 Pulimento.....	78
Ilustración 12 Cabeza dura (pérdida de película ligante).....	79
Ilustración 13 Baches profundo.....	80
Ilustración 14 Ondulaciones.....	81
Ilustración 15 Grieta longitudinal .....	82
Ilustración 16 Grieta transversal.....	83
Ilustración 17 falla de bloque .....	84
Ilustración 18 Piel de cocodrilo .....	85

## RESUMEN

Para la elaboración de este proyecto se tomó en consideración la necesidad de la población de los recintos El Lechugal y La Marsella del cantón Naranjal de la Provincia del Guayas, de contar con una carretera en óptimas condiciones, que brinde seguridad y confort y que les permita el traslado rápido de sus productos agrícolas a zonas de acopio, con esto ayudar al desarrollo y progreso de la zona.

Este trabajo contará con el diseño de la estructura de pavimento flexible y el plan para el mantenimiento de la vía que une los recintos antes mencionados cuya longitud es de 2.90 km, que inicia a la entrada del recinto El Lechugal, para el desarrollo del diseño se utilizaron especificaciones y normas vigentes como: AASHTO 93 (American Association of State Highway and Transportation Officials) para el diseño del pavimento flexible, Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MOP–001–F2002, Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12- MTOP.

El presente trabajo consta con 6 capítulos en los cuales consta la información del proyecto: El problema, Marco teórico, Metodología, Cálculos y resultados, Plan para mantenimiento, Conclusiones y recomendaciones.

## **CAPITULO I**

### **El problema**

#### **1.1.- Antecedentes**

Previo a obtener el título de Ingeniero Civil, y como parte del programa para dicho fin, se realiza el siguiente trabajo de titulación DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PLAN PARA MATENIMIENTO DE LA VÍA RECINTO LECHUGAL-RECINTO LA MARSELLA DEL CANTÓN NARANJAL DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.

Este camino que une los recintos El Lechugal y la Marsella, es de gran importancia para la movilización de los habitantes de la zona y el traslado de sus productos, siendo una zona agrícola, contando con 4 haciendas que dan empleo a la comunidad, con este trabajo de titulación se busca implementar el diseño de la estructura de pavimento flexible, que exista un plan de mantenimiento continuo de la vía para que las pérdidas económicas por el maltrato a sus productos agrícolas y los daños a los vehículos se vean reducidos considerablemente.

#### **1.2.- Objetivos**

##### **1.2.1.- Objetivo General.**

Elaborar el diseño de la estructura de pavimento flexible y el plan para el mantenimiento del camino Recinto Lechugal – Recinto La Marsella, perteneciente al Cantón Naranjal de la Provincia del Guayas.

### 1.2.2.- Objetivos Específicos.

Realizar el TPDA actual mediante conteo manual para establecer la clasificación de la vía, y proyectarlo a 15 años.

Efectuar el estudio del material pétreo de la subrasante de la vía para verificar sus características y así elaborar el diseño de la estructura de pavimento flexible, aplicando el método AASHTO 93 (American Association of State Highway and Transportation Officials).

Proponer el plan de mantenimiento vial.

### 1.3.- Ubicación

Cantón Naranjal de la Provincia del

Guayas

Coordenadas:

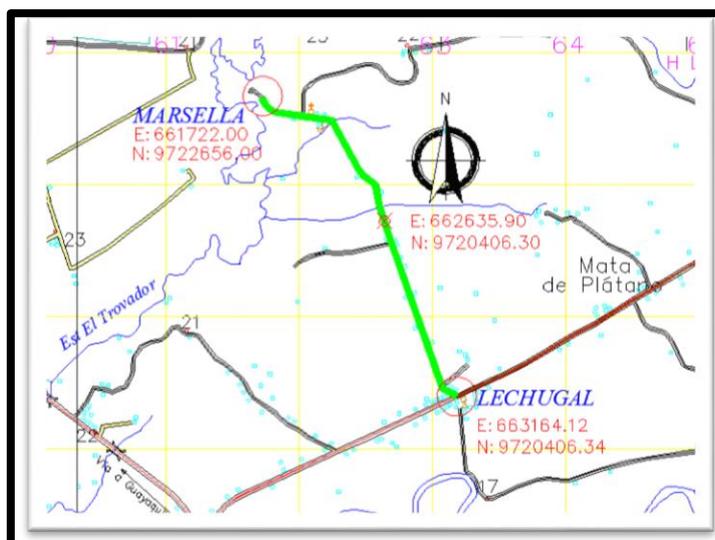
INICIO (Recinto Lechugal)

**E: 663164,12 N: 9720406,34**

FINAL (Recinto La Marsella)

**E: 661722,00 N: 9722656,00**

Longitud 2,90 Km.



**Ilustración 1** : Ubicación del Proyecto

Fuente: Cartografía IGM

#### **1.4.- Delimitación del tema**

Se realizará el estudio de tráfico de la vía recinto El Lechugal – La Marsella y su respectiva proyección para establecer el tipo de vía actual y la del diseño.

Se realizará los estudios de suelo de la subrasante de la vía que servirá para el diseño de la estructura de pavimento.

Se establecerá el diseño de la estructura de pavimento flexible para la vía aplicando el método de la AASHTO 93 (American Association of State Highway and Transportation Officials).

Se elaborará el plan para el mantenimiento rutinario de la vía mencionada, para un mayor tiempo de vida útil de la estructura del pavimento.

#### **1.5.- Planteamiento del problema**

Por ser una camino lastrado existe un problema tanto en invierno y verano se hace notorio ya sea por el lodo y material particulado en estas 2 estaciones del año, sin tener una estructura de pavimento flexible y un plan de mantenimiento continuo del camino, este se deteriora causando malestar tanto a los vehículos, transeúntes por lo consiguiente es necesario realizar el “DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PLAN PARA MATENIMIENTO DE LA VÍA RECINTO LECHUGAL- RECINTO LA MARSELLA DEL CANTÓN NARANJAL DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS”. Y así tratar de mitigar estos problemas.

El problema no solo radica en el malestar, sino en su economía por daños causados a sus productos por el mal estado de la vía, también problemas de salud por las distintas enfermedades causadas por las partículas de polvo y aguas estancadas que son focos de enfermedades.

### **1.6.- Justificación**

El propósito de este trabajo de titulación es establecer la estructura del pavimento flexible y el plan de mantenimiento de la vía en mención, Los habitantes al tener esta vía en óptimas condiciones se acortarían el tiempo de transporte de productos, así como, se reduce el daño en sus vehículos, lo que sin duda alguna será un beneficio económico para la población de los recintos.

En cuantos a la salud, los habitantes en especial los niños no desarrollaran enfermedades respiratorias producto del polvo de la vía y se mejoraran las condiciones de vida de las familias asentadas a orillas del camino.

## **CAPITULO II**

### **Marco teórico**

#### **2.1.- Pavimentos**

##### **2.1.1.- Definición de pavimento.**

El pavimento es un conjunto constituido de capas una sobre otra, relativamente horizontales, que se construyen de manera técnica y se diseñan con materiales apropiados, compactados adecuadamente, apoyadas sobre la subrasante de una vía y que debe resistir los esfuerzos de cargas repetidas del tránsito durante el período para la cual se ha diseñado la estructura del pavimento. (Ministerio de Transporte Varios, 2007, pág. 10).

##### **2.1.2.- Clasificación de los Pavimentos.**

Los pavimentos se clasifican en:

Pavimentos flexibles

Pavimentos semi-rigidos

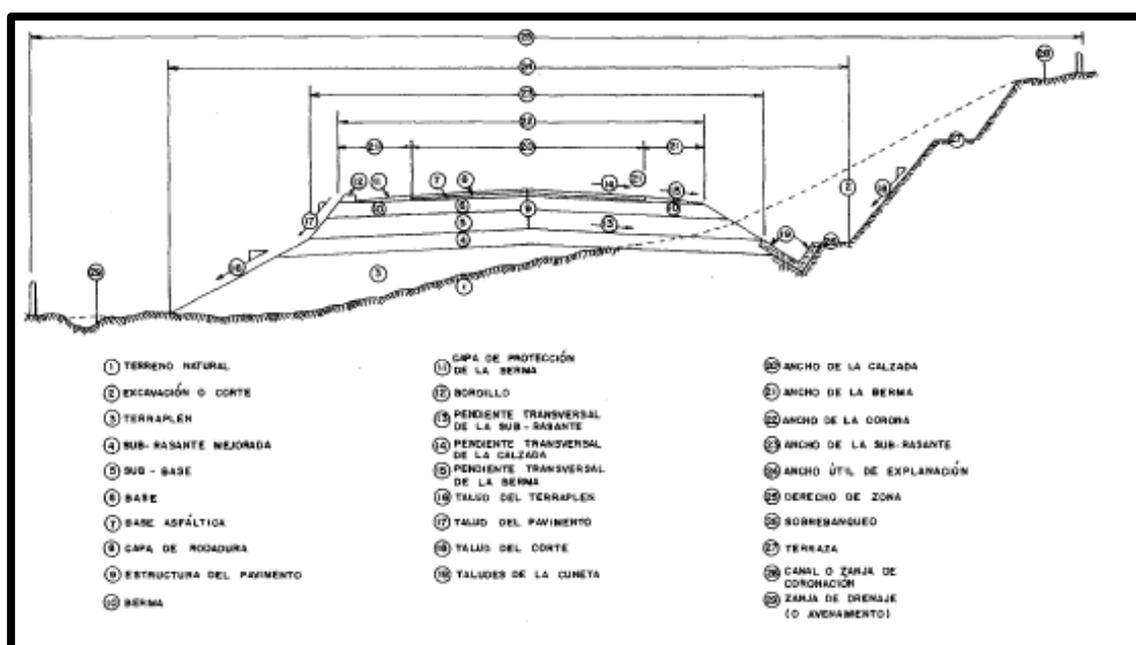
Pavimentos semi-flexibles

Pavimentos rígidos

Pavimentos articulados.

### 2.1.2.1.- Pavimentos flexibles.

Este tipo de pavimentos apoyado sobre la subrasante, generalmente está constituido por dos capas no rígidas, la base y la sub-base (se puede prescindir de una de ellas dependiendo de las necesidades que tengan en particular cada obra) y una carpeta bituminosa.



**Ilustración 2** Sección típica de un pavimento flexible

Fuente: (Fonseca, 2001, pág. 3)

### 2.1.3.- Funciones de las capas de pavimento flexible.

#### 2.1.3.1.- La Sub-base.

- Función económica: Es una de la principales funciones de esta capa; en efecto, el espesor de la estructura requerida para que el nivel de esfuerzos en

la sub-rasante sea menor o igual que su propia resistencia, puede ser construido con materiales de óptima calidad, pero es preferible distribuir las capas de tal manera que las más calificadas estén en la parte superior y colocar en la parte inferior la capa de menor calidad que resulta casi siempre la más económica.

- Capa de transición: Por estar en medio de la base y la subrasante impedirá que los finos de la subrasante contaminen y disminuyan la calidad de la base.
- Disminución de las deformaciones: algunos cambios de volúmenes dados por las expansiones en la sub-rasante pueden ser absorbidos por esta capa evitando se reflejen en la capa de rodadura.
- Resistencia: Se encarga de transmitir los esfuerzos a la sub-rasante a un nivel adecuado.
- Drenaje: En la mayoría de casos la sub-base se encarga de drenar el agua que se introduzca y también impide la ascensión capilar. Fuente: (Fonseca, 2001, pág. 4)

#### *2.1.3.2.- La base.*

- Resistencia: La función fundamental de esta capa de la estructura de pavimento es proporcionar un elemento que resista y transmita a la sub-base y sub-rasante los esfuerzos producidos por el tránsito a una adecuada intensidad. Fuente: (Fonseca, 2001, pág. 4)

### 2.1.3.3.- *Carpeta.*

- Superficie de rodadura: Esta capa debe proporcionar una superficie estable y uniforme al tránsito y capaz de resistir sus efectos abrasivos.
- Impermeabilidad: Debe impedir el paso del agua al interior del pavimento.
- Resistencia: La capacidad estructural de pavimento esta competa con su resistencia a la tensión. Fuente: (Fonseca, 2001, págs. 4-5).

## 2.2.- Principios a considerar en el Diseño de Pavimentos flexibles

### 2.2.1.- Método a usar.

El método a usar en el presenta trabajo de titulación es el siguiente:

**Método ASSHTO 93:** El método ASSHTO 93, describe con detalle los procedimientos para el diseño de la sección estructural de los pavimentos flexibles y rígidos de carreteras, establecido para el caso de los pavimentos flexibles, que la superficie de rodadura se resuelve solamente con concreto asfáltico y tratamiento superficial, pues asume que tales estructuras soportaran niveles significativos del tránsito (mayores a 50000 ejes equivalentes acumulados de 8,2 ton durante el periodo de diseño), dejando fuera pavimentos ligeros para tránsitos menores al citado, como son los caminos revestidos o de terracería.

**Fuente:** (NEVI-12, 2013, pág. 102).

El método ASSHTO 93 nos proporciona recomendaciones para considerar la estructura competa del pavimento con sus respectivos espesores, teniendo en cuenta el requerimiento de materiales y su respectivo control de calidad.

### **2.2.2.- Factores a Considerar en el diseño de pavimentos.**

Descripción general de los factores a considerar en el diseño

2.2.2.1.- *El tránsito.* Es un factor importante para el dimensionamiento de la estructura de pavimento, se toma en cuenta las cargas más pesadas por eje en el carril de diseño durante su periodo de vida útil, las repeticiones de cargas y la consecuente acumulación de deformaciones sobre el pavimento (fatiga).

2.2.2.2.- *La sub-rasante.* El espesor que debe tener la estructura de un pavimento ya sea rígido o flexible depende de la calidad de la sub-rasante. Como parámetro para evaluar esta capa se emplea la capacidad de resistencia o soporte a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas de tránsito. Es necesario evaluar la sensibilidad del suelo a la humedad, tanto por resistencia, hinchamiento o retracción (variación de volumen).

La sub-rasante con un suelo de tipo expansivo puede causar daños graves a la estructura de pavimento que se encuentra apoyada sobre ella, por lo consiguiente en el proceso constructivo del pavimento sobre este tipo de suelos debe evitarse la variación de humedad del suelo por medio de la impermeabilización de la estructura o la estabilización de la sub-rasante con algún tipo de aditivo (cal).

2.2.2.3.- *El Clima.* La lluvia y el cambio de temperatura afectan a un pavimento de manera directa ya sea por la elevación del nivel freático, que influyen en la resistencia, compresibilidad o cambios volumétricos especialmente en la sub-rasante, o la susceptibilidad térmica del pavimento flexible modificando su módulo elástico causando grietas y deformaciones.

*2.2.2.4.- Materiales Disponibles.* Son determinantes para que la selección de la estructural de pavimento sea factible técnica y económicamente, pues se debe considerar agregados disponibles en canteras con la calidad requerida en el diseño.

**Fuente:** (Fonseca, 2001, págs. 8-10).

### **2.2.3.- Análisis de tráfico.**

Los vehículos se agrupan generalmente considerando su peso, tamaño y la influencia que van a producir en el tráfico. Para la determinación del TPDA, se toma en consideración la composición del tráfico y las características de los vehículos.

Considerando el número y disposición de los ejes, los vehículos se clasifican de la siguiente manera:

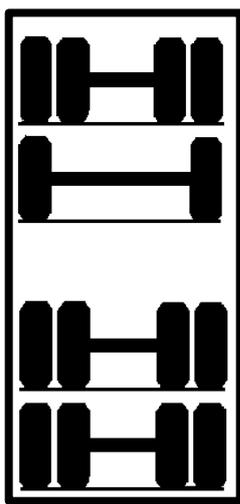
Vehículos livianos: Son todos aquellos vehículos destinados al transporte de carga liviana y movilización familiar: automóviles, camionetas de dos ejes, vehículos de transmisión en las cuatro ruedas.

Vehículos pesados: son los destinados para transporte de pasajeros y cargas, poseen generalmente uno o más ejes sencillos de doble llanta: buses, camiones, remolques y semirremolques, o cualquier vehículo de servicio público con un peso descargado de 1500 kg o más.

Ejes sencillos: se denominan como tales, los ejes de los vehículos que tienen uno o dos ruedas sencillas en sus extremos. En el primer caso se denomina eje sencillo en rueda simple y en el segundo caso eje sencillo de doble rueda.

Eje tándem: Un eje tándem, está formado por dos ejes sencillos.

**Fuente:** (Santamaria, 2011, págs. 20-32).



Eje sencillo con rueda doble

Eje sencillo con rueda sencilla

Eje tándem

## 2.3.- Mantenimiento Vial

**2.3.1.- El mantenimiento vial:** Es el conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario, puede ser de naturaleza rutinaria o periódica.

### **2.3.2.- Tipos de mantenimientos.**

2.3.2.1.- *Mantenimiento Rutinario.* Se puede realizar tanto en vías pavimentadas como no pavimentadas. Se refiere a la conservación permanente

(A intervalos menores de un año) de las zonas laterales, y a intervenciones de emergencias en la carretera, con el fin de mantener las condiciones óptimas para la circulación segura de vehículos en la vía. Las principales actividades de éstas son:

- Remoción de derrumbes
- Rocería
- Limpieza de obras de drenaje
- Reconstrucción de cunetas
- Reconstrucción de zanjas de coronación
- Reparación de baches en afirmado y/o parcheo en pavimento
- Perfilado y compactación de la superficie
- Riegos de vigorización de la capa de rodadura
- Limpieza y reparación de señales. (OSPINA, 2002, pág. 38)

2.3.2.2.- *Mantenimiento Periódico.* Este se realiza en vías pavimentadas y en afirmado. Comprende la realización de actividades de conservación a intervalos variables, relativamente prolongados (3 a 5 años), destinados principalmente a recuperar el deterioro de la capa de rodadura ocasionados por el tránsito y por los efectos del clima, también puede comprender la construcción de algunas obras de drenaje menores y de protección faltantes en la vía. Las principales actividades son:

- Reconfirmación y recuperación de la banca

- Limpieza mecánica y reconstrucción de cunetas
- Escarificación del material de afirmado existente
- Extensión y compactación de material para recuperación de los espesores de afirmado iniciales
- Reposición de pavimento en algunos sectores
- Reconstrucción de obras de drenaje
- Construcción de obras de protección y drenaje menores
- Demarcación lineal
- Señalización vertical. (OSPINA, 2002, pág. 39).

### 2.3.3.- Matriz diagnostico-mantenimiento.

**Tabla 1** Matriz diagnostico-mantenimiento

ESTRUCTURA	DAÑO	DESCRIPCIÓN	REPARACIÓN
PAVIMENTO FLEXIBLE	<b>DESCASCARAMIENTO, PÉRDIDA DE LA CAPA DE RODADURA</b>	Desprendimiento de la última capa delgada, de tratamiento superficial	Parcheo de superficies de capa de rodadura. Tratamiento superficial simple. Renivelación con sobre capa.
	<b>EXUDACIÓN DEL ASFALTO</b>	Presencia de asfalto sin agregado (árido) en la superficie	Riego de arena
		Hundimiento local de la calzada, con agrietamiento en	Bacheo

<b>BACHES PROFUNDOS</b>	<p>mallla cerrada y generalmente pérdida parcial de bloque de capa de rodadura</p>	
<b>ONDULACIONES</b>	<p>Deformaciones del perfil longitudinal crestas y valles regularmente espaciados a distancias cortas. Generalmente están acompañadas, en los sitios críticos, por grietas semicirculares</p>	<p>Parqueo de superficies de capa de rodadura. Renivelación con sobre capa.</p>
<b>PULIMIENTO</b>	<p>Presencia de agregados que presentan una cara plana en la superficie, generalmente embebidos en el ligante asfáltico</p>	<p>Sello de arena asfalto</p>
<b>CABEZA DURA (PÉRDIDA DE PELICULA LIGANTE)</b>	<p>Presencia de agregados parcialmente expuestos fuera del concreto asfáltico</p>	<p>Renivelación con sobre capa.</p>
<b>OJO DE PESCADO O BACHE SUPERFICIAL</b>	<p>Desprendimiento del material de la base en la que se apoya la capa de rodadura después de la perdida de esta</p>	<p>Parqueo de superficies de capa de rodadura. Bacheo</p>
<b>GRIETA LONGITUDINAL</b>	<p>Rotura longitudinal sensible paralela al eje de la carretera, con abertura entre</p>	<p>Sello de fisuras y grietas en pavimento</p>

	mayor a 3 mm.	
<b>GRIETA TRANSVERSAL</b>	Rotura longitudinal sensible perpendicular al eje de la carretera, con abertura entre mayor a 3 mm.	Sello de fisuras y grietas en pavimento
<b>FALLA EN BLOQUE</b>	Consiste en una serie de fisuras que se deriva de una principal pero no se cierran para formar polígonos.	Sello de fisuras y grietas en pavimento. Tratamiento superficial simple. Parcheo en superficie de rodadura.
<b>PIEL DE COCODRILO</b>	Rotura longitudinal o transversal con abertura inferior a 3 mm y separación mayor a 15 cm. En esta falla se forman polígonos cerrados.	Sello de fisuras y grietas en pavimento. Tratamiento superficial simple. Parcheo en superficie de rodadura.

Fuente: (Ministerio de Transporte Varios, 2007, págs. 17-18).

## CAPITULO III

### Metodología

#### 3.1.- Reconocimiento de la vía actualmente

Actualmente la vía tiene un ancho promedio de 5mts., no cuenta con señalización ni obras de arte y en su totalidad su capa de rodadura es un lastre.

#### 3.2.-Determinación de tráfico actual

El presente trabajo de titulación contempla el análisis de tráfico actual y proyectado a 15 años de acuerdo a los periodos de diseño en función del tipo de carretera, los periodos de diseño recomendados por la ASSHTO se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 2** Períodos de diseño en función del tipo de carretera

Tipo de Carretera	Periodo de Diseño (Años)
Urbana de tránsito elevado	30 - 50
Interurbana de tránsito elevado	20 - 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15 - 25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava.	10 - 20

Fuente: (AASHTO, 1993)

La información que se obtenga del aforo de tráfico, nos permitirá clasificar la vía y podremos realizar el adecuado estudio con la finalidad de lograr un transporte seguro de personas, productos agrícolas y en general.

El presente estudio de tráfico, se lo realiza de tal manera de obtener datos consistentes del tráfico actual que circula por el camino Recinto Lechugal- Recinto la Marsella.

### **3.2.1.- Ubicación de la estación de aforo.**

La ubicación de la estación de aforo vehicular se establece donde se pueda tomar en cuenta la mayor cantidad de tráfico que alimenta a la vía.

### **3.2.2.- Sistema de conteo.**

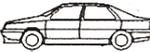
La metodología empleada para la realización de los conteos volumétricos de tráfico vehicular fue la siguiente:

Conteos de clasificación vehicular manual

Este tipo de conteos se realizaron en forma manual, en la estación establecida previamente, el conteo tiene la finalidad de obtener la composición del tráfico en vehículos livianos, buses y camiones con sus diferentes tipos en términos de Tráfico Promedio Diario anual (TPDA).

Para el conteo se usará la siguiente tabla:

**Tabla 3** Formato para el conteo manual diario - horario de tráfico

<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL</b>            FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICA            ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL            PROYECTO DE TITULACIÓN</p> <p><b>TEMA:</b> "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PLAN PARA EL MANTENIMIENTO DE LA VÍA RECINTO LECHUGAL- RECINTO LA MARSELLA DEL CANTÓN NARANJAL DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS".</p> <p><b>DÍA DE LA SEMANA:</b></p> <p><b>ESTACIÓN:</b> Entrada al Recinto "EL LECHUGAL "  <b>Ambos Sentidos</b></p>						
HORA	LIVIANOS		CAMIONES		TOTAL	% DE VOLUMEN
	Automóvil	Camioneta	C2G	C3-S2		
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						
20h00 21h00						
21h00 22h00						
22h00 23h00						
23h00 24h00						
24h00 01h00						
01h00 02h00						
02h00 03h00						
03h00 04h00						
04h00 05h00						
05h00 06h00						
<b>TOTAL VEHICULOS</b>						

Fuente: Elaborada por el Autor

Fuente: Elaborada por el autor

### 3.2.3.- Determinación del TPDA actual.

En la determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) se sigue los criterios establecidos por el MTOP y del libro Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones (Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, 1994), en donde para la obtención del TPDA, el tráfico TPDS deberá ser afectado por los siguientes factores:

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

Dónde:

TPDS = Tráfico promedio diario semanal

Fd = Factor de ajuste diario.

Fm = Factor de ajuste mensual.

Para el cálculo del TPDS se empleará la formula siguiente:

$$TPDS = \frac{5}{7} \sum \frac{Dn}{m} + \frac{2}{7} \sum \frac{De}{m}$$

Dónde:

Dn: conteo de días normales (Lunes a Viernes)

De: conteo de días extraordinarios (Sábado y Domingo)

m: días que se realizaron los aforos de tráfico

Para el cálculo del Factor diario se usa la siguiente tabla:

**Tabla 4** Formato para establecer el factor de ajuste diario

FECHA	DIA	CONTEO DIARIO DURANTE (TD)	FACTOR DIARIO TPDS/TDd
	<b>TPDS</b>		

Fuente: Elaborada por el autor

Para el cálculo del Fm:

Hay varias formas de establecer el factor de ajuste mensual es que se va a usar en el siguiente trabajo de titulación es tomar en consideración la estación de peaje más cercano a la vía y elaborar la tabla con el siguiente formato:

**Tabla 5** Formato para calcular el factor de ajuste mensual

MES DEL AÑO				
	TMm (VEH/MES)	TPDMm (VEH/MES)	TPDMm/TPDA	FACTOR MENSUAL Fm
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Septiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				
TOTAL	0	0	-	-

Fuente: Elaborada por el autor

### 3.2.4.- Cálculo del tráfico asignado.

El pronóstico del volumen de tráfico futuro, deberá basarse no solamente en los volúmenes normales actuales, sino también en los incrementos del tránsito que se espera utilicen la carretera existente.

Para la proyección del tráfico futuro previamente se debe obtener el valor del tráfico asignado, según la siguiente expresión:

$$\text{Tráfico asignado} = \text{TPDA existente} + \text{TG} + \text{TD}$$

#### 3.2.4.1.- El tránsito generado TG.

Consta de aquellos viajes vehiculares, distintos a los del transporte público, que no se realizarían si no se construye la nueva carretera

Generalmente, el tráfico generado se produce dentro de los dos años siguientes a la terminación de las mejoras o construcción de una carretera.

Al tránsito generado se le asignan tasas de incremento entre el 5% y el 25% del tránsito actual, con un período de generación de uno o dos años después de que la carretera ha sido abierta al servicio.

#### 3.2.4.2.- El tránsito desarrollado TD.

Es el incremento del volumen de tránsito debido a las mejoras en el suelo adyacente a la carretera. A diferencia del tránsito generado, el tránsito desarrollado continua actuando por muchos años después de la nueva carretera ha sido puesta en servicio. El tránsito desarrollado es el 5% del tránsito actual.



### 3.2.5.- Proyección del tráfico a 15 años (Tf).

Con el tráfico asignado se realiza la proyección del tráfico y su composición hasta los 15 años, según la siguiente expresión:

$$Tf = Tasig. (1 + i)^n$$

Tf = Tráfico futuro o Proyectado

Tasig. = Tráfico asignando

i = Tasa de crecimiento del tráfico

n = Período de proyección, expresado en años

Las tasas anuales de crecimiento son las manejadas en el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, la misma que se presenta a continuación:

**Tabla 7** Tasas de crecimiento de tráfico

<b>TASAS DE CRECIMIENTO</b>	<b>LIVIANOS</b>	<b>BUSES</b>	<b>CAMIONES</b>
<b>2010 – 2015</b>	4.21	2.24	2.52
<b>2015 – 2020</b>	3.75	1.99	2.24
<b>2020 – 2025</b>	3.37	1.80	2.02
<b>2025 – 2030</b>	3.06	1.63	1.84

Fuente: (NEVI-12, 2013)

Posteriormente, se procede a proyectar el TPDA de la vía, considerándose desde el año 2016 un período de 15 años.

**Tabla 8** Proyección de tráfico 15 años

AÑO	n	TIPO DE VEHICULO								TOTAL
		LIVIANOS				PESADOS				
		CREC. %	AUTOMOVIL	CREC. %	CAMIONETA	CREC. %	C2G	CREC. %	C3-S2	
<b>2016</b>		3,75		3,75		2,24		2,24		
<b>2017</b>	1	3,75		3,75		2,24		2,24		
<b>2018</b>	2	3,75		3,75		2,24		2,24		
<b>2019</b>	3	3,75		3,75		2,24		2,24		
<b>2020</b>	4	3,75		3,75		2,24		2,24		
<b>2021</b>	5	3,37		3,37		2,02		2,02		
<b>2022</b>	6	3,37		3,37		2,02		2,02		
<b>2023</b>	7	3,37		3,37		2,02		2,02		
<b>2024</b>	8	3,37		3,37		2,02		2,02		
<b>2025</b>	9	3,37		3,37		2,02		2,02		
<b>2026</b>	10	3,06		3,06		1,84		1,84		
<b>2027</b>	11	3,06		3,06		1,84		1,84		
<b>2028</b>	12	3,06		3,06		1,84		1,84		
<b>2029</b>	13	3,06		3,06		1,84		1,84		
<b>2030</b>	14	3,06		3,06		1,84		1,84		
<b>2031</b>	15	3,06		3,06		1,84		1,84		

Fuente: Elaborada por el Autor

### 3.2.6.- Clasificación de la vía de acuerdo al tráfico proyectado.

De acuerdo a la proyección del tráfico para un período de 15 años, la vía se clasificará de acuerdo a los criterios del MTOP.

### 3.3.- Estudios de Suelos

#### 3.3.1.- Toma de muestras en la vía.

Se Realizan calicatas a cielo abierto cada 500 metros y de la siguiente manera:

**Tabla 9** Calicatas

Sondeo	Abscisa	Localización
<b>C1</b>		Centro
<b>C2</b>		Derecha
<b>C3</b>		Izquierda
<b>C4</b>		Centro
<b>C5</b>		Derecha
<b>C6</b>		Izquierda

Fuente: Elaborada por el Autor

Se extraen muestras a una profundidad de 1.50 m. para realizar los ensayos:

Contenido de Humedad.- por medio de este ensayo se determina la cantidad de agua presente en una cantidad dada de suelo en términos de su peso en seco, el conocimiento de este valor de humedad natural permite estimar su posible comportamiento.

Pasante Tamiz N° 200.- nos ayudará a clasificar el suelo.

Límite Líquido.- es el mayor contenido de humedad que puede tener un suelo sin pasar del estado plástico al líquido. El estado líquido se define como la condición en que la resistencia al corte del suelo es tan baja que lo hace fluir un ligero esfuerzo aplicado a este.

Límite Plástico.- se define como la mínima cantidad de humedad con la cual el suelo vuelve a la condición de plasticidad. En este estado, el suelo puede deformarse rápidamente o ser moldeado sin recuperación elástica.

Granulometría.- esta prueba permite determinar cuantitativamente la distribución de los diferentes tamaños de partículas de suelo.

Proctor.- nos permite obtener el porcentaje de agua con el cual se obtiene la máxima densidad para el esfuerzo de compactación especificado.

CBR Densidad y Penetración.- con estos ensayos se busca tener una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo.

### **3.3.2.- Determinación del CBR de diseño.**

Se debe tener en cuenta la siguiente tabla para considerar el porcentaje de CBR de diseño:

<b>Límites para Selección de Resistencia</b>	
<b>No. De ejes de 8.2 Ton en el carril del Diseño (N)</b>	<b>Porcentaje a Seleccionar para hallar la Resistencia</b>
$< 10^4$	60
$10^4 - 10^6$	75
$> 10^6$	87,5

Fuente: Instituto del Asfalto

#### Procedimiento

1. Se ordena los valores de resistencia de menor a mayor y se determina el número y el porcentaje de los valores iguales o mayores a cada uno.

Procedimiento.

2. Se representa en un gráfico la relación de los valores de C.B.R. con los porcentajes anteriormente calculados y en la curva resultante se determina el C.B.R. para el porcentaje elegido.

### 3.4.- Diseño de pavimento flexible

Para el trabajo de titulación se aplicará los principios establecidos en el método AASHTO 93 el cual está vigente y toma en consideración casi todos los parámetros que incurren en la durabilidad y estabilidad de la estructura del pavimento flexible.

Este método nos da el espesor por capa de la estructura del pavimento, los requerimientos para el desarrollo del mismo son los siguientes:

#### Variables de diseño

- ESAL's (Tráfico)
- Confiabilidad (R)
- Desviación estándar (So)

#### Criterio de Comportamiento

- Servicialidad (PSI)

Propiedades de los materiales a usar

- Módulo Resiliente de la Subrasante ( $M_r$ )
- CBR y características de los materiales
- Coeficiente estructural por capa ( $a$ )

Características estructurales de los materiales

- Drenaje

### 3.4.1.- Método AASHTO 93.

AASHTO 93 (American Association of State Highway and Transportation Officials) para el diseño de pavimento flexible.

La fórmula de diseño, según el AASHTO 93 es:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_r) - 8.07$$

**Dónde:**

$Z_r$  = Desviación estándar del error combinado

$S_o$  = Error estándar combinado

$SN$  = Número estructural, indicador del espesor total del pavimento requerido

$\Delta PSI$  = diferencia entre Servicialidad Inicial ( $P_o$ ) y Final ( $P_t$ )

$W_{18}$  = Número esperado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 Ton en el período de diseño

$M_r$  = Módulo Resiliente de la Subrasante (psi)

Esta ecuación de diseño está basada en el índice de pérdida de servicialidad durante la vida útil del pavimento; este parámetro representa el estado de la capa de rodadura para la circulación sobre ella.

### 3.4.2.- Parámetros para el diseño.

#### 3.4.2.1.- Índice de Servicialidad

La servicialidad o PSI (Pavement Serviceability Index) del pavimento flexible es obtenido de las medidas de daños y rugosidad, daños como agrietamientos, parchados y profundidad de los ahuellamientos, en un momento en particular durante la vida útil del pavimento.

Los daños físicos del pavimento influyen principalmente en la decisión de iniciar un mantenimiento o rehabilitación del mismo.

El índice de servicialidad actual (PSI), y que puede variar en rangos de cero a cinco, siendo cero una vía intraficable y cinco una vía con un pavimento en óptimas condiciones para el tránsito.

**Tabla 10** Índice de servicialidad inicial

Índice de Servicialidad	Calificación
5-4	Muy buena
4-3	Buena
3-2	Regular
2-1	Mala
1-0	Muy mala

Fuente: (AASHTO, 1993)

Índice de Servicialidad Inicial Po.- es una estimación hecha inmediatamente después de la construcción. El valor del Po establecido por las condiciones de la Carretera Experimental de la AASHO fue 4,2 para pavimentos flexibles.

Índice de Servicialidad final Pt.- es el nivel más bajo aceptable antes de que un mantenimiento o rehabilitación lleguen a ser necesarios.

**Tabla 11** Índice de servicialidad final

Tipo de Vía	Índice de Servicialidad final Pt
<b>Carreteras Principales con mucho trafico</b>	2,5 – 3
<b>Carreteras Principales con intensidad trafico normal</b>	2,0 - 2,5
<b>Vías Locales, secundarias y agrícolas</b>	1,5 - 2,0

Fuente: (AASHTO, 1993)

#### 3.4.2.2.- Relación C.B.R. – Modulo Resiliente

Módulo resiliente de la subrasante: el módulo resiliente o elástico se determina con un equipo especial que no es de fácil adquisición y por tal motivo se han establecido correlaciones para determinarlo a partir del ensayo CBR de laboratorio, Heukelom y Klomp han encontrado una relación entre el C.B.R. y el módulo resiliente:

$$M_R(\text{psi}) = 1500 \text{ CBR}$$

Expresión que es considerada razonablemente aproximada para suelos finos con un CBR menor a 10 en condición saturada.

Los valores a partir de los que se estableció esta relación están entre 750 a 3000 veces el CBR.

También se utiliza la ecuación siguiente, para suelos con valores CBR entre

10% < CBR < 20%

$$M_R(\text{psi}) = 4326 * \ln(\text{CBR}) + 243$$

### 3.4.2.3.- Nivel de Confianza y Desviación Estándar

El AASHTO ha introducido como uno de los parámetros importantes el nivel de confianza para el diseño de pavimento, pues establece un criterio, relacionando el desempeño de manera satisfactoria del pavimento, bajo solicitaciones de carga e imprevistos. Los valores de nivel de confianza R de acuerdo al tipo de vías están en la siguiente tabla:

**Tabla 12** Nivel de confianza

Tipo de Vía	Zonas urbanas	Zonas rurales
<b>Autopista</b>	85 – 99.9	80 – 99.9
<b>Carreteras de primer orden</b>	80 - 99	75 - 95
<b>Carreteras secundarias</b>	80 - 95	75 - 95
<b>Caminos vecinales</b>	50 - 80	50 - 80

Fuente: (AASHTO, 1993)

El esquema del comportamiento real del pavimento y la curva propuesta por la AASHTO tienen la misma forma pero no coinciden. La no coincidencia se debe a errores en la ecuación propuesta de comportamiento y la dispersión de la información que se utiliza para dimensionar el pavimento, para compatibilizar estos dos comportamientos la AASHTO adoptó un enfoque regresional para ajustar estas

dos curvas. Como consecuencia los errores se representan mediante una desviación estándar  $S_o$ , con lo cual que compatibilizan los dos comportamientos.

El producto de la desviación normal  $Z_r$ , por la desviación estándar  $S_o$ , sería el factor de ajuste entra las dos curvas.

Valores de  $Z_r$  en Función a la Confiabilidad

**Tabla 13** Confiabilidad y desviación estándar

CONFIABILIDAD (R%)	DESVIACIÓN NORMAL ESTANDAR ( $Z_r$ )
50	0
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, 1993)

Una vez elegido el nivel de confianza y obteniendo los resultados del diseño, estos deben ser corregidos, para este fin se considera la desviación estándar como factor

de corrección, el rango de la desviación estándar sugerido por el ASSTHO se encuentra:

$$0,40 \leq S_o \leq 0,50$$

#### 3.4.2.4.- Coeficiente de drenaje.

El tiempo que tarde el agua en ser evacuada del pavimento, y el porcentaje del tiempo durante el cual este está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación, en el transcurso del años, de estos dos parámetros depende el coeficiente de drenaje. El porcentaje de tiempo expuesto a niveles de humedad depende de la precipitación media anual y de las condiciones de drenaje de la vía, la ASSTHO define cinco capacidades de drenaje, que se muestra a continuación:

**Tabla 14** Capacidad de drenaje

Calidad de drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada
<b>Excelente</b>	2 horas
<b>Bueno</b>	1 día
<b>Regular</b>	1 semana
<b>malo</b>	1 mes
<b>Muy malo</b>	Agua no drena

Fuente: (AASHTO, 1993)

De acuerdo a las capacidades de drenaje la AASHTO establece los factores de corrección m<sup>2</sup> (bases) y m<sup>3</sup> (sub-bases granulares sin estabilizar), en función del porcentaje de tiempo a lo largo de un año, en el cual la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación.

**Tabla 15** Factores de corrección mi

CAPACIDAD DE DRENAJE	% TIEMPO EN EL QUE EL PAVIMENTO ESTÀ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD PROXIMOS A LA SATURACIÓN			
	menos al 1%	1% al 5%	5% al 25%	más del 25%
<b>Excelente</b>	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
<b>Bueno</b>	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
<b>Regular</b>	1,25 -1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
<b>Malo</b>	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
<b>Muy malo</b>	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

Fuente: (AASHTO, 1993)

El pavimento flexible está constituido básicamente de tres capas: capa de rodadura constituida con hormigón asfáltico, capa de base granular y capa de sub-base granular. Debido a la baja calidad del material de la subrasante se plantea la colocación de un material de suelo seleccionado que cumpla como mejoramiento de la subrasante.

#### 3.4.2.5.- *Material de mejoramiento.*

El suelo seleccionado utilizado para el mejoramiento de la subrasante funciona como una capa adicional del sistema multicapa de la estructura por lo que es necesario asignarle un valor de modulo elástico, un coeficiente de capa y coeficiente de drenaje.

El material seleccionado debe ser un suelo granular, libre de materia orgánica y escombros, todas las partículas deben pasar por el tamiz de 4 pulgadas y no más

del 20% del material debe pasar el tamiz N°200. El  $IP < 9$ , y  $LL < 35$ , siempre que el valor de  $CBR > 20\%$ .

#### 3.4.2.6.- *La sub-base.*

Según el Mop-001- F 2002, la sub-base debe cumplir las siguientes características:

Constituida por agregados naturales, procesados y que se encuentren graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3.

Coefficiente de desgaste máximo de 50 % (Abrasión de los ángeles).

Lo que pase del tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25.

La capacidad de soporte del suelo (CBR) debe ser igual o mayor del 30%

#### 3.4.2.7.- *La base.*

El Mop-001- F 2002 establece que la base debe cumplir los siguientes requerimientos:

Constituida por gravas trituradas cuya fracción de agregado grueso será triturado al menos 25% y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría de Base Clase 3.

El porcentaje de desgaste por abrasión debe ser menor del 40 %.

El límite líquido de la fracción que pase por el tamiz N° 40 deberá ser menor de 25 y su índice de plasticidad menor de 6.

El valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%

#### *3.4.2.7.- Carpeta asfáltica*

Consiste en una capa de hormigón asfáltico compuesto por una mezcla de agregados que cumple especificaciones establecidas en el MTOP-001 F 2002, y asfalto diluido. La estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica están definidos por la prueba Marshall, se especifica un valor de 1800 libras y un flujo entre 8 y 14.

Los materiales para la estructura, con sus respectivas características deberán ser tomados de alguna cantera cerca o algún sitio de libre aprovechamiento esta decisión será tomada entre el ente contratante y la fiscalización, tomando en consideración costos bajos y su respectivo plan de manejo ambiental.

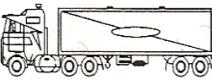
#### **3.4.3.- Cálculo del ESAL's de diseño**

ESAL's (Equivalent simple axial load)

Se utiliza para determinar el efecto destructivo, dependiendo de las cargas y tipo de ejes de los vehículos.

Son el número de pasadas de ejes transformados en un número de ejes tipo, que de acuerdo a directivas AASHTO es un eje simple de 18 Kips, 8.2 Tn u 80 kN.

**Tabla 16** Factores de crecimiento para cálculo de ESAL's

VIA RECINTO LECHUGAL - RECINTO LA MARSELLA												
TIPOS DE VEHICULOS			% Vehículos	CANTIDAD			CONDICIONES DE CARGA	CARGAS MAXIMAS ESTIMADAS				FACTOR DE CRECIMIENTO %
				Número de Vehículos	Factor de Distribución por Carril (F.D.C)	Total de Vehículos		Delantero		Intermedio		
LIVIANOS							$W_{vac}$					
							$W_{carg}$	(Simple)	1,0			(Simple)
CAMIONES	C2G	2 EJES					$W_{vac}$		1,7			5,0
							$W_{carg}$	(Simple)	5,5			(Simple)
	C3-S2	5 EJES					$W_{vac}$		3,5		5,5	5,0
							$W_{carg}$	(Simple)	6,0	(Tandém)	18,0	(Tandém)
Totales:												
Nomenclatura:												
$W_{carg}$ :	Vehículo Cargado			T.P.D. (Tráfico promedio diario inicial)	385	n(período de diseño) =		15				
$W_{vac}$ :	Vehículo Vacíos.			Nº de carriles	2	Ambos Sentidos F.D.C =		100 %				
				r(Tasa anual de crecimiento promedio)	3,64 %	F.C.		$(1+r)^n - 1 / \ln(1+r)$ AASTHO-93 -Instituto de Asfalto				
				MTOP	2,18 %							

Fuente: Elaborada por el Autor

**Tabla 17** ESAL's en el carril de diseño

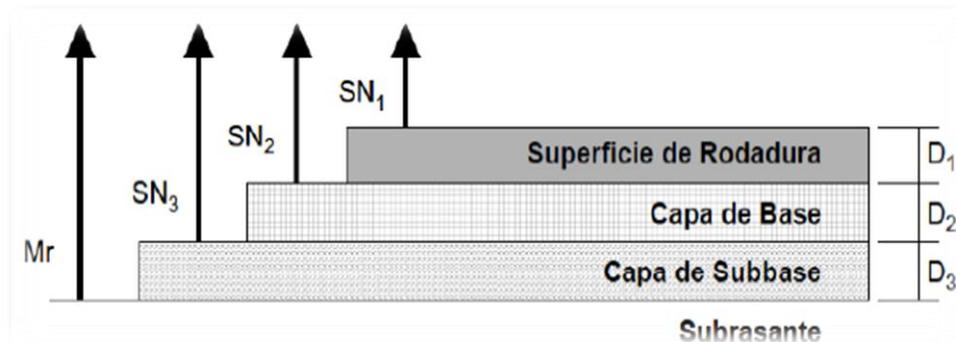
Cálculo de ESAL's de diseño

Peso Ejes		Número de Ejes	Factores de Crecimiento	Tráfico de Diseño	Factor de Equivalencia	ESAL's de Diseño
Ton	Kips					
<b>0,50</b>		1				
<b>1,00</b>		2,2				
<b>3,00</b>		6,6				
<b>5,50</b>		12,1				
<b>6,00</b>		13,2				
<b>10,00</b>		22,0				
Ejes Tándem						
<b>18,00</b>		39,68				
Total ESAL'S						
F.C =	1,00					
D =	0,50		ESAL's EN CARRIL DE DISEÑO =			
			Espesor de la Losa (D)	=		

Fuente: Cuadro Elaborado por el Autor

<b>NUMERO DE DISEÑO RELATIVO AL TRANSITO NDT</b>			
NDT =		SUMA DE EJES EQUIVALENTES DE 8,2 TON	
		PERIODO DE AÑOS DE SERVICIO * 365 DIAS	

### 3.4.4.- Determinación de espesores de las capas de la estructura de pavimento flexible.



$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

**Dónde:**

$a_i$ : Coeficiente de capa  $i$

$D_i$ : Espesor de capa  $i$  (pulgadas)

$m_i$ : Coeficiente de drenaje de la capa  $i$

**Tabla 18** Espesores mínimos de capas en función a los ESAL's

Tránsito (ESAL's)	Carpeta de concreto asfáltico	Base Granular
<b>Menos de 50.000</b>	1,00 o T.S.	4,00
<b>50.001 – 150.000</b>	2,00	4,00
<b>150.001 – 500.000</b>	2,50	4,00
<b>500.001 – 2'000.000</b>	3,00	6,00
<b>2'000.001 – 7'000.000</b>	3,50	6,00
<b>Mayor de 7'000.000</b>	4,00	6,00

Fuente: AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES 1993

Para la determinación de espesores de capa del pavimento flexible de nuestro trabajo de titulación necesitamos los siguientes datos:

Cantidad de ejes equivalentes (ESAL's), para el periodo de diseño, en nuestro caso 15 años: \_\_\_\_\_

La confiabilidad (R): \_\_\_\_\_, siendo Zr: \_\_\_\_\_

Error estándar combinado (So): \_\_\_\_\_

Módulo de Resiliencia de la subrasante (Mr): \_\_\_\_\_.

Perdida de servicialidad ( $\Delta$  PS): \_\_\_\_\_.

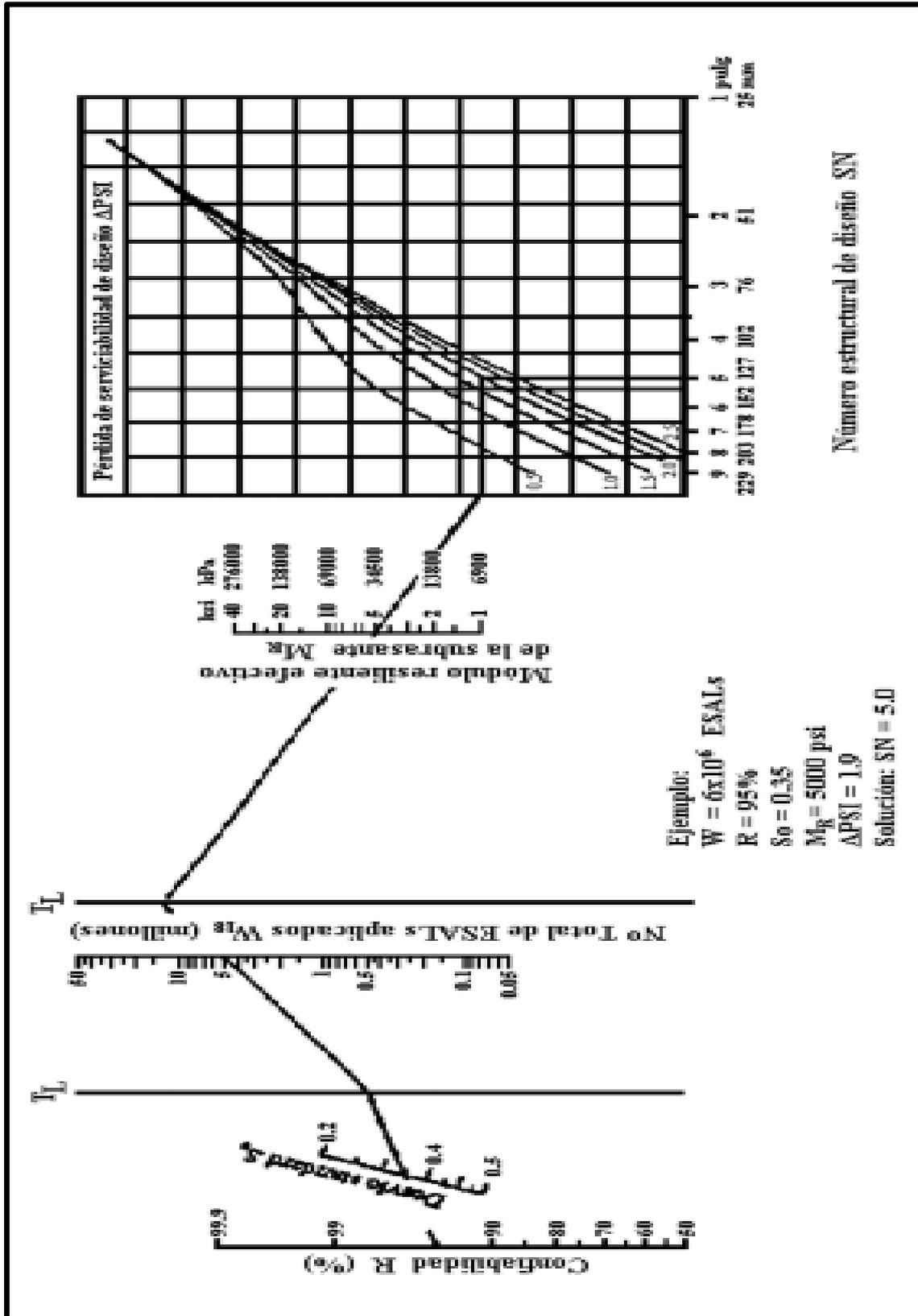


Ilustración 3 Nomograma ASSHTO 93

Fuente: Asshto 93

La fórmula general que relaciona el número estructural (SN) con los espesores de capa es:

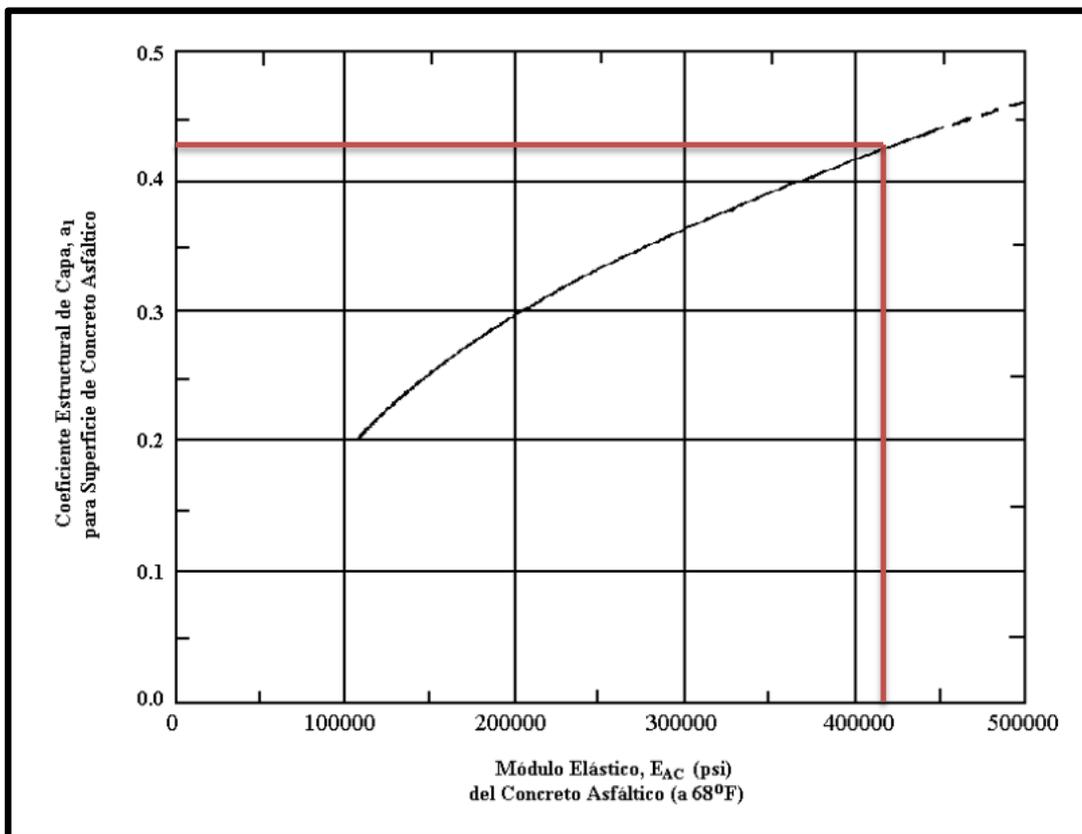
$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  y  $a_4$  son los coeficientes estructurales de capa de la superficie de rodadura, base, sub-base y mejoramiento.

$m_2$ ,  $m_3$  y  $m_3$  son los coeficientes de drenaje de base y sub-base y mejoramiento.

$D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  y  $D_4$  son los espesores de capa.

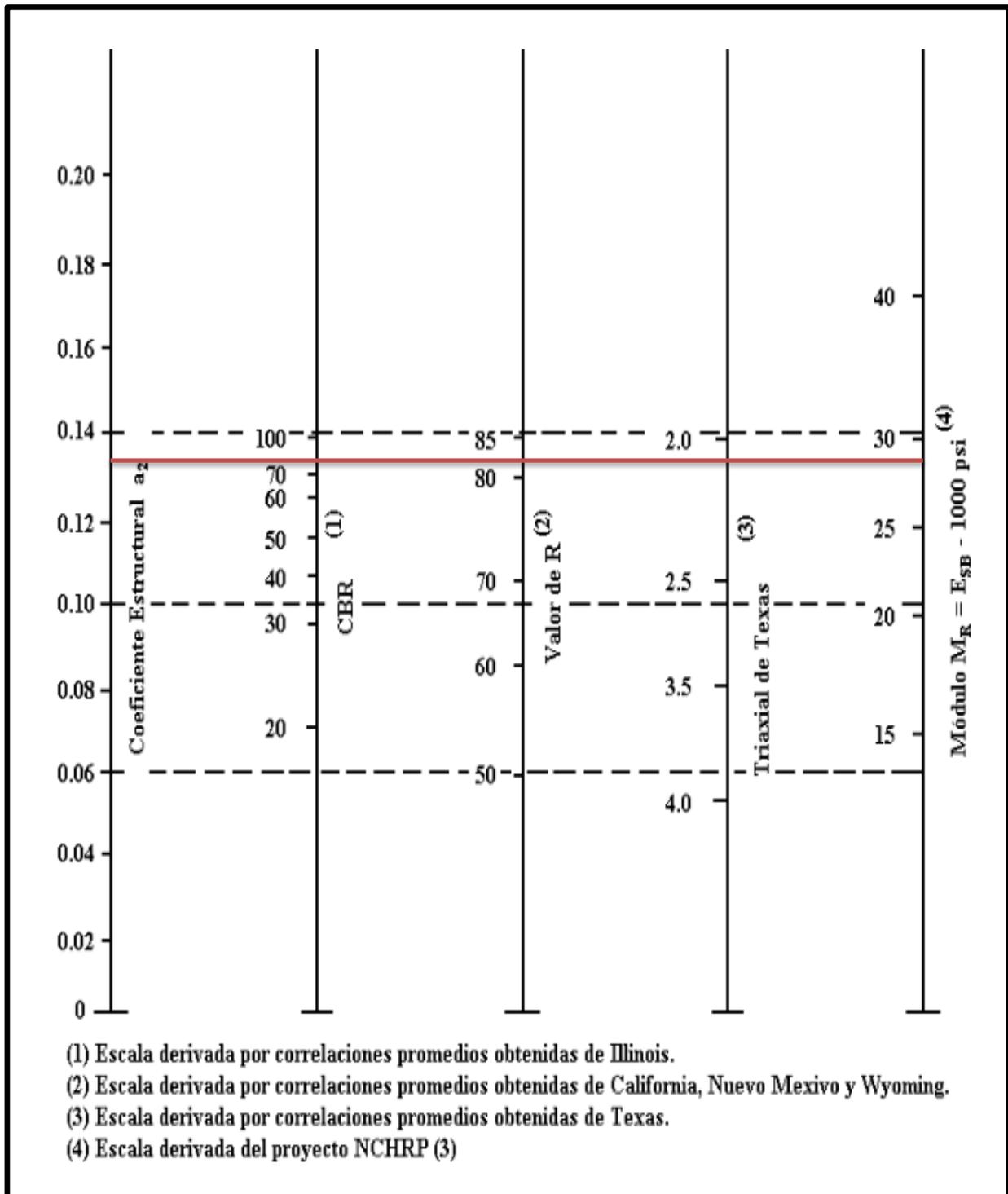
Abaco para estimar el coeficiente estructural de la carpeta asfáltica  $a_1$



**Ilustración 4** Coeficiente estructural  $a_1$

Fuente: (AASHTO, 1993)

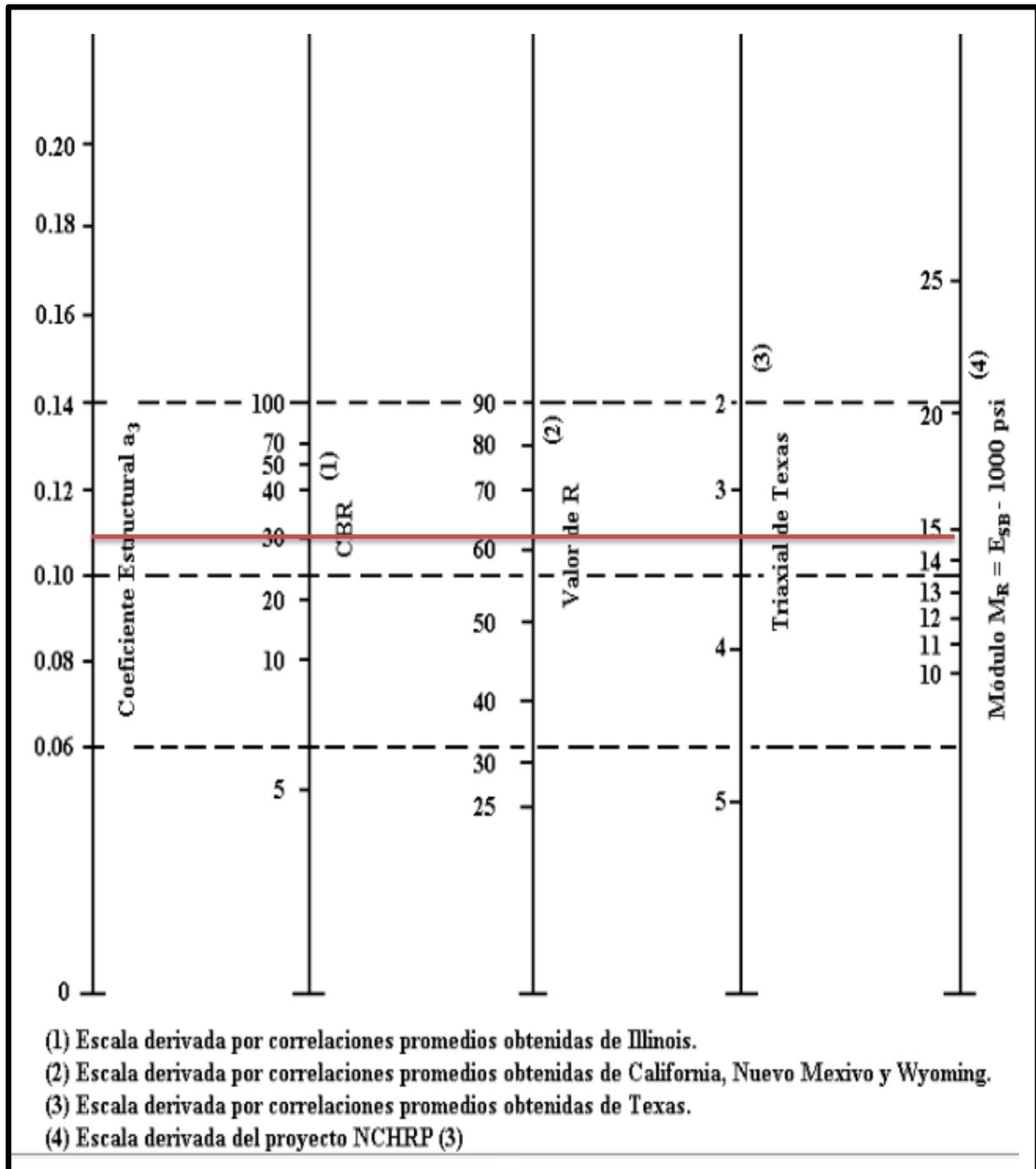
Abaco para estimar el coeficiente estructural de la capa base granular a2



**Ilustración 5** Coeficiente estructural a2

Fuente: (AASHTO, 1993)

Abaco para estimar el coeficiente estructural de la capa sub-base granular a3



**Ilustración 6** Coeficiente estructural a3

Fuente: (AASHTO, 1993)

### 3.4.5.- Cálculo de la estructura de pavimento flexible

3.4.5.1.- *Determinación de módulo de resiliencia de la subrasante.*

$$M_r = 1500 * \text{CBR lb/pulg}^2 \quad \text{Para CBR menor a 7,2\%}$$

3.4.5.2.- *Determinar de los módulos resilientes y coeficientes estructurales de las capas de mejoramiento base granular y sub-base.*

Base CBR % = 80

Sub-base CBR % = 30

Mejoramiento CBR % = 20

3.4.5.3.- *Determinación de SN o volumen de pavimento*

Se determina SN o volumen estructural de pavimento a partir del Módulo Resiliente de la sub-rasante y los datos escogidos para nuestro diseño

$$\log_{10} W_{18} = Z_R * S_0 + 9,36 * \log_{10} (SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right)}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 * \log_{10} * MR - 8,07$$

Cálculo del Número Estructural del Pavimento en el Programa ASSHTO 93

**Ilustración 7** Programa Ecuación ASHTO 93

Fuente: Internet

#### 3.4.5.4.- Espesor de la carpeta asfáltica a partir del módulo resiliente de la base.

Se determina el espesor necesario del concreto asfáltico a partir del módulo resiliente de la base

$$SN_1 = a_1 \times D_1$$

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1}$$

Se establece el  $D_1$  al ascendente próximo, según recomendación de la ASHTO

$$SN_1^* = a_1 \times D_1^*$$

#### 3.4.5.5.- Espesor de la base granular a partir del módulo resiliente de la sub-base.

$$SN \text{ (base granular)} = SN_2 - SN_1^*$$

$$SN \text{ (base granular)} = a_2 \times m_2 \times D_2$$

$$D_2 = \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 \times m_2}$$

$$SN_2^* = D_2 \times a_2 \times m_2$$

3.4.5.6.- *Espesor de la sub-base a partir del módulo resiliente del mejoramiento.*

$$SN \text{ (sub - base)} = SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)$$

$$D_3 = \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 \times m_3}$$

$$SN_3^* = D_3 \times a_3 \times m_3$$

3.4.5.6.- *Espesor del mejoramiento a partir del número estructural total del pavimento flexible.*

$$SN_4 = SN$$

$$SN \text{ (mejoramiento)} = SN - (SN_1^* + SN_2^* + SN_3^*)$$

$$D_4 = \frac{SN - (SN_1^* + SN_2^* + SN_3^*)}{a_4 \times m_4}$$

$$SN_4^* = D_4 \times a_4 \times m_4$$

3.4.5.7.- *Verificación*

$$SN_1^* + SN_2^* + SN_3^* + SN_4^* > SN$$

## **CAPITULO IV**

### **Cálculos y resultados**

#### **4.1.- Determinación de tráfico actual**

Antecedentes

El camino inicia en las coordenadas UTM Este: 663264.12, Norte: 9720406.34 en el Recinto Lechugal y finaliza en el Recinto la Marsella en las coordenadas Este: 661722, Norte 9722656.

##### **4.1.1.- Ubicación de la estación de aforo.**

La ubicación de la estación de aforo vehicular se estableció en las coordenadas:

INICIO (Recinto Lechugal)

E: 663164,12

N: 9720406,34

##### **4.1.2.- Sistema de conteo.**

La metodología empleada para la realización de los conteos volumétricos de tráfico vehicular fue la siguiente:

Conteos manuales de clasificación vehicular

Este tipo de conteos se realizaron en forma manual, en la estación antes indicada durante tres (3) días en cada estación, de 6:00 a.m. hasta las 22:00 p.m. (16 horas), ya que consultando con gente del sector estos indican que el tránsito vehicular

empieza y terminan en las horas indicadas, luego de esta hora la zona se torna un poco peligrosa. El conteo tiene la finalidad de obtener la composición del tráfico en vehículos livianos, buses y camiones con sus diferentes tipos en términos de Tráfico Promedio Diario anual (TPDA).

Los aforos de tráfico vehicular del camino consistieron en el conteo manual, durante 16 horas de 3 días, viernes, sábado y domingo en la estación de conteo. Ver en Anexos las tablas de conteo.

**Tabla 19** Número de vehículos por día

FECHA	DIA	CONTEO DIARIO DURANTE 16 H (TD)
24/06/2016	Viernes	183
25/06/2016	Sábado	178
26/06/2016	Domingo	168
<b>TOTAL</b>		<b>529</b>

Fuente: Elaborada por el Autor

Ver en Anexos los conteos diarios

#### 4.1.3.- Determinación del TPDA actual.

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

Dónde:

TPDS = Tráfico promedio diario semanal

Fd = Factor de ajuste diario.

Fm = Factor de ajuste mensual.

Calculo del TPDS

$$TPDS = \frac{5}{7} \sum \frac{Dn}{m} + \frac{2}{7} \sum \frac{De}{m}$$

$$TPDS = \frac{5}{7} * \frac{183}{1} + \frac{2}{7} * \frac{178 + 168}{2}$$

$$TPDS = 180 \text{ veh/dia/ ambos sentidos}$$

Calculo de Factor diario

**Tabla 20** Cálculo del Factor diario

FECHA	DIA	CONTEO DIARIO DURANTE 16 H (TD)	FACTOR DIARIO TPDS/TDd
24/06/2016	Viernes	183	0.98
25/06/2016	Sábado	178	1.01
26/06/2016	Domingo	168	1.07
<b>TPDS</b>		<b>180</b>	<b>1.00</b>

Fuente: Elaborada por el Autor

Fd= 1.00

Fm= 1.07

TPDA = 180 \* 1.00 \* 1.07

**TPDA = TPDA EXISTENTE = 193 veh/dia/ ambos sentidos**

Para el cálculo del Fm:

Se elaboró tablas en Excel, a partir de los datos de la Página de la PREFECTURA DEL GUAYAS.

VARIACIÓN MENSUAL DEL VOLUMEN TOTAL DE TRANSITO, ESTACION DE PEAJE "PUERTO INCA" AMBOS SENTIDOS AÑOS 2005, 2006, 2007 y 2008

VER ANEXOS

De acuerdo al TPDA existente, la vía es de IV orden como se indica en la clasificación del MTOP de vías con tráfico de 100-300 veh/ día/ ambos sentidos.

#### **4.1.4.- Cálculo del tráfico asignado.**

$$\text{Tráfico asignado} = \text{TPDA existente} + \text{TG} + \text{TD}$$

$$\text{TPDA} = \text{TPDA EXISTENTE} = 193 \text{ veh/día/ ambos sentidos}$$

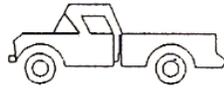
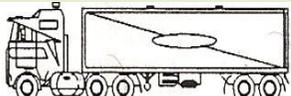
$$\text{TG} = 193 * 25 \% = 48 \text{ veh/día/ ambos sentidos}$$

$$\text{TD} = 193 * 5 \% = 10 \text{ veh/día/ ambos sentidos}$$

$$\text{Tráfico asignado} = 193 + 48 + 10$$

$$\text{Tráfico asignado} = 251 \text{ veh/día/ ambos sentidos}$$

**Tabla 21** Resultado de porcentaje de tráfico asignado

CONTEO DE TRAFICO						
DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PLAN PARA MATENIMIENTO DE LA VÍA RECINTO LECHUGAL- RECINTO LA MARSELLA DEL CANTÓN NARANJAL DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS						
VARIACION DIARIA DEL VOLUMEN DE TRANSITO						
<b>ESTACION 1:</b> ENTRADA A RECINTO "EL LECHUGAL"						
<b>DIRECCION:</b> NARANJAL - PROVINCIAL DEL GUAYAS						
FECHA	DIA DE LA SEMANA	LIVIANOS		CAMIONES		TOTAL
		Automóvil	Camioneta	C2G	C3-S2	
						
<b>24/junio/2016</b>	Viernes	66	88	25	4	183
<b>25/junio/2017</b>	Sábado	73	83	19	3	178
<b>26/junio/2018</b>	Domingo	69	75	23	1	168
TOTAL		<b>208</b>	<b>246</b>	<b>67</b>	<b>8</b>	529
T.P.D.S.		<b>67,4</b>	<b>85,4</b>	<b>23,9</b>	<b>3,4</b>	180,1
% T.P.D.S.		<b>37,4%</b>	<b>47,4%</b>	<b>13,2%</b>	<b>1,9%</b>	100%
%		<b>84,9%</b>		<b>15,1%</b>		100

Fuente: Elaborada por el autor

## COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO

**Tabla 22** Composición de tráfico asignado

### T. ASIG.

TIPO DE VEHICULO	NUMERO	%
<b>AUTOMOVIL</b>	94	37,4%
<b>CAMIONETA</b>	119	47,4 %
<b>C2G</b>	33	13,2%
<b>C3-S2</b>	5	2 %
<b>TOTAL</b>	251	100%

Fuente: Elaborada por el Autor

#### 4.1.5.- Proyección del tráfico a 15 años (Tf).

$$T_f = T_{\text{asig.}} (1 + i)^n$$

Tabla 23 TPDA 15 años

AÑO	n	TIPO DE VEHICULO								
		LIVIANOS				PESADOS				TOTAL
		CREC. %	AUTOMOVIL	CREC. %	CAMIONETA	CREC. %	C2G	CREC. %	C3-S2	
2016		3,75	94	3,75	119	2,24	33	2,24	5	251
2017	1	3,75	98	3,75	123	2,24	34	2,24	5	260
2018	2	3,75	101	3,75	128	2,24	34	2,24	5	268
2019	3	3,75	105	3,75	133	2,24	35	2,24	5	278
2020	4	3,75	109	3,75	138	2,24	36	2,24	5	288
2021	5	3,37	111	3,37	140	2,02	36	2,02	6	293
2022	6	3,37	115	3,37	145	2,02	37	2,02	6	303
2023	7	3,37	119	3,37	150	2,02	38	2,02	6	313
2024	8	3,37	123	3,37	155	2,02	39	2,02	6	323
2025	9	3,37	127	3,37	160	2,02	40	2,02	6	333
2026	10	3,06	127	3,06	161	1,84	40	1,84	6	334
2027	11	3,06	131	3,06	166	1,84	40	1,84	6	343
2028	12	3,06	135	3,06	171	1,84	41	1,84	6	353
2029	13	3,06	139	3,06	176	1,84	42	1,84	6	363
2030	14	3,06	143	3,06	181	1,84	43	1,84	6	373
2031	15	3,06	148	3,06	187	1,84	43	1,84	7	385

**TPDA = 385 veh/dia/ ambos sentidos proyectado a 15 años**

#### **4.1.6.- Clasificación de la vía de acuerdo al tráfico proyectado.**

De acuerdo a la proyección del tráfico para un período de 15 años, la vía estaría en la clasificación establecida por el MTOP, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

De acuerdo a esta clasificación el camino **RECINTO LECHUGAL – RECINTO LA MARSELLA** en el cantón Naranjal, corresponde a una carretera CLASE III – Absoluta en Terreno llano, por cuanto su TPDA se encuentra en el rango de 300 a 1000 vehículos proyectados.

**Tabla 24** Características de la vía de acuerdo al MTOP

Velocidad de diseño	80 Km/h
Radio mínimo de curvas horizontales	210m
Distancia de visibilidad para parada	110m
Distancia de visibilidad para rebasamiento	565m
Peralte %	10
Coeficiente K para:	
Curvas verticales convexas	28
Curvas verticales cóncavas	24
Gradiente longitudinal máxima %	6
Gradiente longitudinal mínima %	0.5
Ancho de pavimento	6.00m
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.

Ancho de espaldones estables	1.5 m
Carga de diseño	HS 20 – 44; HS-MOP; HS - 25; O ACTUAL NEC 2011
Puente ancho de la calzada	Será la Dimensión de la Calzada de la vía incluido los espaldones
Ancho de Acera	0.50m mínimo

## 4.2.- Estudios de Suelos

### 4.2.1.- Toma de muestras en la vía.

Se Realizaron seis calicatas a cielo abierto de la siguiente manera:

Tabla 25 Ubicación de las calicatas

Sondeo	Abscisa	Localización
<b>C1</b>	0+150	Centro
<b>C2</b>	0+650	Derecha
<b>C3</b>	1+150	Izquierda
<b>C4</b>	1+650	Centro
<b>C5</b>	2+150	Derecha
<b>C6</b>	2+650	Izquierda

Fuente: Elaborada por el Autor

#### 4.2.2.- Resumen de ensayos de laboratorio.

Tabla 26 Resumen de ensayos de suelos

 <b>UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL</b> Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL <b>RESUMEN ENASYOS DE SUELOS</b>												
Calicata	Abscisa	Muestra	Profundidad	Humedad Natural	Límite Líquido %	Límite Plástico %	INDICE PLÁSTICO	Pasante Tamiz		CBR	Clasificación ASSHTO	Observaciones
								4	200			
1	0+150	1	0,00-0,25	2,24%	NP	NP	NP	37	10		A - 3	
		2	0,25-0,60	8,39%	41,00	30,29	10,71	54	21		A - 2 - 7	
		3	0,60-1,50	26,93%	35,00	20,43	14,57	100	95	8,05	A - 7 - 5	
2	0+650	1	0,00-0,20	3,54%	NP	NP	NP	29	9		A - 3	
		2	0,20-1,50	23,25%	32,50	12,70	19,80	100	98	6,2	A - 7 - 5	
3	1+150	1	0,00-0,25	2,97%	NP	NP	NP	16	1		A - 3	
		2	0,25-0,60	7,22%	34,00	20,10	13,90	37	16		A - 2 - 7	
		3	0,60-1,50	25,76%	33,00	17,27	15,73	99	56	3,6	A - 7 - 5	
4	1+650	1	0,00-0,25	2,38%	NP	NP	NP	34	18		A - 3	
		2	0,25-1,50	25,27%	37,00	23,54	13,46	99	98	3,9	A - 7 - 5	
5	2+150	1	0,00-0,35	2,59%	NP	NP	NP	45	6		A - 3	
		2	0,35-1,50	25,50%	28,00	15,11	12,89	99	84	2,2	A - 7 - 5	
6	2+650	1	0,00-0,40	2,48%	NP	NP	NP	33	12		A - 3	
		2	0,40-1,50	24,61%	30,00	15,81	14,19	100	98	4,4	A - 7 - 5	

Fuente: Elaborado por el Autor

Ver en anexos los resultados de los ensayos de suelos.

#### 4.2.3.- Cálculo de CBR de diseño.

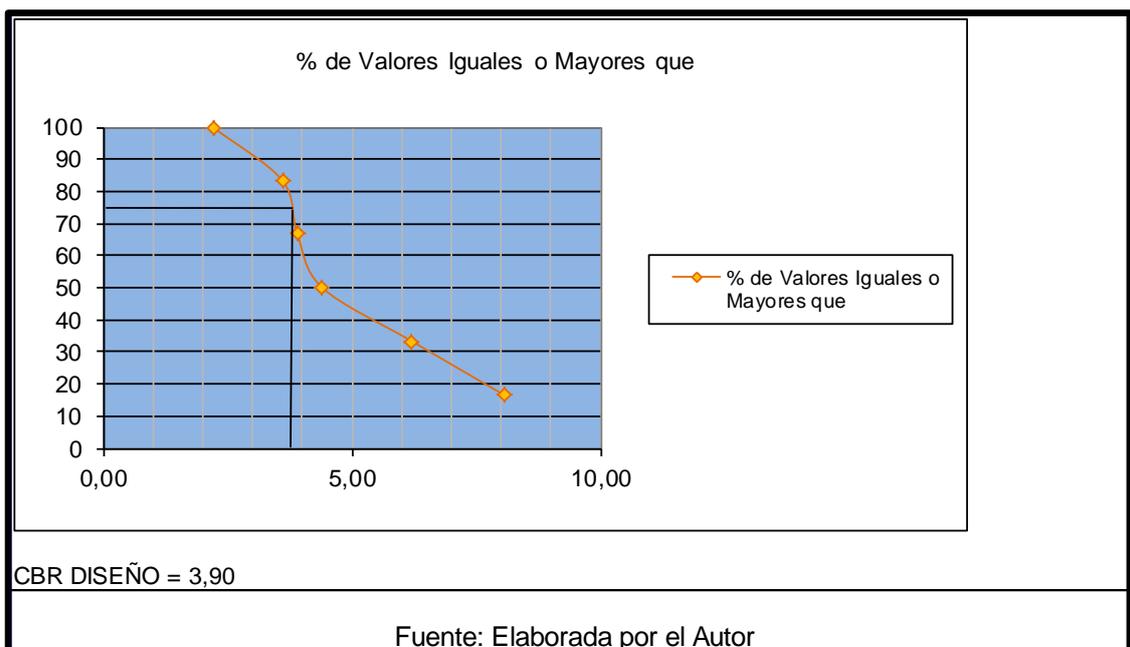
##### Procedimiento:

1. Se Ordena los valores de resistencia de menor a mayor y se determina el número y el porcentaje de valores iguales o mayores de cada uno.

C.B.R	Número de Valores Iguales o Mayores	% de Valores Iguales o Mayores
<b>2,20</b>	6	100
3,60	5	83,33
<b>3,90</b>	4	66,67
4,40	3	50,00
<b>6,20</b>	2	33,33
<b>8,05</b>	1	16,67

C.B.R	% de Valores Iguales o Mayores que
2,20	100
3,60	83,3
3,90	66,7
4,40	50,0
6,20	33,3
8,05	16,67

2.- Se representa en un gráfico la relación de los valores de CBR y para este caso por recomendación del instituto del asfalto se debe tomar en 75% de CBR



#### 4.3.- Diseño de pavimento flexible

##### 4.3.1.- Parámetros para el diseño.

##### 4.3.1.1.- Índice de Servicialidad.

(Pavement Serviceability Index)

Para nuestra vía se considerará los valores:

**Po = 4,2**

y

**Pt = 2**

#### 4.3.1.2.- Relación C.B.R. – Modulo Resiliente.

Según los ensayos de suelos realizados a la sub-rasante el CBR de diseño quedo establecido en 3.90 %. Ver en Anexos el cálculo.

$$M_R(\text{psi}) = 1500 \text{ CBR}$$

$$M_R(\text{psi}) = 1500 (3.90) = 5850 \text{ Psi}$$

#### 4.3.1.3.- Nivel de Confianza y Desviación Estándar.

Para nuestra vía se considerará el valor de:

$$R = 80 \%$$

Valores de Zr en Función a la Confiabilidad

CONFIABILIDAD (R%)	DESVIACIÓN NORMAL ESTANDAR (Zr)
80	-0,841

Para nuestra vía se considerará el valor de:

$$S_o = 0,45$$

#### 4.3.1.4.- Coeficiente de drenaje.

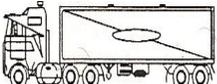
$$m = 0.80$$

#### **4.3.2.- Cálculo del ESAL's de diseño**

ESAL's (Equivalent simple axial load)

Se utiliza para determinar el efecto destructivo, dependiendo de las cargas y tipo de ejes de los vehículos.

**Tabla 26.-** Calculo del factor de crecimiento.

"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PLAN PARA MATENIMIENTO DE LA VÍA RECINTO LECHUGAL - RECINTO LA MARSELLA DEL CANTÓN NARANJAL DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS".													
VIA RECINTO LECHUGAL - RECINTO LA MARSELLA													
TIPOS DE VEHICULOS			%	CANTIDAD			CONDICIONES DE CARGA	CARGAS MAXIMAS ESTIMADAS				FACTOR DE CRECIMIENTO %	
				Número de Vehículos	Factor de Distribución por Carril (F.D.C)	Total de Vehículos		Delantero	Intermedio	Trasero			
LIVIANOS			84,80%	213	1,00	213	$W_{vac}$						
							$W_{carg}$	(Simple)	1,0		(Simple)	3,0	19,85
CAMIONES	C2G	2 EJES		13,20%	33	1,00	0,90	$W_{vac}$		1,7		5,0	17,39
								$W_{carg}$	(Simple)	5,5		(Simple)	10,0
	C3-S2	5 EJES		2,00%	5	1,00	0,90	$W_{vac}$		3,5	5,5	5,0	17,39
								$W_{carg}$	(Simple)	6,0 (Tandém)	18,0 (Tandém)	18,0	17,39
Totales:			100,00%	251		251							
Nomenclatura:													
$W_{carg}$ :	Vehículo Cargado			T.P.D. (Tráfico promedio diario inicial)		385	n(período de diseño) =		15				
$W_{vac}$ :	Vehículo Vacíos.			Nº de carriles		2	Ambos Sentidos F.D.C =		100 %				
				r(Tasa anual de crecimiento promedio)		3,64 %	1,94 %	F.C.		(1+r) <sup>n-1</sup> / Ln(1+r) AASTHO-93 -Instituto de Asfalto			
				MTOF		2,18 %	2,18 %						
Fuente: Elaborada por el Autor													

**Tabla 27** Cálculo de ESAL's

Peso Ejes		Número de Ejes	Factores de Crecimiento	Tráfico de Diseño	Factor de Equivalencia	ESAL's de Diseño
Ton	Kips					
<b>0,50</b>	1					
<b>1,00</b>	2,2	213	19,85	1.542.060,38	0,0004	617
<b>3,00</b>	6,6	213	19,85	1.542.060,38	0,0169	26.061
<b>5,50</b>	12,1	33	17,39	210.241,58	0,1914	40.240
<b>6,00</b>	13,2	5	17,39	31.854,78	0,2832	9.021
<b>10,00</b>	22,0	33	17,39	210.241,58	2,3100	485.658
Ejes Tándem						
<b>18,00</b>	39,68	10	17,39	63.709,57	2,0640	131.497
Total ESAL'S		<b>507</b>				<b>693.094</b>
F.C =	1,00					
D =	0,50	ESAL's EN CARRIL DE DISEÑO =			<b>346.547</b>	3,47E+05
Espesor de la Losa (D)				=	3"	

Fuente: Elaborado por el Autor

#### 4.4.3.- Determinación de espesores de las capas de la estructura de pavimento flexible.

Determinación de Módulo Resiliente de la subrasante, mediante la expresión.

$$Mr = 1500 \times \text{CBR lb/pulg}^2 \quad \text{Para: CBR menor 7.2 \%}$$

$$Mr = 5.850,00 \text{ PSI } \acute{o} \text{ lb/pulg}^2 \quad \text{Subrasante CBR \% = 3,90}$$

Determinación de Módulo Resiliente de las capas de base, sub-base y mejoramiento.

$$\text{Base CBR \% = 80,00}$$

$$E_B \text{ (Módulo de Elasticidad de la Base) = 28.000,00 Psi}$$

$$a_2 \text{ (Coeficiente Estructural de Capa) = 0.131}$$

A parte de la ilustración 5 para obtener el coeficiente estructural  $a_2$  se lo puede calcular mediante la fórmula:

$$a_2 = 0.25 * \log \frac{E_B}{23 \text{ Ksi}} + 0.11$$

$$0.06 \leq a_2 \leq 0.20$$

$$\text{CBR 80\%} \implies E_B = 28 \text{ Ksi}$$

$$\text{Sub-Base CBR \% = 30,00}$$

$$E_B \text{ (Módulo de Elasticidad de la Sub-Base) = 14.950,00 Psi}$$

$$a_3 \text{ (Coeficiente Estructural de Capa) = 0.107}$$

A parte de la ilustración 6 para obtener el coeficiente estructural  $a_3$  se lo puede calcular mediante la fórmula:

$$a_3 = 0.23 * \log \frac{E_B}{23 \text{ Ksi}} + 0.15$$

$$0.06 \leq a_3 \leq 0.20$$

$$\text{CBR } 30\% \implies E_B = 15 \text{ Ksi}$$

Mejoramiento CBR % = 20,00

$E_B$  (Módulo de Elasticidad del mejoramiento) = 13.000,00 Psi

$a_4$  (Coeficiente Estructural de Capa) = 0.093

Usamos el ábaco de la ilustración 6 para obtener el coeficiente estructural  $a_4$  se lo puede calcular mediante la fórmula:

$$a_4 = 0.23 * \log \frac{E_B}{23 \text{ Ksi}} + 0.15$$

$$0.06 \leq a_3 \leq 0.20$$

$$\text{CBR } 20\% \implies E_B = 13 \text{ Ksi}$$

#### 4.4.3.1.- Coeficiente de capa $a_i$ establecidos para el diseño.

**Tabla 28** Coeficiente de capas  $a_i$  establecidos para el diseño

Componentes del pavimento	<b>a1</b>	<b>a2</b>	<b>a3</b>	<b>a4</b>
<b>Capa de rodadura (H. Asf.)</b>	0.440			
<b>Base</b>		0.131		
<b>Sub-base</b>			0.107	
<b>Mejoramiento</b>				0.093

Fuente: Elaborada por el autor

Cálculo de Números estructurales de las diferentes capas que componen la estructura de pavimento flexible, usando la Ecuación AASHTO

**Ecuación AASHTO 93**

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

Módulo resiliente de la subrasante  
 Mr 5850 psi

Información adicional para pavimentos rígidos  
 Módulo de elasticidad del concreto -  $E_c$  (psi)  Coeficiente de transmisión de carga - (J)   
 Módulo de rotura del concreto -  $S_c$  (psi)  Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 =** 346547  Calcular W18

Número Estructural  
**SN =** 2.89

Calcular Salir

**Ecuación AASHTO 93**

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

Módulo resiliente de la subrasante  
 Mr 28000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos  
 Módulo de elasticidad del concreto -  $E_c$  (psi)  Coeficiente de transmisión de carga - (J)   
 Módulo de rotura del concreto -  $S_c$  (psi)  Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 =** 346547  Calcular W18

Número Estructural  
**SN =** 1.60

Calcular Salir

**Ecuación AASHTO 93**

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

Módulo resiliente de la subrasante  
 Mr 14950 psi

Información adicional para pavimentos rígidos  
 Módulo de elasticidad del concreto -  $E_c$  (psi)  Coeficiente de transmisión de carga - (J)   
 Módulo de rotura del concreto -  $S_c$  (psi)  Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 =** 346547   
 Calcular W18

Número Estructural  
 SN = 2.05

Calcular Salir

**Ecuación AASHTO 93**

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

Módulo resiliente de la subrasante  
 Mr 13000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos  
 Módulo de elasticidad del concreto -  $E_c$  (psi)  Coeficiente de transmisión de carga - (J)   
 Módulo de rotura del concreto -  $S_c$  (psi)  Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 =** 346547   
 Calcular W18

Número Estructural  
 SN = 2.16

Calcular Salir

4.4.3.2.- *Espesor de la carpeta asfáltica a partir del módulo resiliente de la base.*

Se determina el espesor necesario del concreto asfáltico a partir del módulo resiliente de la base.

$$SN_1 = 1.60$$

$$SN_1 = a_1 \times D_1$$

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1} = \frac{1.60}{0.44} = 3.63''$$

$$D_1^* = 3''$$

$$SN_1^* = a_1 \times D_1^* = 0.44 \times 3'' = 1.32$$

4.4.3.3.- *Espesor de la base granular a partir del módulo resiliente de la sub-base.*

$$a_2 = 0,131$$

$$SN_2 = 2.05$$

$$SN \text{ (base granular)} = SN_2 - SN_1^*$$

$$SN \text{ (base granular)} = 2.05 - 1.32 = 0.73$$

$$SN \text{ (base granular)} = a_2 \times m_2 \times D_2$$

$$D_2 = \frac{0.73}{0.131 \times 0.80} = 6.96''$$

$$D_2^* = 4''$$

$$SN_2^* = 4'' \times 0.131 \times 0.80 = 0.42$$

4.4.3.4.- *Espesor de la sub-base a partir del módulo resiliente del mejoramiento del número estructural total del pavimento flexible.*

$$SN_3 = 2.16$$

$$SN(\text{sub} - \text{base}) = SN_3 - (SN_1 * + SN_2 *) = 2.16 - (1.32 + 0.42) = 0.42$$

$$D_3 = \frac{0.42}{0.107 \times 0.80} = 4.9''$$

$$D_3 * = 5''$$

$$SN_3 * = 5 \times 0.107 \times 0.80 = 0.43$$

. 4.4.3.4.- *Espesor del mejoramiento a partir del número estructural total del pavimento flexible.*

$$SN_4 = SN = 2.89$$

$$SN(\text{mej.}) = SN - (SN_1 * + SN_2 * + SN_3 *) = 2.89 - (1.32 + 0.42 + 0.43) = 0.72$$

$$D_4 = \frac{0.72}{0.093 \times 0.80} = 9.68''$$

$$D_4 * = 10''$$

$$SN_4 * = 10 \times 0.093 \times 0.80 = 0.74$$

4.4.3.5.- *Verificación*

$$SN_1 * + SN_2 * + SN_3 * + SN_4 * > SN$$

$$1.32 + 0.42 + 0.43 + 0.74 > 2.89$$

$$2.91 > 2.89 \quad \text{Ok}$$

Diseño de Pavimento Recomendado				
	Carpeta Asfáltica	3,00	pulg	7,50
	Base Clase 1	4,00	pulg	10,00
	Sub-Base Clase 3	5,00	pulg.	12,50
	Mejoramiento	10,00	pulg.	25,00
				55,00

RESUMEN DE DISEÑO								
TIPO DE PAVIMENTO			CONFIABILIDAD (R) Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR (So)					
FLEXIBLE X			80 % $Z_r = -0,841$					
RÍGIDO			$S_o = 0,45$					
SERVICIALIDADES			TRÁNSITO DE DISEÑO					
PSI inicial 4,2			W18			346547		
PSI final 2								
CAPA	Módulo de elasticidad (psi)		Coefficiente de capa (ai)	Coefficiente de drenaje (mi)	SN necesario	Espesor D* (plg.)		SN * dispuesto
1	435000	E/a	0,440	1,00	1,60	3,63	3,00	1,32
2	28000	E/a	0,131	0,80	2,05	6,96	4,00	0,42
3	14950	E/a	0,107	0,80	2,16	4,90	5,00	0,43
4	13000	E/a	0,093	0,80	2,89	9,68	10,00	0,74
5	5850	MR						2,91

ok

## **CAPITULO V**

### **Plan para mantenimiento**

#### **5.1.- Generalidades**

El mantenimiento vial es la suma de todas las distintas actividades, que tienen como objetivo prever y mantener los niveles de servicios óptimos en la vía. Estas actividades pueden ser:

- I.- Mantenimiento Preventivo.
- II.- Mantenimiento Correctivo.
- III.- Proyectos de Reconstrucción.

Resulta imprescindible que existan planes de mantenimientos para tratar de evitar a corto plazo la inversión en obras de rehabilitación, al realizar el mantenimiento en el momento oportuno se maximiza su rentabilidad, asegura la conservación y niveles de operación adecuada sobre la vía.

El mantenimiento determina las fallas e imperfecciones que se presenten en la vía y cada uno de los elementos que la componen con el fin de mantener su vida útil mejorando su nivel de servicio para el beneficio de los usuarios, proporcionando seguridad, comodidad y economía en la circulación de los vehículos que transitan por la vía Recinto Lechugal- Recinto la Marsella.

Los deterioros de pavimento incluidos en el presente capítulo se consideran los más relevantes y se han agrupado en dos grandes categorías:

- a.- Daños en la superficie del pavimento flexible.
- b.- Daños en la estructura del pavimento flexible.

#### I.- Mantenimiento Preventivo

Serán las estrategias planeadas de tratamientos que mantienen o mejoran las condiciones funcionales de la vía, retardando el tiempo de la aparición de deterioros, con buenas relaciones COSTO/BENEFICIO en el ciclo de vida.

#### II.- Mantenimiento Correctivo.

Serán las estrategias establecidas que tienen como objetivo extender la vida de servicio de la vía. Esto incluye restauración, colocación de revestimiento (sobrecarpeta) y/u otro trabajo requerido para que el pavimento de una mejor capacidad estructural y funcional.

#### III.- Proyectos de Reconstrucción

Son proyectos son equivalentes a una nueva construcción Estos trabajos muchas veces implican la eliminación completa y reemplazo de la estructura del pavimento, empleando para esto materiales nuevos y/o reciclados.

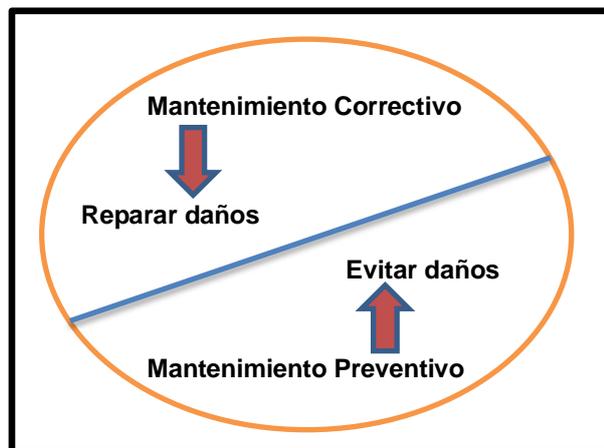
## 5.2.- Objetivos del mantenimiento vial

Preservar la inversión efectuada en la construcción de la vía.

Garantizar la transitabilidad permanentemente de los usuarios que circulan por la vía, sin interrupciones en su movilización.

Propocionar comodidad, economía y seguridad en la circulación de los vehiculos que utilizan la vía.

Hacer uso eficaz y eficiente de los recursos destinados al mantenimiento de la vía.



**Ilustración 8** Mantenimiento Correctivo - Preventivo

Fuente: (Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, Instituto Nacional de vías INVIAS, 2007)

Los daños en los pavimentos flexibles se producen por diversas causas, entre las cuales se encuentran las debidas a la mala calidad de las mezclas asfálticas, ocasionadas por fallas en el proceso de su fabricación o en la mala calidad de los materiales usados en su producción y por un proceso constructivo inadecuado, por lo que se debe exigir un mayor control de calidad desde la etapa del diseño hasta la construcción de la estructura.

### 5.3.- Diagnóstico del estado de pavimento

Se revisa de manera general la funcionalidad de la vía, mediante el diagnóstico del estado de pavimento, esta actividad permite detectar la necesidad de mantenimiento obligatorias para la reducción o eliminación de los daños que afectan la comodidad y seguridad del usuario y acortan la vida útil de la estructura de pavimento.

Descripción de daños de la **superficie** del pavimento.

**Tabla 29** Descripción de daños de la superficie del pavimento flexible

Tipo de daño	Descripción	Código
<b>Desprendimientos</b>	Pérdida de agregados en tratamientos superficiales	PA
	Descascaramiento, Pérdida de capa de rodadura (peladura)	DS
	Ojo de pescado o bache superficial	OP
<b>Alisamientos</b>	Exudación de asfalto (sangrado)	EX
	Pulimiento (agregados)	PU
<b>Exposición de agregados</b>	Cabeza dura (pérdida de películas de ligante)	CD

Fuente: (INFANTE, 2014, pág. 25)

### 5.3.1.- Pérdida de agregados en tratamientos superficiales (PA).

#### DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Pérdida parcial del agregado de los tratamientos superficiales, que deja expuestas áreas aisladas de la capa de rodadura.



**Ilustración 9** Pérdida de agregados

#### POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Distribución irregular del ligante asfáltico.
- Agregados pétreos inadecuados por falta de adherencia con el ligante.
- Ligante asfáltico inadecuado.
- Agregado sucio, con polvo adherido.
- Lluvia durante el espaciado o antes del fraguado del ligante asfáltico.

### 5.3.2.- Descascaramiento. Pérdida de capa de rodadura (peladuras) (DS).

#### DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Desprendimiento de la última capa delgada de tratamientos superficiales como:

Lechadas

Mezcla arena-asfalto



**Ilustración 10** Descascaramiento

#### POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Limpieza insuficiente a la superficie previa al tratamiento superficial.
- Distribución heterogénea del ligante asfáltico
- Ligante asfáltico inadecuado.
- Dosificación inadecuada de los agregados pétreos y del ligante.
- Colocación de la capa de tratamiento superficial, con lluvia o exceso de agua en la capa de apoyo, lo que produce laminación.
- Envejecimiento del ligante asfáltico.

### 5.3.3.- Ojo de pescado o bache superficial (OP).

#### DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Desprendimiento del material de la base en la que está apoyada la capa de rodadura después de la pérdida de esta.

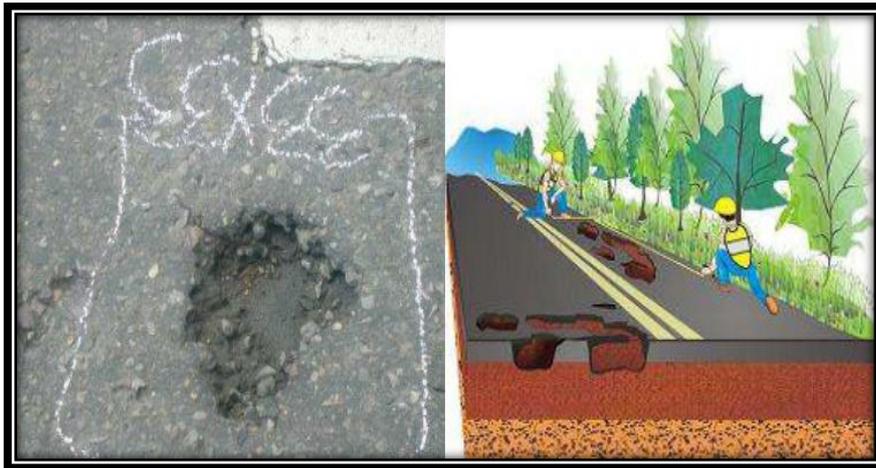


Ilustración 11 Ojo de pescado

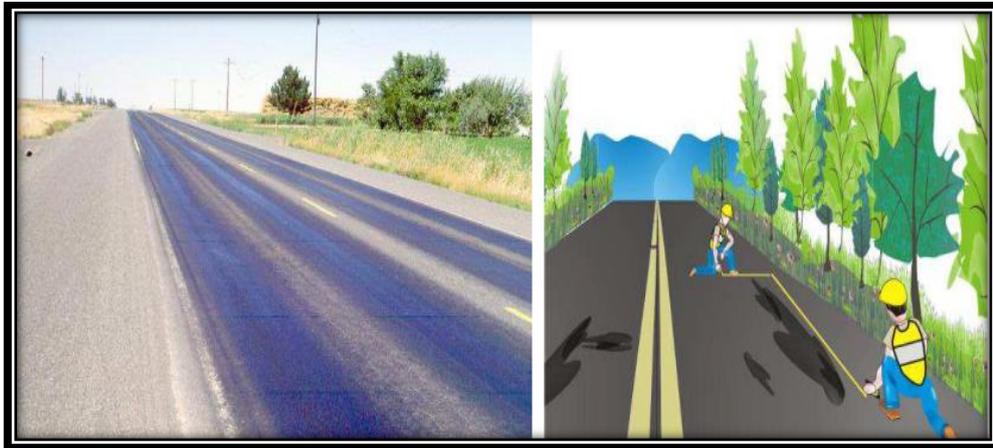
#### POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Insuficiente penetración del riego de imprimación en bases hidráulicas (menor a 0,5 cm)
- Dosificación insuficiente del ligante asfáltico en bases tratadas con cemento asfáltico, aplicado en caliente, diluido o emulsificado.
- Ligante asfáltico inadecuado o de mala calidad.
- Espesor insuficiente de la capa de rodadura (carpeta).
- Evolución del daño por la piel de cocodrilo hasta tener pérdida de material y el ahuecamiento.

### 5.3.4.- Exudación del asfalto (sangrado) (EX).

#### DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Presencia de asfalto sin agregados pétreos en la superficie.



**Ilustración 12** Exudación del asfalto

#### POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Exceso de ligante asfáltico en la dosificación.
- Derrame de solventes.
- Uso de ligante asfáltico muy blando.

### 5.3.5.- Pulimento (agregados) (PU).

#### DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Presencia de agregados pétreos que presentan una cara plana en la superficie, generalmente embebidos en el ligante asfáltico.



**Ilustración 13** Pulimento

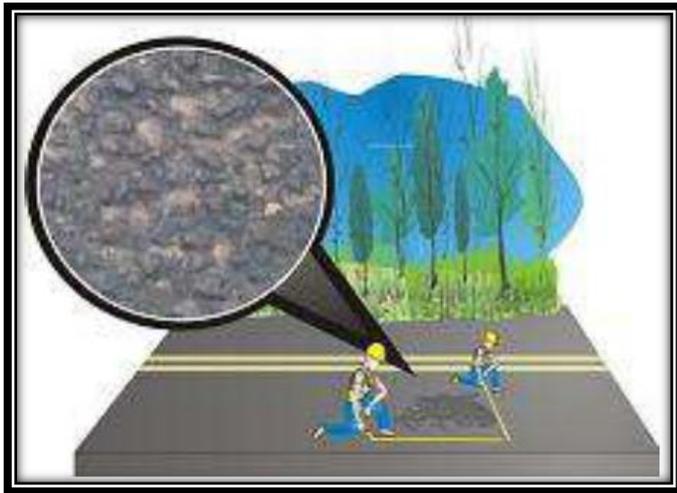
#### POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Uso de agregados pétreos blandos susceptibles al pulimento, como son las calizas

### 5.3.6.- Cabeza dura (pérdida de película de ligante) (CD).

#### DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Presencia de agregados pétreos parcialmente expuestos fuera del concreto asfáltico.



**Ilustración 14** Cabeza dura (pérdida de película ligante)

#### POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Uso de agregados pétreos con tamaño inadecuado y distribución granulométrica deficiente en el rango de las arenas.
- Segregación de los agregados pétreos durante su manejo en obra.

Descripción de daños de la **estructura** de pavimento.

**Tabla 30** Descripción de daños de la estructura de pavimento

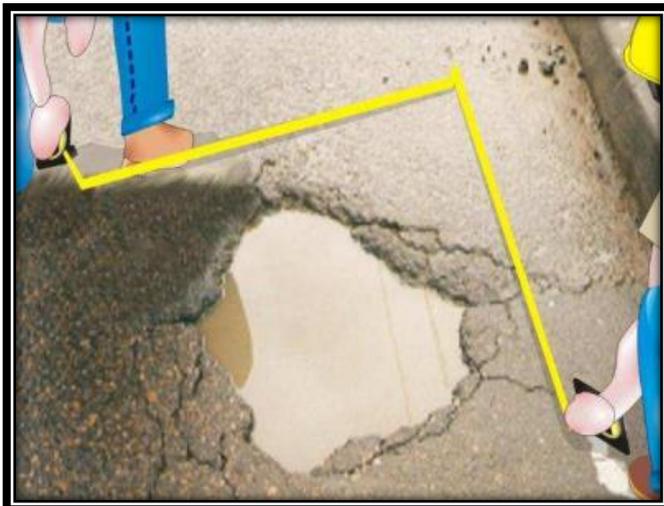
Tipo de daño	Descripción	Código
<b>Deformaciones</b>	Baches profundos	BP
	Ondulaciones	ON
<b>Agrietamientos</b>	Grieta longitudinal	GL
	Grieta transversal	GT
	Falla en bloque	FBL
	Piel de cocodrilo	PC

Fuente: (INFANTE, 2014, pág. 37)

### 5.3.7.- Baches profundos (BP).

#### DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Hundimiento local de la calzada, con agrietamiento en malla cerrada y generalmente pérdida parcial de bloques de la carpeta asfáltica.



**Ilustración 15** Baches profundo

#### POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Estructura inadecuada.

- Defecto destructivo.
- Subdrenaje inadecuado

### 5.3.8.- Ondulaciones (ON).

#### DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Deformaciones del perfil longitudinal con crestas y valles regularmente espaciados a distancias cortas. Generalmente, están acompañadas, en los sitios críticos, con grietas semicirculares.



Ilustración 16 Ondulaciones

#### POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Circulación lenta en pendientes pronunciadas.
- Frenado de vehículos pesados en intersecciones.
- Dosificación de ligante asfáltico inadecuado.
- Agregados pétreos redondeados.

### 5.3.9.- Grieta longitudinal (GL).

#### DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Rotura longitudinal sensible paralela al eje de la carretera, con abertura mayor a 0,3 cm.



**Ilustración 17** Grieta Longitudinal

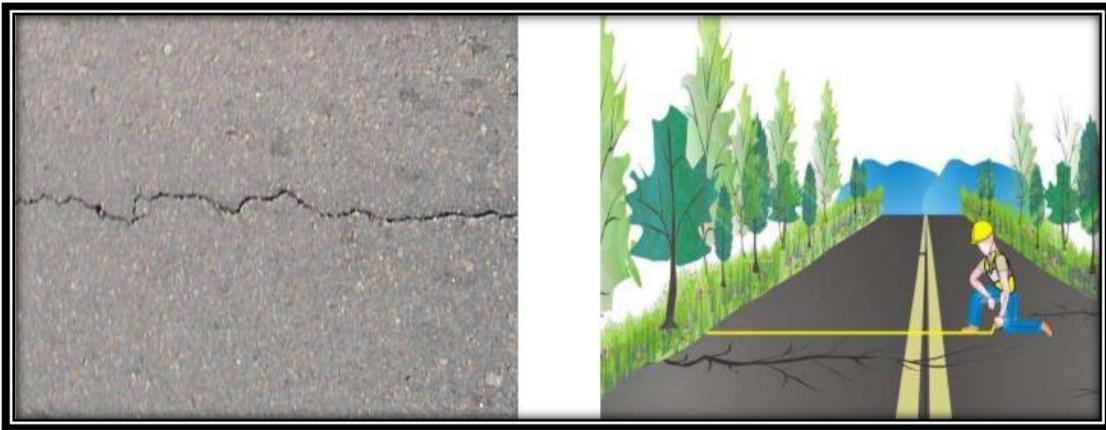
#### POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Juntas longitudinales de construcción trabajada inadecuada.
- Gradiente térmico superior a los 30 °C
- Uso de Ligantes asfálticos muy duros.
- Ligantes asfálticos envejecidos.

### 5.3.10.- Grieta transversal (GT).

#### DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Rotura transversal sensible perpendicular al eje de la carretera, con abertura mayor a 0,3 cm.



**Ilustración 18** Grieta Transversal

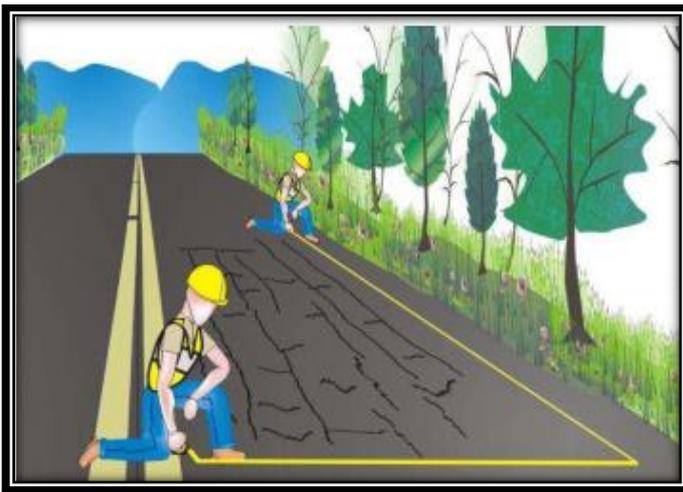
#### POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Juntas transversales de construcción trabajada inadecuada.
- Gradiente térmico ambiental superior a los 30 °C
- Uso de Ligantes asfálticos muy duros o envejecidos.

### 5.3.11.- Falla de bloque (FBL).

#### DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Consiste en una serie de fisuras que se derivan de una principal, pero no se cierran para formar polígonos. Difiere de la piel de cocodrilo en que no se forma una malla cerrada.



**Ilustración 19** Falla de bloque

#### POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Uso de Ligantes asfálticos muy duros.

### 5.3.12.- Piel cocodrilo (PC).

#### DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Degradación del pavimento que consiste en fisuras o grietas interconectadas que afectan especialmente la capa de rodadura y que forman polígonos de tamaño variable, semejando una malla o piel de cocodrilo.



Ilustración 20 Piel de cocodrilo

#### POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Uso de Ligantes asfálticos muy duros.
- Bases granulares de mala calidad.
- Espesores insuficientes de la carpeta asfáltica para el tráfico a la que será expuesto.
- Daño por fatiga

FICHA PARA INSPECCIÓN DE VÍA																
Nombre de la vía: _____				Provincia - Cantón: _____				Fecha: _____								
Responsable de la vía: _____								Abcisa inicial: _____								
								Abcisa final: _____								
CODIFICACION DE TIPO DE DAÑO																
DETERIORS DE LA SUPERFICIE	DESPRENDIMIENTOS			ALISAMIENTOS			EXPOSICION DE AGREGADOS			DETERIORS DE LA ESTRUCTURA	DEFORMACIONES			AGRIETAMIENTOS		
	PA	PÉRDIDA DE AGREGADO EN TRATAMIENTO SUPERFICIAL	m2	EX	EXUDACIÓN DE ASFALTO	m2	CD	CABEZA DURA	m2		BP	BACHES PROFUNDOS	m2	GL	EXUDACIÓN DE ASFALTO	ml
	DS	DESCASCARAMIENTO (PELADURAS)	m2	PU	PULIMENTO (AGREGADO)	m2					ON	ONDULACIONES	m2	GT	PULIMENTO (AGREGADO)	ml
	OP	OJO DE PESCADO	m2											FBL	FALLA DE BLOQUE	m2
													PC	PIEL DE COCODRILO	m2	
ABCISA	TIPO DE DAÑO		DIMENSION	SEVERIDAD	ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO											
	CODIGO				MANTENIMIENTO	OBSERVACIONES										

Tabla 31 Ficha para inspección visual



El objetivo de esta actividad es garantizar la buena visibilidad de manera que facilite el tránsito vehicular a lo largo de la vía, beneficiando a los usuarios y proporcionando un óptimo funcionamiento de la misma.

Las herramientas a usar serán: Machete, hacha, sierra eléctrica y sacos grandes (depende del tipo de vegetación que exista).

La cantidad de obreros depende de que tan rápido se requiera realizar el roce.

El procedimiento de a seguir será:

Colocar señales de seguridad a una distancia prudencial que indique a los usuarios de la vía que se están realizando los trabajos de mantenimiento (Conos, Señales preventivas “Hombres trabajando”, y demás).

Los obreros realizaran los cortes de la vegetación existente que impide la visibilidad de la vía.

Se coloca la vegetación en sacos para ser desalojadas a un botadero apropiado.

La frecuencia de esta actividad depende del clima, por eso se estableció anteriormente el cronograma de actividades anuales.

#### **5.4.2.- Bacheo.**

Tipo de actividad: Correctiva

El bacheo comúnmente llamado, es la reparación de los daños que se han formado en la superficie de la capa de rodadura, teniendo en consideración sus

causas, su nivel de severidad y su posible tratamiento se procede a llevar un control visual, para resolver de una manera adecuada cada patología y así evitar el mayor deterioro de la vía; y de esta manera mantener la calzada uniforme, facilitando el tránsito vehicular.

Antes de empezar los trabajos siempre se deberá colocar señales de seguridad a una distancia prudencial que indique a los usuarios de la vía que se están realizando los trabajos de mantenimiento (Conos, Señales preventivas “Hombres trabajando”, y demás).

Los materiales a usar, la mano de obra y los equipos dependen de él o los daños a reparar.

#### **5.4.3.- Limpieza de Talud.**

Tipo de actividad: Preventiva

Esta actividad consiste en remover el material suelto o piedra inestable ubicadas en el talud de la vía, depende la cantidad de material a remover para establecer si la limpieza será manual o con máquina.

#### **5.4.4.- Limpieza y reparación de señales.**

El desgaste de la señalización horizontal de la vía, y los daños de las señalizaciones verticales deben ser reparados con el fin de proporcionar al conductor la seguridad

necesaria para poder transitar por la misma y tenga la información necesaria para manejar con tranquilidad.

El procedimiento de reparación de señalización horizontal y vertical del ser revisado por la empresa contratista al igual que las aplicaciones técnicas para estas, las cuales no se manejan en este proyecto de titulación.

La vigilancia y control del estado de la vía debe realizarse todo el año con el fin de mantenerla e óptimas condiciones para los usuarios.

## CAPITULO VI

### Conclusiones y Recomendaciones

#### 6.1.- Conclusiones

En el presente trabajo de titulación se concluye que la vía actualmente es de IV orden, según la tabla de clasificación de MTOP, al realizar el conteo actual y proyectarlo a 15 años según recomendación de la ASSHTO para vías pavimentadas de baja intensidad de tránsito, la vía cambia a ser de III orden, motivo por el cual se crea la necesidad de dejar diseñada la estructura de pavimento flexible.

Los ensayos realizados en el laboratorio, de las calicatas hechas a cielo abierto en la vía, dieron distintos CBR, que al momento de calcular el CBR de diseño fue de 3,9 %, por lo que fue necesario incrementar una capa a la estructura del pavimento (Capa de mejoramiento CBR=20%)

Los espesores de la estructura de pavimento se deben redondear siempre al número superior por recomendación de la ASSHTO, pero teniendo en consideración el costo de cada una de las capas de dicha estructura.

Parte importante del cumplimiento de vida útil de la vía es el mantenimiento rutinario que se refiere a la conservación permanente (A intervalos menores de un

año) de las zonas laterales, y a intervenciones de emergencias en la vía, con el fin de garantizar excelentes niveles de servicio de la misma.

Con la Construcción de la estructura de pavimento flexible que une a los recintos el Lechugal y la Marsella, la disminución del tiempo de viaje entre dichos recintos será notorio, habrá más seguridad y comodidad para el tránsito, se evitara daños severos a los vehículos y se dará un impulso a la producción agrícola del sector.

## **6.2.- Recomendaciones**

Los espesores de las capas de la estructura deben ser respetados así como sus propiedades, que deberán cumplir con las especificaciones técnicas propuestas en este proyecto de titulación, pues así el diseño cumplirá su función y vida útil.

El asfalto a usar y su colocación deben ser de una manera técnica tal como lo establece el MTO-001- F 2002 para prolongar su vida útil.

Realizar el mantenimiento correctivo – preventivo, pues si no se lo hace, el costo de rehabilitación de la vía será mayor al costo de dicho mantenimiento.

Para garantizar la seguridad de los usuarios de la vía; se recomienda que:

- Colocar guarda caminos tipo viga o vallas protectoras en los tramos de peligro tales como: curvas y terraplenes altos
- Proveer señales visibles y bien definidas de velocidad máxima, Zona Escolar, Salida de Camiones Pesados de las Bananeras existentes en el sector.

# **ANEXOS**



Reconocimiento de la vía



Medición de Ancho de vía actual



Ducto Cajón y Alcantarilla de la vía existente



Conteo de tráfico



Visita a las Bananeras de la zona



Calicatas



Ensayos de Laboratorio



Ensayos de Laboratorio





NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE III 300 – 1 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE IV 100 – 300 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE V MENOS DE 100 TPDA <sup>(1)</sup>										
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA							
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25 <sup>(9)</sup>	60	50	40	50	35	25 <sup>(9)</sup>					
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 <sup>(9)</sup>					
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25					
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110					
<b>Peralte</b>	MÁXIMO = 10%																		10% (Para V > 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)																
<b>Coefficiente "K" para: <sup>(2)</sup></b>																																			
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2					
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3					
Gradiente longitudinal <sup>(3)</sup> máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14					
Gradiente longitudinal <sup>(4)</sup> mínima (%)	0,5%																																		
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,70			6,70			6,00			6,00						4,00 <sup>(8)</sup>										
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B. Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado										
Ancho de espaldones <sup>(5)</sup> estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						---										
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7) 4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						4,0										
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 <sup>(6)</sup> - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						---										
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																																		
<b>Puentes</b>	Carga de diseño	HS - 20 - 44; HS - MOP; HS - 25																																	
	Ancho de la calzada (m)	SERÁ LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VIA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																																	
	Ancho de Aceras (m) <sup>(7)</sup>	0,50 m mínimo a cada lado																																	
Mínimo derecho de vía (m)	Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley																																		
LL = TERRENO PLANO O = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																																			

- 1) El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tráfico diario proyectado a 15 – 20 años, cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7 000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una autopista. (Las normas para esta serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10 K.P.H. más para clase de terreno – Ver secciones transversales típicas para más detalles. Para el diseño definitivo debe considerarse el número de vehículos equivalentes.
- 2) Longitud de las curvas verticales:  $L = KA$ , en donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algebraica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales:  $L_{\min} = 0,60 V$ , en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.
- 3) En longitudes cortas menores a 500 m. se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 2% en terrenos montañosos, solamente para las carreteras de Clase I, II y III. Para Caminos Vecinales (Clase IV) se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 3% en terrenos montañosos, para longitudes menores a 750 m.
- 4) Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m. a 6 m. de altura, previo análisis y justificación.
- 5) Espaldón pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. (Ver Secciones Típicas en Normas). Se ensanchará la calzada 0,50 m más cuando se prevé la instalación de guarda caminos.
- 6) Cuando el espaldón está pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.
- 7) En los casos en los que haya bastante tráfico de peatones, úsense dos aceras completas de 1,20 m de ancho.
- 8) Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular.
- 9) Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar  $V_D = 20$  Km/h y  $R = 15$  m siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

**NOTA:** Las Normas anotadas "Recomendables" se emplearán cuando el TPDA es cerca al límite superior de las clases respectivas o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de construcción. Se puede variar algo de las Normas Absolutas para una determinada clase, cuando se considere necesario el mejorar una carretera existente siguiendo generalmente el trazado actual.

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
 PROYECTO DE TITULACIÓN

**TEMA:** "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PLAN PARA EL MANTENIMIENTO DE LA VÍA RECINTO LECHUGAL- RECINTO LA MARSELLA DEL CANTÓN NARANJAL DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS".

**DIA DE LA SEMANA:**

**ESTACIÓN:** Entrada al Recinto "EL LECHUGAL"  
 Ambos Sentidos

Viernes 24/junio/2016

HORA	LIVIANOS		CAMIONES		TOTAL	% DE VOLUMEN
	Automóvil	Camioneta	C2G	C3-S2		
06h00 07h00	6	9			15	
07h00 08h00	4	5			9	
08h00 09h00	4	6	3		13	
09h00 10h00	3	10	2		15	
10h00 11h00	5	7	4		16	
11h00 12h00	9	1	1	1	12	
12h00 13h00	6	10	2		18	
13h00 14h00	3	7		1	11	
14h00 15h00	6	5	4		15	
15h00 16h00	4	4		2	10	
16h00 17h00	2	6	3		11	
17h00 18h00	3	3	3		9	
18h00 19h00	5	1			6	
19h00 20h00	3	12	2		17	
20h00 21h00	2	2			4	
21h00 22h00	1		1		2	
22h00 23h00					0	
23h00 24h00					0	
24h00 01h00					0	
01h00 02h00					0	
02h00 03h00					0	
03h00 04h00					0	
04h00 05h00					0	
05h00 06h00					0	
<b>TOTAL VEHICULOS</b>	<b>66</b>	<b>88</b>	<b>25</b>	<b>4</b>	<b>183</b>	

Fuente: Elaborada por el Autor

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
 PROYECTO DE TITULACIÓN

**TEMA:** "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PLAN PARA EL MANTENIMIENTO DE LA VÍA RECINTO LECHUGAL- RECINTO LA MARSELLA DEL CANTÓN NARANJAL DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS".

**DIA DE LA SEMANA:**

**ESTACIÓN:** Entrada al Recinto "EL LECHUGAL"  
 Ambos Sentidos

**Sabado 25/junio/2016**

HORA	LIVIANOS		CAMIONES		TOTAL	% DE VOLUMEN
	Automóvil	Camioneta	C2G	C3-S2		
06h00 07h00	4	4			8	
07h00 08h00	1	3			4	
08h00 09h00	3		1		4	
09h00 10h00	7	5	4		16	
10h00 11h00	5	7			12	
11h00 12h00	6	6	2		14	
12h00 13h00	4	8		1	13	
13h00 14h00	8	7	5		20	
14h00 15h00	2			1	3	
15h00 16h00	5	6	3	1	15	
16h00 17h00	7	9			16	
17h00 18h00	3	7	4		14	
18h00 19h00	5	4			9	
19h00 20h00	7	9			16	
20h00 21h00	1	6			7	
21h00 22h00	5	2			7	
22h00 23h00					0	
23h00 24h00					0	
24h00 01h00					0	
01h00 02h00					0	
02h00 03h00					0	
03h00 04h00					0	
04h00 05h00					0	
05h00 06h00					0	
<b>TOTAL VEHICULOS</b>	<b>73</b>	<b>83</b>	<b>19</b>	<b>3</b>	<b>178</b>	

Fuente: Elaborada por el Autor

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
 PROYECTO DE TITULACIÓN

**TEMA:** "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PLAN PARA EL MANTENIMIENTO DE LA VÍA RECINTO LECHUGAL- RECINTO LA MARSELLA DEL CANTÓN NARANJAL DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS".

**DIA DE LA SEMANA:**

**ESTACIÓN:** Entrada al Recinto "EL LECHUGAL"  
 Ambos Sentidos

Domingo 26/junio/2016

HORA	LIVIANOS		CAMIONES		TOTAL	% DE VOLUMEN
	Automóvil	Camioneta	C2G	C3-S2		
06h00 07h00		3			3	
07h00 08h00		5	3		8	
08h00 09h00	7	7	2		16	
09h00 10h00	5	6	2		13	
10h00 11h00		8			8	
11h00 12h00	8	3	4		15	
12h00 13h00	6	2		1	9	
13h00 14h00	3	4	5		12	
14h00 15h00	4	1			5	
15h00 16h00	7	6	1		14	
16h00 17h00	5	8	2		15	
17h00 18h00	7	2			9	
18h00 19h00	9	8	2		19	
19h00 20h00	5	7	2		14	
20h00 21h00	2	3			5	
21h00 22h00	1	2			3	
22h00 23h00					0	
23h00 24h00					0	
24h00 01h00					0	
01h00 02h00					0	
02h00 03h00					0	
03h00 04h00					0	
04h00 05h00					0	
05h00 06h00					0	
<b>TOTAL VEHICULOS</b>	<b>69</b>	<b>75</b>	<b>23</b>	<b>1</b>	<b>168</b>	

Fuente: Elaborada por el Autor

**VARIACION MENSUAL DEL VOLUMEN TOTAL DE TRANSITO, ESTACION DE PEAJE "PUERTO INCA"  
AMBOS SENTIDOS AÑOS 2005 y 2006**

MES DEL AÑO	2005				MES DEL AÑO	2006			
	Tm (VEH/MES)	TPDMm (VEH/MES)	TPDMm/TPDA	FACTOR MENSUAL Fm		Tm (VEH/MES)	TPDMm (VEH/MES)	TPDMm/TPDA	FACTOR MENSUAL Fm
Enero	164.921	5320	0,94	1,06	Enero	182.762	5896	0,93	1,08
Febrero	159.247	5687	1,00	1,00	Febrero	177.911	6354	1,00	1,00
Marzo	171.813	5542	0,98	1,02	Marzo	190.420	6143	0,97	1,03
Abril	160.969	5366	0,94	1,06	Abril	178.489	5950	0,94	1,06
Mayo	157.110	5068	0,89	1,12	Mayo	189.547	6114	0,96	1,04
Junio	160.994	5366	0,94	1,06	Junio	174.880	5829	0,92	1,09
Julio	179.496	5790	1,02	0,98	Julio	194.180	6264	0,98	1,02
Agosto	186.084	6003	1,06	0,94	Agosto	217.480	7015	1,10	0,91
Septiembre	179.711	5990	1,05	0,95	Septiembre	198.836	6628	1,04	0,96
Octubre	175.242	5653	1,00	1,00	Octubre	198.777	6412	1,01	0,99
Noviembre	182.453	6082	1,07	0,93	Noviembre	206.104	6870	1,08	0,93
Diciembre	194.771	6283	1,11	0,90	Diciembre	212.488	6854	1,08	0,93
TOTAL	2.072.811	68150	-	-	TOTAL	2.321.874	76329	-	-

*Fuente: Elaborado por el autor a partir de los datos de la Página de la PREFECTURA DEL GUAYAS.*

**VARIACIÓN MENSUAL DEL VOLUMEN TOTAL DE TRANSITO, ESTACION DE PEAJE "PUERTO INCA"  
AMBOS SENTIDOS AÑOS 2007 Y 2008**

MES DEL AÑO	2007				MES DEL AÑO	2008			
	TMm (VEH/MES)	TPDMm (VEH/MES)	TPDMm/TPDA	FACTOR MENSUAL Fm		TMm (VEH/MES)	TPDMm (VEH/MES)	TPDMm/TPDA	FACTOR MENSUAL Fm
Enero	201.327	6494	0,95	1,05	Enero	218.886	7061	1,03	0,97
Febrero	198.508	7090	1,04	0,96	Febrero	193.749	6920	1,01	0,99
Marzo	202.325	6527	0,95	1,05	Marzo	205.541	6630	0,97	1,03
Abril	190.735	6358	0,93	1,08	Abril	204.432	6814	1,00	1,00
Mayo	202.126	6520	0,95	1,05	Mayo	217.846	7027	1,03	0,97
<b>Junio</b>	<b>190.050</b>	<b>6335</b>	<b>0,93</b>	<b>1,08</b>	<b>Junio</b>	<b>207.186</b>	<b>6906</b>	<b>1,01</b>	<b>0,99</b>
Julio	209.667	6763	0,99	1,01	Julio	231.670	7473	1,09	0,92
Agosto	234.874	7577	1,11	0,90	Agosto	254.632	8214	1,20	0,83
Septiembre	209.461	6982	1,02	0,98	Septiembre	221.837	7395	1,08	0,93
Octubre	216.747	6992	1,02	0,98	Octubre	231.224	7459	1,09	0,92
Noviembre	216.808	7227	1,06	0,94	Noviembre	225.984	7533	1,10	0,91
Diciembre	225.434	7272	1,06	0,94	Diciembre	244.986	7903	1,15	0,87
<b>TOTAL</b>	<b>2.498.062</b>	<b>82137</b>	-	-	<b>TOTAL</b>	<b>2.657.973</b>	<b>87335</b>	-	-

*Fuente: Elaborado por el autor a partir de los datos de la Página de la PREFECTURA DEL GUAYAS.*

**VARIACIÓN MENSUAL DEL VOLUMEN TOTAL DE TRANSITO,  
ESTACION DE PEAJE "PUERTO INCA" AMBOS SENTIDOS AÑOS 2009-2010**

MES DEL AÑO	2009				MES DEL AÑO	2010			
	Tm (VEH/MES)	TPDMm (VEH/MES)	TPDMm/TPDA	FACTOR MENSUAL Fm		Tm (VEH/MES)	TPDMm (VEH/MES)	TPDMm/TPDA	FACTOR MENSUAL Fm
Enero	201.327	6494	0,95	1,05	Enero	224.793	7251	1,00	1,00
Febrero	198.508	7090	1,04	0,96	Febrero	213.624	7629	1,05	0,95
Marzo	202.325	6527	0,95	1,05	Marzo	226.943	7321	1,01	0,99
Abril	190.735	6358	0,93	1,08	Abril	222.324	7411	1,02	0,98
Mayo	202.126	6520	0,95	1,05	Mayo	225.841	7285	1,00	1,00
Junio	190.050	6335	0,93	1,08	Junio	220.796	7360	1,01	0,99
Julio	209.667	6763	0,99	1,01	Julio	242.403	7819	1,07	0,93
Agosto	234.874	7577	1,11	0,90	Agosto	263.119	8488	1,17	0,85
Septiembre	209.461	6982	1,02	0,98	Septiembre	229.660	7655	1,05	0,95
Octubre	216.747	6992	1,02	0,98	Octubre	249.729	8056	1,11	0,90
Noviembre	216.808	7227	1,06	0,94	Noviembre	240.963	8032	1,10	0,91
Diciembre	225.434	7272	1,06	0,94	Diciembre	261.266	8428	1,16	0,86
<b>TOTAL</b>	<b>2.498.062</b>	<b>82137</b>	-	-	<b>TOTAL</b>	<b>2.821.461</b>	<b>92735</b>	-	-

*Fuente: Elaborado por el autor a partir de los datos de la Página de la PREFECTURA DEL GUAYAS.*



# UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: TRABAJO DE TITULACIÓN

UBICACIÓN: CANTÓN NARANJAL - PROVINCIA DEL GUAYAS

MUESTRA: Var

PROFUNDIDAD: Variable

## ANALISIS GRANULOMÉTRICO

Abcisa: 0+150

0,00 - 0,25

Tamiz	Peso Parcial	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
No. 4	491,30	62,97	62,97	37,03
No. 10	81,90	10,50	73,47	26,53
No. 30	50,70	6,50	79,97	20,03
No. 100	50,00	6,41	86,38	13,62
No.200	25,4	3,26	89,63	10,37
FONDO	80,90	10,37	100,00	0,00
TOTAL	780,20	100,0		

## ANALISIS GRANULOMÉTRICO

Abcisa: 0+150

0,25- 0,60

Tamiz	Peso Parcial	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
No. 4	270,25	45,53	45,53	54,47
No. 10	46,77	7,88	53,41	46,59
No. 30	56,33	9,49	62,90	37,10
No. 100	70,58	11,89	74,79	25,21
No.200	23,5	3,96	78,75	21,25
FONDO	125,14	21,08	100,00	0,00
TOTAL	593,57	100,0		

## ANALISIS GRANULOMÉTRICO

Abcisa: 0+150

0,60 - 1,50

Tamiz	Peso Parcial	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
No. 4	1,10	0,33	0,33	99,67
No. 10	2,30	0,68	1,01	98,99
No. 30	3,10	0,92	1,93	98,07
No. 100	6,40	1,90	3,82	96,18
No.200	2,8	0,83	4,65	95,35
FONDO	321,90	95,35	100,00	0,00
TOTAL	337,60	100,0		

Operador: C.C. Realizado por: Carlos Bailón

Verificado por: Ing Julio Vargas J.



# UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: TRABAJO DE TITULACIÓN

UBICACIÓN: CANTÓN NARANJAL - PROVINCIA DEL GUAYAS

MUESTRA: Var

PROFUNDIDAD: Variable

## ANALISIS GRANULOMÉTRICO

Abcisa: 0+650

0,00 - 0,20

Tamiz	Peso Parcial	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
No. 4	630,80	71,35	71,35	28,65
No. 10	56,80	6,42	77,77	22,23
No. 30	50,20	5,68	83,45	16,55
No. 100	44,60	5,04	88,50	11,50
No.200	22,9	2,59	91,09	8,91
FONDO	78,80	8,91	100,00	0,00
TOTAL	884,10	100,0		

## ANALISIS GRANULOMÉTRICO

Abcisa: 0+650

0,20- 1,50

Tamiz	Peso Parcial	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
No. 4	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 10	0,50	0,13	0,13	99,87
No. 30	1,60	0,42	0,55	99,45
No. 100	3,40	0,89	1,45	98,55
No.200	1,4	0,37	1,81	98,19
FONDO	373,66	98,19	100,00	0,00
TOTAL	380,56	100,00		

## ANALISIS GRANULOMÉTRICO

Abcisa: 1+150

0,00 - 0,25

Tamiz	Peso Parcial	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
No. 4	410,50	84,50	84,50	15,50
No. 10	54,20	11,16	95,66	4,34
No. 30	10,80	2,22	97,88	2,12
No. 100	4,30	0,89	98,76	1,24
No.200	2,3	0,47	99,24	0,76
FONDO	3,70	0,76	100,00	0,00
TOTAL	485,80	100,0		

Operador: C.C. Realizado por: Carlos Bailón

Verificado por: Ing Julio Vargas J.



# UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: TRABAJO DE TITULACIÓN

UBICACIÓN: CANTÓN NARANJAL - PROVINCIA DEL GUAYAS

MUESTRA: Var

PROFUNDIDAD: Variable

## ANALISIS GRANULOMÉTRICO

Abcisa: 1+150

0,25 - 0,60

Tamiz	Peso Parcial	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
No. 4	358,50	62,81	62,81	37,19
No. 10	20,80	3,64	66,45	33,55
No. 30	23,70	4,15	70,60	29,40
No. 100	56,80	9,95	80,55	19,45
No.200	20,6	3,61	84,16	15,84
FONDO	90,40	15,84	100,00	0,00
TOTAL	570,80	100,0		

## ANALISIS GRANULOMÉTRICO

Abcisa: 1+150

0,60- 1,50

Tamiz	Peso Parcial	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
No. 4	0,50	0,17	0,17	99,83
No. 10	0,80	0,28	0,45	99,55
No. 30	3,80	1,32	1,77	98,23
No. 100	89,40	31,02	32,79	67,21
No.200	32,5	11,28	44,07	55,93
FONDO	161,20	55,93	100,00	0,00
TOTAL	288,20	75,73		

## ANALISIS GRANULOMÉTRICO

Abcisa: 1+650

0,00 - 0,25

Tamiz	Peso Parcial	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
No. 4	323,50	65,69	65,69	34,31
No. 10	29,50	5,99	71,68	28,32
No. 30	16,50	3,35	75,03	24,97
No. 100	20,80	4,22	79,25	20,75
No.200	12,0	2,44	81,69	18,31
FONDO	90,20	18,31	100,00	0,00
TOTAL	492,50	100,0		

Operador: C.C. Realizado por: Carlos Bailón

Verificado por: Ing Julio Vargas J.



# UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: TRABAJO DE TITULACIÓN

UBICACIÓN: CANTÓN NARANJAL - PROVINCIA DEL GUAYAS

MUESTRA: Var

PROFUNDIDAD: Variable

## ANALISIS GRANULOMÉTRICO

Abcisa: 1+650

0,25 - 1,50

Tamiz	Peso Parcial	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
No. 4	0,50	0,15	0,15	99,85
No. 10	0,80	0,24	0,39	99,61
No. 30	1,80	0,55	0,94	99,06
No. 100	1,50	0,45	1,39	98,61
No.200	1,1	0,33	1,73	98,27
FONDO	324,30	98,27	100,00	0,00
TOTAL	330,00	100,0		

## ANALISIS GRANULOMÉTRICO

Abcisa: 2+150

0,00- 0,35

Tamiz	Peso Parcial	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
No. 4	360,20	55,35	55,35	44,65
No. 10	75,80	11,65	66,99	33,01
No. 30	88,20	13,55	80,55	19,45
No. 100	65,90	10,13	90,67	9,33
No.200	23,8	3,66	94,33	5,67
FONDO	36,90	5,67	100,00	0,00
TOTAL	650,80	171,01		

## ANALISIS GRANULOMÉTRICO

Abcisa: 2+150

0,35 - 1,50

Tamiz	Peso Parcial	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
No. 4	3,10	0,87	0,87	99,13
No. 10	0,80	0,22	1,10	98,90
No. 30	2,50	0,70	1,80	98,20
No. 100	10,90	3,06	4,86	95,14
No.200	36,5	10,26	15,12	84,88
FONDO	302,10	84,88	100,00	0,00
TOTAL	355,90	100,0		

Operador: C.C. Realizado por: Carlos Bailón

Verificado por: Ing Julio Vargas J.



# UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: TRABAJO DE TITULACIÓN

UBICACIÓN: CANTÓN NARANJAL - PROVINCIA DEL GUAYAS

MUESTRA: Var

PROFUNDIDAD: Variable

## ANALISIS GRANULOMÉTRICO

Abcisa: 2+650

0,00 - 0,40

Tamiz	Peso Parcial	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
No. 4	480,20	66,62	66,62	33,38
No. 10	49,10	6,81	73,43	26,57
No. 30	45,80	6,35	79,79	20,21
No. 100	43,20	5,99	85,78	14,22
No.200	15,8	2,19	87,97	12,03
FONDO	86,70	12,03	100,00	0,00
TOTAL	720,80	100,0		

## ANALISIS GRANULOMÉTRICO

Abcisa: 2+650

0,40- 1,50

Tamiz	Peso Parcial	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
No. 4	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 10	0,20	0,06	0,06	99,94
No. 30	0,60	0,17	0,22	99,78
No. 100	1,50	0,42	0,64	99,36
No.200	3,8	1,05	1,69	98,31
FONDO	354,10	98,31	100,00	0,00
TOTAL	360,20	100,00		

## ANALISIS GRANULOMÉTRICO

Tamiz	Peso Parcial	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
No. 4				
No. 10				
No. 30				
No. 100				
No.200				
FONDO				
TOTAL				

Operador: C.C. Realizado por: Carlos Bailón

Verificado por: Ing Julio Vargas J.

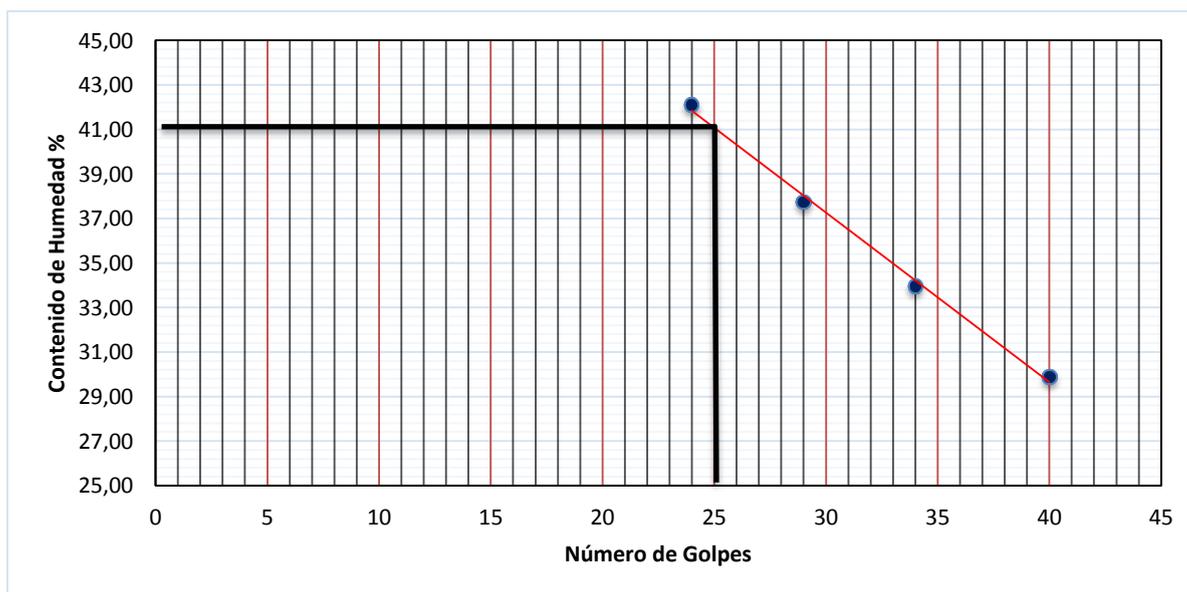


**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

**LÍMITES DE ATTERBERG**  
**LIMITE LIQUIDO**

Abcisa: 0+150      0,25 - 0,60

PASO No.		1	2	3	4
Recipiente No.		25	65	31	63
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	19,00	19,50	19,90	17,30
	Recipiente + Peso seco	15,00	15,80	16,40	14,70
	Agua                                      Ww	<b>4,00</b>	<b>3,70</b>	<b>3,50</b>	<b>2,60</b>
	Recipiente	5,50	6,00	6,10	6,00
	Peso Seco                                      Ws	<b>9,50</b>	<b>9,80</b>	<b>10,30</b>	<b>8,70</b>
Contenido de Humedad ( % )              W	<b>42,11</b>	<b>37,76</b>	<b>33,98</b>	<b>29,89</b>	
Número de Golpes	24	29	34	40	



**LIMITE PLASTICO**

PASO No.		1	2	3
Recipiente No.		3	22	11
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	14,10	13,80	14,80
	Recipiente + Peso seco	13,30	12,90	13,90
	Agua                                      Ww	<b>0,80</b>	<b>0,90</b>	<b>0,90</b>
	Recipiente	10,40	10,40	10,60
	Peso Seco                                      Ws	<b>2,90</b>	<b>2,50</b>	<b>3,30</b>
Contenido de Humedad                      W	<b>27,59</b>	<b>36,00</b>	<b>27,27</b>	

**W<sub>L</sub>:** 41,00 %  
**W<sub>P</sub>:** 30,29 %  
**I<sub>P</sub>:** 10,71 %

**Símbolo de la carta de Plasticidad**

**GC**

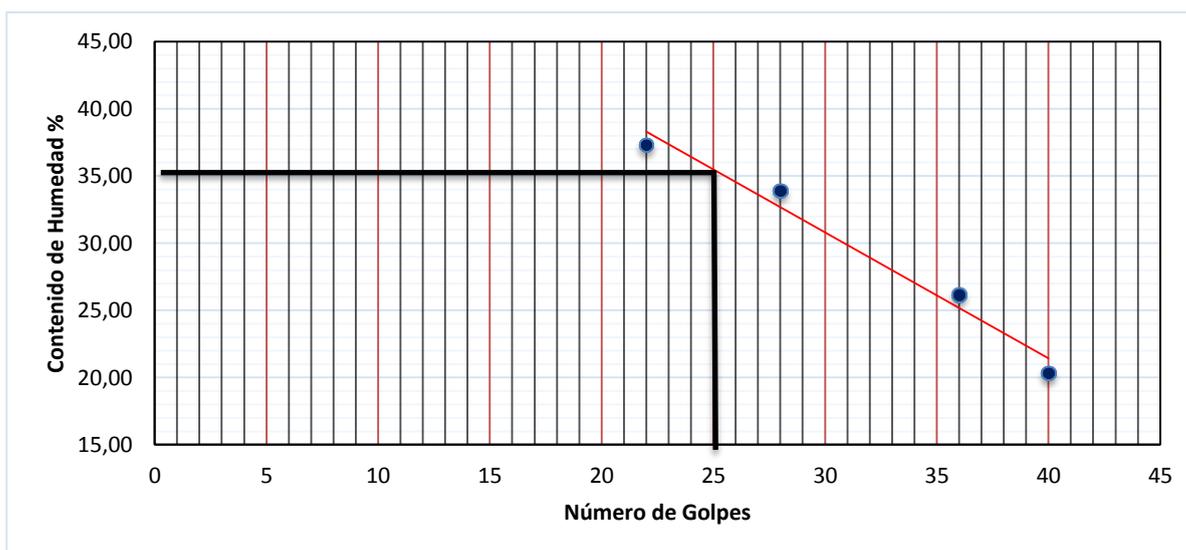


**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
 Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

**LÍMITES DE ATTERBERG**  
**LIMITE LIQUIDO**

Abcisa: 0+150      0,60 - 1,50

PASO No.		1	2	3	4
Recipiente No.		4	5	42	65
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	19,80	19,50	19,70	20,50
	Recipiente + Peso seco	17,60	17,50	18,00	19,00
	Agua                                      Ww	<b>2,20</b>	<b>2,00</b>	<b>1,70</b>	<b>1,50</b>
	Recipiente	11,70	11,60	11,50	11,60
	Peso Seco                                      Ws	<b>5,90</b>	<b>5,90</b>	<b>6,50</b>	<b>7,40</b>
Contenido de Humedad ( % )              W		<b>37,29</b>	<b>33,90</b>	<b>26,15</b>	<b>20,27</b>
Número de Golpes		22	28	36	40



**LIMITE PLASTICO**

PASO No.		1	2	3
Recipiente No.		28	23	12
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	18,30	19,30	18,50
	Recipiente + Peso seco	16,00	17,90	16,80
	Agua                                      Ww	<b>2,30</b>	<b>1,40</b>	<b>1,70</b>
	Recipiente	7,90	7,90	7,80
	Peso Seco                                      Ws	<b>8,10</b>	<b>10,00</b>	<b>9,00</b>
Contenido de Humedad                      W		<b>28,40</b>	<b>14,00</b>	<b>18,89</b>

**W<sub>L</sub>:** 35,00 %  
**W<sub>P</sub>:** 20,43 %  
**I<sub>P</sub>:** 14,57 %

**Símbolo de la carta de Plasticidad**

**CL**



# UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

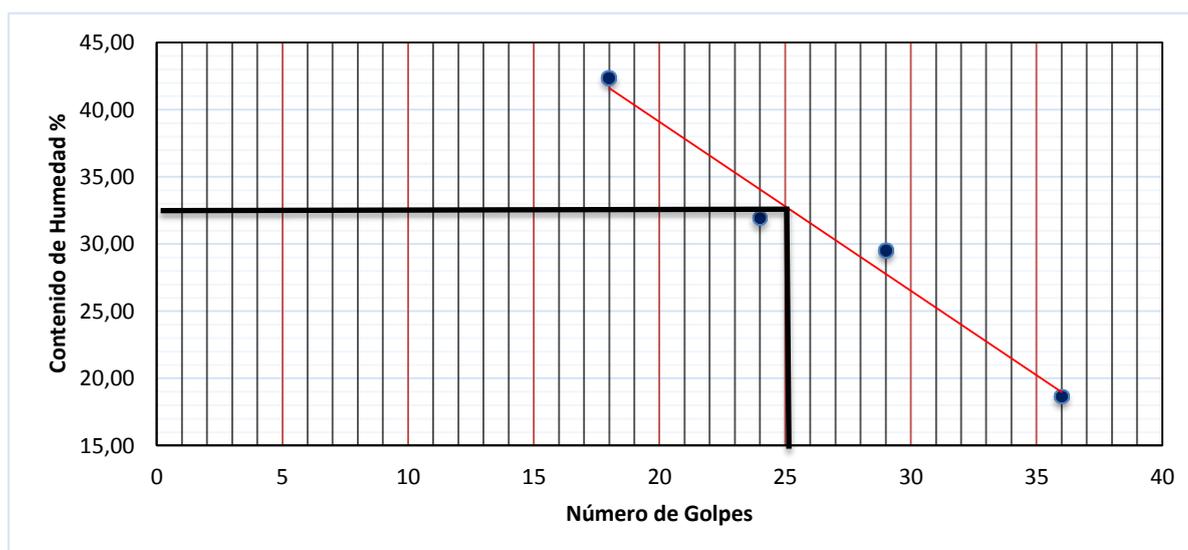
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

## LÍMITES DE ATTERBERG LIMITE LIQUIDO

Abcisa: 0+650

0,20 - 1,50

PASO No.		1	2	3	4
Recipiente No.		41	50	24	60
Peso en g/s:	Recipiente + Peso húmedo	14,50	12,30	16,70	16,10
	Recipiente + Peso seco	12,00	10,80	14,90	15,00
	Agua Ww	<b>2,50</b>	<b>1,50</b>	<b>1,80</b>	<b>1,10</b>
	Recipiente	6,10	6,10	8,80	9,10
	Peso Seco Ws	<b>5,90</b>	<b>4,70</b>	<b>6,10</b>	<b>5,90</b>
Contenido de Humedad (%) W	<b>42,37</b>	<b>31,91</b>	<b>29,51</b>	<b>18,64</b>	
Número de Golpes	18	24	29	36	



## LIMITE PLASTICO

PASO No.		1	2	3
Recipiente No.		20	21	10
Peso en g/s:	Recipiente + Peso húmedo	17,50	18,20	19,50
	Recipiente + Peso seco	16,00	16,50	17,50
	Agua Ww	<b>1,50</b>	<b>1,70</b>	<b>2,00</b>
	Recipiente	8,00	8,00	8,00
	Peso Seco Ws	<b>8,00</b>	<b>8,50</b>	<b>9,50</b>
Contenido de Humedad W	<b>18,75</b>	<b>20,00</b>	<b>21,05</b>	

**W<sub>L</sub>**: 32,50 %

**W<sub>P</sub>**: 19,93 %

**I<sub>P</sub>**: 12,57 %

**Símbolo de la carta de  
Plasticidad**

**CL**

Operador: C.C.

Realizado por: Carlos Bailón

Verificado por: Ing. Julio Vargas J.



# UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

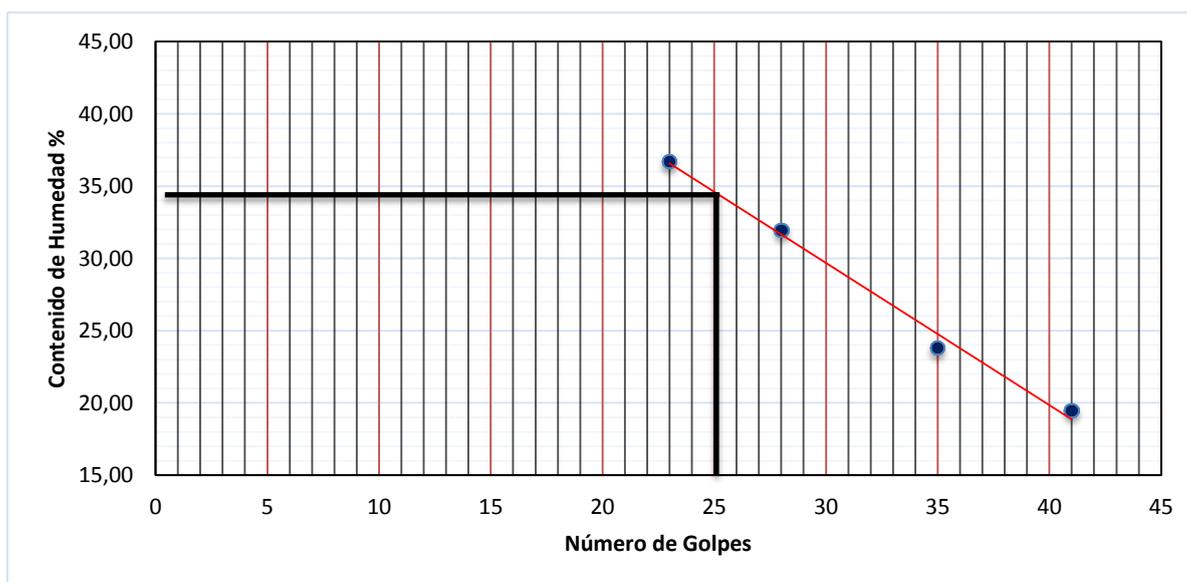
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

## LÍMITES DE ATTERBERG LIMITE LIQUIDO

Abcisa: 1+150

0,25 - 0,60

PASO No.		1	2	3	4
Recipiente No.		50	41	60	24
Peso en g/s:	Recipiente + Peso húmedo	21,00	18,90	19,50	17,40
	Recipiente + Peso seco	17,00	15,80	17,50	16,00
	Agua Ww	<b>4,00</b>	<b>3,10</b>	<b>2,00</b>	<b>1,40</b>
	Recipiente	6,10	6,10	9,10	8,80
	Peso Seco Ws	<b>10,90</b>	<b>9,70</b>	<b>8,40</b>	<b>7,20</b>
Contenido de Humedad (%) W	<b>36,70</b>	<b>31,96</b>	<b>23,81</b>	<b>19,44</b>	
Número de Golpes	23	28	35	41	



## LIMITE PLASTICO

PASO No.		1	2	3
Recipiente No.		1	22	11
Peso en g/s:	Recipiente + Peso húmedo	15,80	12,80	15,90
	Recipiente + Peso seco	14,90	12,30	15,25
	Agua Ww	<b>0,90</b>	<b>0,50</b>	<b>0,65</b>
	Recipiente	10,40	10,40	10,60
	Peso Seco Ws	<b>4,50</b>	<b>1,90</b>	<b>4,65</b>
Contenido de Humedad W	<b>20,00</b>	<b>26,32</b>	<b>13,98</b>	

**W<sub>L</sub>:** 34,00 %

**W<sub>P</sub>:** 20,10 %

**I<sub>P</sub>:** 13,90 %

**Símbolo de la carta de Plasticidad**

**GC**

Operador: C.C.

Realizado por: Carlos Bailón

Verificado por: Ing. Julio Vargas J.



# UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

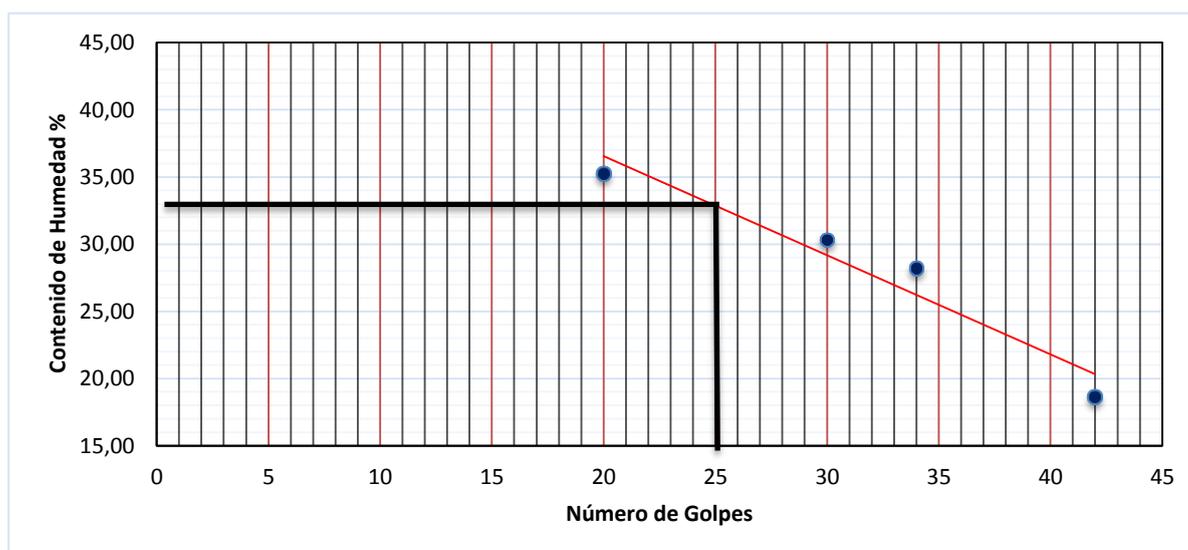
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

## LÍMITES DE ATTERBERG LIMITE LIQUIDO

Abcisa: 1+150

0,60 - 1,50

PASO No.		1	2	3	4
Recipiente No.		4	5	42	66
Peso en g/s:	Recipiente + Peso húmedo	21,50	20,30	20,70	19,80
	Recipiente + Peso seco	19,00	18,30	18,70	18,50
	Agua Ww	<b>2,50</b>	<b>2,00</b>	<b>2,00</b>	<b>1,30</b>
	Recipiente	11,90	11,70	11,60	11,50
	Peso Seco Ws	<b>7,10</b>	<b>6,60</b>	<b>7,10</b>	<b>7,00</b>
Contenido de Humedad (%) W	<b>35,21</b>	<b>30,30</b>	<b>28,17</b>	<b>18,57</b>	
Número de Golpes	20	30	34	42	



## LIMITE PLASTICO

PASO No.		1	2	3
Recipiente No.		27	24	13
Peso en g/s:	Recipiente + Peso húmedo	19,10	20,00	19,90
	Recipiente + Peso seco	17,50	18,50	17,80
	Agua Ww	<b>1,60</b>	<b>1,50</b>	<b>2,10</b>
	Recipiente	7,90	7,90	7,80
	Peso Seco Ws	<b>9,60</b>	<b>10,60</b>	<b>10,00</b>
Contenido de Humedad W	<b>16,67</b>	<b>14,15</b>	<b>21,00</b>	

**W<sub>L</sub>:** 33,00 %

**W<sub>P</sub>:** 17,27 %

**I<sub>P</sub>:** 15,73 %

**Símbolo de la carta de  
Plasticidad**

**CL**

Operador: C.C.

Realizado por: Carlos Bailón

Verificado por: Ing. Julio Vargas J.



# UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

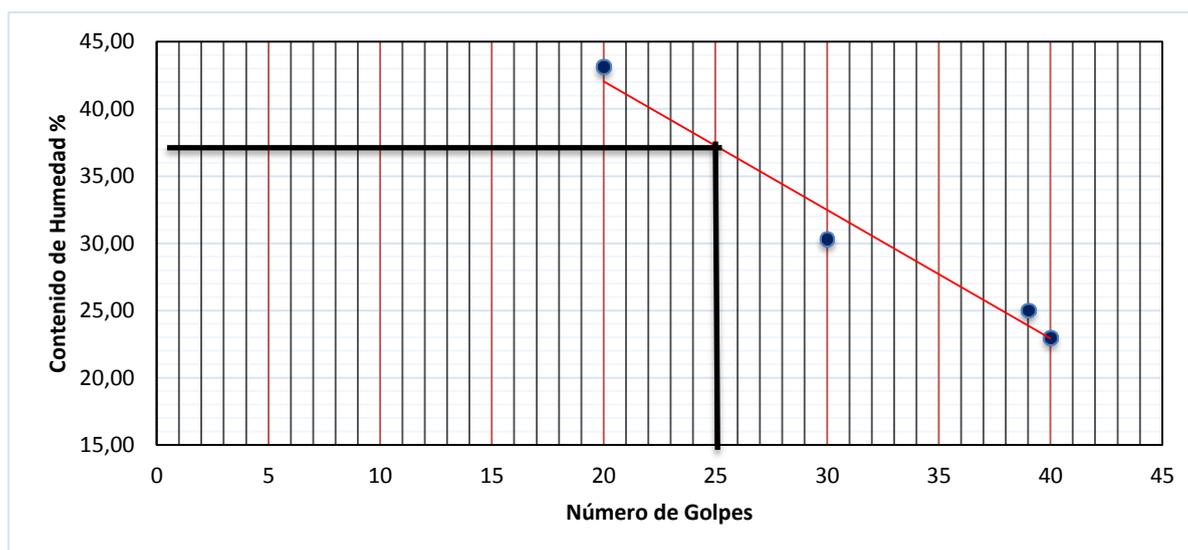
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

## LÍMITES DE ATTERBERG LIMITE LIQUIDO

Abcisa: 1+650

0,25 - 1,50

PASO No.		1	2	3	4
Recipiente No.		4	5	42	65
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	20,00	20,20	19,50	20,70
	Recipiente + Peso seco	17,50	18,20	17,90	19,00
	Agua Ww	<b>2,50</b>	<b>2,00</b>	<b>1,60</b>	<b>1,70</b>
	Recipiente	11,70	11,60	11,50	11,60
	Peso Seco Ws	<b>5,80</b>	<b>6,60</b>	<b>6,40</b>	<b>7,40</b>
Contenido de Humedad (%) W	<b>43,10</b>	<b>30,30</b>	<b>25,00</b>	<b>22,97</b>	
Número de Golpes	20	30	39	40	



## LIMITE PLASTICO

PASO No.		1	2	3
Recipiente No.		28	23	12
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	19,50	18,20	18,70
	Recipiente + Peso seco	17,80	15,90	16,50
	Agua Ww	<b>1,70</b>	<b>2,30</b>	<b>2,20</b>
	Recipiente	7,90	7,90	7,80
	Peso Seco Ws	<b>9,90</b>	<b>8,00</b>	<b>8,70</b>
Contenido de Humedad W	<b>17,17</b>	<b>28,75</b>	<b>25,29</b>	

**W<sub>L</sub>:** 37,00 %

**W<sub>P</sub>:** 23,74 %

**I<sub>P</sub>:** 13,26 %

**Símbolo de la carta de  
Plasticidad**

**CL**



# UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

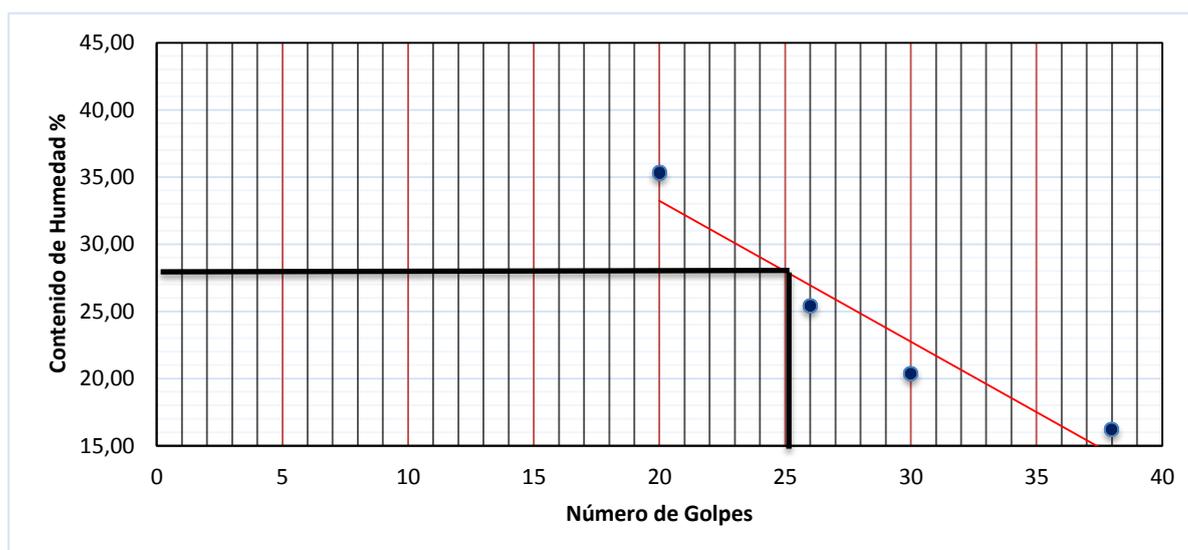
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

## LÍMITES DE ATTERBERG LIMITE LIQUIDO

Abcisa: 2+150

0,35 - 1,50

PASO No.		1	2	3	4
Recipiente No.		41	50	24	60
Peso en g/s:	Recipiente + Peso húmedo	15,30	13,50	15,90	17,00
	Recipiente + Peso seco	12,90	12,00	14,70	15,90
	Agua Ww	<b>2,40</b>	<b>1,50</b>	<b>1,20</b>	<b>1,10</b>
	Recipiente	6,10	6,10	8,80	9,10
	Peso Seco Ws	<b>6,80</b>	<b>5,90</b>	<b>5,90</b>	<b>6,80</b>
Contenido de Humedad (%) W	<b>35,29</b>	<b>25,42</b>	<b>20,34</b>	<b>16,18</b>	
Número de Golpes	20	26	30	38	



## LIMITE PLASTICO

PASO No.		1	2	3
Recipiente No.		20	21	10
Peso en g/s:	Recipiente + Peso húmedo	16,30	18,50	18,20
	Recipiente + Peso seco	15,20	17,20	16,80
	Agua Ww	<b>1,10</b>	<b>1,30</b>	<b>1,40</b>
	Recipiente	8,00	8,00	8,00
	Peso Seco Ws	<b>7,20</b>	<b>9,20</b>	<b>8,80</b>
Contenido de Humedad W	<b>15,28</b>	<b>14,13</b>	<b>15,91</b>	

**W<sub>L</sub>:** 28,00 %

**W<sub>P</sub>:** 15,11 %

**I<sub>P</sub>:** 12,89 %

**Símbolo de la carta de  
Plasticidad**

**CL**

Operador: C.C.

Realizado por: Carlos Bailón

Verificado por: Ing. Julio Vargas J.



# UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

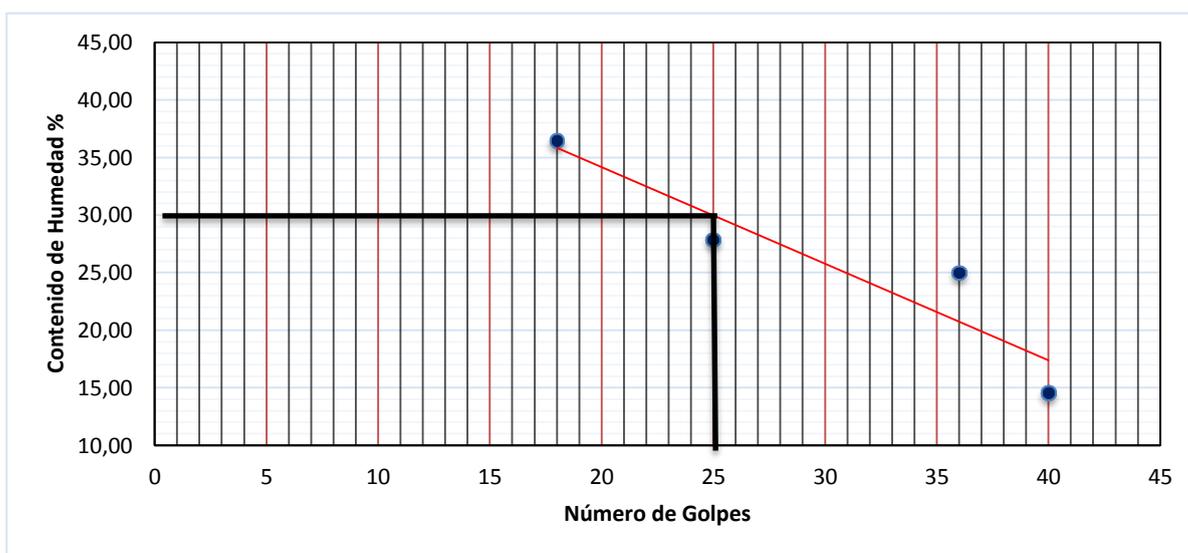
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

## LÍMITES DE ATTERBERG LIMITE LIQUIDO

Abcisa: 2+650

0,40 - 1,50

PASO No.		1	2	3	4
Recipiente No.		4	5	42	66
Peso en g/s:	Recipiente + Peso húmedo	25,00	19,50	19,60	17,80
	Recipiente + Peso seco	21,50	17,80	18,00	17,00
	Agua Ww	<b>3,50</b>	<b>1,70</b>	<b>1,60</b>	<b>0,80</b>
	Recipiente	11,90	11,70	11,60	11,50
	Peso Seco Ws	<b>9,60</b>	<b>6,10</b>	<b>6,40</b>	<b>5,50</b>
Contenido de Humedad (%) W	<b>36,46</b>	<b>27,87</b>	<b>25,00</b>	<b>14,55</b>	
Número de Golpes	18	25	36	40	



## LIMITE PLASTICO

PASO No.		1	2	3
Recipiente No.		27	24	13
Peso en g/s:	Recipiente + Peso húmedo	18,70	19,50	18,50
	Recipiente + Peso seco	17,40	18,00	16,80
	Agua Ww	<b>1,30</b>	<b>1,50</b>	<b>1,70</b>
	Recipiente	7,90	7,90	7,80
	Peso Seco Ws	<b>9,50</b>	<b>10,10</b>	<b>9,00</b>
Contenido de Humedad W	<b>13,68</b>	<b>14,85</b>	<b>18,89</b>	

**W<sub>L</sub>:** 30,00 %

**W<sub>P</sub>:** 15,81 %

**I<sub>P</sub>:** 14,19 %

**Símbolo de la carta de Plasticidad**

**CL**

Operador: C.C.

Realizado por: Carlos Bailón

Verificado por: Ing. Julio Vargas J.



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

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

PROYECTO: TRABAJO DE TITULACIÓN N

UBICACIÓN: CANTÓN NARANJAL - PROVINCIA DEL GUAYAS

MUESTRA: Variable

PROFUNDIDAD: Variable

FECHA: JULIO 16

MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD	RECIPIENTE Nº	ABS.: 0+150		
			1	2	3
			0,00 - 0,25	0,25 - 0,60	0,60 - 1,50
Peso en gr.			M1	Y1	K
	Recipiente + peso humedo		3000,80	2207,80	2508,90
	Recipiente + peso seco		2937,50	2045,80	2000,50
	Agua	<b>Ww</b>	63,30	162,00	508,40
	Peso del Recipiente		108,40	113,80	112,50
	Peso seco	<b>Ws</b>	2829,10	1932,00	1888,00
	Contenido de agua <b>W</b>		2,24%	8,39%	26,93%

MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD	RECIPIENTE Nº	ABS.: 0+650		
			1	2	3
			0,00 - 0,20	0,20 - 1,50	
Peso en gr.			XX	T	
	Recipiente + peso humedo		2900,50	2750,80	
	Recipiente + peso seco		2805,00	2252,50	
	Agua	<b>Ww</b>	95,50	498,30	
	Peso del Recipiente		110,50	109,00	
	Peso seco	<b>Ws</b>	2694,50	2143,50	
	Contenido de agua <b>W</b>		3,54%	23,25%	

MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD	RECIPIENTE Nº	ABS.: 1+150		
			1	2	3
			0,00 - 0,25	0,25 - 0,60	0,60 - 1,50
Peso en gr.			A1	XY	L
	Recipiente + peso humedo		2900,50	2506,80	2800,60
	Recipiente + peso seco		2820,00	2345,50	2250,40
	Agua	<b>Ww</b>	80,50	161,30	550,20
	Peso del Recipiente		105,50	110,90	114,50
	Peso seco	<b>Ws</b>	2714,50	2234,60	2135,90
	Contenido de agua <b>W</b>		2,97%	7,22%	25,76%

$$W\% = Ww/Ws \times 100$$

Operador:  
C.C.

Realizado por:  
Carlos Bailón

Verificado por:  
Ing. Julio Vargas J.



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

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

PROYECTO: TRABAJO DE TITULACIÓN N

UBICACIÓN: CANTÓN NARANJAL - PROVINCIA DEL GUAYAS

MUESTRA: Variable

PROFUNDIDAD: Variable

FECHA: JULIO 16

MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD	RECIPIENTE Nº	ABS.: 1+650		
			1	2	3
			0,00 - 0,25	0,25 - 1,50	
			K	Y	
Peso en gr.	Recipiente + peso humedo		3112,50	2489,50	
	Recipiente + peso seco		3042,80	2009,50	
	Agua	<b>Ww</b>	69,70	480,00	
	Peso del Recipiente		112,50	109,80	
	Peso seco	<b>Ws</b>	2930,30	1899,70	
	Contenido de agua <b>W</b>		2,38%	25,27%	

MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD	RECIPIENTE Nº	ABS.: 2+150		
			1	2	3
			0,00 - 0,35	0,35 - 1,50	
			C1	I	
Peso en gr.	Recipiente + peso humedo		3100,50	2805,50	
	Recipiente + peso seco		3025,00	2259,00	
	Agua	<b>Ww</b>	75,50	546,50	
	Peso del Recipiente		112,50	115,60	
	Peso seco	<b>Ws</b>	2912,50	2143,40	
	Contenido de agua <b>W</b>		2,59%	25,50%	

MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD	RECIPIENTE Nº	ABS.: 2+650		
			1	2	3
			0,00 - 0,40	0,40 - 1,50	
			II	F	
Peso en gr.	Recipiente + peso humedo		3256,00	2900,50	
	Recipiente + peso seco		3180,00	2350,00	
	Agua	<b>Ww</b>	76,00	550,50	
	Peso del Recipiente		110,40	112,90	
	Peso seco	<b>Ws</b>	3069,60	2237,10	
	Contenido de agua <b>W</b>		2,48%	24,61%	

$$W\% = Ww/Ws \times 100$$

Operador:  
C.C.

Realizado por:  
Carlos Bailón

Verificado por:  
Ing. Julio Vargas J.



# UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

## PORCENTAJE QUE PASA EL TAMÍZ Nº 200

MUESTRA Nº		ABS.: 0+150			ABS.: 0+650		
		1	2	3	1	2	3
PROFUNDIDAD		0,00 - 0,25	0,25 - 0,60	0,60 - 1,50	0,00 - 0,20	0,20 - 1,50	
RECIPIENTE Nº		M1	Y1	K	XX	T	
Peso en gr.	PESO DEL RECIPIENTE:	108,40	113,80	112,50	110,50	109,00	
	PESO INICIAL + RECIPIENTE:	2937,50	2045,80	2000,50	2805,00	2252,50	
	PESO FINAL + RECIPIENTE:	2652,30	1622,30	225,50	2560,00	165,50	
	PESO INICIAL :	2829,10	1932,00	1888,00	2694,50	2143,50	
	PESO FINAL:	2543,90	1508,50	113,00	2449,50	56,50	
% RETENIDO = (P. f. * 100/ P.i.)		89,92%	78,08%	5,99%	90,91%	2,64%	
% PASA TAMIZ Nº 200= 100% - %RET.:		10,08%	21,92%	94,01%	9,09%	97,36%	
MUESTRA Nº		ABS.: 1+150			ABS.: 1+650		
		1	2	3	1	2	3
PROFUNDIDAD		0,00 - 0,25	0,25 - 0,60	0,60 - 1,50	0,00 - 0,25	0,25 - 1,50	
RECIPIENTE Nº		A1	XY	L	K	Y	
Peso en gr.	PESO DEL RECIPIENTE:	105,50	110,90	144,50	112,50	109,80	
	PESO INICIAL + RECIPIENTE:	2820,00	2345,50	2250,40	3042,80	2009,50	
	PESO FINAL + RECIPIENTE:	2790,50	1998,50	1098,00	2508,00	150,80	
	PESO INICIAL :	2714,50	2234,60	2105,90	2930,30	1899,70	
	PESO FINAL:	2685,00	1887,60	953,50	2395,50	41,00	
% RETENIDO = (P. f. * 100/ P.i.)		98,91%	84,47%	45,28%	81,75%	2,16%	
% PASA TAMIZ Nº 200= 100% - %RET.:		1,09%	15,53%	54,72%	18,25%	97,84%	
MUESTRA Nº		ABS.: 2+150			ABS.: 2+650		
		1	2	3	1	2	3
PROFUNDIDAD		0,00 - 0,35	0,35 - 1,50		0,00 - 0,40	0,40 - 1,50	
RECIPIENTE Nº		C1	I		II	F	
Peso en gr.	PESO DEL RECIPIENTE:	112,50	115,60		110,40	112,90	
	PESO INICIAL + RECIPIENTE:	3025,00	2259,00		3180,00	2350,00	
	PESO FINAL + RECIPIENTE:	2856,90	425,60		2814,50	175,50	
	PESO INICIAL :	2912,50	2143,40		3069,60	2237,10	
	PESO FINAL:	2744,40	310,00		2704,10	62,60	
% RETENIDO = (P. f. * 100/ P.i.)		94,23%	14,46%		88,09%	2,80%	
% PASA TAMIZ Nº 200= 100% - %RET.:		5,77%	85,54%		11,91%	97,20%	

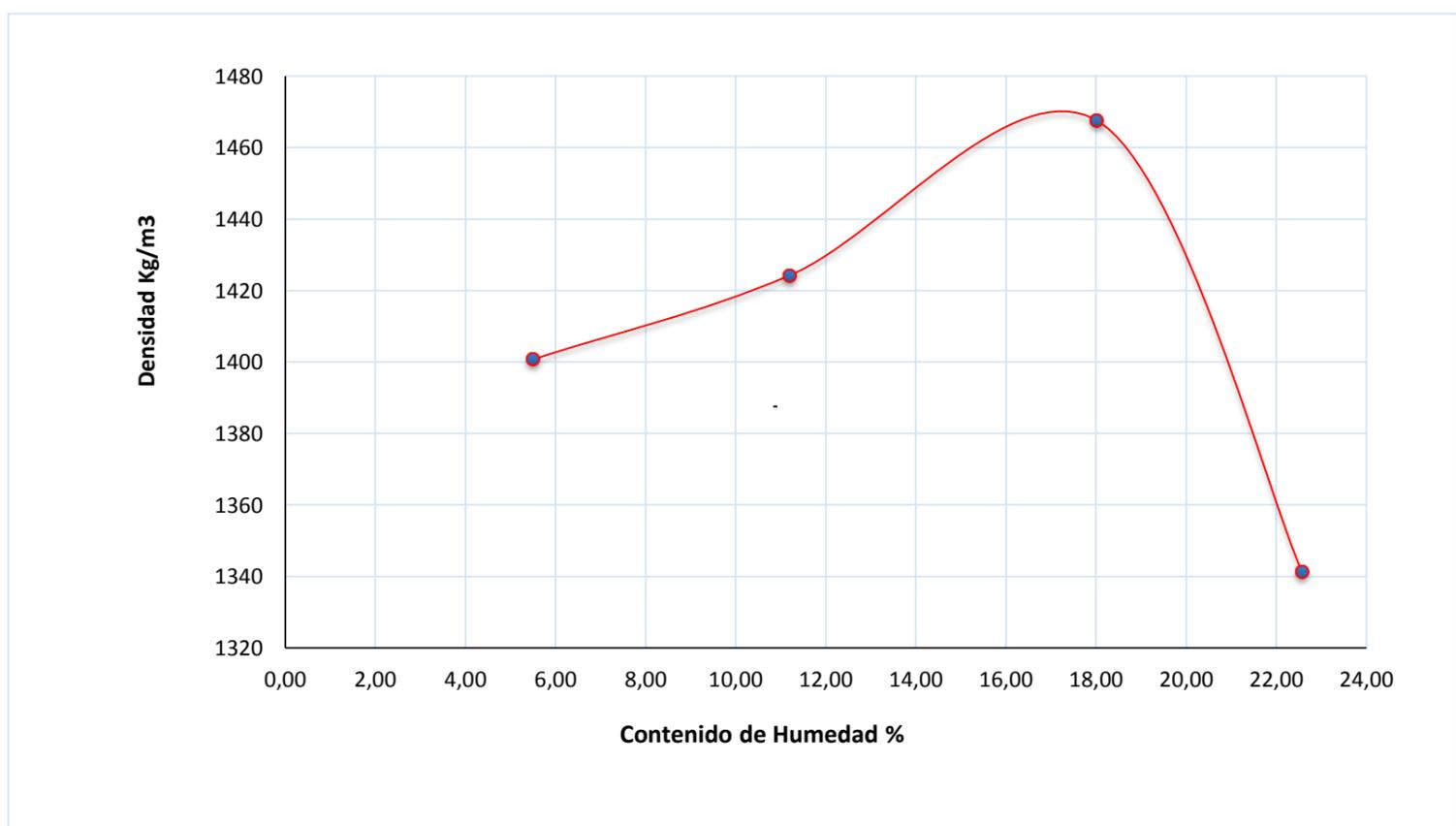


**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

**PRUEBA DE PROCTOR**

VOLUMEN DEL CILINDRO:	0,000944	m <sup>3</sup>	CONTRATISTA:	-
PESO DEL CILINDRO:	4,663	kg	PROYECTO:	Trabajo de titulación
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:	25		UBICACIÓN:	Cantón Naranjal
NÚMERO DE CAPAS:	5		MUESTRA:	0+650 0,20-1,50 m

CANTIDAD DE AGUA cm <sup>3</sup>	RECIPIENTE Nº	PESO TIERRA HUMEDA + RECIPIENTE grs	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE grs	PESO DE RECIPIENTE grs	PESO DE AGUA grs	PESO SECO grs	W %	PESO TIERRA HUMEDA + CILINDRO kg	PESO TIERRA HUMEDA Wh kg	1 + w/100	PESO TIERRA SECA kg	DENSIDAD SECA kg/m <sup>3</sup>
EN	X	294,4	280,20	21,90	14,20	258,30	5,50	6,058	1,395	1,055	1,322	1401
100	14	665,3	602,50	41,60	62,80	560,90	11,20	6,158	1,495	1,112	1,344	1424
200	PT	431,8	369,40	23,00	62,40	346,40	18,01	6,298	1,635	1,180	1,385	1468
300	13	358,4	298,00	30,40	60,40	267,60	22,57	6,215	1,552	1,226	1,266	1341



CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: 23,25 %

CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: 18,01 %

DENSIDAD SECA MÁXIMA: 1468 kg/m<sup>3</sup>

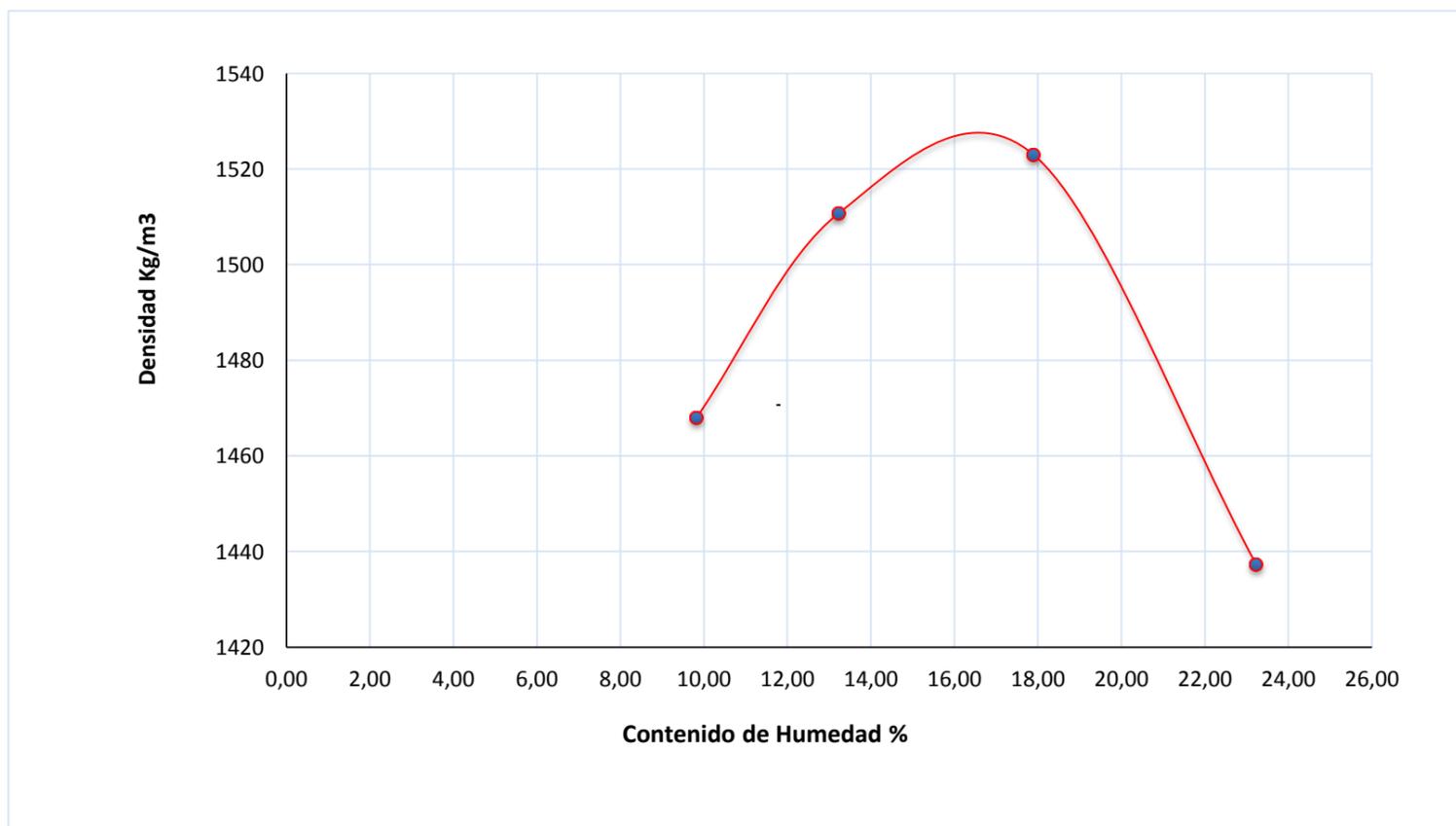


**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
 Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

**PRUEBA DE PROCTOR**

VOLUMEN DEL CILINDRO:	0,000944	m <sup>3</sup>	CONTRATISTA:	-
PESO DEL CILINDRO:	4,663	kg	PROYECTO:	Trabajo de titulación
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:	25		UBICACIÓN:	Cantón Naranajal
NÚMERO DE CAPAS:	5		MUESTRA:	1+650 0,25-1,50 m

CANTIDAD DE AGUA cm <sup>3</sup>	RECIPIENTE Nº	PESO TIERRA HUMEDA + RECIPIENTE grs	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE grs	PESO DE RECIPIENTE grs	PESO DE AGUA grs	PESO SECO grs	W %	PESO TIERRA HUMEDA + CILINDRO kg	PESO TIERRA HÚMEDA Wh kg	1 + w/100	PESO TIERRA SECA kg	DENSIDAD SECA kg/m <sup>3</sup>
EN	41	315,2	289,50	28,00	25,70	261,50	9,83	6,185	1,522	1,098	1,386	1468
100	27	271,6	242,40	21,80	29,20	220,60	13,24	6,278	1,615	1,132	1,426	1511
200	MK	337,2	290,20	27,50	47,00	262,70	17,89	6,358	1,695	1,179	1,438	1523
300	7	363,2	300,00	27,90	63,20	272,10	23,23	6,335	1,672	1,232	1,357	1437



CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: 25,27 %

CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: 17,89 %

DENSIDAD SECA MÁXIMA: 1523 kg/m<sup>3</sup>

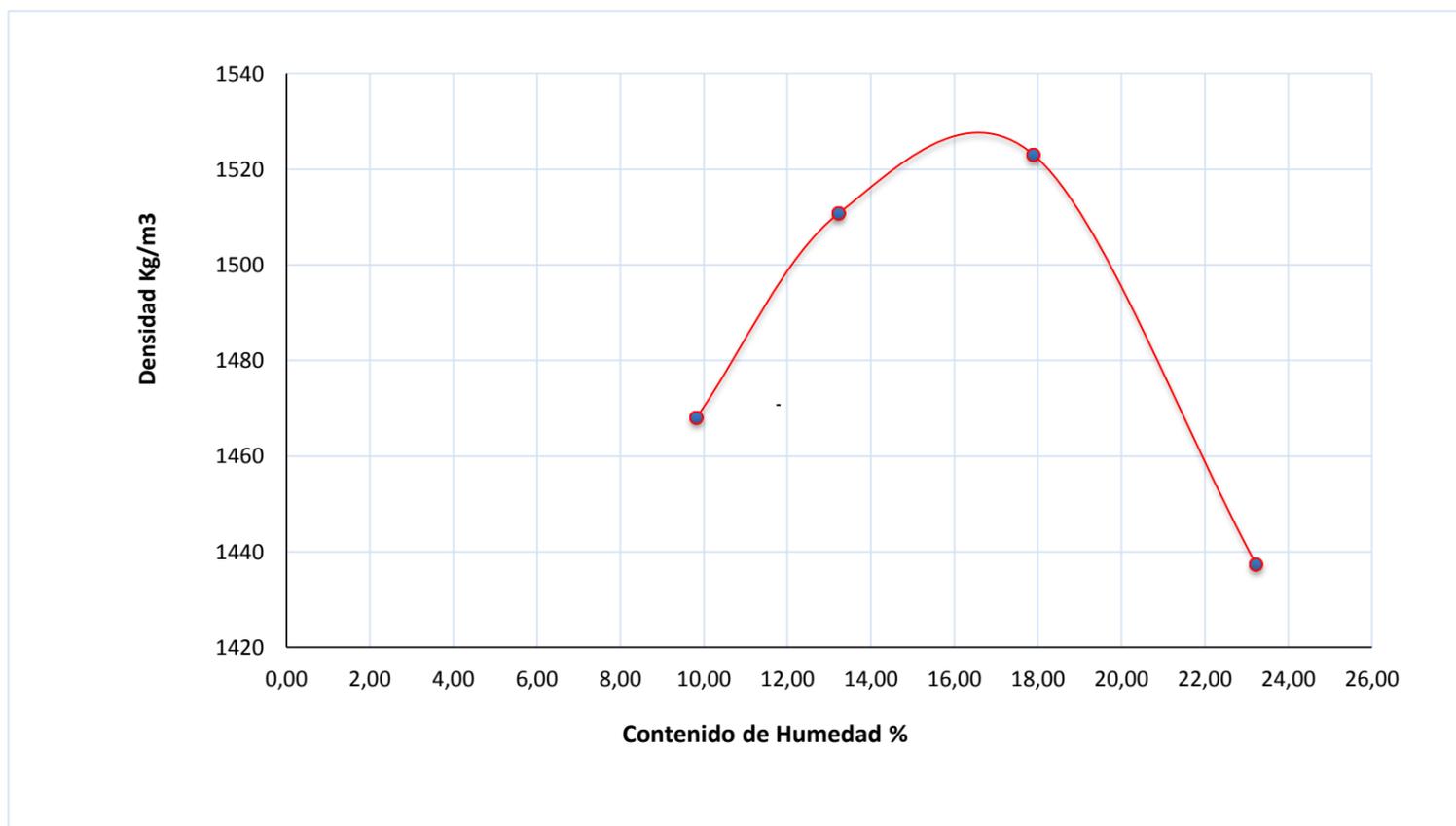


**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

**PRUEBA DE PROCTOR**

VOLUMEN DEL CILINDRO:	0,000944	m <sup>3</sup>	CONTRATISTA:	-
PESO DEL CILINDRO:	4,663	kg	PROYECTO:	Trabajo de titulación
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:	25		UBICACIÓN:	Cantón Naranjal
NÚMERO DE CAPAS:	5		MUESTRA:	2+650 0,40-1,50 m

CANTIDAD DE AGUA cm <sup>3</sup>	RECIPIENTE Nº	PESO TIERRA HUMEDA + RECIPIENTE grs	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE grs	PESO DE RECIPIENTE grs	PESO DE AGUA grs	PESO SECO grs	W %	PESO TIERRA HUMEDA + CILINDRO kg	PESO TIERRA HÚMEDA Wh kg	1 + w/100	PESO TIERRA SECA kg	DENSIDAD SECA kg/m <sup>3</sup>
EN	17	372,6	350,20	22,50	22,40	327,70	6,84	6,220	1,557	1,068	1,457	1544
100	14	247,0	220,10	23,00	26,90	197,10	13,65	6,354	1,691	1,136	1,488	1576
200	8	329,2	283,20	22,70	46,00	260,50	17,66	6,425	1,762	1,177	1,498	1586
300	X	402,7	339,50	20,50	63,20	319,00	19,81	6,389	1,726	1,198	1,441	1526



CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: 24,61 %

CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: 17,66 %

DENSIDAD SECA MÁXIMA: 1586 kg/m<sup>3</sup>

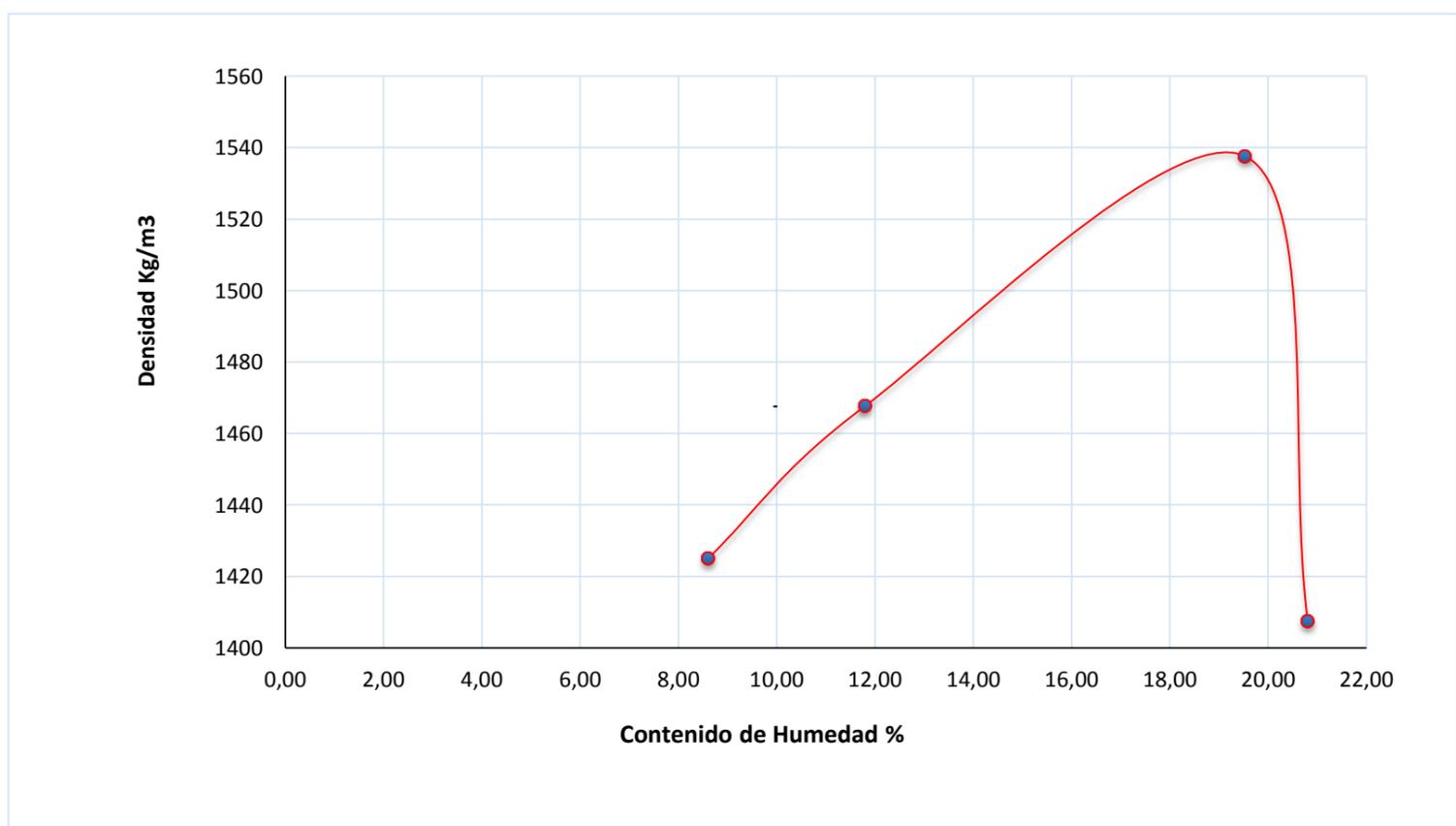


**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

**PRUEBA DE PROCTOR**

VOLUMEN DEL CILINDRO:	0,000944	m <sup>3</sup>	CONTRATISTA:	-
PESO DEL CILINDRO:	4,663	kg	PROYECTO:	Trabajo de titulación
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:	25		UBICACIÓN:	Cantón Naranajal
NÚMERO DE CAPAS:	5		MUESTRA:	0+150 0,60-1,50 m

CANTIDAD DE AGUA cm <sup>3</sup>	RECIPIENTE Nº	PESO TIERRA HUMEDA + RECIPIENTE grs	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE grs	PESO DE RECIPIENTE grs	PESO DE AGUA grs	PESO SECO grs	W %	PESO TIERRA HUMEDA + CILINDRO kg	PESO TIERRA HUMEDA Wh kg	1 + w/100	PESO TIERRA SECA kg	DENSIDAD SECA kg/m <sup>3</sup>
EN	11	363,7	337,10	28,00	26,60	309,10	8,61	6,124	1,461	1,086	1,345	1425
100	16	337,4	304,10	21,90	33,30	282,20	11,80	6,212	1,549	1,118	1,386	1468
200	18	351,4	298,50	27,70	52,90	270,80	19,53	6,398	1,735	1,195	1,451	1538
300	L	363,8	308,10	40,40	55,70	267,70	20,81	6,268	1,605	1,208	1,329	1407



CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: 26,93 %

CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: 19,53 %

DENSIDAD SECA MÁXIMA: 1538 kg/m<sup>3</sup>

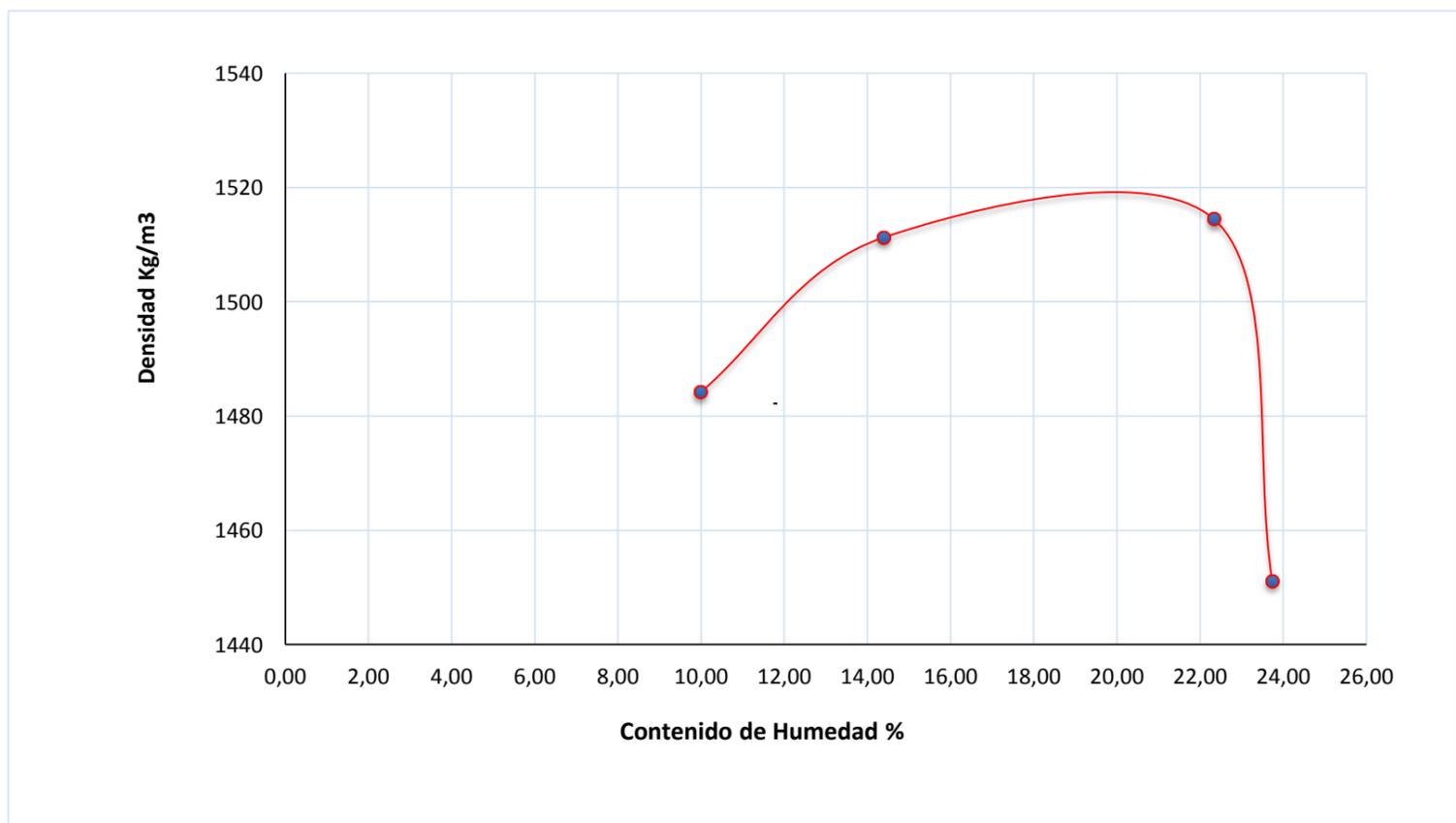


**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
 Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

**PRUEBA DE PROCTOR**

VOLUMEN DEL CILINDRO:	0,000944	m <sup>3</sup>	CONTRATISTA:	-
PESO DEL CILINDRO:	4,663	kg	PROYECTO:	Trabajo de titulación
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:	25		UBICACIÓN:	Cantón Naranjal
NÚMERO DE CAPAS:	5		MUESTRA:	1+150 0,60-1,50 m

CANTIDAD DE AGUA cm <sup>3</sup>	RECIPIENTE Nº	PESO TIERRA HUMEDA + RECIPIENTE grs	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE grs	PESO DE RECIPIENTE grs	PESO DE AGUA grs	PESO SECO grs	W %	PESO TIERRA HUMEDA + CILINDRO kg	PESO TIERRA HUMEDA Wh kg	1 + w/100	PESO TIERRA SECA kg	DENSIDAD SECA kg/m <sup>3</sup>
EN	C	306,0	280,20	21,90	25,80	258,30	9,99	6,204	1,541	1,100	1,401	1484
100	F	340,0	300,10	22,90	39,90	277,20	14,39	6,295	1,632	1,144	1,427	1511
200	JK	245,0	204,50	23,20	40,50	181,30	22,34	6,412	1,749	1,223	1,430	1514
300	1Y	459,6	375,60	21,70	84,00	353,90	23,74	6,358	1,695	1,237	1,370	1451



CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: 25,76 %

CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: 22,34 %

DENSIDAD SECA MÁXIMA: 1514 kg/m<sup>3</sup>

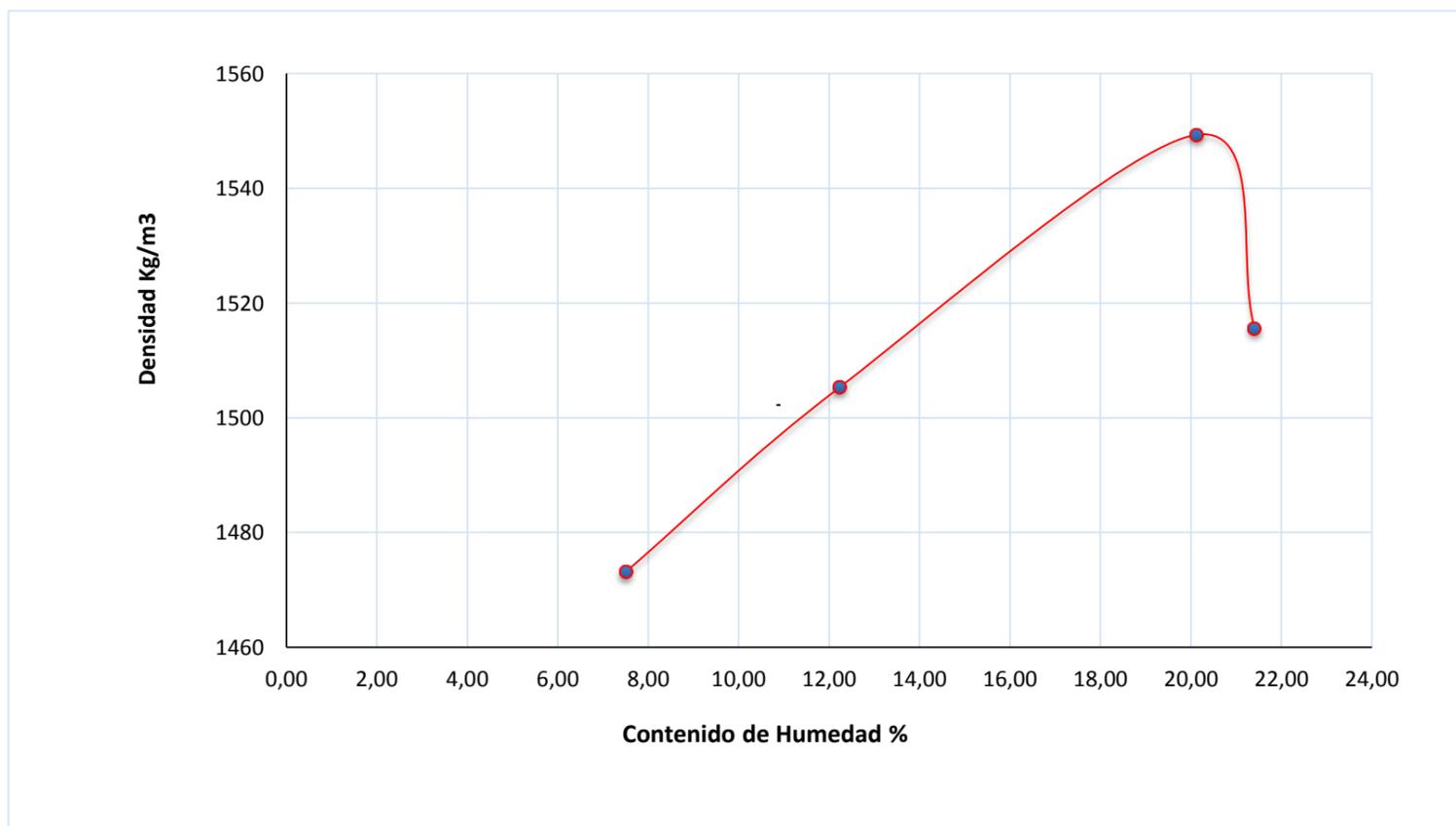


**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
 Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

**PRUEBA DE PROCTOR**

VOLUMEN DEL CILINDRO:	0,000944	m <sup>3</sup>	CONTRATISTA:	-
PESO DEL CILINDRO:	4,663	kg	PROYECTO:	Trabajo de titulación
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:	25		UBICACIÓN:	Cantón Naranjal
NÚMERO DE CAPAS:	5		MUESTRA:	2+150 0,35-1,50 m

CANTI DAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HUMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	W	PESO TIERRA HUMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	1 + w/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA
cm <sup>3</sup>	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m <sup>3</sup>
EN	CD	319,0	298,30	22,50	20,70	275,80	7,51	6,158	1,495	1,075	1,391	1473
100	S	325,3	292,30	22,70	33,00	269,60	12,24	6,258	1,595	1,122	1,421	1505
200	H	270,0	230,10	31,90	39,90	198,20	20,13	6,420	1,757	1,201	1,463	1549
300	W	293,2	245,50	22,70	47,70	222,80	21,41	6,400	1,737	1,214	1,431	1516



CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: 25,50 %

CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: 20,13 %

DENSIDAD SECA MÁXIMA: 1549 kg/m<sup>3</sup>



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

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

**Vol.del Espec.(m3)** 0,002123 **FECHA:** Julio del 2016

Abs.: 0+650 0,20-1,50

**ANTES DE LA INMERSIÓN**

			<b>12 Golpes x capa</b>	<b>25 Golpes x capa</b>	<b>56 Golpes x capa</b>
<b>HUMEDAD</b>	Recipiente N°		V	3	10
	Wh + Recipiente.		230,5	241,7	224,9
	Ws + Recipiente.		196,8	209,5	195,6
	Ww		<b>33,7</b>	<b>32,2</b>	<b>29,3</b>
	Wrecipiente		21,9	30,4	23,2
	Wseco		<b>174,9</b>	<b>179,1</b>	<b>172,4</b>
	W% (porcentaje de humedad)		<b>19,27</b>	<b>17,98</b>	<b>17,00</b>
Peso de Molde + Suelo Húmedo		9,042	11,745	11,000	
Peso de Molde		5,090	7,710	6,955	
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	<b>3,952</b>	<b>4,035</b>	<b>4,045</b>	
Peso del Suelo Seco.	Ws	<b>3,314</b>	<b>3,420</b>	<b>3,457</b>	
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%	W%	<b>19,268</b>	<b>17,979</b>	<b>16,995</b>	
Densidad Húmeda= Wh/Volum.	dh	<b>1862</b>	<b>1901</b>	<b>1905</b>	
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.	ds	<b>1561</b>	<b>1611</b>	<b>1629</b>	

**DESPUES DE LA INMERSIÓN**

			<b>12 Golpes x capa</b>	<b>25 Golpes x capa</b>	<b>56 Golpes x capa</b>
<b>HUMEDAD</b>	Recipiente N°		4	H	LL
	Wh + Recipiente.		305,8	496,1	343,3
	Ws + Recipiente.		257,3	420,2	290,3
	Ww		<b>48,5</b>	<b>75,9</b>	<b>53</b>
	Wrecipiente		39,9	22,6	22,7
	Wseco		<b>217,4</b>	<b>397,6</b>	<b>267,6</b>
	W% (porcentaje de humedad)		<b>22,31</b>	<b>19,09</b>	<b>19,81</b>
Peso de Molde + Suelo Húmedo		9,254	11,059	11,855	
Peso de Molde		5,090	6,954	7,709	
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	<b>4,164</b>	<b>4,105</b>	<b>4,146</b>	
Peso del Suelo Seco.	Ws	<b>3,404</b>	<b>3,447</b>	<b>3,461</b>	
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%	W%	<b>22,309</b>	<b>19,090</b>	<b>19,806</b>	
Densidad Húmeda= Wh/Volum.	dh	<b>1961</b>	<b>1934</b>	<b>1953</b>	
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.	ds	<b>1604</b>	<b>1624</b>	<b>1630</b>	

**% DE HINCHAMIENTO**

LECTURA INICIAL		0,156	0,176	0,225
24 Horas		0,300	0,308	0,325
48 ,,		0,320	0,365	0,368
72 ,,		0,356	0,395	0,440
96 ,,		0,365	0,425	0,487
<b>HINCHAMIENTO</b>	%	5,225	6,225	6,55
C.B.R.	%	12 GOLFES	25 GOLFES	56 GOLFES
Densidad Seca.	ds	1470	1488	1494



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

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

**Vol.del Espec.(m3)** 0,002123 **FECHA:** Julio del 2016

Abs.: 1+650 0,25-1,50

**ANTES DE LA INMERSIÓN**

			<b>12 Golpes x capa</b>	<b>25 Golpes x capa</b>	<b>56 Golpes x capa</b>
<b>HUMEDAD</b>	Recipiente N°		2	9	x
	Wh + Recipiente.		234,5	212	214,6
	Ws + Recipiente.		201,1	182,3	182,5
	Ww		<b>33,4</b>	<b>29,7</b>	<b>32,1</b>
	Wrecipiente		22,1	27,9	28,1
	Wseco		<b>179</b>	<b>154,4</b>	<b>154,4</b>
	W% (porcentaje de humedad)		<b>18,66</b>	<b>19,24</b>	<b>20,79</b>
Peso de Molde + Suelo Húmedo			9,866	10,055	12,055
Peso de Molde			5,756	5,799	7,731
Peso del Suelo Húmedo.		Wh	<b>4,11</b>	<b>4,256</b>	<b>4,324</b>
Peso del Suelo Seco.		Ws	<b>3,464</b>	<b>3,569</b>	<b>3,580</b>
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%		W%	<b>18,659</b>	<b>19,236</b>	<b>20,790</b>
Densidad Húmeda= Wh/Volum.		dh	<b>1936</b>	<b>2005</b>	<b>2037</b>
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.		ds	<b>1632</b>	<b>1681</b>	<b>1686</b>

**DESPUES DE LA INMERSIÓN**

			<b>12 Golpes x capa</b>	<b>25 Golpes x capa</b>	<b>56 Golpes x capa</b>
<b>HUMEDAD</b>	Recipiente N°		7	K	J
	Wh + Recipiente.		249,8	278,8	409,5
	Ws + Recipiente.		203,2	230,7	348,3
	Ww		<b>46,6</b>	<b>48,1</b>	<b>61,2</b>
	Wrecipiente		30	28	27,4
	Wseco		<b>173,2</b>	<b>202,7</b>	<b>320,9</b>
	W% (porcentaje de humedad)		<b>26,91</b>	<b>23,73</b>	<b>19,07</b>
Peso de Molde + Suelo Húmedo			10,234	12,144	10,124
Peso de Molde			5,754	7,730	5,798
Peso del Suelo Húmedo.		Wh	<b>4,48</b>	<b>4,414</b>	<b>4,326</b>
Peso del Suelo Seco.		Ws	<b>3,530</b>	<b>3,567</b>	<b>3,633</b>
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%		W%	<b>26,905</b>	<b>23,730</b>	<b>19,071</b>
Densidad Húmeda= Wh/Volum.		dh	<b>2110</b>	<b>2079</b>	<b>2038</b>
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.		ds	<b>1663</b>	<b>1680</b>	<b>1711</b>

**% DE HINCHAMIENTO**

LECTURA INICIAL			0,121	0,110	0,200
24 Horas			0,212	0,235	0,235
48 ,,			0,250	0,285	0,259
72 ,,			0,310	0,365	0,460
96 ,,			0,425	0,487	0,523
<b>HINCHAMIENTO</b>		%	7,6	9,425	8,075
C.B.R.		%	12 GOLFES	25 GOLFES	56 GOLFES
Densidad Seca.		ds	1524	1540	1569



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

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

**Vol.del Espec.(m3)** 0,002123 **FECHA:** Julio del 2016

Abs.: 2+650 0,40-1,50

**ANTES DE LA INMERSIÓN**

			<b>12 Golpes x capa</b>	<b>25 Golpes x capa</b>	<b>56 Golpes x capa</b>
<b>HUMEDAD</b>	Recipiente N°		Q	XC	B
	Wh + Recipiente.		307,8	251,6	224,5
	Ws + Recipiente.		267,2	215,6	193,5
	Ww		<b>40,6</b>	<b>36</b>	<b>31</b>
	Wrecipiente		22,5	22,7	22,1
	Wseco		<b>244,7</b>	<b>192,9</b>	<b>171,4</b>
	W% (porcentaje de humedad)		<b>16,59</b>	<b>18,66</b>	<b>18,09</b>
Peso de Molde + Suelo Húmedo			10,025	11,425	10,324
Peso de Molde			5,860	7,06	5,840
Peso del Suelo Húmedo.		Wh	<b>4,165</b>	<b>4,365</b>	<b>4,484</b>
Peso del Suelo Seco.		Ws	<b>3,572</b>	<b>3,678</b>	<b>3,797</b>
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%		W%	<b>16,592</b>	<b>18,663</b>	<b>18,086</b>
Densidad Húmeda= Wh/Volum.		dh	<b>1962</b>	<b>2056</b>	<b>2112</b>
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.		ds	<b>1683</b>	<b>1733</b>	<b>1789</b>

**DESPUES DE LA INMERSIÓN**

			<b>12 Golpes x capa</b>	<b>25 Golpes x capa</b>	<b>56 Golpes x capa</b>
<b>HUMEDAD</b>	Recipiente N°		A4	K2	C1
	Wh + Recipiente.		325,6	398,3	288,4
	Ws + Recipiente.		280,3	336,7	245,3
	Ww		<b>45,3</b>	<b>61,6</b>	<b>43,1</b>
	Wrecipiente		21,2	22,6	22,7
	Wseco		<b>259,1</b>	<b>314,1</b>	<b>222,6</b>
	W% (porcentaje de humedad)		<b>17,48</b>	<b>19,61</b>	<b>19,36</b>
Peso de Molde + Suelo Húmedo			10,024	11,335	10,502
Peso de Molde			5,860	7,06	5,840
Peso del Suelo Húmedo.		Wh	<b>4,164</b>	<b>4,275</b>	<b>4,662</b>
Peso del Suelo Seco.		Ws	<b>3,544</b>	<b>3,574</b>	<b>3,906</b>
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%		W%	<b>17,484</b>	<b>19,612</b>	<b>19,362</b>
Densidad Húmeda= Wh/Volum.		dh	<b>1961</b>	<b>2014</b>	<b>2196</b>
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.		ds	<b>1669</b>	<b>1683</b>	<b>1840</b>

**% DE HINCHAMIENTO**

LECTURA INICIAL			0,050	0,024	0,280
24 Horas			0,090	0,220	0,405
48 ,,			0,225	0,295	0,430
72 ,,			0,305	0,302	0,650
96 ,,			0,354	0,387	0,698
<b>HINCHAMIENTO</b>		%	7,6	9,075	10,45
C.B.R.		%	12 GOLFES	25 GOLFES	56 GOLFES
Densidad Seca.		ds	1530	1543	1686



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

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

**Vol.del Espec.(m3)** 0,002123 **FECHA:** Agosto del 2016

Abs.: 0+150 0,60-1,50

**ANTES DE LA INMERSIÓN**

			<b>12 Golpes x capa</b>	<b>25 Golpes x capa</b>	<b>56 Golpes x capa</b>
<b>HUMEDAD</b>	Recipiente N°		L	5	D
	Wh + Recipiente.		375,8	318,1	358,2
	Ws + Recipiente.		325	276	310,1
	Ww		<b>50,8</b>	<b>42,1</b>	<b>48,1</b>
	Wrecipiente		40,4	39,9	41,8
	Wseco		<b>284,6</b>	<b>236,1</b>	<b>268,3</b>
	W% (porcentaje de humedad)		<b>17,85</b>	<b>17,83</b>	<b>17,93</b>
Peso de Molde + Suelo Húmedo			10,612	10,120	10,845
Peso de Molde			6,630	5,887	6,501
Peso del Suelo Húmedo.		Wh	<b>3,982</b>	<b>4,233</b>	<b>4,344</b>
Peso del Suelo Seco.		Ws	<b>3,379</b>	<b>3,592</b>	<b>3,684</b>
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%		W%	<b>17,850</b>	<b>17,831</b>	<b>17,928</b>
Densidad Húmeda= Wh/Volum.		dh	<b>1876</b>	<b>1994</b>	<b>2046</b>
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.		ds	<b>1592</b>	<b>1692</b>	<b>1735</b>

**DESPUES DE LA INMERSIÓN**

			<b>12 Golpes x capa</b>	<b>25 Golpes x capa</b>	<b>56 Golpes x capa</b>
<b>HUMEDAD</b>	Recipiente N°		7	FG	N
	Wh + Recipiente.		435,8	276,3	323,7
	Ws + Recipiente.		355,5	220	276,8
	Ww		<b>80,3</b>	<b>56,3</b>	<b>46,9</b>
	Wrecipiente		41,7	22,2	29,1
	Wseco		<b>313,8</b>	<b>197,8</b>	<b>247,7</b>
	W% (porcentaje de humedad)		<b>25,59</b>	<b>28,46</b>	<b>18,93</b>
Peso de Molde + Suelo Húmedo			10,844	10,425	10,785
Peso de Molde			6,630	5,887	6,501
Peso del Suelo Húmedo.		Wh	<b>4,214</b>	<b>4,538</b>	<b>4,284</b>
Peso del Suelo Seco.		Ws	<b>3,355</b>	<b>3,533</b>	<b>3,602</b>
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%		W%	<b>25,590</b>	<b>28,463</b>	<b>18,934</b>
Densidad Húmeda= Wh/Volum.		dh	<b>1985</b>	<b>2138</b>	<b>2018</b>
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.		ds	<b>1580</b>	<b>1664</b>	<b>1697</b>

**% DE HINCHAMIENTO**

LECTURA INICIAL			0,095	0,118	0,264
24 Horas			0,210	0,335	0,321
48 ,,			0,410	0,570	0,546
72 ,,			0,510	0,590	0,588
96 ,,			0,515	0,591	0,59
<b>HINCHAMIENTO</b>		%	10,5	11,83	8,15

C.B.R.	%	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
Densidad Seca.	ds	1449	1525	1555



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

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

**Vol.del Espec.(m3)** 0,002123 **FECHA:** Agosto del 2016

Abs.: 1+150 0,60-1,50

**ANTES DE LA INMERSIÓN**

			<b>12 Golpes x capa</b>	<b>25 Golpes x capa</b>	<b>56 Golpes x capa</b>
<b>HUMEDAD</b>	Recipiente N°		PÑ	15	E
	Wh + Recipiente.		307,8	347,8	362,7
	Ws + Recipiente.		258,6	295,6	302,5
	Ww		<b>49,2</b>	<b>52,2</b>	<b>60,2</b>
	Wrecipiente		23,9	32,9	21,9
	Wseco		<b>234,7</b>	<b>262,7</b>	<b>280,6</b>
	W% (porcentaje de humedad)		<b>20,96</b>	<b>19,87</b>	<b>21,45</b>
Peso de Molde + Suelo Húmedo		10,135	10,985	12,125	
Peso de Molde		5,860	6,72	7,710	
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	<b>4,275</b>	<b>4,265</b>	<b>4,415</b>	
Peso del Suelo Seco.	Ws	<b>3,534</b>	<b>3,558</b>	<b>3,635</b>	
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%	W%	<b>20,963</b>	<b>19,871</b>	<b>21,454</b>	
Densidad Húmeda= Wh/Volum.	dh	<b>2014</b>	<b>2009</b>	<b>2080</b>	
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.	ds	<b>1665</b>	<b>1676</b>	<b>1712</b>	

**DESPUES DE LA INMERSIÓN**

			<b>12 Golpes x capa</b>	<b>25 Golpes x capa</b>	<b>56 Golpes x capa</b>
<b>HUMEDAD</b>	Recipiente N°		4	9	8
	Wh + Recipiente.		325,6	607,7	421,9
	Ws + Recipiente.		270,3	502,3	350,2
	Ww		<b>55,3</b>	<b>105,4</b>	<b>71,7</b>
	Wrecipiente		29,2	22,1	22,7
	Wseco		<b>241,1</b>	<b>480,2</b>	<b>327,5</b>
	W% (porcentaje de humedad)		<b>22,94</b>	<b>21,95</b>	<b>21,89</b>
Peso de Molde + Suelo Húmedo		10,265	11,123	12,125	
Peso de Molde		5,860	6,720	7,71	
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	<b>4,405</b>	<b>4,403</b>	<b>4,415</b>	
Peso del Suelo Seco.	Ws	<b>3,583</b>	<b>3,611</b>	<b>3,622</b>	
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%	W%	<b>22,937</b>	<b>21,949</b>	<b>21,893</b>	
Densidad Húmeda= Wh/Volum.	dh	<b>2075</b>	<b>2074</b>	<b>2080</b>	
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.	ds	<b>1688</b>	<b>1701</b>	<b>1706</b>	

**% DE HINCHAMIENTO**

LECTURA INICIAL		0,450	0,354	0,247
24 Horas		0,526	0,420	0,450
48 ,,		0,598	0,598	0,561
72 ,,		0,854	0,724	0,745
96 ,,		0,855	0,729	0,749
<b>HINCHAMIENTO</b>	%	10,125	9,375	12,55

C.B.R.	%	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
Densidad Seca.	ds	1547	1559	1564



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

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

**Vol.del Espec.(m3)** 0,002123 **FECHA:** Agosto del 2016

Abs.: 2+150 0,35-1,50

**ANTES DE LA INMERSIÓN**

			<b>12 Golpes x capa</b>	<b>25 Golpes x capa</b>	<b>56 Golpes x capa</b>
<b>HUMEDAD</b>	Recipiente N°		R	TY	C2
	Wh + Recipiente.		307,8	261,5	274,3
	Ws + Recipiente.		260,3	223,5	235,6
	Ww		<b>47,5</b>	<b>38</b>	<b>38,7</b>
	Wrecipiente		21,8	22,7	31,9
	Wseco		<b>238,5</b>	<b>200,8</b>	<b>203,7</b>
	W% (porcentaje de humedad)		<b>19,916</b>	<b>18,924</b>	<b>18,999</b>
Peso de Molde + Suelo Húmedo			10,000	10,856	11,954
Peso de Molde			5,860	6,71	7,755
Peso del Suelo Húmedo.		Wh	<b>4,14</b>	<b>4,146</b>	<b>4,199</b>
Peso del Suelo Seco.		Ws	<b>3,452</b>	<b>3,486</b>	<b>3,529</b>
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%		W%	<b>19,916</b>	<b>18,924</b>	<b>18,999</b>
Densidad Húmeda= Wh/Volum.		dh	<b>1950</b>	<b>1953</b>	<b>1978</b>
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.		ds	<b>1626</b>	<b>1642</b>	<b>1662</b>

**DESPUES DE LA INMERSIÓN**

			<b>12 Golpes x capa</b>	<b>25 Golpes x capa</b>	<b>56 Golpes x capa</b>
<b>HUMEDAD</b>	Recipiente N°		QS	ER	T
	Wh + Recipiente.		384,8	325,6	376,1
	Ws + Recipiente.		320,1	268,5	310,7
	Ww		<b>64,7</b>	<b>57,1</b>	<b>65,4</b>
	Wrecipiente		22,7	25,6	22,8
	Wseco		<b>297,4</b>	<b>242,9</b>	<b>287,9</b>
	W% (porcentaje de humedad)		<b>21,755</b>	<b>23,508</b>	<b>22,716</b>
Peso de Molde + Suelo Húmedo			12,000	10,254	11,124
Peso de Molde			7,755	5,86	6,710
Peso del Suelo Húmedo.		Wh	<b>4,245</b>	<b>4,394</b>	<b>4,414</b>
Peso del Suelo Seco.		Ws	<b>3,487</b>	<b>3,558</b>	<b>3,597</b>
Conetido de agua=Wh / 1+ 0,01W%		W%	<b>21,755</b>	<b>23,508</b>	<b>22,716</b>
Densidad Húmeda= Wh/Volum.		dh	<b>2000</b>	<b>2070</b>	<b>2079</b>
Densidad Seca= Dh / 1+ 0,01W%.		ds	<b>1642</b>	<b>1676</b>	<b>1694</b>

**% DE HINCHAMIENTO**

LECTURA INICIAL			0,050	0,185	0,168
24 Horas			0,180	0,338	0,410
48 ,,			0,210	0,366	0,440
72 ,,			0,356	0,487	0,552
96 ,,			0,359	0,489	0,559
<b>HINCHAMIENTO</b>		%	7,725	7,600	9,775
C.B.R.		%	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
Densidad Seca.		ds	1505	1536	1553



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
 FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

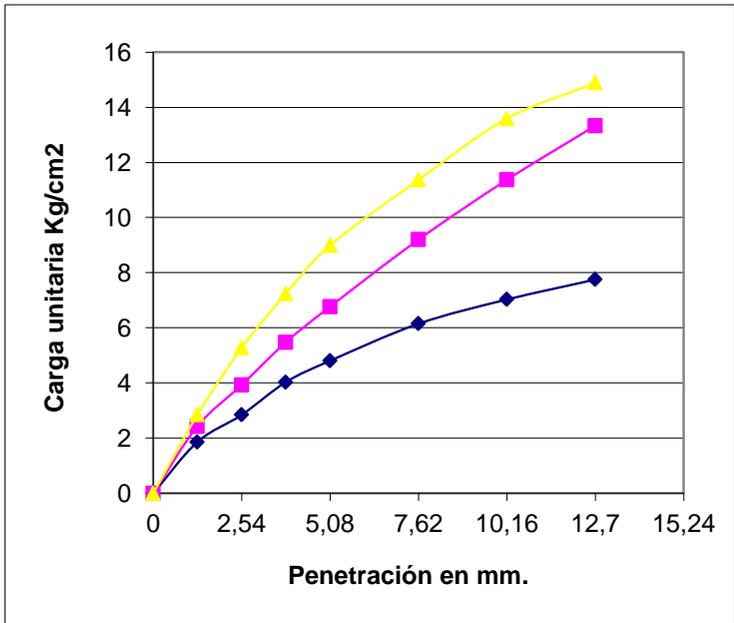
**CBR PENETRACION**

<b>MOLDE No.:</b>		<b>PESO DE MOLDE:</b>	
<b>No. DE GOLPES POR CAPA:</b>	12 -25 -56	<b>VOLUMEN DEL MOLDE:</b>	0,002123
<b>No. DE CAPAS:</b>	5	<b>PESO DEL MARTILLO:</b>	10 Lbs.
		<b>ALTURA DE CAIDA:</b>	18 pulg.

Abs.: 0+650

No. DE ENSAYO	1			2			3		
	CARGA DE PENETRACION LBS			CARGA DE PENETRACION Kg					
1.27 mm (0.05")	79	103	121	36	47	55			
2.54 mm (0.10")	121	167	224	55	76	102			
3.81 mm (0.15")	172	233	308	78	106	140			
5.08 mm (0.20")	205	288	383	93	131	174			
7.62 mm (0.30")	262	392	484	119	178	220			
10.16 mm (0.40")	299	484	579	136	220	263			
12.70 mm (0.50")	330	568	634	150	258	288			

No. DE ENSAYO	1			2			3		
	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")	26,40	34,47	40,33	1,86	2,43	2,84			
2,54 mm (0.10")	40,33	55,73	74,80	2,84	3,93	5,27			
3,81 mm (0.15")	57,20	77,73	102,67	4,03	5,48	7,23			
5,08 mm (0.20")	68,20	96,07	127,60	4,81	6,77	8,99			
7,62 mm (0.30")	87,27	130,53	161,33	6,15	9,20	11,37			
10,16 mm (0.40")	99,73	161,33	192,87	7,03	11,37	13,59			
12,7 mm (0.50")	110,00	189,20	211,20	7,75	13,33	14,88			



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	2,84	4,81
25	3,93	6,77
56	5,27	8,99
<b>C.B.R.</b>	%	
12	4,06	4,58
25	5,61	6,45
56	7,53	8,56



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
 FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

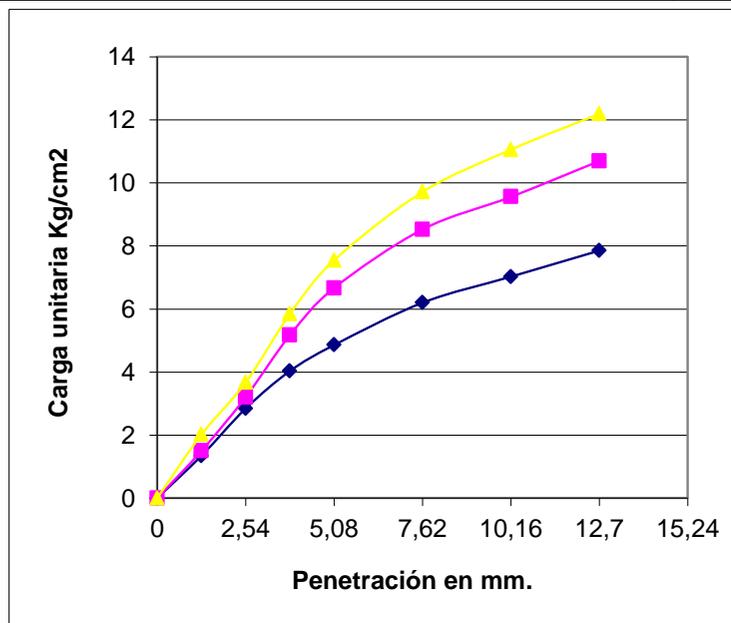
**CBR PENETRACION**

<b>MOLDE No.:</b>		<b>PESO DE MOLDE:</b>	
<b>No. DE GOLPES POR CAPA:</b>	12 -25 -56	<b>VOLUMEN DEL MOLDE:</b>	0,002123
<b>No. DE CAPAS:</b>	5	<b>PESO DEL MARTILLO:</b>	10 Lbs.
		<b>ALTURA DE CAIDA:</b>	18 pulg.

Abs.: 1+650

<b>No. DE ENSAYO</b>	<b>1</b>			<b>2</b>			<b>3</b>		
	<b>CARGA DE PENETRACION LBS</b>			<b>CARGA DE PENETRACION Kg</b>					
1.27 mm (0.05")	57	64	86	26	29	39			
2.54 mm (0.10")	121	136	156	55	62	71			
3.81 mm (0.15")	172	220	249	78	100	113			
5.08 mm (0.20")	207	284	321	94	129	146			
7.62 mm (0.30")	264	363	414	120	165	188			
10.16 mm (0.40")	299	407	471	136	185	214			
12.70 mm (0.50")	334	455	519	152	207	236			

<b>No. DE ENSAYO</b>	<b>1</b>			<b>2</b>			<b>3</b>		
	<b>CARGA DE UNITARIA LBS/plg<sup>2</sup></b>			<b>CARGA UNITARIA Kg/cm<sup>2</sup></b>					
0 mm (0,0")	0	0	0	0	0	0			
1,27 mm (0.05")	19,07	21,27	28,60	1,34	1,50	2,02			
2,54 mm (0.10")	40,33	45,47	52,07	2,84	3,20	3,67			
3,81 mm (0.15")	57,20	73,33	82,87	4,03	5,17	5,84			
5,08 mm (0.20")	68,93	94,60	107,07	4,86	6,67	7,54			
7,62 mm (0.30")	88,00	121,00	137,87	6,20	8,53	9,71			
10,16 mm (0.40")	99,73	135,67	156,93	7,03	9,56	11,06			
12,7 mm (0.50")	111,47	151,80	173,07	7,85	10,70	12,19			



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	2,84	4,86
25	3,20	6,67
56	3,67	7,54
<b>C.B.R.</b>	%	
12	4,06	4,63
25	4,58	6,35
56	5,24	7,18



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
 FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

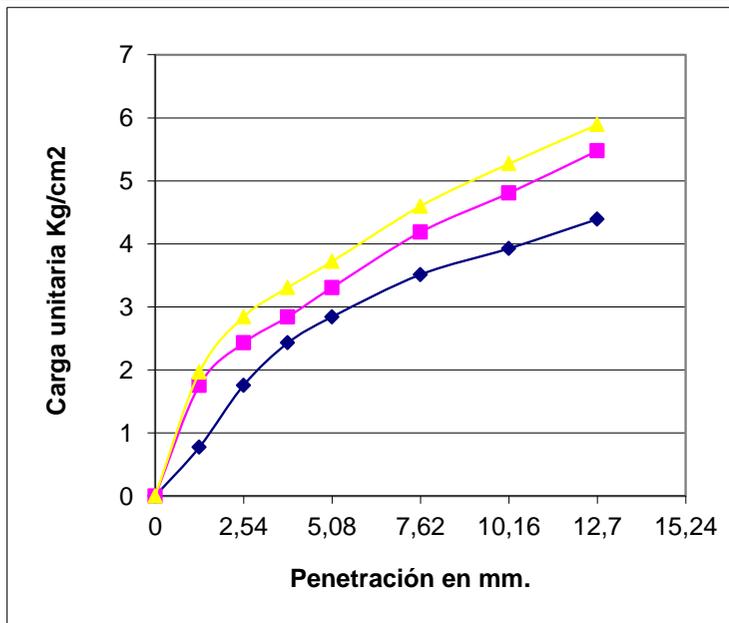
**CBR PENETRACION**

<b>MOLDE No.:</b>		<b>PESO DE MOLDE:</b>	
<b>No. DE GOLPES POR CAPA:</b>	12 -25 -56	<b>VOLUMEN DEL MOLDE:</b>	0,002123
<b>No. DE CAPAS:</b>	5	<b>PESO DEL MARTILLO:</b>	10 Lbs.
		<b>ALTURA DE CAIDA:</b>	18 pulg.

Abs.: 2+650

<b>No. DE ENSAYO</b>	<b>1</b>			<b>2</b>			<b>3</b>		
	<b>CARGA DE PENETRACION LBS</b>			<b>CARGA DE PENETRACION Kg</b>					
1.27 mm (0.05")	33	75	84	15	34	38			
2.54 mm (0.10")	75	103	121	34	47	55			
3.81 mm (0.15")	103	121	141	47	55	64			
5.08 mm (0.20")	121	141	158	55	64	72			
7.62 mm (0.30")	150	178	196	68	81	89			
10.16 mm (0.40")	167	205	224	76	93	102			
12.70 mm (0.50")	187	233	251	85	106	114			

<b>No. DE ENSAYO</b>	<b>1</b>			<b>2</b>			<b>3</b>		
	<b>CARGA DE UNITARIA LBS/plg<sup>2</sup></b>			<b>CARGA UNITARIA Kg/cm<sup>2</sup></b>					
0 mm (0,0")	0	0	0	0	0	0			
1,27 mm (0.05")	11,00	24,93	27,87	0,78	1,76	1,96			
2,54 mm (0.10")	24,93	34,47	40,33	1,76	2,43	2,84			
3,81 mm (0.15")	34,47	40,33	46,93	2,43	2,84	3,31			
5,08 mm (0.20")	40,33	46,93	52,80	2,84	3,31	3,72			
7,62 mm (0.30")	49,87	59,40	65,27	3,51	4,19	4,60			
10,16 mm (0.40")	55,73	68,20	74,80	3,93	4,81	5,27			
12,7 mm (0.50")	62,33	77,73	83,60	4,39	5,48	5,89			



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	<b>0,1 Pulg</b>	<b>0,2 Pulg</b>
12	1,76	2,84
25	2,43	3,31
56	2,84	3,72
<b>C.B.R.</b>	%	
12	2,51	2,71
25	3,47	3,15
56	4,06	3,54



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
 FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

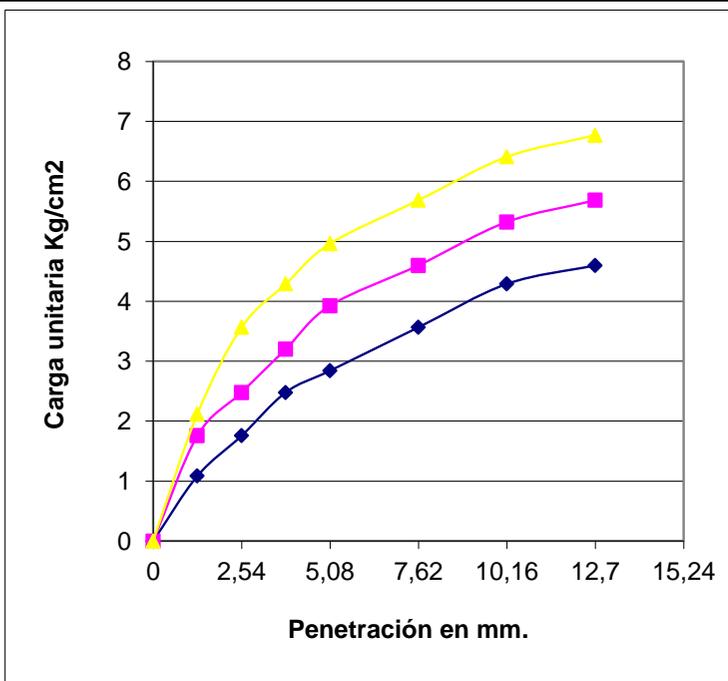
**CBR PENETRACION**

<b>MOLDE No.:</b>		<b>PESO DE MOLDE:</b>	
<b>No. DE GOLPES POR CAPA:</b>	12 -25 -56	<b>VOLUMEN DEL MOLDE:</b>	0,002123
<b>No. DE CAPAS:</b>	5	<b>PESO DEL MARTILLO:</b>	10 Lbs.
		<b>ALTURA DE CAIDA:</b>	18 pulg.

Abs.: 0+150

<b>No. DE ENSAYO</b>	<b>1</b>			<b>2</b>			<b>3</b>		
	<b>CARGA DE PENETRACION LBS</b>			<b>CARGA DE PENETRACION Kg</b>					
1.27 mm (0.05")	46	75	90	21	34	41			
2.54 mm (0.10")	75	106	152	34	48	69			
3.81 mm (0.15")	106	136	183	48	62	83			
5.08 mm (0.20")	121	167	211	55	76	96			
7.62 mm (0.30")	152	196	242	69	89	110			
10.16 mm (0.40")	183	227	273	83	103	124			
12.70 mm (0.50")	196	242	288	89	110	131			

<b>No. DE ENSAYO</b>	<b>1</b>			<b>2</b>			<b>3</b>		
	<b>CARGA DE UNITARIA LBS/plg<sup>2</sup></b>			<b>CARGA UNITARIA Kg/cm<sup>2</sup></b>					
0 mm (0,0")	0	0	0	0	0	0			
1,27 mm (0.05")	15,40	24,93	30,07	1,09	1,76	2,12			
2,54 mm (0.10")	24,93	35,20	50,60	1,76	2,48	3,57			
3,81 mm (0.15")	35,20	45,47	60,87	2,48	3,20	4,29			
5,08 mm (0.20")	40,33	55,73	70,40	2,84	3,93	4,96			
7,62 mm (0.30")	50,60	65,27	80,67	3,57	4,60	5,68			
10,16 mm (0.40")	60,87	75,53	90,93	4,29	5,32	6,41			
12,7 mm (0.50")	65,27	80,67	96,07	4,60	5,68	6,77			



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	1,76	2,84
25	2,48	3,93
56	3,57	4,96
<b>C.B.R.</b>	%	
12	2,51	2,71
25	3,54	3,74
56	5,09	4,72



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
 FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

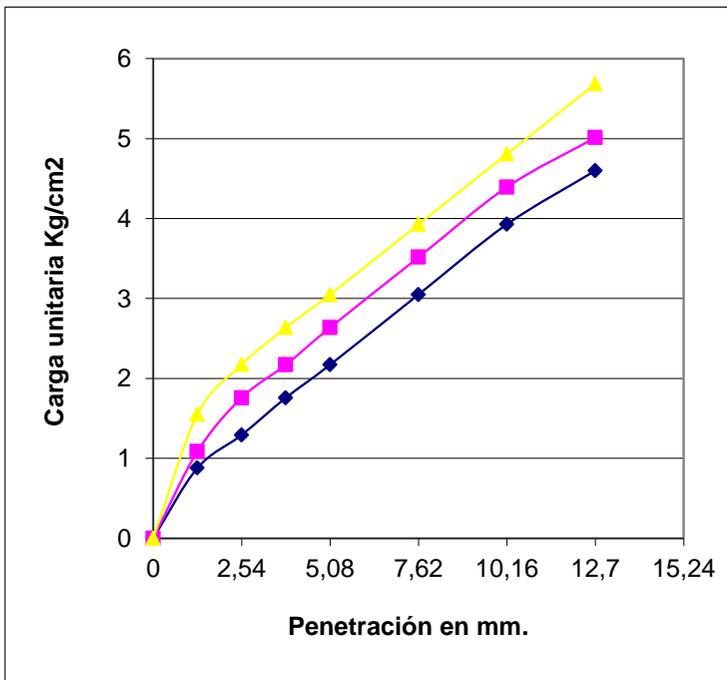
**CBR PENETRACION**

<b>MOLDE No.:</b>		<b>PESO DE MOLDE:</b>	
<b>No. DE GOLPES POR CAPA:</b>	12 -25 -56	<b>VOLUMEN DEL MOLDE:</b>	0,002123
<b>No. DE CAPAS:</b>	5	<b>PESO DEL MARTILLO:</b>	10 Lbs.
		<b>ALTURA DE CAIDA:</b>	18 pulg.

Abs.: 1+150

No. DE ENSAYO	1			2			3		
	CARGA DE PENETRACION LBS			CARGA DE PENETRACION Kg					
1.27 mm (0.05")	37	46	66	17	21	30			
2.54 mm (0.10")	55	75	92	25	34	42			
3.81 mm (0.15")	75	92	112	34	42	51			
5.08 mm (0.20")	92	112	130	42	51	59			
7.62 mm (0.30")	130	150	167	59	68	76			
10.16 mm (0.40")	167	187	205	76	85	93			
12.70 mm (0.50")	196	213	242	89	97	110			

No. DE ENSAYO	1			2			3		
	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")	12,47	15,40	22,00	0,88	1,09	1,55			
2,54 mm (0.10")	18,33	24,93	30,80	1,29	1,76	2,17			
3,81 mm (0.15")	24,93	30,80	37,40	1,76	2,17	2,64			
5,08 mm (0.20")	30,80	37,40	43,27	2,17	2,64	3,05			
7,62 mm (0.30")	43,27	49,87	55,73	3,05	3,51	3,93			
10,16 mm (0.40")	55,73	62,33	68,20	3,93	4,39	4,81			
12,7 mm (0.50")	65,27	71,13	80,67	4,60	5,01	5,68			



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	1,29	2,17
25	1,76	2,64
56	2,17	3,05
<b>C.B.R.</b>	%	
12	1,85	2,07
25	2,51	2,51
56	3,10	2,90



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
 FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

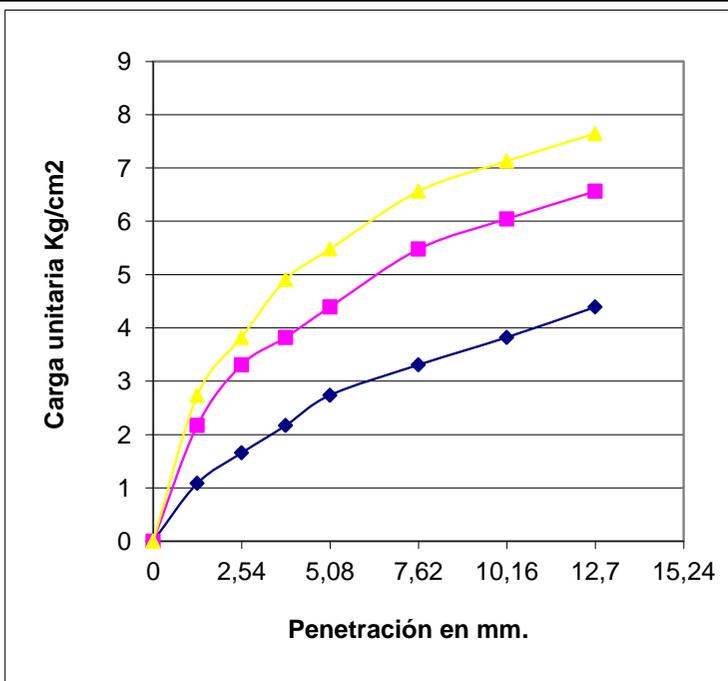
**CBR PENETRACION**

<b>MOLDE No.:</b>		<b>PESO DE MOLDE:</b>	
<b>No. DE GOLPES POR CAPA:</b>	12 -25 -56	<b>VOLUMEN DEL MOLDE:</b>	0,002123
<b>No. DE CAPAS:</b>	5	<b>PESO DEL MARTILLO:</b>	10 Lbs.
		<b>ALTURA DE CAIDA:</b>	18 pulg.

Abs.: 2+150

No. DE ENSAYO	1			2			3		
	CARGA DE PENETRACION LBS			CARGA DE PENETRACION Kg					
1.27 mm (0.05")	46	92	117	21	42	53			
2.54 mm (0.10")	70	141	163	32	64	74			
3.81 mm (0.15")	92	163	209	42	74	95			
5.08 mm (0.20")	117	187	233	53	85	106			
7.62 mm (0.30")	141	233	279	64	106	127			
10.16 mm (0.40")	163	257	304	74	117	138			
12.70 mm (0.50")	187	279	326	85	127	148			

No. DE ENSAYO	1			2			3		
	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")	15,40	30,80	38,87	1,09	2,17	2,74			
2,54 mm (0.10")	23,47	46,93	54,27	1,65	3,31	3,82			
3,81 mm (0.15")	30,80	54,27	69,67	2,17	3,82	4,91			
5,08 mm (0.20")	38,87	62,33	77,73	2,74	4,39	5,48			
7,62 mm (0.30")	46,93	77,73	93,13	3,31	5,48	6,56			
10,16 mm (0.40")	54,27	85,80	101,20	3,82	6,05	7,13			
12,7 mm (0.50")	62,33	93,13	108,53	4,39	6,56	7,65			



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	1,65	2,74
25	3,31	4,39
56	3,82	5,48
<b>C.B.R.</b>	%	
12	2,36	2,61
25	4,72	4,18
56	5,46	5,22



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

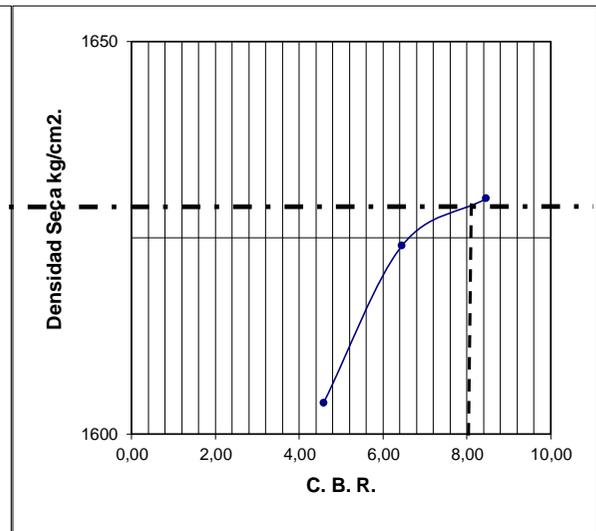
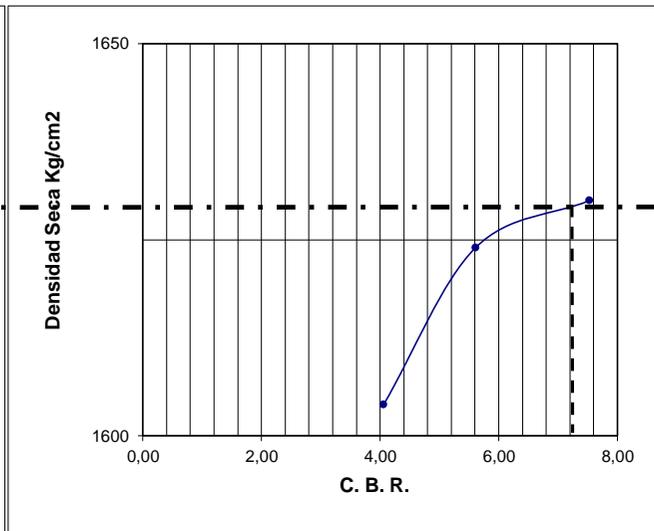
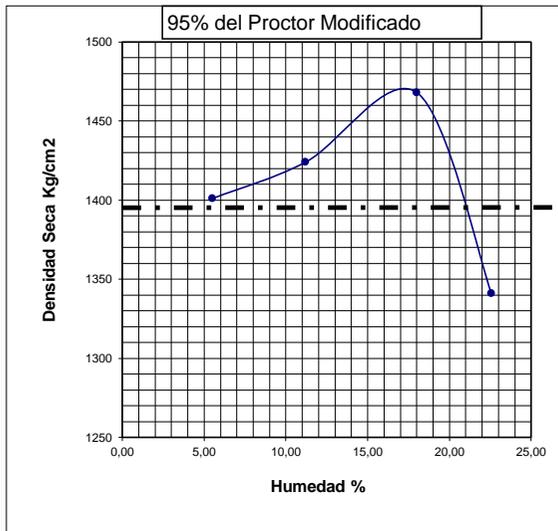
**PROCTOR - C.B.R.**

**FECHA:**

0+150

0,1 de Penetración

0,2 de Penetración



**PROCTOR MODIFICADO**

**C. B. R. = 7,2 %**

**C. B. R. = 8,05 %**

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



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

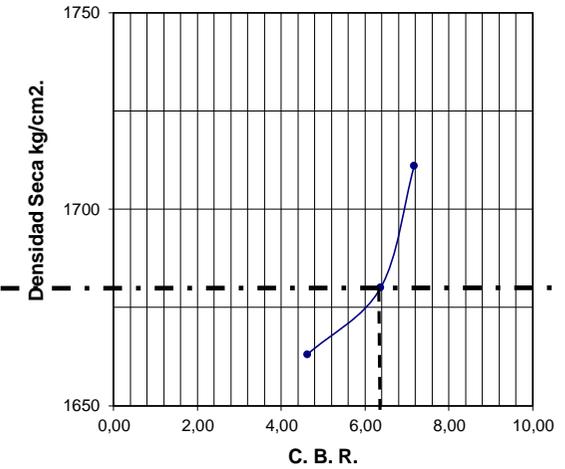
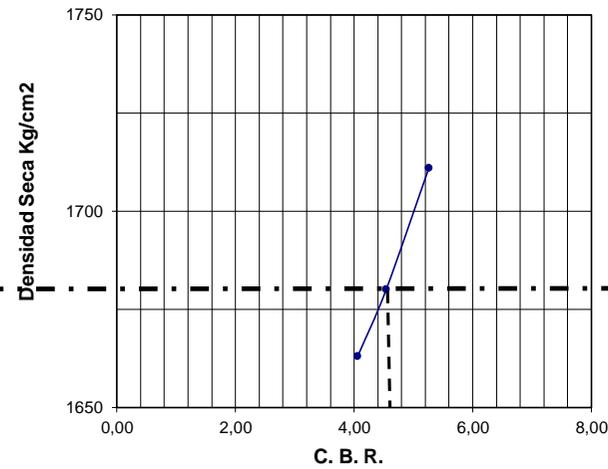
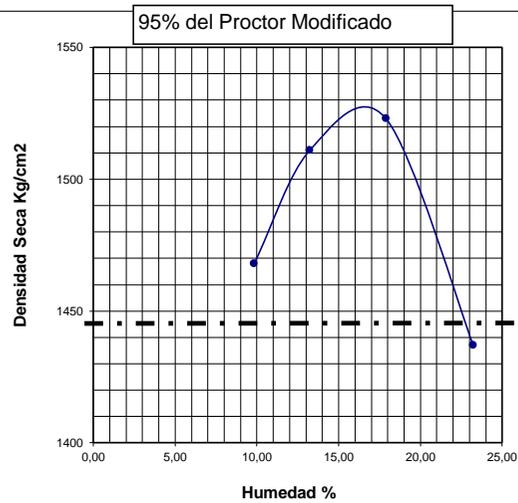
**PROCTOR - C.B.R.**

**FECHA:**

0+650

**0,1 de Penetración**

**0,2 de Penetración**



**PROCTOR MODIFICADO**

**C. B. R. = 4,3 %**

**C. B. R. = 6,2 %**

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



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

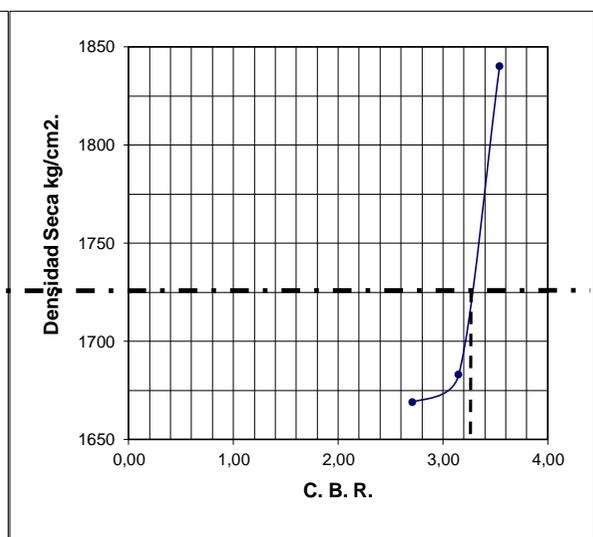
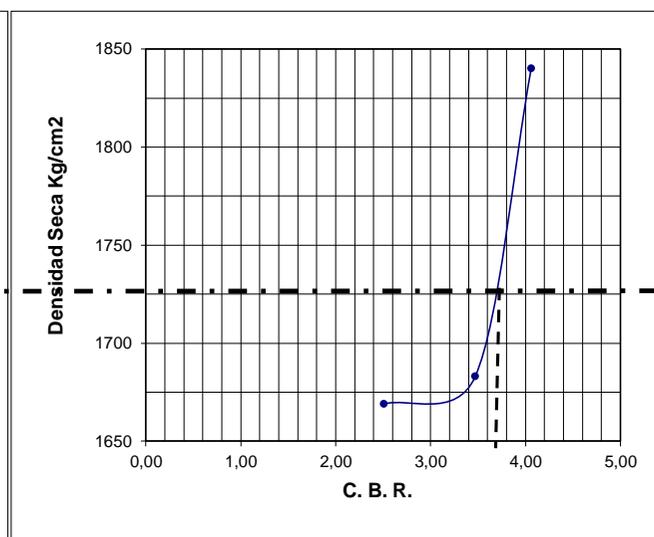
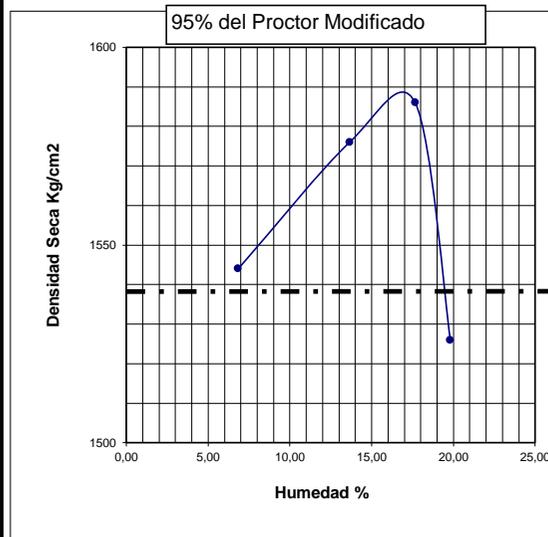
**PROCTOR - C.B.R.**

**FECHA:**

1+150

**0,1 de Penetración**

**0,2 de Penetración**



**PROCTOR MODIFICADO**

**C. B. R. = 3,6 %**

**C. B. R. = 3,2 %**

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



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

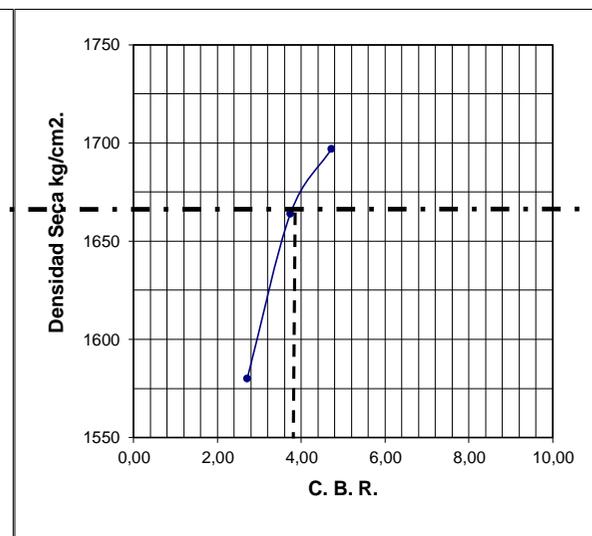
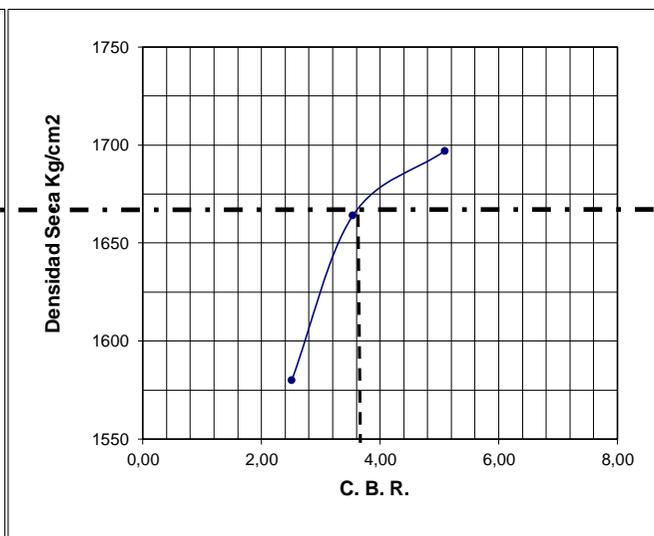
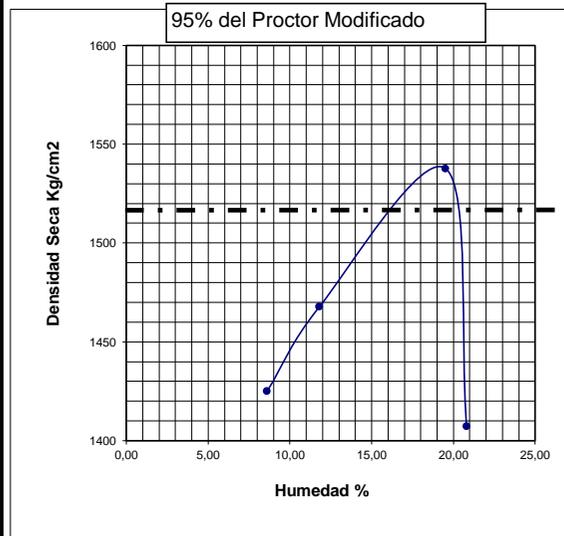
**PROCTOR - C.B.R.**

**FECHA:**

1+650

**0,1 de Penetración**

**0,2 de Penetración**



**PROCTOR MODIFICADO**

**C. B. R. = 3,4 %**

**C. B. R. = 3,9 %**

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



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

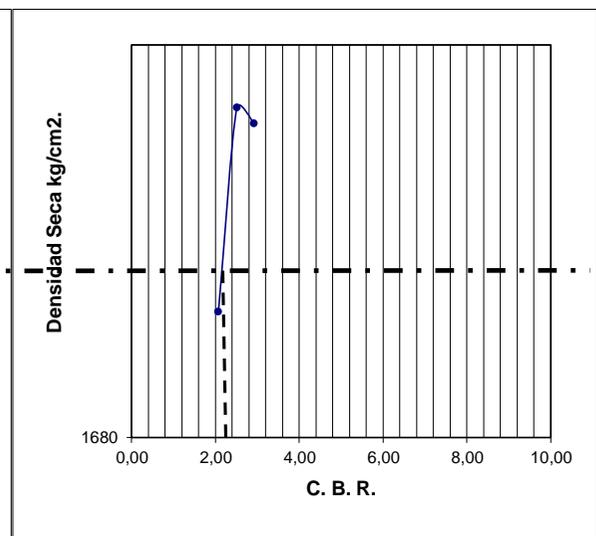
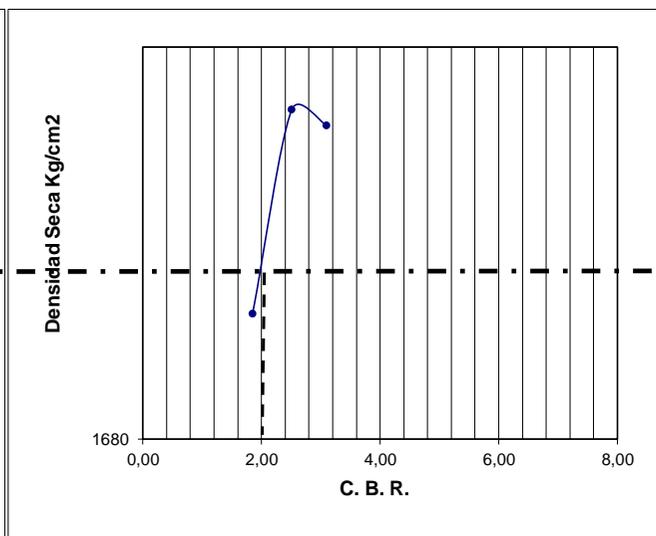
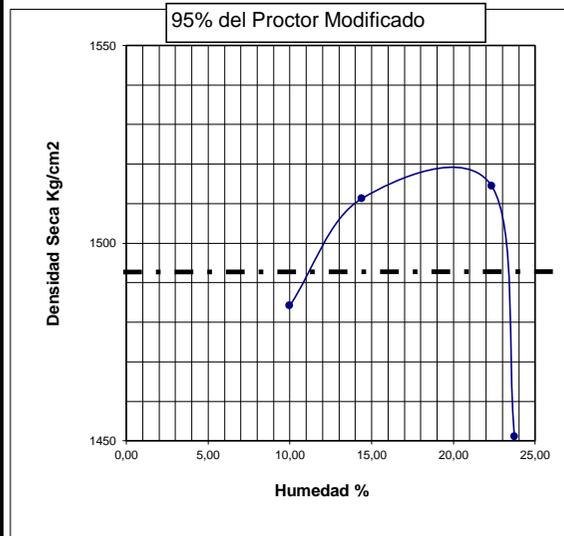
**PROCTOR - C.B.R.**

**FECHA:**

2+150

**0,1 de Penetración**

**0,2 de Penetración**



**PROCTOR MODIFICADO**

**C. B. R. = 2,00 %**

**C. B. R. = 2,20 %**

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



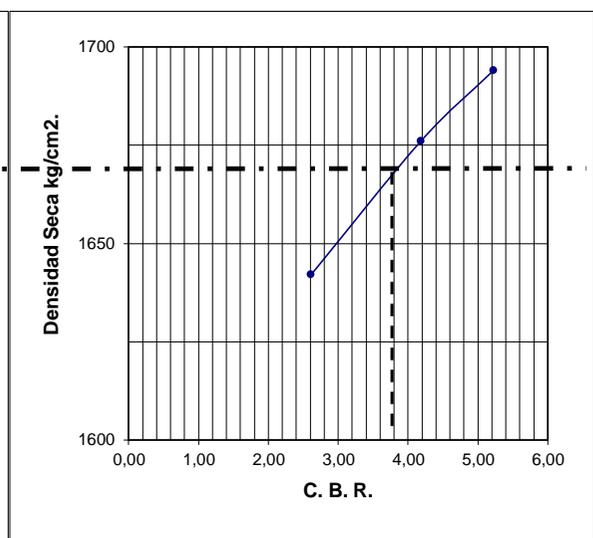
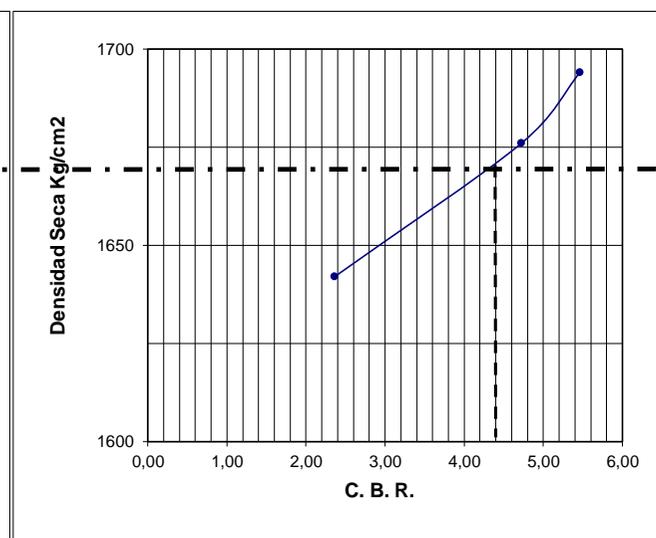
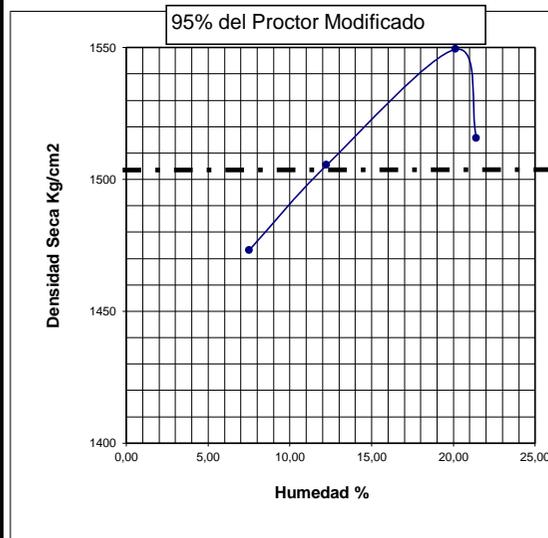
**PROCTOR - C.B.R.**

**FECHA:**

2+650

**0,1 de Penetración**

**0,2 de Penetración**



**PROCTOR MODIFICADO**

**C. B. R. = 4,4 %**

**C. B. R. = 3,9 %**

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

## Bibliografía

*Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, Instituto Nacional de vías*

INVIAS. (2007). REPUBLICA DE COLOMBIA.

AASHTO. (1993). *Guide for Desing of Pavement Structures*. Washington D.C.: AASHTO.

Carciente. (1970). *El Asfalto en el Mantenimiento de los Pavimentos*.

Fonseca, A. M. (2001). *INGENIERÍA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS*. Santa Fé de Bogota D.C.: Stella Valbuena de Fierro.

Ministerio de Transporte Varios. (2007). *Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria*. Colombia: Invias.

NEVI-12. (2013). *Normas para estudio y diseño vial*. Quito: Mtop.

OSPINA, J. J. (2002). *DISEÑO GEOMÉTRICO DE VIAS*. MEDELLIN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.

Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, J. C. (1994). *Ingeniería de Tránsito Fundamenos y Aplicaciones*. Mexico D.C.: Alfaomega.

Santamaria, M. P. (2011). Diseño de la vía "Acceso al recinto caimito". *Diseño de la vía "Acceso al recinto caimito", del cantón Guayaquil del provincia del Guayas*. Guayaquil, Guayas, Ecuador: UG tesis.



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia y 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

TÍTULO Y SUBTÍTULO		Diseño de pavimento flexible y plan para mantenimiento de la vía Recinto Lechugal- Recinto la Marsella del cantón Naranjal de la provincia del Guayas.	
AUTOR/ES:		REVISORES:	
CARLOS LUIS BAILÓN GUZMÁN		ING. JULIO VARGAS JIMENEZ, MS.c ING. GUSTAVO RAMIREZ AGUIRRE, MS.c ING. CARLOS MORA CABRERA, MS.c	
INSTITUCIÓN: Universidad de Guayaquil		FACULTAD: De Ciencias Matemáticas y Físicas	
CARRERA: Ingeniería civil			
FECHA DE PUBLICACIÓN:		2016	Nº DE PÁGS: 93
ÁREAS TEMÁTICAS: VIAS Diseño de Pavimento Flexible Metodología AASHTO 93			
PALABRAS CLAVE: <DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE> <PLAN DE MANTENIMIENTO> <Asshto 93> <LECHUGAL - MARSELLA> <ENSAYOS DE SUELO>			
RESUMEN: Para la elaboración de este proyecto se tomó en consideración la necesidad de las poblaciones de los recintos El Lechugal y La Marsella del cantón Naranjal de la Provincia del Guayas de contar con una carretera en óptimas condiciones, que brinde seguridad y confort y que les permita el traslado rápido de sus productos agrícolas a zonas de acopio, con esto ayudar al desarrollo y progreso de la zona. Este trabajo contará con el diseño de la estructura de pavimento flexible y el plan para el mantenimiento de la vía que une los recintos antes mencionados cuya longitud es de 2.90 km, que inicia a la entrada del recinto El Lechugal, para el desarrollo del diseño se utilizaron especificaciones y normas vigentes como: AASHTO 93 (American Association of State Highway and Transportation Officials) para el diseño del pavimento flexible, Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MOP-001-F2002, Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP. Contiene 6 capítulos en los cuales consta la información del proyecto: El problema, Marco teórico, Metodología, Cálculos y resultados, Plan para mantenimiento, Conclusiones y recomendaciones. Se recomienda que: Los espesores de las capas de la estructura deben ser respetados así como sus propiedades, que deberán cumplir con las especificaciones técnicas propuestas en este proyecto de titulación, pues así el diseño cumplirá su función y vida útil. El asfalto a usar y su colocación deben ser de una manera técnica tal como lo establece el MTO-001- F 2002 para prolongar su vida útil. Realizar el mantenimiento correctivo – preventivo, pues si no se lo hace, el costo de rehabilitación de la vía será mayor al costo de dicho mantenimiento.			
N. DE REGISTRO (en base de datos):		Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			
ADJUNTOS PDF:		<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTOS CON AUTOR/ES:		E-mail: carlos.bailon.89@gmail.com	
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:		Teléfono: 0989931672	
		Nombre: FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS	
		Teléfono: 2-283348	