



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL**

TEMA:

**“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA
ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MONTALVO-
TOTORAS EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 DE LA PROVINCIA DE
TUNGURAHUA.”**

AUTORA: Gabriela Estefanía Pico Vaca

TUTOR: Ing. Mg. Jorge Javier Guevara Robalino

AMBATO- ECUADOR

Enero - 2021

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, bajo el tema “**IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MONTALVO- TOTORAS EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA**”, ejecutado por la señorita **Gabriela Estefanía Pico Vaca**, portadora de la cedula de ciudadanía C.I 1804683819, estudiante de la Carrera Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, Enero 2021



Ing. Mg. Jorge Javier Guevara Robalino

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Gabriela Estefanía Pico Vaca**, con C.I. 1804683819 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MONTALVOTOTORAS EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los análisis estadísticos gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autora del proyecto a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Enero 2021



Gabriela Estefanía Pico Vaca

AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Enero 2021



Gabriela Estefanía Pico Vaca

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el Proyecto Técnico, realizado por la estudiante Gabriela Estefanía Pico Vaca de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MONTALVOTOTORAS EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

Ambato, Enero 2021

Para constancia firman:



Ing. Mg. Alex Gustavo López Arboleda

Ing. Mg. Dilón German Moya Medina

Miembro del Tribunal

Miembro del Tribunal

DEDICATORIA

A mis padres Omar y Nelly,

A mi hermana Josselyn,

A mi querido Diego.

Ustedes me hacen mejor persona.

Gaby

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgen María por haberme dado la fortaleza y paciencia a lo largo de mi vida para poder cumplir con cada uno de mis objetivos a pesar del tiempo.

A mis padres Omar y Nelly que con todo su esfuerzo y dedicación me han sacado adelante a pesar de las adversidades siempre creyeron en mí, para ser una mujer de bien les quedo enteramente agradecida.

A Josselyn por toda la motivación y el cariño brindado para alcanzar mis metas.

A la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por abrirme sus puertas para poder culminar con mi carrera.

A los profesores que supieron con su lado humano impartir en mí conocimientos y valores para poder ser una buena profesional.

A mi tutor el Ing. Mg. Jorge Guevara y al Ing. Mg. Alex López por todo el tiempo brindado desde el momento en que empecé con el perfil hasta que culminé con mi trabajo de titulación, por sus conocimientos compartidos fruto de años de experiencia

Agradezco a mi familia: A mis abuelitos, Tiberio y Emma, Lucrecia y Humberto (+) a mis tíos: Blanca, Giovanni y Wilma, Darwin y Cristian por haber sido pilares trascendentales en mi vida.

Al Ing. Mg. Diego Chérrez, quien ha sido una guía para poder terminar mi carrera al igual que su familia Chérrez-Gavilanes en especial a Patricia Gavilanes.

A mis amigos David y Marquito por ser personas maravillosas, ustedes me hacen creer en la humanidad.

A mis compañeros de clase y a todas las personas que a lo largo de mi vida fueron una pieza fundamental en este logro.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE la investigación	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPITULO I.....	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	2
1.2. OBJETIVOS.....	3
1.2.1. Objetivo General.....	3
1.2.2. Objetivos Específicos	3
CAPITULO II.....	4
2. METODOLOGÍA	4
2.1. Materiales	4
2.2. Métodos	6
2.2.1. Georreferenciación	6
2.2.2. Tráfico promedio diario anual (TPDA).....	7
2.2.3. Índice de condición del pavimento (PCI).....	13
2.2.4. Ensayo de suelos	25
2.2.4.1. Granulometría	25
2.2.4.2. Límites de Atterberg	3
2.2.4.2.1. Límite líquido (LL)	3
2.2.4.2.2. Límite plástico (LP).....	4

2.2.5.	Ensayo de relación de soporte de california (CBR).....	6
2.2.6.	Proctor modificado tipo b (humedad óptima y densidad máxima).....	8
2.2.7.	Viga Benkelman	9
2.2.8.	Mantenimiento Vial	14
CAPITULO III		18
3.1.	Análisis y discusión de los resultados	18
3.1.1.	Ubicación del proyecto	18
3.1.2.	Georreferenciación.....	18
	Análisis del tráfico vehicular.....	19
3.1.3.	Cálculo del TPDA por medio del método de la trigésima hora.....	20
3.2.	Análisis superficial no destructivo mediante el índice de condición del pavimento (PCI).....	28
3.2.1.	Unidades de muestreo.....	28
3.3.	Cálculo de deflexiones con el método de la viga Benkelman.....	32
3.3.1.	Cálculos de deflexiones	33
3.4.	Estudio de suelos	41
3.5.	Plan de mantenimiento vial	43
3.5.1.	Plan de mantenimiento vial aplicando el método del índice de condición del pavimento (PCI).....	43
CAPITULO IV		48
4.	Conclusiones y recomendaciones.....	48
4.1.	Conclusiones	48
4.2.	Recomendaciones	49
C. Materiales de referencia.....		50
1.	Referencias bibliográficas	50
5.	ANEXOS.....	53
	Anexo 5. Plano	126

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Materiales, equipos y normas.....	4
TABLA 2. Tipos de carreteras en función del tráfico proyectado	8
TABLA 3. Clasificación general de los vehículos	9
TABLA 4. Tasa de crecimiento de los vehículos	11
TABLA 5. Factores de daño según el tipo de vehículo.....	12
TABLA 6. Factores de distribución direccional.....	12
TABLA 7. Porcentajes de W18 en el carril D1	13
TABLA 8. Rangos de calificación del PCI	14
TABLA 9. Intervención en base al rango de PCI.....	15
TABLA 10. Tipos de fallas estructurales	18
TABLA 11. Tipos de fallas superficiales.	20
TABLA 12. Longitudes de unidades de muestreo asfálticas.....	22
TABLA 13. Escala de tamices.....	27
TABLA 14. Clasificación de suelos método AASHTO M-145	2
TABLA 15. Clasificación general de CBR (%)	6
TABLA 16. Distancias para ensayos según el ancho del carril.....	10
TABLA 17. Características del pavimento de acuerdo con el tipo de deflexiones y radios de curvatura.	13
TABLA 18. Coordenadas de los puntos de inicio y final de la vía Montalvo- Totoras	18
TABLA 19. Ubicación de la estación de conteo	19
TABLA 20. Síntesis del número de vehículos	20

TABLA 21. TPDA actual.....	22
TABLA 22. Tráfico atraído	22
TABLA 23. TPDA actual total.....	23
TABLA 24. Tráfico futuro de la vía Montalvo-Totoras.....	25
TABLA 25. Ejes equivalentes	27
TABLA 26. Datos de la vía Montalvo- Totoras	29
TABLA 27. Tramos de la vía Montalvo-Totoras para posterior análisis del PCI.....	31
TABLA 28. Análisis del índice de condición del pavimento.	32
TABLA 29. Deflexiones tomadas en la vía Montalvo-Totoras.....	33
TABLA 30. Deflexiones corregidas por relación de brazos.....	34
TABLA 31. Deflexiones corregidas por temperatura	35
TABLA 32. Factores de corrección por efecto estacional.....	36
TABLA 33. Deflexiones corregidas por estacionalidad.....	36
TABLA 34. Radio de curvatura.....	37
TABLA 35. Valor de "t" y probabilidad de ocurrencia $D > DC$	38
TABLA 36. Deflexiones calculadas de la vía	40
TABLA 37. Coordenadas de las calicatas en la vía Montalvo - Totoras	41
TABLA 38. Clasificación del suelo mediante el ensayo de granulometría.....	42
TABLA 39. Ensayo límites Atterberg.....	42
TABLA 40. Ensayo proctor.....	42
TABLA 41. Ensayo de carga-penetración CBR.....	43
TABLA 42. Resumen de fallas en la vía Montalvo - Totoras	44
TABLA 43. Mantenimiento para fisuras o agrietamiento por piel de cocodrilo.....	46
TABLA 44. Mantenimiento para grieta de borde.....	46
TABLA 45. Mantenimiento de grietas longitudinales y transversales.....	47

TABLA 46. Reparación de huecos.....	47
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Formato de visualización con respecto al método PCI	16
FIGURA 2. Viga Benkelman.....	9
FIGURA 3. Ubicación del centro de gravedad del eje posterior.	11
FIGURA 4. Alineamiento de la viga Benkelman con el centro de las llantas.	11
FIGURA 5. Sección transversal típica de la estructura en pavimento flexible.....	15
FIGURA 6. Ubicación del proyecto.....	18
FIGURA 7. Ubicación de la estación de conteo	20
FIGURA 8. Detalle de la hora pico.....	21
FIGURA 9. Comparación gráfica de los valores del TPDA total según el tipo de vehículo.....	24

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo técnico tiene como objetivo implementar un proceso de conservación en la capa asfáltica de la vía Montalvo -Totoras, se aplicaron métodos con datos obtenidos en campo y laboratorio, mismos que proporcionaron una visión más clara de las características físicas actuales de la vía.

Este proyecto inició con el levantamiento georreferenciado haciendo uso del Garmin GPSMAP 64s, obteniendo un total de 600 puntos mismos que fueron tomados cada 20 metros, los cuales determinaron los 4000 metros de longitud de la vía de una sola sección con dos carriles en diferente sentido, se constató la existencia de señalización y cunetas de evacuación de agua lluvia.

El conteo vehicular de 12 horas en intervalos de 15 minutos durante 7 días consecutivos sirvió para calcular el TPDA futuro de 1122 vehículos/día, al encontrarse dentro del rango 1000 a 3000 vehículos/día (colectora de Clase II), indica que la vía no requerirá ampliación alguna dentro de 20 años ya que el número de carriles que actualmente tiene la vía será suficiente para el tráfico previsto.

Mediante el método PCI basado en la visualización de campo se hizo un registro de fallas y con el ensayo no destructivo de la Viga Benkelman se calculó las deflexiones en la vía. También se verificó que la subrasante se encuentra en un estado de regular a bueno mediante el ensayo CBR para la capa de rodadura.

ABSTRACT

The present technical work aims to implement a conservation process in the asphalt layer of the Montalvo-Totoras road, methods were applied with data obtained in the field and in the laboratory, which provided a clearer vision of the current physical characteristics of the road.

This project began with the georeferenced survey using the Garmin GPSMAP 64s, obtaining a total of 600 points that were taken every 20 meters, which determined the 4000 meters length of a single section road with two lanes in different directions, the existence of signage and rainwater drainage ditches was found.

The 12-hour vehicle count in 15-minute intervals for 7 consecutive days served to calculate the future ADT of 1122 vehicles / day, being within the range of 1000 to 3000 vehicles / day (Class II collector), it indicates that the road is not It will require some expansion within 20 years since the number of lanes currently on the road will be sufficient for the expected traffic.

By means of the PCI method based on field visualization, a record of failures was made and with the non-destructive test of the Benkelman Beam the deflections in the track were calculated. It was also verified that the subgrade is in a fair to good state by the CBR test for the wearing course.

CAPITULO I

MARCO TEÒRICO

1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Las vías de transporte contribuyeron a la llegada del mundo actual, con sus niveles industriales y de intercambio comercial totalmente inimaginables, cabe preguntarse si son hoy, o fueron, elementos generadores de desarrollo por si mismos o si, por el contrario, constituyen uno de los costos más gravosos de ese desarrollo. [1]

La construcción de vías optimas tiene gran importancia geográfica, facilitan el traslado de los habitantes a las poblaciones cercanas y de ser el caso de sus productos a las diversas ciudades, de esta manera se garantiza el desarrollo socioeconómico del sector, además de ofrecer un mejor acceso de necesidades básicas. [2]

La vía rural que comunica a las parroquias Montalvo y Totoras es de gran importancia para sus habitantes ya que mediante ella se trasporta productos agrícolas, ganaderos y artesanales hacia los diferentes cantones de la provincia, por lo tanto, se requiere realizar un estudio actual de la vía, para poder implementar un plan de mantenimiento, para alargar la vida útil de la vía y garantizar el desarrollo socioeconómico del sector.

El funcionamiento de una carretera contempla su construcción, conservación, mantenimiento y/o rehabilitación, para la construcción se necesita grandes inversiones, y la conservación en algunos casos no se realiza dando lugar a que con el tiempo se necesite una rehabilitación que al tener un costo mayor en muchas ocasiones se decide no hacer, creando de manera alterna una nueva carretera olvidando la ya existente. [3]

Como cualquier tipo de estructura las carreteras necesitan un mantenimiento, que por su uso y por las condiciones climatológicas (lluvia, sol y del uso que le van desgastando), existen diferentes tipos de conservación que depende del grado de desgaste que tengan los componentes de la vía. [3]

Por otra parte, en la vía (o en general de cualquier sistema) existen de hecho tres edades: el periodo de implantación, el de estabilización y el periodo de vejez o decadencia. En la primera, la probabilidad de falla disminuye rápidamente, en la segunda permanece constante y en la tercera crece con rapidez, ocasionando los correspondientes incrementos en los costos de mantenimiento y de reconstrucción. [1]

JUSTIFICACIÓN

La construcción de pavimentos asfálticos requiere también de un plan de mantenimiento periódico para conservar de manera óptima la vía asfáltica, con un mínimo de gastos y de molestias para el tráfico.

La importancia de este documento de titulación es crear un proceso de conservación de la vía que vaya acorde con el nivel de servicio de esta para facilitar la circulación cómoda y segura de los usuarios; por otro lado, los recursos serán siempre escasos y deberán ser utilizados con mayor eficiencia técnica. Por ello con mayor razón la prioridad debe estar en el de cuidar el patrimonio vial existente para evitar su deterioro y eventualmente la pérdida de las carreteras. [4]

La provincia de Tungurahua es una de las 24 provincias que conforman el Ecuador y está situada geográficamente en la región interandina, y visualmente tiene problemas en cuanto al estado de vías, en este caso se plantea un estudio técnico para evaluar la vía Montalvo -Totoras con el fin de ejecutar un plan de conservación para garantizar la seguridad de los usuarios y el ahorro de recursos económicos.

La conservación vial es un proceso que involucra actividades de obras e instalaciones, que se realizan con carácter permanente o continuo en los tramos conformantes de una red vial. [4]

Si se toma en cuenta que las vías son el factor principal de desarrollo social, económico y cultural de los habitantes de estas parroquias, resulta imprescindible que a estas obras viales se les asigne recursos para asegurar que sus niveles de seguridad y servicio sean elevados y tolerables. Por lo tanto, los gobiernos provinciales tienen el compromiso de brindar a los usuarios de estas vías de comunicación, condiciones de confort economía y seguridad.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer un sistema de gestión de conservación vial en función de las características físicas de la vía Montalvo – Totoras en el tramo 0+000 hasta 4+000 de la Provincia de Tungurahua.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Disponer de un levantamiento georreferenciado de la vía Montalvo -Totoras en el tramo 0+000 hasta 4+000 de la Provincia de Tungurahua.
- Conocer la movilidad vehicular en la vía Montalvo – Totoras en el tramo 0+000 hasta 4+000 de la provincia de Tungurahua.
- Evaluar cada uno de los componentes físicos de la vía Montalvo- Totoras en el tramo 0+000 hasta 4+000 de la Provincia de Tungurahua.

CAPITULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. Materiales

Los Materiales, Instrumentos y Normas utilizados en este proyecto Técnico para la obtención de Datos en campo y en laboratorio se especifican a continuación:

Tabla 1. Materiales, equipos y normas.

ENSAYO	MATERIALES	EQUIPOS	NORMA
Abertura de Calicatas	<ul style="list-style-type: none"> • Muestras de Suelos (alteradas) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pico • Barra • Pala • Fundas de Polietileno para empaque • Sacos Plásticos de Polipropileno 	NTE INEN 686 1982-05
Georreferenciación	<ul style="list-style-type: none"> • Cinta Métrica • Flexómetro 	Sistema de Posicionamiento Global GPS	
Ensayo No Destructivo Viga Benkelman (Medición de Deflexiones)	<ul style="list-style-type: none"> • Lata de Pintura • Cinta Métrica • Flexómetro • Agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Viga Benkelman • Combo • Cíncel • Brocha • Termómetro de Mercurio 	AASHTO T 256- 01
Ensayo Granulométrico	<ul style="list-style-type: none"> • Muestras de Suelo 	<ul style="list-style-type: none"> • Tamices de Prueba Estándar • Tamizadora de Laboratorio • Brocha • Balanza digital con plato de acero inoxidable. 	ASTM C136-05

Límites de Atterberg			
Límite Líquido	<ul style="list-style-type: none"> • Muestra de suelo, liberado del tamiz #40 • Agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Copa de Casagrande • Acanalador curvo de Casagrande • Espátula de Laboratorio • Recipientes de Aluminio • Horno de Laboratorio 	AASHTO T 90-16
Limite Plástico	<ul style="list-style-type: none"> • Muestra de Suelo, liberado de tamiz #40 • Agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Recipientes de Aluminio • Mortero de Porcelana • Espátula de Laboratorio • Placa de Vidrio • Horno de Laboratorio 	AASHTO T 90 -16
Proctor Modificado Tipo B	<ul style="list-style-type: none"> • Muestra de suelos. • Agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Bandejas Metálicas • Recipientes de Aluminio • Palustre • Disco Espaciador • Balanza digital de Laboratorio • Molde Cilíndrico con collarín • Apisonador Metálico • Enrasador • Probeta • Brocha • Horno de Laboratorio 	AASHTO T-180-18
Ensayo CBR	<ul style="list-style-type: none"> • Suelo • Agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Maquina MULTISPEED • Pesa Ranurada • Pesa Anular 	AASHTO T- 193 -13

Autora. Gabriela Pico

2.2. Métodos

Para un adecuado avance del proyecto se debe implementar una serie de procedimientos que se irán explicando a continuación:

- a) Levantamiento georreferenciado, para identificar los puntos en la vía con sus respectivas coordenadas con la ayuda de equipo de precisión.
- b) Conteos diarios de tráfico y clasificación vial en función del TPDA.
- c) Mediante una inspección visual determinar el Índice de Condición de Pavimentos (PCI), para describir de la condición del pavimento flexible.
- d) Viga Benkelman para determinar deflexiones del pavimento flexible.
- e) Ensayo de suelo, para determinar la capacidad de soporte en la subrasante de la vía.

A continuación, se explicarán conceptos básicos de los procesos a realizar en el Proyecto de Investigación.

2.2.1. Georreferenciación

Proceso mediante el cual se utiliza equipos que usan el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) de navegación por satélite, que permite determinar a partir de un levantamiento en el campo una definición geográfica precisa de la ubicación de puntos, líneas y polígonos representados en un sistema de coordenadas reales tanto en medidas de latitud-longitud y altura.

Para determinar la posición en un lugar abierto el receptor GPS capta un mínimo de 4 satélites de los 27 que utiliza de los que recibe señales indicando la posición y hora exacta de cada uno ellos, con esos datos el receptor sincroniza el reloj del GPS, calcula el retraso de las señales, y con la triangulación de dichas señales encuentra su posición. El receptor GPS que se va a emplear es el Garmin GPSMAP 64s que tiene una precisión de entre 3 y 5 metros.

La calibración del GPS va de acuerdo con la zona geográfica, al trabajar con esta información es necesario definir el sistema de referencia de coordenada (SRC). Por esta razón, Ecuador está en el sistema de coordenadas planas con proyección UTM zona 17 sur con datum WGS84 (World Geodetic System 84, Sistema Geodésico Mundial 1984).

Se recomienda configurar el GPS en el **datum del mapa**: WGS 84 y el **formato de posición**: hddd°mm'ss.s" en (grados minutos y segundos).

La vía Montalvo- Totoras en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 4+000, cuenta con un ancho de vía de 6 metros, cunetas al lado izquierdo y derecho, en donde se recomienda hacer el abscisado con el GPS cada 10 o 20 metros con la ayuda de una cinta métrica, tomando los puntos tanto en la berma izquierda, eje y berma derecha.

2.2.2. Tráfico promedio diario anual (TPDA)

Es la medida más recurrente de flujo vehicular, cuando no existe congestión, utilizado para el diseño de pavimentos y valor que se incorpora a los modelos de deterioro de pavimentos que es equivalente al número de vehículos que pasan y son registrados en un punto dado durante un día. [7].

Para el cálculo del TPDA en vías de dos sentidos de circulación, se debe tomar en cuenta el volumen de vehículos de los dos sentidos que dan igual al número de vehículos en el día, la unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviatura es el TPDA. [24]

Para poder conocer el tráfico promedio diario anual a partir de una muestra, existen cuatro factores de variación que son:

Factor Horario (FH): Este permite transformar el volumen de tráfico que se haya registrado en un número de horas a VOLUMEN DIARIO PROMEDIO. [8]

Factor Diario (FD): Permite transformar el volumen de tráfico diario promedio en VOLUMEN SEMANAL PROMEDIO. [8]

Factor Semanal (FS): Permite transformar el volumen semanal promedio de tráfico en VOLUMEN MENSUAL PROMEDIO. [8]

Factor Mensual (FM): Permite transformar el volumen mensual promedio de tráfico, en tráfico promedio diario anual (TPDA). [8]

Tipo de conteo de tráfico

El tipo de conteo manual proporciona información mediante una visualización de la composición del tráfico de las que mucho depende el diseño geométrico de la vía. [25]

El conteo vehicular de la vía Montalvo - Totoras en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 4+000 m, se puede realizar de forma visual en los dos sentidos con la ayuda de otra persona ya que esta vía cuenta con dos carriles en dos sentidos. Donde se registran a vehículos haciendo trazos en un papel o con contadores manuales, donde es posible conseguir datos y clasificar a los vehículos por tipo. [7]

En cuanto al periodo de observación se debe tener por lo menos un conteo manual de 7 días seguidos en una semana que no esté afectada por eventos especiales. [9]

En el Ecuador, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) ha clasificado las carreteras de acuerdo un cierto grado de importancia basado en el volumen del tráfico y número de calzadas requerido que en su función jerárquica. [9]

Tabla 2. Tipos de Carreteras en Función del Tráfico proyectado

FUNCIÓN	Clase de carreteras (según MTO)	TPDA (1) (año final de diseño)
Corredor Arterial [Colectora [Vecinal [RI – RII (2)	>8000
	I	3000-8000
	II	1000-3000
	III	300-1000
	IV	100-300
	V	<100

Fuente: Normas de diseño geométrico MTO, 2003.

Autora: Gabriela Pico








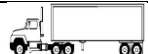
Volúmenes del tráfico

Los estudios para obtener los volúmenes del tránsito tienen como fin obtener información relacionada con el movimiento de vehículos sobre secciones dentro de un sistema vial.

La medición más importante es el conteo o aforo de los vehículos en un formulario anexo 1, que se realiza para obtener una estimación del volumen de vehículos.

Antes de determinar el TPDA es muy importante conocer el tamaño y peso de los vehículos, para la clasificación general de los vehículos se tomó la tabla de acuerdo con las normas del MTOP, como se muestra a continuación:

Tabla 3. Clasificación general de los vehículos

TIPO DE VEHÍCULO		No. De EJES	ESQUEMA	SÍMBOLO
VEHÍCULOS LIVIANOS	AUTOMOVILES	2		P
	CAMIONETAS			C
VEHÍCULOS PESADOS	AUTOBUSES	2		B
	CAMIONES	2		2-S
		3		3-S
				2-S1
		4		2-S2
		5		3-S2
VEHÍCULOS ESPECIALES	CAMIONES Y/O REMOLQUES ESPECIALES	VARIABLE		En variable
	MAQUINARIA AGRICOLA			
	BICICLETAS Y MOTOCICLETAS			
	OTROS			

Fuente. Normas de diseño geométrico MTOP, 2003.

Autora. Gabriela Pico

En general la cantidad relativa de las diferentes clases de transporte en el tránsito total tiene dos tipos de vehículos automotores como se describe a continuación:

Vehículos livianos

Comprende motocicletas, camionetas, pickups, con capacidad de hasta ocho pasajeros y ruedas sencillas en el eje trasero.

Vehículos pesados

Camiones, buses y combinación de camiones (semirremolques y remolques), de más de 4 toneladas de peso y de doble llanta en las ruedas traseras.

En el estudio del volumen del tránsito se recomienda conocer lo siguiente:

- a) **Tránsito promedio diario (TPDA)** Representa el tránsito total que circula por la carretera durante un año (365 días) o mejor dicho el volumen de tránsito promedio por día. [26]
- b) **Volumen de la hora pico** Volumen de tránsito que circula por una carretera en la hora de tránsito más intenso. [26]
- c) **Proyección del tránsito** Las carreteras nuevas o los mejoramientos de las existentes deben ser diseñadas en base al tránsito que se espera que va a usarlas. La determinación del tránsito futuro es lo que se llama proyección del tránsito. [26]

Tránsito de hora pico (Trigésima hora de diseño)

El factor de hora pico (FHP), en términos generales se refiere al 25% de la relación que existe entre el tránsito de la hora pico y la mayor cantidad de tránsito registrado durante un tiempo de 15 minutos de esa hora pico.

Es necesario conocer la hora pico llamada también 30va hora de diseño para poder calcular el TPDA.

Tránsito futuro

Los volúmenes del tránsito futuro dependen de la corriente de tránsito actual y del crecimiento de esa corriente de tránsito. [26].

$$T_f = T_a(1 + i)^n \quad \text{Ecuación 1.}$$

Donde:

T_f : Tráfico proyectado

T_a : Tráfico Total

i : tasa de crecimiento del tráfico proporcionado por el MOP.

n: Años proyectados como vida útil (20 años)

Se presenta la tabla 4, en donde se especifican la tasa de crecimiento de los vehículos en diferentes periodos:

Tabla 4. Tasa de crecimiento de los vehículos

Periodo	Tipos de Vehículos		
	Livianos	Buses	Camiones
2010-2015	4,47	2,22	2,18
2015-2020	3,97	1,97	1,94
2020- 2025	3,57	1,78	1,74
2025-2030	3,25	1,62	1,58

Fuente. MTOP-001-F-2003

Autora. Gabriela Pico

Por esto los componentes del tránsito futuro son:

- 1. Tránsito normal.** Es aquel que utilizaría la carretera nueva o mejorada si ahora se pusiera en servicio. [26].

Compuesto de:

- 1.1. Tránsito actual.** Tránsito que utiliza la carretera antes de la mejora.
- 1.2. Tránsito atraído.** Tránsito que viene de otras vías al terminarse de construir la carretera o al hacerse mejoras.
- 1.3. Tráfico desarrollado.** Es el incremento del tráfico debido a mejoras en el suelo adyacente a la carretera.

Ejes equivalentes

Los ejes equivalentes o también denominados ESAL (equivalent simple axial load), con constituye la cantidad pronosticada de las repeticiones del eje de carga equivalente a 8.16 toneladas para un tiempo determinado. Para el cálculo de este:

$$W_{18} = ((\sum_{i=1}^{l=m} FD * TPDA) * 365) * Fd * D1 \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

W18: Número de ejes equivalentes (para un periodo de diseño de 20 años)

TPDA: Tráfico promedio diario anual (para un periodo de diseño de 20 años)

FD: Factor de daño

Fd: Factor de distribución direccional

D1: Porcentaje (%) de W18 en el carril D1

Tabla 5. Factores de daño según el tipo de vehículo.

Tipo	Simple		Simple Doble		Tándem		Tridem		Factor de daño (FD)
	Ton	$(p/6.6)^4$	Ton	$(p/8.2)^4$	Ton	$(p/15)^4$	Ton	$(p/23)^4$	
Bus	4	0.13	8	0.91	-	-	-	-	1.04
C-2P	2.5	0.02	-	-	-	-	-	-	1.29
	7	1.27	-	-	-	-	-	-	
C-2G	6	0.68	11	3.24	-	-	-	-	3.92
C-3	6	0.68	-	-	18	2.07	-	-	2.76
C-4	6	0.68	-	-	-	-	25	1.4	2.08
C-5	6	0.68	-	-	18	2.07	-	-	2.76
C-6	6	0.68	-	-	18	2.07	25	1.4	4.15

Fuente. Guía Técnica de Pavimentos de Moreira Fricson, 2015

Autora. Gabriela Pico

Factores de distribución direccional según el número de carriles en la vía, lo cuales también se deben tomar en cuenta para el cálculo de la ecuación 2.

Tabla 6. Factores de distribución direccional

Número de carriles	% de vehículos en el carril
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente. Norma AASHTO 93, Diseño de estructuras de pavimentos

Autora. Gabriela Pico

Porcentajes de W18 en el carril D1 según el número de carriles en una sola dirección, los cuales se aplicará en la ecuación 2.

Tabla 7. Porcentajes de W18 en el carril D1

Número de carriles en una dirección	% de W18 en un carril
1	100
2	80-100
3	60-80

Fuente. Norma AASHTO -93, Diseño de estructuras de pavimentos.

Autora. Gabriela Pico

2.2.3. Índice de condición del pavimento (PCI)

La metodología utilizada en este proyecto se basa en las investigaciones desarrolladas por el laboratorio de investigación ingenieril de construcción del cuerpo de ingenieros de las fuerzas armadas de los EE. UU. (USACERL), en donde se aplicará el método del PCI (Pavement Condition Index), el cual obtiene una calificación funcional y estructural de los pavimentos.

El objetivo de este método es identificar mediante una inspección visual y ensayos no destructivos la condición del pavimento flexible en la vía Montalvo- Totoras, en el tramo desde la abscisa 0+000 hasta 0+4000 de la provincia de Tungurahua.

Constituye la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de gestión vial disponibles en la actualidad.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. [23]

A continuación, se presentan los rangos de PCI con la descripción cualitativa de la condición del pavimento.

Tabla 8. Rangos de calificación del PCI

Rango	Clasificación
100-85	Excelente
85-70	Muy Bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy Malo
10-0	Fallado

Fuente: PCI para pavimentos asfálticos y de concreto en carretera, Vásquez Luis

Autora. Gabriela Pico

El cálculo del PCI es fundamental en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño presenta. [23]

A continuación, se presenta una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de tránsito.

L: (Low: Bajo). Las vibraciones en el vehículo (por ejem. corrugaciones) no es necesaria una reducción de velocidad, los abultamientos o hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo, creando poca incomodidad. [23]

M: (Medium: Medio). Las vibraciones en el vehículo son significativas y se requiere reducción de la velocidad por comodidad y seguridad; abultamientos, hundimientos causan un rebote significativo, creando incomodidad. [23]

H: (High: Alto). Las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducir la velocidad por comodidad y seguridad, los abultamientos o los hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo, creando una incomodidad importante o un alto potencial, creando peligro o daño severo al vehículo. [23]

En base al valor obtenido del PCI, en la evaluación al campo se podría determinar cuál es la intervención óptima de acuerdo con las fallas observadas.

Tabla 9. Intervención en base al rango de PCI

Rango	Clasificación	Intervención
100-71	Bueno	Mantenimiento
31-70	Regular	Refuerzo
0-30	Malo	Construcción

Fuente. ASTM D6433-07,2007


Autora. Gabriela Pico

Procedimiento de evaluación del índice de condición del pavimento


Para desarrollara de una manera adecuado este tipo de procedimiento se requiere el trabajo en campo en el cual se identifican los daños, teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de estos. Donde la información obtenida se debe registrar en formatos especificados en la figura 1, para luego ser evaluados.

A continuación, se detallará cada una de las partes del formato de la figura 1:

1. Encabezado. Se detalla los datos de la universidad, la facultad y la carrera con sus respectivos logos institucionales.
También se proporciona los datos del proyecto el cual ayudara a dar un orden de cada unidad de muestreo, así también como la zona y sus abscisas para tener una mayor precisión. El nombre del responsable de la visualización de las fallas de acuerdo con el método PCI.
2. Detalla cada una de las fallas que se fueran a encontrar en la carpeta asfáltica durante el trabajo en el campo.
3. En esta sección de deberá detallar el tipo de falla su severidad y las dimensiones de esta para proceder al cálculo del PCI, con la ayuda de graficas descritas en los anexos 2.
4. Por último se realizará un esquema de la unidad de muestreo



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL



VISUALIZACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA :

ABSCISA INICIAL :

ABSCISA FINAL :

RESPONSABLE DE LA INSPECCIÓN :

1

UNIDAD DE MUESTREO :

DE MUESTREO (m2) :

FECHA :

N°	DAÑO	Unidades	N°	DAÑO	Unidades
1	Piel de Cocodrilo	m²	11	Parcheo	m²
2	Exudación	m²	12	Pulimento de agregados	m²
3	Afrietamiento en bloque		13	Huecos	Unidad
4	Abultamientos y Hundimientos		14	Cruce de vía férrea	m²
5	Corrugación		15	Ahuellamiento	m²
6	Depresión		16	Desplazamiento	m²
7	Grieta de Borde	m	17	Grieta Parabolica (slippage)	m²
8	Grieta de reflexión de junta	m²	18	Hinchamiento	m²
9	Desnivel carril/ berma	m²	19	Desprendimiento de agregados	m²
10	Grietas longitudinales y transversales	m²			

4

DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	Alta	Media	Baja						
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; font-size: 24px; color: gold;">3</div>							VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)		
PCI=100 - VDT									

Figura 1.Formato de visualización con respecto al método PCI

Autora. Gabriela Pico

Fallas de pavimentos flexibles

Los pavimentos, tanto flexibles como rígidos, no fallan o colapsan repentinamente, sino que lo hacen en forma gradual y progresiva. La continua la acción de las sollicitaciones del tránsito y el clima siempre tienen una manifestación en la superficie del pavimento. [21]

Las fallas pueden ser clasificadas como fallas funcionales (superficiales) o fallas estructurales. En el primer caso, el defecto se presenta o circunscribe a la superficie de la capa asfáltica y las acciones de reparación se dirigen a la corrección de la fricción (seguridad), o al restablecimiento de la rugosidad o regularidad (comodidad), lo cual se logra con la colocación de capas asfálticas de bajo espesor que no contribuyen desde el punto de vista estructural. [22]

Por su parte las fallas estructurales tienen defectos en una o más de las capas que conforman la estructura del pavimento, en estos casos la corrección de las fallas va dirigida al refuerzo de la estructura mediante la colocación de una capa cuyo espesor debe ser calculado en función de los requerimientos de las cargas de tráfico previstas en el periodo de tiempo previsto para la rehabilitación. [22]

2.2.3.3. Niveles de severidad



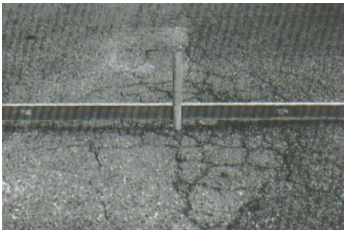

L (Low: Bajo): Grietas finas capilares y longitudinales en forma paralela interconectadas. Las grietas no están descascaradas. [22]





M (Medium: Medio): Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L. en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas. [22]

H (High: Alto): Red o patrón de grietas, que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito. [22]

Clasificación sistemática de los daños o fallas que se producen en los pavimentos flexibles durante el periodo de servicio de estos se detallan a continuación:

Tabla 10. Tipos de fallas estructurales


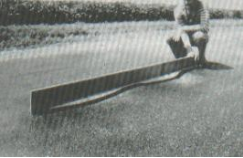


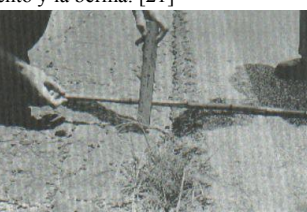
Fallas	Niveles de severidad		Alternativas reparación
<p>Piel de cocodrilo. (m²) Serie de grietas interconectadas, producida por acción repetida de las cargas de tránsito. [21]</p> 	L	Grietas finas capilares y longitudinales de formas paralela, no presenta rotura del material.	- Sello superficial. - Sobrecarpeta
	M	Red de grietas, ligero descascaramiento.	- Parcheo parcial o a profundidad. - Sobrecarpeta. - Reconstrucción.
	H	Grietas definidas, descascaros en los bordes. Pueden moverse bajo el tránsito.	- Parcheo parcial. - Sobrecarpeta. - Reconstrucción.
<p>Agrietamiento en Bloque. (m²) Grietas interconectadas que forman rectángulos que varían desde 0.30cm x 0.30cm hasta 3mx3m. [21]</p> 	L	Bloques con grietas de baja severidad, longitudinales y transversales.	- Sello superficial
	M	Bloques definidos por grietas de severidad media	- Parcheo parcial o en toda la profundidad
	H	Bloques definidos por grietas de alta severidad.	- Parcheo parcial. - Sobrecarpeta. - Reconstrucción.
<p>Depresión. (m²) Áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. [23]</p> 	L	13.0 a 25.0 mm	- No se hace nada
	M	25.0 a 51.0 mm	- Parcheo superficial, parcial o profundo
	H	Más de 51.0 mm	- Parcheo superficial, parcial o profundo.
<p>Ahuellamiento. (m²) Depresión longitudinal continua a lo largo de las huellas de canalización del tránsito. [21]</p> 	L	Calidad de tránsito de baja severidad	- No se hace nada. - Fresado y Sobrecarpeta.
	M	Calidad de tránsito de severidad media	- Parcheo superficial, parcial o profundo. - Fresado y Sobrecarpeta.
	H	Calidad de tránsito de severidad alta	- Parcheo Superficial, parcial profundo. - Fresado y Sobrecarpeta.
<p>Desplazamientos. (m²) Movimiento plástico caracterizado por el deslizamiento de la mezcla asfáltica. [21]</p>	L	Calidad de tránsito de baja severidad	- No se hace nada. - Fresado
	M	Calidad de tránsito de severidad media	- Fresado.



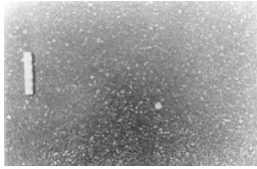


			Parcheo parcial o profundo	
	H	Calidad de tránsito de severidad alta	Fresado. Parcheo parcial o profundo.	
<p>Hinchamiento. (m²) Pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3.0m.[23]</p> 	L	Calidad de tránsito de baja severidad	• No se hace nada.	
	M	Calidad de tránsito de severidad media	• No se hace. • Reconstrucción.	
	H	Calidad de tránsito de severidad alta	• Reconstrucción.	
<p>Abultamiento y Hundimiento. (m) Desplazamientos hacia arriba y abajo localizado en la superficie de la capa. [23]</p> 	L	Originan una calidad de tránsito de baja severidad.	• No se hace nada	
	M	Originan una calidad de tránsito de severidad media.	• Reciclado en frío	
	H	Originan una calidad de tránsito de severidad alta.	• Reciclado, (fresado) en frío. • Parcheo profundo parcial. • Sobrecarpeta.	
<p>Huecos. (Se mide según su severidad) Depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, con diámetros menores que 0,90m, con forma de tazón. [23]</p> 	Profundidad máxima del hueco	Diámetro medio (mm)		
		102 - 203	203 - 457	457 - 763
	12.7-25.4	L	L	M
	>25.4-50.8	L	M	H
	>50.8 mm	M	M	H
L: No se hace nada. Parcheo parcial o profundo		M: Parcheo parcial o profundo		H: Parcheo profundo.

Fuente. J. L. Irigoyen and L. F. Simo, *Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación (Catalogo de Fallas)*, 2016.

Autora. Gabriela Pico

Tabla 11.Tipos de fallas superficiales.

FALLAS	Niveles de severidad		Alternativas de Reparación
<p>Exudación. (m²) Es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, forma una superficie brillante, llega a ser pegajosa, causada por el exceso de asfalto en la mezcla. [23]</p> 	L	Grado muy ligero y detectable durante unos pocos días del año, no se pega a los zapatos ni a los vehículos.	<ul style="list-style-type: none"> No se hace nada.
	M	Asfalto se pega a los zapatos y vehículos durante unas pocas semanas del año.	<ul style="list-style-type: none"> Se aplica arena o agregados y cilindrado.
	H	Exudación de forma extensa, pegándose en gran cantidad a zapatos y vehículos durante varias semanas al año.	<ul style="list-style-type: none"> Se aplica arena / agregados y cilindrado (precalentado si fuera necesario)
<p>Corrugación. (m²) Es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastantes regulares a menos de 3.0m. [23]</p> 	L	Calidad de transito de baja severidad	<ul style="list-style-type: none"> No se hace nada.
	M	Calidad de transito de severidad media	<ul style="list-style-type: none"> Reconstrucción.
	H	Calidad de transito de severidad alta	<ul style="list-style-type: none"> Reconstrucción.
<p>Grieta de Borde. (m) Son paralelas, entre 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento, producido por cargas originando un debilitamiento [23]</p> 	L	Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.	<ul style="list-style-type: none"> No se hace nada. Sellado de grieta con ancho mayor a 3 mm.
	M	Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.	<ul style="list-style-type: none"> Sellado de Grietas. Parcheo parcial-profundo.
	H	Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.	<ul style="list-style-type: none"> Parcheo parcial-profundo.
<p>Reflexión de Juntas. (m) Se presentan solo en pavimentos mixtos conformados por una superficie asfáltica sobre losas de hormigón. Consiste en la proyección ascendente, a través de la capa asfáltica, de las juntas del pavimento de hormigón. [21]</p> 	L	Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm, 1. Grieta rellena de cualquier ancho.	<ul style="list-style-type: none"> Sellados para anchos superiores a 3 mm
	M	1. Grieta sin relleno, ancho entre 10.0mm y 76.0 mm 2. Grieta sin relleno de, ancho hasta 76.0 mm 3. Grieta rellena, rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio	<ul style="list-style-type: none"> Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial.
	H	1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento 2. Grietas sin relleno > 76.0 mm 3. Grietas severamente fracturadas.	<ul style="list-style-type: none"> Parcheo de profundidad parcial. Reconstrucción
<p>Desnivel Carril / Berma. (m) Es la diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. [21]</p> 	L	La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma esta entre 25.0 y 51.0 mm	<ul style="list-style-type: none"> Renivelación de las Bermas para ajustar al nivel del carril.
	M	La diferencia esta entre 51.0 mm y 102.0 mm.	
	H	La diferencia en elevación es mayor que 102.00 mm.	
<p>Grietas Longitudinales y Transversales. (m)</p>	L	1. Grieta, de ancho <10.0 mm 2. Grieta rellena de cualquier ancho	<ul style="list-style-type: none"> No se hace nada.

<p>Las grietas longitudinales son paralelas o transversales al eje en ángulos aproximadamente rectos al eje de este o a la dirección de construcción. [23]</p> 			<ul style="list-style-type: none"> Sellado de grietas de ancho mayor que 3 mm
	M	<ol style="list-style-type: none"> Grieta, entre 10.0 mm. a 76.0 mm. Grieta, ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas. Grieta, rodeada de grieta pequeño. 	<ul style="list-style-type: none"> Sellado de grietas
	H	<ol style="list-style-type: none"> Cualquier grieta, rodeada de grietas pequeños de severidad media o alta. Grieta, > de 76.0 mm de ancho. Grieta, severamente fracturadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Sellado de Grietas. Parcheo parcial.
<p>Bacheos y Reparaciones. (m²) Área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado parcial o totalmente con materiales similares, con el propósito de reparar el pavimento existente. [21]</p> 	L	El parche está en buena condición buena y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de severidad	<ul style="list-style-type: none"> No se hace nada.
	M	El parche este moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.	<ul style="list-style-type: none"> No se hace nada. Sustitución del parche.
	H	El parche está muy deteriorado o la calidad como de alta severidad. Requiere pronto sustitución.	<ul style="list-style-type: none"> Sustitución del parche.
<p>Pulimiento de la Superficie. (m²) Son los agregados pulidos en la superficie de rodamiento. Textura muy lisa y suave al tacto, reduce la adherencia con los neumáticos de los vehículos. [21]</p> 			<ul style="list-style-type: none"> No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecargado.
<p>Cruce de Vía Férrea. (m²) Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles. [23]</p> 	L	El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad	<ul style="list-style-type: none"> No se hace nada
	M	El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.	<ul style="list-style-type: none"> Parcheo superficial o parcial Reconstrucción del cruce.
	H	El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad.	<ul style="list-style-type: none"> Parcheo superficial o parcial. Reconstrucción del cruce.
<p>Desprendimiento de Agregados (m²) Debido a la pérdida de ligante asfáltico y de las partículas sueltas del agregado, originando hoyos en el pavimento. [21]</p> 	L	Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse.	<ul style="list-style-type: none"> No se hace nada. - Sello superficial. Tratamiento superficial.
	M	Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada	<ul style="list-style-type: none"> Sello superficial. Sobrecarpeta.
	H	Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada.	<ul style="list-style-type: none"> Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reconstrucción
Para los niveles M y H , si el daño es localizado, por ejemplo, por derramamiento de aceite, se hace parcheo parcial.			

Fuente. J. L. Irigoyen and L. F. Simo, *Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación (Catálogo de Fallas)*, 2016.

Autora. Gabriela Pico

Unidades de Muestreo

Se divide la vía en secciones o unidades de muestreo, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura.

- a) Las Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m; el área de la unidad de muestreo debe estar en el rango $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$.

En el siguiente cuadro se presentan algunas relaciones que servirán para identificar la longitud – ancho de calzada pavimentada.

Tabla 12. Longitudes de unidades de muestreo asfálticas.

Ancho de Calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente. PCI, Vásquez Varela, 2002

Autora. Gabriela Pico

Determinación de las unidades de muestreo para evaluación

En la evaluación de una red vial puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandara tiempo y por lo tanto recursos indispensables que se deben aplicar en el proceso de muestreo.

El número mínimo de unidades de muestreo que debe evaluarse se obtiene mediante la ecuación 3, la cual produce un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (**e = 5%**)

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades

Se asume una desviación estándar σ del PCI de 10 para pavimentos asfálticos (rango PCI de 25).

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ($n < 5$), todas las unidades deben evaluarse.

Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) de la siguiente manera. [23]:

- a) El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la ecuación 4.

$$i = \frac{N}{n} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

N: Número total de muestro disponible

n: Número mínimo de unidades para evaluar

i : Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior

- b) El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i .

Así, si $i = 3$, la unidad de muestreo para inspección seleccionada es 2 y el intervalo de muestreo (i) es igual a 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serian de 5, 8, 11, 14, etc.

Selección de Unidades de Muestreo Adicionales:

Uno de los mayores inconvenientes es aplicar el método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en muy mal estado. También puede suceder que unidades de muestreo tengan daños que solo se

presenten una vez como por ejemplo el “cruce de líneas férreas” como es el caso de nuestra vía Montalvo- Totoras, queden incluidas de forma inapropiada en un muestreo aleatorio.

Para evitar lo anterior, la inspección se deberá realizar cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una **unidad adicional** en lugar de una **unidad representativa** o aleatoria. Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección.

Evaluación de la condición

El procedimiento varía de acuerdo con el tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. La evaluación incluye los siguientes aspectos:

a. Equipo

- Odómetro manual para medir las longitudes y áreas de los daños.
- Regla y una cinta métrica para establecer la profundidad de los ahuellamientos o depresiones.
- Manual de daños del PCI con formatos en cantidad suficiente para un eficiente desarrollo de la actividad en campo.

b. Procedimiento

- Inspección de una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el manual de Vásquez y se registra la información en el formando correspondiente.
- Se debe seguir y conocer todas las especificaciones de los procedimientos de medida de daños.
- Se usa un formulario u hoja de información de exploración de la condición para cada unidad de muestreo, en donde se registran un daño, su extensión y su nivel de severidad.

c. El equipo de inspección debería implementar medidas de seguridad para su desplazamiento en la vía inspeccionada, como señalización y advertencia para el vehículo acompañante y para el personal de la vía.

2.2.4. Ensayo de suelos

El estudio del suelo al momento de realizar obras de infraestructura es de vital importancia ya que este al ser considerado como el soporte último, es necesario tener una percepción clara de sus propiedades resistentes antes diversas sollicitaciones que se presenten a lo largo de la vida útil de la vía a ser estudiada.

El pozo a cielo abierto conocido como calicatas permite observar las condiciones del subsuelo para poder evaluar un perfil de suelo completamente natural, para ello es necesario hacer perforaciones de 1.00m x 1.00 x 0,60 m con los conocimientos necesarios para distinguir la naturaleza del suelo “in situ” a cada kilómetro de la vía. De estos pozos se puede tomar muestras inalteradas de los estratos encontrados de cada una de las capas de 50 kg de suelo, se puede obtener dos muestras de suelo de cada una de las perforaciones. [10]

Los ensayos que nos ayudaran a conocer las propiedades mecánicas y físicas del suelo de fundación o subrasante, la base y la subbase son:

- Granulometría
- Límites de Atterberg (Líquido e índice plástico)
- CBR (California bearing ratio)
- Proctor modificado (Humedad óptima)

Normativa para los ensayos

- American society for testing Material (ASTM)
- American association os states highway and transportation officials (AASHTO)
- Instituto ecuatoriano de normalización (INEN)

2.2.4.1. GRANULOMETRÍA

La finalidad de este ensayo no es otra que determinar las proporciones de los distintos tamaños de grano existentes en la muestra de suelo. [11]

Con este análisis se logra obtener un porcentaje de la clasificación de los distintos tamaños de áridos que conforman el suelo. Para tener una idea de los tamaños a base de los cuales se realiza este análisis, se tomó la clasificación ASTM D-424 de tamices que sus aberturas van desde 3” hasta el tamiz N°200 (0.075 mm) como medida divisora

en la clasificación de suelos, gruesos y finos. Se recomienda que las muestras estén completamente secas, para ser estudiadas en el laboratorio, de preferencia las muestras deber ser secadas al aire libre alrededor de dos semanas para ser sometidas a ensayos. [12]

Para realizar el análisis granulométrico el agregado debe pasar por varios tamices, en donde se pesan las partículas retenidas en cada uno de los tamices para luego determinar su porcentaje en relación con el peso seco total, a continuación, se calcula el porcentaje que pasa por las mallas.

Los tamices utilizados para la distribución de las partículas tienen una malla para tamizar normalizada, la misma que se coloca en un bastidor y su material principal puede ser acero inoxidable, latón o el bronce.

Se usa para obtener las fracciones correspondientes a los tamaños mayores del suelo, generalmente se llega así hasta el tamaño correspondiente a la malla N°200 (0.074 mm). [27]

La muestra de suelo se hace pasar sucesivamente a través de un juego de tamices de aberturas descendentes, hasta la malla N°200, los retenidos en cada malla se pesan y el porcentaje que representan respecto al peso de la muestra total se suma a los porcentajes retenidos en todas las mallas de mayor tamaño, el complemento a 100% de esa cantidad da el porcentaje de suelo que es menor que el tamaño representado por la malla en cuestión. [27]

Así se puede tener un punto de curva acumulativa correspondiendo a cada abertura mediante una representación gráfica a escala logarítmica donde en sus ordenadas se indican los datos del tamaño de las partículas en mm y el porcentaje que pasan los tamices indicado a detalle en el anexo 3. [27]

A continuación, se representa en la tabla 13, las diferentes escalas de tamices:

Tabla 13. Escala de Tamices.

Mallas	Abertura de Malla (mm)
2"	50.80
1 ½"	38.10
1"	25.40
¾"	19.05
3/8"	9.53
#4	4.76
#8	2.38
#10	2
#16	1.19
#30	0.60
#40	0.43
#50	0.30
#60	0.25
#100	0.15
#200	0.08

Fuente. Manual de Laboratorio en Ingeniería Civil, 1981

Autora. Gabriela Pico

Para la clasificación de suelos según la SUCS se utilizan los siguientes ensayos:

- **Granulometría:** Porcentajes de gruesos y finos.

Norma ASTM D 421-78 / AASHTO T 87 – 70

Para el tamizado el suelo debe pesar 50 kg la misma que será tamizada manualmente en las mallas de mayor a menor desde el tamiz 2" hasta el tamiz #4, tomar los pesos retenidos acumulados y también los pesos individuales del suelo que está en la fuente. Sumar estos pesos y verificar que el error este entre $\pm 1\%$ del peso total de la muestra. Dividir el error para 2 y corregir los valores.

El suelo que paso el tamiz # 4 (fuente), enrazar, nivelar y cuarteo escoger dos partes del suelo. Pesar el suelo mismo pasar por los tamices redondos de mayor a menor, se utilizará la tamizadora eléctrica de 5 a 10 min. Realizar el procedimiento anterior.

Tabla 14. Clasificación de Suelos Método AASHTO M-145

Clasificación General ¹	Materiales Granulares (35% o menos pasa la malla N°200)							Material Limo-Arcillosos pasan más del 35% la malla N°200			
Clasificación por Grupos	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 ²
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
Análisis Granulométrico											
Porcentaje que pasa:											
Tamiz N°10	50 máx.										
N°40	30 máx.	50 máx.	51 máx.								
N°200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36mín	36 mín.	36mín
Características de la fracción que pasa la malla N°40											
Límite Líquido:			No plástico	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
Índice de Plasticidad:	6 máx.			10 máx	10 máx	11 mín	11mín	10 máx	10 máx	11 mín	11mín
Tipos usuales de los materiales componentes importantes:	Fragmentos de Piedra, Grava y Arena		Arena Fina	Arena y Gravas limosas o arcillosas.				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
Clasif. Grnl. como Subrasante	DE EXCELENTE A BUENA						DE REGULAR A MALA				
<p>Nota (1): Procedimiento de Clasificación: Teniendo presente los datos de prueba necesarios, precédase de izquierda a derecha en el cuadro; se encontrará el grupo correcto siguiendo un proceso de eliminación. El primer grupo de la izquierda que corresponda con los datos de la prueba es la clasificación correcta.</p> <p>Nota (2): El Grupo A-7 se subdivide en A-7-5 o A-7-6, según su plasticidad. Para $IP \leq LL-30$, la clasificación es A-7-5, para $IP > LL-30$, tenemos A-7-6.</p> <p style="text-align: center;">INDICE DE GRUPO = $(F-35) [0.2 + 0.005(LL-40)] + 0.01 (IP-10)$;</p> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; display: inline-block; margin-left: 400px;"> Para los suelos: A-4, A-5, A-6 Y A-7 </div> <p>F: Porcentaje del suelo que pasa por la malla N°200, expresado como número entero.</p> <p>LL: Límite Líquido (%)</p> <p>IP: Límite Plástico (%)</p> <ul style="list-style-type: none"> • El índice de grupo se aproxima al número entero más cercano, a menos que su valor calculado sea negativo, en ese caso se reporta como cero. • No hay límite superior para el índice de grupo • El índice de grupo de suelos que pertenecen a los grupos A-1-a, A-1-b, A-2-5 Y A-3 siempre es cero (IG=0) El índice de grupo se agrega entre paréntesis a la clasificación de grupo y subgrupo. Ejemplo: un suelo arcilloso con IG=25, puede clasificarse como A-7-6 (25) <p>Al calcular el índice de grupo para suelos que pertenecen a los grupos A-2-6 Y A-2-7, úsese el índice de grupo parcial para el IP, ósea:</p> <p style="text-align: center;">INDICE DE GRUPO = $0,001 (F-15) (IP-10)$</p>											

Fuente. Principles of Geotechnical Engineering, Braja M. D, 1998

Autora. Gabriela Pico

2.2.4.2. Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg describen el rango de humedad a la cual el suelo presenta la transición entre cada uno de los estados. De esta manera, el límite plástico es la humedad a la cual, durante un proceso de secado, el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido. De la misma forma, el límite líquido es la humedad del suelo a la cual, durante el mismo proceso de secado, el suelo pasa de un estado líquido a un estado plástico. Estos límites están entre las propiedades más medidas de los suelos. Esto se realiza con el fin de caracterizarlos y determinar sus distintas propiedades. [13]

Para encontrar los límites plástico y líquido se trabajan con muestras de suelo retenida en el tamiz #200 más el suelo que se encuentra en la fuente.

- **Límites de Atterberg:** Límite líquido y límite plástico
AASHTO T-89
AASHTO T – 90 -70
ASTM D - 424 – 71
INEN 691

2.2.4.2.1. Límite líquido (LL)

Es el contenido de agua en porcentaje para el cual el suelo se encuentra en el límite entre el estado líquido y el estado plástico o expresado de otra manera, el suelo pasa de un estado semilíquido a un estado plástico el cual puede moldearse. [12]

1. Cálculo del peso del agua

$$W_w = (W_m + W_r) - (W_s + W_r) \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

W_w: Peso del Agua

W_m + W_r: Peso de la muestra húmeda más recipiente

W_s+W_r: Peso de la muestra seca más recipiente

2. Cálculo del peso de la muestra seca

$$W_s = (W_s + W_r) - W_r \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

Ws: Peso de la muestra seca

Ws+Wr: Peso de la muestra seca más recipiente

Wr: Peso del recipiente

3. Cálculo del contenido de humedad de un suelo

$$W\% = \frac{W_w}{W_s} * 100 \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde:

Ws: Peso de la muestra seca

Wr: Peso del recipiente

W%: Contenido de Humedad del Suelo

4. Cálculo del contenido de humedad promedio

$$\text{Promedio } W\% = \frac{W\%1+w\%2+w\%3+\dots+W\%n}{n} = LL\% \quad \text{Ecuación 8}$$

2.2.4.2.2. Límite plástico (LP)

Es el contenido de agua en porcentaje para el cual el suelo se encuentra en el límite entre el estado semisólido y el estado plástico o se expresa como el mínimo porcentaje de agua para que el suelo no se resquebraje y sea trabajable. En el laboratorio se define como el más bajo contenido de humedad con el que al ser moldeado en barritas cilíndricas de un menor diámetro, comienza a agrietarse cuando las barritas alcanzan a tener un diámetro de 3mm o expresado de otra manera el suelo tiene un estado plástico y cambia a un estado semisólido. [12]

El Índice Plástico (IP)

Para el Cálculo del Límite Plástico% se requiere seguir una serie de procedimientos que serán explicados a continuación, su cálculo se lo puede realizar a mano o con la ayuda de algún software.

1. Cálculo del peso del agua

$$W_w = (W_m + W_r) - (W_s + W_r) \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde:

W_w: Peso del Agua

W_m + W_r: Peso de la muestra húmeda más recipiente

W_s+W_r: Peso de la muestra seca más recipiente

2. Cálculo del peso de la muestra seca

$$W_s = (W_s + W_r) - W_r \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde:

W_s: Peso de la muestra seca

W_s+W_r: Peso de la muestra seca más recipiente

W_r: Peso del recipiente

3. Cálculo del contenido de humedad de un suelo

$$W\% = \frac{W_w}{W_s} * 100 \quad \text{Ecuación 11}$$

Donde:

W_s: Peso de la muestra seca

W_r: Peso del recipiente

W%: Contenido de Humedad del Suelo

4. Cálculo del contenido de humedad promedio

$$\text{Promedio } W\% = \frac{W\%1 + w\%2 + w\%3 + \dots + W\%n}{n} = LP\%$$

Donde:

W%: Contenido de Humedad del Suelo

n: Número de muestras

5. Cálculo del Índice Plástico

$$I_p = LL\% - LP\% \quad \text{Ecuación 12}$$

2.2.5. Ensayo de relación de soporte de california (CBR)

El objetivo principal para realizar este ensayo es determinar la resistencia de un suelo que está sometido a esfuerzos cortantes, además evaluar la calidad relativa del suelo para subrasante, subbase y base de pavimentos, bajo condiciones de humedad y densidad controladas, presidiendo de la norma AASHTO T-99 o AASHTO T-180. [12]

El ensayo permite obtener un número de (%) de la relación de soporte, pero de la aseveración anterior es evidente que este número no es constante para un suelo dado, sino que se aplica solo al estado en el cual se encontraba el suelo durante el ensayo. El número CBR (o simplemente CBR) se obtiene como la relación de la carga unitaria (en libras por pulgada cuadrada) necesaria para lograr una cierta profundidad de penetración del pistón en un área determinada dentro de la muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad dada con respecto a la carga unitaria patrón requerida para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturado. [15]. En forma de ecuación es:

$$\text{CBR} = \frac{\text{Carga unitaria del ensayo}}{\text{Carga Unitaria patrón}} * 100 \quad \text{Ecuación 13}$$

Tabla 15. Clasificación General de CBR (%)

CBR	Clasificación General	Usos	Sistema de Clasificación	
			Unificado	AASHTO
0-3	Muy Pobre	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3-7	Pobre-Regular	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7-20	Regular	Sub base	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20-50	Bueno	Base, subbase	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A1b, A2-5, A3, A2-6
>50	Excelente	Base	GW, GM	A1a, A2-4, A3

Fuente. AASHTO- 93, Diseño de Pavimentos

Autora. Gabriela Pico

Nomenclatura:

M: Limo, **O:** Suelos Orgánicos, **C:** Arcilla

H: Alta compresibilidad ($LL > 50\%$), **L:** Baja compresibilidad. ($LL < 50\%$)

W: Material limpio y bien graduado

G: Gravas y suelos, **S:** Arenas y suelos arenosos.

Grupo **A-1:** Fragmentos de grava, arena gruesa, arena fina y un ligante de suelo no plástico o de baja plasticidad.

Grupo **A-1-a:** Fragmentos grava con o sin ligante bien graduado de material fino

Grupo **A-1-b:** Arena gruesa con o sin ligante de suelo bien graduado.

Grupo **A-3:** Arena fina de playa o de desierto, sin finos de arcilla, limo o con una pequeña cantidad de limo no plástico.

Grupo **A2:** Materiales granulares que se encuentran en el límite de los Grupos A-1 Y A-3; y los materiales tipo limo y arcilla de los Grupos A-4, A-5, A-6 y A-7.

Los Subgrupos **A-2-4 Y A-2-5** contienen varios materiales granulares que contienen 35% o menos de material que pasa por el tamiz N°200 y con una porción del tamiz #40 que tiene las características de los Grupos A-4 Y A-5

Los Subgrupos **A-2-6 Y A-2-7** iguales descritos anteriormente e incluye arcilla plástica.

Grupo **A-4** Suelo limoso no plástico o moderadamente plástico

Grupo **A-5** similar al del grupo A-4, de carácter micáceo

Grupo **A-6** Arcilla plástica tiene el 75% del material que pasa el tamiz N°200, incluye arcilla y hasta un 64% de arena y grava retenida sobre el tamiz N°200.

Grupo **A-7** similar al A-6 Y tiene LL elevado.

Subgrupo **A-7-5** materiales con IP moderado **A-7-6** Materiales con un alto IP

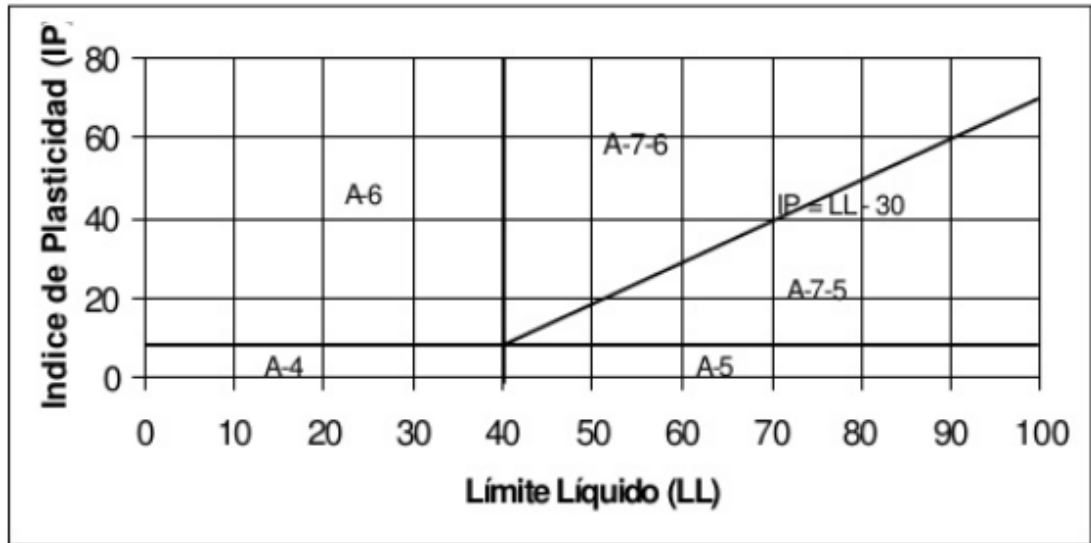


Ilustración 1. Carta de Plasticidad AASHTO.

Fuente. AASHTO 93

2.2.6. Proctor modificado tipo b (humedad óptima y densidad máxima)

Es un ensayo de compactación que tiene como finalidad principal obtener la Densidad Máxima Seca óptima de compactación de un suelo para una determinada energía de compactación. Esta humedad óptima de compactación es aquella humedad (porcentaje de agua) para la cual la densidad del suelo es máxima, es decir que cantidad de agua será la que se añadirá para poder compactar al máximo con una energía concreta. [12]

En donde con la compactación es un proceso de densificación del suelo que mejora la resistencia al corte mediante la reducción de vacíos entre partículas, pero el volumen del agua se mantiene.

La AASHTO T-180-18 recomienda realizar el ensayo del Proctor modificado tipo B, en color 5 capas de suelo humedecido dentro de un molde cilíndrico metálico de diámetro 152.4 mm (6"), y dejar caer un martillo de metal de 4.54 kg (10 lb) desde una altura de 457 mm (18") en donde cada capa será compactada por 56 golpes del martillo, uniformemente distribuidos por las capas de suelo.

2.2.7. VIGA BENKELMAN

Es un ensayo no destructivo que permite determinar deflexiones verticales sobre la superficie de una vía, bajo la acción de una carga que se encuentra aplicada puntualmente por las ruedas. Este equipo funciona bajo un principio básico de un brazo de palanca simple, siendo así que la lectura que se obtiene inicialmente será multiplicada por un factor para obtener el valor real de la deflexión. [24]

La viga Benkelman es un dispositivo mecánico que mide los desplazamientos verticales en un punto situado entre las ruedas de carga, la presión de los neumáticos debe estar entre 75-85 Psi y la carga del camión debe tener 8.2 Toneladas, pesados desde los 2/3 del eje posterior hacia adelante.

La viga consta de dos partes: El primero abarca el cuerpo fijo y se apoya directamente al suelo mediante tres apoyos, dos de ellos son delanteros (A) y un tercero regulable (B). Así como de un cuerpo móvil el cual consta de dos brazos móviles acoplados al cuerpo fijo a través de un pivote (C), uno de esos extremos se apoya sobre el terreno (D) entre las llantas del eje trasero del camión, y el otro extremo se encuentra en contacto sensible con el vástago de un extensómetro de movimiento vertical (E). Este equipo tiene incorporado un vibrador que, al ser operado, evita que el indicador del dial se trabe o que haya cualquier interferencia que dificulte la lectura de datos. [29]

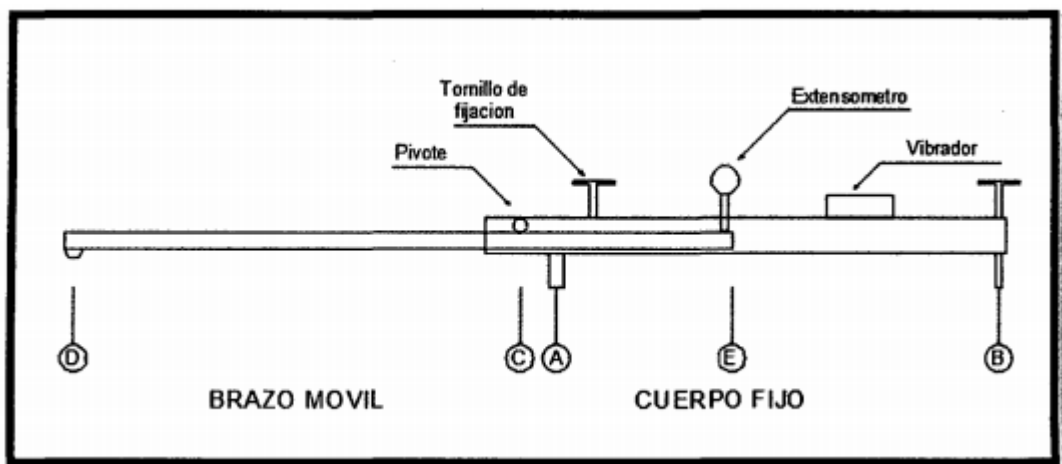


Figura 2.Viga Benkelman

Fuente. R. Carahuatay, “Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera San Miguel - San Pablo, tramo San Miguel - Sunuden, mediante el análisis deflectométrico,” 2015.

Las deflexiones forman parte del estudio de pavimentos, ellas encierran valiosa información de la respuesta del sistema pavimento- subrasante a consecuencia de la acción de cargas móviles y/o estáticas. Su medición y evaluación ayudan a descubrir fallas y carencias estructurales, de esta manera permite tomar decisiones de las necesidades de mantenimiento o reconstrucciones de los pavimentos. [24]

Procedimiento de Ensayo de la Viga Benkelman

Para realizar el ensayo de la Viga Benkelman se recomienda verificar el peso de 8.2 Toneladas, así como la presión de las llantas que este en el rango de 75-85 Psi.

Eventualmente la carga usada en los ensayos puede tener una variación en el orden de 1%. [29]

1. El punto del pavimento que será ensayado debería ser marcado con una línea transversal a la vía. Sobre esta línea se localizará el punto de ensayo a una distancia prefijada del borde. Se recomiendan utilizar las distancias indicadas en la tabla a continuación.

Tabla 16. Distancias para ensayos según el ancho del carril.

Ancho De Carril	Distancia del punto del ensayo desde el borde del pavimento (m)
2.70 m	0.45
3.00 m	0.60
3.30 m	0.75
3.60 o más	0.90

Fuente. MTC E 1002-2016

Autor. Gabriela Pico

2. La rueda externa dual debe ser colocada sobre un punto guía, quedando este entre ambas ruedas. Para obtener una calibración adecuada con la línea transversal se debe colocar una guía vertical en la parte trasera externa del camión en correspondencia con el eje de carga, para que con un suave movimiento el punto entre ambas llantas coincida con el centro de gravedad de las ruedas.

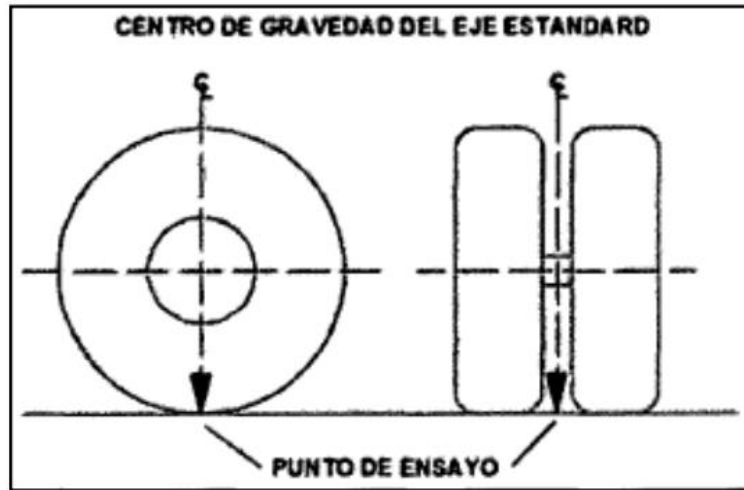


Figura 3.Ubicación del centro de gravedad del eje posterior.

3. Se coloca la viga sobre la vía, detrás del camión, perpendicular al eje de carga, así la punta de prueba del brazo móvil coincide con el punto de ensayo y la viga no roce contra las cubiertas metálicas de las ruedas. Se debe colocar la viga en la posición entre las ruedas, pero en la parte externa de las mismas haciendo coincidir, con el uso de la plomada el extremo del brazo móvil con el eje vertical del centro de gravedad, tomando como punto de referencia la varilla vertical puesta en la parte trasera del camión, se hace una marca en la viga para que más adelante basta con que coincidan para asegurarse que el extremo de la viga coincida con el centro de las llantas, al momento de iniciar el ensayo. [30]

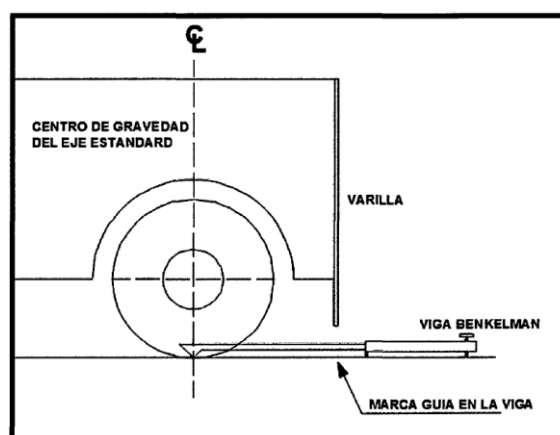


Figura 4. Alineamiento de la viga Benkelman con el centro de las llantas.

Se puede efectuar, marcas sucesivas a distancias que pueden ser a 25 cm, 50 cm, 1 m, 5 m y 8 m. La primera deflexión mediada será en el punto inicial a 0 cm punto que coincide con el eje de gravedad de las llantas dobles.

4. Una vez que el punto de medición coincida con la guía vertical y la marca inicial se procede a verificar que este alineada longitudinalmente con la dirección del movimiento del camión.
5. Se liberan seguros de los brazos móviles y se ajusta la base de la viga con el tornillo trasero haciendo que estos queden en contacto con el vástago del o los diales.
6. Se ajusta el dial para que el vástago tenga un recorrido libre entre 4 y 6 mm (4 o 6 vueltas.)

Se gira la esfera del dial del extensómetro, hasta que la aguja quede en cero y se verifica la lectura con pequeños golpes poniendo en marcha el vibrador de la viga, en el caso de no obtener la posición cero (0), se debe girar la esfera y repetir el mismo procedimiento si es necesario.

El ensayo empieza cuando la lectura permanece constante, con un buen equilibrio del pavimento bajo la carga, se da por estabilizada la deformación producida por la carga cuando la lectura inicial varía en ≤ 0.01 mm/minuto.

Con la lectura inicial en cero, el camión debe avanzar a una velocidad de 1 km/h, procediendo a tomar las lecturas conforme la varilla vertical vaya coincidiendo con todas las marcas hasta llegar a la marca final de 8 metros, en el que el indicador del dial ya no tenga movimiento, registro que corresponde al punto de referencia con flexión cero.

7. En este ensayo de análisis es necesario tomar por lo menos 3 lecturas, pero se puede obtener más con el fin de verificar o si se desea tener una gráfica del tipo de curva de deflexión que se produce.

Análisis de Deflexiones

Una vez obtenido los datos de campo, el cálculo de las deflexiones para cada sección es necesario tomar la lectura final (punto de referencia de deflexión cero) a cada una de las otras, representando las respectivas diferencias la deformación en dichos puntos, las cuales en conjunto definen la curva de deflexión de superficie de pavimento. [30]

Para el análisis de deflexiones y radios de curvatura mediante el ensayo Viga Benkelman se utilizará la siguiente tabla:

Tabla 17. Características del pavimento de acuerdo con el Tipo de Deflexiones y Radios de Curvatura.

Tipo de Deflexión	Comportamiento de la Subrasante	Comportamiento del Pavimento
Tipo I	Bueno $D < D_a$	Bueno $R_o > 100$
Tipo II	Malo $D > D_a$	Bueno $R_o > 100$
Tipo III	Bueno $D > D_a$	Malo $R < 100$
Tipo IV	Malo $D > D_a$	Malo $R_o < 100$

Fuente. Estudio de Rehabilitación de carreteras, *Conreval*, 2012

Autora. Gabriela Pico

Donde:

Tipo I: Poseen un buen comportamiento estructural del Pavimento y por ende de la Subrasante tienen un radio de curvatura mediana y una deflexión pequeña. Ya que presentan un pavimento con capas en regular estado de deterioro y la Subrasante cumple con los materiales de calidad solicitada.

Tipo II: Poseen un mal comportamiento estructural de Subrasante y un buen comportamiento de pavimento ya que tienen un radio de curvatura mediana y una deflexión grande. Debido a que posees un pavimento en regular estado de deterioro y subrasante que no cumple con materiales de calidad.

Tipo III: Poseen un buen comportamiento estructural de subrasante y mal comportamiento del pavimento, radio de curvatura y deflexión pequeños. Debido a un espesor de capas insuficientes o un elevado grado de deterioro.

Tipo IV. Poseen un buen comportamiento estructural se Subbrasante y un mal comportamiento del pavimento, presenta un radio de curvatura y una deflexión pequeños. Debido a un espesor de capas insuficiente o un alto grado de deterioro, además la subrasante posee materiales de baja calidad o inadecuados con un bajo CBR, deficiencia en el grado de compactación y mal drenaje.

2.2.8. MANTENIMIENTO VIAL

Los principios modernos de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos se apoyan, precisamente, en diferentes técnicas o procedimientos para evaluar la condición de los pavimentos a determinar los procesos de deterioro, planificar, diseñar y aplicar las reparaciones necesarias, determinando los mecanismos o causas que los producen sin lo cual es difícil pensar que se puedan recomendar los métodos más apropiados. [21]

Conceptos básicos para conocer todo lo que conlleva un Pavimento flexible.

Pavimentos

El pavimento es un sistema estructural a base de capas que le dan las propiedades y resistencias necesaria para cumplir con las solicitudes funcionales y estructurales. A nivel de capacidad funcional, debe poseer una calidad aceptable en la carpeta de rodadura, una adecuada fricción superficial, una buena geometría por seguridad, y determinado aspecto estético. A nivel estructural debe soportar las solicitudes a las que se somete todo el paquete estructural (base, subbase y subrasante), teniendo en cuenta las cargas impuestas por el tránsito y las condiciones ambientales. [12]

Tipos de Pavimentos

Pavimentos de Concreto o Rígidos

Son los Pavimentos de hormigón de cemento Portland y materiales granulares.

Pavimentos Asfálticos o Flexibles

La estructura de un pavimento se denomina “flexible” si está formada por capas de materiales pétreos de buena calidad y en su capa superior o en su superficie de rodadura se utiliza un material pétreo de calidad combinado con un material asfáltico. A este tipo de estructura también se le denomina pavimento asfáltico. [17]

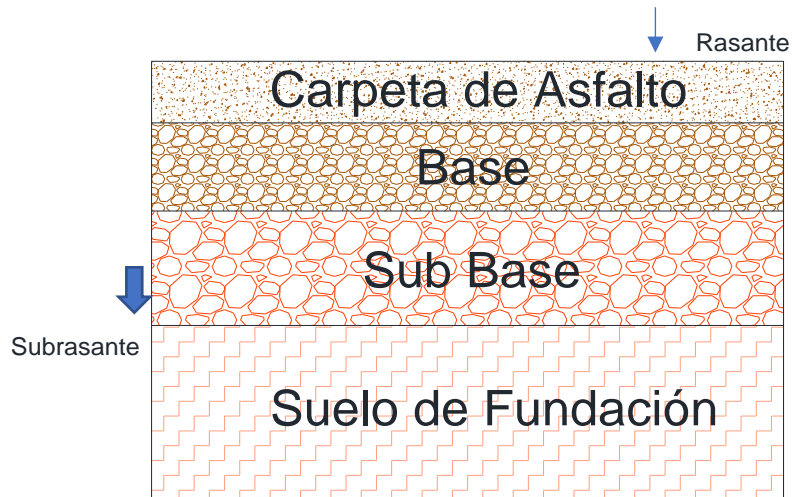


Figura 5. Sección transversal típica de la estructura un pavimento flexible.

Autora. Gabriela Pico

Subrasante

Capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad en que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. [18]

Sub Base

Es la capa de transición, la subbase bien diseñada que impide la penetración de los materiales que constituyen la base con los de la subrasante y por otra parte actúa como filtro de la base impidiendo que los finos de la subrasante la contaminen menoscabando su calidad. [19]

La subbase tiene como fin cumplir los siguientes requerimientos:

Disminución de la deformación, cambios volumétricos de la capa subrasante, generalmente a cambios en su contenido de agua (expansiones), o de temperatura, que pueden absorberse con la capa subbase, impidiendo que dichas deformaciones se reflejen en la superficie de rodamiento. [19]

Resistencia, soportar los esfuerzos transmitidos por carga vehicular a través de las capas superiores y transmitidas a un nivel adecuado de la subrasante. [19]

Base

Compuesta por agregados triturados, o suelos finos seleccionados, esta se colocará sobre una subbase terminada y aprobada, o en casos especiales sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones. [20]

Carpeta Asfáltica

Superficie de Rodadura, la carpeta debe proporcionar una superficie uniforme y estable al tránsito, de textura y color conveniente y resistir los efectos abrasivos del tránsito, su resistencia a la tensión completa la capacidad estructural del pavimento siendo impermeable, hasta donde sea posible, debe impedir el paso del agua al interior del pavimento. [19]

Modos de Fallas en Pavimentos Flexibles

- Deformaciones Permanentes, distorsiones o variaciones del perfil transversal y/ longitudinal del pavimento. [21]
- Fisuraciones o Agrietamientos, Fracturas o discontinuidades visibles en la superficie. [21]
- Desintegraciones. Desintegraciones y descomposición de la superficie de rodamiento del pavimento. [21]
- Otros, daños originados por exudaciones o por acumulación de trabajos de mantenimiento (baches y reparaciones).

Niveles de Severidad

Los daños evolucionan con el tiempo y en general se dividen en tres niveles de severidad para cada daño: bajo, medio y alto, que permiten caracterizar el grado de avance del deterioro del pavimento. [21]

Alternativas de Mantenimiento

Las actividades que se presentan según el nivel de severidad de la falla y al grado de desarrollo, densidad que, alcanzado en una determinada sección del pavimento, en relación con la extensión o densidad, se presentan cualitativamente dos niveles de ocurrencia:

- **Local**, cuando el daño se presenta en forma ocasional o intermitente (menos del 25% de la sección del pavimento evaluado). [21]
- **General**, cuando el daño se presenta en forma frecuente, generalizada o extensiva (más del 25% de la sección de pavimento evaluado). [21]

Clasificación de Actividades

Rutinarios. Actividades que se efectúan una o más veces en el año. [21]

Rutinario-Periódicos. Actividades que se repiten en intervalos mayores, de 2 a 6 años, para corregir deficiencias o prevenir un mayor desarrollo. [21]

Temporales. Reparaciones breves que evitan que el tránsito se desarrolle en condiciones peligrosas o de incomodidad. [21]

De Mejoramiento. Trabajos intensivos destinados a recuperar necesidades por mantenimiento diferido, para volver a la carretera a como fue construida. [21]

Rehabilitación. Trabajos correctivos destinados para restaurar la serviciabilidad del pavimento dotándolo de la capacidad estructural adecuada. [21]

Especiales. Aquellos que requieren una técnica especializada con exigencias particulares en cuanto a materiales, equipos a utilizar y entrenamiento del personal, por lo que es beneficioso un cuidadoso estudio previo. [21]

CAPITULO III

3.1. Análisis y discusión de los resultados

3.1.1. Ubicación del proyecto

El proyecto técnico está ubicado en la provincia de Tungurahua, red vial Montalvo-Totoras en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 4+000 que une las parroquias rurales con el mismo nombre entre el cantón Cevallos y el cantón Ambato.

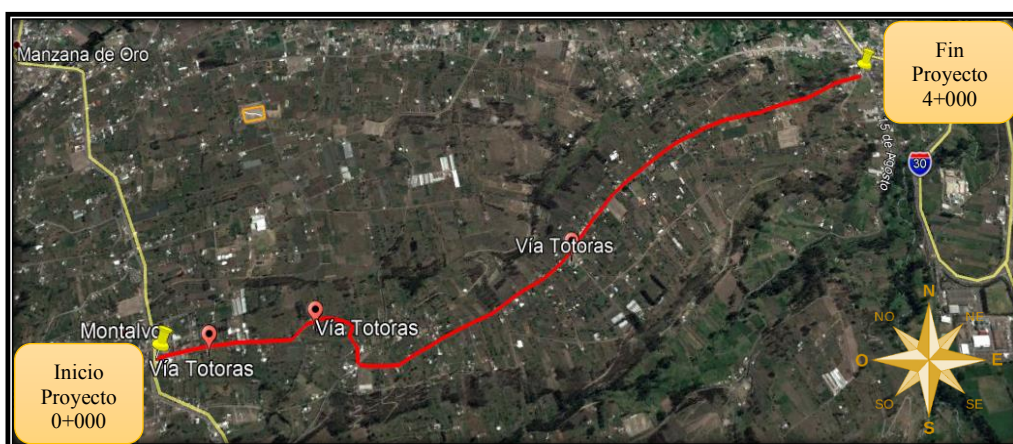


Figura 6.Ubicación del proyecto

Fuente. Google Earth

Autora. Gabriela Pico

Tabla 18. Coordenadas de las abscisas de inicio y final de la vía Montalvo- Totoras

Abscisas	Coordenada Norte	Coordenada Sur
0+000	9852791.00	764007.00
4+000	9854258.00	767321.00

Fuente. GPS Garmin

Autora. Gabriela Pico

3.1.2. Georreferenciación

Para la realización del proyecto técnico de ingeniería civil se debió obtener un levantamiento georreferenciado el cual se ejecutó con la ayuda de un GPS de precisión y materiales óptimos para desarrollar esta actividad en campo en donde se tomó puntos desde la abscisa 0+000 hasta 4+000 en la vía Montalvo – Totoras con un ancho

promedio de 6 m, en donde se consideró una abscisa cada 20 m y se tomaron datos en el borde izquierdo, mitad de la calzada y borde derecho de la vía.

Una vez concluido el trabajo de campo se exportaron los 600 puntos del GPS a una hoja de cálculo para ser ordenados de acuerdo con sus códigos y coordenadas, en archivo .csv (delimitado por comas) para ser importando a un software de ingeniería civil anexo 5.

Análisis del tráfico vehicular

El análisis de tráfico de vehículos permite describir la circulación de vehículos en cualquier tipo de vialidad con el fin de conocer características de operación de cada uno de ellos como el tamaño y peso.

El análisis del TPDA de la vía Montalvo - Totoras en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 4+000 indispensable para determinar el tipo y en este caso una prospección para el mejoramiento de la vía.

El conteo vehicular se realizó mediante el método manual en donde se pudo visualizar durante 7 días consecutivos con fecha 21 al 27 de octubre del 2019 el paso de vehículos, en donde la vía cuenta con dos sentidos de circulación, la estación de conteo se situó en un lugar en donde hay una buena visibilidad, y no existen curvas ni salidas que afecten el conteo vehicular con un horario establecido desde las 07H00 hasta las 19H00. En el anexo 1. Se detallan los volúmenes de vehículos diarios en los días ya determinados.

Tabla 19. Ubicación de la Estación de conteo

Coordenadas de la estación de conteo	
Norte	9852898.00
Este	765227.00

Autora. Gabriela Pico



Figura 7.Ubicación de la estación de conteo

Fuente. Google Earth

Autora. Gabriela Pico

3.1.3. Cálculo del TPDA por medio del método de la trigésima hora.

Para el cálculo del tráfico promedio anual se registraron diariamente la cantidad de vehículos que circulaban por la vía Montalvo-Totoras en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 4+000 a continuación el detalle del número de vehículos, en donde se obtuvo una mayor cantidad de vehículos el lunes 21 de septiembre, debido a que el sector es potencialmente agrícola y artesano, razón por la cual las personas se dirigen a las ferias en las diferentes ciudades de la provincia.

Tabla 20. Síntesis del número de vehículos

Día	Número de vehículos
Lunes	713
Martes	629
Miércoles	590
Jueves	694
Viernes	608
Sábado	670
Domingo	574

Autora. Gabriela Pico

La hora pico o trigésima hora con más número es del lunes 21 de octubre del 2019 desde la 07H00 de la mañana hasta las 08H00 de la mañana.







UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO INGENIERIA CIVIL FORMATO CONTEO DE TRÁFICO										
PROYECTO: Montalvo - Totoras			UBICACION: Montalvo			HOJA N°:		SUBTOTAL	SUMATORIA POR HORA	
DIA: Lunes			SENTIDO: Doble Sentido							
FECHA: 21 Octubre 2019			RESPONSABLE: Gabriela Pico							
HORA	LIVIANOS			BUSES	CAMIONES					
					2-S 	3-S 	2-S2 			
07H00-08H00	07H00-07H15	14	4	3	1	3	2	2	29	87
	07:15-07H30	12	1	4	0	3	0	0	20	
	07H30-07H45	9	5	2	0	2	0	0	18	
	07H45-08H00	11	3	5	0	1	0	0	20	
Total		73			1	13				

Figura 8. Detalle de la hora pico

Autora. Gabriela Pico

3.1.3.1. Cálculo del TPDA

$$TPDA \text{ actual} = \frac{VHP}{K} \quad \text{Ecuación 14}$$

Donde:

VHP: número de vehículos en hora pico

K: Constante numérico para zona rural con un 15%

- TPDA actual para vehículos livianos

$$TPDA \text{ actual} = \frac{73}{15\%} \quad \text{Ecuación 15.}$$

$$TPDA \text{ actual} = 487 \text{ Vehículos/día}$$

- TPDA actual para buses

$$TPDA \text{ actual} = \frac{1}{15\%} \quad \text{Ecuación 16}$$

$$TPDA \text{ actual} = 7 \text{ vehículos/día}$$

- TPDA actual para camiones

$$TPDA \text{ actual} = \frac{13}{15\%} \quad \text{Ecuación 17}$$

$$TPDA \text{ actual} = 87 \text{ Vehículos/día}$$

A continuación, se presenta un Tabla de la hora pico y el TPDA actual según el tipo de vehículo.

Tabla 21. TPDA actual

Tipo de vehículos	VHP (Vehículos/día)	TPDA actual (Vehículos/día)
Livianos	73	487
Buses	1	7
Camiones	13	87
TOTAL		581

Autora. Gabriela Pico

3.1.3.2. Cálculo del tráfico atraído

Los valores por utilizar para los cálculos son tomados de la tabla 21.

$$T_{\text{atraído}} = 10\% \text{ TPDA actual} \quad \text{Ecuación 18}$$

- Tráfico atraído para vehículos livianos

$$T_{\text{atraído}} = 10\% (487)$$

$$T_{\text{atraído}} = 49 \text{ vehículos/día}$$

- Tráfico atraído para buses

$$T_{\text{atraído}} = 10\% (7)$$

$$T_{\text{atraído}} = 1 \text{ vehículos/día}$$

- Tráfico atraído para camiones

$$T_{\text{atraído}} = 10\% (87)$$

$$T_{\text{atraído}} = 9 \text{ vehículos/día}$$

Resumen del número del TPDA actual y el tráfico atraído para cada tipo de vehículo.

Tabla 22. Tráfico atraído

Tipo de Vehículo	TPDA actual (Vehículos/día)	Tráfico atraído (vehículos/día)
Livianos	487	49
Buses	7	1
Camiones	87	9
TOTAL	581	58

Autora. Gabriela Pico

3.1.3.3. Cálculo del tráfico promedio diario anual total

$$T_{\text{total}} = \text{TPDA actual} + T_{\text{atraído}} \quad \text{Ecuación 19}$$

Los valores para utilizar serán tomados de la tabla 22, para los respectivos cálculos.

- Tráfico promedio diario anual para vehículos livianos

$$T_{\text{total}} = 487 \text{ vehículos/día} + 49 \text{ vehículos/día}$$

$$T_{\text{total}} = 536 \text{ vehículos/día}$$

- Tráfico promedio diario anual para buses

$$T_{\text{total}} = 1 \text{ vehículos/día} + 7 \text{ vehículos/día}$$

$$T_{\text{total}} = 8 \text{ vehículos/día}$$

- Tráfico promedio diario anual para camiones

$$T_{\text{total}} = 87 \text{ vehículos/día} + 9 \text{ vehículos/día}$$

$$T_{\text{total}} = 96 \text{ vehículos/día}$$

Tabla 23. TPDA actual total

Tipo de vehículo	TPDA actual (vehículos/día)	Tráfico atraído (vehículos/día)	TPDA total	Porcentaje (%)
Livianos	487	49	536	83.80
Buses	7	1	8	1.20
Camiones	87	9	96	15.00
TOTAL			639	100.00

Autora. Gabriela Pico

La vía Montalvo - Totoras en el tramo 0+000 hasta 4+000, se observa que es una vía transitada más por vehículos livianos que por vehículos pesados ya que el sector es meramente artesano y agrícola en menor cantidad.

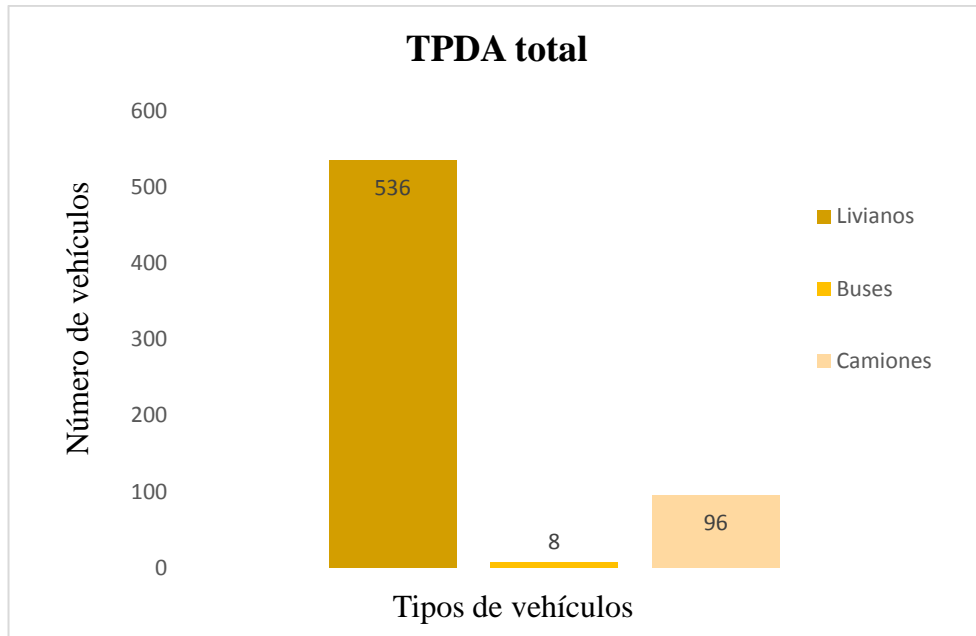


Figura 9. Comparación gráfica de los valores del TPDA total según el tipo de vehículo.

Autora. Gabriela Pico

3.1.3.4. Cálculo del tráfico futuro

Para el cálculo del tráfico futuro de la vía Montalvo- Totoras en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 4+000 para una proyección de 20 años, iniciado desde el año 2019 hasta el 2039, con el fin de obtener el factor de proyección para cada año, ecuación 1.

Según la tabla 4 de la tasa de crecimiento, a continuación, se indican los valores obtenidos en la vía Montalvo- Totoras en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 4+000 con proyección al año 2039 en donde se visualiza que por esta vía circularan una cantidad de 1122 vehículos/día en los dos sentidos de la vía.

Tabla 24. Tráfico futuro de la vía Montalvo-Totoras

Año	Tasa de crecimiento (%)			Tráfico futuro (vehículos / día)			TPDA futuro (vehículos/día)
	Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Camiones	
2019	3,97	1,97	1,94	536	8	96	639
2020	3,97	1,97	1,94	557	8	98	662
2021	3,57	1,78	1,74	575	8	99	682
2022	3,57	1,78	1,74	595	8	101	704
2023	3,57	1,78	1,74	616	8	103	727
2024	3,57	1,78	1,74	638	8	104	750
2025	3,25	1,62	1,58	649	9	105	763
2026	3,25	1,62	1,58	670	9	107	786
2027	3,25	1,62	1,58	692	9	108	809
2028	3,25	1,62	1,58	714	9	110	833
2029	3,25	1,62	1,58	738	9	112	859
2030	3,25	1,62	1,58	762	9	114	884
2031	3,25	1,62	1,58	786	9	116	911
2032	3,25	1,62	1,58	812	9	117	939
2033	3,25	1,62	1,58	838	10	119	967
2034	3,25	1,62	1,58	866	10	121	996
2035	3,25	1,62	1,58	894	10	123	1027
2036	3,25	1,62	1,58	923	10	125	1058
2037	3,25	1,62	1,58	953	10	127	1090
2038	3,25	1,62	1,58	984	10	129	1123
2039	3,25	1,62	1,58	1016	11	96	1122

Autora. Gabriela Pico

3.1.3.5. Clasificación vía Montalvo-Totoras en función del tráfico futuro

En el Ecuador, el ministerio de transportes y obras públicas ha clasificado las carreteras de forma que estén agrupadas según su importancia basado en el volumen del tráfico, así como el número de calzadas.

Las vías están clasificadas de acuerdo con la tabla 2, por consiguiente, la vía Montalvo-Totoras en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 4+000 en estudio al haber obtenido un TPDA futuro 1122 vehículos/ día, se clasifica en una vía de clase II que da en el rango de tráfico proyectado TPDA (*) de 1000 a 3000 vehículos/día.

3.1.3.6. Cálculo de ejes equivalentes

Como parte del proceso de mantenimiento se requiere conocer el número de ejes equivalentes que pasara por el carril mediante la ecuación 2.

Desarrollando la ecuación sin considerar el factor de distribución direccional (Fd) ni el Porcentaje de W18 en el carril D1 tenemos un total de ejes equivalentes totales.

$$W_{18} = (((8 * 1.04) + (93 * 1.29) + (0 * 3.92) + (3 * 2.75)) * 365)$$

$$W_{18} = 49837 \text{ ejes equivalentes totales}$$

Y considerando Fd y D1 obtenemos los ejes equivalentes por cada carril.

$$W_{18} = 49837 * 0.5 * \text{ ejes equivalentes por cada carril}$$

$$W_{18} = 24919 \text{ ejes equivalentes por carril}$$

En la tabla 25. Se especifican los 20 años proyectados, el tráfico futuro (vehículo/día) según el tipo de vehículo y ejes equivalentes por carril.

La vía de estudio muestra 2 carriles uno en cada dirección, por esta razón se ha considerado el 50 % del tránsito para un carril con se expresa en la tabla 6.

Tabla 25. Ejes equivalentes

Año	Tráfico futuro (vehículo/día)					TPDA futuro (vehículo/día)	W18 Acumulado	W18 por carril
	Livianos	Buses	Pesados					
			C-1	C-2	C-3			
2019	536	8	93	0	3	640	49837	24919
2020	557	8	95	0	3	663	50689	25344
2021	575	8	96	0	3	682	51471	25736
2022	595	8	98	0	3	704	52368	26184
2023	616	8	100	0	3	728	53280	26640
2024	638	8	101	0	3	751	54209	27104
2025	649	9	102	0	3	763	54665	27333
2026	670	9	104	0	3	786	55535	27768
2027	692	9	105	0	3	809	56377	28189
2028	714	9	107	0	3	834	57270	28635
2029	738	9	109	0	4	859	58176	29088
2030	762	9	111	0	4	885	59096	29548
2031	786	9	112	0	4	912	60031	30016
2032	838	9	114	0	4	965	60981	30491
2033	838	10	116	0	4	967	61946	30973
2034	866	10	118	0	4	997	62926	31463
2035	894	10	120	0	4	1027	63922	31961
2036	923	10	121	0	4	1058	64934	32467
2037	953	10	123	0	4	1090	65961	32981
2038	984	10	125	0	4	1123	67005	33502
2039	1016	11	127	0	4	1158	68065	34033

Autora. Gabriela Pico

3.2. Análisis superficial no destructivo mediante el índice de condición del pavimento (PCI)

El Método PCI mediante el cual se obtiene una calificación funcional y estructural de los pavimentos a continuación se pueden hacer los cálculos pertinentes el objetivo de este método que es identificar visualmente el pavimento flexible de la Vía Montalvo-Totoras en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 4+000.

3.2.1. Unidades de muestreo

En esta parte del proceso la vía será dividida en secciones y unidades de muestreo que varían de acuerdo con el tipo de vía y capa de rodadura.

Para la vía Montalvo-Totoras con una longitud de 4000 metros y con 6 metros de ancho de calzada con capa de rodadura de tipo flexible o asfáltico se calculó lo siguiente.

Correspondiente a la tabla 12 donde se presenta la longitud de la unidad de muestreo debe ser:

$$L = 38.3 \text{ m} \approx 38 \text{ m}$$

Valor con el cual obtenemos el área de la unidad de muestra que es igual:

$$A = a * L \quad \text{Ecuación 20}$$

Donde:

A: Área de la unidad de muestra

a: Ancho de la calzada

L: Longitud de la unidad de muestra

$$A = 6.0 \text{ m} * 38.3 \text{ m}$$

$$A = 229,8 \text{ m}^2$$

$$A \approx 230 \text{ m}^2$$

3.2.1.1. Cálculo de las unidades de muestreo

Tabla 26. Datos de la vía Montalvo- Totoras

Datos	
Longitud del tramo:	4000 m
Ancho de la calzada:	6.00 m
Área de tramo	230 m ²
Error admisible PCI de la sección (e):	5%
Desviación estándar del PCI, Pavimentos asfálticos (σ):	10

Autora. Gabriela Pico

3.2.1.2. Longitud de la unidad de muestra

$$L = \frac{A}{Av} \quad \text{Ecuación 21}$$

Donde

L: Longitud de la unidad de muestra

A: área de muestreo

Av: ancho de vía

$$L = \frac{229.8\text{m}^2}{6 \text{ m}}$$

$$L = 38.30 \text{ m}$$

3.2.1.3. Número total de unidades de muestro en la sección del pavimento asfáltico.

$$N = \frac{Lt}{L} \quad \text{Ecuación 22}$$

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo

Lt: Longitud del tramo vial

L: Longitud de cada unidad de muestra

$$N = \frac{4000 \text{ m}}{38.30 \text{ m}}$$

$$N = 104.4 \approx 104 \text{ unidades}$$

3.2.1.3.1. Cálculo del número de mínimo de muestreo a evaluar.

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} (N-1) + \sigma^2} \quad \text{Ecuación 23}$$

Donde:

n: número mínimo de las unidades de muestreo

e: error admisible estimado para el PCI de la sección

σ : Desviación Estándar del PCI

$$n = \frac{104 * 10^2}{\frac{5^2}{4} (104 - 1) + 10^2}$$

$$n = 13.99 \approx 14 \text{ unidades}$$

3.2.1.3.2. Intervalos de muestreo

$$i = \frac{N}{n} \quad \text{Ecuación 24}$$

Donde:

i: intervalo de muestras

$$i = \frac{104.4}{13.99} = 7.46 \approx 7$$

3.2.1.3.3. Corrección del número de unidades de muestreo

$$nc = \frac{N}{i} \quad \text{Ecuación 25}$$

Donde:

Nc: Valor corregido de las unidades de muestreo

$$nc = \frac{103}{7,46} = 13,80 \approx 14 \text{ unidades}$$

Después de haber realizado estos cálculos en la calzada se evaluará 14 unidades respectiva en la vía, con una unidad de longitud de 38 m, con intervalos de muestreo de 7 unidades.

A continuación, se presenta en la tabla 27, los tramos de la vía Montalvo -Totoras y las 27 abscisas tanto inicial como la abscisa final.

Tabla 27. Tramos de la Vía Montalvo-Totoras para posterior análisis del PCI

N ° de unidades de muestras	Abscisa inicial	Abscisa final
1	0+000	0+038
2	0+304	0+342
3	0+608	0+646
4	0+912	0+950
5	1+216	1+254
6	1+520	1+558
7	1+824	1+862
8	2+128	2+166
9	2+432	2+470
10	2+736	2+774
11	3+040	3+078
12	3+344	3+382
13	3+648	3+686
14	3+952	3+990

Autora. Gabriela Pico

Definidas las abscisas para el trabajo visual en campo, se procede a recolectar la información de cada una de las fallas existente en el pavimento asfáltico teniendo en cuenta su clase, severidad y extensión, usando el formato ya explicando con anterioridad en la figura 1.

Para realizar este ensayo se debe distribuir en secciones la vía como se muestra en la tabla 28. En donde también se muestra información detallada del Índice de Condición de la Vía Montalvo-Totoras.

Tabla 28. Análisis del índice de condición del pavimento.

N ° de unidades de muestras	Abscisa inicial(m)	Abscisa final(m)	Área tramo (m ²)	PCI tramo	Evaluación de la vía	Intervención
1	0+000	0+038	230	61.00	Bueno	Rehabilitación
2	0+304	0+342	230	99.00	Excelente	Mantenimiento
3	0+608	0+646	230	99.00	Excelente	Mantenimiento
4	0+912	0+950	230	63.00	Bueno	Rehabilitación
5	1+216	1+254	230	100.0	Excelente	Mantenimiento
6	1+520	1+558	230	99.50	Excelente	Mantenimiento
7	1+824	1+862	230	98.30	Excelente	Mantenimiento
8	2+128	2+166	230	95.50	Excelente	Mantenimiento
9	2+432	2+470	230	95.00	Excelente	Mantenimiento
10	2+736	2+774	230	98.00	Excelente	Mantenimiento
11	3+040	3+078	230	99,00	Excelente	Mantenimiento
12	3+344	3+382	230	97.00	Excelente	Mantenimiento
13	3+648	3+686	230	65.00	Bueno	Rehabilitación
14	3+952	3+990	230	97.8	Excelente	Mantenimiento
Promedio PCI				99.00	Excelente	Mantenimiento

Autora. Gabriela Pico

La Vía Montalvo -Totoras en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 4+000 tiene un valor de 99.00 unidades de PCI promedio, resultados del inventario visual de la condición del pavimento con una evaluación de excelente con valores según a la norma según las especificaciones de la tabla 8 con la correspondiente descripción cualitativa presentada anteriormente la vía necesita un mantenimiento rutinario en toda su longitud.

3.3. Cálculo de deflexiones con el método de la viga Benkelman

En la superficie del pavimento asfáltico se producen deflexiones originarias por cargas vehiculares, y estas a su vez pueden ser determinadas utilizando un deflectómetro como es el caso de la viga Benkelman.

Es instrumento mecánico y de diseño simple permite determinar cada una de las deflexiones a nivel de la superficie de la capa asfáltica como consecuencia de aplicar una carga sobre esta.

Para este método se consideró las mediciones de las deflexiones resultantes cada 200 m en toda la vía Montalvo-Totoras, las lecturas del dial se realizaron a 0.25, 0.50, 1.5 y 8.0 m con un ancho de carril de 6m la distancia del ensayo desde el borde del pavimento según la tabla 12, que será de 0.9 m.

A continuación, se muestra la tabla 29 en donde se detalla el número de estaciones utilizados para la realización del ensayo, así como las abscisas, la lectura realizada al deflectómetro en campo y la temperatura.

Tabla 29. Deflexiones tomadas en la Vía Montalvo-Totoras

Estación	Abscisa (m)	Lectura del deflectómetro (x10-2) mm						T (°C)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800	
1	0+000	0,00	15	18	22	24	24	20
2	0+200	0,00	12	17	21	23	23	21
3	0+400	0,00	11	20	22	25	25	23
4	0+600	0,00	14	17,5	20	22	22	22
5	0+800	0,00	16	19,5	23	25	25	21
6	1+000	0,00	12	16	19	21	21	20
7	1+200	0,00	9	13	16	20	20	23
8	1+400	0,00	13	17	21	21	21	21
9	1+600	0,00	16	24	26	29	29	22
10	1+800	0,00	6	12	18	23	23	20
11	2+000	0,00	9	11	13	15	15	20
12	2+200	0,00	12	16	20	20	20	21
13	2+400	0,00	11	14	17	21	21	20
14	2+600	0,00	10	13,5	15	18	18	22
15	2+800	0,00	8	15	19	20	20	22
16	3+000	0,00	12	14,5	17	21	21	20
17	3+200	0,00	10	13	17	19	19	21
18	3+400	0,00	8	10	12	18	18	22
19	3+600	0,00	12	15	18	21	21	23
20	3+800	0,00	16	20	22	24	24	22

Autora. Gabriela Pico

3.3.1. Cálculos de deflexiones

Para el cálculo de deflexiones es necesario hacer correcciones debido a las características de la viga Benkelman en relación con sus brazos (1:2) por consecuencia de la temperatura tomada y por su estacionalidad, ya que el extensómetro de la viga no está a escala real y se determina mediante la siguiente ecuación:

$$D = RB * (Df - Do) \quad \text{Ecuación 26}$$

Donde:

D: Deflexiones en 0, 0.25, 0.50, 1.5 y 8 m

RB: Relación de brazos de la viga Benkelman 1:2

Df: Deflexión final

Do: Deflexión inicial

En la siguiente tabla 30, se presentan las deflexiones corregidas y se muestra un cálculo típico:

$$D = 2 * (24 - 0)$$

$$D = 48 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 30. Deflexiones corregidas por relación de brazos

Estación	Abscisa	Lectura de deflectómetro (x10 ⁻²) mm						T °C	Espesor
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	0+000	48,0	18,0	12,0	4,0	0,0	0	22	7
2	0+200	46,0	22,0	12,0	4,0	0,0	0	21	7
3	0+400	50,0	28,0	10,0	6,0	0,0	0	23	7
4	0+600	44,0	16,0	9,0	4,0	0,0	0	22	7
5	0+800	50,0	18,0	11,0	4,0	0,0	0	21	7
6	1+000	42,0	18,0	10,0	4,0	0,0	0	22	7
7	1+200	40,0	22,0	14,0	8,0	0,0	0	23	7
8	1+400	42,0	16,0	8,0	0,0	0,0	0	21	7
9	1+600	58,0	26,0	10,0	6,0	0,0	0	22	7
10	1+800	46,0	34,0	22,0	10,0	0,0	0	21	7
11	2+000	30,0	12,0	8,0	4,0	0,0	0	22	7
12	2+200	40,0	16,0	8,0	0,0	0,0	0	21	7
13	2+400	42,0	20,0	14,0	8,0	0,0	0	23	7
14	2+600	36,0	16,0	9,0	6,0	0,0	0	22	7
15	2+800	40,0	24,0	10,0	2,0	0,0	0	22	7
16	3+000	42,0	18,0	13,0	8,0	0,0	0	23	7
17	3+200	38,0	18,0	12,0	4,0	0,0	0	21	7
18	3+400	36,0	20,0	16,0	12,0	0,0	0	22	7
19	3+600	42,0	18,0	12,0	6,0	0,0	0	23	7
20	3+800	48,0	16,0	8,0	4,0	0,0	0	22	7

Autora. Gabriela Pico

La corrección por efecto de temperatura en pavimentos con espesores > 5 cm serán determinados mediante la Temperatura estándar de 20 °C, con la siguiente ecuación:

$$D_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{D_t}{\left[1 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{cm}^{\circ}\text{C}} e (T - 20^{\circ}\text{C})\right] + 1} \quad \text{Ecuación 27}$$

Donde:

$D_{20^{\circ}\text{C}}$: Deflexión corregida para la temperatura estándar 20°C

D_t : Deflexión recuperable

e : espesor de a capa asfáltica (cm)

T : Temperatura de la capa asfáltica $^{\circ}\text{C}$

A continuación, un cálculo típico representado en la tabla 31

$$D_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{48}{\left[1 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{cm}^{\circ}\text{C}} * 7 * (22 - 20^{\circ}\text{C})\right] + 1} = 47,34$$

Tabla 31. Deflexiones Corregidas por temperatura

Deflexiones corregidas por temperatura							
Estación	Abscisa	Lectura del deflectómetro (x10-2) mm					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	0+000	47,34	17,75	11,83	3,94	0,00	0,00
2	0+200	45,68	21,85	11,92	3,97	0,00	0,00
3	0+400	48,97	27,42	9,79	5,88	0,00	0,00
4	0+600	43,39	15,78	8,88	3,94	0,00	0,00
5	0+800	49,65	17,87	10,92	3,97	0,00	0,00
6	1+000	41,42	17,75	9,86	3,94	0,00	0,00
7	1+200	39,18	21,55	13,71	7,84	0,00	0,00
8	1+400	41,71	15,89	7,94	0,00	0,00	0,00
9	1+600	57,20	25,64	9,86	5,92	0,00	0,00
10	1+800	45,68	33,76	21,85	9,93	0,00	0,00
11	2+000	29,59	11,83	7,89	3,94	0,00	0,00
12	2+200	39,72	15,89	7,94	0,00	0,00	0,00
13	2+400	41,14	19,59	13,71	7,84	0,00	0,00
14	2+600	35,26	15,67	8,81	5,88	0,00	0,00
15	2+800	39,18	23,51	9,79	1,96	0,00	0,00
16	3+000	41,14	17,63	12,73	7,84	0,00	0,00
17	3+200	37,22	17,63	11,75	3,92	0,00	0,00
18	3+400	35,26	19,59	15,67	11,75	0,00	0,00
19	3+600	41,14	17,63	11,75	5,88	0,00	0,00
20	3+800	47,01	15,67	7,84	3,92	0,00	0,00

Autora. Gabriela Pico

La corrección por efecto estacional es muy necesario para poder evaluar el periodo más desfavorable del año, de acuerdo con el clima de la zona y el comportamiento que la capa asfáltica. Según el consorcio de rehabilitación vial (CONREVIAl) presenta factores de corrección en la tabla 32,

Tabla 32. Factores de corrección por efecto estacional

Tipo de suelo de la subrasante	Estación lluviosa	Estación seca
Arenosa- Permeable	1.0	1.1 a 1.3
Arcillosa- sensible al agua	1.0	1.2 a 1.4

Fuente. Estudio de rehabilitación de carreteras, COREVIAl, Perú

Autora. Gabriela Pico

Tabla 33. Deflexiones corregidas por estacionalidad

Estación	Abscisa	Lectura del deflectómetro (x10-2) mm					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	0+000	56,80	21,30	14,20	4,73	0,00	0,00
2	0+200	54,82	26,22	14,30	4,77	0,00	0,00
3	0+400	58,77	32,91	11,75	7,05	0,00	0,00
4	0+600	52,07	18,93	10,65	4,73	0,00	0,00
5	0+800	59,58	21,45	13,11	4,77	0,00	0,00
6	1+000	49,70	21,30	11,83	4,73	0,00	0,00
7	1+200	47,01	25,86	16,45	9,40	0,00	0,00
8	1+400	50,05	19,07	9,53	0,00	0,00	0,00
9	1+600	68,64	30,77	11,83	7,10	0,00	0,00
10	1+800	54,82	40,52	26,22	11,92	0,00	0,00
11	2+000	35,50	14,20	9,47	4,73	0,00	0,00
12	2+200	47,67	19,07	9,53	0,00	0,00	0,00
13	2+400	49,36	23,51	16,45	9,40	0,00	0,00
14	2+600	42,31	18,81	10,58	7,05	0,00	0,00
15	2+800	47,01	28,21	11,75	2,35	0,00	0,00
16	3+000	49,36	21,16	15,28	9,40	0,00	0,00
17	3+200	44,66	21,16	14,10	4,70	0,00	0,00
18	3+400	42,31	23,51	18,81	14,10	0,00	0,00
19	3+600	49,36	21,16	14,10	7,05	0,00	0,00
20	3+800	56,42	18,81	9,40	4,70	0,00	0,00

Autora. Gabriela Pico

Cálculo del Radio de Curvatura

$$Rc = \frac{10 \cdot 25^2}{2 \cdot (D_0 - D_{25})} \quad \text{Ecuación 28}$$

Donde:

Rc: Radio de curvatura

D₀: Deflexión recuperable en el eje vertical de la carga, en centésima de mm.

D₂₅: Deflexión recuperable en el eje de la carga, en centésima de mm.

$$Rc = \frac{10 \cdot 25^2}{2 \cdot (58,80 - 21,30)}$$

$$Rc = 88,02 \text{ m}$$

Tabla 34. Radio de Curvatura

Estación	Abscisa	Deflexiones corregidas (x10-2) mm		Radio de curvatura (m)
		D ₀	D ₂₅	
1	0+000	56,80	21,30	88,02
2	0+200	54,82	26,22	109,27
3	0+400	58,77	32,91	120,86
4	0+600	52,07	18,93	94,31
5	0+800	59,58	21,45	81,95
6	1+000	49,70	21,30	110,03
7	1+200	47,01	25,86	147,71
8	1+400	50,05	19,07	100,86
9	1+600	68,64	30,77	82,52
10	1+800	54,82	40,52	218,53
11	2+000	35,50	14,20	146,70
12	2+200	47,67	19,07	109,27
13	2+400	49,36	23,51	120,86
14	2+600	42,31	18,81	132,94
15	2+800	47,01	28,21	166,18
16	3+000	49,36	21,16	110,79
17	3+200	44,66	21,16	132,94
18	3+400	42,31	23,51	166,18
19	3+600	49,36	21,16	110,79
20	3+800	56,42	18,81	83,09
Promedio				121,69

Autora. Gabriela Pico

Deflexión característica

$$D_c = D + t * \sigma \quad \text{Ecuación 29}$$

Donde:

D_c : Deflexión característica

D : Deflexión promedio D_0 corregido por efecto de la temperatura y estacionalidad

t : Probabilidad de presentar deflexiones superiores a la deflexión característica

σ : Desvió estándar

Tabla 35. Valor de "t" y probabilidad de ocurrencia $D > D_c$

Valor de Diseño	D_c	Área $D > D_c$ %
50	D	50
75	$D + 0.674 * \sigma$	25
85	$D + \sigma$	15
90	$D + 1.3 \sigma$	10
95	$D + 1.645 \sigma$	5
98	$D + 2 \sigma$	2
99	$D + 2.33 \sigma$	1

Fuente. Modelación geotécnica de pavimentos, 2007

Autora. Gabriela Pico

Según el CORENVIAL el método óptimo que trabaja con un valor de "t" igual a 1.645 que tiene un valor de diseño de 95% y supera el 5% de las determinaciones efectuadas, los cálculos pertinentes a continuación:

$$D_c = D + 1.645 \sigma$$

$$D_c = 46.58 + 1.645 * 5$$

$$D_c = 54.802 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Deflexión admisible

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{w_{18}} \right)^{\frac{1}{4}} * 100 \quad \text{Ecuación 30}$$

Donde:

D adm: Deflexión admisible

w_{18} : Número de ejes equivalentes

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{0.34033} \right)^{\frac{1}{4}} * 100$$

$$D_{adm} = 135.58 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Deflexión crítica

$$D_{cr} = \left(\frac{1.90}{w_{18}} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100 \quad \text{Ecuación 31}$$

Donde:

Dcr: Deflexión crítica

$$D_{cr} = \left(\frac{1.90}{0.34033} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

$$D_{cr} = 138.33 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 36. Deflexiones calculadas de la vía

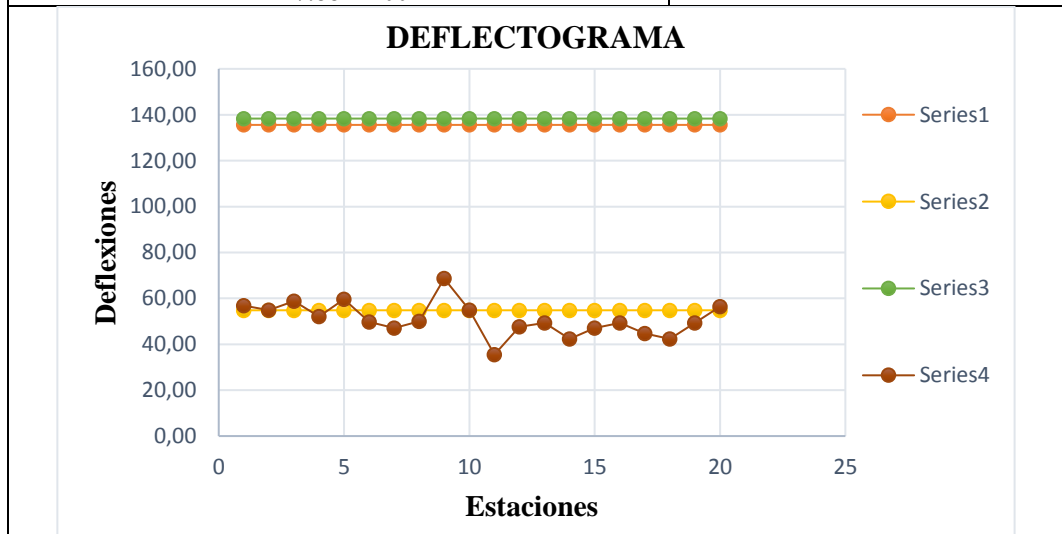
Estación	Abscisa	Do	Deflexión característica $\times 10^{-2}$ mm	Deflexión crítica $\times 10^{-2}$ mm	Deflexión admisible $\times 10^{-2}$ mm
1	0+000	54,55	54,80	138,33	135,58
2	0+200	51,25	54,80	138,33	135,58
3	0+400	56,07	54,80	138,33	135,58
4	0+600	49,67	54,80	138,33	135,58
5	0+800	56,44	54,80	138,33	135,58
6	1+000	47,73	54,80	138,33	135,58
7	1+200	44,86	54,80	138,33	135,58
8	1+400	46,80	54,80	138,33	135,58
9	1+600	66,35	54,80	138,33	135,58
10	1+800	52,27	54,80	138,33	135,58
11	2+000	33,64	54,80	138,33	135,58
12	2+200	44,28	54,80	138,33	135,58
13	2+400	47,10	54,80	138,33	135,58
14	2+600	40,37	54,80	138,33	135,58
15	2+800	44,86	54,80	138,33	135,58
16	3+000	47,10	54,80	138,33	135,58
17	3+200	42,62	54,80	138,33	135,58
18	3+400	40,37	54,80	138,33	135,58
19	3+600	47,10	54,80	138,33	135,58
20	3+800	53,83	54,80	138,33	135,58

Resultados

Deflexión promedio	46,58 $\times 10^{-2}$ mm
Desviación estándar	5
Deflexión característica	54,80 $\times 10^{-2}$ mm
Deflexión admisible	135,58 $\times 10^{-2}$ mm
Deflexión crítica	138,33 $\times 10^{-2}$ mm

Evaluación estructural

Comportamiento de la subrasante	Tipo de deflexión
$D < D_{adm}$ $46,58 \times 10^{-2} \text{ mm} < 135,58 \times 10^{-2} \text{ mm}$	TIPO I Curva extensa poco profunda
Comportamiento estructural del pavimento asfáltico	
$R_c > 100$ $127,88 > 100$	



Autora. Gabriela Pico

3.4. Estudio de suelos

Un estudio de suelo es un conjunto de actividades tanto en campo como en laboratorio que nos permite obtener información de un determinado terreno, como su naturaleza y propiedades para realizar una obra vial.

En este proyecto se realizaron ensayos de análisis granulométrico, límite líquido y límite plástico, Proctor modificado tipo B y CBR.

Para realizar el proceso primero se definió la ubicación de las calicatas de 1m x 1m x 0,60 m a cada kilómetro vía a continuación se presenta la tabla 37, de las abscisas de cada perforación a cielo abierto.

Tabla 37. Coordenadas de las calicatas en la Vía Montalvo - Totoras

N °	Abscisas	Coordenadas	
		Norte	Este
C1	0+610	9852902.05	764595.30
C2	1+610	9852975.00	765372.00
C3	2+610	9853653.51	766087.87
C4	3+610	9854105.87	766977.98

Autor. Gabriela Pico

3.4.1. Análisis granulométrico

Las muestras tomadas de la Vía Montalvo – Totoras en el tramo 0+000 hasta 4+000 de la provincia de Tungurahua se registrarán según la clasificación del método de la AASHTO - 145, sistema que se utiliza en la clasificación de suelos para carreteras como se muestra en la tabla 14, por lo tanto, se tendrá un resumen de la clasificación de los suelos obtenido en las calicatas o perforaciones a cielo abierto en la vía, basándonos de acuerdo con este método, especificado en la tabla 38.

Tabla 38. Clasificación del suelo mediante el ensayo de granulometría.

Muestras	Clasificación	Grupo	Grava	Arena	Finos	Sub Grupo	Tipo de material
M1	Subrasante	A-2	1,50 %	61,12%	28,56%	A-2-4	Grava y arena limo arcilloso (SC)
M2			1,46 %	69,60%	28,94%		
M3			1,28 %	65,26%	33,46%		
M4			0,82 %	61,32%	37,86%	A-2-6	

Autora. Gabriela Pico

3.4.2. Límites de Atterberg

Aplicando el método de la copa de Casagrande (AASHTO 89) y el método de los rollitos (AASHTO 90). A continuación, se detalla en la tabla 39 los límites Atterberg e Índice plástico para cada una de las muestras tomadas en las 4 calicatas.

Tabla 39. Ensayo límites Atterberg

Muestras	Tipo de material	LL (%)	LP (%)	IP (%)
M1	Grava y arena limo arcilloso	28,38%	22,75%	5,82%
M2		29,53%	27,71%	1,83%
M3		22,78%	21,46%	1,32 %
M4		29,77%	17,02%	12,75%

Autora. Gabriela Pico

3.4.3. Ensayo de compactación proctor

Para la determinación de la densidad seca máxima y la humedad óptima de la compactación de suelos que se obtiene con el ensayo proctor, a continuación, la tabla 40 en donde se observan los valores obtenidos con cada una de las muestras de suelos según el AASHTO T – 180 proctor modificado tipo B.

Tabla 40. Ensayo proctor

Muestras	Tipo de material	AASHTO	Densidad seca (gr/cm ³)	Humedad óptima (%)
M1	Grava y arena limo arcilloso	A-2-4	1,360	15,77 %
M2			1,304	14,30 %
M3			1,346	14,56 %
M4		A-2-6	1,358	15,99 %

Autora. Gabriela Pico

3.4.4. Ensayo de CBR

El propósito del ensayo de compactación en laboratorio es para determinar la curva de compactación para una determinada energía de compactación. En donde se podrá obtener la humedad óptima que corresponde a la densidad máxima a continuación, se detalla en la tabla 41, los valores del ensayo CBR para cada una de las muestras tomadas en campo.

Tabla 41. Ensayo de carga-penetración CBR

Muestras	% CBR	Clasificación	Usos
M1	11,06 %	Regular - Buena	Subrasante
M2	11,25 %		
M3	11,24%		
M4	8,90%		

Autora. Gabriela Pico

De acuerdo con las 4 muestras ensayadas mediante el método de CBR se obtuvo un promedio de 10,61% que da para una clasificación en los rangos de regular a buena con un uso para subrasante.



3.5. Plan de mantenimiento vial


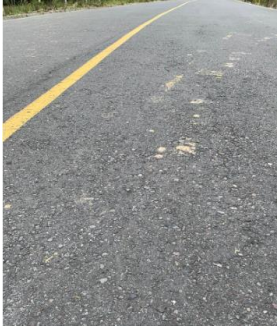

En la actualidad se mantiene un criterio fundamentado en realizar un mantenimiento preventivo en las carreteras como es el caso de la vía Montalvo- Totoras en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 4+000, que conecta dos parroquias que mantienen producción agrícola y artesanal, por esta razón es de vital importancia realizar un plan de mantenimiento vial para minimizar los costos de operación, accesos a los servicios y mercados en la provincia de Tungurahua, reducir el tiempo de los usuarios que utilizan esta vía así como la seguridad y el confort de los mismos.

3.5.1. Plan de mantenimiento vial aplicando el método del índice de condición del pavimento (PCI).

Mediante la visualización del método aplicado PCI en la Vía Montalvo -Totoras en la abscisa 0+000 hasta 4+000 que como resultado se obtuvo unas 99,00 unidades de PCI como una calificación del pavimento de excelente, por lo que únicamente se determina necesario un mantenimiento rutinario. A continuación, se detalla en la tabla 42 los tramos y la actividad que se deben realizar en cada uno de estos.

Tabla 42. Resumen de fallas en la vía Montalvo - Totoras

Tipo de falla	Abscisas		Unidad de intervención	Nivel de severidad	Niveles de ocurrencia	Imagen	Alternativa de reparación recomendada
	Inicio	Final					
Piel de Cocodrilo	0+000	0+038	39.09 m ²	Bajo	Local (menos del 25% de la sección del pavimento evaluado)		<ul style="list-style-type: none"> • Sellado de fisuras
	1+520	1+558	0.416 m ²				
Grieta de Borde	2+43	2+470	1.25 m ²	Medio	Local (menos del 25% de la sección del pavimento evaluado)		<ul style="list-style-type: none"> • Arreglo superficial de borde
Grietas Longitudinales y Transversales	0+000	0+038	3.43 m	Bajo	Local (menos del 25% de la sección del pavimento evaluado)		<ul style="list-style-type: none"> • Sellado de Fisuras
	0+304	0+342	7.3 m				
	0+608	0+646	6.05 m				
	0+912	0+950	1.84m				
	1+216	1+254	1.34m				
	1+520	1+558	2.1m				

	1+824	1+862	9.24m				
	2+128	2+166	14.6m				
	2+736	2+774	8.15m				
	2+040	2+078	7.39m				
	3+344	3+382	12.62m				
	3+648	3+686	14.25m				
	3+952	3+900	2.4m				
Pulimento de agregados	2+736	2+774	0.84m ²	-	Local (menos del 25% de la sección del pavimento evaluado)		<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de bitumen superficial
	3+648	3+686	0.30m ²				
	3+952	3+900	0.072m ²				
Huecos	0+912	0+950	1u	Medio	Local (menos del 25% de la sección del pavimento evaluado)		<ul style="list-style-type: none"> • Sellado de fisuras • Bacheo menor
	3+648	3+686	3u	Medio	Local (menos del 25% de la sección del pavimento evaluado)		

Autora. Gabriela Pico

Toda la información obtenida en campo conlleva a un proceso de reparación y en otros casos mantenimiento de las fallas encontradas en la vía. A continuación, una guía de alternativas de mantenimiento para fisuración o agrietamiento por piel de cocodrilo se opta por la alternativa de reparación recomendada en la tabla 43.

Tabla 43. Mantenimiento para fisuras o agrietamiento por piel de cocodrilo

Objetivo del mantenimiento		Conservar y/o adecuar la integridad de la estructura del pavimento		
Evaluación		Alternativa de reparación recomendada	Clasificación	Vida esperada (años)
Severidad	Densidad	Descripción		
Bajo	Local	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguna Acción 	Rutinario	1
		<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar sellado de la superficie afectada con emulsión bituminosa o rejuvenecedora. 		

Fuente. J. L. Irigoyen and L. F. Simo, Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación (Catalogo de Fallas). 2016.

Autora. Gabriela Pico

Reparación para grieta de borde

Alternativas de mantenimiento para grieta de borde se opta por la alternativa de reparación recomendada en la tabla 44.

Tabla 44. Mantenimiento para grieta de borde

Objetivo del Mantenimiento		Asegurar condiciones de circulación segura al tránsito vehicular conservar y/o adecuar la integridad de revestimiento asfáltico.		
Evaluación		Alternativa de Reparación Recomendada	Clasificación	Vida Esperada (años)
Severidad	Densidad	Descripción		
Bajo	Local	<ul style="list-style-type: none"> • Bacheo Superficial; mezcla asfáltica en frío/caliente. 	Rutinario	0.5/1.5
		<ul style="list-style-type: none"> • Bacheo Parcial (capa asfáltica); mezcla en frío o caliente. 		1/3

Fuente. J. L. Irigoyen and L. F. Simo, Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación (Catalogo de Fallas). 2016.

Autora. Gabriela Pico

Reparación de grietas longitudinales y transversales

Al ser fisuras con un nivel bajo de daño el mantenimiento de estas es ninguno.

Reparación de pulimento de agregados

Tabla 45. Mantenimiento de grietas longitudinales y transversales.

Objetivo del Mantenimiento		Restablecer condiciones de circulación seguras para el tránsito, especialmente cuando el pavimento este húmedo.		
Evaluación		Alternativa de reparación recomendada	Clasificación	Vida esperada (años)
Severidad	Densidad	Descripción		
-	-	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de una lechada (asfáltica o cemento) en áreas localizadas. • Sellado de la superficie con lechada asfáltica. 	Rutinario-Periódico	3-5
		<ul style="list-style-type: none"> • Restauración de la textura para rodamiento (aserrado de surcos transversales). • Tratamientos con solución de ácido muriático, aplicado superficialmente (desgaste superficie, no aplicable cuando los agregados son degradables). 	Especial	8-15 Variable

Fuente. J. L. Irigoyen and L. F. Simo, Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación (Catalogo de Fallas). 2016.

Autora. Gabriela Pico

Reparación de huecos

Tabla 46. Reparación de Huecos

Objetivo del mantenimiento		Reestablecer la comodidad de circulación sobre el pavimento y seguridad del tránsito conservar y/o adecuar la integridad del revestimiento asfáltico o de la estructura del pavimento.		
Evaluación		Alternativa de reparación recomendada	Clasificación	Vida esperada (años)
Severidad	Densidad	Descripción		
Medio	Local	• Bacheo Superficial, mezcla asfáltica en frío o caliente	Rutinario	0.5/1
		• Bacheo Parcial (capa asfáltica), mezcla en frío o caliente		

Fuente. J. L. Irigoyen and L. F. Simo, Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación (Catalogo de Fallas). 2016.

Autora. Gabriela Pico

CAPITULO IV

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

- Mediante la georreferenciación del tramo de la vía Montalvo- Totoras en el tramo de la abscisa 0+000 a la 4+000 m se obtuvieron un total de 600 puntos recopilados en el Sistema de Posicionamiento Global GPS, mismos que determinaron la longitud de la vía de 4000 metros, de una sola sección con dos carriles en diferente sentido y un ancho de calzada de 6.00 metros, en donde existen señalización y cunetas para la evacuación de agua lluvias.
- En cuanto al tráfico futuro de la vía Montalvo-Totoras en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 4+000 m, se obtuvo un TPDA futuro de 1122 vehículos/ día, que clasifica a la vía en una colectoras de clase II, al encontrarse dentro del rango 1000 a 3000 vehículos/día según la Norma Diseño Geométrico de Carreteras del Ministerio de Obras Publicas año 2003. Por lo tanto, el número de carriles que tiene actualmente la vía será suficiente para el tráfico futuro previsto dentro de 20 años ya que no existiría un número considerable de vehículos para el año previsto.
- Se pudo determinar mediante el análisis superficial no destructivo PCI, que la vía Montalvo-Totoras en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 4+000 m, tiene un promedio de PCI de 99 unidades que en comparación con los valores de rango de calificación del PCI entre 100-85 unidades (ver tabla 8), que evalúan a la vía como excelente.
- Ya que las deflexiones fueron valores mayores a 100 (detallados en la tabla 36), según el análisis en campo con la viga Benkelman es una deflexión de Tipo I, con una curva poco profunda y un comportamiento de la subrasante y estructura del pavimento asfáltico en buen estado.
- Se obtuvo mediante el método de CBR un promedio de 10,61% que comparado con la norma AASHTO- 193 indica una clasificación de regular a buena, por lo tanto, el valor es aceptable para el tipo de suelo de la subrasante para la carpeta asfáltica en la vía Montalvo-Totoras.

- Una vez aplicados los métodos anteriores y con los datos obtenidos en este proyecto técnico se concluye que la vía Montalvo- Totoras se halla en buen estado, pero es necesario realizar ciertas correcciones en los diferentes tramos de la vía siguiendo el plan de mantenimiento vial rutinario detallado en el literal 3.5.

4.2.RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener una buena calibración en los equipos usados tanto en campo como en laboratorio para una mejor precisión de datos.
- Antes de hacer las calicatas se recomienda dialogar con las personas e informar que únicamente se va a recabar datos para la realización de una tesis.
- Durante la medición de las fallas poner conos de seguridad en la vía para precautelar la vida de la tesista.
- Se recomienda realizar los estudios en horas donde la temperatura no varíe significativamente.
- Se recomienda que en futuras investigaciones se utilicen otras alternativas como el método de auscultación francesa VIZIR para calificar la carpeta asfáltica almacenando las fallas por medio de cámaras, tanto estructural como funcionalmente.

C. Materiales de referencia

1. Referencias bibliográficas

- [1] A. Rico, “La Tecnología de las vías terrestres y su relación con el transporte”, vol. 88, Instituto Mexicano del Transporte, pp.1-39,1996.
- [2] M. Macías, “Diseño de Pavimento Rígido para la vía Baba-La Estrella Cantón Baba provincia de Los Ríos,” Universidad de Guayaquil, Ecuador,2011.
- [3] J. Oliver, “Historia de las Carreteras,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.
- [4] W. Zecenarro, “Manual de carreteras conservación vial,” p. 1243, Ministerio de Transportes y Comunicación, Perú, 2013.
- [5] C. Torres, *Procedimiento para Levantamiento de Mapas Georreferenciado*. Panamá, 2006, pp. 2–6.
- [6] “Georreferenciación y sistemas de coordenadas,” ArcGISResources. com. [Online].Available:<https://resources.arcgis.com/es/help/gettingstarted/articles/026n0000000s000000.htm>. [Accessed: 26- marzo -2020].
- [7] J. Molina and K. Lenin, “Determinación de las características de transito enmarcadas en el tráfico promedio diario anual (TPDA), espectro de carga y ancho de vía, en las arterias viales E30 Manta-Portoviejo, E30 Rodeo-Portoviejo, E39A Rocafuerte- Portoviejo y e462b Santa Ana-Port,” Universidad Técnica de Manabí facultad, 2014.
- [8] I. Mejía, “Análisis y propuesta de solución integral al congestionamiento vehicular que se produce en la Av. 24 de mayo y Vía al Valle, de la ciudad de Cuenca,” UNIVERSIDAD DE CUENCA, Ecuador, 2017.
- [9] Ministerio de Obras Públicas, *Normas de diseño geométrico de carreteras*. Quito, 2003.

- [10] E. Juárez Badillo y R. Rodríguez, *Mecánica de suelo*, México: Limusa Noriega editores, 2005
- [11] L. Bañón Blázquez and J. F. Bevia García, *Manual de Carreteras*. Alicante: Universidad de Alicante, 2000.
- [12] M. A. Ravines, “Pruebas con un producto enzimático como agente estabilizador de Suelos para carreteras,” Universidad de Piura, Perú, 2010.
- [13] H. López, “Límites de Atterberg,” Universidad de los Andes, Colombia, 2012.
- [14] Ministerio de Obras Públicas, *Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes*, Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP, vol. 3. 2013, pp. 1-1028.
- [15] J. E. Bowles, *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil*, Engineerin. México: McGraw-HILL, 1981.
- [16] E. Proctor and I. D. De Fisicomatemática, “Resumen III. Obtención de los puntos de la gráfica PUVS vs H,” pp. 157–162.
- [17] C. Poon (Secretaría de C. y T.), *Guía De Procedimientos Y Técnicas Para La Conservación De Carreteras En México*, 1st ed. México D.F, 2014.
- [18] J. Coronado, *Manual Centroamericano para diseño de pavimentos*. Guatemala, 2002.
- [19] J. M. Saucedo-García, “Diseño De Pavimento,” *Gac. Med. Mex.*, vol. 135, no. 3, p. 290, 1999.
- [20] Ministerio de Obras Públicas, “Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes,” Ecuador, 2002, p. 772.
- [21] J. L. Irigoyen and L. F. Simo, *Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación (Catalogo de Fallas)*. República Dominicana, 2016.
- [22] A. Vergara, “Evaluación Del Estado Funcional Y Estructural Del Pavimento Flexible Mediante La Metodología PCI Tramo Quichuay -Ingenio Del Km 0+000 Al Km 1+000,” Universidad Nacional del Centro del Perú, 2015.









- [23] L. Vásquez, *Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*. 2002.
- [24] J. Balarezo, “Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicada a un pavimento,” 2017.
- [25] Ministerio de Obras Públicas, *Normas de diseño geométrico de carreteras*. Quito, 2003.
- [26] Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, “Volumen No. 2 - Libro A Norma para estudios y diseños viales”, Volumen 2A, 2012, pp. 1–382.
- [27] E. Juárez Badillo and A. Rico Rodríguez, *Mecánica de Suelos*. 2002.
- [28] R. Maliza and R. Elena, “Estudio de la Correlación del CBR con respecto al ensayo penetrométrico cónico estático en diferentes tipos de suelos.,” 2011.
- [29] R. Carahuatay, “Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera San Miguel - San Pablo, tramo San Miguel - Sunuden, mediante el análisis deflectométrico,” 2015.
- [30] Ministerio de Transportes de Perú, *Manual de Ensayo de Materiales*, vol. 369, no. 1. 2016.

5. ANEXOS

ANEXOS 1.
CONTEO VEHÍCULAR









5.1. ANEXO 1.

Anexo 1.1. Conteo vehicular, lunes 21 de octubre del 2019

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL FORMATO CONTEO DE TRÁFICO 										
PROYECTO: Montalvo - Totoras		UBICACIÓN: Montalvo		HOJA N°:		SUBTOTAL	SUMATORIA POR HORA			
DÍA: lunes		SENTIDO: Doble Sentido								
FECHA: 21 octubre 2019		RESPONSABLE: Gabriela Pico								
HORA	LIVIANOS			BUSES	CAMIONES			SUBTOTAL	SUMATORIA POR HORA	
										
07H00-08H00	07H00-07H15	14	4	3	1	3	2	2	29	87
	07:15-07H30	12	1	4	0	3	0	0	20	
	07H30-07H45	9	5	2	0	2	0	0	18	
	07H45-08H00	11	3	5	0	1	0	0	20	
Total		73			1	13				
08H00-09H00	08H00-08H15	6	2	2	0	3	0	0	13	59
	08:15-08H30	8	1	4	0	0	0	0	13	
	08H30-08H45	8	3	3	0	4	0	0	18	
	08H45-09H00	11	1	1	0	2	0	0	15	
09H00-10H00	09H00-09H15	5	2	2	0	1	0	0	10	50
	09:15-09H30	9	2	1	0	2	0	0	14	
	09H30-09H45	9	1	1	0	0	0	0	11	
	09H45-10H00	10	2	1	0	2	0	0	15	
10H00-11H00	10H00-10H15	7	1	3	0	0	1	0	12	60
	10:15-10H30	9	3	2	0	2	0	0	16	
	10H30-10H45	6	1	2	0	3	0	0	12	
	10H45-11H00	10	3	2	1	4	0	0	20	
11H00-12H00	11H00-11H15	8	1	3	0	2	0	0	14	65
	11:15-11H30	9	5	1	0	1	0	0	16	
	11H30-11H45	12	3	1	0	2	1	0	19	
	11H45-12H00	9	4	0	0	3	0	0	16	
12H00-13H00	12H00-12H15	8	2	1	0	2	0	0	13	55
	12:15-12H30	7	3	2	0	1	0	0	13	
	12H30-13H45	8	1	0	0	3	0	0	12	
	12H45-13H00	9	1	4	0	3	0	0	17	
13H00-14H00	13H00-13H15	13	2	3	0	0	0	0	18	57
	13:15-13H30	7	3	2	0	0	0	0	12	
	13H30-13H45	10	1	1	2	0	0	1	15	
	13H45-14H00	5	3	1	0	3	0	0	12	
14H00-15H00	14H00-14H15	7	2	2	0	2	0	0	13	55
	14:15-14H30	9	3	0	0	0	0	0	12	
	14H30-14H45	10	4	2	0	2	0	0	18	
	14H45-15H00	7	1	0	0	2	2	0	12	
15H00-16H00	15H00-15H15	9	1	0	0	2	0	0	12	52
	15:15-15H30	6	2	1	0	3	0	0	12	
	15H30-15H45	11	3	2	0	2	0	0	18	
	15H45-16H00	7	1	1	0	1	0	0	10	
16H00-17H00	16H00-16H15	8	3	1	0	0	0	0	12	44
	16:15-16H30	3	2	2	0	0	2	0	9	
	16H30-16H45	4	1	2	0	1	0	0	8	
	16H45-17H00	7	4	2	0	2	0	0	15	
17H00-18H00	17H00-17H15	9	3	1	0	3	0	0	16	52
	17:15-17H30	4	2	0	0	0	0	0	6	
	17H30-17H45	5	4	0	0	0	3	0	12	
	17H45-18H00	9	1	4	1	3	0	0	18	
18H00-19H00	18H00-18H15	6	4	3	0	3	2	0	18	79
	18:15-18H30	9	2	1	0	1	0	0	13	
	18H30-18H45	12	6	0	0	4	1	0	23	
	18H45-19H00	8	10	1	1	5	0	0	25	
TOTAL		472	123	82	7	101	14	3	715	715









Autora. Gabriela Pico

Anexo 1.2. Conteo vehicular, martes 22 de octubre de 2019

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL FORMATO CONTEO DE TRÁFICO 										
PROYECTO: Montalvo - Totoras DÍA: martes FECHA: 22 octubre 2019		UBICACIÓN: Montalvo SENTIDO: Doble Sentido RESPONSABLE: Gabriela Pico			HOJA N° 2				SUBTOTAL	SUMATORIA POR HORA
HORA	LIVIANOS			BUSES	CAMIONES					
										
07H00-08H00	07H00-07H15	10	5	1	0	2	1	0	20	65
	07:15-07H30	8	7	1	0	1	0	0	17	
	07H30-07H45	8	4	1	0	1	0	0	14	
	07H45-08H00	9	1	1	0	2	0	1	14	
08H00-09H00	08H00-08H15	8	0	0	0	1	0	0	9	34
	08:15-08H30	7	0	0	0	0	0	0	7	
	08H30-08H45	3	2	0	1	0	0	0	7	
	08H45-09H00	10	1	0	0	0	0	0	11	
09H00-10H00	09H00-09H15	6	3	0	0	0	0	0	9	45
	09:15-09H30	12	2	1	0	1	0	1	17	
	09H30-09H45	8	1	0	0	0	0	0	9	
	09H45-10H00	9	1	0	0	0	0	0	10	
10H00-11H00	10H00-10H15	8	2	1	0	0	1	0	12	59
	10:15-10H30	9	1	1	0	0	0	0	11	
	10H30-10H45	12	4	1	0	1	0	0	18	
	10H45-11H00	11	5	2	0	0	0	0	18	
11H00-12H00	11H00-11H15	10	4	2	0	0	0	0	16	55
	11:15-11H30	9	4	1	0	0	0	0	14	
	11H30-11H45	10	2	0	0	1	1	0	14	
	11H45-12H00	8	1	1	0	1	0	0	11	
12H00-13H00	12H00-12H15	8	2	1	0	1	0	0	12	46
	12:15-12H30	5	0	3	0	1	0	0	9	
	12H30-13H45	8	2	2	0	2	0	0	14	
	12H45-13H00	8	1	1	0	0	0	0	11	
13H00-14H00	13H00-13H15	9	3	0	0	0	0	0	12	55
	13:15-13H30	12	5	1	0	1	0	0	19	
	13H30-13H45	5	6	1	0	1	0	1	14	
	13H45-14H00	4	3	2	0	1	0	0	10	
14H00-15H00	14H00-14H15	7	1	1	0	2	0	0	11	56
	14:15-14H30	8	3	1	0	0	0	0	12	
	14H30-14H45	11	3	1	0	2	0	0	17	
	14H45-15H00	6	5	2	0	1	2	0	16	
15H00-16H00	15H00-15H15	10	3	3	0	0	0	0	16	54
	15:15-15H30	5	2	1	0	0	0	0	9	
	15H30-15H45	6	3	2	0	2	0	0	13	
	15H45-16H00	8	6	1	0	1	0	0	16	
16H00-17H00	16H00-16H15	9	4	1	0	0	0	1	15	50
	16:15-16H30	5	5	2	0	0	2	0	14	
	16H30-16H45	3	4	2	0	1	0	0	10	
	16H45-17H00	7	2	1	0	1	0	0	11	
17H00-18H00	17H00-17H15	11	1	1	0	1	0	0	14	49
	17:15-17H30	4	2	0	0	0	0	0	6	
	17H30-17H45	6	5	0	0	0	3	0	14	
	17H45-18H00	9	3	2	1	0	0	0	15	
18H00-19H00	18H00-18H15	8	4	1	0	1	2	0	17	74
	18:15-18H30	7	6	1	0	1	0	0	20	
	18H30-18H45	10	5	1	0	1	1	0	18	
	18H45-19H00	13	4	0	1	0	0	1	19	
TOTAL		387	143	49	3	32	13	5	642	









Autora. Gabriela Pico

Anexo 1.3. Conteo vehicular, miércoles 23 de octubre de 2019

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL FORMATO CONTEO DE TRÁFICO 										
PROYECTO: Montalvo-Totoras		UBICACIÓN: Montalvo			HOJA N° 3			SUBTOTAL	SUMATORIA POR HORA	
DÍA: miércoles		SENTIDO: Doble Sentido			RESPONSABLE: Gabriela Pico					
HORA		LIVIANOS			BUSES	CAMIONES				
										
07H00-08H00	07H00-07H15	15	1	1	1	1	0	0	20	53
	07:15-07H30	10	1	0	0	0	0	0	11	
	07H30-07H45	8	2	0	0	0	0	0	10	
	07H45-08H00	10	0	0	0	0	1	1	12	
08H00-09H00	08H00-08H15	10	2	0	0	1	0	0	13	42
	08:15-08H30	5	1	0	0	0	0	0	6	
	08H30-08H45	10	1	1	0	0	0	0	13	
	08H45-09H00	9	1	0	0	0	0	0	10	
09H00-10H00	09H00-09H15	7	0	0	0	0	0	0	7	42
	09:15-09H30	11	1	1	0	1	0	1	15	
	09H30-09H45	9	2	0	0	1	0	0	12	
	09H45-10H00	6	0	0	0	0	2	0	8	
10H00-11H00	10H00-10H15	6	1	1	0	2	0	0	10	42
	10:15-10H30	8	1	0	0	0	0	0	9	
	10H30-10H45	9	0	2	0	0	0	0	11	
	10H45-11H00	11	1	0	0	0	0	0	12	
11H00-12H00	11H00-11H15	9	1	0	0	0	0	0	10	31
	11:15-11H30	7	0	1	0	0	1	0	9	
	11H30-11H45	6	1	1	0	0	1	0	9	
	11H45-12H00	3	0	0	0	0	0	0	3	
12H00-13H00	12H00-12H15	9	2	1	0	0	0	0	12	48
	12:15-12H30	8	1	0	1	0	0	0	10	
	12H30-13H45	10	3	1	0	0	0	0	14	
	12H45-13H00	9	1	1	0	0	0	0	12	
13H00-14H00	13H00-13H15	11	3	1	0	1	0	0	16	49
	13:15-13H30	5	4	0	0	1	0	0	10	
	13H30-13H45	6	2	1	0	0	0	1	10	
	13H45-14H00	9	3	1	0	0	0	0	13	
14H00-15H00	14H00-14H15	10	4	1	0	1	0	0	16	58
	14:15-14H30	12	2	0	0	0	0	0	14	
	14H30-14H45	10	2	1	0	0	1	0	14	
	14H45-15H00	6	5	0	1	0	2	0	14	
15H00-16H00	15H00-15H15	12	3	2	0	1	0	0	18	54
	15:15-15H30	6	7	0	0	1	0	0	14	
	15H30-15H45	10	1	0	0	1	0	0	12	
	15H45-16H00	4	3	1	0	0	2	0	10	
16H00-17H00	16H00-16H15	8	1	0	0	0	0	0	9	58
	16:15-16H30	10	4	0	0	2	0	0	16	
	16H30-16H45	12	5	1	0	0	0	0	18	
	16H45-17H00	7	8	0	0	0	0	0	15	
17H00-18H00	17H00-17H15	13	1	0	0	0	0	0	14	48
	17:15-17H30	9	4	0	0	0	0	0	13	
	17H30-17H45	7	0	1	0	1	0	0	9	
	17H45-18H00	11	0	0	0	1	0	0	12	
18H00-19H00	18H00-18H15	9	1	0	0	0	0	0	10	60
	18:15-18H30	9	2	0	0	0	0	0	14	
	18H30-18H45	11	6	0	1	0	0	0	18	
	18H45-19H00	10	7	0	0	0	1	0	18	
TOTAL		422	102	21	4	16	11	3	585	









Autora. Gabriela Pico

ANEXO 1.4. Conteo vehicular, jueves 24 de octubre de 2019

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO INGENIERÍA CIVIL FORMATO CONTEO DE TRÁFICO 										
PROYECTO: Montalvo-Totoras		UBICACIÓN: Montalvo			HOJA Nº: 4			SUBTOTAL	SUMATORIA POR HORA	
DÍA: jueves		SENTIDO: Doble Sentido								
FECHA: 24 octubre 2019		RESPONSABLE: Gabriela Pico								
HORA		LIVIANOS			BUSES	CAMIONES				
										
07H00-08H00	07H00-07H15	16	7	2	1	3	1	0	30	81
	07:15-07H30	10	5	1	0	3	0	0	19	
	07H30-07H45	11	2	2	0	2	0	0	17	
	07H45-08H00	9	3	1	0	1	0	0	15	
08H00-09H00	08H00-08H15	7	5	1	0	3	0	0	16	49
	08:15-08H30	6	3	0	0	0	0	0	9	
	08H30-08H45	10	1	0	0	4	0	1	16	
	08H45-09H00	2	4	0	0	2	0	0	8	
09H00-10H00	09H00-09H15	4	5	0	0	1	0	0	11	54
	09:15-09H30	6	4	0	0	2	0	0	12	
	09H30-09H45	7	4	1	0	0	0	0	13	
	09H45-10H00	11	3	1	0	2	0	1	18	
10H00-11H00	10H00-10H15	5	1	2	0	0	1	0	9	51
	10:15-10H30	6	1	1	0	2	0	1	11	
	10H30-10H45	7	4	1	0	3	0	0	15	
	10H45-11H00	8	2	1	1	4	0	0	16	
11H00-12H00	11H00-11H15	5	1	1	0	2	0	0	9	49
	11:15-11H30	4	1	2	0	1	0	0	9	
	11H30-11H45	9	3	1	0	2	1	0	16	
	11H45-12H00	10	2	0	0	3	0	0	15	
12H00-13H00	12H00-12H15	9	1	1	0	2	0	1	14	58
	12:15-12H30	6	1	1	0	1	0	0	9	
	12H30-13H45	11	3	0	0	3	0	0	17	
	12H45-13H00	9	4	1	0	3	0	0	18	
13H00-14H00	13H00-13H15	13	5	2	0	0	0	0	21	68
	13:15-13H30	11	4	2	0	0	0	0	17	
	13H30-13H45	7	2	1	2	0	0	1	13	
	13H45-14H00	9	3	1	0	3	0	1	17	
14H00-15H00	14H00-14H15	7	3	2	0	2	0	0	14	56
	14:15-14H30	6	4	1	0	0	0	0	11	
	14H30-14H45	11	2	2	0	2	0	0	17	
	14H45-15H00	8	2	0	0	2	2	0	14	
15H00-16H00	15H00-15H15	6	1	0	0	2	0	0	9	49
	15:15-15H30	3	1	0	0	3	0	0	7	
	15H30-15H45	9	3	4	0	2	0	0	18	
	15H45-16H00	4	7	3	0	1	0	0	15	
16H00-17H00	16H00-16H15	9	4	1	0	0	0	0	14	61
	16:15-16H30	6	3	2	0	0	2	0	13	
	16H30-16H45	9	5	2	0	1	0	0	18	
	16H45-17H00	7	6	1	0	2	0	0	16	
17H00-18H00	17H00-17H15	9	5	0	0	2	0	0	16	63
	17:15-17H30	7	5	0	0	0	0	1	13	
	17H30-17H45	8	4	1	0	0	3	0	16	
	17H45-18H00	11	3	1		3	0	0	18	
18H00-19H00	18H00-18H15	7	4	1	0	0	2	0	15	73
	18:15-18H30	8	5	1	0	1	0	1	23	
	18H30-18H45	11	2	0	0	4	1	0	18	
	18H45-19H00	8	1	1	1	5	0	1	17	
TOTAL		382	154	50	5	84	13	8	712	









Autora. Gabriela Pico

ANEXO 1.5. CONTEO VEHICULAR, viernes 25 de octubre de 2019

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL FORMATO CONTEO DE TRÁFICO 										
PROYECTO: Montalvo-Totoras		UBICACIÓN: Montalvo			HOJA Nº: 5			SUBTOTAL	SUMATORIA POR HORA	
DÍA: viernes		SENTIDO: Doble Sentido			RESPONSABLE: Gabriela Pico					
HORA		LIVIANOS			BUSES	CAMIONES				
										
07H00-08H00	07H00-07H15	12	5	4	0	3	0	0	24	66
	07:15-07H30	7	3	1	0	2	0	1	14	
	07H30-07H45	10	2	1	1	1	0	0	15	
	07H45-08H00	8	2	1	0	1	0	0	13	
08H00-09H00	08H00-08H15	11	1	3	0	1	0	0	16	44
	08:15-08H30	5	1	0	0	0	0	0	6	
	08H30-08H45	4	1	1	0	2	1	1	10	
	08H45-09H00	3	4	1	0	3	1	0	12	
09H00-10H00	09H00-09H15	11	5	0	0	1	0	0	17	58
	09:15-09H30	10	5	0	0	2	0	0	17	
	09H30-09H45	7	3	1	0	0	0	0	11	
	09H45-10H00	8	2	1	0	2	0	0	13	
10H00-11H00	10H00-10H15	5	1	3	0	0	1	0	10	52
	10:15-10H30	12	0	1	0	2	0	0	15	
	10H30-10H45	11	0	1	0	3	0	0	15	
	10H45-11H00	7	2	1	1	1	0	0	12	
11H00-12H00	11H00-11H15	4	2	1	0	1	0	0	8	44
	11:15-11H30	3	3	1	0	1	0	0	8	
	11H30-11H45	11	1	0	0	2	1	0	15	
	11H45-12H00	9	1	0	0	3	0	0	13	
12H00-13H00	12H00-12H15	6	3	1	0	2	0	0	12	49
	12:15-12H30	4	5	2	0	1	0	0	12	
	12H30-13H45	3	4	0	0	3	0	0	10	
	12H45-13H00	6	5	1	0	2	0	0	15	
13H00-14H00	13H00-13H15	7	6	0	0	1	0	0	14	70
	13:15-13H30	10	8	2	0	1	1	0	22	
	13H30-13H45	8	7	1	2	0	1	1	20	
	13H45-14H00	4	6	1	0	3	0	0	14	
14H00-15H00	14H00-14H15	5	3	1	0	1	0	0	10	40
	14:15-14H30	2	4	1	0	1	0	0	8	
	14H30-14H45	5	1	2	0	2	0	0	10	
	14H45-15H00	7	1	0	0	2	2	0	12	
15H00-16H00	15H00-15H15	9	4	0	0	0	0	0	13	40
	15:15-15H30	3	6	0	0	0	0	0	9	
	15H30-15H45	5	3	1	0	0	0	0	9	
	15H45-16H00	2	5	0	0	0	2	0	9	
16H00-17H00	16H00-16H15	3	4	0	0	0	0	0	7	47
	16:15-16H30	4	7	1	0	0	0	0	12	
	16H30-16H45	4	6	2	0	1	0	0	13	
	16H45-17H00	6	6	1	0	1	1	0	15	
17H00-18H00	17H00-17H15	9	3	0	0	1	1	0	14	51
	17:15-17H30	2	3	1	0	1	0	0	7	
	17H30-17H45	4	5	1	0	1	0	0	11	
	17H45-18H00	13	4	0	1	1	0	0	19	
18H00-19H00	18H00-18H15	6	2	0	0	1	2	0	12	55
	18:15-18H30	7	2	0	0	1	0	0	14	
	18H30-18H45	11	4	0	0	2	1	0	18	
	18H45-19H00	6	1	0	0	3	0	1	11	
TOTAL		319	162	41	5	63	15	4	616	









Autora. Gabriela Pico

Anexo 1.6. Conteo vehicular, sábado 26 de octubre de 2019

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL FORMATO CONTEO DE TRÁFICO 										
PROYECTO: Montalvo-Totoras		UBICACIÓN: Montalvo			HOJA N°7			SUBTOTAL	SUMATORIA POR HORA	
DÍA: sábado		SENTIDO: Doble Sentido			RESPONSABLE: Gabriela Pico					
HORA		LIVIANOS			BUSES	CAMIONES				
										
07H00-08H00	07H00-07H15	10	4	2	0	1	0	0	24	75
	07:15-07H30	13	6	2	1	2	0	1	14	
	07H30-07H45	11	2	1	0	2	0	0	15	
	07H45-08H00	10	5	1	0	0	0	0	13	
08H00-09H00	08H00-08H15	9	8	2	0	1	0	0	16	65
	08:15-08H30	7	4	1	0	0	0	0	6	
	08H30-08H45	10	2	3	0	1	0	1	10	
	08H45-09H00	11	3	1	0	1	0	0	12	
09H00-10H00	09H00-09H15	1	5	1	0	1	0	0	17	36
	09:15-09H30	7	1	1	0	2	0	0	17	
	09H30-09H45	4	1	2	0	0	0	0	11	
	09H45-10H00	6	1	2	0	1	0	0	13	
10H00-11H00	10H00-10H15	2	2	1	0	0	0	0	10	34
	10:15-10H30	7	0	1	0	0	0	0	15	
	10H30-10H45	8	3	0	0	0	0	0	15	
	10H45-11H00	4	4	0	1	1	0	0	12	
11H00-12H00	11H00-11H15	4	5	0	0	1	0	0	8	49
	11:15-11H30	5	4	4	0	1	0	0	8	
	11H30-11H45	2	4	3	0	2	1	0	15	
	11H45-12H00	2	6	2	0	3	0	0	13	
12H00-13H00	12H00-12H15	12	5	2	0	2	0	0	12	65
	12:15-12H30	6	3	2	1	1	0	0	12	
	12H30-13H45	7	4	1	0	3	0	0	10	
	12H45-13H00	8	2	3	0	2	0	0	15	
13H00-14H00	13H00-13H15	9	7	1	0	1	0	0	14	62
	13:15-13H30	10	7	1	0	1	1	0	22	
	13H30-13H45	2	4	3	2	1	1	1	20	
	13H45-14H00	3	2	4	0	1	0	0	14	
14H00-15H00	14H00-14H15	2	2	1	0	0	0	0	10	48
	14:15-14H30	4	5	3	0	2	0	0	8	
	14H30-14H45	5	6	2	0	0	0	0	10	
	14H45-15H00	6	7	1	0	0	2	0	12	
15H00-16H00	15H00-15H15	7	8	1	0	0	0	0	13	45
	15:15-15H30	8	2	1	0	0	0	0	9	
	15H30-15H45	5	1	2	0	0	0	0	9	
	15H45-16H00	3	4	1	0	0	2	0	9	
16H00-17H00	16H00-16H15	2	5	3	0	0	0	0	7	58
	16:15-16H30	2	7	4	0	3	0	0	12	
	16H30-16H45	10	6	2	0	1	0	0	13	
	16H45-17H00	3	2	5	0	2	0	0	15	
17H00-18H00	17H00-17H15	6	2	5	0	0	0	1	14	62
	17:15-17H30	7	3	2	0	1	0	0	7	
	17H30-17H45	5	4	5	0	1	0	0	11	
	17H45-18H00	8	5	6	0	1	0	0	19	
18H00-19H00	18H00-18H15	6	8	2	0	0	2	0	12	76
	18:15-18H30	7	2	4	0	0	0	0	14	
	18H30-18H45	8	7	6	0	0	1	0	18	
	18H45-19H00	9	6	2	1	1	0	0	11	
TOTAL		10	196	105	6	44	10	4	675	

Autora. Gabriela Pico

Anexo 1.7. Conteo vehicular, domingo 27 de octubre de 2019

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO INGENIERÍA CIVIL FORMATO CONTEO DE TRÁFICO 										
PROYECTO: Montalvo-Totoras		UBICACIÓN: Montalvo		HOJA N° 7				SUBTOTAL	SUMATORIA POR HORA	
DÍA: domingo		SENTIDO: Doble sentido								
FECHA: 27 octubre 2019		RESPONSABLE: Gabriela Pico								
HORA		LIVIANOS			BUSES	CAMIONES				
										
07H00-08H00	07H00-07H15	7	6	1	0	0	0	0	14	50
	07:15-07H30	10	2	1	0	1	0	1	15	
	07H30-07H45	4	4	2	0	1	0	0	11	
	07H45-08H00	5	3	1	0	1	0	0	10	
08H00-09H00	08H00-08H15	7	3	1	0	0	0	0	11	46
	08:15-08H30	4	4	2	0	0	0	0	10	
	08H30-08H45	5	5	1	1	1	0	1	14	
	08H45-09H00	6	3	1	0	1	0	0	11	
09H00-10H00	09H00-09H15	8	2	2	0	1	0	0	13	50
	09:15-09H30	12	1	1	0	2	0	0	16	
	09H30-09H45	4	2	1	0	0	0	0	7	
	09H45-10H00	8	2	2	0	1	1	0	14	
10H00-11H00	10H00-10H15	6	2	1	0	0	0	0	9	34
	10:15-10H30	2	4	1	0	0	0	0	7	
	10H30-10H45	9	1	0	0	0	0	0	10	
	10H45-11H00	3	2	1	1	1	0	0	8	
11H00-12H00	11H00-11H15	10	3	0	0	1	0	0	14	64
	11:15-11H30	11	4	1	0	1	0	0	17	
	11H30-11H45	9	5	2	0	1	1	0	18	
	11H45-12H00	6	6	2	0	1	0	0	15	
12H00-13H00	12H00-12H15	4	5	1	0	0	0	0	10	58
	12:15-12H30	8	4	0	1	1	0	0	14	
	12H30-13H45	9	3	1	0	1	0	0	14	
	12H45-13H00	11	7	0	0	2	0	0	20	
13H00-14H00	13H00-13H15	10	3	1	0	0	0	0	14	52
	13:15-13H30	7	2	1	0	0	0	0	10	
	13H30-13H45	11	1	1	2	0	1	0	16	
	13H45-14H00	9	1	1	0	1	0	0	12	
14H00-15H00	14H00-14H15	6	3	1	0	0	0	0	10	55
	14:15-14H30	10	4	1	0	1	0	0	16	
	14H30-14H45	7	5	1	0	0	0	0	13	
	14H45-15H00	8	6	0	1	1	0	0	16	
15H00-16H00	15H00-15H15	9	3	0	0	0	0	0	12	39
	15:15-15H30	11	3	0	0	0	0	0	14	
	15H30-15H45	3	2	2	0	0	0	0	7	
	15H45-16H00	4	1	0	0	1	0	0	6	
16H00-17H00	16H00-16H15	2	0	0	0	0	1	0	3	39
	16:15-16H30	9	3	0	0	1	0	0	13	
	16H30-16H45	7	3	0	0	2	0	0	12	
	16H45-17H00	6	2	1	0	2	0	0	11	
17H00-18H00	17H00-17H15	8	2	2	0	0	0	0	12	48
	17:15-17H30	10	3	0	0	1	0	0	14	
	17H30-17H45	7	3	0	0	1	0	0	11	
	17H45-18H00	4	5	1	0	1	0	0	11	
18H00-19H00	18H00-18H15	3	5	1	0	0	1	1	11	55
	18:15-18H30	8	3	1	0	0	0	0	12	
	18H30-18H45	11	2	1	0	0	0	1	15	
	18H45-19H00	10	4	1	0	1	0	1	17	
TOTAL		10	152	43	6	31	5	5	590	

Autora. Gabriela Pico

ANEXO 2

PCI

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL

PAVIMENTO

Anexo 2.1. PCI, U1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL												
VISUALIZACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO										ESQUEMA		
ZONA:		Montalvo		UNIDAD DE MUESTREO:		U1						
ABSCISA INICIAL:		0+000		ÁREA DE MUESTREO (m2):		230						
ABSCISA FINAL:		0+038		PROYECTO		Montalvo - Totoras						
RESPONSABLE INSPECCIÓN				Gabriela Estefanía Pico Vaca								
Nº	DAÑO	Unidades		Nº	DAÑO	Unidades						
1	Piel de Cocodrilo	m ²		11	Parqueo	m ²						
2	Exudación	m ²		12	Pulimento de agregados	m ²						
3	Agrietamiento en bloque	m ²		13	Huecos	Unidad						
4	Abultamientos y Hundimientos	m ²		14	Cruce de vía férrea	m ²						
5	Corrugación	m ²		15	Ahuellamiento	m ²						
6	Depresión	m ²		16	Desplazamiento	m ²						
7	Grieta de Borde	m ²		17	Grieta Parabólica (slippage)	m ²						
8	Grieta de reflexión de junta	m ²		18	Hinchamiento	m ²						
9	Desnivel carril/ berma	m ²		19	Desprendimiento de agregados	m ²						
10	Grietas longitudinales y transversales	m										
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
	Alta	Media	Baja									
1			X	3,18	19,35	2,16	14,4			39,09	17,00	39
10			X	2,65	0,78					3,43	1,49	0
Valor deducido total (VDT)											39	
PCI=100 - VDT											61,00	

Autora. Gabriela Pico

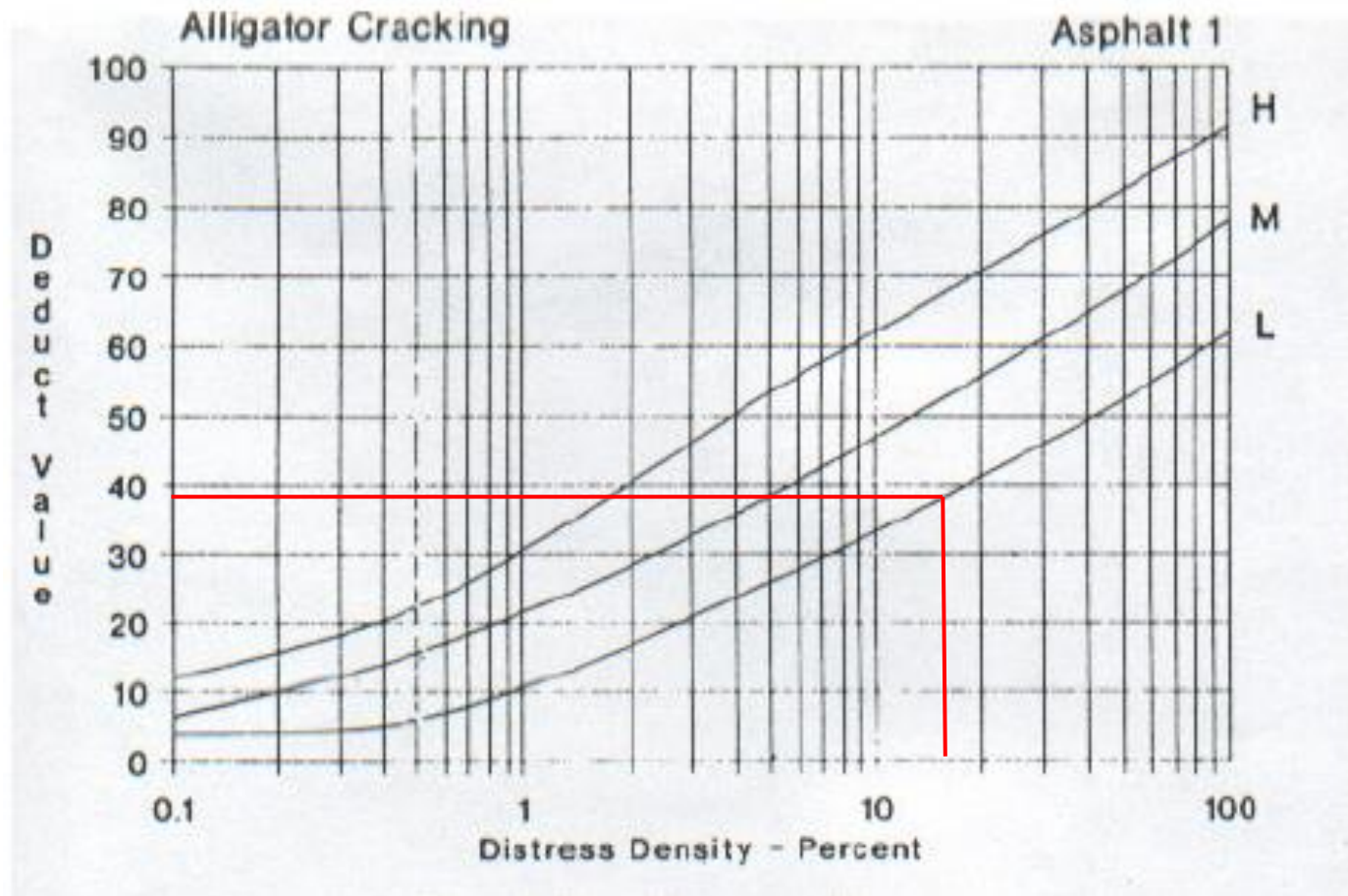


Figura 10. Valor Deducido para Piel de Cocodrilo U1

Fuente. *Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*, L. Vásquez, 2002.

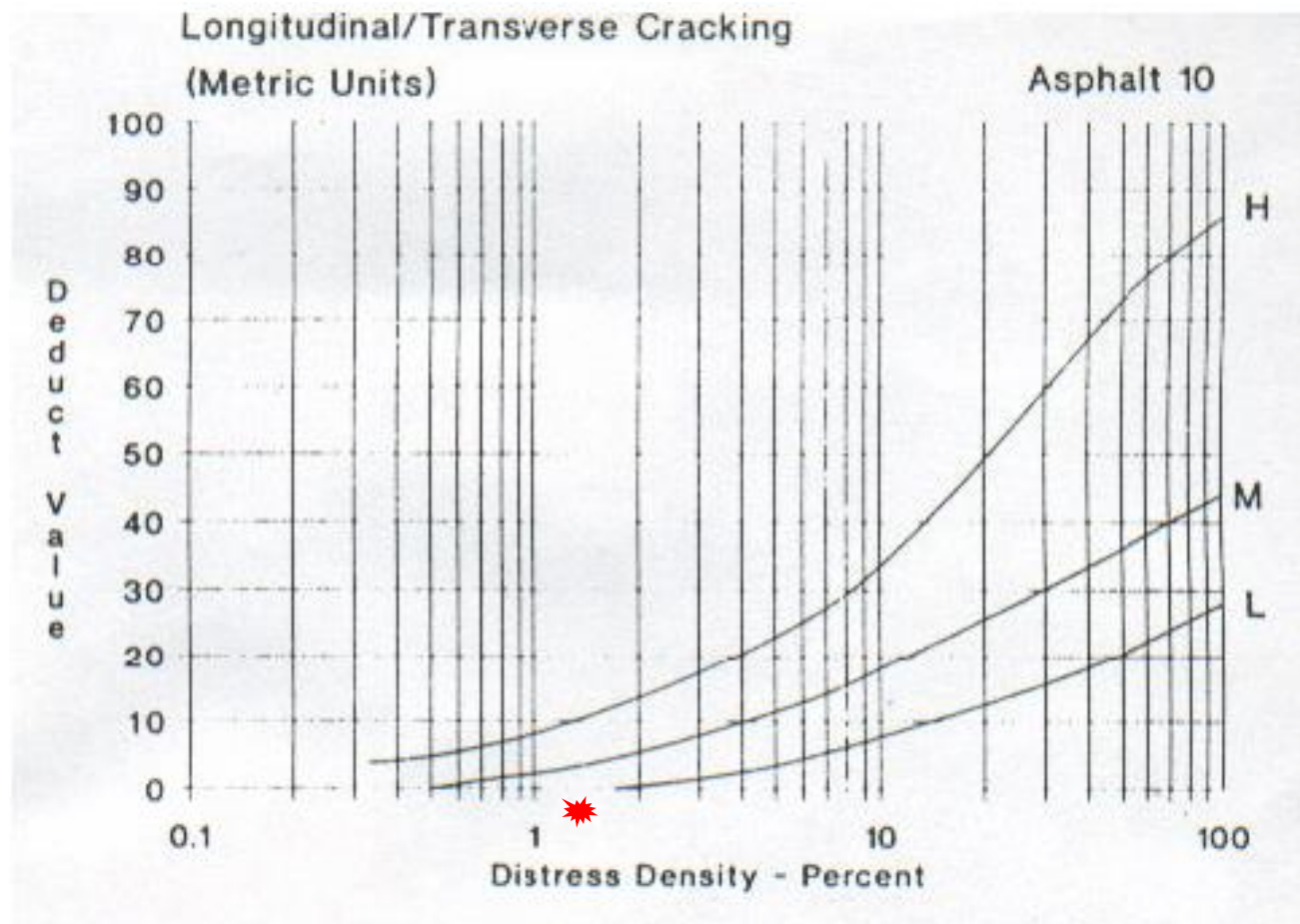


Figura 11. Valor Deducido para Grietas Longitudinales y Transversales U1

Fuente. Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras, L. Vásquez, 2002.

Anexo 2.2.PCI, U2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL													
					VISUALIZACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO								
ZONA:		Montalvo		UNIDAD DE MUESTREO:		U2		ESQUEMA 					
ABSCISA INICIAL:		0+304		ÁREA DE MUESTREO (m2):		230							
ABSCISA FINAL:		0+342		PROYECTO		Montalvo - Totoras							
RESPONSABLE INSPECCIÓN				Gabriela Estefanía Pico Vaca									
Nº	DAÑO	Unidades	Nº	DAÑO	Unidades								
1	Piel de Cocodrilo	m ²	11	Parcheo	m ²								
2	Exudación	m ²	12	Pulimento de agregados	m ²								
3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos	Unidad								
4	Abultamientos y Hundimientos	m ²	14	Cruce de vía férrea	m ²								
5	Corrugación	m ²	15	Ahuellamiento	m ²								
6	Depresión	m ²	16	Desplazamiento	m ²								
7	Grieta de Borde	m ²	17	Grieta Parabólica (slippage)	m ²								
8	Grieta de reflexión de junta	m ²	18	Hinchamiento	m ²								
9	Desnivel carril/ berma	m ²	19	Desprendimiento de agregados	m ²								
10	Grietas longitudinales y transversales	m											
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
	Alta	Media	Baja										
10			X	3	2,4	1,9				7,3	3,17	1	
											Valor deducido total (VDT)		1
											PCI=100 - VDT		99,00

Autora. Gabriela Pico

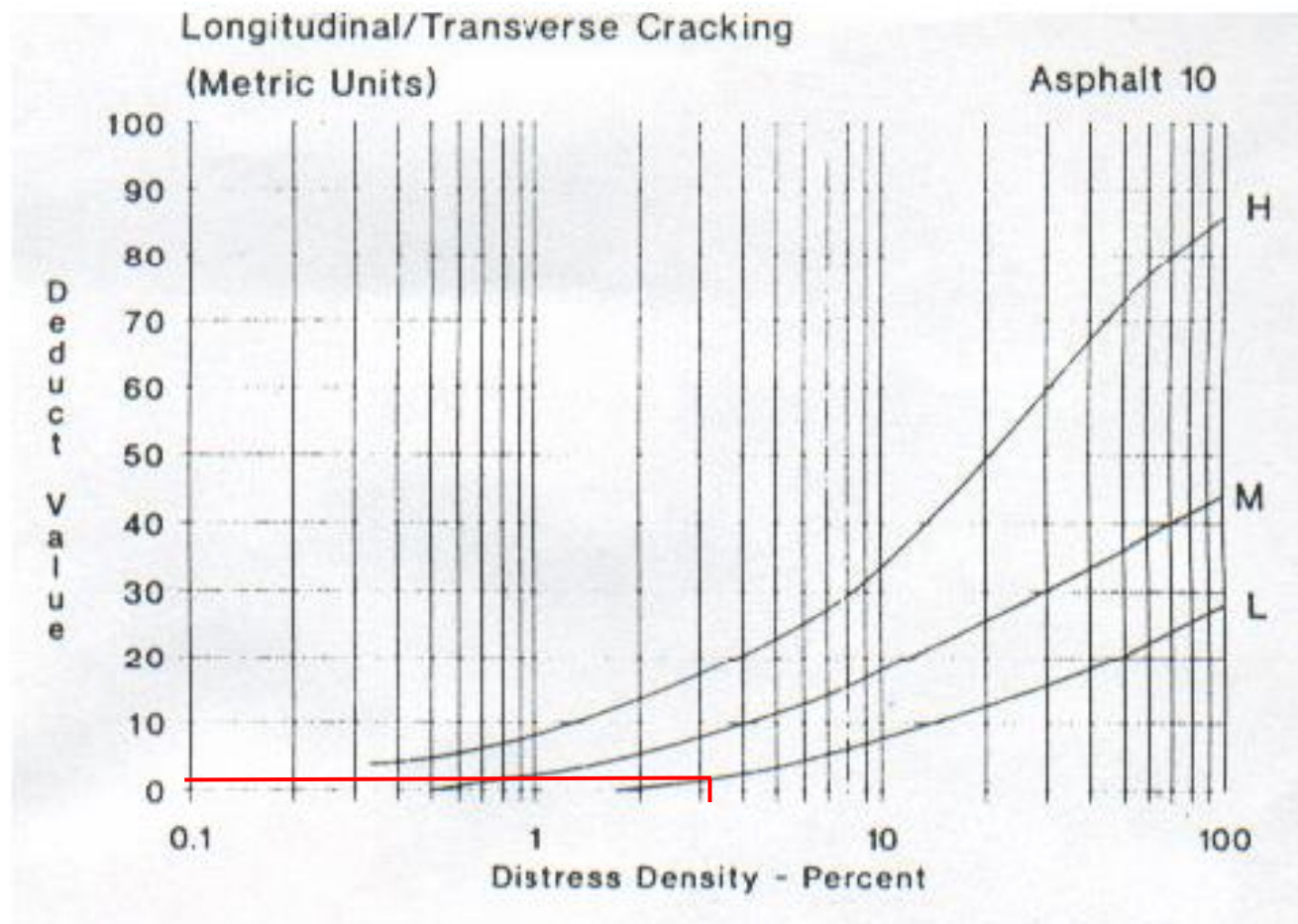


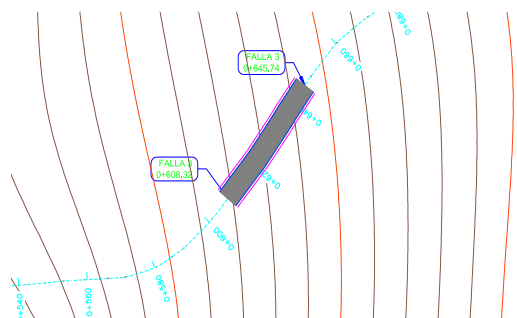


Figura 12. Valor Deducido para Grietas Longitudinales y Transversales U2

Fuente. *Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*, L. Vásquez, 2002.

Anexo 2.3. PCI, U3

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL VISUALIZACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO										 ESQUEMA			
ZONA:		Montalvo		UNIDAD DE MUESTREO:		U3							
ABSCISA INICIAL:		0+608		ÁREA DE MUESTREO (m2):		230							
ABSCISA FINAL:		0+646		PROYECTO		Montalvo - Totoras							
RESPONSABLE INSPECCIÓN				Gabriela Estefanía Pico Vaca									
Nº	DAÑO	Unidades		Nº	DAÑO	Unidades							
1	Piel de Cocodrilo	m ²		11	Parqueo	m ²							
2	Exudación	m ²		12	Pulimento de agregados	m ²							
3	Agrietamiento en bloque	m ²		13	Huecos	Unidad							
4	Abultamientos y Hundimientos	m ²		14	Cruce de vía férrea	m ²							
5	Corrugación	m ²		15	Ahuellamiento	m ²							
6	Depresión	m ²		16	Desplazamiento	m ²							
7	Grieta de Borde	m ²		17	Grieta Parabólica (slippage)	m ²							
8	Grieta de reflexión de junta	m ²		18	Hinchamiento	m ²							
9	Desnivel carril/ berma	m ²		19	Desprendimiento de agregados	m ²							
10	Grietas longitudinales y transversales	m											
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
	Alta	Media	Baja										
10			X	2,5	1,35	2,2				6,05	2,63	1	
											Valor deducido total (VDT)		1
											PCI=100 - VDT		99,00

Autora. Gabriela Pico

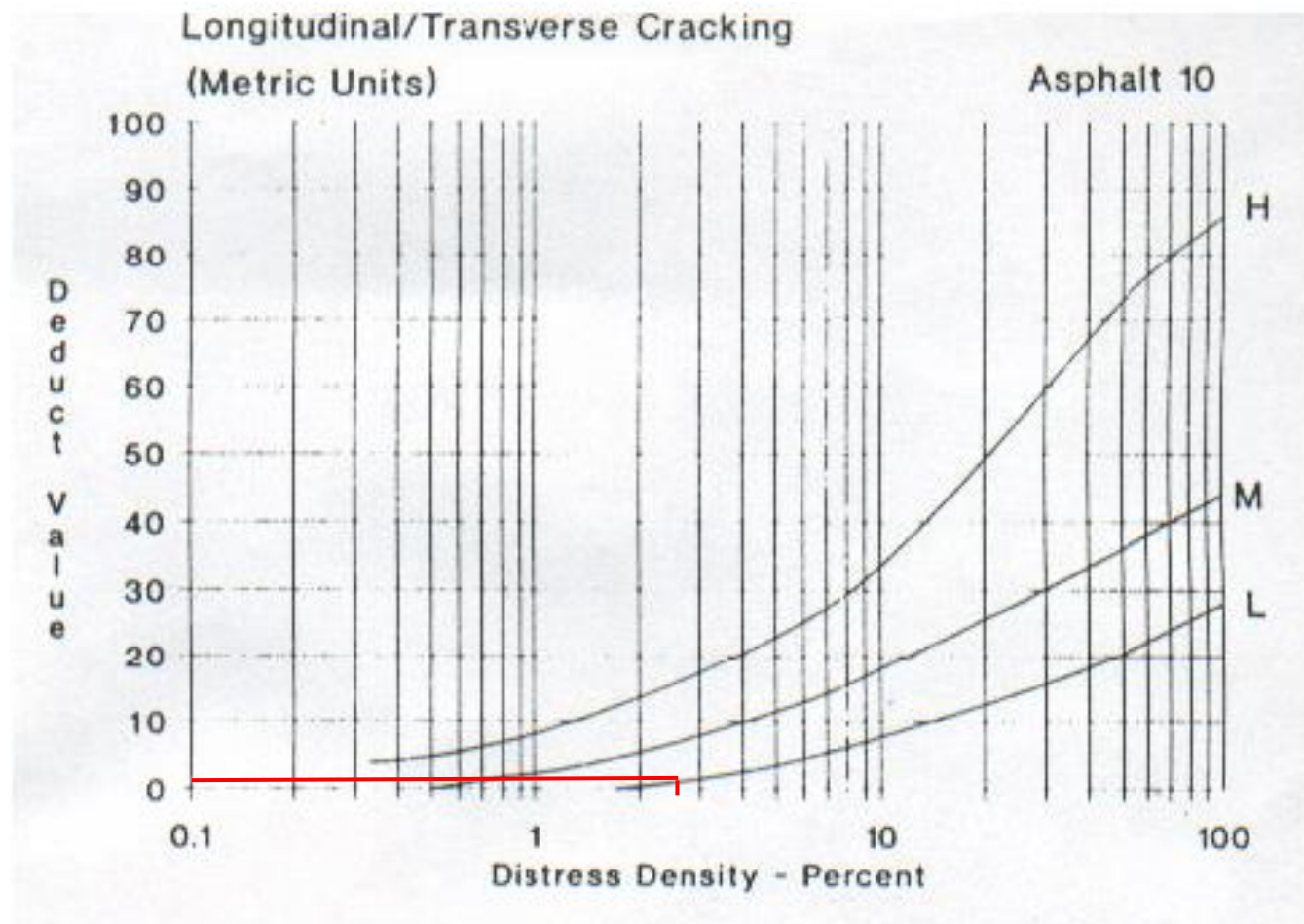


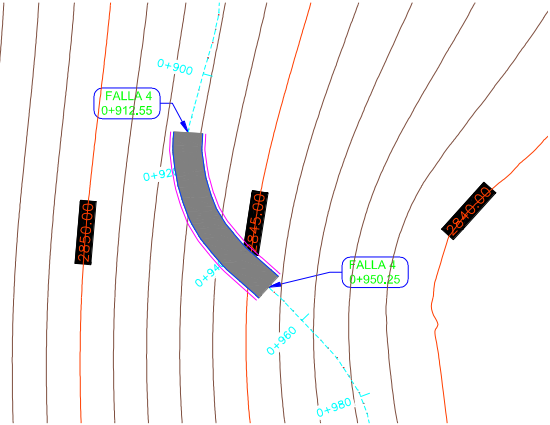


Figura 13. Valor Deducido para Grietas Longitudinales y Transversales U3

Fuente. *Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*, L. Vásquez, 2002.

Anexo 2.4.PCI, U4

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL									
VISUALIZACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO										
ZONA:	Montalvo	UNIDAD DE MUESTREO:	U4	ESQUEMA 						
ABSCISA INICIAL:	0+912	ÁREA DE MUESTREO (m2):	230							
ABSCISA FINAL:	0+950	PROYECTO	Montalvo - Totoras							
RESPONSABLE INSPECCIÓN	Gabriela Estefanía Pico Vaca									
N°	DAÑO	Unidades	N°	DAÑO	Unidades					
1	Piel de Cocodrilo	m ²	11	Parqueo	m ²					
2	Exudación	m ²	12	Pulimento de agregados	m ²					
3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos	Unidad					
4	Abultamientos y Hundimientos	m ²	14	Cruce de vía férrea	m ²					
5	Corrugación	m ²	15	Ahuellamiento	m ²					
6	Depresión	m ²	16	Desplazamiento	m ²					
7	Grieta de Borde	m ²	17	Grieta Parabólica (slippage)	m ²					
8	Grieta de reflexión de junta	m ²	18	Hinchamiento	m ²					
9	Desnivel carril/ berma	m ²	19	Desprendimiento de agregados	m ²					
10	Grietas longitudinales y transversales	m								
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	Alta	Media	Baja							
10			X	1,5	0,34			1,84	0,80	18
13		X		1				1	0,43	19
								Valor deducido total (VDT)	37	
								PCI=100 - VDT	63	

Autora. Gabriela Pico

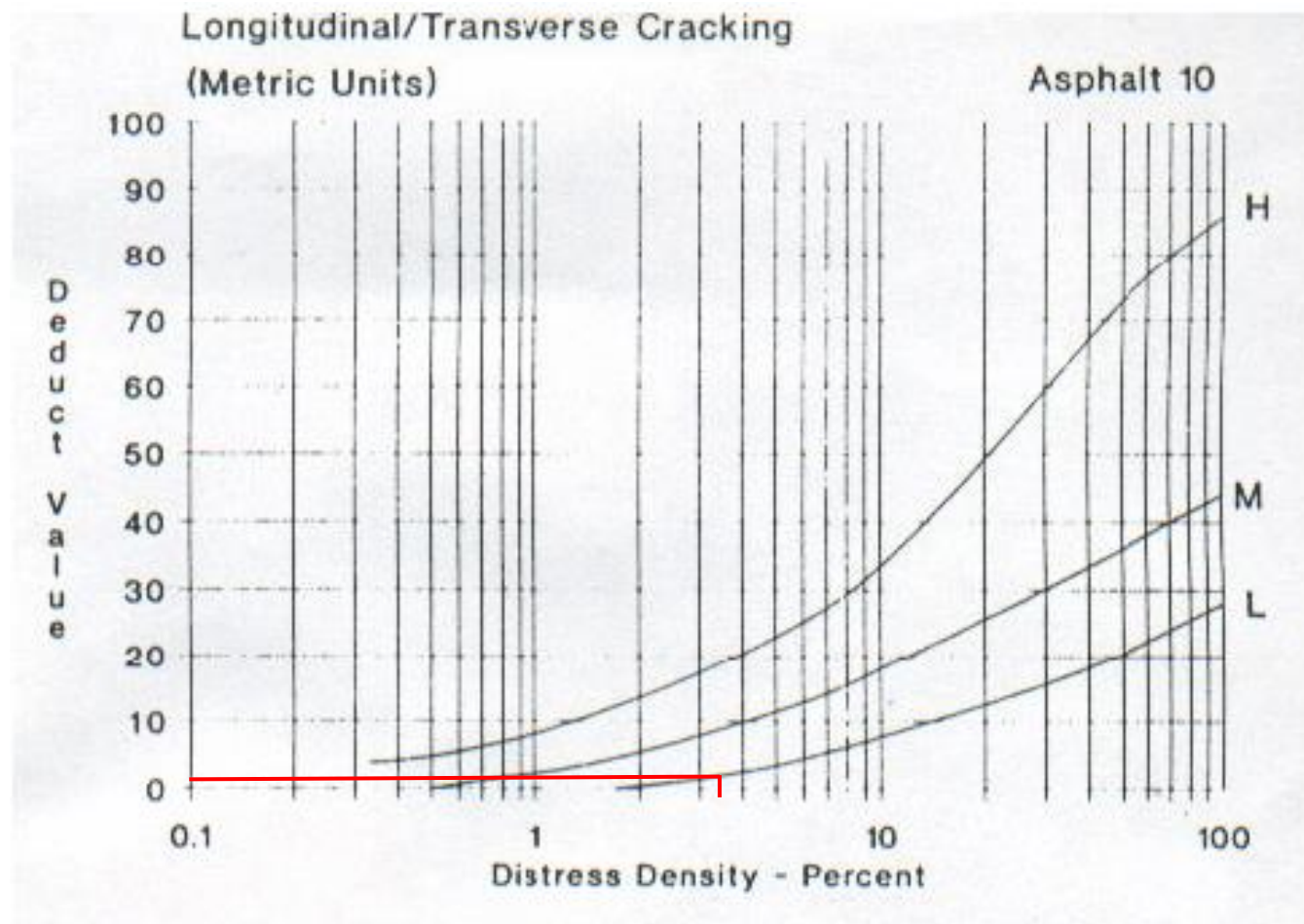


Figura 14. Valor Deducido para Grietas Longitudinales y Transversales U4

Fuente. *Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*, L. Vásquez, 2002.

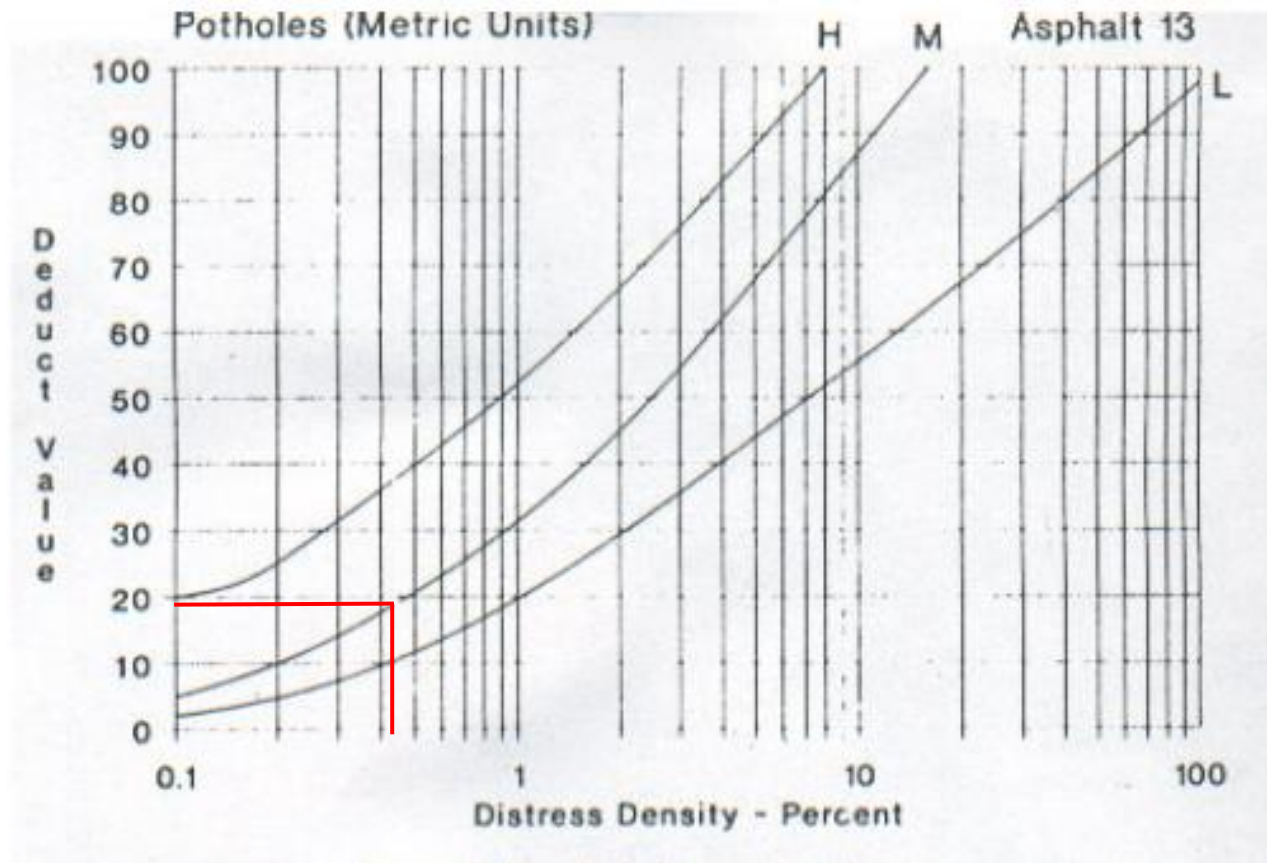


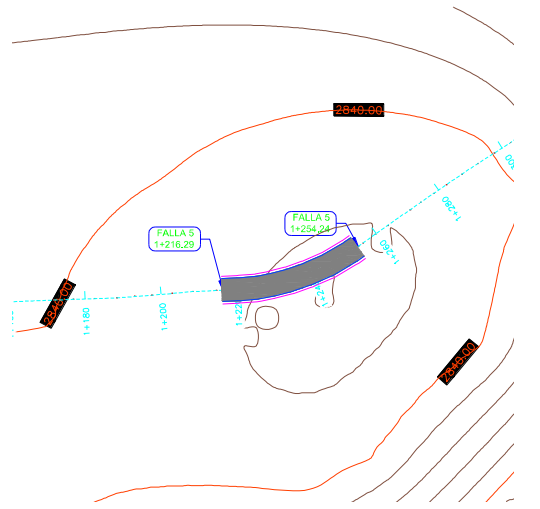


Figura 15. Valor Deducido para Huecos de la U4

Fuente. *Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*, L. Vásquez, 2002.

Anexo 2.5. PCI, U5

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL									
VISUALIZACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO								ESQUEMA			
ZONA:		Montalvo		UNIDAD DE MUESTREO:		U5					
ABSCISA INICIAL:		1+216		ÁREA DE MUESTREO (m2):		230					
ABSCISA FINAL:		1+254		PROYECTO		Montalvo - Totoras					
RESPONSABLE INSPECCIÓN				Gabriela Estefanía Pico Vaca							
Nº	DAÑO	Unidades		Nº	DAÑO	Unidades					
1	Piel de Cocodrilo	m ²		11	Parqueo	m ²					
2	Exudación	m ²		12	Pulimento de agregados	m ²					
3	Agrietamiento en bloque	m ²		13	Huecos	Unidad					
4	Abultamientos y Hundimientos	m ²		14	Cruce de vía férrea	m ²					
5	Corrugación	m ²		15	Ahuellamiento	m ²					
6	Depresión	m ²		16	Desplazamiento	m ²					
7	Grieta de Borde	m ²		17	Grieta Parabólica (slippage)	m ²					
8	Grieta de reflexión de junta	m ²		18	Hinchamiento	m ²					
9	Desnivel carril/ berma	m ²		19	Desprendimiento de agregados	m ²					
10	Grietas longitudinales y transversales	m									
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
	Alta	Media	Baja								
10			X	1,34				1,34	0,58	0	
									VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)		0
									PCI=100 - VDT		100,00

Autora. Gabriela Pico

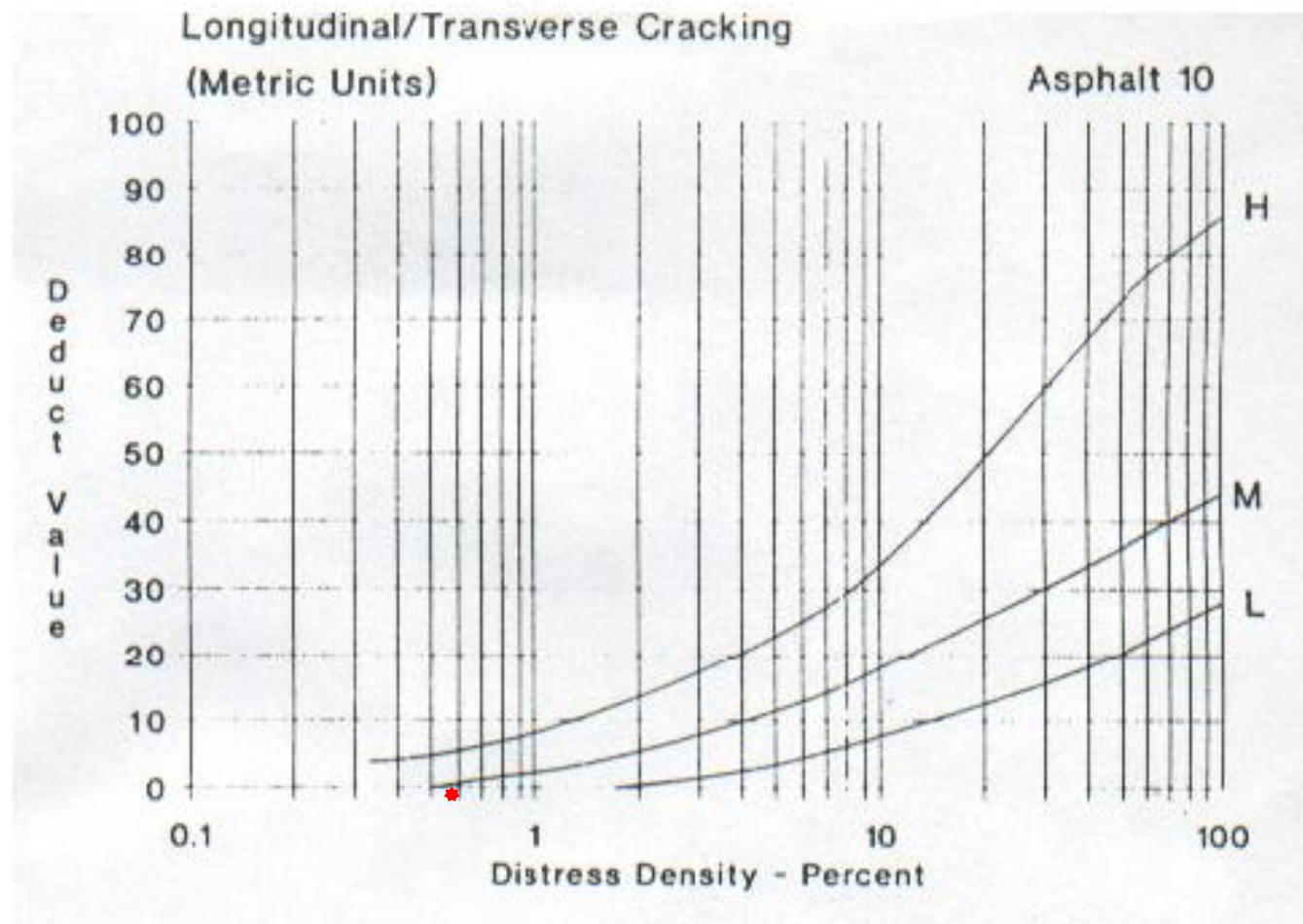


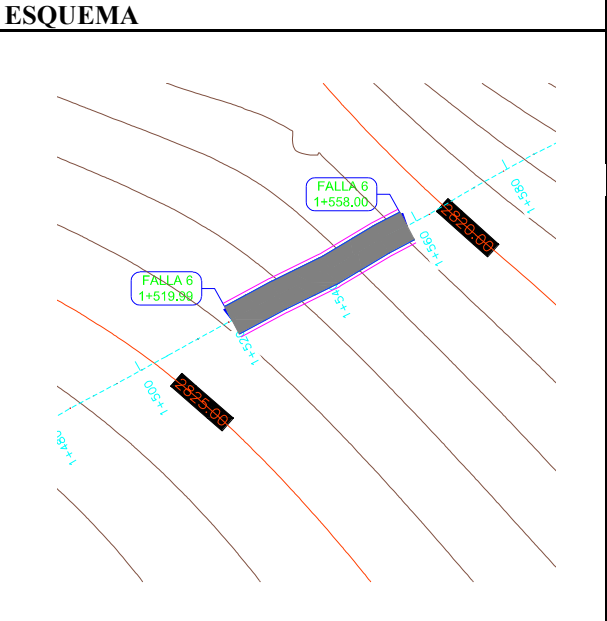


Figura 16. Valor Deducido para Grietas Longitudinales y Transversales U5

Fuente. *Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*, L. Vásquez, 2002.

Anexo 2.6. PCI, U6

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL		VISUALIZACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO		ESQUEMA							
											
ZONA:	Montalvo	UNIDAD DE MUESTREO:	U6								
ABSCISA INICIAL:	1+520	ÁREA DE MUESTREO (m2):	230								
ABSCISA FINAL:	1+558	PROYECTO	Montalvo - Totoras								
RESPONSABLE INSPECCIÓN	Gabriela Estefanía Pico Vaca										
Nº	DAÑO	Unidades	Nº	DAÑO	Unidades						
1	Piel de Cocodrilo	m ²	11	Parqueo	m ²						
2	Exudación	m ²	12	Pulimento de agregados	m ²						
3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos	Unidad						
4	Abultamientos y Hundimientos	m ²	14	Cruce de vía férrea	m ²						
5	Corrugación	m ²	15	Ahuellamiento	m ²						
6	Depresión	m ²	16	Desplazamiento	m ²						
7	Grieta de Borde	m ²	17	Grieta Parabólica (slippage)	m ²						
8	Grieta de reflexión de junta	m ²	18	Hinchamiento	m ²						
9	Desnivel carril/ berma	m ²	19	Desprendimiento de agregados	m ²						
10	Grietas longitudinales y transversales	m									
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
	Alta	Media	Baja								
1			X	0,28	0,068	0,068		0,416	0,18	0,5	
10			X	2,1				2,1	0,91	0	
									Valor deducido total (VDT)		0,5
									PCI=100 - VDT		99,5

Autora. Gabriela Pico

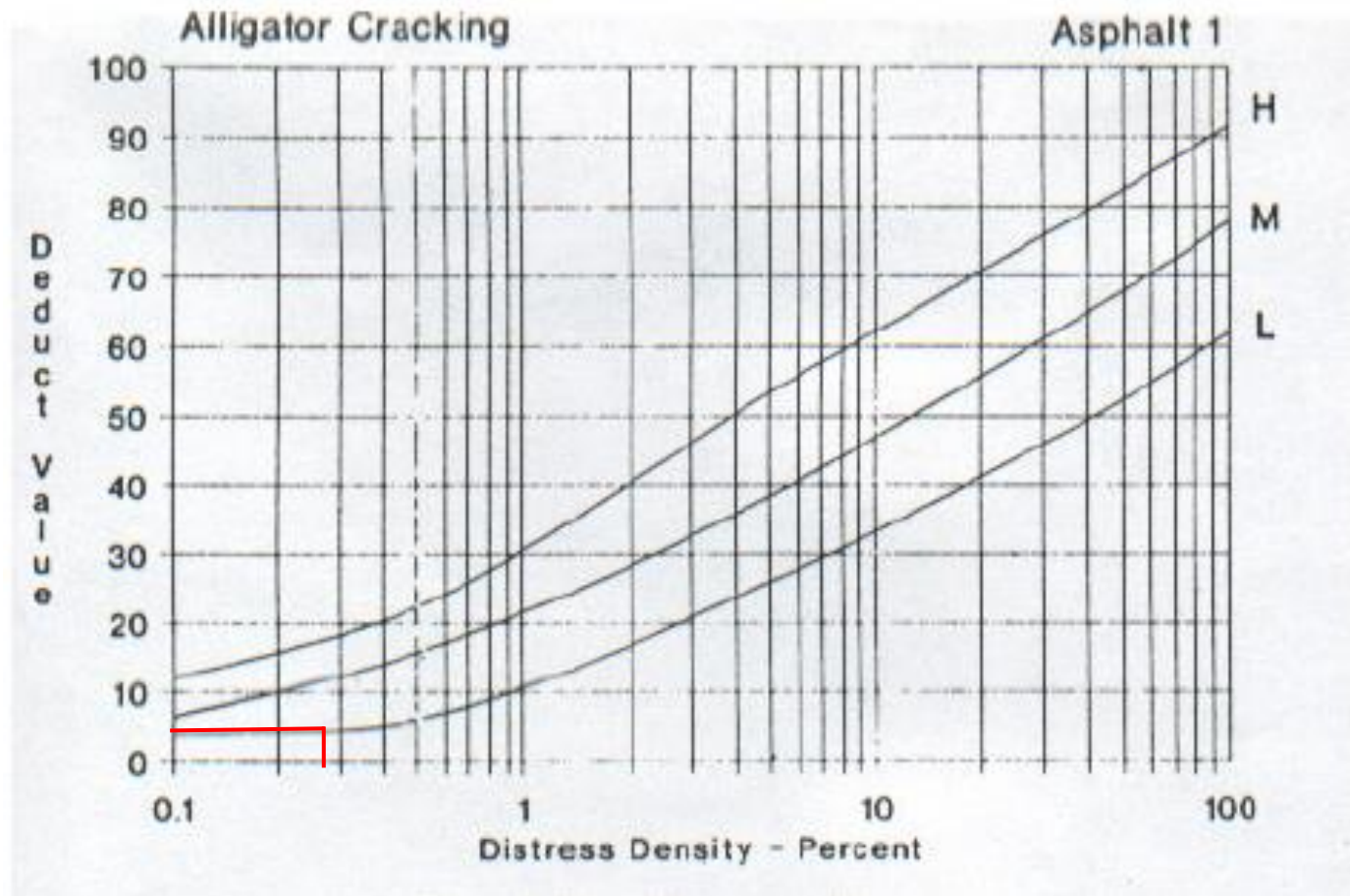


Figura 17. Valor Deducido para Piel de Cocodrilo U6

Fuente. *Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*, L. Vásquez, 2002.

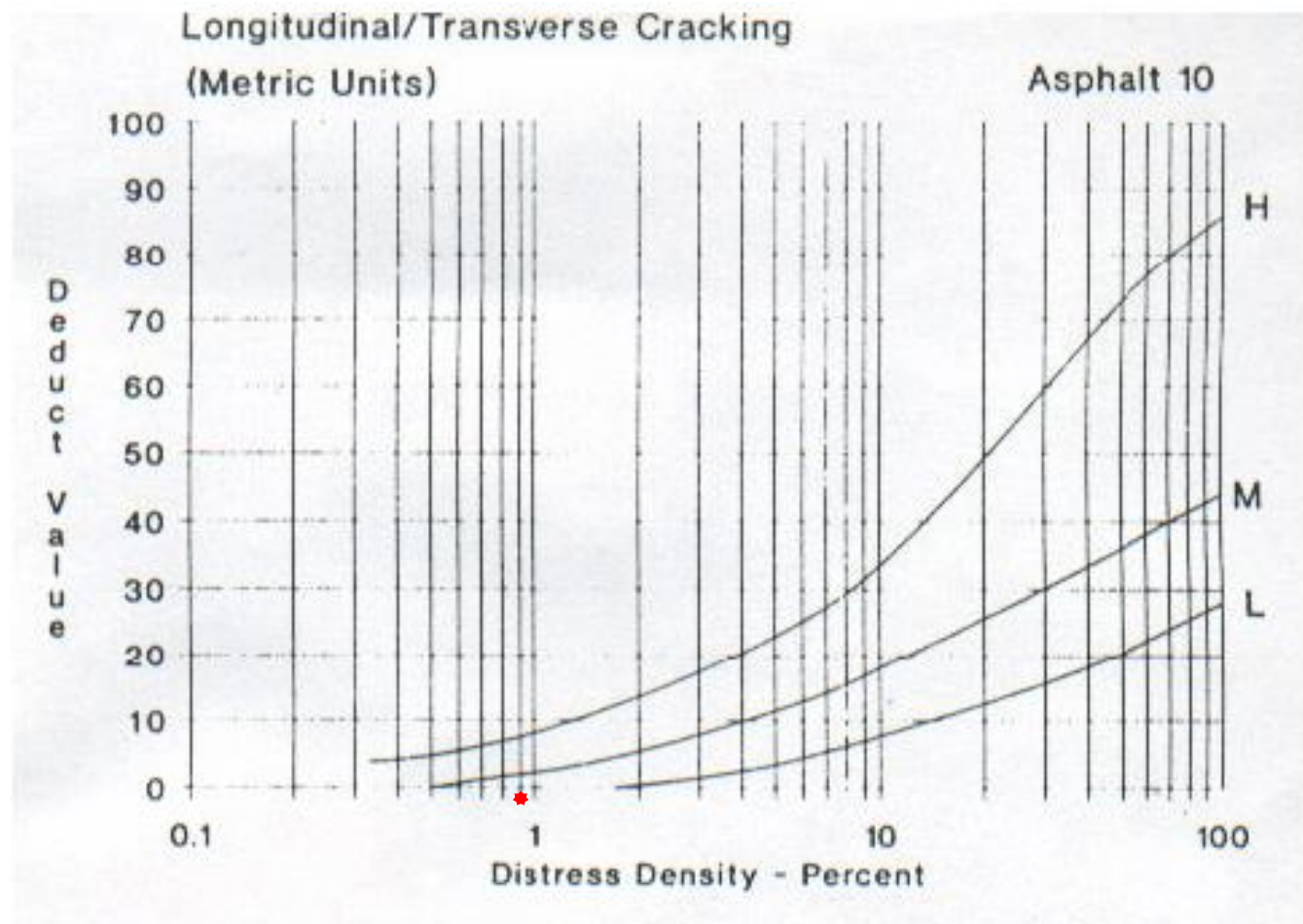


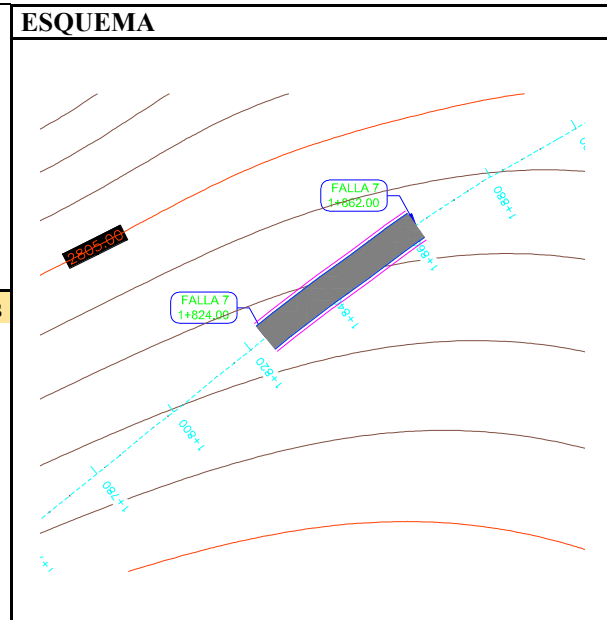


Figura 18. Valor Deducido para Grietas Longitudinales y Transversales U6

Fuente. *Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*, L. Vásquez, 2002.

Anexo 2.7. PCI, U7

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL								
VISUALIZACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO										
ZONA:	Montalvo	UNIDAD DE MUESTREO:	U7							
ABSCISA INICIAL:	1+824	ÁREA DE MUESTREO (m2):	230							
ABSCISA FINAL:	1+862	PROYECTO	Montalvo - Totoras							
RESPONSABLE INSPECCIÓN	Gabriela Estefanía Pico Vaca									
Nº	DAÑO	Unidades	Nº	DAÑO	Unidades					
1	Piel de Cocodrilo	m ²	11	Parqueo	m ²					
2	Exudación	m ²	12	Pulimento de agregados	m ²					
3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos	Unidad					
4	Abultamientos y Hundimientos	m ²	14	Cruce de vía férrea	m ²					
5	Corrugación	m ²	15	Ahuellamiento	m ²					
6	Depresión	m ²	16	Desplazamiento	m ²					
7	Grieta de Borde	m ²	17	Grieta Parabólica (slippage)	m ²					
8	Grieta de reflexión de junta	m ²	18	Hinchamiento	m ²					
9	Desnivel carril/ berma	m ²	19	Desprendimiento de agregados	m ²					
10	Grietas longitudinales y transversales	m								
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	Alta	Media	Baja							
10			X	3	2,7	1,84	1,7	9,24	4,02	1,7
									Valor deducido total (VDT)	1,7
									PCI=100 - VDT	98,3



Autora. Gabriela Pico

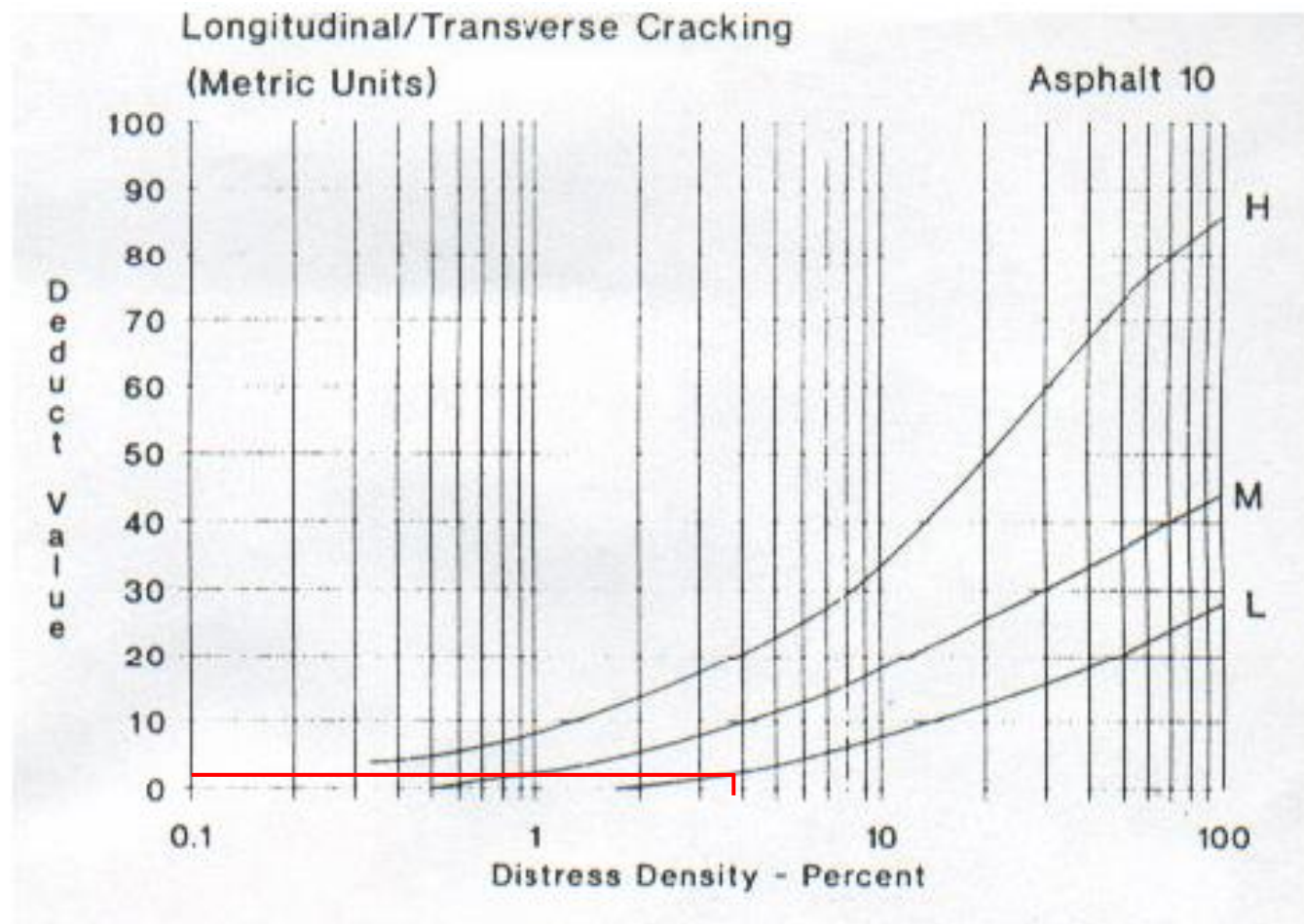


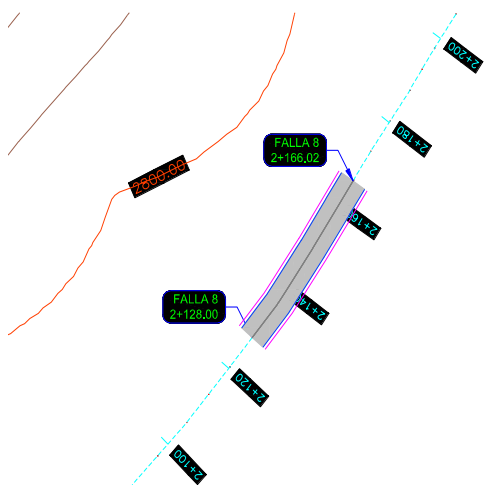


Figura 19. Valor Deducido para Grietas Longitudinales y Transversales U7

Fuente. *Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*, L. Vásquez, 2002.

Anexo 2.8. PCI, U8

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL											
VISUALIZACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO									ESQUEMA				
ZONA:	Montalvo	UNIDAD DE MUESTREO:	U8										
ABSCISA INICIAL:	2+128	ÁREA DE MUESTREO (m2):	230										
ABSCISA FINAL:	2+166	PROYECTO	Montalvo - Totoras										
RESPONSABLE INSPECCIÓN	Gabriela Estefanía Pico Vaca												
Nº	DAÑO	Unidades	Nº	DAÑO	Unidades								
1	Piel de Cocodrilo	m ²	11	Parqueo	m ²								
2	Exudación	m ²	12	Pulimento de agregados	m ²								
3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos	Unidad								
4	Abultamientos y Hundimientos	m ²	14	Cruce de vía férrea	m ²								
5	Corrugación	m ²	15	Ahuellamiento	m ²								
6	Depresión	m ²	16	Desplazamiento	m ²								
7	Grieta de Borde	m ²	17	Grieta Parabólica (slippage)	m ²								
8	Grieta de reflexión de junta	m ²	18	Hinchamiento	m ²								
9	Desnivel carril/ berma	m ²	19	Desprendimiento de agregados	m ²								
10	Grietas longitudinales y transversales	m											
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
	Alta	Media	Baja										
10			X	1,2	2,1	3,4	4,1	1,7	2,1	14,6	6,35	4,5	
											Valor deducido total (VDT)		4,5
											PCI=100 - VDT		95,5

Autora. Gabriela Pico

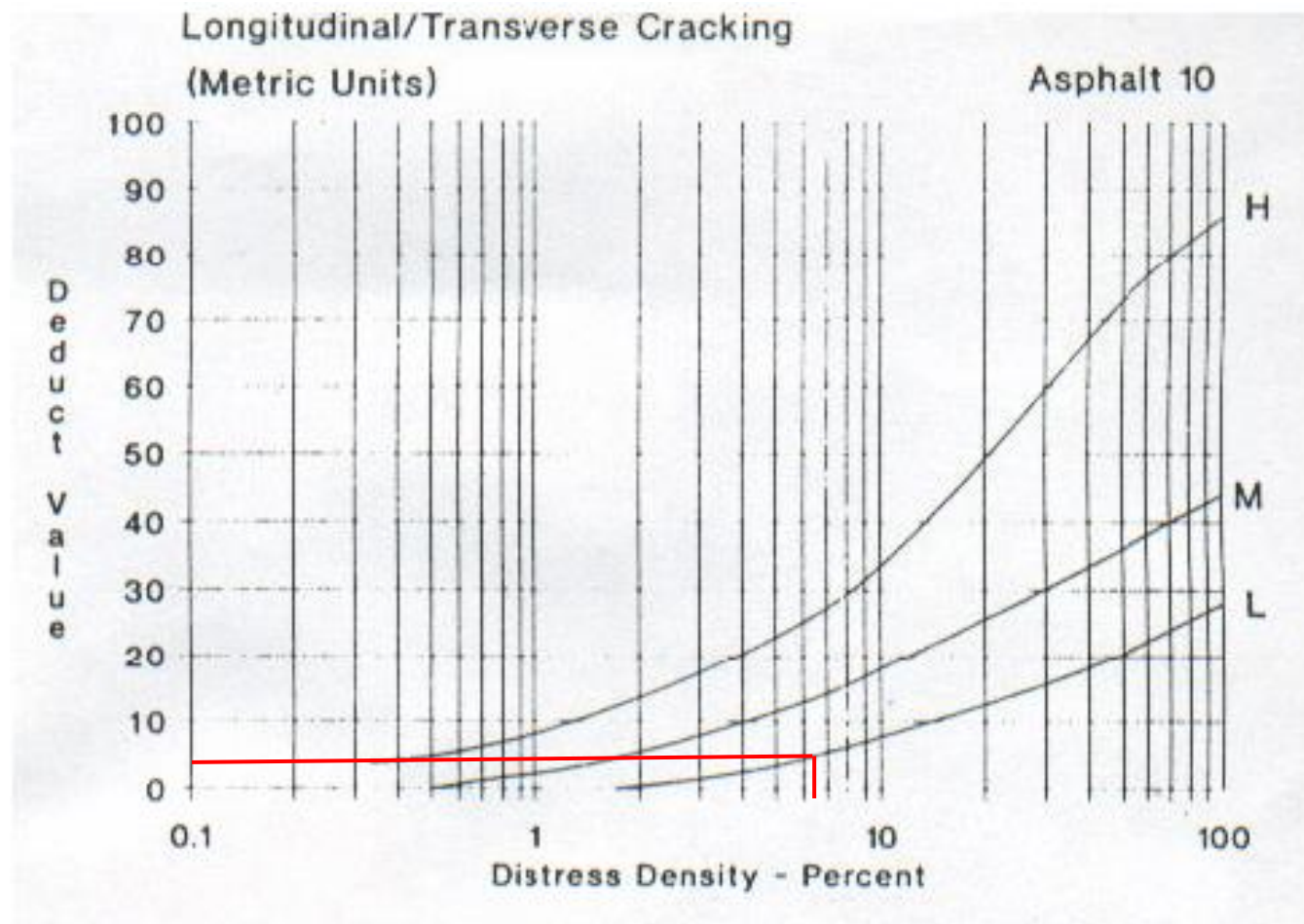


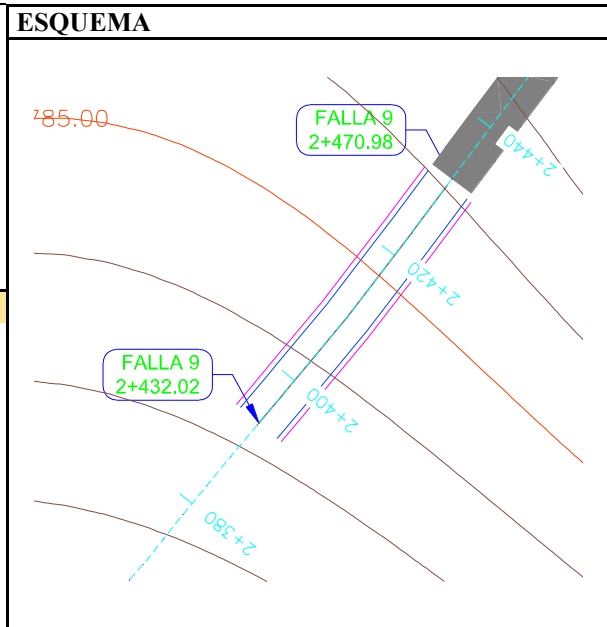


Figura 20. Valor Deducido para Grietas Longitudinales y Transversales U8

Fuente. *Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*, L. Vásquez, 2002.

Anexo 2.9. PCI, U9

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		INGENIERÍA CIVIL		VISUALIZACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO		ESQUEMA		
										
ZONA:	Montalvo	UNIDAD DE MUESTREO:	U9							
ABSCISA INICIAL:	2+432	ÁREA DE MUESTREO (m2):	230							
ABSCISA FINAL:	2+470	PROYECTO	Montalvo - Totoras							
RESPONSABLE INSPECCIÓN	Gabriela Estefanía Pico Vaca									
N°	DAÑO	Unidades	N°	DAÑO	Unidades					
1	Piel de Cocodrilo	m ²	11	Parqueo	m ²					
2	Exudación	m ²	12	Pulimento de agregados	m ²					
3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos	Unidad					
4	Abultamientos y Hundimientos	m ²	14	Cruce de vía férrea	m ²					
5	Corrugación	m ²	15	Ahuellamiento	m ²					
6	Depresión	m ²	16	Desplazamiento	m ²					
7	Grieta de Borde	m ²	17	Grieta Parabólica (slippage)	m ²					
8	Grieta de reflexión de junta	m ²	18	Hinchamiento	m ²					
9	Desnivel carril/ berma	m ²	19	Desprendimiento de agregados	m ²					
10	Grietas longitudinales y transversales	m								
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	Alta	Media	Baja							
7		X		1,25				1,25	0,54	5
								Valor deducido total (VDT)		5
								PCI=100 - VDT		95



Autora. Gabriela Pico

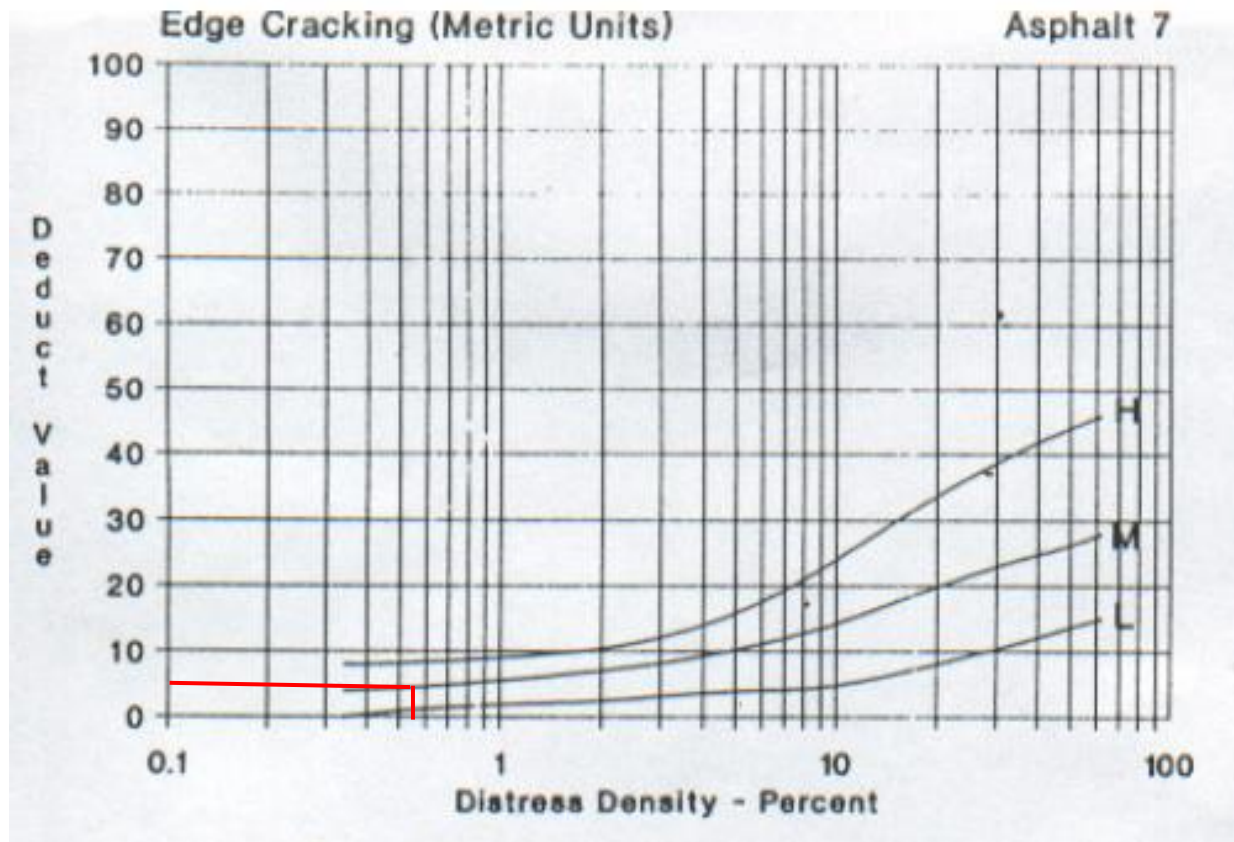


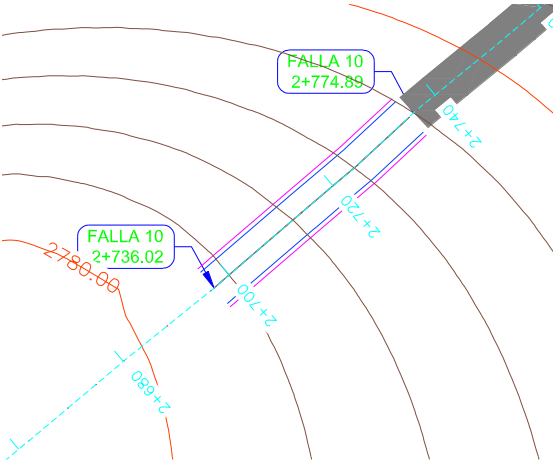


Figura 21. Valor Deducido para Grieta de Borde U9

Fuente. *Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*, L. Vásquez, 2002.

Anexo 2.10. PCI, U10

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL														
VISUALIZACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO														
ZONA:			Montalvo			UNIDAD DE MUESTREO:			U10			ESQUEMA 		
ABSCISA INICIAL:			2+736			ÁREA DE MUESTREO (m2):			230					
ABSCISA FINAL:			2+774			PROYECTO			Montalvo - Totoras					
RESPONSABLE INSPECCIÓN			Gabriela Estefanía Pico Vaca											
Nº	DAÑO	Unidades	Nº	DAÑO	Unidades									
1	Piel de Cocodrilo	m ²	11	Parcheo	m ²									
2	Exudación	m ²	12	Pulimento de agregados	m ²									
3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos	Unidad									
4	Abultamientos y Hundimientos	m ²	14	Cruce de vía férrea	m ²									
5	Corrugación	m ²	15	Ahuellamiento	m ²									
6	Depresión	m ²	16	Desplazamiento	m ²									
7	Grieta de Borde	m ²	17	Grieta Parabólica (slippage)	m ²									
8	Grieta de reflexión de junta	m ²	18	Hinchamiento	m ²									
9	Desnivel carril/ berma	m ²	19	Desprendimiento de agregados	m ²									
10	Grietas longitudinales y transversales	m												
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Alta	Media	Baja											
10			X	0,71	1,3	0,47	1,7	2,3	1,67	8,15	3,54	2		
12				0,84						0,84	0,37	0		
											Valor deducido total (VDT)		2	
											PCI=100 - VDT		98	

Autora. Gabriela Pico

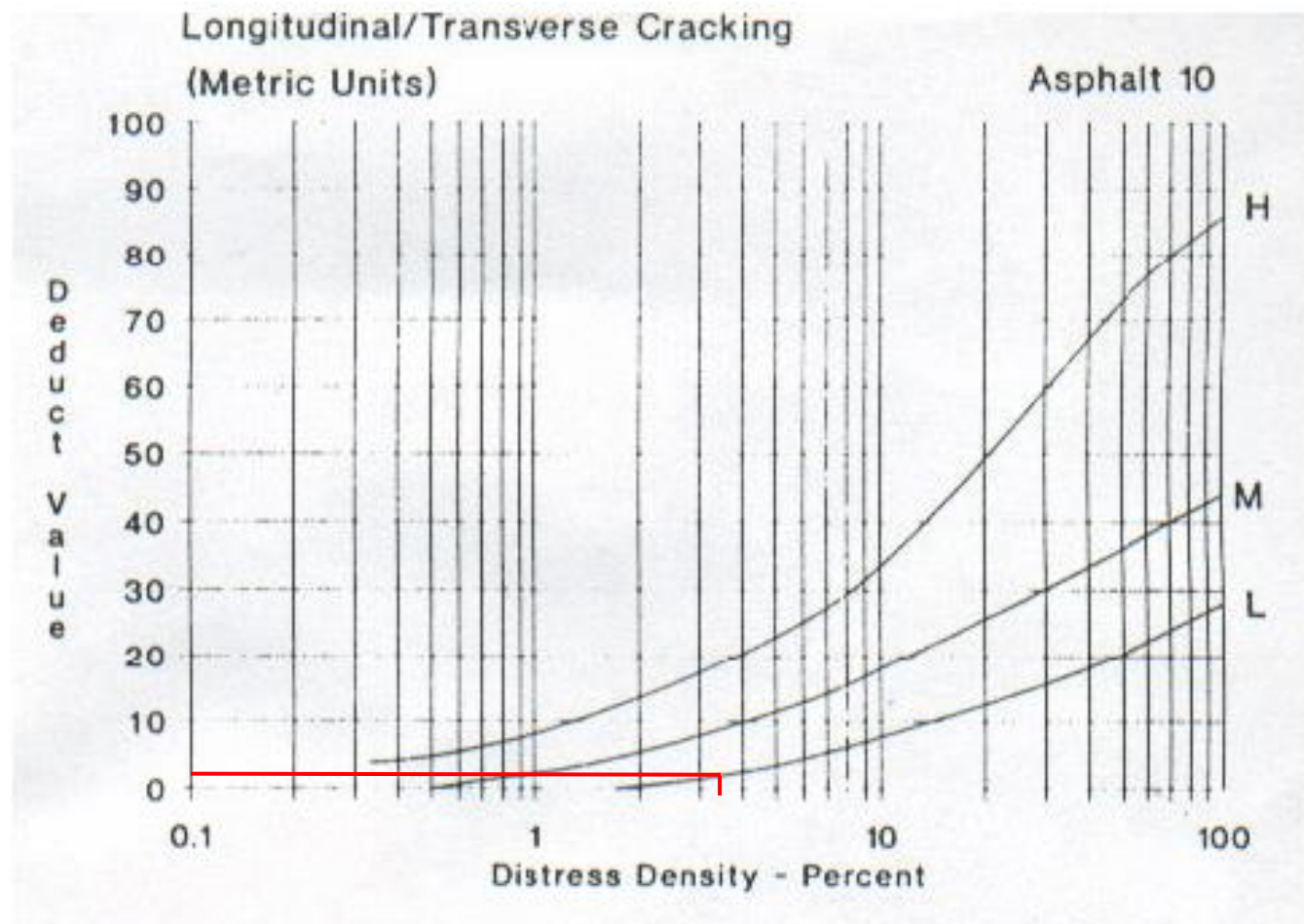


Figura 22. Valor Deducido para Grietas Longitudinales y Transversales U10

Fuente. *Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*, L. Vásquez, 2002.

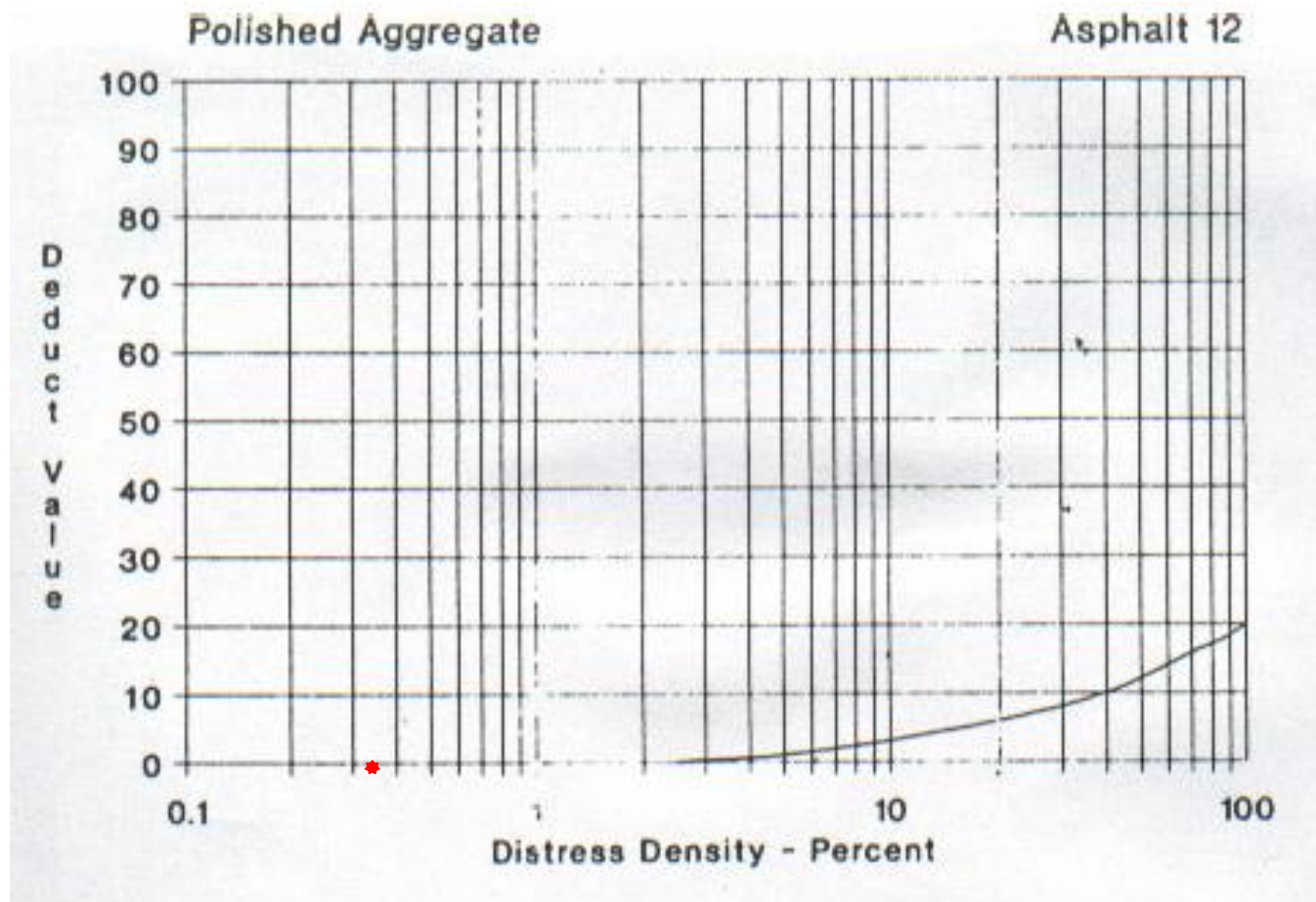


Figura 23. Valor Deducido para Pulimento de Agregados U10

Fuente. *Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*, L. Vásquez, 2002.

Anexo 2.11. PCI, U11

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL										ESQUEMA		
VISUALIZACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO												
ZONA: <input type="text" value="Totoras"/>		UNIDAD DE MUESTREO: <input type="text" value="U11"/>										
ABSCISA INICIAL: <input type="text" value="3+040"/>		ÁREA DE MUESTREO (m2): <input type="text" value="230"/>										
ABSCISA FINAL: <input type="text" value="3+078"/>		PROYECTO: <input type="text" value="Montalvo - Totoras"/>										
RESPONSABLE INSPECCIÓN: <input type="text" value="Gabriela Estefanía Pico Vaca"/>												
Nº	DAÑO	Unidades	Nº	DAÑO	Unidades							
1	Piel de Cocodrilo	m ²	11	Parcheo	m ²							
2	Exudación	m ²	12	Pulimento de agregados	m ²							
3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos	Unidad							
4	Abultamientos y Hundimientos	m ²	14	Cruce de vía férrea	m ²							
5	Corrugación	m ²	15	Ahuellamiento	m ²							
6	Depresión	m ²	16	Desplazamiento	m ²							
7	Grieta de Borde	m ²	17	Grieta Parabólica (slippage)	m ²							
8	Grieta de reflexión de junta	m ²	18	Hinchamiento	m ²							
9	Desnivel carril/ berma	m ²	19	Desprendimiento de agregados	m ²							
10	Grietas longitudinales y transversales	m										
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	Alta	Media	Baja									
10			X	1,64	0,87	0,91	1,34	2,63	7,39	3,21	1	
Valor deducido total (VDT)											1	
PCI=100 - VDT											99	

Autora. Gabriela Pico

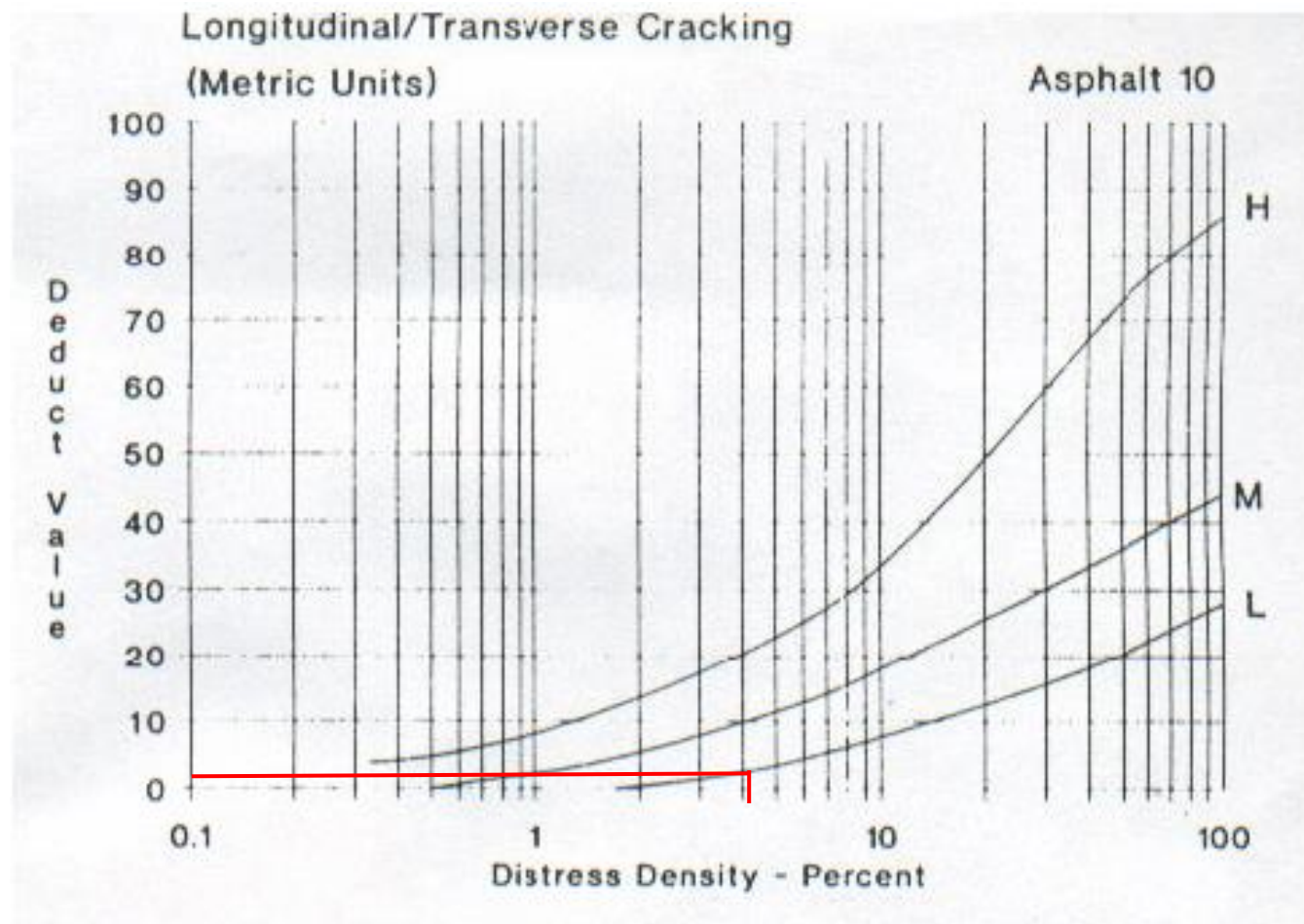


Figura 24. Valor Deducido para Grietas Longitudinales y Transversales U11

Fuente. *Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*, L. Vásquez, 2002.

Anexo 2.12. PCI.U12

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL												
VISUALIZACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO												
ZONA:		Totoras		UNIDAD DE MUESTREO:		U12		ESQUEMA 				
ABSCISA INICIAL:		3+344		ÁREA DE MUESTREO (m2):		230						
ABSCISA FINAL:		3+382		PROYECTO		Montalvo - Totoras						
RESPONSABLE INSPECCIÓN				Gabriela Estefanía Pico Vaca								
Nº	DAÑO	Unidades		Nº	DAÑO	Unidades						
1	Piel de Cocodrilo	m ²		11	Parcheo	m ²						
2	Exudación	m ²		12	Pulimento de agregados	m ²						
3	Agrietamiento en bloque	m ²		13	Huecos	Unidad						
4	Abultamientos y Hundimientos	m ²		14	Cruce de vía férrea	m ²						
5	Corrugación	m ²		15	Ahuellamiento	m ²						
6	Depresión	m ²		16	Desplazamiento	m ²						
7	Grieta de Borde	m ²		17	Grieta Parabólica (slippage)	m ²						
8	Grieta de reflexión de junta	m ²		18	Hinchamiento	m ²						
9	Desnivel carril/ berma	m ²		19	Desprendimiento de agregados	m ²						
10	Grietas longitudinales y transversales	m										
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
	Alta	Media	Baja									
10			X	0,72	4,2	7,7			12,62	5,49	3	
										Valor deducido total (VDT)		3
										PCI=100 - VDT		97

Autora. Gabriela Pico

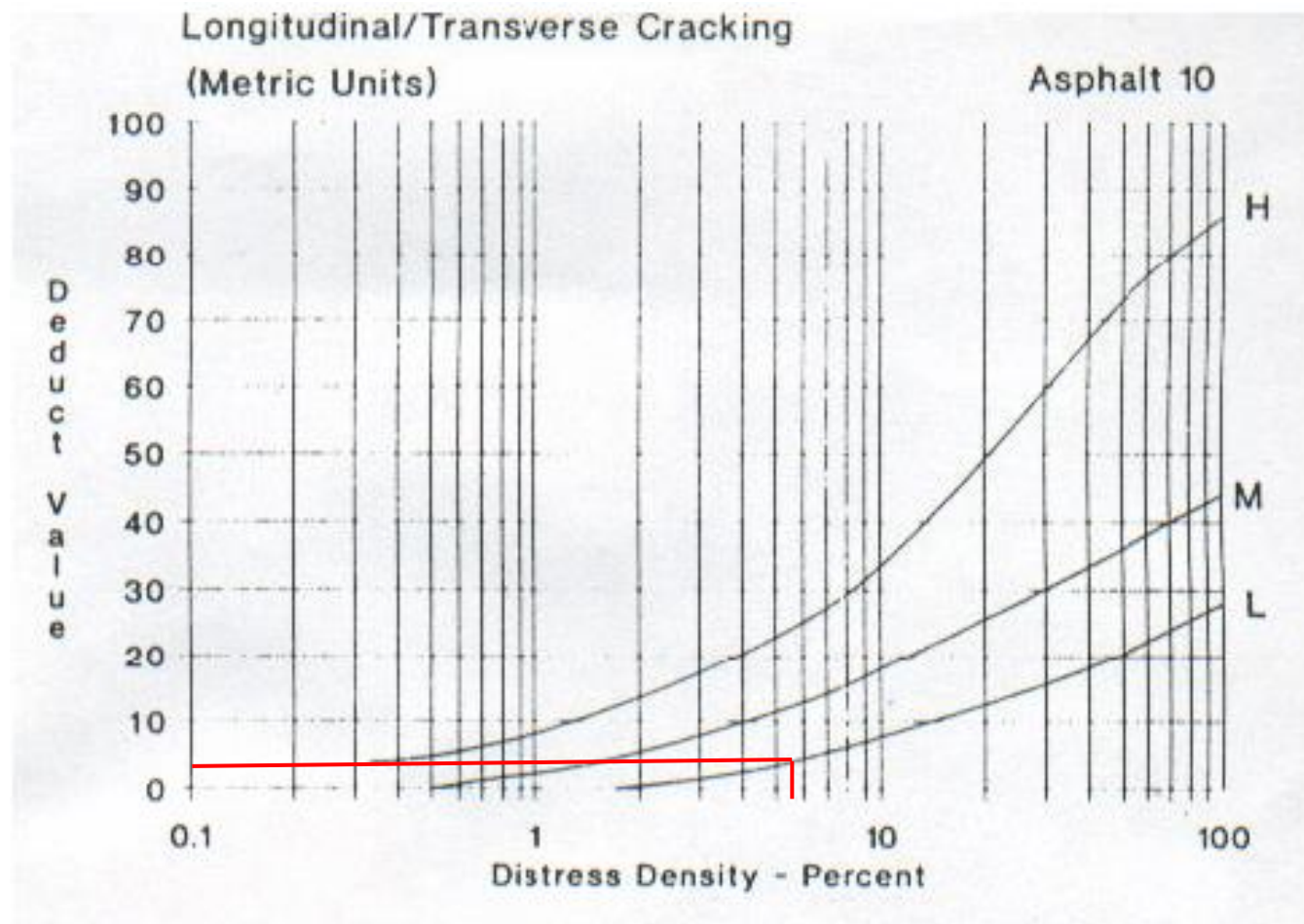


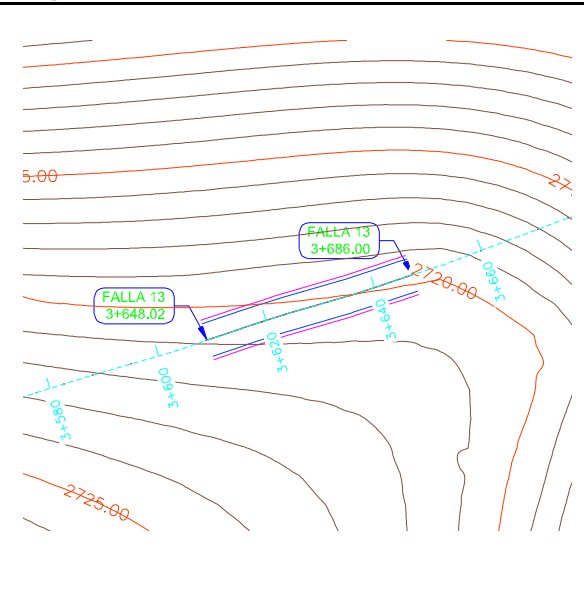


Figura 25. Valor Deducido para Grietas Longitudinales y Transversales U12.

Fuente. *Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*, L. Vásquez, 2002.

Anexo 2.13. PCI,U13

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL											
VISUALIZACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO										ESQUEMA			
ZONA:		Totoras		UNIDAD DE MUESTREO:		U13							
ABSCISA INICIAL:		3+648		ÁREA DE MUESTREO (m2):		230							
ABSCISA FINAL:		3+686		PROYECTO		Montalvo - Totoras							
RESPONSABLE INSPECCIÓN		Gabriela Estefanía Pico Vaca											
Nº	DAÑO	Unidades	Nº	DAÑO	Unidades								
1	Piel de Cocodrilo	m ²	11	Parqueo	m ²								
2	Exudación	m ²	12	Pulimento de agregados	m ²								
3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos	Unidad								
4	Abultamientos y Hundimientos	m ²	14	Cruce de vía férrea	m ²								
5	Corrugación	m ²	15	Ahuellamiento	m ²								
6	Depresión	m ²	16	Desplazamiento	m ²								
7	Grieta de Borde	m ²	17	Grieta Parabólica (slippage)	m ²								
8	Grieta de reflexión de junta	m ²	18	Hinchamiento	m ²								
9	Desnivel carril/ berma	m ²	19	Desprendimiento de agregados	m ²								
10	Grietas longitudinales y transversales	m											
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
	Alta	Media	Baja										
10			X	3,26	2,09	2,3	2,2	2,5	1,9	14,25	6,20	3	
12				0,38						0,38	0,17	0	
13		X		1,00	1,00	1,00				3,00	1,30	32	
											Valor deducido total (VDT)		35
											PCI=100 - VDT		65

Autora. Gabriela Pico

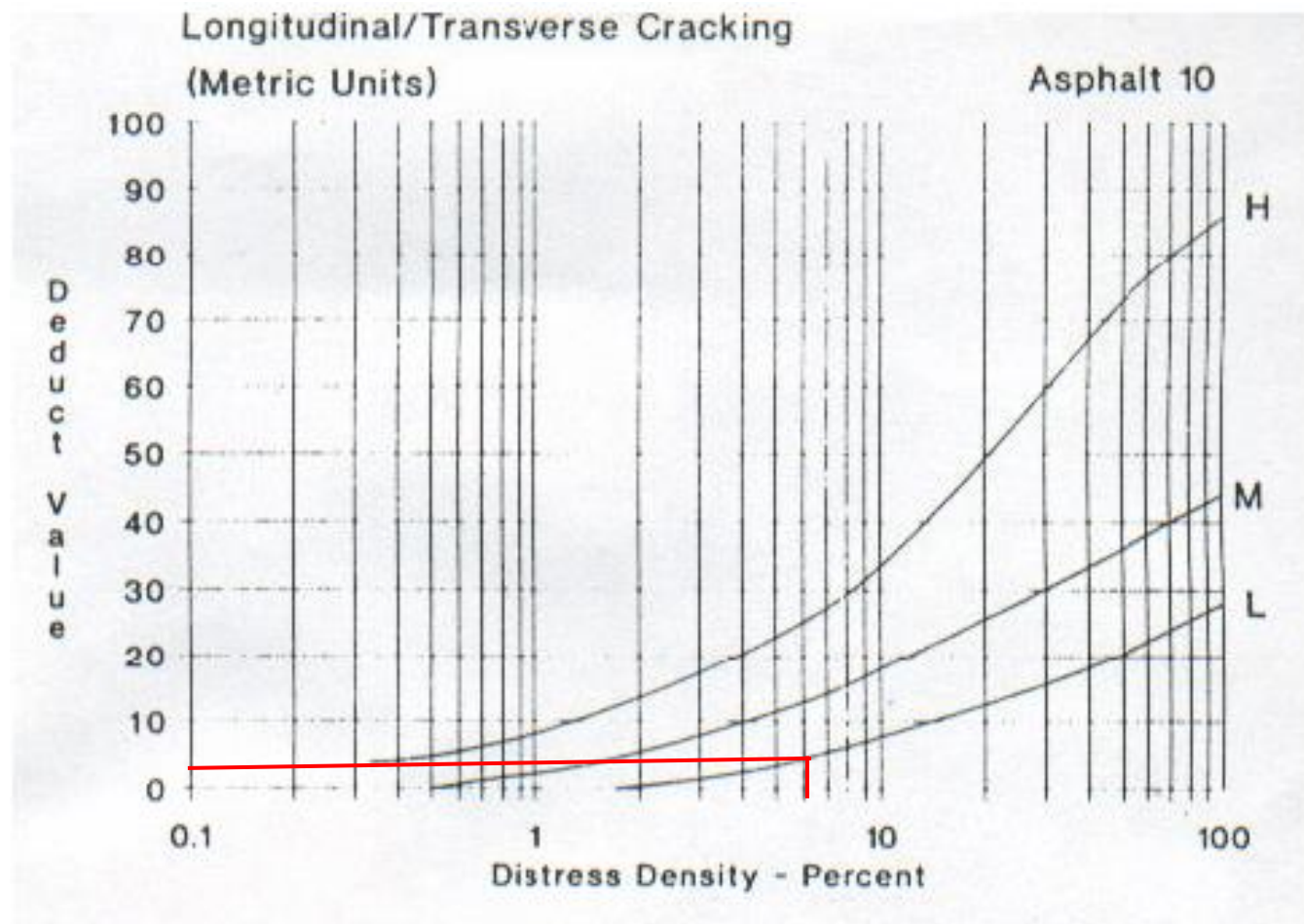


Figura 26. Valor Deducido para Grietas Longitudinales y Transversales U13

Fuente. *Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*, L. Vásquez, 2002.

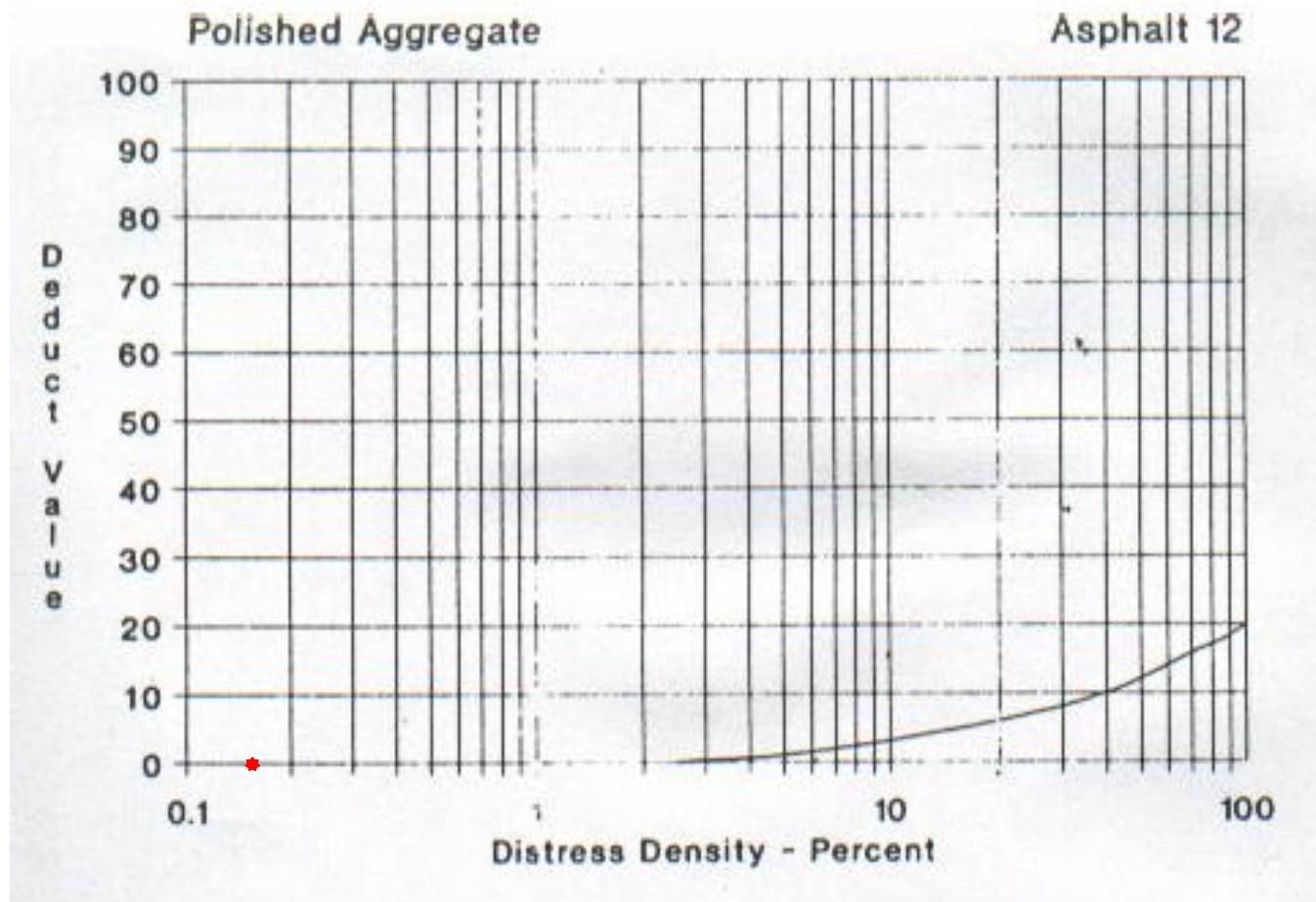


Figura 27. Valor Deducido para Pulimento de Agregados U13

Fuente. *Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*, L. Vásquez, 2002.

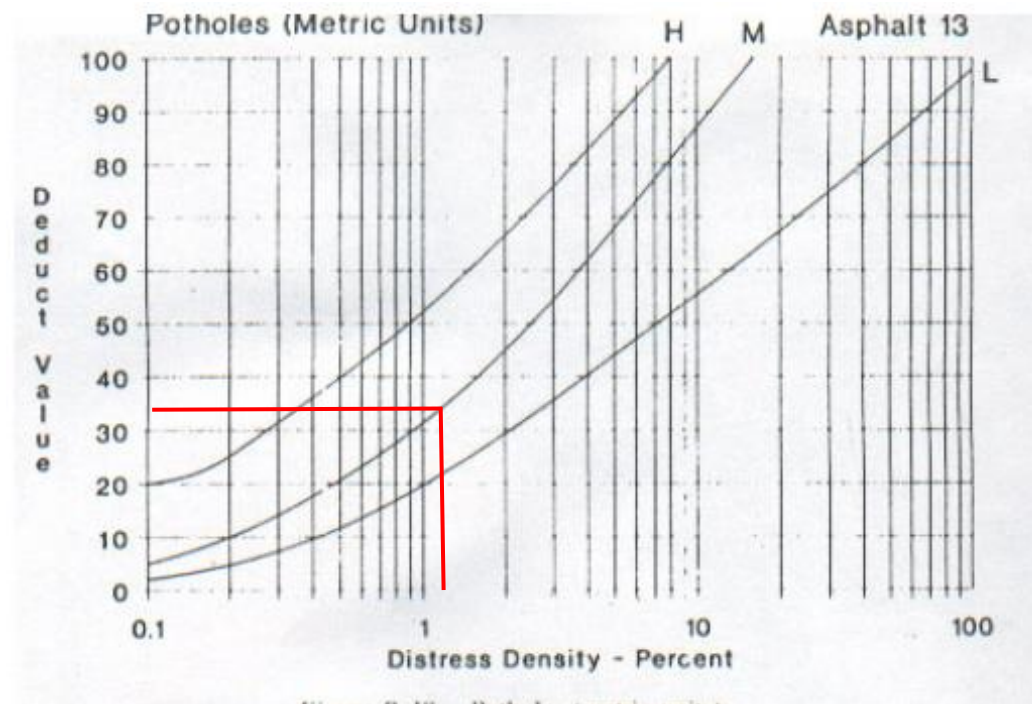


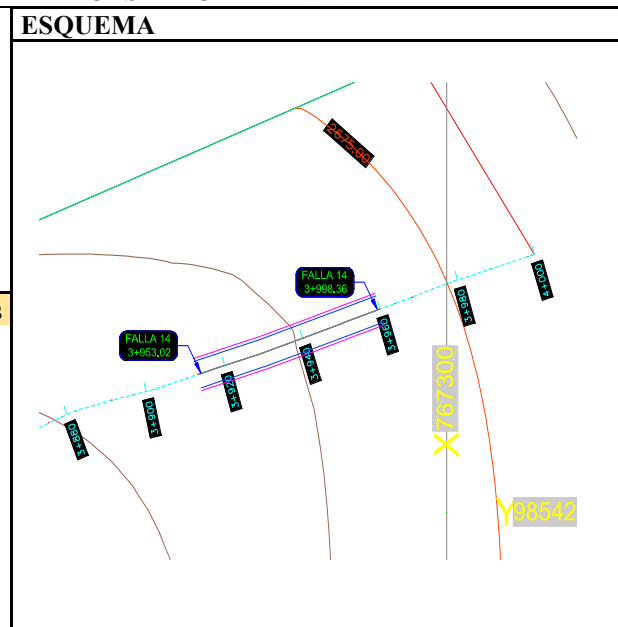


Figura 28. Valor Deducido para Hueco U13

Fuente. *Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*, L. Vásquez, 2002.

Anexo 4. PCI, U14

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL								
VISUALIZACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO										
ZONA:		Totoras		UNIDAD DE MUESTREO:		U14				
ABSCISA INICIAL:		3+952		ÁREA DE MUESTREO (m2):		230				
ABSCISA FINAL:		4+000		PROYECTO		Montalvo - Totoras				
RESPONSABLE INSPECCIÓN				Gabriela Estefanía Pico Vaca						
Nº	DAÑO	Unidades	Nº	DAÑO	Unidades					
1	Piel de Cocodrilo	m ²	11	Parcheo	m ²					
2	Exudación	m ²	12	Pulimento de agregados	m ²					
3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos	Unidad					
4	Abultamientos y Hundimientos	m ²	14	Cruce de vía férrea	m ²					
5	Corrugación	m ²	15	Ahuellamiento	m ²					
6	Depresión	m ²	16	Desplazamiento	m ²					
7	Grieta de Borde	m ²	17	Grieta Parabólica (slippage)	m ²					
8	Grieta de reflexión de junta	m ²	18	Hinchamiento	m ²					
9	Desnivel carril/ berma	m ²	19	Desprendimiento de agregados	m ²					
10	Grietas longitudinales y transversales	m								
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	Alta	Media	Baja							
10			X	0,7	1,7			2,4	1,04	2,2
12			X	0,072				0,072	0,03	0
								Valor deducido total (VDT)		2,2
								PCI=100 - VDT		97,8



Autora. Gabriela Pico

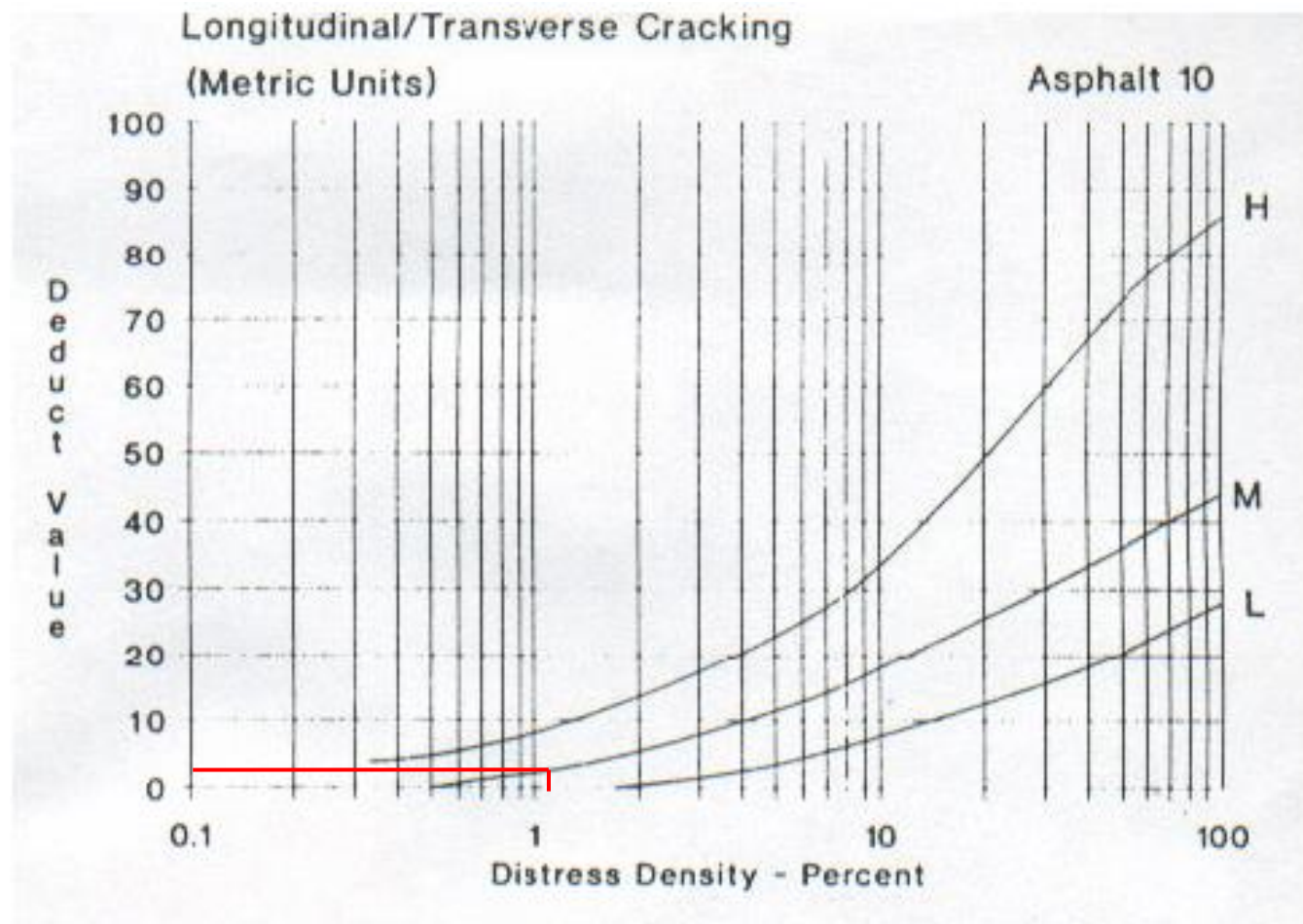


Figura 29. Valor Deducido para Grietas Longitudinales y Transversales U14

Fuente. *Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*, L. Vásquez, 2002.

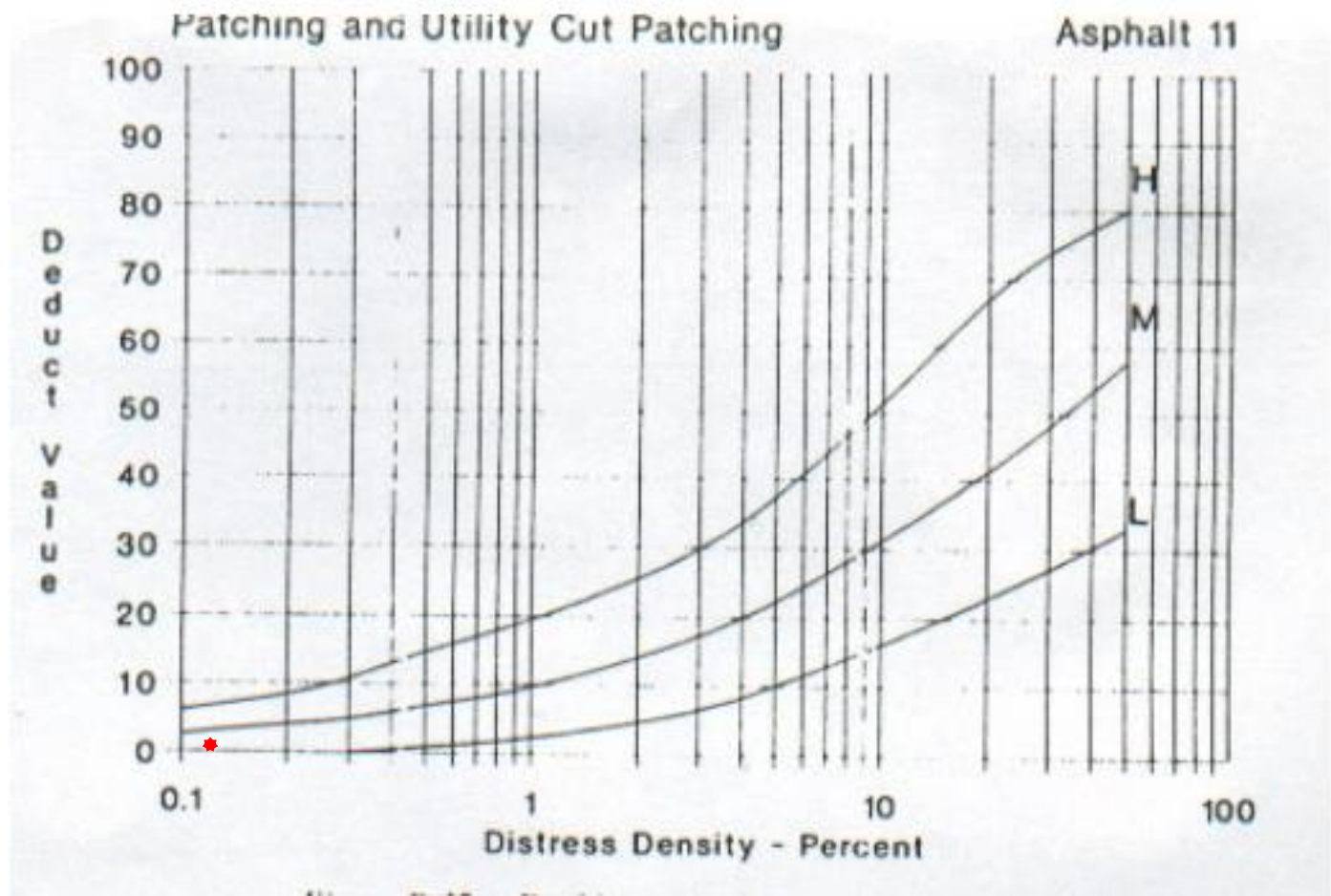


Figura 30. Valor Deducido para Parcheo y Acometidas de Servicio U14

Fuente. *Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*, L. Vásquez, 2002

ANEXO 3

POZO A CIELO ABIERTO N°1

CALICATA

UBICACIÓN

ABSCISA: 0+610

COORDENADA NORTE: 9852902.05

COORDENADA ESTE: 764595.30

PROFUNDIDAD: 0.60 m

ENSAYOS EN LABORATORIO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



LÍMITES DE ATTERBERG

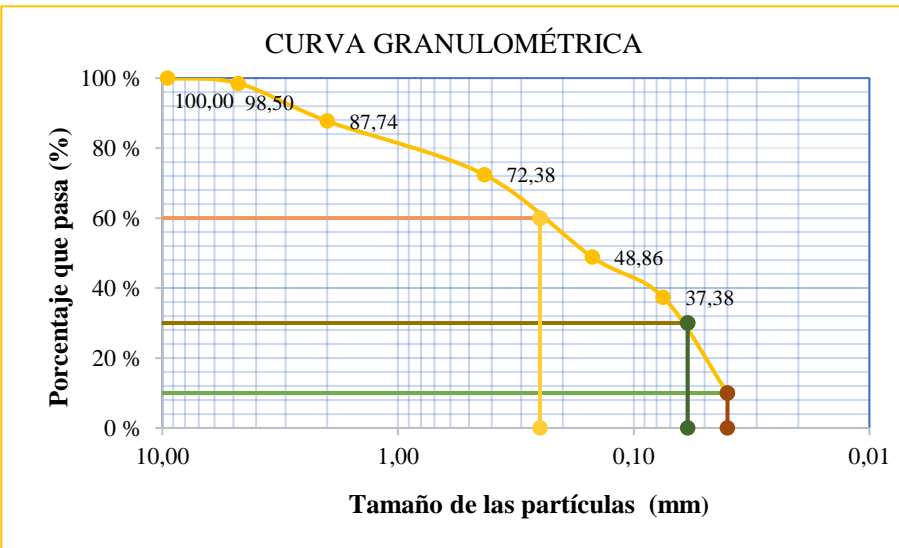
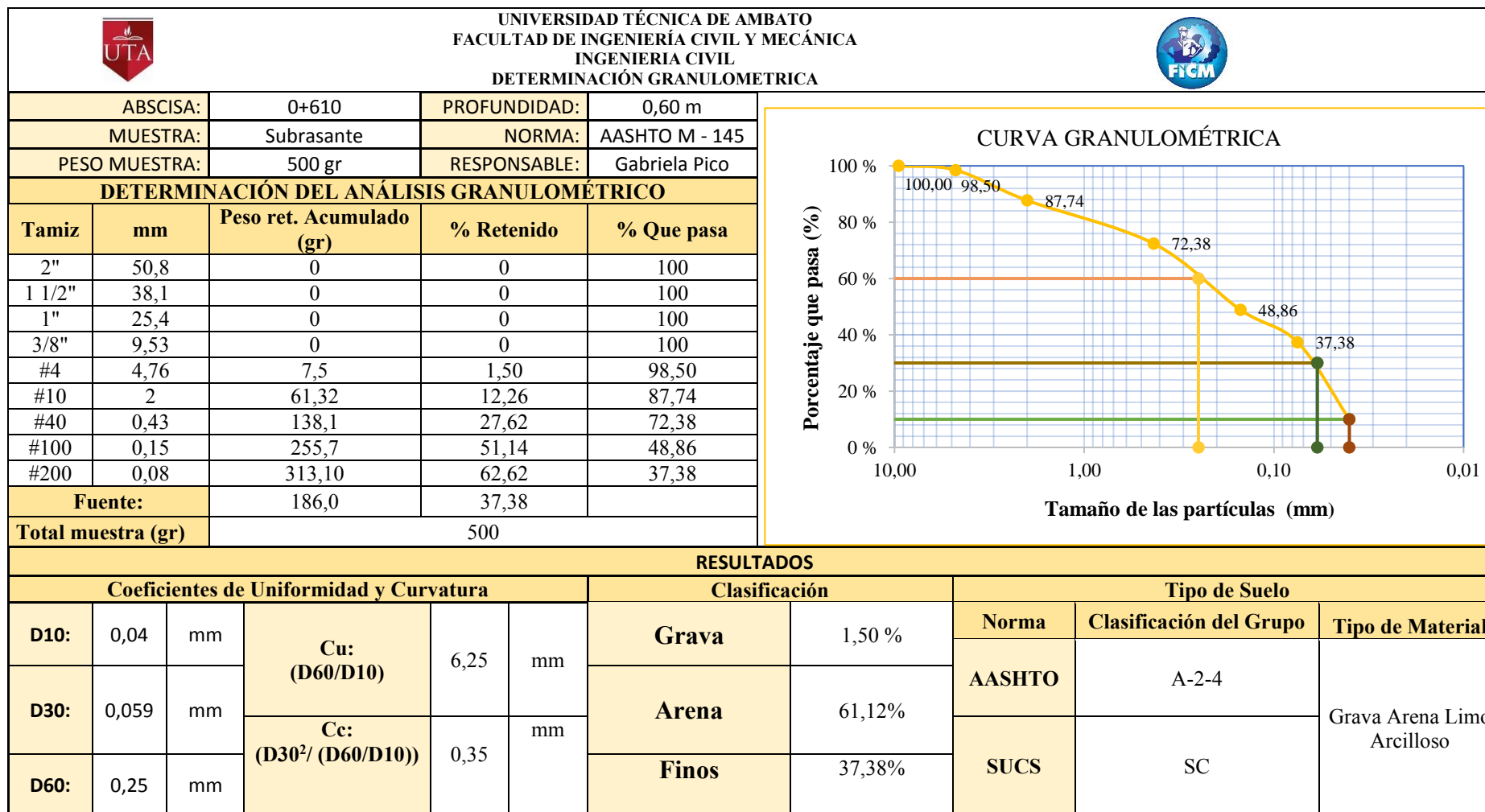


PROCTOR MODIFICADO TIPO B





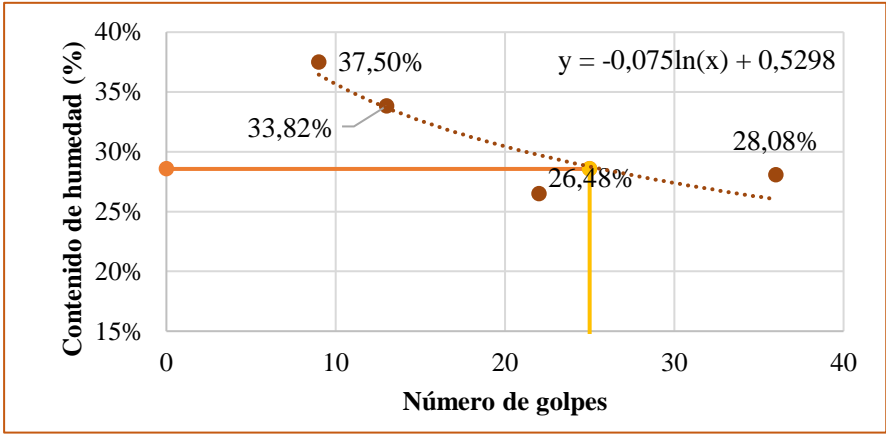
CBR

Anexo 3.1. Análisis Granulométrico, M1





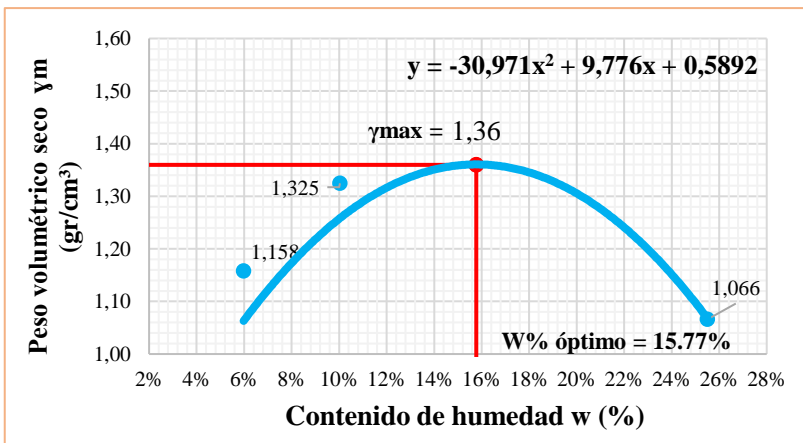
Autora. Gabriela Pico

Anexo 3.2. Límites de Atterberg de la Muestra 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICO INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG								
MÉTODO:	NORMAS:	MUESTRA:	ABSCISA:					
Copa de Casagrande	ASTM: D4318	PCA 1 - Subrasante	0+610					
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso muestra hum+ rec	23,7	22,5	22,1	21,7	22,4	21,3	24,3	26,4
Peso muestra seca+ rec	21,9	18,3	21,2	17,9	19,5	20,1	22,4	22,39
Peso recipiente	11,1	11,1	11,4	11,4	11,7	12,5	11,8	11,9
Peso agua (Ww)	1,80	4,20	0,90	3,80	2,90	1,20	1,90	4,01
Peso muestra seca (Ws)	10,80	7,20	9,80	6,50	7,80	7,60	10,60	10,49
Contenido de humedad (w%)	16,67	58,33	9,18	58,46	37,18	15,79	17,92	38,23
Promedio de (w%)	37,50%		33,82%		26,48%		28,08%	
Número de golpes	9		13		22		36	
GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO								
								
COORDENADAS (Tabla 37)	X1	Y1	X2	Y2	Límite Líquido			
	0	28,56	25	0,00	28,56%			
	25	28,56	25	28,56				
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente N°	9	10	11	12	13	14		
Peso suelo húmedo + P. recipiente (Wm+Wr)	8,1	8,4	11,14	9,1	8,3	8,6		
Peso suelo seco + P. recipiente (Ws +Wr)	7,9	8,1	11,1	8,7	7,6	8,2		
Peso recipiente (Wr)	6,5	6,6	11,4	7,6	5,2	7,4		
Peso agua (Ww)	0,20	0,30	0,04	0,40	0,70	0,40		
Peso muestra seca (Ws)	1,40	1,50	-0,30	1,10	2,40	0,80		
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	14,29	20,00	13,33	36,36	29,17	50,00		
Promedio W% (L.P)	22,75%							
IP=LL - LP	5,82%							



Autora. Gabriela Pico

Anexo 3.3. Ensayo Proctor Modificado Tipo B, Muestra 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL								
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO Y DENSIDAD MÁXIMA								
ESPECIFICACIONES								
Número de golpes: 56	Altura de caída: 18"	Peso del molde: 6698 gr						
Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb	Muestra: Subrasante M1						
Abscisa: km 0+610	Norma: AASHTO T-180	Método: B						
Peso inicial deseado	6000							
DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO								
Nº Molde	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida	5%	10%	15%	20%				
Peso suelo + recipiente	8925	9766	9514	9281				
Peso del recipiente	6698	6698	6698	6698				
Peso de la masa de suelo (Wm)	2227	3068	2816	2583				
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO								
Altura del molde (cm)	11,6	11,6	11,6	11,6				
Diámetro de la muestra (cm)	15,20	15,20	15,20	15,20				
Volumen de la muestra (Vm)	2105	2105	2105	2105				
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA								
$\gamma_m = Wm/Vm$ (gr/cm ³)	1,058	1,458	1,338	1,227				
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Nº Recipiente	23	51	34	42	56	76	21	12
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	62,4	53,2	58,5	62,7	60,23	61,54	62,9	61,24
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	59,10	50,23	56,12	56,21	47,17	55,47	61,7	56,82
Peso del recipiente Wr	12,34	12,11	12,01	11,97	12,05	11,55	9,23	11,13
Peso agua (Ww)	3,30	2,97	2,38	6,49	13,06	6,07	1,20	4,42
Peso de la muestra seca (ws)	46,76	38,12	44,11	44,24	35,12	43,92	52,5	45,69
Contenido de humedad w%	7,06	7,79%	5,4	14,67	37,19	13,82	2,2	9,67
Contenido de humedad promedio	7,42%		10,03%		25,50%		5,98%	
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO								
$\gamma_d = \gamma_m / (1+w)$ (gr/cm ³)	0,985		1,325		1,066		1,158	
GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								
								
Peso Volumétrico Seco Máximo γ_d :	1,360							
Óptimo Contenido de Humedad w:	15,77%							

Autora. Gabriela Pico

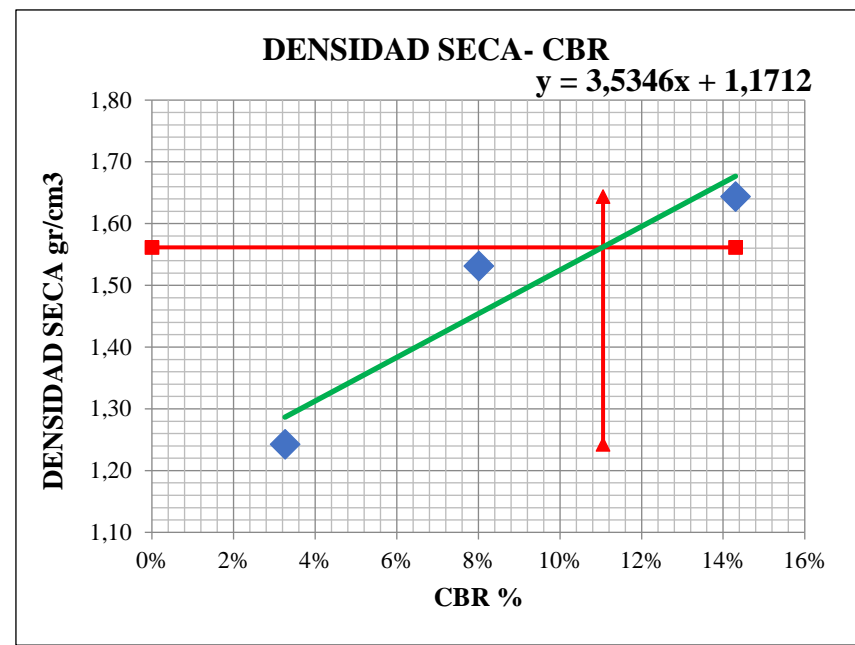
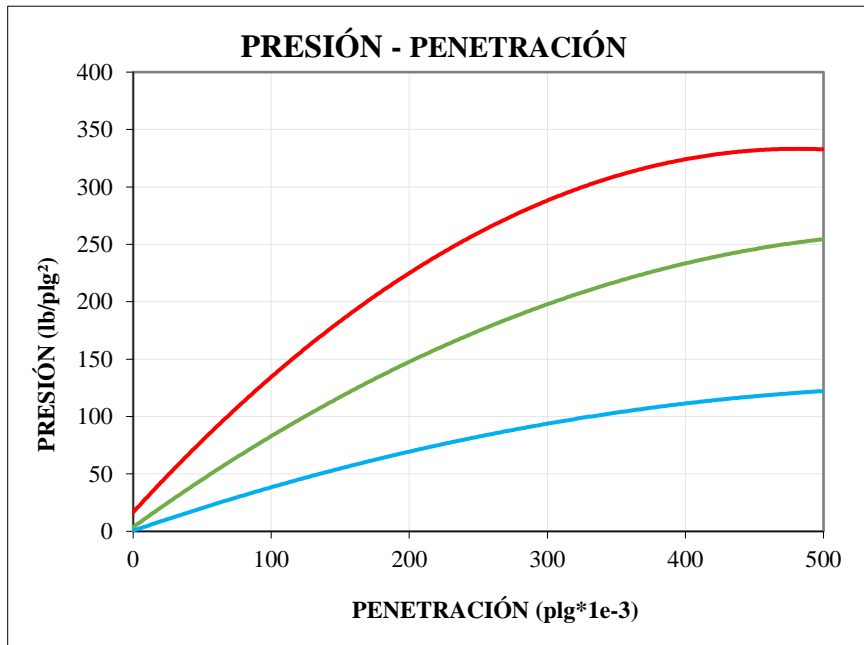
Anexo 3.4. Ensayo CBR de la muestra 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A CORTE 						
ESPECIFICACIONES DE ENSAYO CBR						
Tipo:	Proctor Modificado			Peso del Martillo:	10 lb	
Norma:	AASHTO T-180			Altura de caída:	18 in	
Peso muestra (gr):	6000			Cont. de humedad óptimo (%):	15,77%	
Muestra:	Subrasante			Abscisa (m):	0 + 610	
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE	11		E2		TC	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		27		11	
Condición de la Muestra	Antes del remojo					
Peso húmedo + Molde	11331		11021		10261	
Peso molde	6937		6936		6936	
Peso húmedo	4394		4085		3325	
Volumen muestra	2361		2361		2361	
Densidad húmeda	1,861		1,730		1,408	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente N°	L6	15	A56	G5	T2	2
Peso hum. + recipiente	78,29	76,76	83,51	91,32	98,76	90,32
Peso seco + recipiente	73,77	68,54	75,75	84,43	84,89	86,01
Peso recipiente	21,54	22,35	23,32	22,87	17,31	15,7
Peso agua	4,52	8,22	7,76	6,89	13,87	4,31
Peso de sólidos	52,23	46,19	52,43	61,56	67,58	70,31
Contenido humedad %	8,65%	17,80%	14,80%	11,19%	20,52%	6,13%
Promedio	13,23%		13,00%		13,33%	
Densidad seca	1,644		1,531		1,243	

Autora. Gabriela Pico

ENSAYO DE CARGA – PENETRACIÓN																		
Máquina de Compresión Simple CONTROLS																		
Área del pistón:				3 plg ²		Norma:		ASTM D 193 - 13			Muestra:		Subrasante		ABSCISA:		0+610	
Molde				1				2				3						
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR			
min	seg	mm	plg *10 ⁻³		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida				
				Lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%			
		0	0	0	0,00			0	0,00			0	0,00					
0	0	0,64	25	125	41,67			87	29,00			44	14,67					
1	0	1,27	50	241	80,33			149	49,67			58	19,33					
1	0	1,91	75	365	121,67			185	61,67			79	26,33					
2	0	2,54	100	486	162,00	139,11	13,91	249	83,00	83,02	8,30	111	37,00	37,22	3,72			
3	0	3,81	150	539	179,67			332	110,67			152	50,67					
4	0	5,08	200	654	218,00			449	149,67			233	77,67					
5	0	6,35	250	762	254,00			523	174,33			256	85,33					
6	0	7,62	300	871	290,33			609	203,00			272	90,67					
8	0	10,16	400	923	307,67			689	229,67			324	108,00					
10	0	12,7	500	1032	344,00			766	255,33			372	124,00					
CBR Corregido							14,30					8,01						

Fuente. Gabriela Pico



Tipo: Proctor Modificado					DENSIDAD MAX		1,644			
Densidad 56	1,644	gr/cm3	CBR 56	14,30%	95% DE DM		1,56	1,56	1,243	1,644
Densidad 27	1,531	gr/cm3	CBR 27	8,01%			0	14,30%	11,06%	11,06%
Densidad 11	1,243	gr/cm3	CBR 11	3,26%			11,06%			

Autora. Gabriela Pico

POZO A CIELO ABIERTO N°2

CALICATA

UBICACIÓN





ABSCISA: 1+610

COORDENADA NORTE: 9852975.00

COORDENADA ESTE: 765372.00

PROFUNDIDAD: 0.60 m

ENSAYOS EN LABORATORIO

-  ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
-  LÍMITES DE ATTERBERG
-  PROCTOR MODIFICADO TIPO B
-  CBR

Anexo 3.5. Granulometría de la Muestra 2

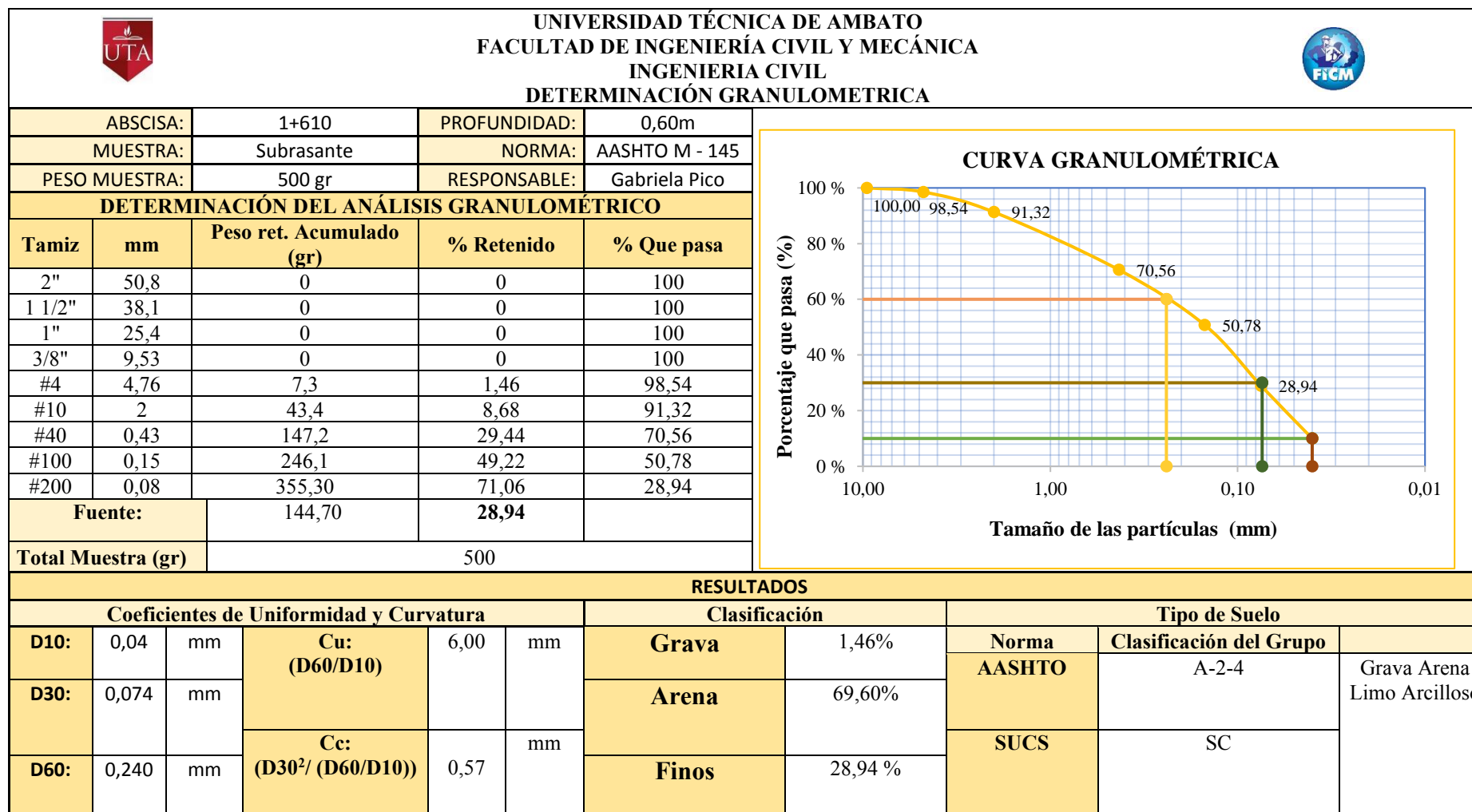


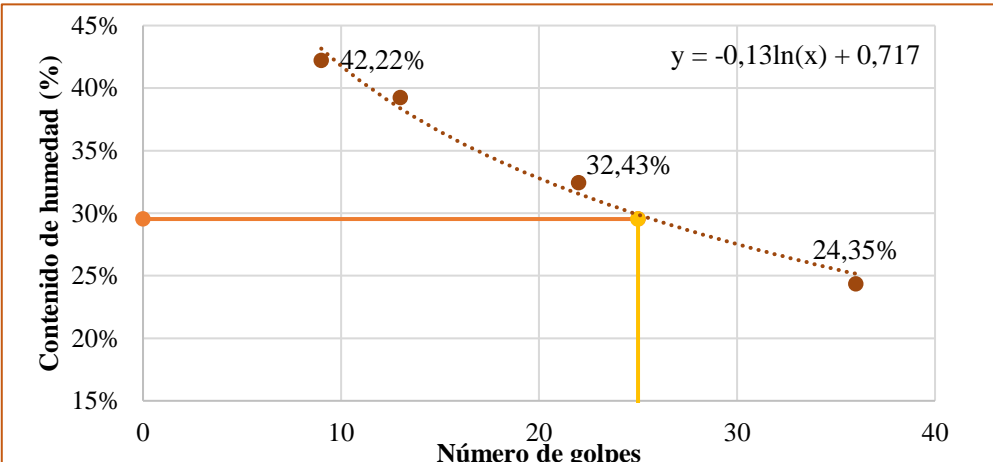


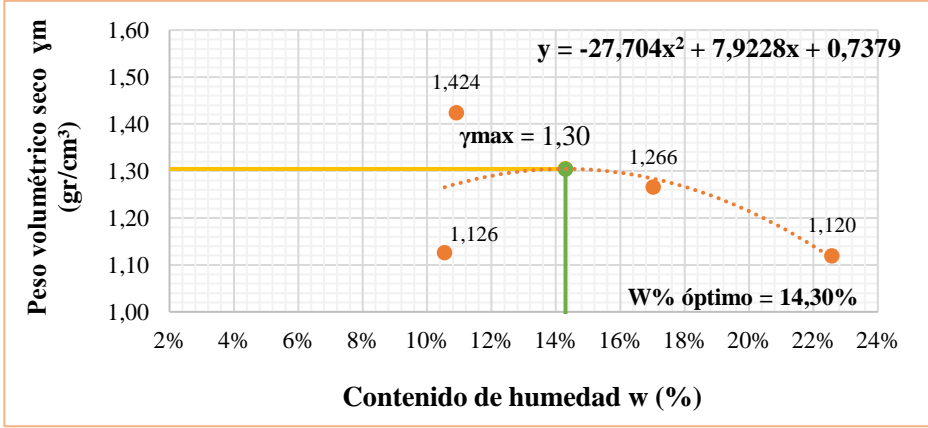


Tabla 3.6. Límites de Atterberg de la muestra 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG								
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO								
MÉTODO:	NORMAS:			MUESTRA:			ABSCISA:	
Copa de Casagrande	ASTM: D4318			Subrasante			1+610	
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente	11	12	13	14	15	16	17	18
Peso muestra hum+ rec	24,6	21,5	20,7	22,6	23,7	22,34	22,2	27,8
Peso muestra seca+ rec	22,1	17,7	18,1	19,2	20,8	19,1	20,1	25,2
Peso del recipiente	11,3	11,5	7,6	12,87	8,9	11,1	12,2	13,45
Peso del agua (Ww)	2,50	3,80	2,60	3,40	2,90	3,24	2,10	2,60
Peso muestra seca (Ws)	10,80	6,20	10,50	6,33	11,90	8,00	7,90	11,75
Contenido de humedad (w%)	23,15%	61,29%	24,76%	53,71%	24,37%	40,50%	26,58%	22,13%
Promedio de (w%)	42,22%		39,24%		32,43%		24,35%	
Número de golpes	9		13		22		36	
GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO								
								
COORDENADAS (Tabla 37)		X1	Y1	X2	Y2	Límite líquido		
		0	29,53%	25	0,00%	29,53%		
		25	29,53%	25	29,53%			
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente N°	19	20	21	22	23	24		
Peso suelo húmedo + P. recipiente (Wm+Wr)	8,1	8,8	11,3	10,1	9,5	9,2		
Peso suelo seco + P. recipiente (Ws +Wr)	7,8	8,5	11	9,7	8,9	8,8		
Peso del recipiente (Wr)	6,1	7,3	10,2	8,3	7,2	7		
Peso de agua (Ww)	0,30	0,30	0,30	0,40	0,60	0,40		
Peso muestra seca (Ws)	1,70	1,20	0,80	1,40	1,70	1,80		
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	17,65	25,00	37,50	28,57	35,29	22,22		
Promedio W% (L.P)					27,71 %			
IP=LL - LP					1,83%			



Autora. Gabriela Pico

Anexo 3.7. Ensayo proctor modificado tipo B para la muestra N°2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL			
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO Y DENSIDAD MÁXIMA ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO			
Número de golpes: 56	Altura de caída: 18"		Peso del molde: 6698 gr
Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb		Muestra: Subrasante M2
Abscisa(m): 1+ 610	Norma: AASHTO T-180		Método: B
Peso inicial deseado	6000	6000	6000
DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO			
N° Molde	21	22	23
Humedad inicial añadida	5%	10%	15%
Peso suelo + recipiente	10023	9816	9587
Peso del recipiente	6698	6698	6698
Peso de la masa de suelo (Wm)	3325	3118	2889
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO			
Altura del molde (cm)	11,6	11,6	11,6
Diámetro de la muestra (cm)	15,20	15,20	15,20
Volumen de la muestra (Vm)	2105	2105	2105
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA			
$\gamma_m = W_m/V_m$ (gr/cm ³)	1,580	1,481	1,373
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
N° Recipiente	25	26	27
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	66,92	63,4	54,49
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	60,01	59,55	52,97
Peso del recipiente Wr	10,08	11,31	11,10
Peso agua (Ww)	6,91	3,85	1,52
Peso de la muestra seca (ws)	49,93	48,24	41,87
Contenido de humedad w%	13,84	7,98	3,63
Contenido de humedad prom.	10,91%	17,02%	22,57%
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO			
$\gamma_d = \gamma_m/(1+w)$ (gr/cm ³)	1,424	1,266	1,120
GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO			
			
Peso Volumétrico Seco Máximo γ_d :	1,304		
Óptimo Contenido de Humedad w:	14,30%		

Autora. Gabriela Pico

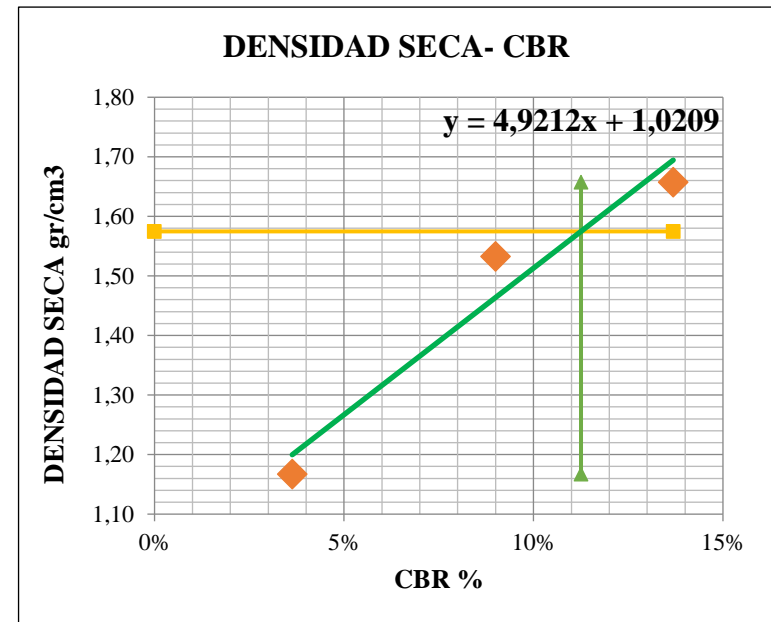
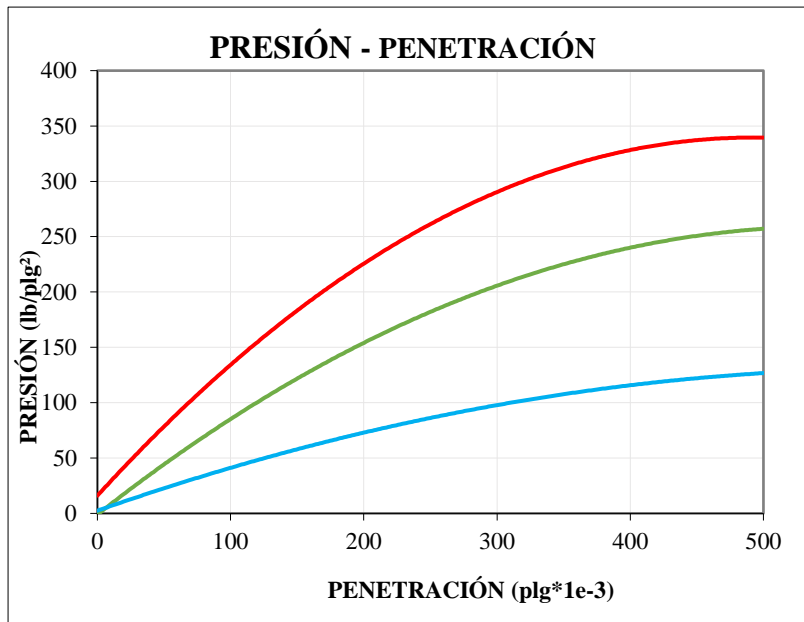
Anexo 3.8. Ensayo de CBR Muestra 2

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A CORTE					
ESPECIFICACIONES DE ENSAYO CBR							
Tipo:	Proctor Modificado	Peso del Martillo:			10 lb		
Norma:	AASHTO T-180	Altura de caída:			18 in		
Peso muestra (gr):	6000	Cont. de humedad óptimo (%):			14,30%		
Muestra:	Subrasante	Abscisa (m):			1+610		
ENSAYO DE COMPACTACION CBR							
MOLDE	31	32	33				
Nº de capas	5	5	5				
Nº de golpes	56	27	11				
Cond. Muestra	Antes del remojo						
P. húmedo + molde	11300	11132	10216				
Peso molde	6950	7118	7066				
Peso húmedo	4350	4014	3150				
Volumen muestra	2319	2334	2371				
Densidad húmeda	1,876	1,720	1,329				
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Nº	34	35	36	37	38	39	
P. hum. + recipiente	79,01	78,23	82,69	92,34	98,53	89,64	
P. seco + recipiente	74,62	69,63	74,87	86,43	83,52	87,77	
Peso recipiente	21,86	21,87	23,01	22,89	22,92	21,12	
Peso agua	4,39	8,6	7,82	5,91	15,01	1,87	
Peso de sólidos	52,76	47,76	51,86	63,54	60,6	66,65	
Contenido humedad %	8,32%	18,01%	15,08%	9,30%	24,77%	2,81%	
Promedio	13,16%		12,19%		13,79%		
Densidad seca	1,658		1,533		1,168		

ENSAYO DE CARGA – PENETRACIÓN

Máquina de Compresión CONTROLS

Área del pistón:		3 plg ²		Norma:		ASTM D 193 - 13		Muestra:		Subrasante		ABSCISA		1+610		
Molde				1				2				3				
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	
					Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida		
min	seg	mm	plg *10 ⁻³	Lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%	
		0	0	0	0,00			0	0,00			0	0,00			
0	0	0,64	25	112	37,33			65	21,67			51	17,00			
1	0	1,27	50	271	90,33			151	50,33			63	21,00			
1	0	1,91	75	345	115,00			176	58,67			84	28,00			
2	0	2,54	100	482	160,67	136,87	13,69	251	83,67	90,03	9,00	132	44,00	36,34	3,63	
3	0	3,81	150	524	174,67			345	115,00			167	55,67			
4	0	5,08	200	692	230,67			465	155,00			241	80,33			
5	0	6,35	250	731	243,67			582	194,00			264	88,00			
6	0	7,62	300	890	296,67			634	211,33			281	93,67			
8	0	10,16	400	942	314,00			672	224,00			334	111,33			
10	0	12,7	500	1048	349,33			789	263,00			389	129,67			
CBR Corregido							13,69					9,00				



Tipo: Proctor Modificado					DENSIDAD MAX	1,658			
Densidad 56	1,658	gr/cm3	CBR 56	13,69%	95% DE DM	1,57	1,57	1,168	1,658
Densidad 27	1,533	gr/cm3	CBR 27	9,00%		0	13,69%	11,25%	11,25%
Densidad 11	1,168	gr/cm3	CBR 11	3,63%		11,25%			

Autora. Gabriela Pico

POZO A CIELO ABIERTO N°3

CALICATA

UBICACIÓN





ABSCISA: 2+610

COORDENADA NORTE: 9853653.51

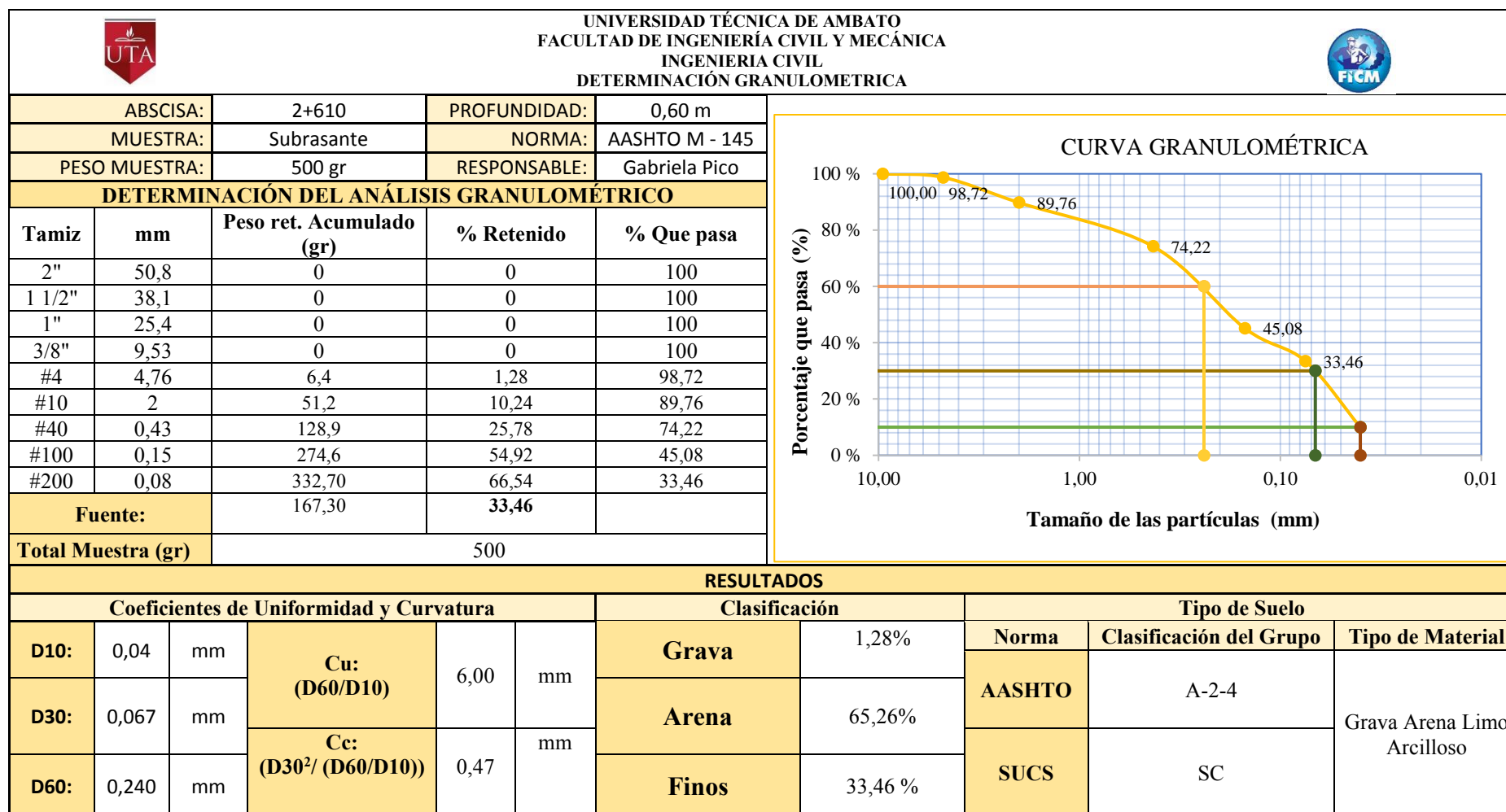
COORDENADA ESTE: 766087.87

PROFUNDIDAD: 0.60 m

ENSAYOS EN LABORATORIO



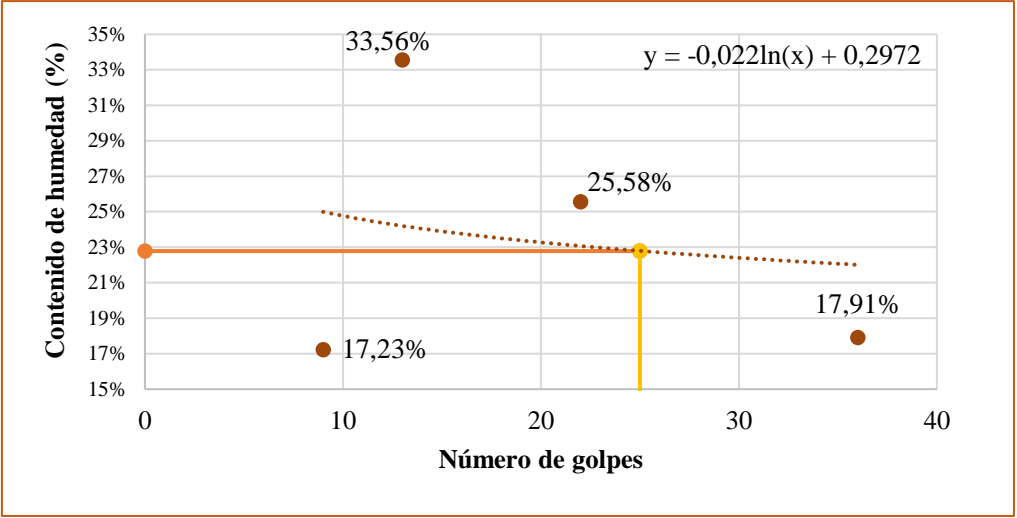
-  ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
-  LÍMITES DE ATTERBERG
-  PROCTOR MODIFICADO TIPO B
-  CBR

Anexo 3.9. Granulometría de la Muestra 3





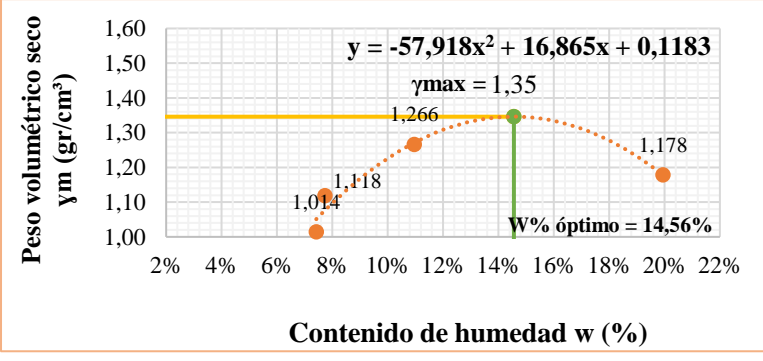
Autora. Gabriela Pico

Anexo 3.10. Límites de Atterberg de la muestra 3

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG								
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO								
MÉTODO:	NORMAS:			MUESTRA:			ABSCISA:	
Copa de Casagrande	ASTM: D4318			Subrasante			2+610	
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente	23	25	14	5	9	85	5	9
Peso muestra hum+ rec	22,2	22,4	23,1	22,1	23,3	22,3	24,2	24,8
Peso muestra seca+ rec	21,1	20,1	19,4	20,5	22,3	19,2	22,5	23,2
Peso del recipiente	11,5	10,1	11,9	11,5	11,5	11,8	12,5	14,7
Peso del agua (Ww)	1,10	2,30	3,70	1,60	1,00	3,10	1,70	1,60
Peso muestra seca (Ws)	9,60	10,00	7,50	9,00	10,80	7,40	10,00	8,50
Contenido de humedad (w%)	11,46	23,00	49,33	17,78	9,26	41,89	17,00	18,82
Promedio de (w%)	17,23%		33,56%		25,58%		17,91%	
Número de golpes	9		13		22		36	
GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO								
								
COORDENADAS (Tabla 37)	X1	Y1	X2	Y2	Límite Líquido			
	0	22,78 %	25	0,00%	22,78%			
	25	22,78 %	25	22,78 %				
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente N°	1	T5	H4	6	9	8		
Peso suelo húmedo + P. recipiente (Wm+Wr)	8,7	8,2	11,7	9,1	8,5	9,1		
Peso suelo seco + P. recipiente (Ws +Wr)	8,3	7,8	11,5	8,7	8,2	8,8		
Peso del recipiente (Wr)	6,5	6,1	10,2	7,3	6,8	7,1		
Peso de agua (Ww)	0,40	0,40	0,20	0,40	0,30	0,30		
Peso muestra seca (Ws)	1,80	1,70	1,30	1,40	1,40	1,70		
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	22,22	23,53	15,38	28,57	21,43	17,65		
Promedio W% (L.P)	21,46%							
IP=LL - LP	1,32%							



Autora. Gabriela Pico

Anexo 3.11. Ensayo de proctor, M3

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO Y DENSIDAD MÁXIMA								
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO PROCTOR								
Número de golpes: 56	Altura de caída: 18"		Peso del molde: 6698 gr					
Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb		Muestra: Subrasante M3					
Abscisa: Km 2+610	Norma: AASHTO T-180		Método: B					
Peso inicial deseado	6000	6000	6000					
DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO								
Nº Molde	A1	A2	A3					
Humedad inicial añadida	5%	10%	15%					
Peso suelo + recipiente	8991	9655	9673					
Peso del recipiente	6698	6698	6698					
Peso de la masa de suelo (Wm)	2293	2957	2975					
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO								
Altura del molde (cm)	11,6	11,6	11,6					
Diámetro de la muestra (cm)	15,20	15,20	15,20					
Volumen de la muestra (Vm)	2105	2105	2105					
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA								
$\gamma_m = W_m/V_m$ (gr/cm ³)	1,089	1,405	1,413					
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Nº Recipiente	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	61,2 3	53,01	59,02	58,35	60,65	61,14	59,88	61,35
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	57,9 3	50,07	57,01	51,36	49,57	56,65	57,60	56,50
Peso del recipiente Wr	11,6 5	11,96	10,01	11,75	12,56	11,55	12,23	10,10
Peso agua (Ww)	3,30	2,94	2,01	6,99	11,08	4,49	2,28	4,85
Peso de la muestra seca (ws)	46,2 8	38,11	47,00	39,61	37,01	45,10	45,37	46,40
Contenido de humedad w%	7,13	7,71	4,28%	17,65	29,94	9,96	5,03	10,45
Contenido de humedad promedio	7,42%		10,96%		19,95%		7,74%	
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO								
$\gamma_d = \gamma_m/(1+w)$ (gr/cm ³)	1,014	1,266	1,178	1,118				
GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								
								
Peso Volumétrico Seco Máximo γ_d :		1,346						
Óptimo Contenido de Humedad w:		14,56%						

Autora. Gabriela Pico

Anexo 3.12. Ensayo CBR, muestra 3

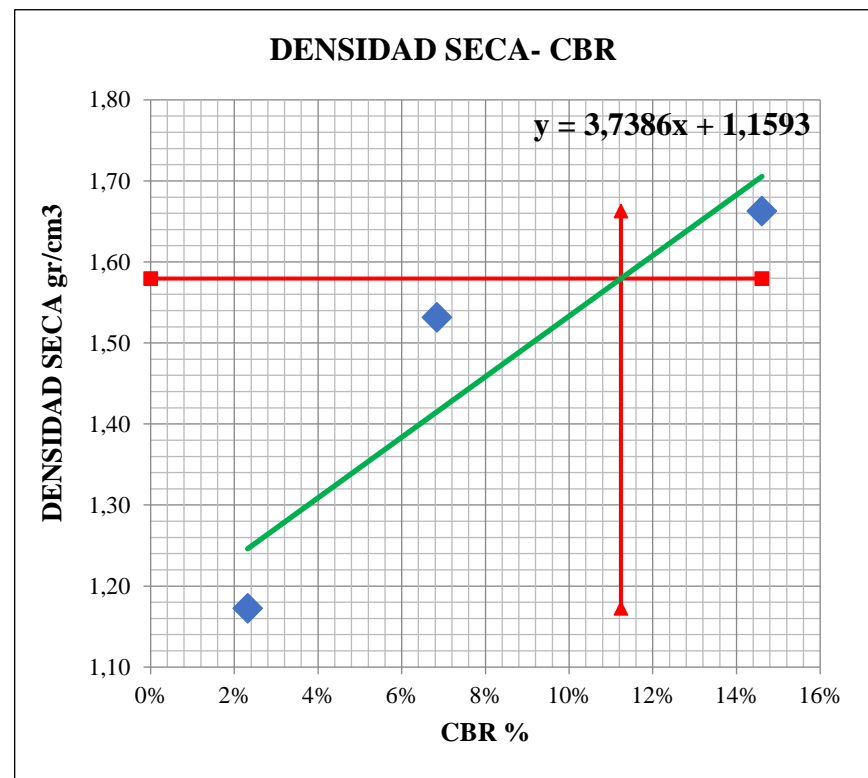
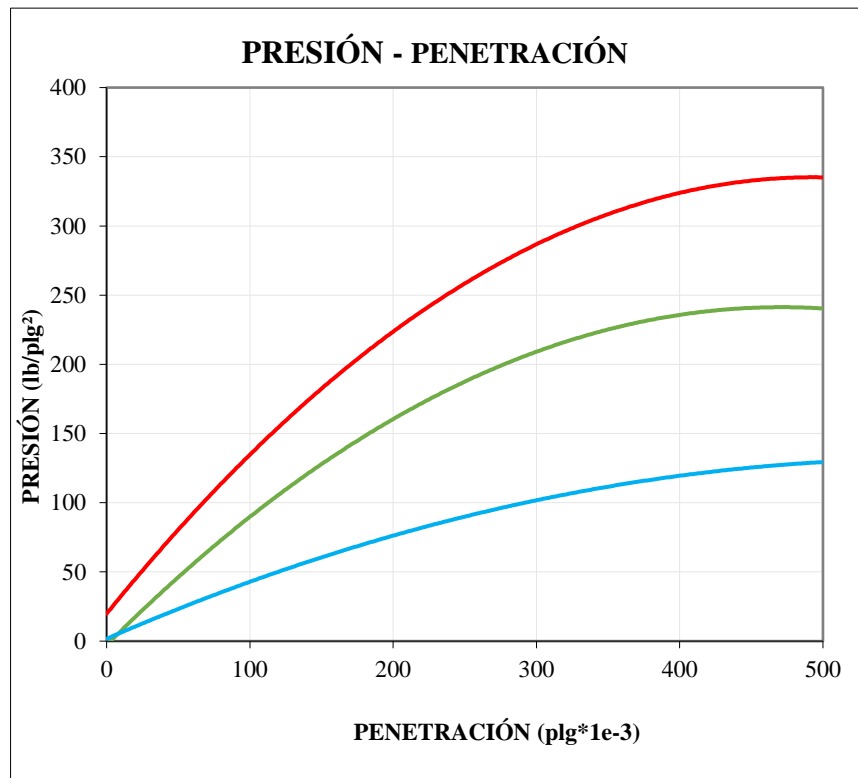
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A CORTE				
ESPECIFICACIONES DE ENSAYO CBR						
Tipo:	Proctor Modificado	Peso del Martillo:		10 lb		
Norma:	AASHTO T-180	Altura de caída:		18 in		
Peso muestra (gr):	6000	Cont. de humedad óptimo (%):		14,56%		
Muestra:	Subrasante	Abscisa (m):		2+610		
ENSAYO DE COMPACTACION CBR						
MOLDE	41	42	43			
Nº de capas	5	5	5			
Nº de golpes	56	27	11			
Cond. Muestra	Antes del remojo					
P. húmedo + molde	11274	11203	10221			
Peso molde	6897	7243	7100			
Peso húmedo	4377	3960	3121			
Volumen muestra	2335	2298	2487			
Densidad húmeda	1,875	1,723	1,255			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente N°	44	45	46	47	48	49
P. hum. + recipiente	78,17	78,42	83,12	91,67	97,65	90,3
P. seco + recipiente	74,11	70	76,43	85,87	88,52	89,94
Peso recipiente	22,3	22,3	34,12	23,01	21,09	22,31
Peso agua	4,06	8,42	6,69	5,8	9,13	0,36
Peso de sólidos	51,81	47,7	42,31	62,86	67,43	67,63
Contenido humedad %	7,84%	17,65%	15,81%	9,23%	13,54%	0,53%
Promedio	12,74%		12,52%		7,04%	
Densidad seca	1,663		1,532		1,172	

Autora. Gabriela Pico

ENSAYO DE CARGA – PENETRACIÓN

Máquina de Compresión CONTROLS

Área del pistón:				3 plg²	Norma:	ASTM D 193 - 13	Muestra:	Subrasante	ABSCISA	2+610						
Molde				1			2			3						
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	
					Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida		
min	seg	mm	plg *10 ⁻³	Lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%	
		0	0	0	0,00			0	0,00			0	0,00			
0	0	0,64	25	141	47,00			87	29,00			55	18,33			
1	0	1,27	50	245	81,67			134	44,67			67	22,33			
1	0	1,91	75	387	129,00			184	61,33			83	27,67			
2	0	2,54	100	456	152,00	146,09	14,61	256	85,33	68,42	6,84	129	43,00	23,19	2,32	
3	0	3,81	150	543	181,00			386	128,67			174	58,00			
4	0	5,08	200	671	223,67			453	151,00			256	85,33			
5	0	6,35	250	782	260,67			592	197,33			273	91,00			
6	0	7,62	300	801	267,00			653	217,67			289	96,33			
8	0	10,16	400	956	318,67			690	230,00			357	119,00			
10	0	12,7	500	1032	344,00			721	240,33			391	130,33			
CBR Corregido							14,61					6,84				



Tipo: Proctor Modificado					DENSIDAD MAX		1,663			
Densidad 56	1,663	gr/cm3	CBR 56	14,61%	95% DE DM		1,58	1,58	1,172	1,663
Densidad 27	1,532	gr/cm3	CBR 27	6,84%			0	14,61%	11,24%	11,24%
Densidad 11	1,172	gr/cm3	CBR 11	2,32%			11,24%			

Autora. Gabriela Pico

POZO A CIELO ABIERTO N4

CALICATA

UBICACIÓN





ABSCISA: 3+610

COORDENADA NORTE: 9854105.51

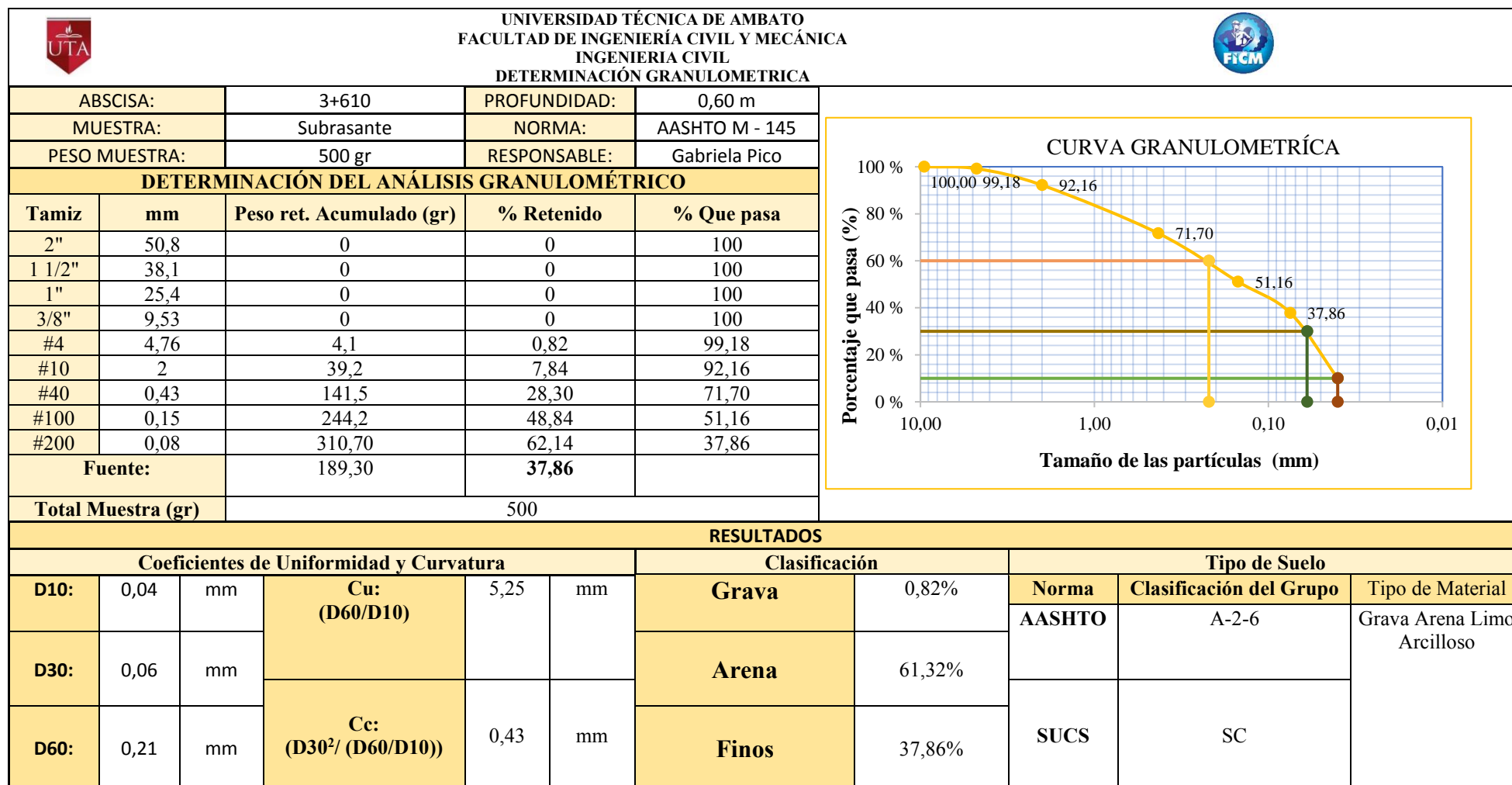
COORDENADA ESTE: 766977.98

PROFUNDIDAD: 0,60 m

ENSAYOS EN LABORATORIO



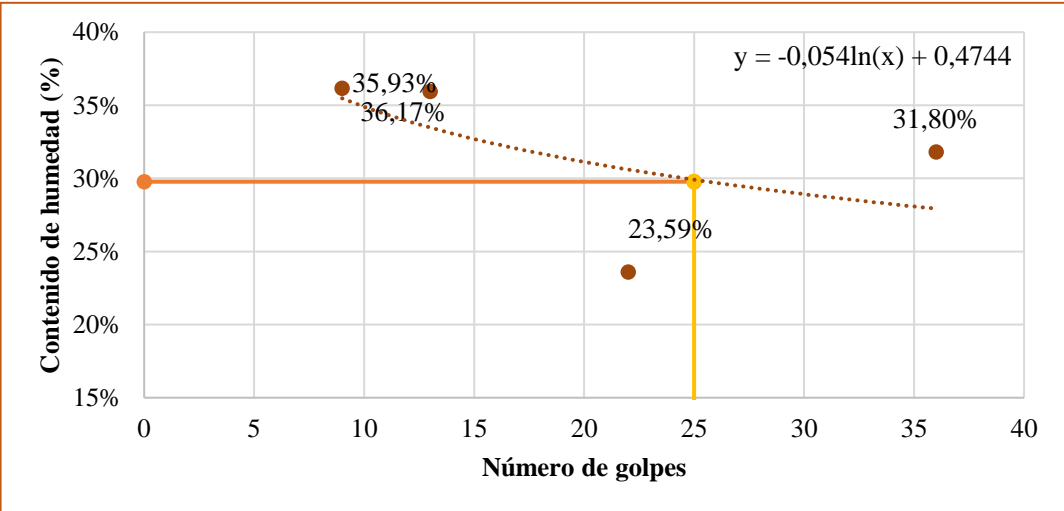
-  ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
-  LÍMITES DE ATTERBERG
-  PROCTOR MODIFICADO TIPO B
-  CBR

Anexo 3.12. Granulometría de la muestra 4





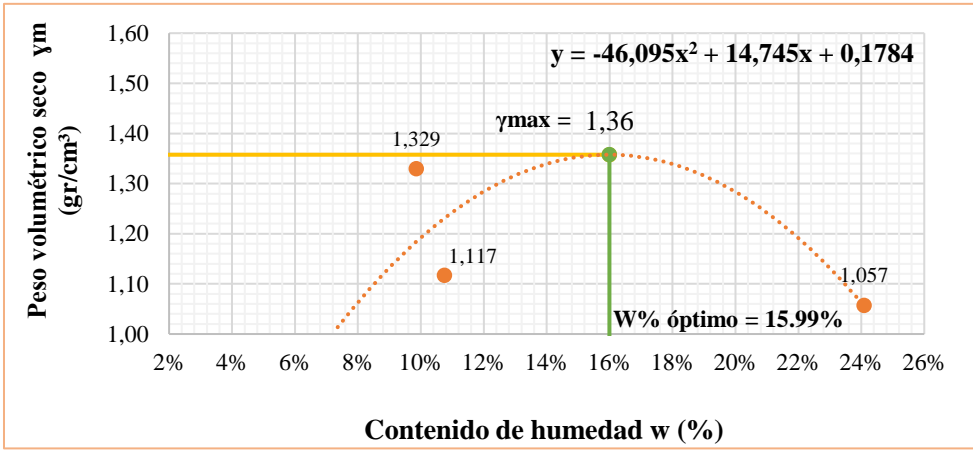
Autora. Gabriela Pico

Anexo 3.13. Límites Atterberg Muestra 4

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG									
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO									
MÉTODO:	NORMAS:			MUESTRA:			ABSCISA:		
Copa de Casagrande	ASTM: D4318			Subrasante			3+263		
LÍMITE LÍQUIDO									
Recipiente	51	52	53	54	55	56	57	58	
Peso muestra hum+ rec	23,7	20,7	20,5	21,3	22,5	22,8	21,2	22,1	
Peso muestra seca+ rec	21,4	17,6	17,9	19,2	20,1	20,7	18,3	19,7	
Peso del recipiente	11,1	11,4	12,2	11,2	11,8	9,2	10,1	11,2	
Peso del agua (Ww)	2,30	3,10	2,60	2,10	2,40	2,10	2,90	2,40	
Peso muestra seca (Ws)	10,30	6,20	5,70	8,00	8,30	11,50	8,20	8,50	
Contenido de humedad (w%)	22,33	50,00	45,61	26,25	28,92	18,26	35,37	28,24	
Promedio de (w%)	36,17%		35,93%		23,59%		31,80%		
Número de golpes	9		13		22		36		
GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO									
									
COORDENADAS					X1	Y1	X2	Y2	Límite Líquido
					29,77%	25	0,00%	29,77%	29,77%
					29,7%	25	29,7%	29,7%	
LÍMITE PLÁSTICO									
Recipiente N°	59	60	61	62	63	64			
Peso suelo húmedo + P. recipiente (Wm+Wr)	9,1	8,9	8,1	8,5	9,1	8,7			
Peso suelo seco + P. recipiente (Ws +Wr)	8,7	8,6	7,8	8,1	8,7	8,3			
Peso del recipiente (Wr)	6,1	6,5	6,6	5,9	5,1	6,1			
Peso de agua (Ww)	0,40	0,30	0,30	0,40	0,40	0,40			
Peso muestra seca (Ws)	2,60	2,10	1,20	2,20	3,60	2,20			
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	15,38%	14,29%	25,00%	18,18%	11,11%	18,18%			
Promedio W% (L.P)	17,02%								
IP=LL - LP	12,75%								



Autora. Gabriela Pico

Anexo 3.14. Ensayo de Proctor

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INGENIERÍA CIVIL		 FCM	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO Y DENSIDAD MÁXIMA			
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO PROCTOR			
Número de golpes: 56	Altura de caída: 18"		Peso del molde: 6698 gr
Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb		Muestra: Subrasante M4
Abscisa: Km 3+610	Norma: AASHTO T-180		Método: B
Peso inicial deseado	6000	6000	6000
DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO			
N° Molde	B1	B2	B3
Humedad inicial añadida	5%	10%	15%
Peso suelo + recipiente	8915	9772	9459
Peso del recipiente	6698	6698	6698
Peso masa de suelo (Wm)	2217	3074	2761
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO			
Altura del molde (cm)	11,6	11,6	11,6
Diámetro de la muestra (cm)	15,20	15,20	15,20
Volumen de la muestra (Vm)	2105	2105	2105
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA			
$\gamma_m = W_m/V_m$ (gr/cm ³)	1,053	1,460	1,312
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
N° Recipiente	B5	B6	B7
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	61,9	54,4	59,3
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	58,65	51,38	56,89
Peso del recipiente Wr	12,24	12,21	12,30
Peso agua (Ww)	3,25	3,02	2,41
Peso de la muestra seca (ws)	46,41	39,17	44,59
Contenido de humedad w%	7,00 %	7,71 %	5,40 %
Contenido de humedad promedio	7,36 %	9,86 %	24,09 %
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO			
$\gamma_d = \gamma_m / (1+w)$ (gr/cm ³)	0,981	1,329	1,057
GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO			
			
Peso Volumétrico Seco Máximo γ_d :	1,358		
Óptimo Contenido de Humedad w:	15,99%		

Autora. Gabriela Pico

Anexo 3.15. Ensayo CBR, muestra 4

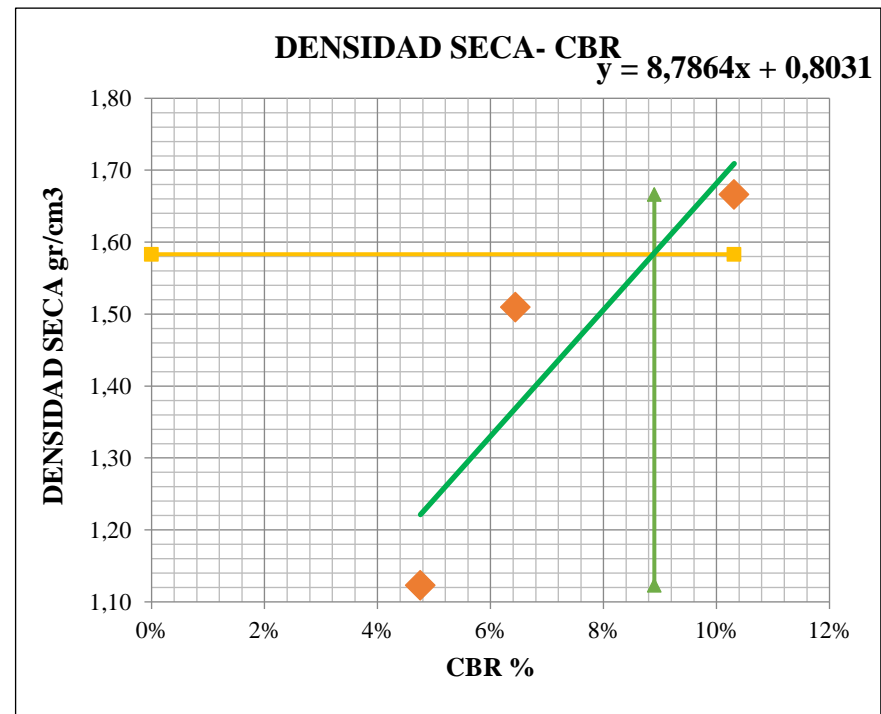
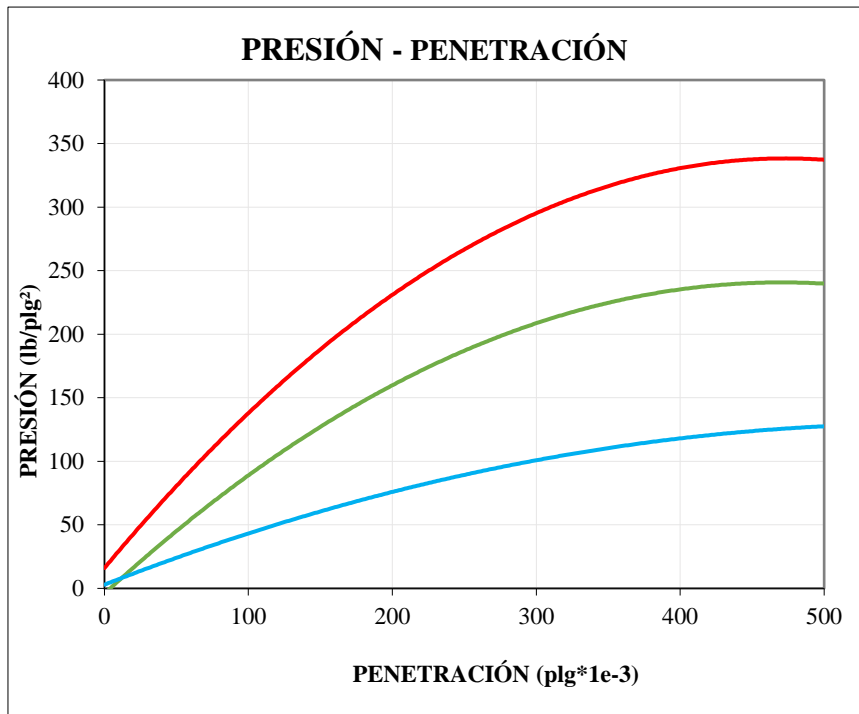
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A CORTE					
ESPECIFICACIONES DE ENSAYO CBR							
Tipo:	Proctor Modificado	Peso del Martillo:			10 lb		
Norma:	AASHTO T-180	Altura de caída:			18 in		
Peso muestra (gr):	6000	Cont. de humedad óptimo (%):			15,99%		
Muestra:	Subrasante	Abscisa:			Km 3+263		
ENSAYO DE COMPACTACION CBR							
MOLDE	11	12	13				
Nº de capas	5	5	5				
Nº de golpes	56	27	11				
Cond. Muestra	Antes del remojo						
P. húmedo + molde	11301	11189	10345				
Peso molde	6729	7213	7239				
Peso húmedo	4572	3976	3106				
Volumen muestra	2447	2287	2511				
Densidad húmeda	1,868	1,739	1,237				
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente N°	71	72	73	74	75	76	
P. hum. + recipiente	77,69	79,23	82,98	85,45	87,56	89,54	
P. seco + recipiente	74,24	70,57	75,21	79,13	84,39	80,49	
Peso recipiente	21,81	21,48	33,87	24,15	22,34	20,89	
Peso agua	3,45	8,66	7,77	6,32	3,17	9,05	
Peso de sólidos	52,43	49,09	41,34	54,98	62,05	59,6	
Contenido humedad %	6,58%	17,64%	18,80%	11,50%	5,11%	15,18%	
Promedio	12,11%		15,15%		10,15%		
Densidad seca	1,667		1,510		1,123		

Autora. Gabriela Pico

ENSAYO DE CARGA – PENETRACIÓN

Máquina de Compresión CONTROLS

ENSAYO DE CARGA – PENETRACIÓN																	
Máquina de Compresión CONTROLS																	
Área del pistón:				3 plg ²		Norma:		ASTM D 193 - 13		Muestra:		Subrasante		ABSCISA		3+610	
Molde				1				2				3					
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR		
					Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida			
min	seg	mm	plg *10 ⁻³	Lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%		
		0	0	0	0,00			0	0,00			0	0,00				
0	0	0,64	25	134	44,67			79	26,33			62	20,67				
1	0	1,27	50	253	84,33			128	42,67			71	23,67				
1	0	1,91	75	376	125,33			176	58,67			85	28,33				
2	0	2,54	100	461	153,67	103,13	10,31	253	84,33	64,40	6,44	123	41,00	47,60	4,76		
3	0	3,81	150	563	187,67			394	131,33			182	60,67				
4	0	5,08	200	682	227,33			462	154,00			249	83,00				
5	0	6,35	250	776	258,67			585	195,00			278	92,67				
6	0	7,62	300	882	294,00			643	214,33			286	95,33				
8	0	10,16	400	967	322,33			687	229,00			345	115,00				
10	0	12,7	500	1034	344,67			722	240,67			389	129,67				
CBR Corregido							10,31					6,44					4,76



Tipo: Proctor Modificado					DENSIDAD MAX	1,667			
Densidad 56	1,667	gr/cm3	CBR 56	10,31%	95% DE DM	1,58	1,58	1,123	1,667
Densidad 27	1,510	gr/cm3	CBR 27	6,44%		0	10,31%	8,90%	8,90%
Densidad 11	1,123	gr/cm3	CBR 11	4,76%		8,90%			

Autora. Gabriela Pico

ANEXO 4. FOTOGRAFÍAS

Ingeniería Civil Fotografías del Proyecto Técnico	
	
Fotografía 1. Conteo vehicular.	Fotografía 2. Pozo a cielo abierto.
	
Fotografía 3. Granulometría	Fotografía 4. Tamizado
	
Fotografía 5. Límite plástico	Fotografía 6. Límite líquido



Fotografía 7. Compactación de suelo



Fotografía 8. Ensayo *CBR*



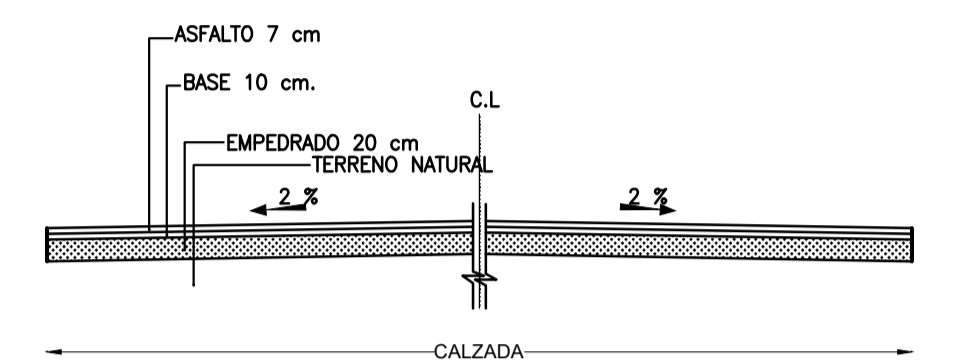
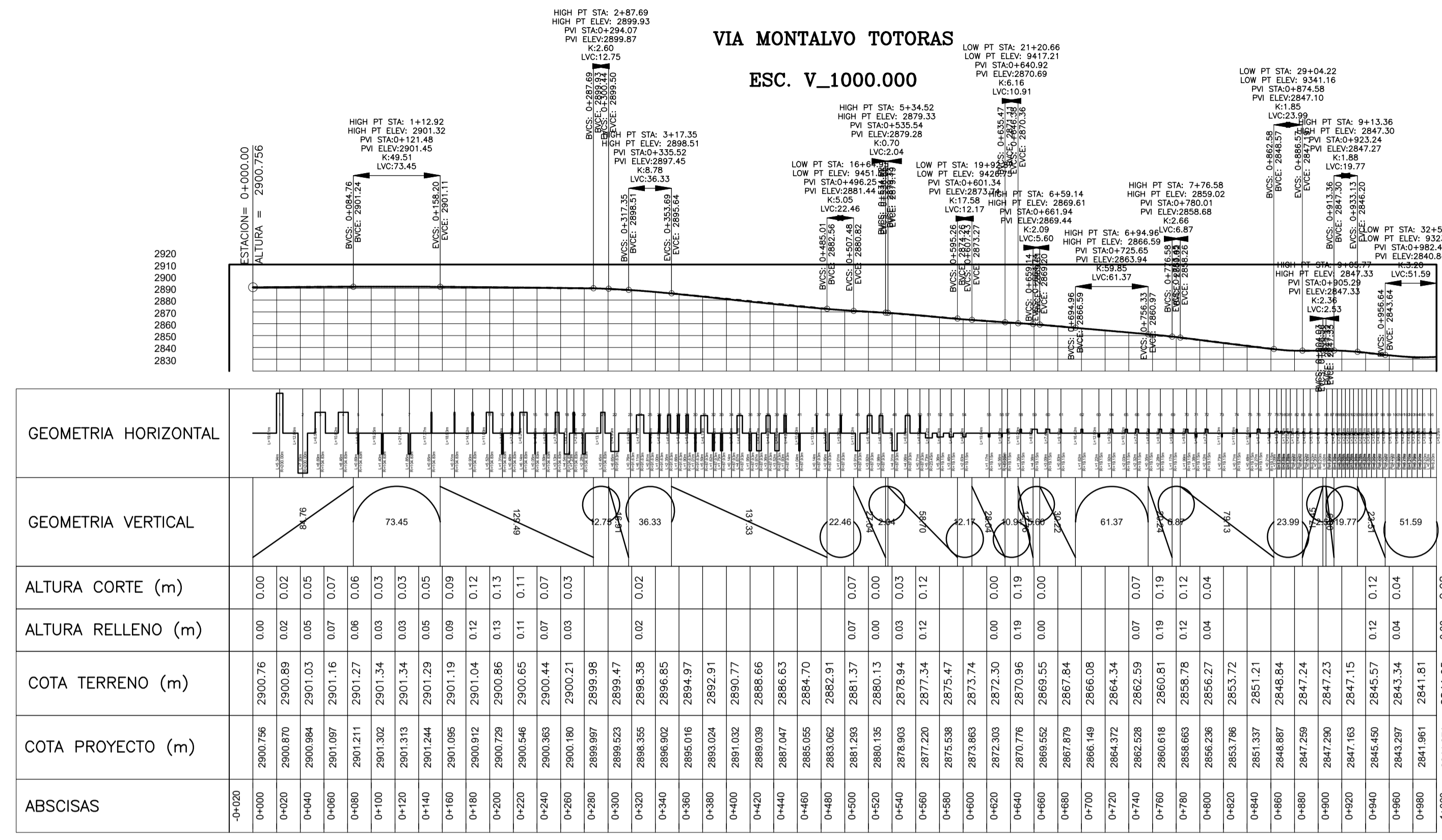
Fotografía 9. Medida de Fallas



Fotografía 10. Viga Benkelman

ANEXO 5. PLANO

IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MONTALVO-TOTORAS EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

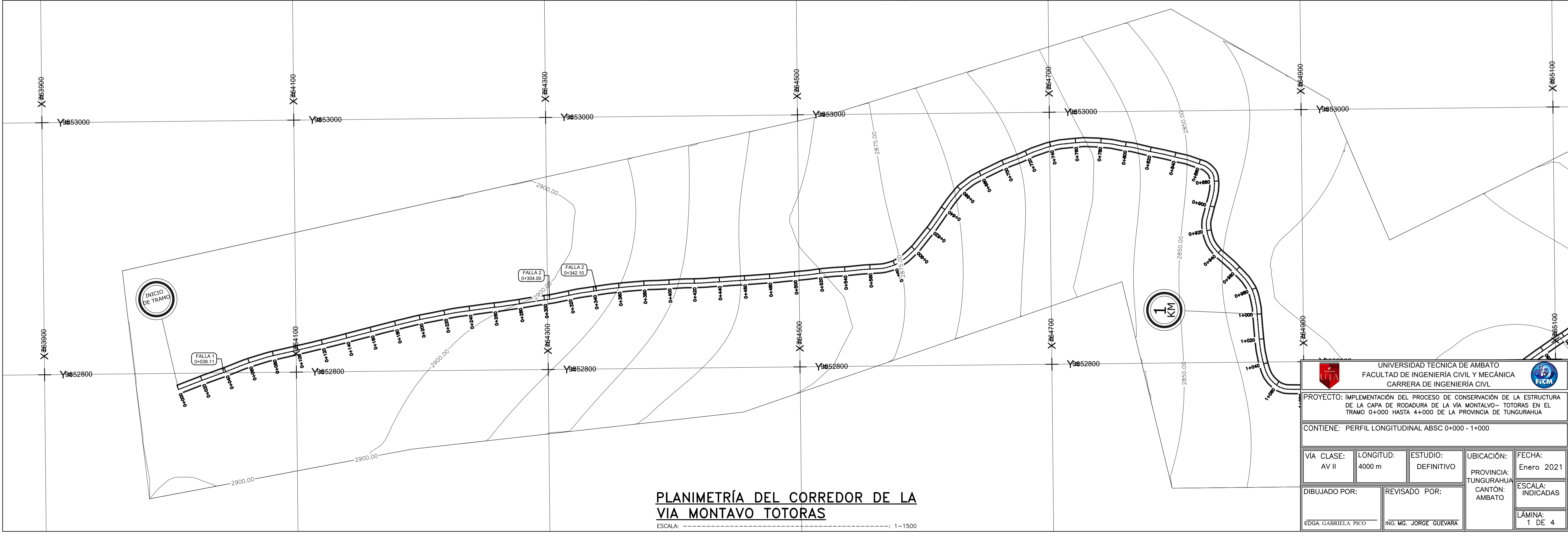


PERFIL LONGITUDINAL CORREDOR

- ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO :ASPHALTO
- MEJORAMIENTO DE SUELO :0
- SUB-BASE :30CM DE EMPEDRADO
- BASE :0,10 m BASE CLASE II CBS >=80
- CAPA DE RODADURA :0
- ANCHO DE BORDILLO :0
- ALTIMETRIA DE ACERA :0
- ANCHO DE ACERA :0
- ATURA DE ACERA :0

PERFIL LONGITUDINAL DEL CORREDOR DE LA VIA MONTALVO TOTORAS

ESCALAS:
HORIZONTAL: 1:3000



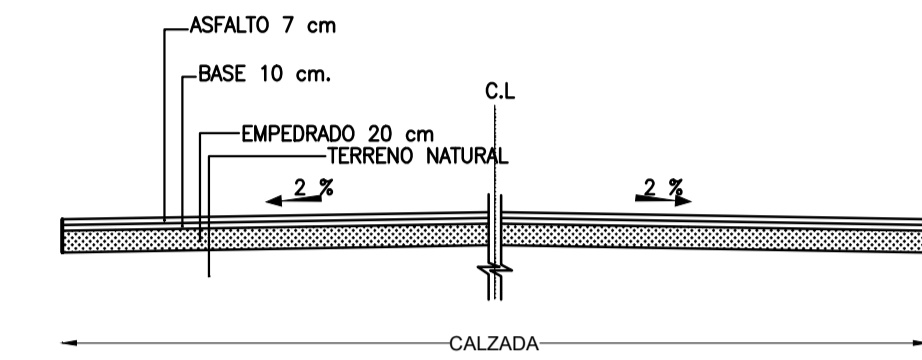
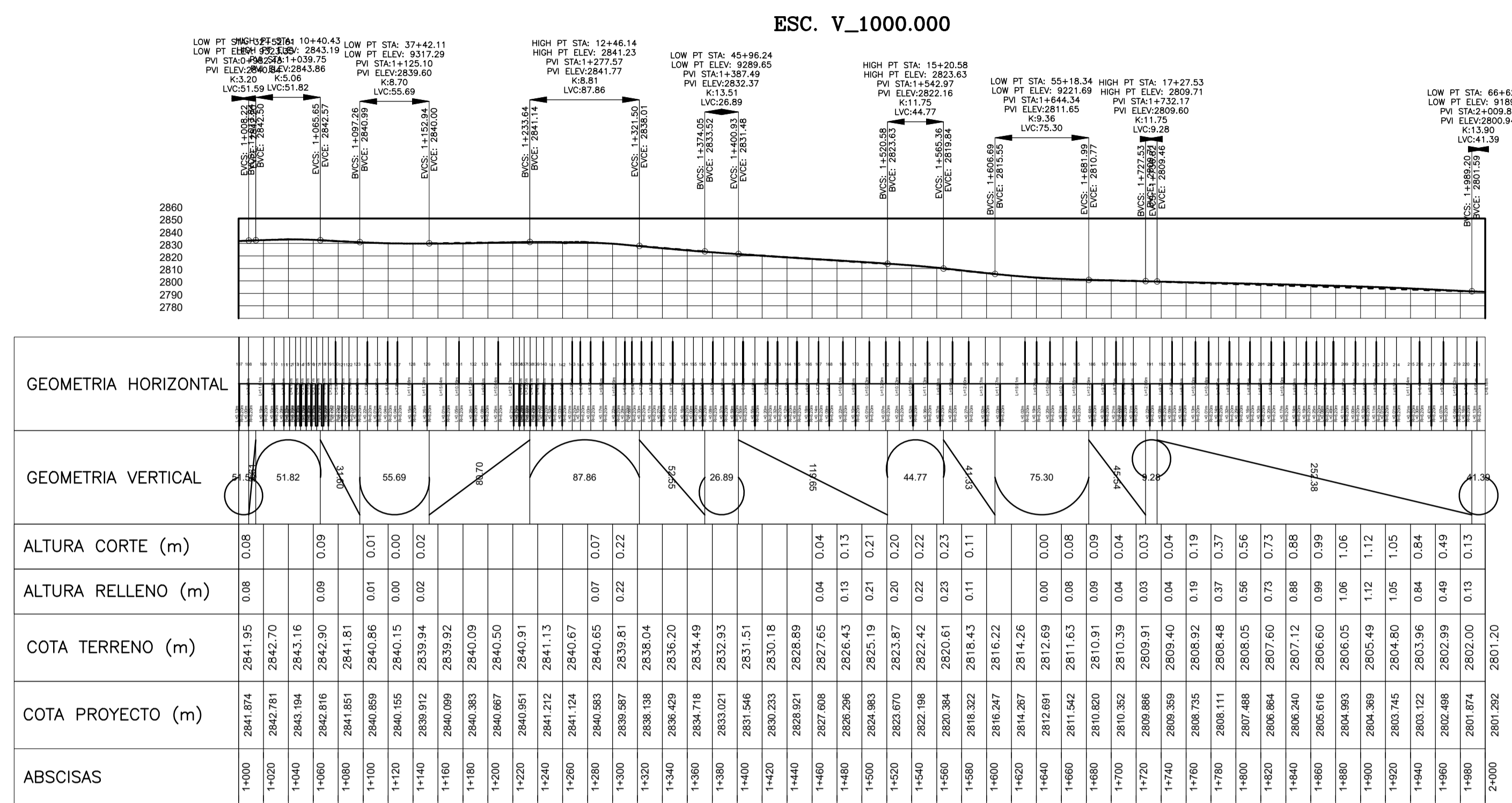
PLANIMETRÍA DEL CORREDOR DE LA VIA MONTALVO TOTORAS

ESCALA: 1:1500

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MONTALVO-TOTORAS EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
CONTIENE: PERFIL LONGITUDINAL ABCS 0+000 - 1+000				
VÍA CLASE:	LONGITUD:	ESTUDIO:	UBICACIÓN:	FECHA:
AV II	4000 m	DEFINITIVO	PROVINCIA: TUNGURAHUA CANTÓN: AMBATO	Enero 2021
DIBUJADO POR:	REVISADO POR:			
EDGA. GABRIELA PICO	ING. MG. JORGE GUEVARA			
				ESCALA: INDICADAS
				LÁMINA: 1 DE 4

IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MONTALVO-TOTORAS EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

VIA MONTALVO TOTORAS
ESC. V_1000.000

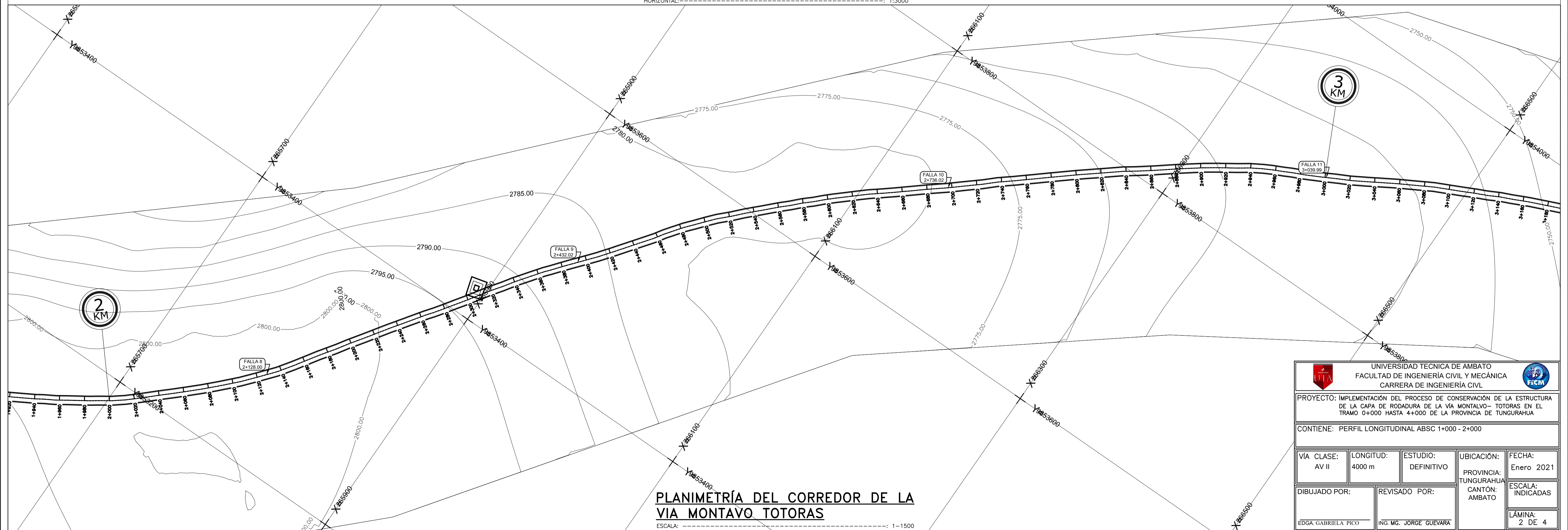


PERFIL LONGITUDINAL CORREDOR

- ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO : ASFALTO
- MEJORAMIENTO DE SUELO : 0
- SUB-BASE : 30CM DE EMPEDRADO
- BASE : 10,10 m BASE CLASE II CBS >= 80
- CAPA DE RODADURA : 0
- ANCHO DE BORDILLO : 0
- ALTURA DE BORDILLO : 0
- ANCHO DE ACERA : 0
- ATURA DE ACERA : 0

PERFIL LONGITUDINAL DEL CORREDOR DE LA VIA MONTALVO TOTORAS

ESCALAS:
HORIZONTAL: 1:3000



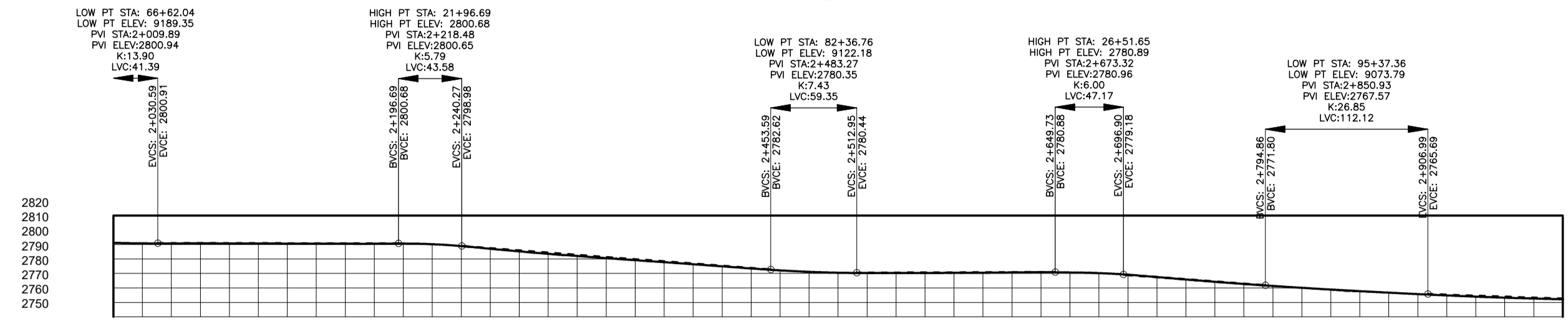
PLANIMETRÍA DEL CORREDOR DE LA VIA MONTALVO TOTORAS

ESCALA: 1:1500

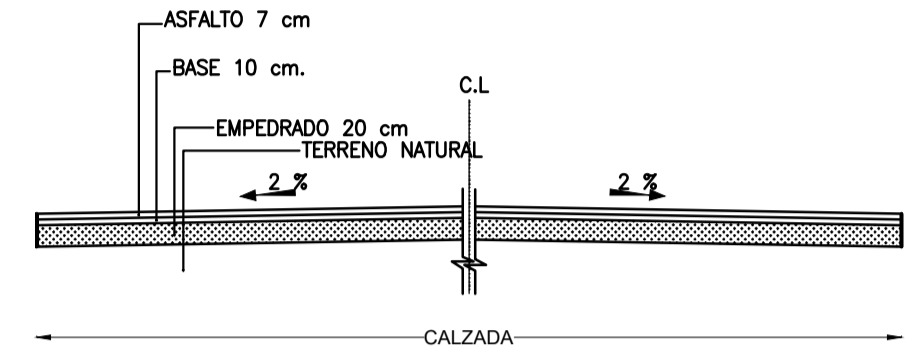
<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</p>				
<p>PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MONTALVO-TOTORAS EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA</p>				
<p>CONTIENE: PERFIL LONGITUDINAL ABCS 1+000 - 2+000</p>				
VIA CLASE: AV II	LONGITUD: 4000 m	ESTUDIO: DEFINITIVO	UBICACIÓN: PROVINCIA: TUNGURAHUA CANTÓN: AMBATO	FECHA: Enero 2021
DIBUJADO POR: EDGA GABRIELA PICO	REVISADO POR: ING. MG. JORGE GUEVARA	ESCALA: INDICADAS		LÁMINA: 2 DE 4

IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MONTALVO-TOTORAS EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

VIA MONTALVO TOTORAS
ESC. V_1000.000



ABSCISAS	COTA TERRENO (m)	COTA PROYECTO (m)	ALTURA RELLENO (m)	ALTURA CORTE (m)	GEOMETRIA VERTICAL	GEOMETRIA HORIZONTAL
2+000	2801.202	2801.20	0.00	0.00		
2+020	2800.968	2800.82	0.148	0.00		
2+040	2800.869	2800.78	0.089	0.00		
2+060	2800.871	2800.79	0.081	0.00		
2+080	2800.843	2800.78	0.063	0.00		
2+100	2800.814	2800.74	0.074	0.00		
2+120	2800.786	2800.62	0.166	0.00		
2+140	2800.758	2800.56	0.198	0.00		
2+160	2800.729	2800.53	0.199	0.00		
2+180	2800.701	2800.54	0.161	0.00		
2+200	2800.663	2800.66	0.00	0.00		
2+220	2800.175	2800.18	0.005	0.01		
2+240	2799.997	2799.85	0.147	0.00		
2+260	2797.464	2797.08	0.384	0.00		
2+280	2795.931	2795.25	0.681	0.00		
2+300	2794.397	2793.53	0.864	0.00		
2+320	2792.864	2792.07	1.074	0.00		
2+340	2791.331	2790.59	1.274	0.00		
2+360	2789.798	2789.17	1.467	0.00		
2+380	2788.265	2787.79	1.646	0.00		
2+400	2786.732	2786.37	1.815	0.00		
2+420	2785.199	2784.91	2.078	0.00		
2+440	2783.666	2783.46	2.331	0.00		
2+460	2782.133	2782.13	0.00	0.01		
2+480	2780.600	2780.52	0.08	0.01		
2+500	2779.067	2780.30	1.233	0.07		
2+520	2777.534	2780.29	2.754	0.07		
2+540	2775.999	2780.37	4.378	0.13		
2+560	2774.466	2780.42	5.934	0.11		
2+580	2772.931	2780.49	7.568	0.08		
2+600	2771.398	2780.52	9.112	0.08		
2+620	2769.865	2780.67	10.805	0.13		
2+640	2768.332	2780.84	12.508	0.11		
2+660	2766.799	2780.97	14.171	0.07		
2+680	2765.266	2781.12	15.854	0.20		
2+700	2763.733	2781.27	17.541	0.07		
2+720	2762.200	2777.51	5.311	0.08		
2+740	2760.667	2775.63	4.863	0.13		
2+760	2759.134	2774.25	3.781	0.11		
2+780	2757.601	2772.76	2.999	0.08		
2+800	2756.068	2771.38	2.312	0.08		
2+820	2754.535	2770.10	1.634	0.08		
2+840	2752.999	2768.90	1.111	0.11		
2+860	2751.466	2767.79	0.911	0.11		
2+880	2749.931	2766.74	0.744	0.01		
2+900	2748.398	2765.75	0.643	0.01		
2+920	2746.865	2764.83	0.562	0.01		
2+940	2745.332	2763.99	0.499	0.01		
2+960	2743.799	2763.26	0.451	0.01		
2+980	2742.266	2762.67	0.411	0.01		
3+000	2740.733	2762.15	0.378	0.01		

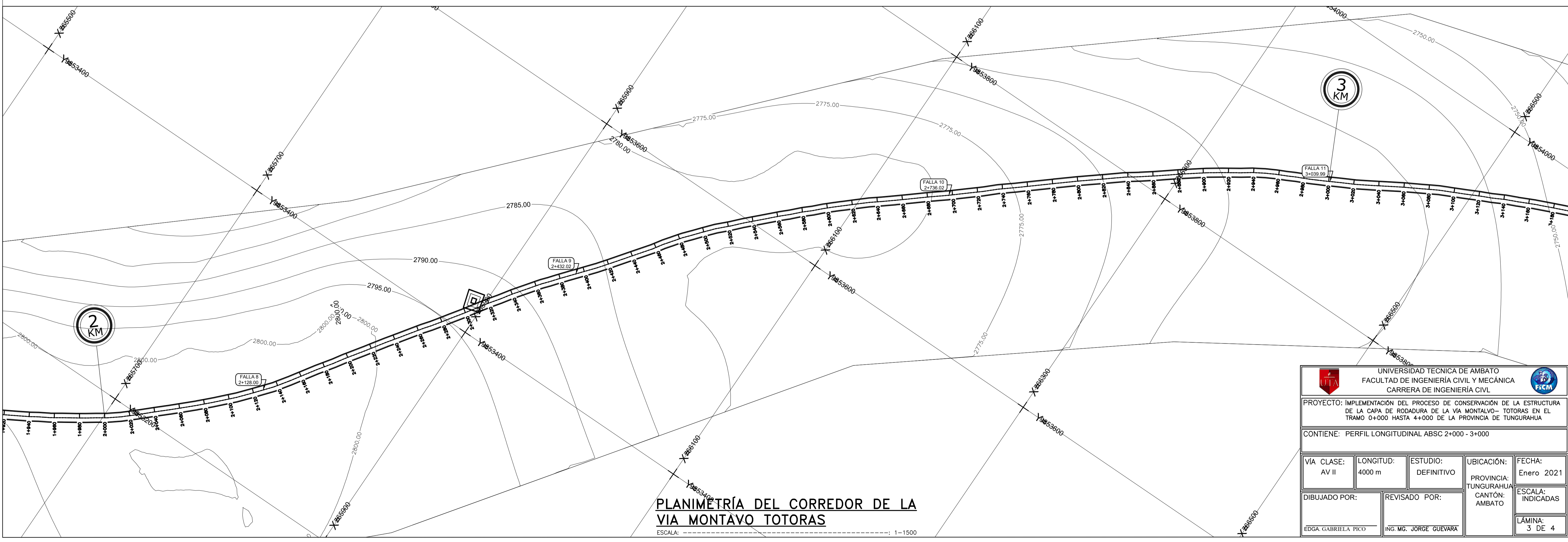


PERFIL LONGITUDINAL CORREDOR

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	: ASFALTO
MEJORAMIENTO DE SUELO	: 0
SUB-BASE	: 30CM DE EMPEDRADO
BASE	: 10.10 m BASE CLASE II CBS >= 80
CAPA DE RODADURA	: 10.07 m o 3" MARSHAL
ANCHO DE BORDILLO	: 0
ALTURA DE BORDILLO	: 0
ANCHO DE ACERA	: 0
ATURA DE ACERA	: 0

PERFIL LONGITUDINAL DEL CORREDOR DE LA VIA MONTALVO TOTORAS

ESCALAS:
HORIZONTAL: 1:3000



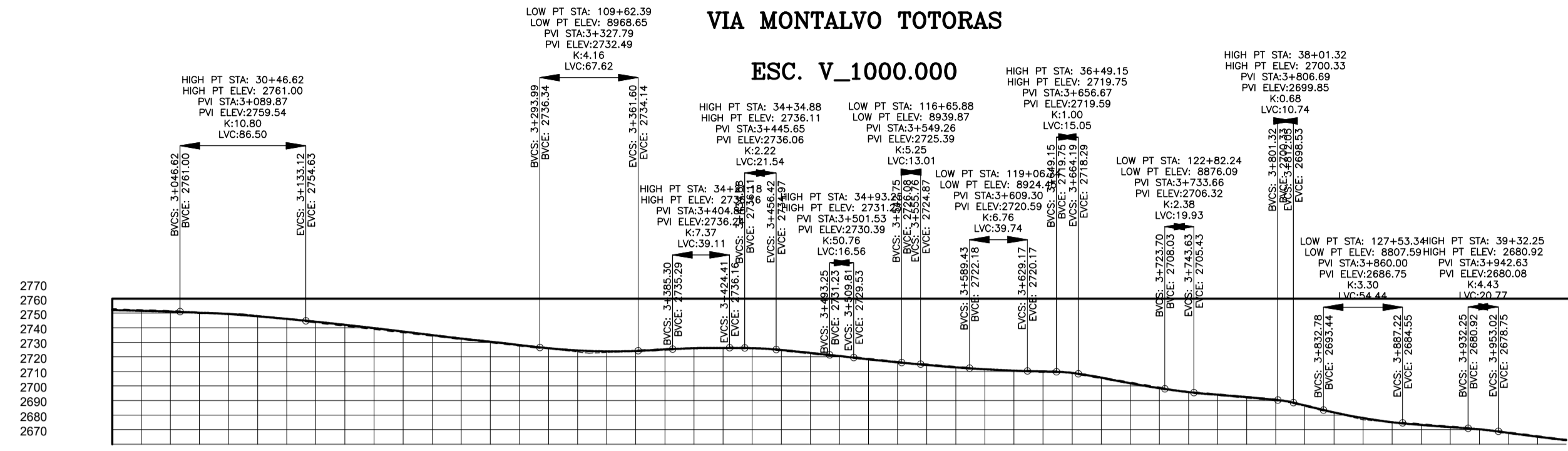
PLANIMETRÍA DEL CORREDOR DE LA VIA MONTALVO TOTORAS

ESCALA: 1:1500

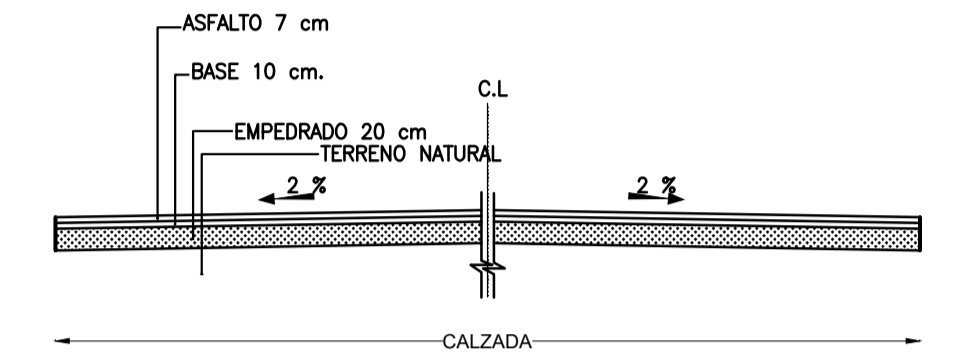
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MONTALVO-TOTORAS EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
CONTIENE: PERFIL LONGITUDINAL ABCS 2+000 - 3+000				
VIA CLASE:	LONGITUD:	ESTUDIO:	UBICACIÓN:	FECHA:
AV II	4000 m	DEFINITIVO	PROVINCIA: TUNGURAHUA CANTÓN: AMBATO	Enero 2021
DIBUJADO POR:	REVISADO POR:			
EDGA. GABRIELA PICO	ING. MG. JORGE GUEVARA			
				ESCALA: INDICADAS
				LÁMINA: 3 DE 4

IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MONTALVO-TOTORAS EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

VIA MONTALVO TOTORAS
ESC. V_1000.000



ABSCISAS	COTA TERRENO (m)	ALTURA RELLENO (m)	ALTURA CORTE (m)	GEOMETRIA VERTICAL	GEOMETRIA HORIZONTAL
3+000	2762.964				
3+020	2761.892				
3+040	2761.219				
3+060	2760.464				
3+080	2759.359				
3+100	2757.864				
3+120	2756.038				
3+140	2753.844				
3+160	2751.570				
3+180	2749.296				
3+200	2747.023				
3+220	2744.749				
3+240	2742.475				
3+260	2740.201				
3+280	2737.927				
3+300	2735.653				
3+320	2733.379				
3+340	2731.105				
3+360	2728.831				
3+380	2726.557				
3+400	2724.283				
3+420	2722.009				
3+440	2719.735				
3+460	2717.461				
3+480	2715.187				
3+500	2712.913				
3+520	2710.639				
3+540	2708.365				
3+560	2706.091				
3+580	2703.817				
3+600	2701.543				
3+620	2699.269				
3+640	2696.995				
3+660	2694.721				
3+680	2692.447				
3+700	2690.173				
3+720	2687.899				
3+740	2685.625				
3+760	2683.351				
3+780	2681.077				
3+800	2678.803				
3+820	2676.529				
3+840	2674.255				
3+860	2671.981				
3+880	2669.707				
3+900	2667.433				
3+920	2665.159				
3+940	2662.885				
3+960	2660.611				
3+980	2658.337				
4+000	2656.063				

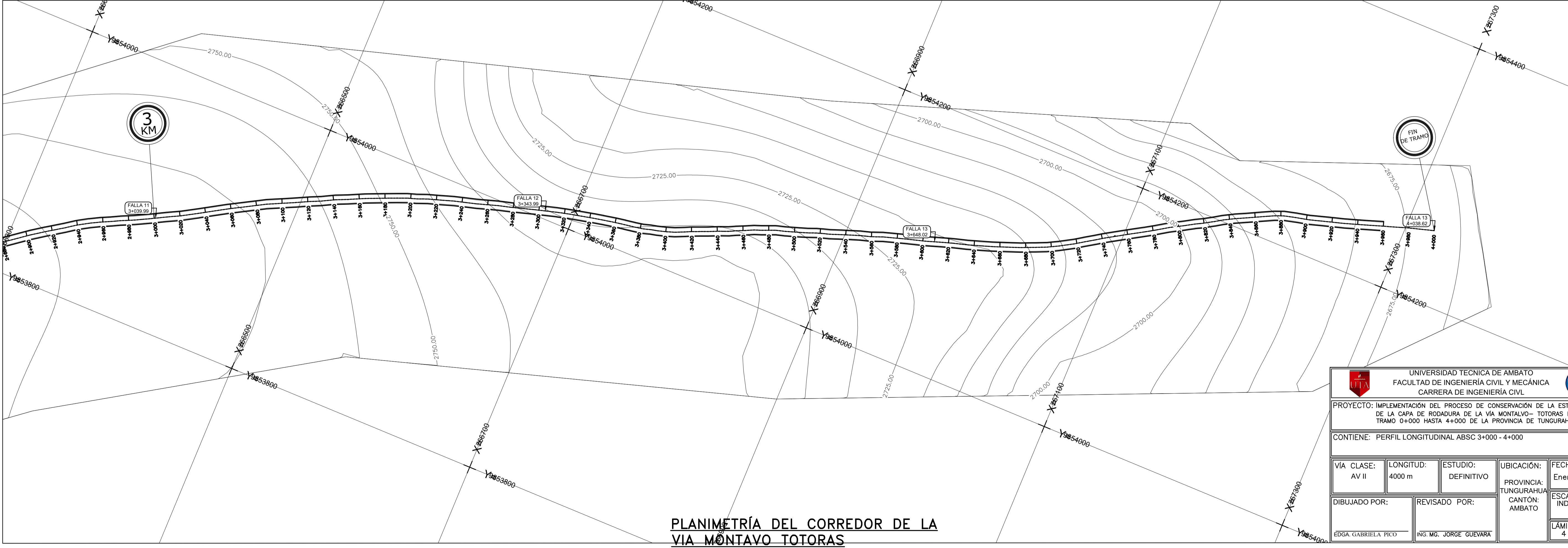


PERFIL LONGITUDINAL CORREDOR

- ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO : ASFALTO
- MEJORAMIENTO DE SUELO : 0
- SUB-BASE : 30CM DE EMPEDRADO
- BASE : 10,10 m BASE CLASE II CBS >=80
- CAPA DE RODADURA : 10,07 m o 3" MARSHAL
- ANCHO DE BORDILLO : 10
- ALTURA DE BORDILLO : 10
- ANCHO DE ACERA : 10

PERFIL LONGITUDINAL DEL CORREDOR DE LA VIA MONTALVO TOTORAS

ESCALAS:
HORIZONTAL: 1:3000



PLANIMETRÍA DEL CORREDOR DE LA VIA MONTALVO TOTORAS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MONTALVO-TOTORAS EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

CONTIENE: PERFIL LONGITUDINAL ABCS 3+000 - 4+000

VÍA CLASE: AV II	LONGITUD: 4000 m	ESTUDIO: DEFINITIVO	UBICACIÓN: TUNGURAHUA CANTÓN: AMBATO	FECHA: Enero 2021
DIBUJADO POR: EDGA. GABRIELA PICO	REVISADO POR: ING. MG. JORGE GUEVARA			ESCALA: INDICADAS
				LÁMINA: 4 DE 4