

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Rehabilitación de Vía de Acceso a Zona Industrial Km. 4.5 Vía

Durán-Tambo.

TESINA DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERA CIVIL

Presentada por:

Pilar Natali Rodríguez Bravo

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año 2013

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por su infinito amor y bondad.

A mis padres y familiares por su apoyo incondicional durante el tiempo de estudios.

A mis maestros por sus enseñanzas día a día en las aulas de clases

DEDICATORIA

A mis padres por su apoyo y los valores que me inculcaron desde niña.

Al cariño y abnegación de mi abuela.

A mis hermanos que sigan este ejemplo de lucha y superación.

A mi esposo y gran amor que conocí el primer día de clases.

TRIBUNAL DE GRADUACION

Ing. Msc. Eduardo Santos B.
DIRECTOR DE TESINA

Dr. Miguel Chávez M.
DELEGADO DEL DECANO FICT

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesina de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

PILAR N. RODRIGUEZ B.

RESUMEN

El objeto de estudio de la presente tesina es la rehabilitación de la vía comprendida entre la intersección en el Kilómetro 4.5 de la vía Durán Tambo y la zona industrial en dicho sector hacia el río Guayas con una longitud de 1945m.

Con el paso de los años la vía ha presentado un cambio en el flujo de vehículos, incrementándose debido al crecimiento industrial de la zona, al aumento de la demanda y al normal crecimiento poblacional que incide positivamente en el aumento del consumidor.

Es precisamente por el aumento del consumo de los productos elaborados por las industrias que se sirven de la vía que las condiciones de diseño han cambiado y se realizaron los respectivos análisis de las condiciones actuales de la vía y se logró determinar el tipo de solución técnica correcta para el mantenimiento y rehabilitación de la vía en estudio.

INDICE GENERAL

RESUMEN

INDICE GENERAL

INDICE DE GRAFICOS

INDICE DE TABLAS

CAPITULO 1

Pág.

1. INTRODUCCION.....	1
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Justificación del Proyecto.....	6
1.3. Planteamiento del Problema.....	7
1.4. Objetivo General.....	7
1.5. Objetivos Específicos.....	8

CAPITULO 2

2. MARCO TEORICO.....	9
2.1. Definición de Pavimento.....	9
2.2. Características que Deben Reunir los Pavimentos.....	10
2.3. Tipos de Pavimentos.....	11

2.3.1. Pavimento Flexible.....	11
2.3.2. Pavimento Rígido.....	13
2.4. Comportamiento de los Pavimentos.....	14
2.5. Tipos de Deterioro de los Pavimentos Flexibles sus Causas.....	15
2.5.1. Deterioro de la Superficie.....	16
2.5.2. Deterioro de la Estructura.....	22
2.6. Tipos de Mantenimientos.....	29
2.6.1. Mantenimiento Leve.....	29
2.6.2. Mantenimiento Severo.....	35

CAPITULO 3

3. ESTUDIOS PRELIMINARES.....	39
3.1. Inventario Vial.....	40
3.1.1. Tipo de Pavimento.....	41
3.1.2. Estado Actual del Pavimento.....	42
3.1.3. Longitud de Vía.....	49
3.1.4. Velocidad de Circulación.....	49
3.1.5. Señalización Vial.....	50
3.1.6. Alineamiento Horizontal y Vertical.....	51
3.1.7. Localización de Obras de Drenaje.....	52
3.1.8. Estudios de Suelo.....	53
3.2. Estudios de Tráfico Vehicular	75

3.2.1. Aforo de Tráfico.....	76
3.2.2. Pronóstico del Tráfico.....	77
3.2.3. Vehículo de Proyecto.....	78
3.2.4. Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual.....	79

CAPITULO 4

4. SOLUCIONES PARA LA REHABILITACION	82
4.1. Análisis de Tramo 1.....	83
4.2. Análisis del Tramo 2.....	83
4.3. Cálculo de los Espesores de las Capas del Pavimento Flexible.....	94
4.4. Presupuesto.....	95

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
5.1. Conclusiones.....	96
5.2. Recomendaciones.....	97

CAPITULO 6

6. ANEXOS.....	98
Anexo A. Nomograma de diseño.....	A

Anexo B. Coeficientes Estructurales.....B
Anexo C. Precios Unitarios.....C
Anexo D. Plano de Ubicación.....D

INDICE DE GRAFICOS	Pág.
Gráfico 1.1. Ubicación Geográfica del Proyecto.....	4
Gráfico 2.1. Sección Típica de un Pavimento Flexible.....	13
Gráfico 2.2. Sección Típica de un Pavimento Rígido.....	14
Gráfico 2.3. Perdida de Agregados en Pavimentos Flexibles	16
Gráfico 2.4. Perdida de la Capa de Rodadura.....	17
Gráfico 2.5. Exudación del Ligante.....	19
Gráfico 2.6. Desgaste de los áridos.....	20
Gráfico 2.7. Exposición de Agregados.....	21
Gráfico 2.8. Roderas.....	22
Gráfico 2.9. Baches Profundos.....	24
Gráfico 2.10. Ondulaciones.....	25
Gráfico 2.11. Grietas longitudinales.....	26
Gráfico 2.12. Grietas transversales.....	27
Gráfico 2.13 Fisuras.....	28
Gráfico 3.1. Estado Actual del Pavimento.....	43
Gráfico 3.2. Estado Actual de los Espaldones.....	44
Gráfico 3.3. Espesor de la Carpeta Existente.....	44
Gráfico 3.4. Estado Actual del Pavimento.....	45
Gráfico 3.5. Estado Actual de la Capa de Rodadura.....	46
Gráfico 3.6. Estado Actual de la Carpeta Existente.....	48

Gráfico 3.7. Estado Actual de la Estructura del Pavimento.....	48
Gráfico 3.8. Señalización Horizontal Existente.....	50
Gráfico 3.9. Señalización Vertical Existente.....	52
Gráfico 4.1. Elección del CBR de diseño.....	89

INDICE DE TABLAS**Pág.**

Tabla 3.1. Espesores de las capas del actual pavimento.....	41
Tabla 3.2. Análisis de los daños de la Vía.....	47
Tabla 3.3. Velocidad de circulación en las condiciones actuales.....	50
Tabla 3.4. Especificaciones del MTOP para granulometría de la Sub Base...3	
Tabla 3.5. Especificaciones del MTOP para granulometría de la Base.....	54
Tabla 3.6. Especificaciones del MTOP para ensayos de materiales.....	61
Tabla 3.7. Resultado de los ensayos realizados a la subrasante.....	71
Tabla 3.8. Resultado del Aforo de Tráfico.....	76
Tabla 3.9. Vehículo de Diseño.....	79
Tabla 3.10. Tasa de Crecimiento Vehicular de la Comisión de Tránsito.....	80
Tabla 3.11. Cálculo del TPDA para 10 años.....	80
Tabla 3.12. Cálculo del TPDA para 20 años.....	81
Tabla 4.1. Sumatoria de Ejes Equivalentes.....	85
Tabla 4.2. Ordenamiento de los CBR de la subrasante.....	88
Tabla 4.3. Porcentaje de CBR de diseño según los ejes equivalentes.....	88
Tabla 4.4. Índice de Servicio Recomendado.....	90
Tabla 4.5. Factor regional en función de la precipitación.....	91
Tabla 4.6. Calculo de los Números Estructurales.....	93
Tabla 4.7. Rediseño de los Espesores de las Capas del Pavimento Flexible para 20 Años.....	93

Tabla 4.8. Presupuesto Referencial.....95

INDICE DE ECUACIONES	Pág.
Ecuación 3.1. Ecuación de Velocidad.....	49
Ecuación 3.2. Ecuación de Tráfico Proyectado.....	77
Ecuación 3.3. Ecuación de Tráfico Generado	78
Ecuación 3.4. Ecuación de Tráfico Desviado.....	78
Ecuación 4.1 Total de Ejes Equivalentes.....	85
Ecuación 4.2. Cálculo de Número Estructural.....	92

CAPITULO 1

1. INTRODUCCION

El presente proyecto está ubicado en el kilómetro 4.5 de la vía Duran-Tambo consta de 1,945 kilómetros de longitud de pavimento flexible con un espesor variable de carpeta asfáltica de 4" y 2" en cada tramo 1 y 2 respectivamente.

Actualmente el pavimento presenta daños graves como: baches, deformaciones en su estructura, grietas con forma de piel de cocodrilo y agregados expuestos entre otros; esto principalmente se debe a que la

vía no ha recibido mantenimiento alguno, antecedente que conlleva a una circulación vehicular lenta, dificultosa y peligrosa con consecuencias del desmejoramiento del vehículo y su carga. Dentro de los principales peligros de circular por esta vía tenemos una falta total de señalización horizontal, producto del deterioro y una señalización vertical obsoleta.

Siendo ésta una zona de industrias y que forma parte del desarrollo industrial, económico y comercial del cantón Durán la vía debe de estar en óptimas condiciones para disminuir los tiempos de circulación.

La vía fue diseñada y construida con las mayores normas de calidad pero debido al intemperismo y el aumento de carros de cargas ha dado lugar a que la vida útil de la vía empiece a disminuir y sea necesaria una rehabilitación de la misma.

1.1 Antecedentes

Debido al incremento en consumos de los productos que elaboran las industrias que están a los alrededores ha aumentado el tráfico de vehículos pesados; esto más las condiciones ambientales ha hecho que la vía no esté en las condiciones apropiadas de

circulación haciendo que el flujo de tráfico vehicular sea irregular y retrasado.

La vía en estudio está ubicada en la intersección del Km. 4.5 de la vía Duran-Tambo donde ubicaremos nuestra abscisa (0+000) y que termina en el complejo del Ministerio de Deporte abscisa (1+945).

Las coordenadas geográficas de la zona del proyecto son las siguientes:

Intersección Km. 4.5 vía Durán-Tambo.

Abscisa:	0+000
Norte:	9758075.4756
Este:	630388.4983

Fin de vía de acceso a zona industrial (Complejo Ministerio de Deporte)

Abscisa:	1+945
Norte:	9758185.4406
Este:	28900.1312



Gráfico 1.1. Ubicación Geográfica del Proyecto. Fuente: Google Earth.

A lo largo de la vía se encuentran varios tipos de daños tanto en la capa de rodadura así como en la estructura del pavimento, entre los cuales tenemos baches profundos con pérdida de la carpeta asfáltica y de la base, deformaciones en la estructura del pavimento, agrietamiento de la carpeta en forma de piel de cocodrilo, los mismos que representan las zonas más críticas para la circulación de los vehículos y en la zona donde presenta un deterioro mínimo la circulación es normal y fluida sin embargo debido a la fricción de los neumáticos con la superficie de rodadura ésta se encuentra desgastada.

El ancho de la calzada es de 7.00m y 8.00m respectivamente con espaldones de ancho variables a lo largo de la vía sin recubrimiento de material bituminoso y cubierto de maleza en los sectores donde hay terrenos vacíos. A un costado de la vía está presente un canal de aguas lluvias construido en terreno natural que presenta acumulación de sedimentos en el fondo los cual no permite la circulación del agua y que además emana malos olores.

A diario esta vía la utilizan personas que trabajan en las instalaciones de las industrias presentes a los alrededores y que se movilizan en vehículos livianos o buses, pero también es utilizada

por los transportista que movilizan materia prima a las diferentes industrias así como los productos elaborados por las mismas, lo que ocasiona que el ingreso y salida en horarios de oficina la circulación de tráfico liviano y pesado se cogestiona por el mal estado en que se encuentra la vía.

1.2 Justificación del Proyecto

Las vías son el mejor medio de comunicación de vital importancia para la sociedad el desarrollo de los pueblos, comunidades y ciudades.

El propósito de este proyecto es rehabilitar y/o dar el debido mantenimiento a la vía en estudio ya que permite la fácil movilización de los vehículos que circulan con personas, materiales o productos a esta zona de vital importancia en desarrollo industrial y económico del cantón Duran ha originado que presente este proyecto con sus respectivas soluciones para rehabilitar la estructura del pavimento, buscando la solución óptima para que en poco tiempo y bajo costo los usuarios puedan utilizarla de manera cómoda.

1.3 Planteamiento del Problema

La vía de estudio presenta baches los cuales han sido rellenos con cascajo en forma irregular, por lo que se dificulta el ingreso y salida de vehículos livianos y pesados formándose larga filas en la intersección con el semáforo abscisa 0+000 causando malestar a los usuarios, pero no toda la vía está en estas condiciones en ciertos tramos la carpeta asfáltica esta desgastada, agrietada o hay también deformaciones en la estructura del pavimento.

Por otra parte no cuenta con señalización horizontal adecuada ya que debido al tránsito y del intemperismo ya se ha borrado de la calzada, por otra parte los letreros de señalización vertical presentan daños y deber ser reparados o reemplazados.

1.4 Objetivo General

Rehabilitar la vía para que pueda cumplir con las condiciones de servicio para las cuales fue diseñada y brindar a los usuarios confort y satisfacción al utilizarla.

1.5 Objetivos Especificos

Realizar un aforo de tráfico para calcular las cargas que soporta la estructura del pavimento.

Determinar las soluciones para la rehabilitación de la vía y que pueda brindar el confort y seguridad que los usuarios necesitan.

CAPITULO 2

2. MARCO TEORICO

2.1 Definición de Pavimento

En ingeniería civil, es la capa constituida por uno o más materiales que se colocan sobre el terreno natural o nivelado, para aumentar su resistencia y servir para la circulación de personas o vehículos.

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se

apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada.

2.2 Características que Deben Reunir los Pavimentos.

Un pavimento para cumplir adecuadamente sus funciones debe de reunir los siguientes requisitos.

- Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- Ser resistente ante los agentes del intemperismo.
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además de ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- Debe presentar regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios.
- Debe ser durable,

- Presentar condiciones adecuadas respecto al drenaje.

2.3 Tipos de Pavimentos

Los pavimentos se dividen en flexibles y rígidos, mismos que se comportan muy diferente al aplicares una carga:

2.3.1 Pavimento Flexible. Reciben este nombre ya que pueden flexionarse sin que se produzcan daños en su estructura, manteniendo así su capacidad de transmisión de cargas. La construcción de este tipo de pavimento resulta muy costosa, tanto en la construcción, como en el mantenimiento y es utilizado en zonas donde hay mucho tránsito, como calles, parques de estacionamiento, veredas, entre otros.

La estructura clásica de un pavimento flexible consta de tres capas que cumplen las siguientes funciones:

Capa de Rodadura: En los pavimentos flexibles es la capa más rígida así como la de mayor resistencia ya que soporta directamente las cargas de los vehículos, de igual manera es

la más costosa por lo que se debe diseñar con los espesores mínimos permisibles

Base: Sobre esta capa está asentada la carpeta de rodadura, y recibe la mayor parte de los esfuerzos producidos por los vehículos. En muchas ocasiones además de una debida compactación debe de recibir otro tipo de tratamiento, es decir debe ser mejorada (estabilizada) para aumentar su resistencia y poder transmitir de manera adecuada las cargas producidas por el tránsito a las capas inferiores.

Sub-base: Dependiendo de la cantidad de tráfico que la vía a soportar, su longitud y además la capacidad de carga de la subrasante en el diseño de pavimento flexible esta capa puede omitirse; su calidad es menor que la capa de base al igual que su precio, lo cual representa un ahorro de dinero al transformar un cierto espesor de la capa de base a un espesor equivalente del material de sub-base.

La calidad de estos materiales disminuye con forme aumenta la profundidad sin embargo dependiendo del diseño se

puede prescindir de la capa de sub-base; la división de las capas es netamente un factor económico ya que cuando se determina el espesor de una capa se debe darle el mínimo espesor que disipe los esfuerzos sobre la capa inmediata inferior. Las especificaciones de estos materiales se encuentran en las especificaciones técnicas del MTOP.

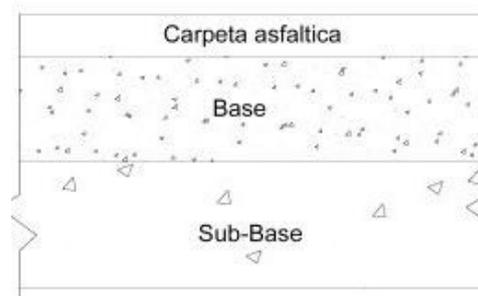


Gráfico 2.1. Sección Típica de un Pavimento Flexible.

Fuente: www.pasionporvolar.com/pavimentacion-de-pistas-aereas/

2.3.2 Pavimento Rígido. Los pavimentos rígidos están formados por una losa de hormigón hidráulico sostenida sobre una capa de material granular generalmente sub-base. Pueden soportar cargas pesadas ya que el hormigón absorbe gran cantidad de estos esfuerzos. Este tipo de pavimento son muy resistentes además de ser económicos tanto para construir como para darles mantenimiento.

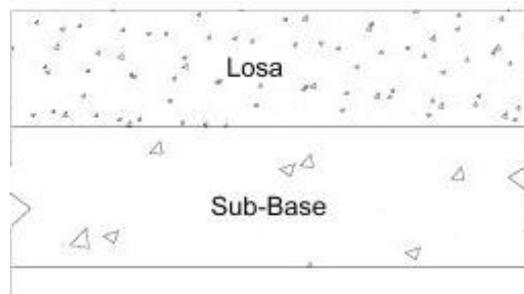


Gráfico 2.2. Sección Típica de un Pavimento Rígido. Fuente: www.pasionporvolar.com/pavimentacion-de-pistas-aereas/

2.4 Comportamiento de los Pavimentos Flexibles.

Los pavimentos sufren con el tiempo daño y deterioro aun cuando sea adecuadamente diseñado y construido con todas las especificaciones y normas de calidad. Los pavimentos son la única obra que se diseña para que en determinado tiempo su vida útil llegue a su fin, aun cuando reciba los mantenimientos debidos en determinado momento va a fallar.

Las fallas estructurales en los pavimentos dependen de la capacidad de carga del pavimento lo que causa la fatiga de la estructura; y las fallas funcionales es la incapacidad del pavimento de brindar una superficie de rodadura confortable, segura y económica para los usuarios.

Cuando en un pavimento se muestran sus primeros deterioros se deben de iniciar los mantenimientos adecuados para ser controlados tales como sellado de grietas, reparación de huecos y bacheo con lo que se conserva su misma estructura y mejora su condición actual.

Si la condición del pavimento ya está en estado crítico tanto en la parte funcional como estructural, se debe de rehabilitar o reconstruir lo que genera un costo más elevado.

2.5 Tipos de Deterioros de los Pavimentos Flexibles y sus Posibles Causas.

Los pavimentos flexibles pueden sufrir daños en su superficie y en su estructura. A continuación presentamos un detalle de los mismos:

2.5.1 Deterioros de la superficie

Se refiere al deterioro únicamente de la carpeta asfáltica, el tipo de daño y sus posibles causas se detallan a continuación:

▪ **Pérdida de Agregados**



Gráfico 2.3. Pérdida de Agregados en Pavimentos Flexibles.

Es la pérdida parcial de los agregados en capas asfálticas con espesores mayores que 5 cm dejando expuestas áreas de las capas de apoyo.

Sus causas más comunes son:

- Ligante inadecuado o esparcido irregular.
- Utilización de áridos sucios con polvo adherido.
- Lluvia durante el esparcido o antes del fraguado del ligante.

▪ **Pérdida de la Carpeta de Rodadura**



Gráfico 2.4. Pérdida de la Carpeta de Rodadura. Fuente: <http://www.eluniverso.com/2013/03/14/1/1550/lluvias-dejan-grandes-baches.html>.

Este tipo de daños se da en las capas de rodaduras de espesores menores de 2 o 3 cm o en sobre capas delgadas de 3 a 5 cm.

Sus causas pueden ser las siguientes:

- Falta de limpieza previa al tratamiento superficial.
- Ligante inadecuado o esparcido heterogéneo.
- Dosificación inadecuada.
- Colocación con lluvia o exceso de agua en la capa de apoyo lo que produce delaminación.

- Deficiente compactación.
- Fraguado incompleto.
- Envejecimiento del ligante.

▪ **Pérdida de la Base**

Desprendimiento del material de la base en la que se apoya, la capa de rodadura después de la pérdida de esta.

Sus causas más comunes son:

- Insuficiente penetración del riego de imprimación en la base.
- Dosificación insuficiente de ligante en bases tratadas con cemento asfáltico, aplicado en caliente, diluido o emulsificado.
- Ligante inadecuado o de mala calidad.
- Espesor insuficiente de la capa de rodadura.

- **Exudación del Ligante**

Es la presencia del asfalto sin agregados.



Gráfico 2.5. Exudación del Ligante. Fuente: Catálogo de deterioro de pavimentos flexibles.

Sus principales causas son:

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

- **Desgastes de los Áridos**

Presencia de agregados que presentan una cara plana en la superficie generalmente embebidos en el ligante, debido al uso de agregados suaves como las calizas que son susceptibles al pulimiento.



Gráfico 2.6. Desgaste de los Áridos.

- **Exposición de Agregados**

Presencia de agregados parcialmente expuestos fuera del mortero.



Gráfico 2.7. Exposición de Agregados.

Las principales causas son:

- Uso de agregado con tamaño inadecuado.
- Circulación de llantas con clavo.
- Segregación de los agregados durante su manejo en obra.

2.5.2 Deterioros de la Estructura

Consiste en el deterioro de las capas internas que conforman el pavimento cuando este no está diseñado para soportar las cargas de tránsito que circulan a diario produciendo daños en las capas superiores o su calidad no es la adecuada.

- **Roderas**

El perfil transversal se deforma es decir hay hundimiento o ahuellamiento de las llantas de los vehículos.



Gráfico 2.8. Roderas. Fuente: Catálogo de deterioro de pavimentos flexibles.

Las causas más comunes son:

- Uso de ligantes blandos.
- Exceso de ligantes.
- Uso de áridos redondeados.
- Compactación o calidad deficiente de la base.

- **Canalizaciones**

Es la deformación del perfil transversal por hundimiento y por elevación de las áreas circundantes adyacentes a las roderas, esta deformación es mayor que las roderas, esto debido a la capacidad insuficiente que posee el pavimento

- **Baches Profundos**

Es el hundimiento local de la calzada con agrietamiento de malla cerrada, pérdida parcial de bloques de la capa de rodadura.



Gráfico 2.9. Baches Profundos.

Sus posibles causas:

- Estructura insuficiente.
- Defectos constructivos.
- Subdrenaje inadecuado.

▪ **Ondulaciones**

Son deformaciones en el perfil longitudinal con crestas y valles regularmente espaciados a distancias cortas. Generalmente están rodeados de grietas.



Gráfico 2.10. Ondulaciones.

Sus posibles causas son:

- Circulación lenta en pendientes pronunciadas.
- Frenado de vehículos pesados en intersecciones.
- Dosificación de ligantes inadecuados.
- Áridos redondeados.
- Ligantes blandos.

▪ **Grietas Longitudinales**

Rotura longitudinal paralela al eje de la carretera y aberturas mayores a 3mm.



Gráfico 2.11. Grietas Longitudinales. Fuente: www.upm.es/institucional/UPM/CanalUPM/Noticias/ci.

Sus posibles causas son:

- Juntas longitudinales de construcción inadecuadamente trabajadas.
- Gradiente térmico superior a los 30°C.
- Uso de ligantes muy duros.
- Ligantes envejecidos.

▪ **Grietas Transversales**

Rotura transversal perpendicular al eje de la carretera con abertura mayor a 3mm.



Gráfico 2.12. Grietas Transversales. Fuente: www.fsotelo5.blogspot.com/2011/inspeccion-de-danos-en-pavimentos-flexibles.

Sus posibles causas son:

- Juntas transversales de construcción inadecuadamente trabajada.
- Gradiente térmico superior a 30°C
- Uso de ligante muy duros.
- Reflejo de grietas en bases rígidas (losas de hormigón o bases estabilizadas).

▪ **Fisuras**

Es la rotura transversal o longitudinal con abertura menor de 3mm y separación mayor a 15 cm, en caso de que la separación de las fisuras sea menor de 15cm y la abertura avanza con el deterioro se denominan fisuras de malla cerrada o piel de cocodrilo.



Gráfico 2.13. Fisuras.

Sus posibles causas son:

- Uso de ligantes muy duros.
- Reflejos de fisuras de bases estabilizadas.
- Incompatibilidad de deflexiones con el espesor de la capa de rodadura.
- Sub drenaje inadecuado.
- Uso de ligantes.

2.6 Tipos de Mantenimiento

Los tipos de mantenimiento pueden ser preventivos y correctivos, leves o severos. El mantenimiento leve se aplica en puntos

localizados donde se busca reparar o corregir las fallas que afectan el nivel de servicio; por su parte el mantenimiento severo se aplica a tramos de vías y se desarrolla en actividades programadas y ejecutadas para mejorar de forma sustancial el pavimento.

2.6.1 Mantenimiento Leve

- **Sellado de Grietas**

Es una actividad que consiste básicamente en la limpieza de las grietas con herramientas menores y/o aire comprimido y luego ser selladas con productos asfálticos, lechada o mezcla asfáltica, a fin de prevenir la entrada de agua y otros materiales a la estructura del pavimento, se debe realizar este mantenimiento antes de que empiecen las lluvias. El sellado de grietas es poco efectivo además de costoso en el caso de grietas como piel de cocodrilo; esta acción en sí no brinda un beneficio estructural pero ayuda a disminuir el deterioro del pavimento.

- **Bacheo**

Las acciones de bacheo son las más comunes a la hora de reparar fallas en los pavimentos. El bacheo consiste en la remoción y reposición de un área localizada severamente dañada o el relleno de los huecos producidos por disgregación. También se realiza para corregir fallas estructurales manifestadas por la aparición de grietas tipo piel de cocodrilo, ahuellamiento profundo, huecos, hundimientos etc.

Bacheo de Emergencia. Consiste en el relleno de huecos con mezclas asfálticas en frío o en caliente no necesitan preparación del área afectada aunque son recomendables. El relleno debe de compactarse de la mejor forma posible ya que de ello depende su duración.

Bacheo de Superficie. No requiere remoción del pavimento sino más bien consiste en sellar mediante la aplicación de un riego de adherencia y mezcla asfáltica en frío o caliente en los lugares donde se

presenten agrietamientos, deformaciones, hundimientos o disgregaciones. El procedimiento consiste en limpiar la superficie aplicar el riego asfáltico extender y compactar la mezcla en espesores de 1" a 2".

Bacheo de Carpeta. Considera la remoción parcial o total de la carpeta asfáltica en la zona afectada, limpieza y conformación de la superficie de apoyo de ser necesario, aplicación de un riego de adherencia y luego el relleno y compactación de la nueva carpeta asfáltica.

Bacheo Profundo. Se refiere a la remoción y reposición de la carpeta asfáltica, y de bases o subrasantes; la remoción de la carpeta asfáltica se debe de proceder como se indicó anteriormente, la remoción de bases, sub bases o subrasantes se hará cuando no se encuentre una superficie de apoyo resistente, es decir cuando hay exceso de humedad, falta de compactación, contaminación o materiales de baja calidad.

El bacheo provisional puede durar de días a semanas y se realiza generalmente por emergencia debido a la aparición de una falla que no se puede reparar de forma permanente debido a condiciones climáticas, su duración es corta debido luego deberá ejecutarse el bacheo permanente.

El bacheo permanente debe tener la misma resistencia del pavimento actual

- **Tratamiento Superficial Localizado**

Consiste en la aplicación de un sello asfáltico en superficies menores de 300 m² de área. Se aplica un sello asfáltico cubierto con agregados o lechada, se utiliza en pavimentos envejecidos que presentan grietas finas o pérdidas de agregados por disgregación menor, no se recomiendan en vías con alto volumen y tráfico pesado, o en pavimentos con fallas estructurales severas. Es de vital importancia cuidar que el extendido sea uniforme y en la cantidad

apropiada cuyos agregados deben de estar limpios y tener la granulometría adecuada.

- **Nivelación Localizada**

Para su ejecución se requiere limpieza de la superficie a tratar, la mezcla es extendida a mano o con la ayuda de equipos de construcción y luego debe de ser compactada con rodillo liso hasta obtener la densidad adecuada.

- **Fresado y/o Texturización Localizada**

El fresado en frío es un proceso mediante el cual un equipo provisto de un cilindro rotatorio con especial dureza remueve pavimentos de concreto asfáltico, hasta una profundidad especificada, se remueve espesores de 1 a 3 cm de pavimento con la finalidad de alisar las áreas deformadas con elevaciones y corrugaciones, ahuellamientos, superficies agrietadas y disgregadas.

El equipo remueve el material sin dañar las capas inferiores deja una superficie rugosa y nivelada que facilita la colocación de nuevas capas de espesor uniforme además de mejorar la adherencia. Las ventajas de usar este equipo son:

Reduce las elevaciones de la rasante evitando utilizar las capas de nivelación.

Se puede utilizar para tratar áreas de cualquier tamaño

El material removido puede ser reutilizado en el reciclado de mezclas o como base en nuevos pavimentos o baches

Produce menos molestias al tráfico ya que el equipo fresador carga el material removido en forma simultánea.

2.6.2 Mantenimiento Severo

Son aquellas que se aplican a toda el área de una vía o a una sección importante de la misma. Son acciones programadas para producir un mejoramiento sustancial del pavimento tanto funcional como estructural, aumentando su vida útil en un período considerable de tiempo, generalmente están dirigidas a mejorar la calidad de rodaje del pavimento, su fricción o su capacidad estructural. Las condiciones de mantenimiento severo son las siguientes:

- **Tratamientos Superficiales.**

Los sellos o tratamientos superficiales constituyen una excelente alternativa de rehabilitación; especialmente recomendable para vías de bajo y medio volumen de tráfico y cargas, son adecuados y económicos para proteger superficies viejas y oxidadas, sellar grietas y corregir fallas menores.

- **Capas Asfálticas.**

La construcción de capas asfálticas en especial con mezclas en caliente de concreto asfáltico constituye una de las principales actividades en el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos. Las capas asfálticas de alta calidad ofrecen solución para casi todo tipo de problema, entre las cuales tenemos las siguientes: **las capas de nivelación**, son aquellas que se utilizan en las vías deformadas que permitan elevación de la rasante y sus capas son de espesor variable colocadas con finisher. Dependiendo del caso pueden ejecutarse previo a la colocación de otra capa o cumplir simultáneamente funciones de nivelación, refuerzo estructural o sello en forma simultánea. Generalmente se usan capas de 2 a 4 cm cuando se considera la necesidad de proteger una superficie envejecida, mejorar su calidad de rodaje y resistencia al deslizamiento.

- **Remoción por Fresado.**

La remoción por fresado de pavimentos asfálticos ofrece una excelente alternativa para evitar algunos problemas que se generan con la colocación de capas asfálticas especialmente en vías urbanas. Su uso es conveniente para alisar superficies deformadas, remover elevaciones y corrugaciones o reducir ahuellamiento.

- **Reciclado.**

Se refiere a la utilización de materiales que conforman capas de un pavimento existente mediante procesos especiales, con la finalidad de mejorar sus propiedades y reincorporarlos a la estructura. El reciclado puede ser en frío o en caliente. El reciclado en caliente generalmente se aplica a las capas asfálticas removiendo mediante fresado la capa asfáltica a reciclar que generalmente es procesado en planta con la adición de agregado virgen, asfalto y agentes rejuvenecedores con la

finalidad de producir una nueva mezcla en caliente.

El reciclado en frío consiste en remover el espesor de mezcla asfáltica a tratar y reciclarla mediante la adición de emulsión asfáltica, el principal uso del reciclaje en frío es la recuperación y reutilización de mezclas asfálticas en vías de bajo y mediano tráfico, luego de ser colocada se debe de proteger con un sello asfáltico

CAPITULO 3

3. ESTUDIOS PRELIMINARES

En este capítulo realizaremos los estudios y análisis necesarios para determinar la mejor solución ingenieril para rehabilitar la vía en análisis.

La vía a la cual le vamos a dar mantenimiento consta de 2 carriles y de 1,945 kilómetros de longitud distribuidos de la siguiente manera 1,080 Km. En sentido Oeste – Este y 0,865 Km. En sentido Sur – Norte.

Junto a la vía hay un canal de aguas lluvias construido en terreno natural el cual tiene sedimentos en el fondo lo que mantiene el agua represada

sin tener hacia donde drenar no recibe mantenimiento paródico para que el agua pueda circular.

Por otra parte desde la abscisa 1+080 hasta la abscisa 1+945 la carretera esta paralela a 200 metros del Rio Guayas teniendo el nivel freático elevado cuando la marea esta alta produciendo una constante presencia de agua alrededor del pavimento.

3.1 Inventario Vial.

Realizaremos el inventario vial para saber las condiciones reales en las que se encuentra la vía, analizando todos los parámetros de importancia principalmente la capa de rodadura.

Luego de obtener estos datos se podrá determinar las mejoras a realizar en nuestra vía, ya sea recapeo, cambio de calzada, bacheo, construcción de obras de drenaje, etc.

A continuación detallaremos los parámetros que tendremos en cuenta para nuestro inventario vial.

3.1.1 Tipo de Pavimento

Luego de realizar las calicatas de inspección pudimos obtener la siguiente información de la estructura actual del pavimento de la vía a rehabilitar. La vía a rehabilitar está conformada de una capa de carpeta asfáltica con espesor apoyada sobre una capa de piedra triturada (base o sub-base se determinara en el estudio de suelo correspondiente) asentada sobre el terraplén de relleno de material importado con lo cual dicha estructura coincide con las características de un pavimento flexible.

Los espesores de las capas no son constantes a lo largo de la vía sino que las capas están dispuestas de la siguiente manera:

ABSCISAS		CAPA	ESPESOR
DESDE	HASTA		
0+000	1+120	Asfalto	4"
		Piedra triturada	15cm
1+120	1+945	Asfalto	2"
		Piedra triturada	5cm

Tabla 3.1. Espesores de las capas del actual pavimento.

3.1.2 Estado Actual del Pavimento

Aquí conoceremos las condiciones actuales de la estructura del pavimento de la vía de proyecto. Espaldones, ancho de calzada, obras de drenaje, etc.

La condición actual del pavimento es desfavorable por lo que necesita mantenimiento rutinario antes de que los daños aumenten y puedan afectar en mayor proporción las capas internas del mismo, hacemos esta evaluación en dos partes. La primera en el tramo 1 es decir desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 1+120 donde las características del pavimento son similares en toda su longitud. Y la segunda en el tramo 2 desde la abscisa 1+120 hasta la abscisa 1+945 donde los espesores de las capas del pavimento varían de acuerdo con el primer análisis y los daños son diferentes.

Análisis Tramo 1.

Desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 1+120

El ancho de calzada es de 7,00 m

Los espaldones se encuentran cubiertos de maleza y sin un riego asfáltico que impida el paso del agua a la estructura del pavimento

El espesor de la carpeta asfáltica es de 4”.

Desde la abscisa 0+000 hasta la 0+220 existen vario baches donde hay desprendimiento de la calzada y perdida de la base debiendo ser reconformada durante la ejecución del proyecto así como desprendimiento de calzada en los bordes lo que disminuye la sección transversal de la vía dificultando la circulación vehicular.



Gráfico 3.1 Estado Actual del Pavimento.



Gráfico 3.2 Estado Actual de los Espaldones



Gráfico 3.3. Espesor de la Carpeta Existente



Gráfico 3.4 Estado Actual del Pavimento desde abscisas 0+000 hasta 1+120.

Desde la abscisa 0+220 hasta la abscisa 1+120 la vía presenta una superficie uniforme pero los agregados están expuestos. Esto es propio de una superficie que requiere mantenimiento, ya que se produce por la fricción de los neumáticos con la calzada. Este tramo se lo puede considerar como si estuviera en buen estado ya que la estructura interna del pavimento no está afectada necesitando ser repuesta solo la carpeta de rodadura.

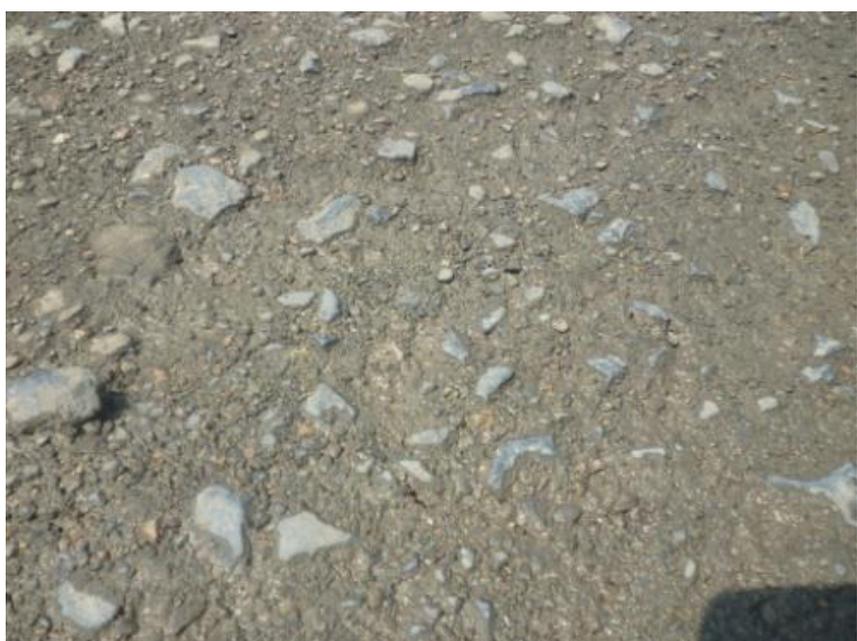


Gráfico 3.5. Estado Actual de la Capa de Rodadura desde abscisas 0+220 hasta 1+120.

De lo expuesto anteriormente obtenemos el siguiente resumen del estado actual de la vía desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 1+945:

ABSCISAS		LONGITUD	BUEN ESTADO	MAL ESTADO
DESDE	HASTA			
0+000	0+220	220		20%
0+220	1+120	900	80%	
TOTAL		1120	80%	20%

Tabla 3.2. Análisis de los daños de la Vía.

Análisis Tramo 2. Desde la abscisa 1+120 hasta la abscisa 1+945 el espesor de la carpeta es de 2”.

Los espaldones están cubiertos de maleza y sin recubrimiento de riego asfáltico.

A lo largo de este tramo se presentan baches con pérdidas de la carpeta y de la base, así mismo grietas en forma de piel de cocodrilo y deformación en la estructura del pavimento con ondulaciones pronunciadas en este tramo debido a los espesores mínimos que presenta comprobaremos si estas capas están diseñadas para soportar las cargas del tráfico actual y futuro.



Gráfico 3.6. Estado Actual de la Carpeta Asfáltica.



Gráfico 3.7. Estado Actual de la Estructura del Pavimento.

3.1.3 Longitud de Vía

La longitud de la vía en estudio es de 1.945 Km comprendida en dos tramos.

En sentido Oeste-Este comprendido desde la Abscisa 0+000 ubicada en la intersección de la vía a rehabilitar con el Km. 4.5 de la vía Duran-Tambo hasta la abscisa 1+080 ubicada a la altura de la empresa Agripag.

El segundo tramo en sentido Sur-Norte desde la abscisa 1+080 hasta la abscisa 1+945 ubicada a la altura del complejo del Ministerio de Deporte. Se anexa plano

3.1.4 Velocidad de Circulación

Tomaremos la velocidad de circulación de los vehículos mediante una ecuación sencilla.

En donde:

V: velocidad $V = \frac{d}{t}$ Ecuación 3.1

d: distancia

t: tiempo

Inicio	Fin	d(m)	t(s)	V(Km/h)	Velocidad Promedio (Km/h)
0+000	0+220	220	41	19,32	20,10
		220	35	22,63	
		220	38	20,84	
		220	45	17,60	
0+220	1+120	900	73	44,38	42,97
		900	76	42,63	
		900	73	44,38	
		900	80	40,5	
1+120	1+945	825	99	30,00	30,32
		825	100	29,70	
		825	95	31,26	
		825	98	30,31	

Tabla 3.3. Velocidad de Circulación en las Condiciones Actuales.

3.1.5 Señalización Vial

- No presenta señalización horizontal ya que se ha deteriorado debido al desgaste propio de la calzada.



Gráfico 3.8. Señalización Horizontal Existente.

- En cuanto a la señalización vertical si posee pero existen letreros que han sufrido daños y necesitan mantenimiento.



Gráfico 3.9. Señalización Vertical Existente

3.1.6 Alineamiento Horizontal y Vertical

Presenta una curva horizontal a la altura de la abscisa 1+080 ya que es donde se presenta el cambio en la orientación de la vía, La curva presenta las siguientes características:

Longitud de curva=20,16

Radio de curvatura=15m

Angulo $\alpha=90^\circ$

Curvas verticales no presenta ya que es un terreno topográficamente llano.

3.1.7 Localización de Obras de Drenaje

Desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 1+080 existe un canal de aguas lluvias en el lado sur de la carretera.

Desde la abscisa 1+080 hasta la 1+945 el canal de aguas lluvias está ubicado en el lado Oeste de la vía y ambos canales se conectan mediante una alcantarilla ubicada en la abscisa 1+080.

Es decir el agua drena por la carretera hacia los espaldones y de ahí hacia el canal de aguas lluvias.

Cabe recalcar que el este canal presenta sedimentos acumulados en el fondo.

3.1.8 Estudios de Suelo

Aquí haremos referencia a los estudios de suelo realizados en laboratorio, tales como Granulometría de la piedra

triturada tanto en el tramo 1 como en el tramo 2 para determinar si corresponde a una base o sub-base; Proctor, CBR y Límites de Atterberg de la subrasante en el tramo 2. Para tal propósito tomaremos las muestras de material extraído de las calicatas.

- **Granulometría**

De acuerdo al Ministerio de Transporte y Obras Publicas establece las siguientes especificaciones de la granulometría que deben de tener los materiales que conforman la estructura del pavimento existente.

GRANULOMETRIA DE LA SUB-BASE			
TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	Clase I	Clase II	Clase III
3" (76,2 mm)	-	-	100
2" (50,4 mm)	-	100	-
1 1/2" (38,1 mm)	100	70-100	-
No. 4 (4,75 mm)	30-70	30-70	30-70
No. 40 (0,425 mm)	10-35	15-40	-
No. 200 (0,075 mm)	0-15	0-20	0-20

Tabla 3.4. Granulometría de la Sub-base. Fuente: Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F-2002 Tomo I

GRANULOMETRIA DE LA BASE					
TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada				
	Tipo I A	Tipo I B	II	III	IV
2" (50,4 mm)	100	-			100
1 1/2" (38,1 mm)	70-100	100			
1" (25,4 mm)	55-85	70-100	100		60-90
3/4" (19mm)	50-80	60-90	70-100	100	
3/8" (9,5 mm)	35-60	45-75	50-80		
No. 4 (4,75 mm)	25-50	30-60	35-65	45-80	20-50
No. 10 (2 mm)	20-40	20-50	25-50	30-60	
No. 40 (0,425 mm)	10-25	10-25	15-30	20-35	
No. 200 (0,075 mm)	2-12	2-12	3-15	3-15	0-15

Tabla 3.5 Granulometría de la Base. Fuente: Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F-2002 Tomo I

Después de pasar el material extraído de las calicatas por los respectivos tamices obtenemos los siguientes resultados y comparándolos con las especificaciones del MTOP los siguientes resultados son los siguientes:

- En el tramo 1 la Piedra triturada corresponde a la granulometría de una Base Clase I tipo A.
- En el tramo 2 la Piedra triturada corresponde a la granulometría de una Base Clase I tipo B

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
 "ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

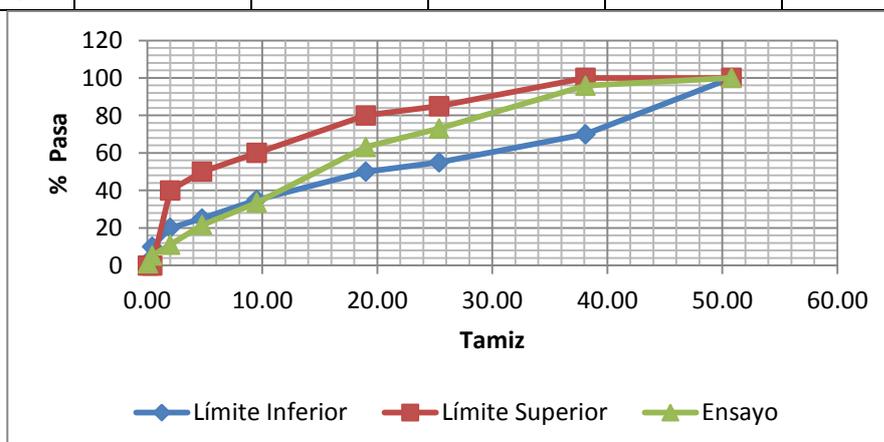
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

PROYECTO Tesina de Grado Pilar Rodríguez B
MUESTRA # 1
MATERIAL Base
ABSCISA 0+100

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO BASE CLASE I A

Masa inicial 5046 g

TAMIZ		Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
2"	50,80	0	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10 mm	210	4,16	4,16	95,84
1"	25,40 mm	1149	22,77	26,93	73,07
3/4"	19,00 mm	500	9,91	36,84	63,16
3/8"	9,52 mm	1500	29,73	66,57	33,43
#4"	4,76 mm	600	11,89	78,46	21,54
#10"	2,00 mm	527	10,44	88,90	11,10
40"	0,43 mm	300	5,95	94,85	5,15
200"	0,075 mm	200	3,96	98,81	1,19
FONDO		30			



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
 "ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

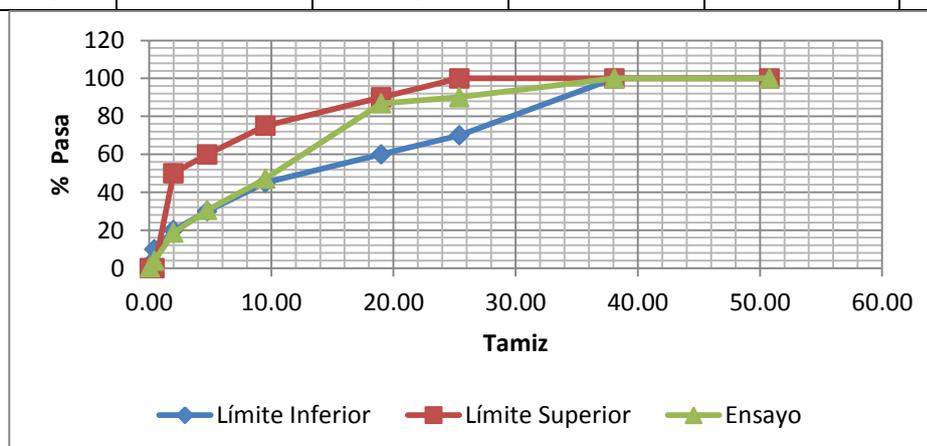
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

PROYECTO Tesina de Grado Pilar Rodríguez B
MUESTRA # 2
MATERIAL Base
ABSCISA 1+300

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO BASE CLASE I B

Masa inicial 6050 g

TAMIZ		Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
2"	50,80	0	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10 mm	0	0,00	0,00	100,00
1"	25,40 mm	600	9,92	9,92	90,08
3/4"	19,00 mm	200	3,31	13,22	86,78
3/8"	9,52 mm	2400	39,67	52,89	47,11
#4"	4,76 mm	1000	16,53	69,42	30,58
#10"	2,00 mm	720	11,90	81,32	18,68
40"	0,43 mm	900	14,88	96,20	3,80
200"	0,075 mm	210	3,47	99,67	0,33
FONDO		20			



- **Proctor**

Se realizó el ensayo de Proctor Modificado para obtener la densidad seca máxima y la humedad óptima de compactación del material de la subrasante. Los moldes fueron de 10 cm de diámetro por 20 cm de alto con un martillo de 10 lb y una altura de caída del martillo de 18”

A continuación presentamos los resultados.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES

"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

PRUEBA PROCTOR

Proyecto: Tesina Pilar Rodriguez B Fecha: _____

Standard

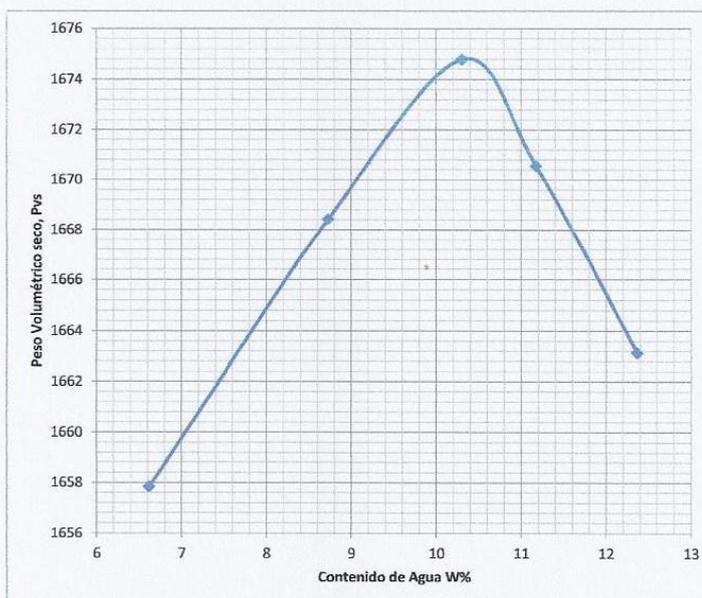
--

Modificado

x

Volumen del Cilindro:	0.00094	Peso del Cilindro:	2.4320
Altura de Caída del Martillo:	18"	Muestra:	Calicata #1
Número de Golpes:	25	Elevación:	
Peso del Martillo:	10 libras	Operador:	Pilar Rodriguez Bravo

Cantidad de agua	Prba No	Cap No	Peso Tierra Humeda + Cap	Peso Tierra Seca + Cap	Peso de la Capsula	Peso Seco	Peso del Agua	W	Peso Tierra Humeda + Cilindro	Peso Tierra Humeda	1 + W/100	Peso Tierra Seca	Peso Volumetrico Seco
cm3			gr	gr		gr		%	kg	kg		kg	kg/m3
90	1	302	802	756	61.10	694.9	46	6.62	4.1	1.6680	1.066	1.565	1657.84
120	2	304	884	818	61.90	756.1	66	8.729	4.144	1.7120	1.087	1.575	1668.43
165	4	314	500	459	61.10	397.9	41	10.304	4.176	1.7440	1.103	1.581	1674.79
195	5	305	691.4	628	60.70	567.3	63.4	11.176	4.186	1.7540	1.112	1.577	1670.55
225	6	301	602.5	543	61.90	481.1	59.5	12.367	4.197	1.7650	1.124	1.57	1663.14



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES

"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

PRUEBA PROCTOR

Proyecto: Tesina Pilar Rodriguez

Fecha: _____

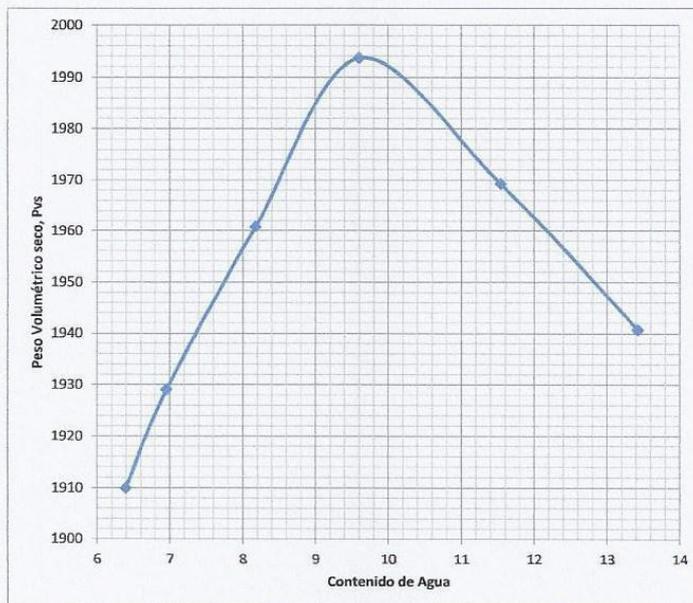
Standard

Modificado

x

Volumen del Cilindro:	0.00094	Peso del Cilindro:	2.4320
Altura de Caída del Martillo:	18"	Muestra:	Calicata #2
Número de Golpes:	25	Elevación:	
Peso del Martillo:	10 libras	Operador:	Pilar Rodriguez Bravo

Cantidad de agua	Prba No	Cap No	Peso Tierra Humeda + Cap	Peso Tierra Seca + Cap	Peso de la Capsula	Peso Seco	Peso del Agua	W	Peso Tierra Humeda + Cilindro	Peso Tierra Humeda	1 + W/100	Peso Tierra Seca	Peso Volumetrico Seco
cm3			gr	gr		gr		%	kg	kg		kg	kg/m3
90	1	12	222	210	22.30	187.7	12	6.393	4.350	1.918	1.064	1.803	1909.96
120	2	23	206	194	21.48	172.52	12	6.956	4.380	1.948	1.070	1.821	1929.03
150	3	1a	234	218	22.26	195.74	16	8.174	4.435	2.003	1.082	1.851	1960.81
180	4	6	250	230	21.74	208.26	20	9.603	4.495	2.063	1.096	1.882	1993.64
210	5	30	234	212	21.40	190.6	22	11.542	4.505	2.073	1.115	1.859	1969.28
240	6	305	255	232	60.70	171.3	23	13.427	4.510	2.078	1.134	1.832	1940.68



- **CBR (California Bearing Ratio)**

Determinaremos la capacidad portante del suelo de la capa de material de relleno importado para así determinar los espesores que deberían de tener las capas superiores para soportar las cargas impuestas por el tráfico actual y las que deberá soportar a futuro durante el tiempo para el cual diseñaremos nuestra rehabilitación.

De acuerdo a las especificaciones técnicas del Ministerio de Transporte y Obras Publicas las capas que conforman el pavimento flexible deben de cumplir con los siguientes requisitos:

ESPECIFICACIONES MOP			
	SUBRASANTE	SUB BASE	BASE
CBR	20%	>30%	>80%
IP	<9	<6	<6
WL máx.	35	25	25

Tabla 3.6. Especificaciones para Ensayos de Materiales. Fuente: Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F-2002 Tomo I

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES

"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

CBR (California Bearing Ratio)

Proyecto: Tesina de Grado Pilar Rodríguez B.
 Localizacion: Km. 4.5 vía Durán-Tambo
 Material: Cascajo
 Peso del Martillo: 10 libras
 Muestra: Calicata #1

No de Ensayos		1	2	3	4	5
No de Golpes por capas		56	25	12		
ANTES DE LA INMERSION						
H u m e d a d	No. rec.	27	7	13		
	Wh + r	201.2	130.2	158.8		
	Ws + r	184.8	120.2	146		
	Ww	16.4	10	12.8		
	r	21.72	22.18	21.5		
	Ws	163.08	98.02	124.5		
	w%	10.06%	10.20%	10.28%		
Molde + Suelo humedo	P	8227.27	8022.73	7818.18		
Peso del Molde		4235	4245	4220		
Volumen del Molde		2.305	2.305	2.305		
Suelo humedo	W	3992.27	3777.73	3598.18		
Suelo seco	Ws	3627.476	3428.00495	3262.73423		
Contenido de Agua	w	10.10%	10.20%	10.30%		
Densidad humeda	γ _h	1732.00	1638.93	1561.03		
Densidad seca	γ _s	1573.74	1487.20	1415.50		
DESPUES DE LA INMERSION						
H u m e d a d	No. rec.	23	12	14		
	Wh + r	245	252	274		
	Ws + r	220	223	222		
	Ww	25	29	52		
	r	21.48	22.3	22.26		
	Ws	198.52	200.7	199.74		
	w%	12.59%	14.45%	26.03%		
Molde + Suelo humedo	P	8590.91	8500	8272.727		
Peso del Molde		4235	4245	4220		
Volumen del Molde		2.305	2.305	2.305		
Suelo humedo	W	4355.91	4255	4052.727		
Suelo seco	Ws	3868.71534	3717.7993	3215.58628		
Contenido de Agua	w	12.60%	14.40%	26.00%		
Densidad humeda	γ _h	1889.77	1845.99	1758.23		
Densidad seca	γ _s	1678.40	1612.93	1395.05		
HINCHAMIENTO						
Lectura inicial						
24 Horas						

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

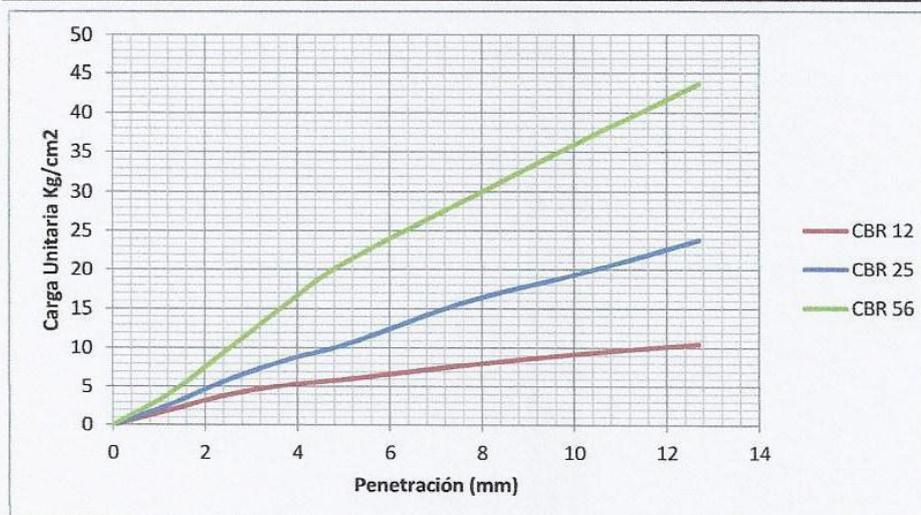
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES

"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

CBR (California Bearing Ratio)

Proyecto: Tesina de Grado Pilar Rodríguez B.
 Localización: Km. 4.5 vía Durán-Tambo
 Material: Cascajo
 Peso del Martillo: 10 libras
 Muestra: Calicata #1

No de Ensayos	1	2	3	1	2	3
No de Golpes por capas	56	25	12	56	25	12
	Cargas de penetración en libras			Cargas de penetración en Kg		
1.27 mm (0.05")	17	11	8	83.00	53.70	39.06
2.54mm (0.10")	40	24	16	195.29	117.17	78.12
3.81 mm (0.15")	63	34	21	307.58	166.00	102.53
5.08 mm (0.20")	84	42	24	410.11	205.05	117.17
7.62 mm (0.30")	115	63	31	561.46	307.58	151.35
10.16 mm (0.40")	145	78	37	707.93	380.82	180.64
12.70 mm (0.50")	174	95	42	849.51	463.81	205.05
	Cargas de penetración en libras/pulg2			Cargas de penetración en Kg/cm2		
1.27 mm (0.05")	5.67	3.67	2.67	4.27	2.76	2.01
2.54mm (0.10")	13.33	8.00	5.33	10.05	6.03	4.02
3.81 mm (0.15")	21.00	11.33	7.00	15.82	8.54	5.27
5.08 mm (0.20")	28.00	14.00	8.00	21.10	10.55	6.03
7.62 mm (0.30")	38.33	21.00	10.33	28.89	15.82	7.79
10.16 mm (0.40")	48.33	26.00	12.33	36.42	19.59	9.29
12.70 mm (0.50")	58.00	31.67	14.00	43.70	23.86	10.55



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES

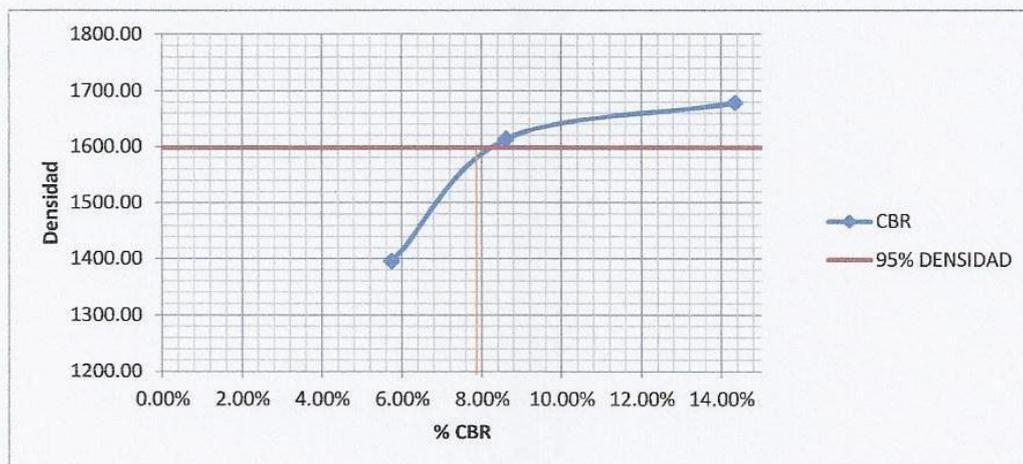
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

CBR (California Bearing Ratio)

Proyecto: Tesina de Grado Pilar Rodríguez B.
 Localización: Km. 4.5 vía Durán-Tambo
 Material: Cascajo
 Peso del Martillo: 10 libras
 Muestra: Calicata #1

CBR:	14.35%	8.61%	5.74%
HINCHAMIENTO			
PARA	2.54 mm de penetración		

CBR	14.35%	8.61%	5.74%
DENSIDAD SECA	1678.40	1612.93	1395.05
DENSIDAD SECA MAX	1682.2		
95% DENSIDAD SECA	1598.09		



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES

"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

CBR (California Bearing Ratio)

Proyecto: Tesina de Grado Pilar Rodríguez B.
 Localización: Km. 4.5 vía Durán-Tambo
 Material: Cascajo
 Peso del Martillo: 10 libras
 Muestra: Calicata #2

No de Ensayos		1	2	3	4	5
No de Golpes por capas		56	25	12		
ANTES DE LA INMERSION						
H u m e d a d	No. rec.	4	28	39		
	Wh + r	129.9	218.9	262		
	Ws + r	120.5	201.6	240.9		
	Ww	9.4	17.3	21.1		
	r	21.9	21.32	21.19		
	Ws	98.6	180.28	219.71		
	w%	9.53%	9.60%	9.60%		
Molde + Suelo humedo	P	8945.45455	8863.63636	8772.72727		
Peso del Molde		4215	4230	4245		
Volumen del Molde		2.305	2.305	2.305		
Suelo humedo	W	4730.45455	4633.63636	4527.72727		
Suelo seco	Ws	4318.7298	4227.91762	4131.00353		
Contenido de Agua	w	9.50%	9.60%	9.60%		
Densidad humeda	γh	2052.26	2010.25	1964.31		
Densidad seca	γs	1873.64	1834.24	1792.19		
DESPUES DE LA INMERSION						
H u m e d a d	No. rec.	6	1A	8		
	Wh + r	132	220	214		
	Ws + r	122	200	192		
	Ww	10	20	22		
	r	21.74	22.26	22.24		
	Ws	100.26	177.74	169.76		
	w%	9.97%	11.25%	12.96%		
Molde + Suelo humedo	P	9090.91	8954.55	8727.27		
Peso del Molde		4215	4230	4245		
Volumen del Molde		2.305	2.305	2.305		
Suelo humedo	W	4875.91	4724.55	4482.27		
Suelo seco	Ws	4433.69	4246.70	3968.03		
Contenido de Agua	w	9.97%	11.25%	12.96%		
Densidad humeda	γh	2115.36	2049.70	1944.59		
Densidad seca	γs	1923.51	1842.38	1721.49		
HINCHAMIENTO						
Lectura inicial						
24 Horas						

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

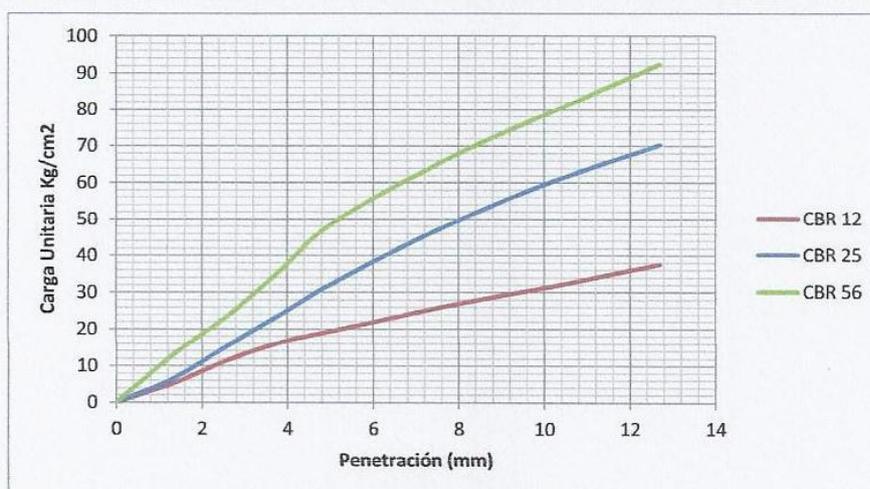
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES

"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

CBR (California Bearing Ratio)

Proyecto: Tesina de Grado Pilar Rodríguez B.
 Localización: Km. 4.5 vía Durán-Tambo
 Material: Cascajo
 Peso del Martillo: 10 libras
 Muestra: Calicata #2

No de Ensayos	1	2	3	1	2	3
No de Golpes por capas	56	25	12	56	25	12
	Cargas de penetración en libras			Cargas de penetración en Kg		
1.27 mm (0.05")	50	25	20	244.11	122.06	97.65
2.54mm (0.10")	92	60	45	449.17	292.94	219.70
3.81 mm (0.15")	142	95	65	693.28	463.81	317.35
5.08 mm (0.20")	196	130	78	956.92	634.69	380.82
7.62 mm (0.30")	262	190	104	1279.15	927.63	507.75
10.16 mm (0.40")	316	240	126	1542.79	1171.74	615.16
12.70 mm (0.50")	368	280	150	1796.67	1367.03	732.34
	Cargas de penetración en libras/pulg2			Cargas de penetración en Kg/cm2		
				0	0	0
1.27 mm (0.05")	16.67	8.33	6.67	12.56	6.28	5.02
2.54mm (0.10")	30.67	20.00	15.00	23.11	15.07	11.30
3.81 mm (0.15")	47.33	31.67	21.67	35.67	23.86	16.33
5.08 mm (0.20")	65.33	43.33	26.00	49.23	32.65	19.59
7.62 mm (0.30")	87.33	63.33	34.67	65.81	47.72	26.12
10.16 mm (0.40")	105.33	80.00	42.00	79.37	60.28	31.65
12.70 mm (0.50")	122.67	93.33	50.00	92.43	70.33	37.68



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES

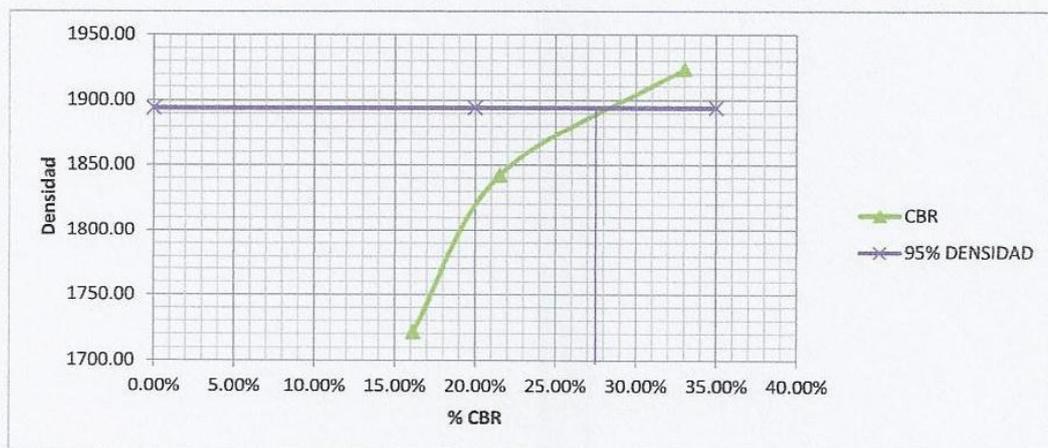
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

CBR (California Bearing Ratio)

Proyecto: Tesina de Grado Pilar Rodríguez B.
 Localización: Km. 4.5 vía Durán-Tambo
 Material: Cascajo
 Peso del Martillo: 10 libras
 Muestra: Calicata #2

CBR:	33.01%	21.53%	16.15%
HINCHAMIENTO			
PARA	2.54 mm de penetración		

CBR	33.01%	21.53%	16.15%
DENSIDAD SECA	1923.51	1842.38	1721.49
DENSIDAD SECA MAX	1993.64		
95% DENSIDAD SECA	1893.958		



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES

"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

CBR (California Bearing Ratio)

Proyecto: Tesina de Grado Pilar Rodríguez B.
 Localización: Km. 4.5 vía Durán-Tambo
 Material: Cascajo
 Peso del Martillo: 10 libras
 Muestra: Calicata #3

No de Ensayos		1	2	3	4	5
No de Golpes por capas		56	25	12		
ANTES DE LA INMERSION						
H u m e d a d	No. rec.	7	4	28		
	Wh + r	166	199.8	157.9		
	Ws + r	154	185.1	146.5		
	Ww	12	14.7	11.4		
	r	22.18	21.9	21.32		
	Ws	131.82	163.2	125.18		
	w%	9.10%	9.01%	9.11%		
Molde + Suelo humedo	P	8409.09	8181.82	7909.09		
Peso del Molde		4230	4225	4250		
Volumen del Molde		2.305	2.305	2.305		
Suelo humedo	W	4179.09	3956.82	3659.09		
Suelo seco	Ws	3830.39663	3629.86523	3353.67467		
Contenido de Agua	w	9.10%	9.00%	9.10%		
Densidad humeda	yh	1813.05	1716.62	1587.46		
Densidad seca	ys	1661.78	1574.78	1454.96		
DESPUES DE LA INMERSION						
H u m e d a d	No. rec.	31	30	39		
	Wh + r	219	242	192		
	Ws + r	190	204	158		
	Ww	29	38	34		
	r	21.4	21.4	26.31		
	Ws	168.6	182.6	131.69		
	w%	17.20%	20.81%	25.82%		
Molde + Suelo humedo	P	8681.82	8522.727	8272.727		
Peso del Molde		4230	4225	4250		
Volumen del Molde		2.305	2.305	2.305		
Suelo humedo	W	4451.82	4297.727	4022.727		
Suelo seco	Ws	3798.47	3557.41	3197.25		
Contenido de Agua	w	17.20%	20.80%	25.80%		
Densidad humeda	yh	1931.38	1864.52	1745.22		
Densidad seca	ys	1647.92	1543.35	1387.09		
HINCHAMIENTO						
Lectura inicial						
24 Horas						

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

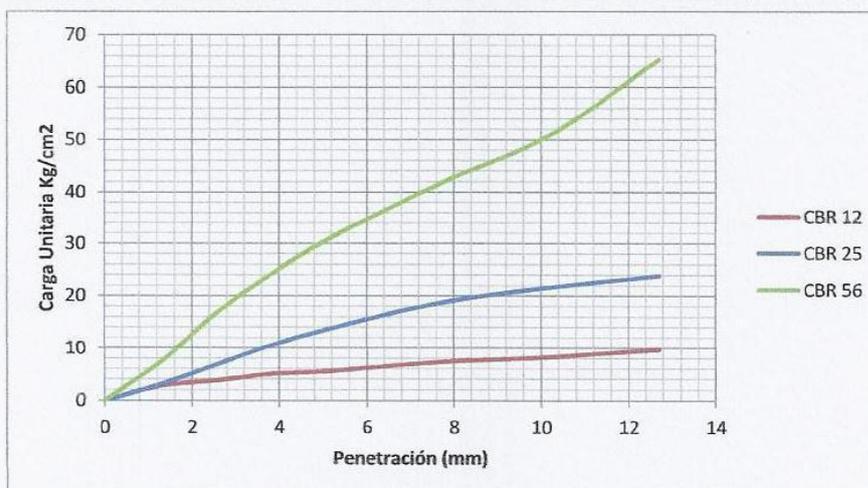
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES

"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

CBR (California Bearing Ratio)

Proyecto: Tesina de Grado Pilar Rodríguez B.
 Localización: Km. 4.5 vía Durán-Tambo
 Material: Cascajo
 Peso del Martillo: 10 libras
 Muestra: Calicata #3

No de Ensayos	1	2	3	1	2	3
No de Golpes por capas	56	25	12	56	25	12
	Cargas de penetración en libras			Cargas de penetración en Kg		
1.27 mm (0.05")	29	12	11	141.59	58.59	53.70
2.54mm (0.10")	66	27	15	322.23	131.82	73.23
3.81 mm (0.15")	96	42	20	468.70	205.05	97.65
5.08 mm (0.20")	122	54	22	595.63	263.64	107.41
7.62 mm (0.30")	165	74	29	805.57	361.29	141.59
10.16 mm (0.40")	202	86	33	986.21	419.87	161.11
12.70 mm (0.50")	260	95	39	1269.39	463.81	190.41
	Cargas de penetración en libras/pulg2			Cargas de penetración en Kg/cm2		
				0	0	0
1.27 mm (0.05")	9.67	4.00	3.67	7.28	3.01	2.76
2.54mm (0.10")	22.00	9.00	5.00	16.58	6.78	3.77
3.81 mm (0.15")	32.00	14.00	6.67	24.11	10.55	5.02
5.08 mm (0.20")	40.67	18.00	7.33	30.64	13.56	5.53
7.62 mm (0.30")	55.00	24.67	9.67	41.44	18.59	7.28
10.16 mm (0.40")	67.33	28.67	11.00	50.74	21.60	8.29
12.70 mm (0.50")	86.67	31.67	13.00	65.31	23.86	9.80



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES

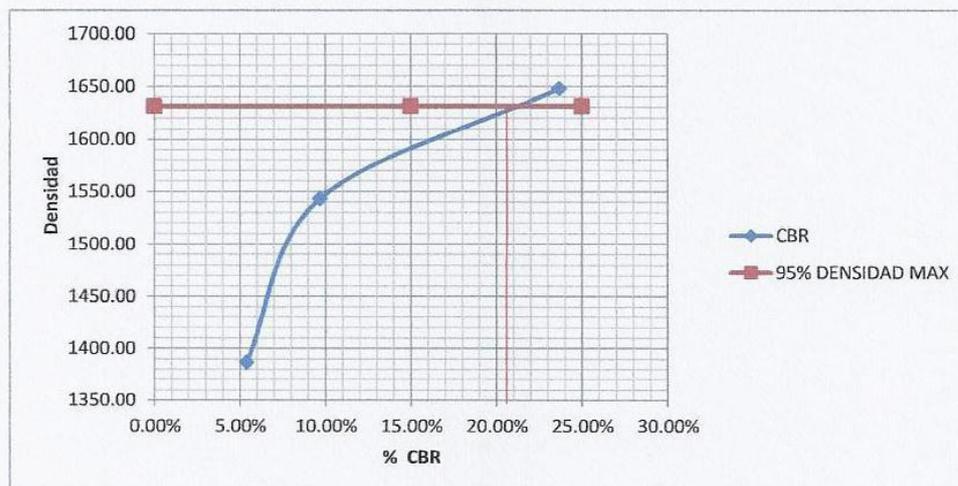
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

CBR (California Bearing Ratio)

Proyecto: Tesina de Grado Pilar Rodríguez B.
 Localización: Km. 4.5 vía Durán-Tambo
 Material: Cascajo
 Peso del Martillo: 10 libras
 Muestra: Calicata #3

CBR:	23.68%	9.69%	5.38%
HINCHAMIENTO			
PARA	2.54 mm de penetración		

CBR	23.68%	9.69%	5.38%
DENSIDAD SECA	1647.92	1543.35	1387.09
DENSIDAD SECA MAX	1717.16		
95% DENSIDAD SECA	1631.30		



De los ensayos realizados a la subrasante tenemos:

SUBRASANTE			
	CALICATA #1	CALICATA #2	CALICATA #3
ABSCISA	1+120	1+500	1+800
CBR	28,00%	7,90%	21,20%
IP	5,83	5,20	4,27
WL máx.	34,21	34,21	31,80

Tabla 3.7. Resultados de los Ensayos Realizados a la Subrasante.

▪ Límites de Atterberg

Estos límites de consistencia permiten caracterizar el comportamiento que tienen los suelos finos para determinar la cohesión y el contenido de humedad del terreno.

Límite líquido: Cuando el suelo pasa de un estado líquido a un estado plástico. Para la determinación de este límite se utiliza la cuchara de Casagrande.

Límite plástico: Cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

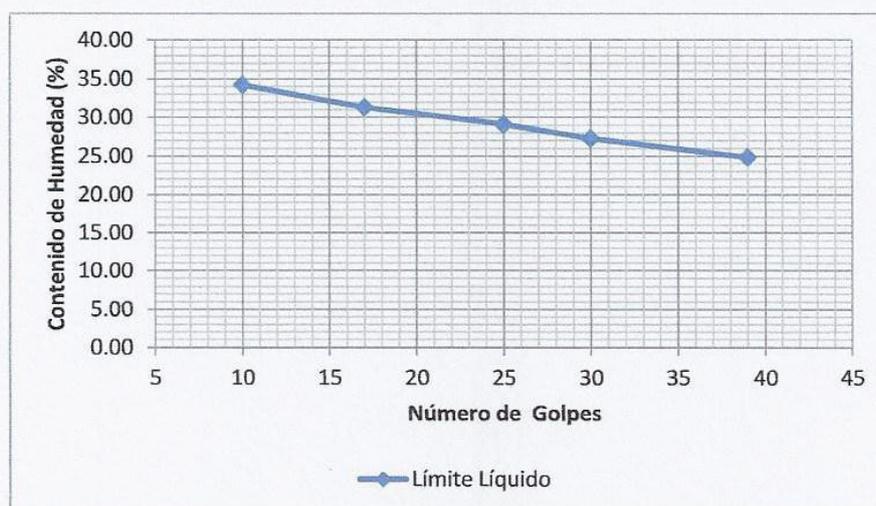
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

ENSAYO DE DETERMINACION DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

Proyecto: Tesina de Grado Pilar Rodríguez B
Perforación: # 1
Muestra: Casacajo
Profundidad: 0.90 m

LÍMITE LÍQUIDO

	1	2	3	4	5
Recipiente + peso humedo (gr)	36.1	36.9	29.52	30.1	35.83
Recipiente + peso seco (gr)	31.69	33.19	27.25	27.72	32.6
Peso del Recipiente	18.8	21.34	19.45	19	19.6
Peso del Agua	4.41	3.71	2.27	2.38	3.23
Peso Seco	12.89	11.85	7.8	8.72	13
Número de Golpes	10	17	25	30	39
Humedad	34.21	31.31	29.10	27.29	24.85



LÍMITE PLÁSTICO

	1	2	3
Recipiente + peso húmedo (gr)	21.80	23.84	22.05
Recipiente + peso seco (gr)	21.23	22.89	21.36
Peso del Recipiente	18.78	18.80	18.40
Humedad	23.27	23.23	23.31
Límite Plástico	23.27		

$W_L(\%) =$	29.10
$W_p(\%) =$	23.27
$I_p(\%) =$	5.83

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

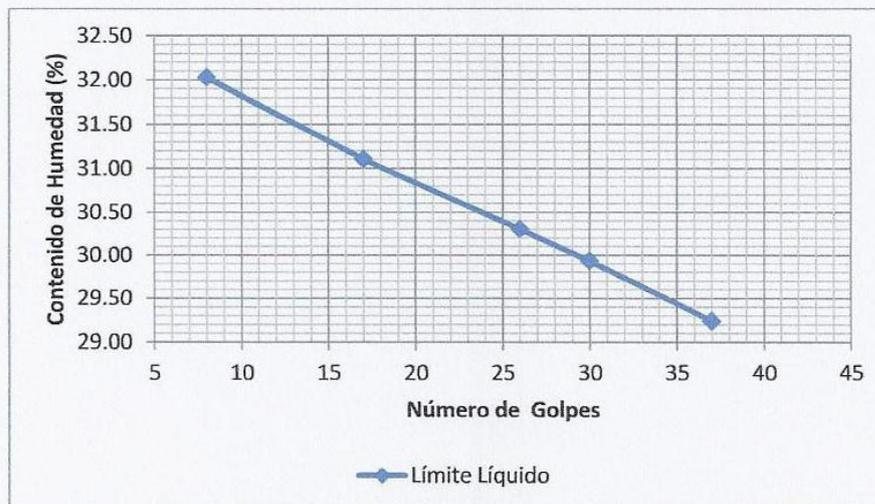
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
"ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

ENSAYO DE DETERMINACION DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

Proyecto: Tesina de Grado Pilar Rodríguez B
Perforación: # 2
Muestra: Casacajo
Profundidad: 0.90 m

LÍMITE LÍQUIDO

	1	2	3	4	5
Recipiente + peso humedo (gr)	38.45	36.7	30.33	29.31	34.4
Recipiente + peso seco (gr)	33.7	32.65	27.86	27.05	30.78
Peso del Recipiente	18.87	19.63	19.71	19.5	18.4
Peso del Agua	4.75	4.05	2.47	2.26	3.62
Peso Seco	14.83	13.02	8.15	7.55	12.38
Número de Golpes	8	17	26	30	37
Humedad	32.03	31.11	30.31	29.93	29.24



LÍMITE PLÁSTICO

	1	2	3
Recipiente + peso húmedo (gr)	24.30	25.31	24.76
Recipiente + peso seco (gr)	23.45	24.13	23.79
Peso del Recipiente	19.75	19.00	19.57
Humedad	22.97	23.00	22.99
Límite Plástico	22.99		

$W_L(\%) =$	30.40
$W_P(\%) =$	22.99
$I_p(\%) =$	7.41

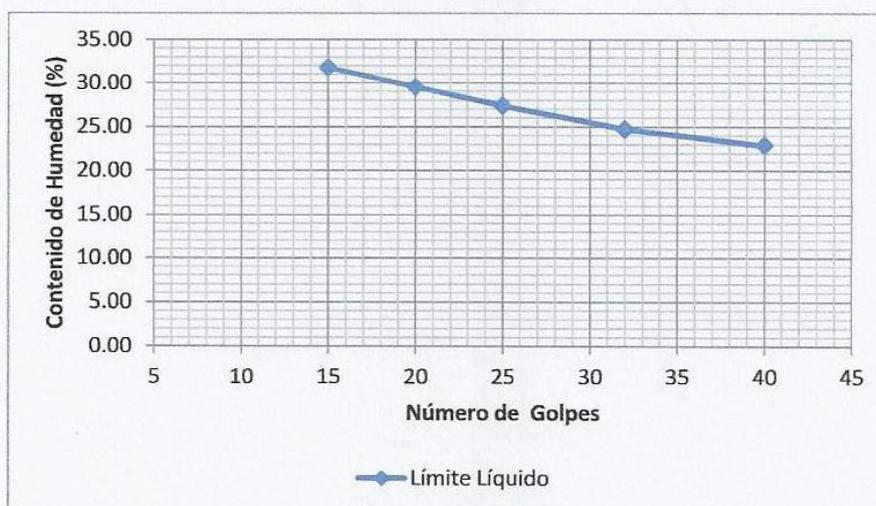
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
 "ING. RAÚL MARURI DÍAZ"

ENSAYO DE DETERMINACION DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

Proyecto: Tesina de Grado Pilar Rodríguez B
 Perforación: #3
 Muestra: Casacajo
 Profundidad: 0.90 m

LÍMITE LÍQUIDO

	1	2	3	4	5
Recipiente + peso humedo (gr)	36.65	38.3	37.3	34.5	35.24
Recipiente + peso seco (gr)	32.5	33.9	33.5	31.4	32.1
Peso del Recipiente	19.45	19	19.63	18.87	18.4
Peso del Agua	4.15	4.4	3.8	3.1	3.14
Peso Seco	13.05	14.9	13.87	12.53	13.7
Número de Golpes	15	20	25	32	40
Humedad	31.80	29.53	27.40	24.74	22.92



LÍMITE PLÁSTICO

	1	2	3
Recipiente + peso húmedo (gr)	22.16	23.06	24.00
Recipiente + peso seco (gr)	21.70	22.39	22.95
Peso del Recipiente	19.71	19.50	18.40
Humedad	23.12	23.18	23.08
Límite Plástico	23.13		

$W_L(\%) =$	27.40
$W_P(\%) =$	23.13
$I_P(\%) =$	4.27

3.2 Estudios de Tráfico Vehicular

El estudio de tráfico vehicular es uno de los factores más importantes a considerar en la búsqueda de una solución para la rehabilitación vial, y haciendo una proyección a futuro la vía debe de tener la capacidad estructural de absorber las cargas impuestas de los vehículos que la transitan actualmente y a futuro, y así poder brindar condiciones adecuadas de seguridad a los usuarios.

El estudio lo realizaremos con el tráfico actual en volumen y tipo de vehículo y luego determinar el tráfico futuro mediante fórmulas estadísticas.

3.2.1 Aforo de tráfico.

El Aforo de Tráfico sirve para determinar la cantidad de vehículos que transitan a diario por una vía; puede ser realizado con contadores manuales y automáticos.

El aforo de tráfico de realizamos en la abscisa 0+000 que coincide con la intersección de la vía en estudio con la vía Duran-Tambo y en la abscisa 1+120 con lo cual obtenemos

datos reales de los vehículos que a diario utilizan la vía y así poder tener un diseño de rehabilitación técnico y económico.

Se realizó el conteo de tráfico mediante un muestreo semanal, con la finalidad de comprobar que la estructura del pavimento actual es la necesaria para soportar las cargas que los vehículos le imprimen. Los vehículos que ingresan a nuestra vía obligatoriamente son los mismos que salen ya que la vía Duran-Tambo es la única arteria principal por la cual pueden circular los vehículos hacia sus diferentes destinos ya sean dentro o fuera del Cantón y de la Provincia.

A continuación presentamos los resultados del aforo de tráfico realizado en las estaciones de conteo ubicadas en las abscisas 0+000 y en la abscisa 1+120

TRÁFICO PROMEDIO DIARIO SEMANAL ABSCISA 0+000	
LIVIANOS	1549
PESADOS	591

TRÁFICO PROMEDIO DIARIO SEMANAL ABSCISA 0+120	
LIVIANOS	112
PESADOS	74

Tabla 3.8. Resultados del aforo de tráfico

3.2.2 Pronóstico del Tráfico

Todo proyecto vial debe diseñarse para un determinado tiempo de vida útil por lo tanto es necesario proyectar el volumen de tráfico que circulara por ella durante este período de tiempo.

Este pronóstico se da en función varios factores tales como la tasa de crecimiento poblacional, industrial, económico, social y político de la zona en estudio donde se construirá la vía. Los proyectos viales generalmente se diseñan para un periodo de vida útil de 10 a 20 años.

- **Tráfico Proyectado:** Es la proyección del tráfico futuro en base al tráfico actual para lo cual utilizamos la siguiente ecuación que es un modelo de crecimiento exponencial y el más utilizado.

$$Tp = Ta(1 + i)^n \text{ Ecuación 3.2}$$

Dónde:

Tp: Tráfico proyectado

Ta: Tráfico actual

i: Tasa de Crecimiento vehicular

n: Período de proyección (años)

- **Tráfico Generado**

Se origina debido a la novedad de que una vía este mejorada, más no por la necesidad de usarla, esta novedad se da durante aproximadamente el 25% de la vida útil de la vía en proyecto.

$$Tg = 0.25 * Tp \text{ Ecuación 3.3}$$

- **Tráfico Desviado**

Este tráfico es atraído desde otra vía cuando entra en funcionamiento la nueva vía que ha sido construida o mejorada.

$$Td = 0.20 * Tp \text{ Ecuación 3.4}$$

3.2.3 Vehículo de proyecto

Para obtener el vehículo de proyecto se utilizan las equivalencias que se muestran a continuación:

1 vehículo de diseño = 1 pesado

2.5 vehículo de diseño = 1 doble tráiler

0,25 vehículo de diseño = 1 livianos

El tramo 2 es el que vamos a comprobar si los espesores de las capas son los adecuados para soportar las cargas de los vehículos que a diario circulan por el pavimento utilizaremos los resultados del aforo de tráfico realizado en la abscisa 1+120, utilizando las equivalencias mostradas anteriormente tenemos:

Tipo de Vehículo	TPDS	Equivalencia	Vehículo de diseño
Livianos	112	0,25	28
Pesados	74	1	74
TOTAL			102

Tabla 3.9. Vehículos de proyecto.

3.2.4 Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

El Tráfico Promedio Diario Anual es la cantidad de vehículos que utilizan la vía en un punto determinado durante un día (24 horas) de un año.

Para saber el tipo de vía que vamos a rehabilitar debemos de calcular el Tráfico Promedio Diario Anual (proyectado). En la siguiente tabla detallamos el porcentaje de incremento vehicular de la comisión de Tránsito

TASAS DE CRECIMIENTO DE TRAFICO		
PERIODO	LIVIANOS	PESADOS
2000-2005	3,75%	2,24%
2006-2010	3,37%	2,02%
2011-2023	3,06%	1,84%

Tabla 3.10. Tasa de crecimiento vehicular. Fuente: Comisión de Tránsito del Ecuador

De acuerdo con los resultados obtenidos anteriormente tenemos el TPDA proyectado para 10 y 20 años.

10 años	TRAFICO EXISTENTE	TRAFICO ACTUAL	TRAFICO PROYECTADO	TRAFICO DESVIADO	TRAFICO GENERADO	TPDA PROYECTADO
	T_e	$T_a=1,25T_e$	$T_p=T_a(1+i)^n$	$T_d=0,20T_p$	$T_g=0,25T_p$	$T_p+T_d+T_g$
LIVIANOS	112	140	189	38	47	274
PESADOS	74	93	111	22	28	161
					TOTAL	435

Tabla 3.11. Cálculo de TPDA para 10 años

20 años	TRAFICO EXISTENTE T_e	TRAFICO ACTUAL $T_a=1,25T_e$	TRAFICO PROYECTADO $T_p=T_a(1+i)^n$	TRAFICO DESVIADO $T_d=0,20T_p$	TRAFICO GENERADO $T_g=0,25T_p$	TPDA PROYECTADO $T_p+T_d+T_g$
LIVIANOS	112	140	256	51	64	371
PESADOS	74	93	133	27	33	193
					TOTAL	564

Tabla 3.12. Cálculo de TPDA para 20 años

CAPITULO 4

4. SOLUCIONES PARA EL MANTENIMIENTO

En este capítulo determinaremos el procedimiento constructivo para la rehabilitación de la vía en el Km. 4.5 de la Vía Duran-Tambo en el sector conocido como “entrada a Tanasa.”

Haremos la evaluación del mantenimiento en dos etapas ya que a lo largo de la vía se presentan dos espesores diferentes de las capas que conforman el pavimento.

4.1 Análisis del Tramo 1

Este tramo consta de 1,120 Km. de longitud en los cuales presenta baches desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 0+220 en ciertos de ellos con pérdida parcial de la base que debe de ser repuesta durante la ejecución del proyecto en este tramo para la rehabilitación de debe retirar la capa de rodadura del pavimento existente, reposición de la base faltante hasta las cotas de proyecto la cual debe de ser compactada el 100% de su densidad seca máxima, imprimación con riego asfáltico y colocación de la carpeta asfáltica en los mismos espesores existentes.

Desde la abscisa 0+220 hasta la abscisa 1+120 donde la superficie está parcialmente uniforme pero desgastada la rehabilitación comprende en el retiro de la capa de rodadura existente, luego se hidratará, nivelará y compactará la base, seguido a esto se imprimirá con emulsión asfáltica la superficie para proceder a reponer la carpeta de rodadura.

4.2 Análisis Tramo 2

Consideraciones de Diseño Método AASHTO

El procedimiento de diseño utilizado se basa en diagramas que han sido simplificados en forma de nomogramas y la utilización de los mismos depende de 5 factores importantes que detallamos a continuación:

1. Tráfico (T)
2. Valor de Soporte del Suelo (CBR)
3. Índice de Servicio (Pt)
4. Factor Regional (Fr)
5. Número Estructural

Con estos parámetros obtendremos los espesores adecuados para cada una de las capas del pavimento flexible.

Tráfico

Para utilizar el tráfico en el diseño de pavimento flexible en primer lugar se debe de convertir el número equivalente de carga de ejes de 8180 Kg o 18000 lb. En el método AASHTO tiene la ventaja de proyectar en dos etapas en nuestro diseño hemos calculado para 10 y 20 años tomando en cuenta el incremento anual de vehículos proyectados de la Comisión de Tránsito del Ecuador.

De los datos del aforo de tráfico podemos calcular la cantidad de ejes equivalentes.

Vehículos	TPDA	%	# Ejes	Carga por eje (Kg)	Factor de eje equivalente	Ejes Equivalentes
Livianos	112	70(V)	78.4	1600	0.0023	0.18
		70(V)	78.4	3300	0.0254	1.99
		30(C)	33.6	2080	0.005	0.17
		30(C)	33.6	4290	0.0726	2.44
Pesados	74	50(V)	37	2500	0.0083	0.31
		50(V)	37	6000	0.2985	11.04
		50(C)	37	6000	0.2985	11.04
		50(C)	37	14500	8.7104	322.28
					ΣEE=	349.45

Tabla 4.1. Sumatoria de Ejes Equivalentes

Ahora calculamos el total de ejes equivalentes para un período de diseño de 10 y 20 años.

$$TEE = \frac{T_a + T_p}{2} * 365 * n * DL * \frac{EE}{Te} \quad \text{Ecuación 4.1}$$

Donde:

Ta: Tráfico Actual

Tp: Tráfico proyectado

n: años

DL: Factor de distribución (0,6)

EE: Ejes Equivalentes

Te: Tráfico Existente

Para este cálculo tomamos en cuenta solo los vehículos pesados ya que son los que tienen mayor influencia sobre el pavimento por las cargas que le imprimen debido a su peso

Total de Ejes Equivalentes (período de diseño de 10 años)

Para un período de diseño de 10 años tenemos el total de ejes equivalentes

$$TEE_{10} = \frac{Ta + Tp_{10}}{2} * 365 * n * DL * \frac{EE}{Te}$$

$$TEE_{10} = \frac{93 + 161}{2} * 365 * 10 * 0,6 * \frac{349,45}{74}$$

$$TEE_{10} = 1,31 * 10^6$$

Total de Ejes Equivalentes (período de diseño de 20 años)

Para un período de diseño de 20 años tenemos el total de ejes equivalentes tomando como tráfico actual el tráfico proyectado para 10 años.

$$TEE_{20} = \frac{Ta_{10} + Tp_{20}}{2} * 365 * n * DL * \frac{EE}{Te}$$

$$TEE_{20} = \frac{161 + 193}{2} * 365 * 10 * 0,6 * \frac{349,45}{74}$$

$$TEE_{20} = 1,83 * 10^6$$

Valor de soporte del suelo CBR de diseño.

Luego de haber realizado en el laboratorio los ensayos de CBR (12-25-56 golpes) para cada una de las calicatas los resultados los graficamos y tomando el 95% de la densidad seca máxima del Proctor modificado obtenemos el CBR en el punto de la vía.

Obteniendo los 3 CBR los ordenamos de menor a mayor. A continuación se hace un ordenamiento de la posición de los CBR para luego presentarlos en un gráfico.

ABSCISA	CBR	ORDENAMIENTO		%
		ORDENAMIENTO	MAYOR A MENOR	
1+120	28,00%	7,90%	3	100,00%
1+500	7,90%	21,20%	2	66,67%
1+800	21,20%	28,00%	1	33,33%

Tabla 4.2 Ordenamiento de los CBR de la subrasante.

Para obtener el CBR de diseño utilizamos la tabla 4.3 en función del Nivel de Tráfico de los Ejes Equivalentes.

Nivel de Trafico EE	%CBR Diseño
$EE < 10^4$	60%
$10^4 EE < 10^6$	75%
$EE > 10^6$	88%

Tabla 4.3 Porcentaje del CBR de diseño según los ejes equivalentes. Fuente: Guía AASHTO.

Ya que el total de ejes equivalentes $1,83 \cdot 10^6$ el porcentaje de CBR de diseño que utilizaremos será del 88%, este valor lo ingresamos en las ordenadas hasta intersectar con la curva y obtenemos en las abscisas el CBR promedio de diseño para toda la vía cuyo valor:

CBR promedio de diseño 12,2% tal como se muestra en el Gráfico 4.1

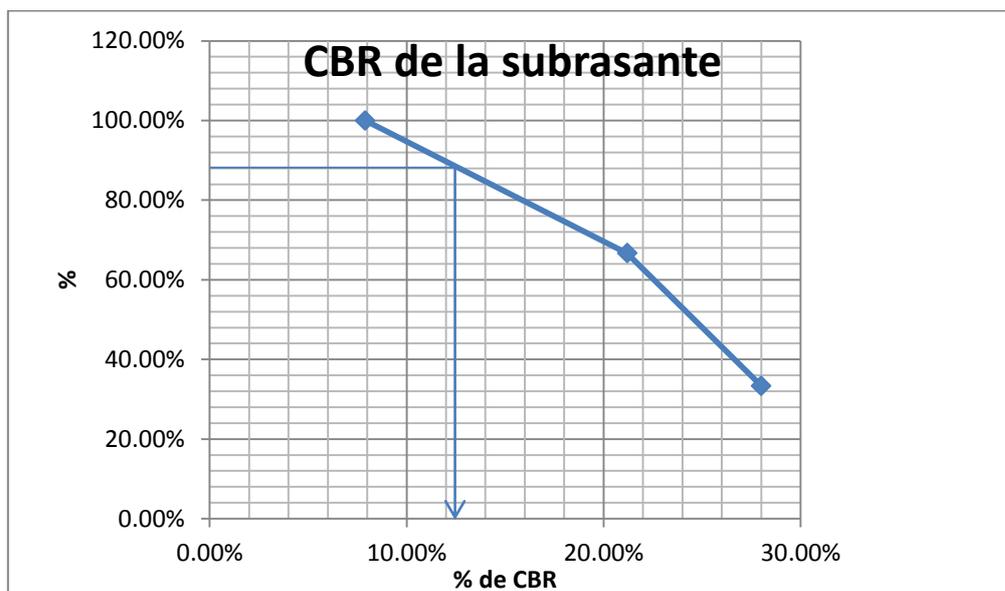


Gráfico 4.1 Elección de CBR de Diseño.

Índice de Servicio (Pt)

Es un número que varía de 0 a 5 obtenido mediante fórmulas que permite estimar la condición de un pavimento en base a sus características físicas tales como huellas surcos, rugosidad, grietas etc.

Condición de un Pavimento	Índice de Servicio (Pt)
Excelente	5
Muy Bueno	4
Bueno	3
Regular	2
Malo	1
Pésimo	0

Tabla 4.4 Índice de servicio recomendables. Fuente: Guía AASHTO

De la tabla anterior obtenemos tomaremos el Índice de servicio
(Pt)=2

Factor Regional (Fr)

Es una escala que ajusta en número estructural a las condiciones climáticas y ambientales a las cuales va a estar sometido el pavimento. Las precipitaciones pluviales probablemente es el factor de mayor influencia en esta escala de valores y puede asumirse, por lo tanto existe una relación entre la precipitación pluvial y el factor regional como se muestra a continuación:

Precipitación Pluviométrica Anual (mm)	Fr
Menos de 250	0,25
250-500	0,50
500-1000	1,00
1000-2000	1,50
2000-3000	1,75
Mayor de 3000	2,00

Tabla 4.5 Factor regional en función de la precipitación. Fuente: Guía AASHTO.

Nuestra ciudad está ubicada en una zona tropical y tomando en cuenta las precipitaciones pluviales del INAHMI que es aproximadamente 1500 mm anuales.

Con lo que el Factor Regional (Fr) para nuestro proyecto será 1,5.

Número Estructural (NE)

Representa la resistencia estructural que debe tener el pavimento en combinación con la capacidad de soporte del suelo, las cargas de los vehículos, el índice servicio y el factor regional

El número estructural así obtenido representa el espesor total del pavimento y debe de ser transformado a los espesor equivalentes de cada una de las capas que lo constituye utilizando coeficientes que representa la resistencia relativa de los material a utilizarse en cada una de las capas que lo conforman.

$$NE = a_1h_1 + a_2h_2 + a_3h_3 + \dots + a_nh_n \text{ Ecuación 4.2.}$$

En donde; $a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n$ (ver anexo) son los coeficientes estructurales de la resistencia relativa del material que debe utilizarse y $h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_n$ son los espesores de cada una de las capas que componen el pavimento.

El Número Estructural (NE) lo obtenemos ingresando al nomograma (ver anexo) con los valores de TEE, %CBR promedio, y se corrige mediante el Factor Regional con lo que obtenemos los siguientes resultados:

Período de Diseño	TEE	CBR promedio	FR	NE nomograma
10 años	$1,32 \cdot 10^6$	12,20	1,5	2,98
20 años	$1,85 \cdot 10^6$	12,20	1,5	3,15

Tabla 4.6 Cálculo de los Números Estructurales

4.3 Cálculo de los Espesores de las Capas del Pavimento Flexible

En la siguiente tabla se muestran los números estructurales para cada una de las capas del pavimento obtenidos mediante iteraciones de sus espesores con lo cual obtenemos el número estructural del pavimento hasta que se cumple la siguiente desigualdad:

$$\Sigma NE \geq NE \text{ nomograma.}$$

DISEÑO DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO (20 AÑOS)			
Capas	Coef. Estructural (a)	Espesor (h) cm	NE
Carpeta de Rodadura de Concreto Asfáltico	0,173	10	1,7300
Base Granular	0,055	15	0,8250
Sub-Base Granular	0,043	15	0,645
ΣNE=			3,20
NE Nomograma			3,15

Tabla 4.7 Rediseño de los espesores de las capas del pavimento Flexible para 20 años

4.4 Presupuesto

PRESUPUESTO PARA LA REHABILITACIÓN DE LA VÍA DE ACCESO A ZONA INDUSTRIAL Km. 4.5 VÍA DURAN TAMBO					
RUBRO	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
A	Trazado y Replanteo	M2	14.440,00	\$ 0,82	\$ 11.840,80
B	Remoción y Desalojo de Material de Carpeta Asfáltica Existente	M3	1.444,00	\$ 10,02	\$ 14.468,88
C	Suministro y Colocación de Sub base	M3	990,00	\$ 28,11	\$ 27.828,90
D	Suministro y Colocación de Base	M3	1.144,00	\$ 31,11	\$ 35.589,84
E	Suministro y Colocación de Concreto Asfáltico	M2	14.440,00	\$ 11,59	\$ 167.359,60
TOTAL					\$ 257.088,02

Tabla 4.8. Presupuesto Referencial

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se rehabilitó el primer tramo de la vía aplicando las soluciones de retiro de la carpeta asfáltica existente, nivelando y compactado la base en los lugares donde sea necesario, para luego reponer la carpeta asfáltica.

En el tramo 2 con el aforo de Tráfico realizado pudimos determinar la cantidad real de vehículos que a diario utilizan y así poder calcular las

cargas que soporta la estructura actualmente y en un periodo de diseño de 20 años tiempo en cual la vía debe de cumplir su tiempo de vida útil.

Se realizaron análisis del suelo de la subrasante y teniendo en cuenta las cargas que soportan con esos datos se realizó un diseño de los espesores de las capas del pavimento con lo que demostramos que la estructura en este tramo de la vía no tiene la capacidad de soportar las cargas que a diario le imprimen los vehículos.

5.2. Recomendaciones

Desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 0+220 hay que reconformar la superficie la capa de base hasta las cotas de proyecto.

Desde la abscisa 1+120 hasta la 1+945 la base existente puede ser utilizada como espesor adicional al del espesor de la sub-base calculada en el rediseño de las capas del pavimento, la sub-base que se coloque debe de cumplir las Especificaciones del MTOP el desgaste de los agregados en el ensayo de Abrasión de los Ángeles debe ser menor de 40% CBR debe de ser mayor de 30% el Índice Plástico menor del 6% y el limite liquido máximo de 25.

La base que se coloque debe de cumplir las Especificaciones del MTOP el desgaste de los agregados en el ensayo de Abrasión de los Ángeles debe ser menor de 40% CBR debe de ser mayor de 80% el Índice Plástico menor del 6% y el limite liquido máximo de 25.

Se recomienda limpiar de los espaldones y colocar un riego asfáltico para proteger la estructura del pavimento

Además recomendamos realizar la limpieza de los sedimentos acumulados en el fondo del canal de aguas lluvias ubicado a los costados de la vía ya que este es un problema ambiental que el agua no drena rápidamente por lo que produce malos olores.

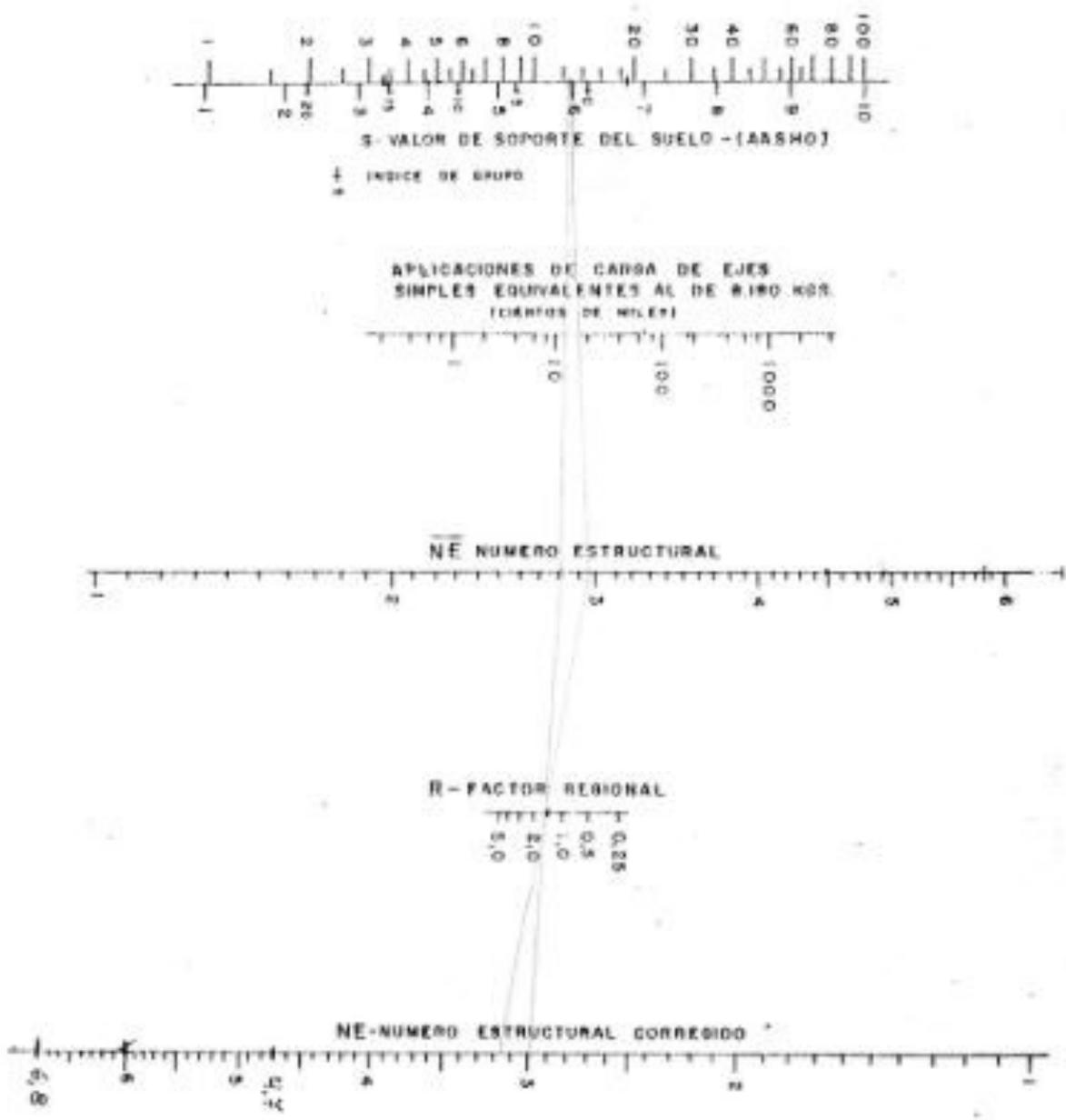
Se deben de cambiar las señales verticales que están dañadas para brindar una mejor información a los usuarios que a diario utilizan la vía.

Luego de terminar la el proceso de rehabilitación se debe realizar el debida señalización horizontal.

CAPITULO 6

6. ANEXOS

CBR DE DISEÑO (ECUADOR)



EL NOMOGRAMA ES IGUAL AL INDICADO EN "AASHO INTERIM GUIDE" 1972 PARA EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS, EXCEPTO LA ESCALA DE VALORES CBR CUYA CORRELACION SE INDICA EN EL APENDICE IX-1

FIGURA IX-2 NOMOGRAMA PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, P=2,5 (NOMOGRAMA AASHO 400-1)

CLASE DE MATERIAL	NORMAS	COEFICIENTE
CAPA DE SUPERFICIE		
Concreto Asfáltico	Estabilidad de Marshal 1000 - 1600 Lbs	0.134 - 0.173
Arena Asfáltica	Estabilidad de Marshal 500 - 800 Lbs	0.079 - 0.118
Carpeta Bituminosa Mezclada en el Camino	Estabilidad de Marshal 300 - 600 Lbs	0.059 - 0.098
CAPA DE BASE		
Agregado Triturado Graduados Uniformemente	PI 0 - 4, CBR > 100%	0.047 - 0.055
Grava Graduada Uniformemente	PI 0 - 4, CBR > 30 - 80%	0.028 - 0.051
Concreto Asfáltico	Estabilidad de Marshal 1000 - 1600 Lbs	0.098 - 0.138
Arena Asfáltica	Estabilidad de Marshal 500 - 800 Lbs	0.059 - 0.098
Agregado Grueso Estabilizado con Concreto	Resistencia a la Compresion 28 - 46 kg/cm ²	0.079 - 0.138
Agregado Grueso Estabilizado con Cal	Resistencia a la Compresion 7 kg/cm ²	0.059 - 0.118
Suelo - Cemento	Resistencia a la Compresion 18 - 32 kg/cm ²	0.047 - 0.079
CAPA DE SUB.-BASE		
Arena - Grava Graduada Uniformemente	PI 0 - 6, CBR > 30 + %	0.035 - 0.043
Suelo - Cemento	Resistencia a la Compresion 18 - 32 kg/cm ²	0.059 - 0.071
Suelo - Cal	Resistencia a la Compresion 5 kg/cm ²	0.059 - 0.071
MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE		
Arena o Suelo Seleccionado	PI 0 - 10	0.020 - 0.035
Suelo con Cal	5% Minimo de Cal en Peso de los Suelos	0.028 - 0.039
TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO		
Triple Riego		* 0.40
Doble Riego		* 0.25
Simple Riego		* 0.15
	* Usar estos valores para los diferentes tipos de tratamientos bituminosos, sin calcular espesores	

Tabla 4.2.2.3. Coeficiente Estructural de las Capas de Pavimentos Flexibles - Método AASHTO

CUADRO DE CANTIDADES PARA REHABILITACIÓN DE VIA DE ACCESO A ZONA INDUSTRIAL KM. 14.5 VÍA DURAN-TAMBO

TRAZADO Y REPLANTEO		
LONGITUD	ANCHO	AREA (m2)
1120.00	7.00	7840.00
825.00	8.00	6600.00
TOTAL		14,440.00

DESALOJO			
LONGITUD	ANCHO	ESPEJOR	VOLUMEN (m3)
1120.00	7.00	0.10	784.00
825.00	8.00	0.10	660.00
TOTAL			1,444.00

SUB BASE			
LONGITUD	ANCHO	ESPEJOR	VOLUMEN (m3)
825.00	8.00	0.15	990.00
TOTAL			990.00

BASE			
LONGITUD	ANCHO	ESPEJOR	VOLUMEN (m3)
220.00	7.00	0.10	154.00
825.00	8.00	0.15	990.00
TOTAL			1,144.00

ASFALTO		
LONGITUD	ANCHO	AREA (m2)
1120.00	7.00	7840.00
825.00	8.00	6600.00
TOTAL		14,440.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOSRUBRO: **A**UNIDAD: **M2**DETALLE: **Trazado y Replanteo**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	ENDIMIEN	COSTO
Herramienta menor	1.00	1.00	1.000	0.011	0.011
Equipo topografico	1.00	5.00	5.000	0.011	0.055
SUBTOTAL M					0.066
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL HORA	COSTO HORA	ENDIMIEN	COSTO
Topógrafo 1	1.00	6.73	6.734	0.011	0.074
Estructura Ocupacional E2 (Peones y Ayud)	3.00	2.56	7.669	0.011	0.084
SUBTOTAL N					0.158
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
Estaquillas	un.	4.000	0.100	0.400	
SUBTOTAL O					0.400
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					0.624
Indirectos y Utilidades 17.00%					0.106
Otros Indirectos 3.00%					0.019
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.749
VALOR OFERTADO DEL RUBRO					0.75

Nota: Estos Precios no incluyen IVA.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOSRUBRO: **B**UNIDAD: **M3**DETALLE: **Suministro y Colocación de Sub Base Clase 1****EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	ENDIMIEN	COSTO
Rodillo liso	1.00	40.00	40.000	0.032	1.280
Motoniveladora	1.00	45.00	45.000	0.032	1.440
Equipo topografico	1.00	5.00	5.000	0.032	0.160
Tanquero	1.00	20.00	20.000	0.032	0.640
SUBTOTAL M					3.520

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL HORA	COSTO HORA	ENDIMIEN	COSTO
Estructura Ocupacional E2 (Peones y Ayuda)	2.00	2.56	5.113	0.032	0.164
Operador GRUPO 1 Y GRUPO 2	2.00	4.10	8.205	0.032	0.263
Chofer Clase D	1.00	4.10	4.102	0.032	0.131
Topógrafo 1	1.00	6.73	6.734	0.032	0.215
SUBTOTAL N					0.773

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
Sub-base tipo 1	m3	1.200	11.000	13.200
Agua	m3	0.650	1.080	0.702
SUBTOTAL O				13.90

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Subbase	m3-km	40.000	0.180	7.200
SUBTOTAL P				7.20

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)		25.395
Indirectos y Utilidades 17.00%		4.317
Otros Indirectos 3.00%		0.762
COSTO TOTAL DEL RUBRO		30.474
VALOR OFERTADO DEL RUBRO		30.47

Nota: Estos Precios no incluyen IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: C

UNIDAD: M3

DETALLE: **Suministro y Colocación de Base**

F

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	ENDIMIENTO	COSTO
Rodillo liso	1.00	40.00	40.000	0.032	1.280
Motoniveladora	1.00	45.00	45.000	0.032	1.440
Equipo topografico	1.00	5.00	5.000	0.032	0.160
Tanquero	1.00	20.00	20.000	0.032	0.640
SUBTOTAL M					3.520
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL HORA	COSTO HORA	ENDIMIENTO	COSTO
Estructura Ocupacional E2 (Peones y Ayuda)	2.00	2.56	5.113	0.032	0.164
Operador GRUPO 1 Y GRUPO 2	2.00	4.10	8.205	0.032	0.263
Chofer Clase D	1.00	4.10	4.102	0.032	0.131
Topógrafo 1	1.00	6.73	6.734	0.032	0.215
SUBTOTAL N					0.773
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
Base clase 1A	m3	1.200	14.000	16.800	
Agua	m3	0.650	1.080	0.702	
SUBTOTAL O					17.50
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Base	m3-km	40.000	0.180	7.200	
SUBTOTAL P					7.20
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					28.995
Indirectos y Utilidades 17.00%					4.929
Otros Indirectos 3.00%					0.870
COSTO TOTAL DEL RUBRO					34.794
VALOR OFERTADO DEL RUBRO					34.79

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOSRUBRO: **D**UNIDAD: **M3**DETALLE: **Semiistro y Colocación de Hormigón Asfáltico****EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	ENDIMIEN	COSTO
Finisher	1.00	50.00	50.000	0.032	1.600
Rodillo neumatico	1.00	45.00	45.000	0.032	1.440
Equipo Topografico	1.00	5.00	5.000	0.032	0.160
Petrolizadora	1.00	25.00	25.000	0.032	0.800
Rodillo Liso	1.00	40.00	40.000	0.032	1.280
SUBTOTAL M					5.280

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL HORA	COSTO HORA	ENDIMIEN	COSTO
Estructura Ocupacional E2 (Peones y Ayuda	2.00	2.56	5.113	0.032	0.164
Operador GRUPO 1 Y GRUPO 2	2.00	4.10	8.205	0.032	0.263
Chofer Clase D	1.00	4.10	4.102	0.032	0.131
Topógrafo 1	1.00	6.73	6.734	0.032	0.215
SUBTOTAL N					0.773

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
Concreto asfáltico	m3	1.300	72.000	93.600
Riego Asfáltico	lt	14.400	1.100	15.840
SUBTOTAL O				109.44

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Asfalto	m3-km	60.000	0.180	10.800
SUBTOTAL P				10.80

	TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)	126.293
	Indirectos y Utilidades 17.00%	21.470
	Otros Indirectos 3.00%	3.789
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	151.552
	VALOR OFERTADO DEL RUBRO	151.55

Nota: Estos Precios no incluyen IVA.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: E

UNIDAD: M3

DETALLE: Remoción y Desalojo de Carpeta Asfáltica Existente

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	ENDIMIEN	COSTO
Fresadora	1.00	60.00	60.000	0.010	0.600
Volquete	1.00	20.00	20.000	0.011	0.220
Retroexcavadora	1.00	30.00	30.000	0.005	0.150
Equipo topografico	1.00	5.00	5.000	0.003	0.016
SUBTOTAL M					0.986

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL HORA	COSTO HORA	ENDIMIEN	COSTO
Estructura Ocupacional E2 (Peones y Ayuda)	2.00	2.56	5.113	0.032	0.164
Operador GRUPO 1 Y GRUPO 2	2.00	4.10	8.205	0.032	0.263
Chofer Clase D	1.00	4.10	4.102	0.032	0.131
Topógrafo 1	1.00	6.73	6.734	0.032	0.215
SUBTOTAL N					0.773

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
				0.000
				0.000
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE

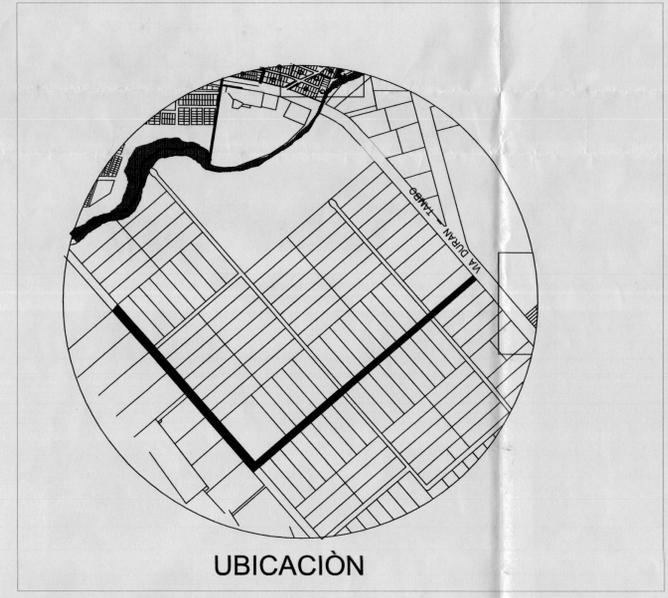
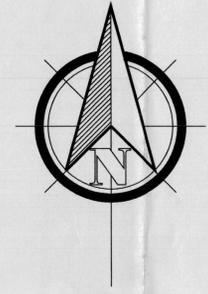
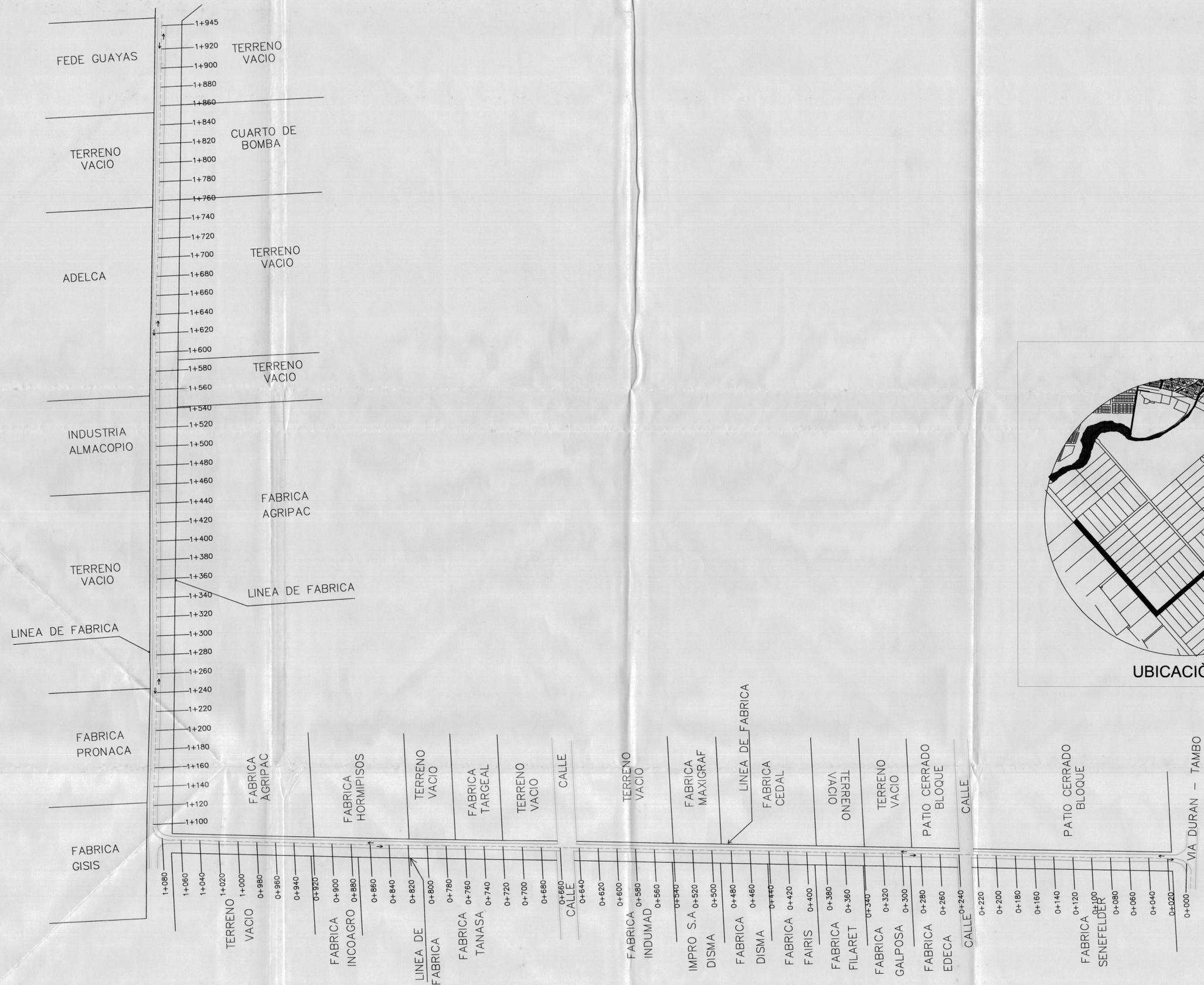
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Desalojo	m3-km	40.000	0.050	2.000
SUBTOTAL P				2.00

	TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)	3.759
	Indirectos y Utilidades 17.00%	0.639
	Otros Indirectos 3.00%	0.113
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	4.511
	VALOR OFERTADO DEL RUBRO	4.51

Nota: Estos Precios no incluyen IVA.

BIBLIOGRAFÍA

- Montejo, A. (2001). Ingeniería de Pavimento para carretera. Colombia: Universidad Católica de Colombia. Págs. 1-4
- Céspedes, José. Carreteras Diseño Moderno. Págs.10-15
- Consejo de Directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica. (2011). Catálogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles Vol.11.México. Págs. 1-25
- MOP. (2002). Especificaciones Generales Para la Construcción de Caminos y Puentes. Tomo I. Págs. 315-316; 328-332
- Santos, E. (2008). Apuntes de Clases Carreteras I.
- Kraemer, C., Pardillo, J., Rocci, S., Romana, M., Sánchez, V., Del Val, M. (2003). Ingeniería de Carreteras Vol I.Mc Graw Hill. España. Págs. 313-319
- Jugo, A. (2005). Manual de Mantenimiento y Rehabilitación de Pavimentos Flexibles. Caracas. Pág. 1-33
- Figueroa, A., Flores, C., León, M., Muñoz, E., Ojeda, B., Reyes, F., Rodríguez, J. Manual Para el Mantenimiento de la Red Vial Secundaria. Pontifica Universidad Javeriana. Colombia. Págs. 1-89



PROYECTO:		TESINA DE GRADO	
PRESENTADO POR:	PILAR NATALI RODRIGUEZ BRAVO	UBICACION:	DURAN KM. 4.5 VIA DURAN-TAMBO
CONTENIDO:			
VIA DE ACCESO A ZONA INDUSTRIAL KM. 4.5 VIA DURAN-TAMBO			
FECHA:	JULIO 2013	ESCALA:	1:2000
LAMINA:			1/1