



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

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERA CIVIL**

TEMA:

**“EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE
LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000
HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA
DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**

AUTOR: Lucero del Belen Villegas Freire

TUTOR: Ing. Fricson Lutgardo Moreira Cedeño, Mg.

AMBATO – ECUADOR

Febrero - 2024


APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por la Srta. Lucero del Belen Villegas Freire, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1850194703, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente Trabajo Experimental es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, febrero 2024



Ing. Fricson Moreira, Mg.

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Lucero del Belen Villegas Freire con C.I. 1850194703, declaro que todos los contenidos y actividades expuestos en el desarrollo del presente Trabajo Experimental con el tema: **“EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los criterios, tablas, análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, febrero 2024



Lucero del Belen Villegas Freire

C.I. 1850194703

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental 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 Trabajo Experimental, 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, febrero 2024



Lucero del Belen Villegas Freire

C.I. 1850194703

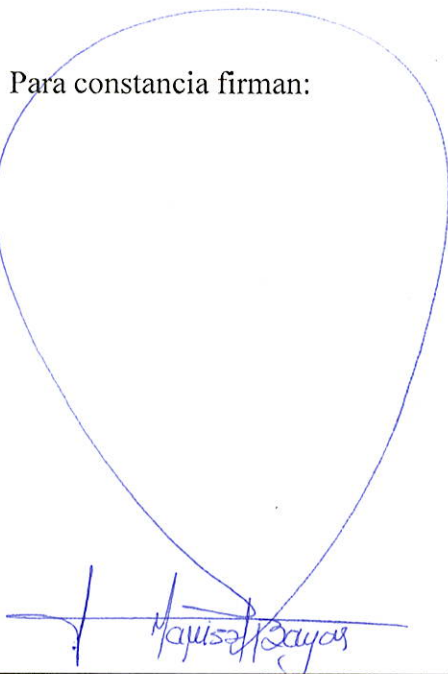
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por la estudiante Lucero del Belen Villegas Freire de la carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

Ambato, febrero 2024

Para constancia firman:



Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Jorge Javier Guevara Robalino, Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

A Dios.

Por brindarme la fe, fortaleza, esperanza y guiar mi vida sin dejarme desvanecer, por su amor infinito para finalizar este proyecto.

A mi familia.

A mi madre Susana por su apoyo incondicional, por sus consejos, amor, paciencia y haberme forjado como la persona que soy.

A mis hermanos Javier, Silvana, Héctor, Gerardo y Jefferson por su apoyo infinito y sobre todo por la confianza en todo momento, toda mi vida estaré muy agradecida por todos los esfuerzos que han hecho por mí.

A ti papá Ricardo por habernos enseñado que cada meta se consigue con dedicación y perseverancia, aunque no estés físicamente con nosotros te dedicamos este triunfo, porque sé que desde el cielo nos cuidas y guías nuestros pasos.

Lucero del Belen Villegas Freire

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme la fuerza y sabiduría para llegar a lograr cada una de mis metas y nunca soltarme de su mano a pesar de las dificultades que he tenido a lo largo de mi carrera universitaria.

Agradecer a mi querida madre que a pesar de su fuerte carácter siempre está para apoyarme, a quien le amo infinitamente, por ser padre y madre para mí, por ser mi mayor ejemplo, confidente y brindarme toda su confianza y amor a lo largo de mi vida, por haberme hecho una mujer de bien.

A mi padre con todo el corazón ya que él fue mi inspiración para seguir esta carrera, también por enseñarnos a ser fuertes, dedicados y perseverantes. A pesar de su pronta partida, siempre está presente y es luz en nuestro caminar.

A mis hermanos Javier, Silvana, Héctor, Gerardo y Jefferson quienes han estado a mi lado en los buenos y malos momentos, gracias por cada una de sus palabras de aliento y sobre todo por ser un pilar fundamental en mi familia.

A mis amigos, quienes siempre me ayudaron en los momentos difíciles, por sus palabras de aliento y momentos memorables que hemos pasado, gracias por ser mi segunda familia y su amistad.

A la Universidad Técnica de Ambato en especial a mi estimada Facultad de Ingeniería Civil por abrirme las puertas y permitirme formarme como Ingeniera Civil y a cada uno de sus docentes por compartir sus conocimientos durante mi carrera universitaria y a mi tutor Ing. Fricson Moreira, por guiarme y el apoyo brindado durante el trabajo de titulación.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A. PAGINAS PRELIMINARES

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	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 TABLAS	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO	1
1.1 Antecedentes Investigativos.....	1
1.2 Objetivos	5
CAPITULO II.- METODOLOGÍA	6
2.1 Materiales	6
2.2 Métodos	7
2.2.1 Fase Preliminar.....	7
2.2.2 Fase 1. Recolección de Datos.....	9
2.2.3 Fase 2. Procesar y analizar los datos obtenidos	12
2.2.3 Etapa 3. Plan de mantenimiento con su correspondiente presupuesto económico	18
CAPITULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
3.1 Análisis y discusión de los resultados	20
3.1.1 Datos obtenidos en campo y laboratorio Procesados y analizados	20
3.1.1.1 Determinación del Tráfico	20
3.1.1.1.1 Estación de conteo Vehicular.....	20
3.1.1.1.2 Cálculo del tráfico Promedio Diarios Anual (TPDA) por el método de la 30va hora	23
3.1.1.1.3 Cálculo de la Hora máxima.....	24
3.1.1.1.4 Cálculo del tráfico promedio diario anual (TPDA) Total	24
3.1.1.1.5 Cálculo del tráfico proyectado	25

3.1.1.1.6 Cálculo del número de ejes equivalentes W18	29
3.1.1.1.7 Clasificación de la vial en función del TPDA proyectado	30
3.1.1.2 Evaluación superficial del pavimento flexible-Índice de Condición del Pavimento.....	31
3.1.1.3 Determinación de deflexiones de la vía a través del uso de Viga Benkelman.....	39
3.1.1.4 Estudio de suelos.....	48
3.1.4 Plan de mantenimiento con su correspondiente presupuesto económico .	55
3.1.4.1 Diseño del pavimento.....	55
3.1.4.2 Presupuesto económico.....	65
3.2 Verificación de Hipótesis	66
CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
4.1 CONCLUSIONES.....	67
4.3 RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas del proyecto	7
Tabla 2 Factores de corrección por estacionalidad	14
Tabla 3 Tipo de deflexiones de acuerdo con su comportamiento	14
Tabla 4 Tamices de la serie de Tyler.....	16
Tabla 5 Coordenadas de la ubicación de la estación de conteo vehicular.....	21
Tabla 6 Formato de conteo vehicular manual	23
Tabla 7 Total de vehículos en la hora pico.....	24
Tabla 8 Tráfico Promedio Diario Anual	25
Tabla 9 Índice de crecimiento vehicular	26
Tabla 10 Tráfico Futuro	27
Tabla 11 Factor de daño según el tipo de Eje	28
Tabla 12 Porcentaje de W18	29
Tabla 13 Resultados del Número de Ejes Equivalentes	30
Tabla 14 Clasificación Funcional del Ministerio de Obras Públicas	31
Tabla 15 Formato de campo del PCI.....	32
Tabla 16 Datos para determinar la unidad de muestreo	32
Tabla 17 Unidades de muestreo inspeccionadas	35
Tabla 21 Resumen del porcentaje de fallas en la vía	36
Tabla 18 Clasificación del Condición del Pavimento e intervención	37
Tabla 19 Resumen del Índice de Condición del Pavimento.....	38
Tabla 20 Resumen del Índice de Condición del Pavimento con respectivo distintivo	39
Tabla 22 Lectura de deflexiones obtenidas en campo.....	40
Tabla 23 Deflexiones corregidas por relación de brazo de 1:2 de la Viga Benkelman	41
Tabla 24 Deflexiones corregidas por temperatura	42
Tabla 25 Deflexiones corregidas por estacionalidad.....	43
Tabla 26 Radios de curvatura.....	44
Tabla 27 Resultados del comportamiento y tipo de deflexión en el pavimento	47
Tabla 28 Resumen de los resultados de las deflexiones.....	47
Tabla 29 Puntos de Calicatas	49
Tabla 30 CBRs obtenidos por el ensayo DCP (in situ).....	49

Tabla 31	Clasificación del suelo según la SUCS	50
Tabla 32	Porcentaje del suelo natural	50
Tabla 33	Porcentaje del material granular según SUCS y AASHTO	51
Tabla 34	Resumen del ensayo Límites de Atterberg del suelo natural	51
Tabla 35	Resumen del ensayo Límites de Atterberg de la capa granular	52
Tabla 36	Resumen del ensayo al desgaste	52
Tabla 37	Resumen Proctor Modificado tipo B de la subrasante	53
Tabla 38	Resumen Proctor Modificado tipo D del material granular	53
Tabla 39	Clasificación y utilización de los suelos	54
Tabla 40	Clasificación del Porcentajes de CBR.....	54
Tabla 41	Niveles de confiabilidad.....	55
Tabla 42	Desviación estándar (Zr)	56
Tabla 43	Serviciabilidad inicial (Po).....	57
Tabla 44	Serviciabilidad final (Pf)	57
Tabla 45	Percentiles según el número de ejes equivalentes.....	57
Tabla 46	Resultados del ensayo de subrasante (CBR).....	58
Tabla 47	Capacidad de drenaje	59
Tabla 48	Valores ingresados y salidos para el cálculo del número estructural.....	63
Tabla 49	Espesores mínimos que sugiere la norma AASHTO 93	64
Tabla 50	Espesores propuestos	64
Tabla 51	Volúmenes de obra para mantenimiento vial.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Figura 1 Avenida Pitágoras redondel de Terremoto – San Luis	8
Figura 2 Vía en mal estado	8
Figura 3 Estructura del pavimento	9
Figura 4 Estación en origen de vía para conteo vehicular	9
Figura 5 Evaluación superficial del pavimento (PCI).....	10
Figura 6 Evaluación con la viga Benkelman	11
Figura 7 Realización de calicata	12
Figura 8 Esquema de Equipo DCP	15
Figura 9 Estación del conteo vehicular	21
Figura 10 Datos de la hora pico	25
Figura 11 Crecimiento porcentual de la vía en un lapso de 20 años.....	28
Figura 12 Deflectograma Estructural de la vía en estudio	48
Figura 13 CBR de diseño usando el percentil.....	58
Figura 14 Ábaco para determinar el coeficiente estructural de la carpeta asfáltica..	60
Figura 15 Ábaco para determinar el coeficiente estructural de la base	61
Figura 16 Ábaco para determinar el coeficiente estructural de la subbase.....	62
Figura 17 Cálculo de número estructural con el software Ecuación AASHTO – 93	62

RESUMEN EJECUTIVO

La infraestructura vial de una ciudad es parte indispensable para el desarrollo económico y social, por lo tanto, se realizaron los estudios respectivos determinando que la vía del sector en estudio al momento se encuentra en mal estado lo que perjudica la seguridad, estabilidad y confiabilidad al usuario.

Para ello, se inició con un estudio del TPDA actual y proyectado; Posteriormente, se determinó el PCI de 15 unidades de muestra y se realizó el ensayo con la Viga Benkelman en 9 puntos; también se realizaron los siguientes ensayos: DCP, abrasión, granulometría, límites de Atterberg y CBR. Finalmente, se propuso un plan de mantenimiento por tramos en base a los daños de la vía.

Como resultado se obtuvo que, en 20 años, la vía se clasificará como una colectora clase I con un TPDA proyectado de 4976 vehículos/día. En cuanto al PCI, se determinó que desde la abscisa 0+000 hasta la 2+730 está en mal estado, por esta razón, se planteó la rehabilitación; sin embargo, desde la abscisa 2+730 hasta la 4+000 está en buen estado, por lo tanto, únicamente requiere mantenimiento. En cambio, con la viga Benkelman se determinó que el primer tramo tiene deflexión tipo III, mientras que el segundo tiene deflexión tipo I. Por otro lado, con los ensayos mencionados se identificó que la vía está conformada por una capa granular correspondiente a una base clase 4 y por una subrasante conformada por arena limosa. Finalmente, el presupuesto requerido para el mantenimiento es de 507.274,55 dólares.

Palabras clave: TPDA, PCI, Viga Benkelman, DCP, Granulometría, Abrasión, CBR.

ABSTRACT

The road infrastructure of a city is an indispensable part for the economic and social development, therefore, the respective studies were carried out, determining that the road of the sector under study is currently in poor condition, which affects the safety, stability and reliability of the user.

For this purpose, we began with a study of the current and projected TPDA; subsequently, the PCI of 15 sample units was determined and the Benkelman Beam test was performed at 9 points; the following tests were also carried out: DCP, abrasion, granulometry, Atterberg limits and CBR. Finally, a maintenance plan was proposed by sections based on track damage.

As a result, in 20 years the road will be classified as a class I collector with a projected TPDA of 4,976 vehicles/day. As for the PCI, it was determined that from the 0+000 to the 2+730 abscissa it is in poor condition, for this reason, rehabilitation was proposed; however, from the 2+730 to the 4+000 abscissa it is in good condition, therefore, it only requires maintenance. On the other hand, with the Benkelman beam, it was determined that the first section has type III deflection, while the second has type I deflection. On the other hand, with the aforementioned tests it was identified that the road is made up of a granular layer corresponding to a class 4 base and a subgrade made up of silty sand. Finally, the budget required for maintenance is US \$507,274.55.

Key words: TPDA, PCI, Benkelman Beam, DCP, Granulometry, Abrasion, CBR.

CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

En la actualidad la infraestructura vial aporta significativamente al crecimiento social, económico y productivo del país, puesto que mantiene la capacidad de una herramienta política para atender la inestabilidad social y territorial al proveer fácil acceso entre las partes rurales y los principales puntos de producción y consumo. El cual puede establecer oportunidades económicas para las personas que habitan en dichas partes y contribuir a mitigar la migración.[1] Sin embargo, la falta de mantenimiento impide la movilidad el cual aumenta significativamente el costo de operación de los vehículos, eleva el índice de accidentes ocasionando costos humanos y materiales, debilita el aislamiento, pobreza, salud y educación en los sectores rurales. Además, retrasar el mantenimiento vial causa altos costos directos e indirectos el mismo que si se interviene a tiempo los costos no exceden, si no se toma en cuenta el daño de la carretera una sección completa de la misma puede fallar por completo por lo que se necesitará una reconstrucción absoluta con un costo promedio de tres o más al del mantenimiento.[2]

Existen Instituciones delegadas en realizar el sistema de mantenimiento vial que por lo general verifican que las vías se encuentren en mal estado para tomar cartas en el asunto, por el contrario, hay otras entidades que aplican métodos de conservación o mantenimiento vial preventivos así estuviese en buenas condiciones, estos tipos son considerados como mantenimiento ya que preserva la vía a través de cualquier actividad que ayude a prever o detener el deterioro de la capa de rodadura. [3]

Por otro lado, países en desarrollo como Nigeria, ayudan al desarrollo constructivo de carreteras, pero no a su mantenimiento esto debido a que su construcción es costosa, lo que conlleva a que las vías que presentan algún tipo de daño o problemas sean desatendidas con el propósito que se deterioren. Las carreteras de Nigeria presentan una serie de problemas como diseños defectuosos, el bajo volumen de transporte el inapropiado sistema de drenaje escaso financiamiento para su mantenimiento y su poca cultura de cuidado.[4]

Por consiguiente, la implementación de un plan de mantenimiento y conservación vial debe ser de atención nacional el cual involucra que los gobiernos apliquen métodos de

mantenimiento vial, es decir, ejecutar actividades apropiadas con la respectiva planificación, diseño, construcción, mantenimiento y evaluación de la red vial. Tomar acciones preventivas para la conservación del pavimento teniendo como fin de evitar daños en la infraestructura vial, garantizando el tránsito estable con comodidad y seguridad. [5]

Luego de la construcción de una carretera se da paso a su uso está expuesta a diferentes fenómenos naturales como el sol, la lluvia y la circulación de diferentes clases de vehículos que deteriora la capa de rodadura. De modo que es evitable, destinar un porcentaje del costo total de la calzada cada año para brindar su correspondiente mantenimiento la administración de este recurso es importante para asegurar el perfecto funcionamiento de la carretera, sin olvidar que siempre debe ser planificada con el fin de brindar excelente seguridad a los usuarios que transitan la vía. [6]

Las carreteras brasileñas son diseñadas para un período no mayor a 10 años en toda la estructura del pavimento misma que debe ser económica, duradera y rentable. Sin embargo, las deflexiones superficiales del pavimento se dan cuando la subrasante es débil, esto debido a que en los proyectos establecen espesores mínimos de las capas, el pavimento no desempeñará su vida útil para la que estuvo diseñada por lo que el servicio de mantenimiento se lo realiza temprano. [7]

Una excelente opción tecnológica para evaluar el estado de las carreteras es a través de fotogrametría terrestre y redes neuronales, puesto que disminuye el tiempo y costo, además es eficaz a comparación de otras herramientas tecnológicas y como no de los métodos tradicionales. La fotogrametría terrestre con juntamente con las redes neuronales captura y procesan las diferentes fallas del pavimento, clasificándoles en donde emite un resultado general con ubicación georreferenciada.[8]

Por otra parte, existe un método funcional para evaluar superficialmente la condición del pavimento, la cual aporta una solución a los diferentes problemas estructurales. Este método consiste en la fotogrametría de corto alcance que a través del software ERDAS IMAGINE representa la superficie como orto imagen evitando recurrir a territorio para obtener las diferentes fallas de la superficie. Así mismo la evaluación superficial del pavimento brinda una posible solución conforme el tipo de falla e

importancia, permitiendo intervenir por medio de recapeos o a su vez cambio total del paquete estructural.[9]

En de Costa Rica los diseños de pavimentos no resultan adecuados en tal razón se procedió a realizar la evaluación de la condición superficial del pavimento. Un claro ejemplo se muestra en la investigación por Esteban Méndez en el año 2019, quien se basa en la Norma AST D6433-18, en donde llegó a la conclusión que el método PCI es una de las imprescindibles ya que no es necesario el empleo de herramientas tecnológicas porque se mide de manera directa y sobre todo se puede emplear en pavimentos rígidos y flexibles. Así mismo verificó que las carreteras deterioradas de Costa Rica su principal falla fue la piel de cocodrilo baches y las grietas longitudinales como transversales. Finalmente llega a la conclusión que en el tramo Sabana Este-Radial Alajuela de la Ruta 1 el índice de condición del pavimento tiene un valor de 76 PCI lo que representa a una capa de rodadura “muy bueno”. [10]

También, existe una investigación que aporta con gran relevancia el estudio de la serviciabilidad y capacidad del pavimento en donde utiliza el método de Melín que tiene la finalidad de evaluar la condición del pavimento, además determina el porcentaje de asfalto que existe en cada kilómetro y los factores de rigidez utilizando la Norma EG-2013. De la misma manera efectúa la capacidad resistente de la base, subbase y subrasante mediante ensayos de laboratorio. Finalmente realiza un nuevo diseño estructural para cada una de las capas basándose en los resultados del CBR en laboratorio a través del Manual de Carreteras (MTC-2014) y la AASHTO 93. [11]

Un estudio realizado sobre el estado actual del pavimento flexible en la Provincia de Manabí utilizando el método del PCI (índice de Condición del Pavimento) se llegó a determinar que la carretera Puerto-Aeropuerto (Tramo II) tiene una condición “regular” esto debido a que el PCI es de 49, en dicha vía existieron 12 tipos de fallas de las cuales la que más predominan es la piel de cocodrilo desprendimiento de agregados y las grietas longitudinales y transversales con un 27%. La causa de la existencia de estas fallas es por las cargas de tránsito y los cambios de clima lo que provoca que el asfalto genere grietas, al utilizar este tipo de método el investigador Byron Baque a concluido que la carretera necesita un mantenimiento de tipo menor y mayor con el fin de que la carretera brinde un excelente servicio a la comunidad.[12]

Por otro lado, existen métodos de evaluación no destructivos, que brindan rapidez, precisión y sobre todo ahorro de costos. Igualmente obtener resultados en menor tiempo, realizar una evaluación con la viga Benkelman y el Deflectómetro de impacto (FWD) que generalmente es utilizado para ejecutar estas evaluaciones. El objetivo de analizar la condición del asfalto a través del cuenco de deflexión permite emplear una propuesta de rehabilitación, al igual que establecer los diferentes espesores de refuerzo siendo beneficioso y seguro a la hora de implementar un plan de mantenimiento.[13]

En Ecuador la infraestructura vial es esencial para el desarrollo económico por ello esta se convierte en un componente importante para el impulso turístico social y cultural, procurando mejorar la calidad de vida de los usuarios en los distintos sectores. Sin embargo, dicho desarrollo se ve afectado por el poco mantenimiento y la falta de planificación vial lo que se puede evidenciar es que; del total de la red vial estatal tan solo el 36%, se encuentra pavimentada y un 52%, correspondiente a caminos terciarios y vecinales no presentan condiciones favorables de circulación.[14]

Dentro de la Provincia de Tungurahua el sistema vial está constituido por 369,52 km, la misma que 1339,48 km representa superficie pavimentada. La situación actual de la capa de rodadura se encuentra en buen estado la misma que simboliza 457,43 km, de igual manera el pavimento que se encuentra en mal estado corresponde a 594,46 km y finalmente con 984,98 km, están en estado regular. Es importante que el estado de la vía se encuentre en óptimas condiciones ya que Tungurahua es productor del sector agrícola, comercial e industrial lo que se necesita que las vías se encuentren en condiciones favorables para el desarrollo económico de la Provincia.[15]

1.2 Objetivos

Objetivo General

Evaluar superficial y estructuralmente el pavimento de la Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto KM 0+000 hasta el Caserío San Luis KM 4+000 de la Parroquia Picaihua del Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua.

Objetivos Específicos

- Determinar el tráfico índice de Condición del Pavimento, deflexiones y estudio de suelos de la vía que permitan evaluar la condición del pavimento de la vía Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto KM 0+000 hasta el Caserío San Luis KM 4+000 de la Parroquia Picaihua del Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua.
- Procesar y analizar los datos obtenidos en campo y en laboratorio de la vía de estudio.
- Proponer un plan de mantenimiento para la rehabilitación con su correspondiente presupuesto económico.

CAPITULO II.- METODOLOGÍA

2.1 Materiales

En el presente trabajo experimental se ha estimado cuatro fases en las cuales se ha utilizado materiales específicos dentro del área de Ingeniería Civil, para la primera fase se realizó una visita a campo para conocer el estado en que se encuentra la vía, para posteriormente recurrir a una segunda fase, la misma se empleó la mayoría de los materiales ya que se programó los trabajos de campo y laboratorio mientras que las dos siguientes fases requirió trabajo en oficina.

Para dar cumplimiento a la primera fase se partió desde el reconocimiento de la vía para posterior establecer un punto de inicio y final para el tramo estudiado. A continuación, se procedió con la segunda fase donde se determinó los siguientes puntos: volumen de tráfico, índice de condición del pavimento (PCI), deflexiones del pavimento y por último se realizó la extracción de muestras. Dentro los materiales empleados para determinar las deflexiones del pavimento el equipo a utilizar fue la viga Benkelman y una Volqueta cargada. Finalmente, para la extracción de suelo in situ el material son muestras de suelo alterado.

Por otra parte, para realizar el ensayo en campo de Penetrómetro Dinámico de Cono el equipo utilizado fue el (DCP). Luego, los ensayos realizados en laboratorio corresponden al Análisis granulométrico los equipos utilizados fueron una tamizadora eléctrica marca (Controls), juego de tamices cuadrados y redondos, por último, una balanza electrónica (Camry). Del mismo modo, para realizar el ensayo de Límites de Atterberg-Límite Líquido, los equipos a utilizar son: copa de Casagrande y horno de secado. Así mismo, para ejecutar el ensayo de Límites de Atterberg-Límite Plástico, los equipos a utilizar fueron una placa de vidrio y mortero de porcelana. Además, se llevó a cabo el ensayo de Abrasión para la capa granular el cual se necesitó esferas de acero y la máquina de los Ángeles marca (DPX), voltaje (110V). También, para proceder a realizar el ensayo de Proctor modificado Tipo B y D los materiales utilizados fueron la muestra de suelo tamizado y agua, con respecto a los equipos se encuentran: molde metálico cilíndrico, martillo compactador, balanza electrónica marca (Boeco) y tamices de 4" y 3/8" respectivamente. Finalmente, para realizar el ensayo de (CBR) Relación de Soporte de California, los equipos utilizados es una pesa

anular (Boeco), pesa ranurada (Camry), máquina automática (MULTISPEED) y todos los equipos utilizados en el ensayo de Proctor Modificado Tipo B y D.

Finalmente, para las posteriores fases, como procesar los datos obtenidos en campo y en laboratorio y establecer un plan de mantenimiento. Los materiales empleados son: el software Excel versión Microsoft 365, computadora marca (Dell) versión Core i5 8th Gen, revisión de normativas y relacionarlas de acuerdo con las necesidades.

2.2 Métodos

El presente proyecto se dividió en 4 fases con el propósito de alcanzar el cumplimiento a los objetivos planteados anteriormente, la investigación obtenida es analizada para conseguir los mejores resultados, causando un trabajo correcto que ayude como guía para futuras investigaciones.

2.2.1 Fase Preliminar

Dentro de esta fase, se utilizó la metodología investigativa puesto que se recurrió a fuentes confiables para obtener la ubicación en sistemas de coordenadas UTM WGS-84, logrando obtener el punto inicial y final del proyecto, así también, exploratoria ya que permitió observar las condiciones reales de la vía y ver la importancia de evaluarla.

El presente proyecto se encuentra ubicado en la Provincia de Tungurahua, Cantón Ambato, Parroquia Picaihua, teniendo una longitud de 4 kilómetro el cual inicia en la abscisa 0+00 del redondel de Terremoto y finaliza en la abscisa 4+000 del Caserío San Luis localizada en las siguientes coordenadas e identificada en la figura 1.

Tabla 1 Coordenadas del proyecto

Coordenadas UTM WGS-84 17 SUR		
Abscisa (Km)	Coordenada Este (m)	Coordenada Norte (m)
0+000	766477	9857428
4+000	768349	9857989

Autor

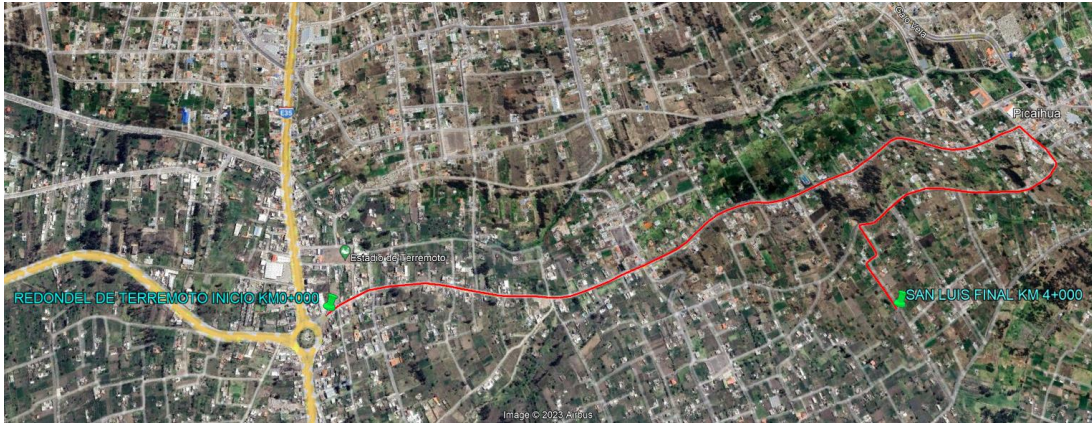


Imagen 1 Avenida Pitágoras redondel de Terremoto – San Luis

Fuente: Google Earth Pro

Autor

Además, realizando una inspección visual se determinó que la vía se encontró en mal estado lo que el pavimento presenta deficiencia debido agentes externos como el clima, volumen de tráfico y la no construcción de elementos importantes como cunetas, aceras y bordillos, el cual concierne a realizar una evaluación superficial y estructural para determinar qué tipo de mantenimiento se puede aplicar para mejorar el tránsito, esto permite realizar un posible diseño de mantenimiento debido a su deterioro y fallas presentes.

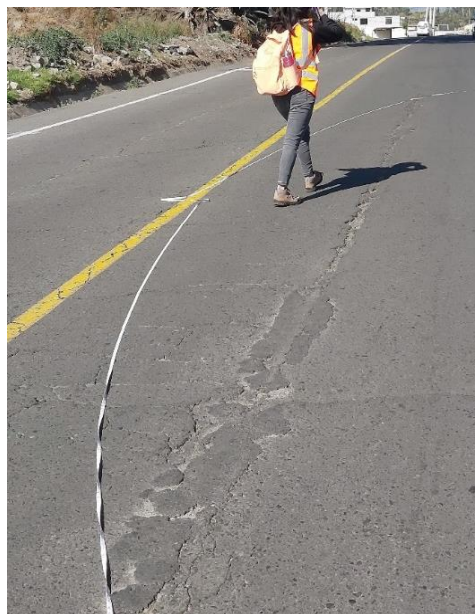


Figura 2 Vía en mal estado

Autor

De la misma manera realizando los sondeos, el paquete estructural de la vía se encuentra conformado por una capa asfáltica de cinco centímetros, una capa granular de 15 centímetros sobre una subrasante, como se refleja en la figura 3.

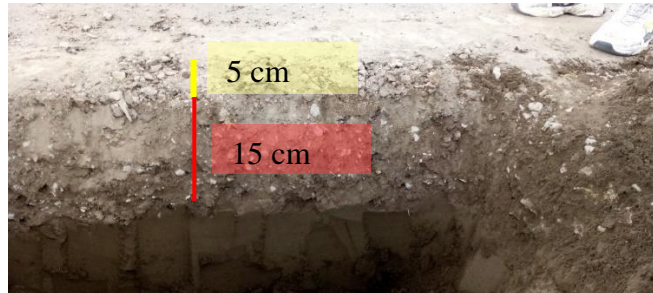


Figura 3 Estructura del pavimento

Autor

2.2.2 Fase 1. Recolección de Datos

En esta fase se realizó las actividades en campo y ensayos en el laboratorio todos ellos bajo normativa. Misma que comprendió en el estudio de tráfico, índice de condición del pavimento, deflexiones y estudio de suelos respectivamente.

Dentro de esta fase para realizar el estudio de tráfico se utilizó la investigación de campo, estimando el tráfico promedio diario anual (TPDA), a través del método manual de la treintava hora, el cual la norma de diseño geométrico sugiere aplicar este método alternativo, por la falta de factores, cuyo análisis se basa en cuatro días desde las 6:00 hasta las 18:00 con un total de 12 horas, el conteo se realizará, en los dos sentidos. De esa manera se podrá clasificar la Av. Pitágoras hasta el caserío San Luis.



Figura 4 Estación en origen de vía para conteo vehicular

Autor

De la misma manera mediante el método de investigación bibliográfica y en campo, se evaluará el tipo y severidad de las fallas en el pavimento de la vía en estudio mediante el método del PCI. El cual consta en recorrer la carretera e identificar visualmente los daños superficiales de la capa de rodadura, para ello se evaluará cada una de las fallas por unidad de muestreo, cuyo procedimiento se encuentra en la norma ASTM-D6433. [16] Los parámetros para evaluar dentro de los 4 km de pavimento son los siguientes: Ancho promedio de la carretera (A_v), longitud del tramo de cada unidad (L), área del tramo (A), error admisible estimado para el PCI (e) y desviación estándar del PCI (s).



Figura 5 Evaluación superficial del pavimento (PCI)

Autor

Para el cumplimiento de esta actividad se aplicará el método de campo, donde se determinará las deflexiones con la utilización del equipo viga Benkelman, tomando las lecturas en el Dial ($\times 10^{-2}$) mm, cada 250 m desde la abscisa 0+000 hasta 4+000, alternando el carril. La volqueta se ubicó a una distancia de 90 cm desde el borde de la vía como dicta la norma según el ancho del carril, estas deflexiones se las realizará en las siguientes distancias: 0.25, 0.50, 1.00, 2.50 y 5.00 metros, hasta una lectura final de 8 metros aproximadamente. También, se tomará la temperatura y el espesor del asfalto, el mismo que esta descrito en la norma AASHTO Y T256 para que se calcule las deflexiones características, admisibles y críticas. [17]



Figura 6 Evaluación con la viga Benkelman

Autor

Para completar esta fase, se tomó en consideración la evaluación estructural, se llevará a cabo la ubicación de cuatro calicatas a través de coordenadas UTM GS-84 SUR, con el objetivo de evaluar, la estructura del pavimento y la capacidad portante del suelo. Por lo tanto, se obtuvieron muestras en sitio realizadas en forma de calicatas o pozos a cielo abierto de 1,00 m³ por cada kilómetro de la vía en estudio. Posteriormente, ensayos realizados en campo y en laboratorio fueron: Granulometría, Límites de Atterberg, Abrasión, DCP, Proctor modificado y CBR, los mismos que brindaron datos para determinar la condición del suelo y poder brindar su recuperación. Los equipos y materiales utilizados fueron realizados bajo diferentes normativas como: la Norma ecuatoriana del Ecuador (NTE INEN), AASHTO, SUCS y ASTM.



Figura 7 Realización de calicata

Autor

2.2.3 Fase 2. Procesar y analizar los datos obtenidos

Durante esta fase se utilizó el método de análisis descriptivo, el cual comprende la tabulación de datos y cálculos correspondiente para posteriormente tomar decisiones que contribuyan al mejoramiento de la vía.

Cálculo del estudio de tráfico

Para realizar esta actividad se aplicará el método de análisis descriptivo, a través de un conteo del flujo vehicular manual, los datos obtenidos en campo serán procesados a través de un formato establecido. Dentro de esta actividad se determinará el tráfico proyectado y la clasificación de la vía de acuerdo con la norma MOP 2003. Adicional, se determinará el número de ejes equivalente, con las siguientes ecuaciones respectivamente.

$$TF = T_{actual}(1 + i)^n \quad [Ecuación. 1]$$

$$W18 = \left(\sum_{i=1}^n (FD * TPDA) * 365 \right) * Fd * DI \quad [Ecuación. 2]$$

Determinación del Índice de Condición de Pavimento (PCI)

Para determinar el PCI se utilizará el método antes mencionado, el cual se realizará los siguientes pasos, conforme a la recomendación del Manual del PCI para pavimentos asfálticos.

Respectivamente, se determinará la densidad porcentual del daño, el cual suma el total de cada tipo de falla con su respectiva severidad y anotar como “Total de Severidad”. Con respecto a la medición de los daños requiere del tipo de falla estimada, ya puede ser en área (m² o ft²), longitud (m o ft) o por cantidad.

Se calcula el PCI con la siguiente fórmula y de acuerdo con el rango de calificación se determinará en qué estado se encuentra la vía[18]:

$$PCI = 100 + MDVC \quad [Ecuación. 3]$$

Finalmente, se realizará un resumen final del método PCI, en donde indique la evaluación de cada tramo vial estudiado, además, en donde se refleje el número y la severidad de las fallas de la vía. Teniendo como fin determinar el estado actual para posteriormente brindar un mantenimiento óptimo.

Análisis de las deflexiones del pavimento

Para realizar esta actividad se desarrollará el método de análisis descriptivo ya que los datos obtenidos en campo serán tabulados y posteriormente se calcularán las deflexiones realizando las debidas correcciones.

Estas correcciones tienen en cuenta la relación de brazo de la viga Benkelman, por temperatura utilizando la siguiente fórmula[19]:

$$D_{20^\circ} = \frac{Dt}{0,001 * (T^\circ - 20^\circ) * e + 1} \quad [Ecuación. 4]$$

De la misma manera se realizará la corrección por estacionalidad en base al tipo de suelo y el clima como muestra en la tabla 2.

Tabla 2 Factores de corrección por estacionalidad

TIPO DE SUELO	ESTACIÓN LLUVIOSA	ESTACIÓN SECA
Arenosa Permeable	1	1.1 – 1.3
Arcillosa Sensible al agua	1	1.2 – 1.4

Fuente: Tesis “Control de la deflexión vertical con viga Benkelman, monitoreo de conservación carretera Cañete-Huancayo Km 110+000 al Km 112+000”

Finalmente, se calculará el radio de curvatura tomando en cuenta las deflexiones corregidas por estacionalidad (D0 y D25) de cada punto con la siguiente fórmula[20]:

$$R_c = \frac{3125}{D0 - D25} \quad [\text{Ecuación. 5}]$$

También se calcularán las deflexiones críticas, característica y admisible para determinar el estado de la subrasante y el pavimento de la vía con las siguientes fórmulas, respectivamente:

$$D_{Carac} = D0_{PROMEDIO} + 1,645 * \sigma \quad [\text{Ecuación. 6}]$$

$$D_{adm} = \left(\frac{1,15}{W18} \right)^{1/4} \quad [\text{Ecuación. 7}]$$

$$D_{crit} = \left(\frac{1,90}{W18} \right)^{1/5,3} \quad [\text{Ecuación. 8}]$$

Para determinar el comportamiento de la subrasante y el pavimento de acuerdo con la tabla 3 se obtendrá el respectivo resultado.

Tabla 3 Tipo de deflexiones de acuerdo con su comportamiento

TIPO DE DEFLEXIÓN	COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE	COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO
TIPO I	Bueno → $D < D_a$	Bueno → $R_c > 100$
TIPO II	Malo → $D > D_a$	Bueno → $R_c > 100$
TIPO III	Bueno → $D < D_a$	Malo → $R_c < 100$
TIPO IV	Malo → $D < D_a$	Malo → $R_c < 100$

Fuente: Apuntes Pavimentos”. Octavo Semestre. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Técnica de Ambato

Análisis de los estudios de suelos

En este caso se utilizó el método de análisis descriptivo, puesto que al realizar los ensayos en el laboratorio se obtuvo valores los cuales fueron procesados, teniendo la finalidad de conocer las propiedades del suelo y la capacidad portante de la misma.

A continuación, se detalla el procedimiento y las normativas utilizadas.

- **Penómetro Dinámico de Cono (DCP)**

Este método evalúa la resistencia in situ de suelos compactados. El propósito del DCP de 8 kg es encontrar el valor de CBR (in situ) el cual ayude a reconocer espesores de las capas, los estratos de suelos y materiales que presente otras características. [21]

El ensayo del DCP proporciona beneficios como su fácil utilización y su economía. A diferencia del CBR (Relación de soporte de California) que su costo es elevado por las diferentes actividades que se deben realizar y sobre todo el CBR en campo tiene un difícil criterio de CBR de diseño.

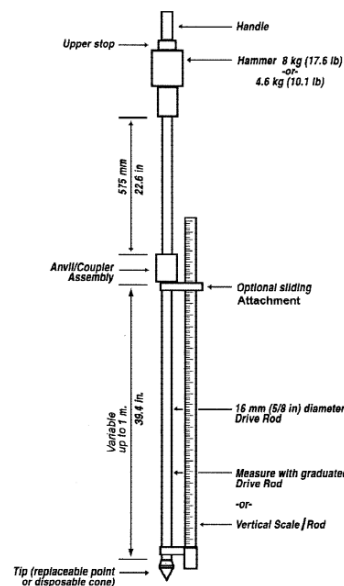


Figura 8 Esquema de Equipo DCP

Fuente: ASTM – 6951

Realizar el ensayo de CBR (in situ) ayudará a que después de realizar un análisis de la vía, este necesite un tipo de mantenimiento o alguna intervención superficial el cual su estructura se quedaría intacta.

Para la ejecución se introduce la punta de DCP en el suelo, se procede a alzar la pesa de 80 kg dejando caer libremente. Su medida representa en mm/golpe, la misma que se utiliza para definir la rigidez del suelo, este ensayo se realiza en 3 puntos (Línea recta) de la calicata. Con la finalidad de obtener el CBR en campo en base a líneas de tendencia y ecuaciones lineales ATM 6951. [22]

- **Análisis granulométrico**

En el ensayo de granulometría trata de dividir los diversos tamaños de los agregados que lo conforman ya sea fino o grueso. Dicho en otras palabras, consta de un método manual por donde, se divide las diferentes partículas según el tamaño que lo posee, con el propósito de conseguir la cantidad de peso de cada una y examinar la granulometría del material a través de rangos entre curvas como alude en las Normas ASTM D-422 y AASHTO T-88 para agregados finos [23] y AASHTO T-11-27 para agregados gruesos. [23] [24]

Para llevar a cabo la separación, se utiliza una serie de tamices con diferentes aberturas, donde las aberturas van de forma decreciente con una relación de 2 a 1, como se muestra en la siguiente tabla 2.

Tabla 4 Tamices de la serie de Tyler

Tamiz	Abertura (mm)	Tamiz	Abertura (mm)
2	50.8	10	2
1 ½	38.1	16	1.9
1	25.4	30	0.595
¾	19.1	40	0.42
½	12.7	50	0.297
3/8	9.52	60	0.25
4	4.76	100	0.149
8	2.36	200	0.074

Fuente AASHTO T-11-27

- **Límites de atterberg**

La realización de este ensayo ayuda a conocer indirectamente las características del suelo, a través del Límite plástico, límite líquido e índice plástico, como describe en las normas AASHTO 89-90 y ASTM D 4318. [25]

- **Límite Líquido (LL)**

El límite líquido representa el porcentaje de agua que se encuentra en la masa de la muestra cuando ingresa a un proceso de secada al horno. Es la relación del límite entre el estado semilíquido y el estado plástico. Este ensayo se lo realizó en el laboratorio con la Copa Casagrande guiándose como dice en la norma antes mencionada.

- **Límite Plástico (LP)**

Se determina a través de una muestra de laboratorio en el cual consta de formar rodillos de 5 cm de largo y 3mm de diámetro, esté límite se encuentra entre estado plástico y semisólido que como describe en la norma ASTM D 4318.

- **Índice Plástico (IP)**

El índice plástico representa la diferencia entre el límite líquido y el plástico, que podemos observar en la siguiente ecuación:

$$IP = LL - LP \quad [Ecuación. 9]$$

- **Ensayo de Abrasión**

Determinar la resistencia de los materiales a posibles desgastes que puede producirse. Aquí se puede establecer la vida útil que tiene el agregado según la norma ASTM C-131. [26]

El ensayo de abrasión consta de cuatro métodos (A, B, C, y D) cada uno se diferencian por la cantidad de material, también por el diámetro del agregado que queda retenido en los diferentes tamices y por el número de esperas que se emplea en cada método. Para todos los métodos el número de revoluciones es de 500 rpm y el tiempo de rotación es de 15 minutos.

- **Ensayo de Proctor modificado**

Este ensayo se basa en mejorar artificialmente las propiedades mecánicas del suelo e índice a través de excelente compactador, que aumente la resistencia cortante y exista una mejora a la permeabilidad y de esa manera no hallar asentamientos. Los criterios importantes de la compactación del suelo son: máxima densidad, máxima densidad volumétrica y el contenido de humedad, orientado en las normas AASHTO T-180 y ASTM D-1557. [27]

Para la realización de este ensayo se utilizó un martillo de 10 libras (4.54 kg) el cual se dejó caer de una altura de 18 pulgadas (45.7 cm) libremente, realizando 56 golpes con 5 capas difundidos uniformemente, donde se comprime una cantidad de suelo en el cilindro volumétrico y diferenciado el contenido de humedad con la energía de compresión.

- **Ensayo de relación de soporte de california (CBR)**

Este ensayo se lo realizó con el objetivo de conocer la capacidad portante del suelo, con este análisis se consolida que el pavimento a implementar reposara sobre un suelo adecuado que soporte las cargas actuantes y no tenga daños. Incorpora el porcentaje de fuerza necesaria para realizar una penetración de 2.5 mm en el suelo y la energía necesaria para crear la misma penetración en la muestra de estudio, este ensayo se lo realizará guiándose en las normas AASHTO T-99 y ASTM 1833-73.[22]

El proceso para realizar el CBR es el siguiente:

Una vez obtenido el porcentaje óptimo de agua, se procede a preparar 3 moldes con diferentes golpes (56, 27 y 11) con un martillo de 10 libras (4.54 kg) para dejar curando por 2 días y realizar el respectivo ensayo en el equipo determinado.

2.2.3 Etapa 3. Plan de mantenimiento con su correspondiente presupuesto económico

Esta fase fue realizada acorde a la metodología de investigación, adquiriendo información relevante de libros, artículos científicos y normas, el cual contiene la planificación ejecución de diferentes actividades para preservar, mejorar y prolongar la vida útil de las carreteras. En base a los resultados obtenidos en la fase dos y tres se planteó un plan de mejoramiento y un estudio económico que contemple precios unitarios, rubros y especificaciones técnicas.

- **Propuesta del Plan de mantenimiento**

Después de realizar los estudios necesarios con sus respectivos resultados, se logró plantear un plan que se adapte a la necesidad y realidad de la vía, generando un sistema de conservación, como periódico y rutinario esto debido a que en el primer tramo se encontraron fallas de severidad media y alta, en el segundo tramo se hallaron fallas de severidad leve respectivamente.

Para determinar el plan, se guio en base a la norma del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), el cual proporciona operaciones de mantenimiento vial y su conservación, de esta manera se lleva a cabo el cumplimiento de la fase tres, realizando una gama de actividades de operación para el mantenimiento de la vía, de esa manera se propuso una serie de acciones que ayuden a la reparación de los diferentes tipos de fallas encontradas así como la restitución de la carpeta asfáltica e imprimación reforzada y el tratamiento superficial para el mantenimiento periódico y el sellado de fisuras, limpieza de la vía, pintura asfáltica, bacheo superficial y parcial para el mantenimiento rutinario, el cual garantice la seguridad vial, eficiencia operativa y la sostenibilidad a largo plazo.

- **Elaboración de un presupuesto referencial**

Para la finalización de la fase cuatro del proyecto, se utilizó la metodología cuantitativa y cualitativa ya que se dedicó únicamente a la realización del presupuesto económico de las diferentes actividades planteadas anteriormente. Se realizó el presupuesto a través de precios unitarios conforme al volumen de obras y las especificaciones técnicas. Las especificaciones técnicas de la vía, se le realizaron basándose en los diferentes rubros destinados para cada tipo de mantenimiento.

CAPITULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

Los siguientes resultados son de acuerdo con el análisis superficial y estructural de la carpeta asfáltica de la vía, brindando la realización plena de los objetivos propuestos para el presente proyecto.

3.1.1 Datos obtenidos en campo y laboratorio Procesados y analizados

3.1.1.1 Determinación del Tráfico

En Egipto se realizó un estudio sobre la capacidad de carreteras rurales a través de redes neuronales artificiales (RNA), aplicando así en 45 puntos estratégicos medios tangentes mejorando el rendimiento del tráfico, sin embargo, analiza que es mejor separar los sitios desérticos de los agrícolas para que brinde una mejor exactitud al momento de evaluar el porcentaje de vehículos livianos, medios como pesados.[28]

Para realizar es conteo vehicular se utilizó un modelo estadístico de acuerdo con la norma de Diseño Geométrico de Carreteras (MTO) 2003, el cual establece que para determinar el volumen vehicular se recomienda realizar el conteo por 12 horas diarias de 6:00 am a 18:00 pm.[29]

3.1.1.1.1 Estación de conteo Vehicular

La estación de conteo se ubicó cercano al origen de la Avenida Pitágoras en la abscisa 0+081 km ya que se observó un tránsito considerable al ser el ingreso a Picaihua, el cual será analizado para realizar el estudio de tráfico proyectado.

Se realizó el conteo de forma manual, se registró el flujo de tránsito que circula por la vía mediante un formato establecido en el que conste las clases de los vehículos y el tiempo. Dicho conteo se realizó durante cuatro días consecutivos desde el domingo 24 hasta el miércoles 27 de agosto del 2023 desde las 6:00 am hasta las 18:00 pm con un intervalo de 15 minutos y con un total de 12 horas, el conteo se realizó para los dos sentidos, de esa manera se podrá clasificar el tipo de vía. En el **Anexo A** se encuentra el conteo vehicular manual.

A continuación, se presenta las coordenadas de la estación de conteo vehicular.

Tabla 5 Coordenadas de la ubicación de la estación de conteo vehicular

UTMA WGS 84 17 SUR		
Abscisa (Km)	Coordenada Este (m)	Coordenada Norte (m)
0+081 Km	766514.36 m	9857468.91 m

Autor

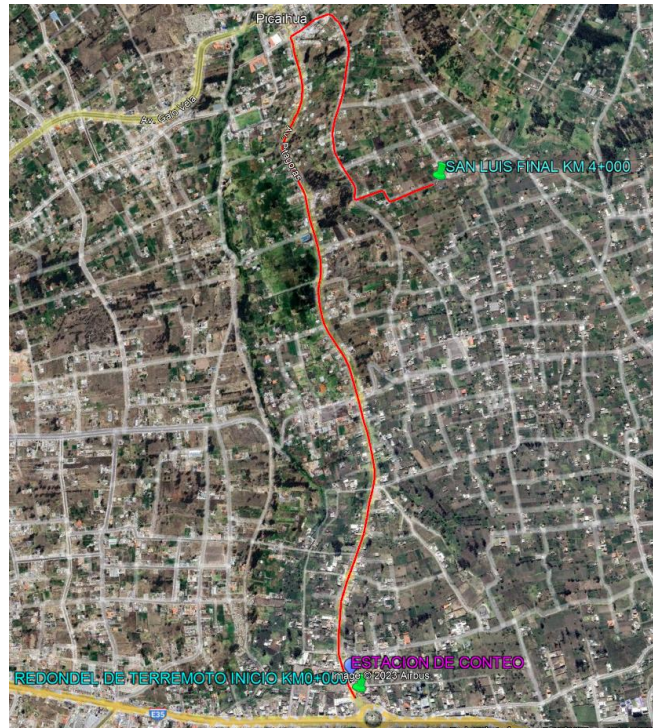


Figura 9 Estación del conteo vehicular

Fuente: Google Earth Pro

Autor

Formato para realizar el conteo Vehicular manual



El formato utilizado para realizar el conteo vehicular manual se dividió en tres clases y subclases como:

- Livianos (automóviles, camionetas y motos)
- Buses
- Camiones (2D, 2DA, 3A, 4C, 3S2)

El formato se dividió en 5 partes que se detallan a continuación:

1. La primera parte constituye el encabezado en donde se encuentra el nombre de la Universidad, el nombre del proyecto, fecha, día, dirección de tráfico, estación y responsable.
2. En esta parte detalló el tiempo que empieza y finaliza con sus posteriores intervalos de 15 minutos por hora.
3. Aquí se registró las clases de vehículos como livianos, buses y camiones que pasan en el día.
4. En esta parte se contabiliza el total de vehículos que circulan cada quince minutos y el total acumulado.

Tabla 6 Formato de conteo vehicular manual

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE DE INGENIERÍA CIVIL 									
PROYECTO Evaluación superficial y estructural de la Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto hasta el Caserío San Luis de la Parroquia Picaihua del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua									
FECHA:	27/8/2023	Provincia:	Tungurahua	Dirección de tráfico:	Amabos Sentidos	Estación:	1	Hoja No:	1
DIA:	Miercoles	Cantón:	Ambato					Responsable:	Villegas Lucero
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTALES	TOTAL ACUMULADO	
			(2D)	(2DA)	(3A)	(4C)	TOTAL PESAD		
6:00 - 6:15									
6:15 - 6:30									
6:30 - 6:45									
6:45 - 7:00									
7:00 - 7:15									
7:15 - 7:30									
7:30 - 7:45									
7:45 - 8:00									
8:00 - 8:15									
8:15 - 8:30									
8:30 - 8:45									
8:45 - 9:00									
9:00 - 9:15									
9:15 - 9:30									
9:30 - 9:45									
9:45 - 10:00									
10:00 - 10:15									
10:15 - 10:30									
10:30 - 10:45									
10:45 - 11:00									
11:00 - 11:15									
11:15 - 11:30									
11:30 - 11:45									
11:45 - 11:00									
12:00 - 12:15									
12:15 - 12:30									
12:30 - 12:45									
12:45 - 13:00									
13:00 - 13:15									
13:15 - 13:30									
13:30 - 13:45									
13:45 - 14:00									
14:00 - 14:15									
14:15 - 14:30									
14:30 - 14:45									
14:45 - 15:00									
15:00 - 15:15									
15:15 - 15:30									
15:30 - 15:45									
15:45 - 14:00									
16:00 - 16:15									
16:15 - 16:30									
16:30 - 16:45									
16:45 - 17:00									
17:00 - 17:15									
17:15 - 17:30									
17:30 - 17:45									
17:45 - 18:00									

Autor

3.1.1.1.2 Cálculo del tráfico Promedio Diarios Anual (TPDA) por el método de la 30va hora



Se realizó el conteo vehicular manual por cuatro días, en donde se determinó que el día de mayor flujo vehicular por la vía es el lunes 25 de agosto de 2023, con un total de 3754 vehículos, debido a que el lunes existe la Feria de carros en el sector de

Shuyurcu - Ambato por ende muchos comerciantes transitan por la Av. Pitágoras para dirigirse este lugar.

3.1.1.1.3 Cálculo de la Hora máxima

Realizado el conteo manual, en la tabla 7 se expone el total de vehículos que circulan en la hora pico que corresponde desde las 7:15 hasta las 8:15 de ambos sentidos obteniendo un total de 405 vehículos.

Tabla 7 Total de vehículos en la hora pico

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE DE INGENIERÍA CIVIL 								
PROYECTO	Evaluación superficial y estructural de la Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto hasta el Caserío San Luis de la Parroquia Picaihua del Cantón Ambato Provincia de							
FECHA:	25/8/2023	Provincia:	Tungurahua	Dirección de tráfico:	Amabos Sentidos	Estación:	1	
DÍA:	Lunes	Cantón:	Ambato	de tráfico:	Sentidos	Responsable:	Villegas Lucero	
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL PESADOS	TOTALES
			(2D)	(2DA)	(3A)	(4C)		
7:15- 8:15	88	4	1	1	1	0	3	95
	77	4	5	2	0	0	7	88
	106	5	3	1	1	0	5	116
	92	5	2	6	0	1	9	106
TOTAL	363	18	11	10	2	1	24	405

Autor

3.1.1.1.4 Cálculo del tráfico promedio diario anual (TPDA) Total

El método de la treintava hora recomienda que para determinar el TPDA en vías rurales es recomendable el 15 %, de tal manera el tráfico obtenido en la hora pico corresponde a dicho porcentaje del TPDA de toda la vía, aplicando este concepto el TPDA para la Avenida Pitágoras-San Luis se calculará a través de una regla de tres:

$$405 \text{ veh} \quad 15\%$$

$$TPDA \quad 100\%$$



Por lo tanto:

$$TPDA = \frac{437 \text{ veh} \times 100\%}{15\%}$$

$$TPDA = 2700 \text{ veh}$$

En la tabla 8, se representa el cálculo del TPDA para cada tipo de vehículo.

Tabla 8 Tráfico Promedio Diario Anual

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE DE INGENIERÍA CIVIL								
PROYECTO	Evaluación superficial y estructural de la Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto hasta el Caserío San Luis de la Parroquia Picaihua del Cantón Ambato Provincia de							
FECHA:	25/8/2023	Provincia:	Tungurahua	Dirección de tráfico:	Amabos Sentidos	Estación:	1	
DIA:	Lunes	Cantón:	Ambato	Responsable:	Villegas Lucero			
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL PESADOS	TOTALES
			(2D)	(2DA)	(3A)	(4C)		
7:15- 8:15	88	4	1	1	1	0	3	95
	77	4	5	2	0	0	7	88
	106	5	3	1	1	0	5	116
	92	5	2	6	0	1	9	106
TOTAL	363	18	11	10	2	1	24	405
TPDA (15%)	2420	120	73	67	13	7	160	2700

Autor

Por lo tanto, el TPDA para la Avenida Pitágoras-San Luis es de 2540 vehículo por día que transitan. En la figura 10, se detalla gráficamente los vehículos obtenidos en la hora pico en el cual sobresalen los vehículos livianos con 363 vehículos por día.

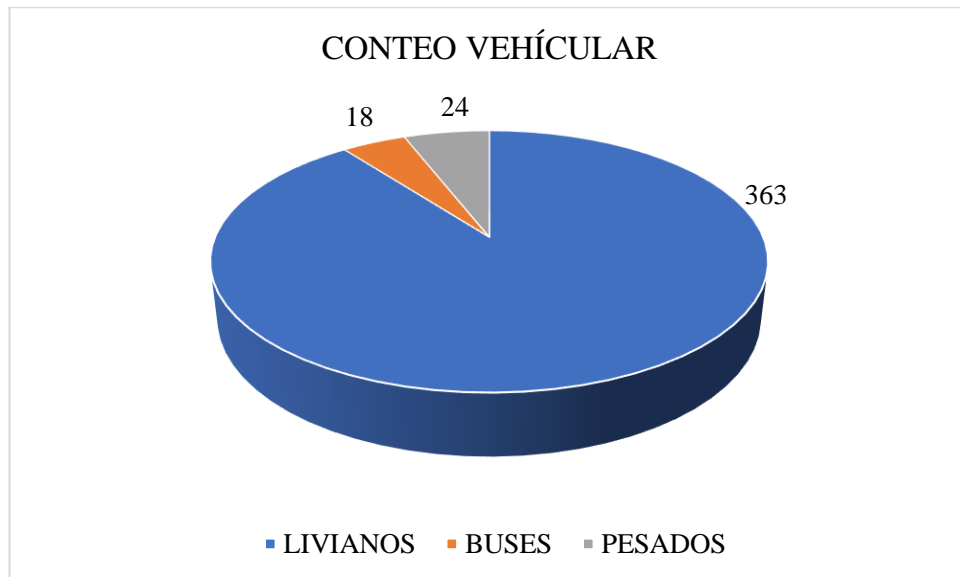


Figura 10 Datos de la hora pico

Autor

3.1.1.1.5 Cálculo del tráfico proyectado

Para calcular el tráfico futuro se estima un periodo de 20 años el cual empieza en el año 2023 hasta el año 2043.

A continuación, se presenta una tabla con el índice de crecimiento para cada año, obtenido de la MTOP que servirán para calcular el tráfico futuro.

Tabla 9 Índice de crecimiento vehicular

AÑO	ÍNDICIE DE CRECIMIENTO %		
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2015 – 2020	3.97	1.97	1.97
2020 – 2025	3.57	1.78	1.74
2025 – 2030	3.25	1.62	1.58
2030 – 2035	3.25	1.62	1.58
2035 – 2040	3.25	1.62	1.58
2040 – 2045	3.25	1.62	1.58

Fuente: Guía Técnica de Pavimento, Ing. Fricson Moreira, 2015

Autor

Para el cálculo del tráfico proyectado se utiliza la siguiente formula:

$$Tf = TA (1 + i)^n \quad [Ecuación. 1]$$

Donde:

Tf: tráfico futuro

TA: tráfico actual

i: índice de crecimiento del tráfico

n: número de años proyectados

A continuación, se presenta el cálculo típico del tráfico proyectado para el año 2043.

- **Livianos:**

$$Tf = 2420(1 + 0.0325)^{(20)}$$

$$Tf = 4588 \text{ veh/día}$$

- **Buses:**

$$Tf = 120(1 + 0.0162)^{(20)}$$

$$Tf = 166 \text{ veh/día}$$

- **Pesados:**

$$Tf = 160(1 + 0.0158)^{(20)}$$

$$Tf = 222 \text{ veh/día}$$



$$Tf = TPDA_{Total} (1 + i)^n$$

$$Tf = (4588 + 166 + 222) \text{ veh/día}$$

$$Tf_{2043} = 4976 \text{ veh/día}$$

En la tabla 10 se encuentra detallado el resumen de los cálculos realizados para determinar el tráfico futuro para 20 años de la avenida Pitágoras desde el redondel de terremoto Km 0+000 hasta el Caserío San Luis Km 4+000, siendo 4976 vehículos/día de los dos sentidos. De la misma manera en la figura 10 se determina el crecimiento desde el año 2023 hasta el 2043.

Tabla 10 Tráfico Futuro

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 										
PROYECTO EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA										
FECHA:	25/8/2023	Provincia:	Tungurahua	Dirección de tráfico:	Amabos Sentidos	Estación:	1			
DÍA:	Lunes	Cantón:	Ambato	Responsable:	Villegas Lucero					
AÑO	ÍNDICE DE CRECIMIENTO			TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)						TPDA FUTURO (Veh/día)
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				
				2D	2DA	3A	4C			
2023	3,57	1,78	1,74	2420	120	73	67	13	7	2700
2024	3,57	1,78	1,74	2507	123	75	68	14	7	2794
2025	3,57	1,78	1,74	2596	125	76	70	14	7	2888
2026	3,25	1,62	1,58	2664	126	77	70	14	7	2958
2027	3,25	1,62	1,58	2751	128	79	71	15	8	3052
2028	3,25	1,62	1,58	2840	131	80	73	15	8	3147
2029	3,25	1,62	1,58	2932	133	81	74	15	8	3243
2030	3,25	1,62	1,58	3028	135	82	75	15	8	3343
2031	3,25	1,62	1,58	3126	137	84	76	16	8	3447
2032	3,25	1,62	1,58	3228	139	85	77	16	8	3553
2033	3,25	1,62	1,58	3333	141	86	78	16	8	3662
2034	3,25	1,62	1,58	3441	144	88	80	16	8	3777
2035	3,25	1,62	1,58	3553	146	89	81	17	9	3895
2036	3,25	1,62	1,58	3668	148	90	82	17	9	4014
2037	3,25	1,62	1,58	3787	151	92	84	17	9	4140
2038	3,25	1,62	1,58	3910	153	93	85	17	9	4267
2039	3,25	1,62	1,58	4037	156	95	86	18	9	4401
2040	3,25	1,62	1,58	4169	158	96	88	18	9	4538
2041	3,25	1,62	1,58	4304	161	98	89	18	9	4679
2042	3,25	1,62	1,58	4444	163	99	90	18	9	4823
2043	3,25	1,62	1,58	4588	166	101	92	19	10	4976

Autor

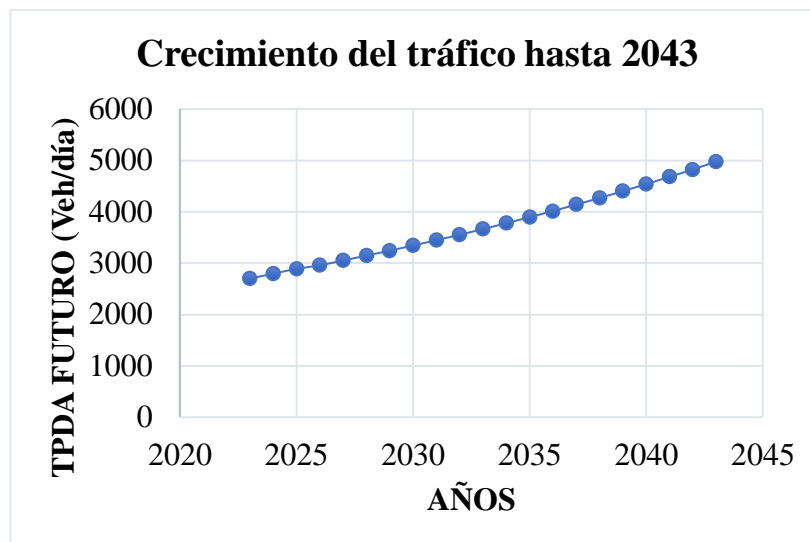


Figura 11 Crecimiento porcentual de la vía en un lapso de 20 años

Autor

Factor de daño

Tabla 11 Factor de daño según el tipo de Eje

TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM	FACTOR DAÑO
	TON	$(P/6.6)^4$	TON	$(P/8.2)^4$	TON	$(P/15)^4$	TON	
BUS	4	0.13	8	0.91				1.04
2D	3	0.04		0		0		0.17
	4	0.13		0		0		
2DA	3	0.04	7	0.53		0		0.57
3A	7	1.27		0	20	3.16		4.43
4C	0	0		0		0	0	0

Fuente: Guía Técnica de Pavimento, Ing. Fricson Moreira, 2015

Autor

En la siguiente tabla se visualiza el porcentaje de W18 según el número de carril por sentido para determina el carril de diseño.

Tabla 12 Porcentaje de W18

Número de Carriles por sentido	Porcentaje del W18 en el carril de diseño	Promedio en porcentaje (Fc)
1	100	1.00
2	80 - 100	0.9
3	60 - 80	0.7
4	50 - 75	0.625

Fuente: Norma AASHTO 93 Diseño de Estructuras de Pavimentos

Autor

3.1.1.1.6 Cálculo del número de ejes equivalentes W18

Tomando en cuenta el período de diseño del pavimento el número de ejes simples es de 8.2 toneladas que resiste el asfalto.

Para determinar los ejes equivalentes se considera el valor porcentual de W18 como se determina en la tabla 12, por lo tanto, se trabajó con un valor promedio de 100 %, es decir 1.

A continuación, se detalla el cálculo de ejes equivalentes para el año 2023, de igual modo se realiza hasta el año 2043, como se describe en la tabla 13.

$$W18 = \left(\sum_{i=1}^n (FD * TPDA) \right) * 365 \quad [Ecuación. 2]$$

Donde:

W18: Número de Ejes Equivalentes (m³/s)

TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual



FD: Factor de daño por tipo de vehículo

$$W18_{(2023)} = (TPDA_{BUSES} * FD_{BUSES} + TPDA_{2D} * FD_{2D} + TPDA_{2DA} * FD_{2DA} + TPDA_{3A} * FD_{3A} + TPDA_{4C} * FD_{4C}) * 365$$

$$W18_{acumulado} = (120 * 1.04 + 73 * 0.17 + 67 * 0.57 + 13 * 4.43 + 7 * 0) * 365$$

$$W18_{(2023_{acumulado})} = 42766 \text{ ejes equivalentes}$$

Tabla 13 Resultados del Número de Ejes Equivalentes

 															
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL															
PROYECTO															
EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA															
Provincia:			Tungurahua			Cantón:			Ambato		Parroquia:			Picaihua	
Responsable:				Lucero del Belén Villegas Freire						Revisado por:				Ing. Mg Fricson Moreira	
AÑO	ÍNDICE DE CRECIMIENTO %			TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)							W18	W18	W18		
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TPDA FUTURO (Veh/día)	Acumulado	Por Sentido	Carril Diseño		
						2D	2DA	3A	4C						
2023	3,57	1,78	1,74	2420	120	73	67	13	7	2700	85532	42766	42766		
2024	3,57	1,78	1,74	2507	123	75	68	14	7	2794	88130	44065	44065		
2025	3,57	1,78	1,74	2596	125	76	70	14	7	2888	89367	44684	44684		
2026	3,25	1,62	1,58	2664	126	77	70	14	7	2958	89809	44905	44905		
2027	3,25	1,62	1,58	2751	128	79	71	15	8	3052	92517	46259	46259		
2028	3,25	1,62	1,58	2840	131	80	73	15	8	3147	94134	47067	47067		
2029	3,25	1,62	1,58	2932	133	81	74	15	8	3243	95163	47582	47582		
2030	3,25	1,62	1,58	3028	135	82	75	15	8	3343	96193	48097	48097		
2031	3,25	1,62	1,58	3126	137	84	76	16	8	3447	98901	49451	49451		
2032	3,25	1,62	1,58	3228	139	85	77	16	8	3553	99930	49965	49965		
2033	3,25	1,62	1,58	3333	141	86	78	16	8	3662	100959	50480	50480		
2034	3,25	1,62	1,58	3441	144	88	80	16	8	3777	102638	51319	51319		
2035	3,25	1,62	1,58	3553	146	89	81	17	9	3895	105285	52643	52643		
2036	3,25	1,62	1,58	3668	148	90	82	17	9	4014	106314	53157	53157		
2037	3,25	1,62	1,58	3787	151	92	84	17	9	4140	107993	53997	53997		
2038	3,25	1,62	1,58	3910	153	93	85	17	9	4267	109022	54511	54511		
2039	3,25	1,62	1,58	4037	156	95	86	18	9	4401	112110	56055	56055		
2040	3,25	1,62	1,58	4169	158	96	88	18	9	4538	113348	56674	56674		
2041	3,25	1,62	1,58	4304	161	98	89	18	9	4679	114819	57410	57410		
2042	3,25	1,62	1,58	4444	163	99	90	18	9	4823	115848	57924	57924		
2043	3,25	1,62	1,58	4588	166	101	92	19	10	4976	119144	59572	59572		

Autor

3.1.1.1.7 Clasificación de la vial en función del TPDA proyectado

Para determinar la clase de carretera tendremos en cuenta la tabla 14 según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

El TPDA actual es igual a 2700 vehículos/día, el cual se clasifica como una vía Colectora clase III y para el año 2043 se proyecta 4976 Vehículos/día, por consiguiente, el TPDA futuro se encuentra en el rango de 3000 a 8000 vehículos, lo que la avenida Pitágoras- Caserío San Luis se determina como una vía Colectora de clase I, de esa manera el ancho de la calzada se encontrará entre 7.30 m como máximo y mínimo.

Tabla 14 Clasificación Funcional del Ministerio de Obras Públicas

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA (MOP)	TPDA fu (Año final de diseño)	ANCHO DE CALZADA	
			Recomendable	Absoluta
Corredor Arterial	R-I o R-II	> 8000	7.3	7.3
	I	3000 - 8000	7.3	7.3
Colectora	II	1000 - 3000	7.3	6.5
	III	300 - 1000	6.7	6
Vecinal	IV	100 - 300	6	6
	V	300	4	4

Fuente: Ministerio de Obras Públicas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003

Autor

3.1.1.2 Evaluación superficial del pavimento flexible-Índice de Condición del Pavimento

Se determinó el índice de condición del pavimento (PCI) con el fin de obtener un valor numérico de evaluación, a través de un análisis visual y medición de fallas existentes, tomando en cuenta el nivel de severidad (Bajo, Medio y Alto). [30]

El proceso se diferencia en función del tipo de pavimento que se valué, de tal manera se considera una hoja de registro en donde las unidades seleccionadas para el análisis se identificarán las cantidades, tipos y severidad de las fallas de acuerdo con las 19 fallas estipuladas en el manual del PCI.

A continuación, se presenta la hoja de campo que se utilizó para realizar la inspección visual del pavimento a través del método del PCI se asignó en 4 partes importantes, como se detalla a continuación:

- Sección 1: Zona informativa del proyecto.
- Sección 2: Tipos de fallas según el manual del PCI.
- Sección 3: Esquema de la unidad de muestro.
- Sección 4: Datos del valor deducido y del PCI.

Tabla 15 Formato de campo del PCI

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO											
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA											
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL											
PROYECTO DE TESIS											
Evaluación superficial y estructural de la Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto hasta el Caserío San Luis de la Parroquia Picahua del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua											
ESTADO DEL TIEMPO: <input type="text"/>					ANCHO DE LA VÍA <input type="text"/>					ESQUEMA	
SECCIÓN DEL TRAMO: <input type="text"/>					LONGITUD DE LA UM <input type="text"/>						
UNIDADES DE MUESTRA <input type="text"/>					INSPECCIONADO POR <input type="text"/>						
AREA DE LA MUESTRA: <input type="text"/>					FECHA <input type="text"/>						
ABSCISA INICIAL: <input type="text"/>					ANSICISA FINAL: <input type="text"/>						
TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTO FLEXIBLE											
1. Piel de cocodrilo [m2]			6. Depresión [m2]			11. Parcheo [m2]			16. Desplazamiento [m2]		
2. Exudación [m2]			7. Fisura de borde [m]			12. Pulimiento de agregados [m2]			17. Grieta parabólica [m2]		
3. Fisuras en bloque [m2]			8. Fisura de reflexión de junta [m]			13. Huecos [cantidad]			18. Hinchamiento [m2]		
4. Abultamientos y hundimientos [m]			9. Desnivel / carril / berma [m]			14. Cruce de vía férrea [m2]			19. Desprendimiento de agregados [m2]		
5. Corrugación [m2]			10. Fisuras longitudinales y transv. [m]			15. Ahuellamiento [m2]					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
							Valor total de Deducción (VDT)				
Número de Valores Deducidos > 2(q):								$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$			
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):											
Número máximo admisible de "Valores Deducidos"											
CÁLCULO DEL PCI											
No.	VALORES DEDUCIDOS						Total	m _i (q)	VDC		
Máximo Valor Deducido Corregido (Máx MVDC)		Índice de Condición del Pavimento (PCI) PCI= 100 - Máx VDC						Condición del Pavimento			

Autor

Se consideró los siguientes datos de la tabla 15 para aplicar el método antes mencionado.

Tabla 16 Datos para determinar la unidad de muestreo

INFORMACIÓN	VALOR
<i>Longitud de la vía (Av)</i>	4000 m
<i>Ancho de vía (Lt)</i>	8.6 m
<i>Error Admisible (e)</i>	5%
<i>Desviación Estándar (σ)</i>	10

Autor

- Longitud de Unidades de Muestreo

Tomando en cuenta el diseño del pavimento, la historia de construcción, el tráfico y la condición de este dividimos el tramo en secciones.

Considerando que la vía en estudio es de pavimento flexible, se tomará una muestra de unidad, que está definido en un área de $230 \pm 93 \text{ m}^2$ (2500 ± 1000 pies) como está descrito en la norma ASTM-D6433 [16].

A continuación, se definirá las muestras utilizando las siguiente formula:

$$L = \frac{A}{Av} \quad [\text{Ecuación. 10}]$$

Donde:

L: Longitud de la unidad de muestreo

A: Área máxima de la unidad

Av: Ancho promedio de la vía

$$L = \frac{232 \pm 93}{8.3}$$

$$L+ = 37.56 \text{ m}$$

$$L- = 15.93 \text{ m}$$

$$L_{\text{Promedio}} = \frac{37.56 + 15.93}{2}$$

$$L = 26.74 \text{ m} \approx 27 \text{ m}$$

La longitud de unidad de muestreo es de 27 m el cual se encuentra dentro de L+ y L-.

- **Área del Tramo**

$$A = L * Av \quad [\text{Ecuación. 11}]$$

Donde:

L: Longitud de la unidad de muestreo

A: Área máxima de la unidad

Av: Ancho promedio de la vía

$$A = 27m * 8.6 m$$

$$A = 232.2 m^2$$

- **Unidades generales de Muestreo**

$$N = \frac{Lt}{L} \quad [Ecuación. 12]$$

Donde:

N: Número de unidades generales

Lt: Longitud total del tramo

L: Longitud de la unidad de muestreo

$$N = \frac{4000 m}{27 m}$$

$$N = 148.15 \approx 149 \text{ unidades}$$

- **Unidades de muestreo a evaluar**

$$n = \frac{N \cdot \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \cdot (N - 1) + \sigma^2} \quad [Ecuación. 13]$$

Donde:

n: Número mínimo de unidades

N: Número total de unidades

e: Error admisible de la sección (e=5%)

σ : Desviación estándar del PCI

$$n = \frac{149 \cdot 10^2}{\frac{5^2}{4} \cdot (149 - 1) + 10^2}$$

$$n = 14.54 \approx 15 \text{ unidades}$$

- **Intervalo**

$$i = \frac{N}{n} \quad [\text{Ecuación. 14}]$$

Donde:

i: Intervalo de muestreo

N: Número de unidades generales

n: número de muestreo

$$i = \frac{149}{15}$$

$$i = 9.93 \text{ m} \approx 10 \text{ m}$$

En la siguiente tabla se muestra las 15 unidades muestras con un intervalo de 10 unidades con una longitud de 27 m que se evaluará a través de 4 km.

Tabla 17 Unidades de muestreo inspeccionadas

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE				
Número	Unidad de Muestreo		Abscisa Inicial	Abscisa Final
1	UM	1	0+000	0+027
2	UM	11	0+270	0+297
3	UM	22	0+540	0+567
4	UM	33	0+810	0+837
5	UM	44	1+080	1+107
6	UM	55	1+350	1+377
7	UM	66	1+620	1+647
8	UM	77	1+890	1+917
9	UM	88	2+160	2+187
10	UM	99	2+430	2+457
11	UM	110	2+700	2+727
12	UM	121	2+970	2+997
13	UM	132	3+240	3+267
14	UM	143	3+510	3+537
15	UM	154	3+780	3+807

Autor

Una vez obtenidos los datos respectivos de la unidad de muestreo, en la siguiente tabla se visualiza el total de fallas que existe en la vía y las 3 fallas principales son fisuras longitudinales y transversales, piel de cocodrilo y pulimiento de agregados. Además,

la que resaltó fue las fisuras longitudinales y transversales con un total de 384,51 lo que representa a un 16% de severidad media “M”, detallada en la tabla 19

Tabla 18 Resumen del porcentaje de fallas en la vía

TIPO DE FALLA		SERERIDAD	PORCENTAJE TOTOAL DE CADA FALLA EXISTENTE															TOTAL	%	% TOTAL
			U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U13	U14	U15			
1. Piel de cocodrilo [m2]	Bajo (L)		2,428	1,89					4,04			2,86			2,40	5,70	19,319	1	18	
	Medio (M)				46,215	1,1395	3,09			57,19							107,6245	12		
	Alto (H)	1,63									17,52						19,14	4		
2. Exudación [m2]	Bajo (L)																-		1	
	Medio (M)													2,54			2,54	1		
	Alto (H)																-			
3. Fisuras en bloque [m2]	Bajo (L)						0,85	9,595									10,445	2	6	
	Medio (M)		8,94	3,035					16,08		3,6725						31,7275	4		
	Alto (H)																-			
4. Abultamientos y hundimientos [m]	Bajo (L)	11,1															11,1	5	5	
	Medio (M)											0,55					0,55	0		
	Alto (H)																-			
7. Fisura de borde [m]	Bajo (L)				2,4												2,4	1	3	
	Medio (M)											5,15	4,80				9,95	2		
	Alto (H)																-			
10. Fisuras longitudinales y trasv. [m]	Bajo (L)	34,47	33,85	19,29	51,16	18,29	26,80		29,04	38,80	29,50	47,70		5,04	6,11	5,25	345,3	12	36	
	Medio (M)	42,66	42,88	21,15	6,3	20,55	26,58	54,65	35,25	76,18	34,16	24,15					384,51	16		
	Alto (H)	27,2		27		30,3	2,40	32,60	15,40		12,45	0,62					147,97	8		
11. Parcheo [m2]	Bajo (L)	12,25		0,48		10,79							1,20	2,00		5,60	32,32	2	10,0	
	Medio (M)	1,68												34,70	13,50		49,8775	8		
	Alto (H)		1,34														-			
12. Pulimiento de agregados [m2]	Bajo (L)																-		10	
	Medio (M)			22,4													22,4	10		
	Alto (H)																-			
13. Huecos [cantidad]	Bajo (L)																-		0	
	Medio (M)				1												1	0		
	Alto (H)																-			
15. Ahuellamiento [m2]	Bajo (L)								4,76								4,76	2	4	
	Medio (M)			6,6	0,35												6,95	2		
	Alto (H)																-			
19. Desprendimiento de agregados [m2]	Bajo (L)												8,12				8,12	4	5	
	Medio (M)					0,57											0,57	0		
	Alto (H)		3,092														3,09	1		

Autor

Cálculo del PCI del pavimento Flexible

Después de evaluar las 15 unidades de muestreo, se calculará el PCI conforme a la recomendación del Manual de las fallas para pavimentos flexibles paso a paso hasta obtener el valor requerido de cada unidad, en el **ANEXO B** se encuentra detallado cada falla con su respectiva severidad (L, M y H) y densidad.

- **Cálculo de la Densidad**

$$Densidad_{\%} = \frac{\text{Área total de la falla}}{\text{Área de la unidad de estudio}} * 100 \quad [\text{Ecuación. 15}]$$

Los valores deducidos como la densidad se encuentran detallados en el anexo B.

- **Calcular el número máximo deducido (mi)**

$$mi = 1,00 + \frac{9}{98} (100,00 - HDVi) \quad [Ecuación. 16]$$

Donde:

i: Intervalo de

mi: número máximo admisible de valores deducidos.

HDVi: Valor deducido máximo.

- **Calcular el Índice de condición del pavimento (PCI)**

$$PCI = 100 + MDVC \quad [Ecuación. 3]$$

Donde:

PCI: Índice de condición del Pavimento.

MDVC: Máximo Valor Deducido Corregido

Una vez calculado las 15 unidades de muestreo, de acuerdo con los rangos de clasificación de condición del pavimento se determinará la clasificación de cada unidad con su respectiva intervención, descrita en la tabla 19.

Tabla 19 Clasificación del Condición del Pavimento e intervención

RANGO	CLASIFICACIÓN	INTERVENCIÓN
100 – 85	Excelente	Mantenimiento rutinario
85 – 70	Muy bueno	
70 – 55	Bueno	Mantenimiento Periódico
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	Rehabilitación
25 – 10	Muy malo	Reconstrucción
10 - 0	Fallado	

Fuente: H. Rondón, Pavimentos Materiales, construcción y diseño, 2015.

Autor

En la tabla 20 se detalla la unidad de muestreo con su respectivo PCI y clasificación correspondiente.

Tabla 20 Resumen del Índice de Condición del Pavimento

RESUMEN DE LOS ÍNDICES DE CONDICIONES DEL PAVIMENTO (PCI)					
Unidad de muestreo	Abscisa inicial (m)	Abscisa final (m)	Área (m²)	PCI	Clasificación
1	0+000	0+027	232	33	Malo
2	0+270	0+297	232	57	Bueno
3	0+540	0+567	232	42	Regular
4	0+810	0+837	232	32	Malo
5	1+080	1+107	232	51	Regular
6	1+350	1+377	232	64	Bueno
7	1+620	1+647	232	56	Bueno
8	1+890	1+917	232	55	Bueno
9	2+160	2+187	232	58	Bueno
10	2+430	2+457	232	32	Malo
11	2+700	2+727	232	67	Bueno
12	2+970	2+997	232	73	Muy bueno
13	3+240	3+267	232	74	Muy bueno
14	3+510	3+537	232	84	Muy bueno
15	3+780	3+807	232	74	Muy bueno

Autor

Luego de calcular el PCI para cada unidad de muestreo y de acuerdo con la tabla 21 se obtiene que desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 2+730 tiene un PCI de 43,40 clasificándose como regular el cual necesita una intervención de Mantenimiento Periódico, finalmente se determina que desde la abscisa 2+730 hasta la abscisa 4+000 representa un PCI de 76.25 clasificándose como Muy Bueno lo que significa que se encuentra en buenas condiciones el asfalto, lo cual necesita una intervención de mantenimiento rutinario. Los siguientes resultados se detallan a continuación.

Tabla 21 Resumen del Índice de Condición del Pavimento con respectivo distintivo

RESUMEN DE LOS ÍNDICES DE CONDICIONES DEL PAVIMENTO (PCI)								
Abscisa inicial	Abscisa final	Área (m2)	PCI	Clasificación	Distintivo	Promedio del PCI	CLASIFICACIÓN	INTERVENCIÓN
0+000	0+027	232	33	Malo		43,40	Regular	Mantenimiento Periódico
0+270	0+297	232	54,9	Regular				
0+540	0+567	232	38	Malo				
0+810	0+837	232	32	Malo				
1+080	1+107	232	51	Regular				
1+350	1+377	232	54,5	Regular				
1+620	1+647	232	56	Bueno				
1+890	1+917	232	43	Regular				
2+160	2+187	232	34	Malo				
2+430	2+457	232	32	Malo				
2+700	2+727	232	49	Regular		76,25	Muy bueno	Mantenimiento Rutinario
2+970	2+997	232	73	Muy bueno				
3+240	3+267	232	74	Muy bueno				
3+510	3+537	232	84	Muy bueno				
3+780	3+807	232	74	Muy bueno				


Autor

3.1.1.3 Determinación de deflexiones de la vía a través del uso de Viga Benkelman

Después de haber evaluado superficialmente la capa de rodadura es importante conocer el estado estructural, utilizando la Viga Benkelman con el fin de determinar el responsable del estado de la vía.

Para realizar el ensayo se abscisó cada 250 m alternando el sentido, de acuerdo con el ancho promedio de la calzada (8.6 m), se trazó 0.9 m desde el borde de acuerdo con la norma AASHTO T 256 se procedió a medir cada 0.25, 0.50, 1.00 y 5.00 hasta 8.00 metros aproximadamente con el fin de medir las deflexiones del pavimento al transportar la volqueta en las diferentes distancias, de la misma manera en cada punto se toma la temperatura y el espesor del pavimento.

Tabla 22 Lectura de deflexiones obtenidas en campo

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 											
PROYECTO											
EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA											
Provincia:		Tungurahua		Cantón:		Ambato		Parroquia:		Picaihua	
Carga:		8.2 Toneladas				Presión de las llamas:		80 PSI			
Responsable:		Lucero del Belén Villegas Freire				Revisado por:		Ing. Mg Fricson Moreira			
DEFLEXIONES OBTENIDAS EN CAMPO											
PUNTO	ASBCISA	CARRIL	TEMPER. C	ESPESOR ASFALTO (cm)	LECTURAS EN EL DIAL (x10-2) mm						
					D0	D25	D50	D100	D250	D500	D_final
1	K0+000	Derecho	42,7	5	0,00	16,00	16,50	33,60	36,90	38,70	39,10
2	K0+500	Izquierdo	36	5	0,00	15,80	35,70	45,10	45,10	39,10	47,20
3	K1+000	Derecho	37,7	5	0,00	15,90	13,10	29,70	36,00	40,00	41,80
4	K1+500	Izquierdo	38,2	5	0,00	15,90	31,20	34,00	45,70	46,00	46,10
5	K2+000	Derecho	39,7	5	0,00	19,60	27,80	32,00	41,70	44,90	47,50
6	K2+500	Izquierdo	38,7	5	0,00	14,80	20,20	28,30	30,90	36,70	45,80
7	K3+000	Derecho	36,5	5	0,00	10,10	17,80	25,00	42,10	42,40	45,00
8	K3+500	Izquierdo	37	5	0,00	13,10	20,90	24,54	35,50	46,30	47,60
9	K4+000	Derecho	34,7	5	0,00	12,00	25,00	30,60	40,90	45,20	48,80

Autor

Luego de obtener las deflexiones, temperatura y espesores del pavimento, se realizó el cálculo con sus respectivas correcciones utilizando los diferentes parámetros, como vemos a continuación.

- **Corrección mediante el brazo de la viga Benkelman con relación 1:2**

Esta corrección es aplicada con respecto al factor de relación de brazos que posee la Viga Benkelman, el brazo corto mide 1,22 m y el brazo largo mide 2,44 m, dicho factor fue medido del instrumento y para obtener la deflexión corregida se multiplica a la deflexión recuperable. [31]

$$D = RB * (Df - Do) \quad [Ecuación. 17]$$

Donde:

D: Deflexiones.



RB: Relación del brazo de la viga

Df: Deflexión final

Do: Deflexión inicial

Para realizar la corrección por el brazo con relación 1:2 de la viga tomado los datos con el dial, se obtuvo los resultados siguientes:

Tabla 23 Deflexiones corregidas por relación de brazo de 1:2 de la Viga Benkelman

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
											
PROYECTO											
EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA											
Provincia:		Tungurahua		Cantón:		Ambato		Parroquia:		Picaihua	
Carga:		8.2 Toneladas		Presión de las llamas:		80 PSI					
Responsable:		Lucero del Belén Villegas Freire		Revisado por:		Ing. Mg Fricson Moreira					
CORRECCIÓN POR EL BRAZO CON RELACIÓN 1:2 DE LA VIGA BENKELMAN											
PUNTO	ASBCISA	CARRIL	TEMPER. C	ESPELOR ASFALTO (cm)	DEFLEXIONES CORREGIDAS POR EL BRAZO DE PALANCA (x10-2) mm						
					D0	D25	D50	D100	D250	D500	D_final
1	K0+000	Derecho	42,7	5	78,20	46,20	45,20	11,00	4,40	0,80	0,00
2	K0+500	Izquierdo	36	5	94,40	62,80	23,00	4,20	4,20	16,20	0,00
3	K1+000	Derecho	37,7	5	83,60	51,80	57,40	24,20	11,60	3,60	0,00
4	K1+500	Izquierdo	38,2	5	92,20	60,40	29,80	24,20	0,80	0,20	0,00
5	K2+000	Derecho	39,7	5	95,00	55,80	39,40	31,00	11,60	5,20	0,00
6	K2+500	Izquierdo	38,7	5	91,60	62,00	51,20	35,00	29,80	18,20	0,00
7	K3+000	Derecho	36,5	5	90,00	69,80	54,40	40,00	5,80	5,20	0,00
8	K3+500	Izquierdo	37	5	95,20	69,00	53,40	46,12	24,20	2,60	0,00
9	K4+000	Derecho	34,7	5	97,60	73,60	47,60	36,40	15,80	7,20	0,00

Autor

- **Corrección por medio de la temperatura**

La temperatura afecta considerablemente a las deflexiones, es el caso que, si medimos en un mismo punto las deflexiones, pero con diferente temperatura el resultado será diferentes. Cabe recalcar que, a mayor temperatura, la deflexión del pavimento será mayor y viceversa, afectando la rigidez del pavimento cuando la temperatura sea elevada.

La corrección por temperatura se lo realiza en base a la corrección del brazo de la viga, está misma se encuentra en un rango de 1° a 40° obtenidas de campo, por tal razón se es indispensable elegir una temperatura estándar puesto que existen cambios climáticos a través de la siguiente ecuación:

$$D_{20^\circ} = \frac{Dt}{0,001 * (T^\circ - 20^\circ) * e + 1} \quad [Ecuación. 4]$$

Donde:

D₂₀: Deflexión corregida por la temperatura.

D₀: Deflexión inicial corregida por el brazo de la viga

T°: Temperatura obtenida en campo

e: Espesor de la carpeta asfáltica

Luego de realizar los cálculos en la siguiente tabla se encuentran los datos obtenidos:

Tabla 24 Deflexiones corregidas por temperatura

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
PROYECTO											
EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITAGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA											
Provincia:		Cantón:		Parroquia:							
Tungurahua		Ambato		Picaihua							
Carga:		Presión de las llamas:		Responsable:							
8.2 Toneladas		80 PSI		Lucero del Belén Villegas Freire							
Revisado por:		Ing. Mg Fricson Moreira									
DEFLEXIONES POR TEMPERATURA											
PUNTO	ASBCISA	CARRIL	TEMPER. °C	ESPESOR ASFALTO (cm)	DEFLEXIONES CORREGIDAS POR TEMPERATURA (x10-2) mm						
					D0	D25	D50	D100	D250	D500	D_final
1	K0+000	Derecho	42,7	5	70,23	41,49	40,59	9,88	3,95	0,72	0,00
2	K0+500	Izquierdo	36	5	87,41	58,15	21,30	3,89	3,89	15,00	0,00
3	K1+000	Derecho	37,7	5	76,80	47,59	52,73	22,23	10,66	3,31	0,00
4	K1+500	Izquierdo	38,2	5	84,51	55,36	27,31	22,18	0,73	0,18	0,00
5	K2+000	Derecho	39,7	5	86,48	50,80	35,87	28,22	10,56	4,73	0,00
6	K2+500	Izquierdo	38,7	5	83,77	56,70	46,82	32,01	27,25	16,64	0,00
7	K3+000	Derecho	36,5	5	83,14	64,48	50,25	36,95	5,36	4,80	0,00
8	K3+500	Izquierdo	37	5	87,74	63,59	49,22	42,51	22,30	2,40	0,00
9	K4+000	Derecho	34,7	5	90,92	68,56	44,34	33,91	14,72	6,71	0,00

Autor

- Corrección por estacionalidad**

Para una excelente evaluación es recomendable evaluar las deflexiones en periodos no favorables del año, esto con la finalidad de determinar el comportamiento del pavimento, existen parámetros para establecer el factor de corrección de manera subjetiva a través del clima de la región.

Para realizar la corrección se realizó de acuerdo con los factores por estacionalidad descrita en la tabla 1, realizándose en estación seca, además la zona del proyecto tiene subrasante de tipo arenoso-permeable, por lo que el factor de corrección será el promedio de los dos coeficientes dando un valor de 1.2.

$$D = 11 * D_{20} °C \quad [Ecuación. 18]$$



Donde:

D: Deflexión corregida por estacionalidad

D20°C: Deflexión corregida por temperatura

Los resultados obtenidos mediante esta corrección se presentan a continuación:

Tabla 25 Deflexiones corregidas por estacionalidad

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
											
PROYECTO											
EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA											
Provincia:		Tungurahua		Cantón:		Ambato		Parroquia:		Picaihua	
Carga:		8.2 Toneladas				Presión de las llantas:		80 PSI			
Responsable:		Lucero del Belén Villegas Freire				Revisado por:		Ing. Mg Fricson Moreira			
DEFLEXIONES POR ESTACIONALIDAD											
PUNTO	ASBCISA	CARRIL	TEMPER. C	ESPEJOR ASFALTO (cm)	DEFLEXIONES CORREGIDAS POR ESTACIONALIDAD (x10-2) mm						
					D0	D25	D50	D100	D250	D500	D_final
1	K0+000	Derecho	42,7	5	84,27	49,79	48,71	11,85	4,74	0,86	0,00
2	K0+500	Izquierdo	36	5	104,89	69,78	25,56	4,67	4,67	18,00	0,00
3	K1+000	Derecho	37,7	5	92,16	57,11	63,28	26,68	12,79	3,97	0,00
4	K1+500	Izquierdo	38,2	5	101,41	66,43	32,78	26,62	0,88	0,22	0,00
5	K2+000	Derecho	39,7	5	103,78	60,96	43,04	33,86	12,67	5,68	0,00
6	K2+500	Izquierdo	38,7	5	100,52	68,04	56,19	38,41	32,70	19,97	0,00
7	K3+000	Derecho	36,5	5	99,77	77,38	60,30	44,34	6,43	5,76	0,00
8	K3+500	Izquierdo	37	5	105,29	76,31	59,06	51,01	26,76	2,88	0,00
9	K4+000	Derecho	34,7	5	109,10	82,27	53,21	40,69	17,66	8,05	0,00

Autor

- **Cálculo del radio de curvatura**

Es fundamental calcular el radio de curvatura, el cual determina la deformación lineal por la tracción que sufren las capas elásticas al estar sometidas bajo cargas, teniendo como consecuencia formación de fisuras representadas como piel de cocodrilo.

Este cálculo sirve para obtener la deformación, ya que tiene relación con las deflexiones y el comportamiento de la capa de rodadura. Se calculará el radio de curvatura tomando en cuenta las deflexiones corregidas por estacionalidad (D0 y D25) de cada punto con la siguiente expresión [20]:

$$R_c = \frac{3125}{D0 - D25} \quad [Ecuación. 5]$$

Donde:



Rc: Radio de curvatura en metros

D0: Deflexiones máxima a los 0 metros

D25: Deflexión a los 0,25 metros

En la siguiente tabla 26 se encuentran los resultados obtenidos al aplicar la Ecuación 12.

Tabla 26 Radios de curvatura

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
PROYECTO							
EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
Provincia:	Tungurahua	Cantón:	Ambato	Parroquia:	Picaihua		
Carga:	8.2 Toneladas		Presión de las llamas:		80 PSI		
Responsable:	Lucero del Belén Villegas Freire		Revisado por:		Ing. Mg Fricson Moreira		
RADIO DE CURVATURA							
PUNTO	ASBCISA	CARRIL	TEMPER. C	ESPESOR ASFALTO (cm)	DEFLEXIONES CORREGIDAS (x10-2) mm		Radio de curvatura
					D0	D25	
1	K0+000	Derecho	42,7	5	84,27	49,79	90,62
2	K0+500	Izquierdo	36	5	104,89	69,78	89,00
3	K1+000	Derecho	37,7	5	92,16	57,11	89,14
4	K1+500	Izquierdo	38,2	5	101,41	66,43	89,34
5	K2+000	Derecho	39,7	5	103,78	60,96	72,98
6	K2+500	Izquierdo	38,7	5	100,52	68,04	96,20
7	K3+000	Derecho	36,5	5	99,77	77,38	139,55
8	K3+500	Izquierdo	37	5	105,29	76,31	107,84
9	K4+000	Derecho	34,7	5	109,10	82,27	116,48

Autor

De acuerdo con los resultados del radio de curvatura se evidencia que desde el kilometro 0+000 hasta el kilometro 2+500 el radio de curvatura es menor a 100 lo que significa que el pavimento es malo, por lado desde el kilometro 2+500 hasta el kilometro 4+000 el radio de curvatura es superior a 100 lo que representa que el pavimento es bueno.

- **Cálculo de la deflexión característica**

Para calcular la deflexión característica primero se obtiene su desviación estándar con la siguiente fórmula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(Dm^2 - Di^2)}{n - 1}} \quad [Ecuación. 20]$$

Donde:

Di: Deflexión recuperable máxima corregida

Dm: Promedio de Deflexiones D0 corregidas por temperatura y estacionalidad

n: Desviación Estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(51,09)^2}{9 - 1}}$$

$$\sigma = 7,58$$

Después de calcular la desviación estándar, con la siguiente formula se calcula la deflexión característica:

$$D_c = Dm + 1,645 * \sigma \quad [Ecuación. 6]$$

Donde:

Dc: Deflexión Característica

Dm: Promedio de Deflexiones D0 corregidas por temperatura y estacionalidad

1,645: coeficiente que representa el porcentaje del área total con probabilidad de presentar deflexiones superiores a la deflexión característica Dc

σ = Desviación Estándar

A continuación, se encuentra la deflexión característica juntamente con las deflexiones recuperadas y la desviación estándar.

$$D_c = 100.13 + 1,645 * 7,58$$

$$D_c = 112,6x10^{-2} mm$$

- **Cálculo de la deflexión admisible.**

Para determinar la deflexión admisible, se obtuvo mediante el número de ejes equivalente (W18) representada en millones, el cual establece un límite que garantice un comportamiento favorable del pavimento durante el periodo requerido. La deflexión admisible se calcula con la siguiente expresión.

$$D_{adm} = \left(\frac{1,15}{W18}\right)^{1/4} * 100 \quad [Ecuación. 7]$$

Donde:

Dadm: Deflexión Admisible (mm)

W18_diseño de carril (2023): Número de ejes equivalentes, expresado en millones

$$D_{adm} = \left(\frac{1,15}{0,042766} \right)^{1/4} * 100$$

$$D_{adm} = 227,72 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

- **Cálculo de la deflexión crítica.**

La deflexión crítica presenta hasta dónde puede llegar la vida del pavimento, después de tolerar el tránsito proyectado, su cálculo se expresa con la siguiente ecuación:

$$D_{crit} = \left(\frac{1,90}{W18} \right)^{1/5,3} * 100 \quad [\text{Ecuación. 8}]$$

Donde:

Dcr: Deflexión crítica en millones

W18: Número de ejes equivalentes

$$D_{crit} = \left(\frac{1,90}{0,042766} \right)^{1/5,3} * 100$$

$$D_{crit} = 204,59 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Una vez realizado el ensayo y determinadas las deflexiones, de acuerdo con la tabla 3 se determinó el tipo de deflexión al que pertenece y cuál es su comportamiento tanto de la subrasante como del pavimento. En la siguiente tabla se resume los datos.

Tabla 27 Resultados del comportamiento y tipo de deflexión en el pavimento

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 							
PROYECTO							
EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
Provincia:	Tungurahua	Cantón:	Ambato	Parroquia:	Picaihua		
Carga:	8.2 Toneladas		Presión de las llantas:		80 PSI		
Responsable:	Lucero del Belén Villegas		Revisado por:		Ing. Mg Fricson Moreira		
Abscisa	Sentido	CRITERIOS DE EVALUACIÓN					
		D<Da		Ro<100	TIPO DE DEFLEXIÓN	Comportamiento de la subrasante	Comportamiento del pavimento
K0+000	Derecho	84,27	227,72	90,62	TIPO III	Bueno	Malo
K0+500	Izquierdo	104,89	227,72	89,00	TIPO III	Bueno	Malo
K1+000	Derecho	92,16	227,72	89,14	TIPO III	Bueno	Malo
K1+500	Izquierdo	101,41	227,72	89,34	TIPO III	Bueno	Malo
K2+000	Derecho	103,78	227,72	72,98	TIPO III	Bueno	Malo
K2+500	Izquierdo	100,52	227,72	96,20	TIPO III	Bueno	Malo
PROMEDIO				87,88	TIPO III	Bueno	Malo
K3+000	Derecho	99,77	227,72	139,55	TIPO I	Bueno	Bueno
K3+500	Izquierdo	105,29	227,72	107,84	TIPO I	Bueno	Bueno
K4+000	Derecho	109,10	227,72	116,48	TIPO I	Bueno	Bueno
PROMEDIO				121,29	TIPO I	Bueno	Bueno

Autor

En la siguiente tabla se detallan con más profundidad los resultados obtenidos al evaluar estructuralmente la vía.

Tabla 28 Resumen de los resultados de las deflexiones

TABLA DE RESULTADOS		
Contenido	0+000 – 2+730	2+730 - 4+000
Deflexión promedio (\bar{D}_m)	100,13	
Desviación estándar (σ)	7,58	
Deflexión característica (D_c)	112,60	
Deflexión admisible (D_{adm})	227,72	
Deflexión crítica (D_{cr})	204,59	
Radio de curvatura promedio (R_c)	87,88	121,29
COMPORTAMIENTO		
SUBRASANTE	$D < D_{adm} \rightarrow 100,13 < 227,72$	
PAVIMENTO	$R_c < 100 \rightarrow 87,88 < 100$	$R_c > 100 \rightarrow 121,29 > 100$
DEFLEXIÓN	Tipo III	Tipo I

Autor

De acuerdo con los datos obtenidos en la tabla 27 se consigue determinar que la vía en el primer tramo que es de la abscisa 0+000 hasta la abscisa 2+500 es tipo III, teniendo en cuenta que la subrasante dispone de una subrasante buena que no necesita ser

mejorado, sin embargo, el pavimento no es el adecuado ya que el radio de curvatura es menor a 100. Así también, en el segundo tramo de la abscisa 2+500 hasta la abscisa 4+000 es tipo I, es decir que tanto la subrasante como el pavimento es bueno. En la figura 12 se puede observar cómo se comporta estructuralmente la vial desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000, de acuerdo con los cálculos de flexiones corregidas (D) es menor al de la deflexión admisible (D_a) y el radio de curvatura, lo que se demuestra que la subrasante tiene un buen comportamiento, pero el pavimento no es el adecuado para el primer tramo y para el segundo tramo la subrasante como el pavimento tienen buen comportamiento.

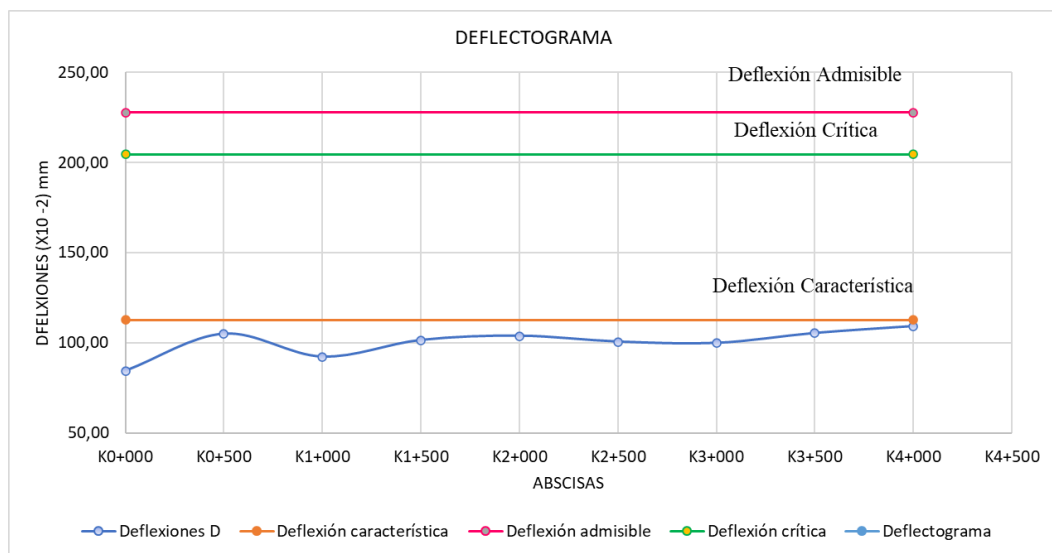


Figura 12 Deflectograma Estructural de la vía en estudio

Autor

3.1.1.4 Estudio de suelos

Al realizar una evaluación superficial y estructural del pavimento hay que tener presente que las fallas existentes en la vía no son solamente producto de la estructura asfáltica, sino que depende de varios factores como el suelo en donde está ubicada la vía y las diferentes capas existentes que la conforman, de esa manera se evaluó las diferentes capas estructurales existentes para determinar sus propiedades.

Los ensayos realizados se los elaboró en el laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato, en donde se realizó cuatro calicatas a cielo abierto de 1 m³ de profundidad para extraer suelo natural, de las mismas calicatas se obtuvo suelo granular que se encontraba debajo de la carpeta asfáltica. Las calicatas fueron ejecutadas en sitios

donde la extracción sea factible, se extrajo 50 kg de cada tipo de suelo por cada calicata.

Los ensayos realizados son: DCP, Granulometría, Límites de Aterberg, Abrasión, Proctor Modificado y CBR.

En la tabla 29 se encuentra la ubicación de las cuatro calicatas realizadas en territorio.

Tabla 29 Puntos de Calicatas

Calicatas	Abscisa	Coordenadas UTM WGS84 17 SUR	
		Este (m)	Norte (m)
M1	0+756	767133.00	9857697.00
M2	1+620	767788.96	9858232.54
M3	2+295	768281.97	9858614.18
M4	3+537	768332.04	9858405.28

Autor

- **Ensayo de Cono dinámico de penetración (DCP)**

Para realizar este ensayo se retiró toda la parte granular que se encontró debajo de la carpeta asfáltica, fue realizado bajo condiciones de humedad natural basados en la norma ASTM 6951-03. A continuación se presenta un resumen del CBR de campo de las cuatro calicatas.

Tabla 30 CBRs obtenidos por el ensayo DCP (in situ)

CALICATAS	ABSCISA	CBR %
M1	0+756	14.690
M2	1+620	12.562
M3	2+295	25.334
M4	3+537	20.098

Autor

- **Granulometría**

Realizar este ensayo brinda una importante información ya que la división del suelo en diferentes tamaños ayuda a determinar el tipo de material que se encuentra en sitio, de esta manera ayudará a evaluar el comportamiento del suelo en diferentes áreas. El suelo se clasificó de acuerdo con las normas SUCS y AASHTO. [32]

Tabla 31 Clasificación del suelo según la SUCS

TIPO DE SUELO	FREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien Graduada	W
Arena	S	Pobrementemente Graduada	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Baja Plasticidad	L
		Alta Plasticidad	H

Fuente: Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)

En la tabla 32 se clasifica el suelo natural de acuerdo con la SUCS como Arena Limosa de baja plasticidad (SM) y en cuanto a la AASHTO como un suelo tipo A-2-4.

Tabla 32 Porcentaje del suelo natural

CLASIFICACIÓN DEL SUELO NATURAL					
N° de Muestra	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y arcilla (Finos%)	CLASIFICACIÓN	
				AASHTO	SUCS
1	3%	79%	18%	A-2-4	Arena Limosa (SM)
2	4%	87%	9%	A-2-4	Arena Limosa (SM)
3	3%	87%	10%	A-2-4	Arena Limosa (SM)
4	3%	83%	14%	A-2-4	Arena Limosa (SM)

Autor

De la misma manera se lo realizó para la capa granular, tomando en consideración las Especificaciones de Obras de la Construcción de Caminos y Puentes MTOP 2002, que para la distribución de materiales se clasifica como Base clase 4, porque el porcentaje que pasan los tamices de malla 2” es de 100, de la misma manera la malla de 1” se encuentra entre 60 -90, el tamiz N°4 se encuentra entre el 20% -50 % y finalmente el tamiz N° 200 esta entre 0%-15%.

En la siguiente tabla se identifica la clasificación del material granular.

Tabla 33 Porcentaje del material granular según SUCS y AASHTO

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL GRANULAR					
N° de Muestra	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y arcilla (Finos%)	CLASIFICACIÓN	
				AASHTO	SUCS
1	57%	38%	5%	A-1-a	GP
2	60%	35%	4%	A-1-a	GP
3	61%	35%	4%	A-1-a	GP
4	61%	34%	5%	A-1-a	GP

Autor

- **Límites de Atterberg**

Para realizar el ensayo de límites de atterberg se lo realizó con el agregado que pasa el tamiz #40, en donde se elaboró el límite líquido, plástico de cada muestra de suelo, según la Normativa ASSHTO T-90-89 que sugiere trabajar con 1000 gramos para agregados finos y 10000 para agregados gruesos.

A continuación, en la tabla 34 se representa los resultados obtenidos del suelo natural.

Tabla 34 Resumen del ensayo Límites de Atterberg del suelo natural

LÍMITES DE ATTERBERG DEL SUELO NATURAL			
N° de Muestra	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)
1	24.88	20	4.78
2	27.88	26	2.09
3	21.75	22	0.12
4	23.40	21	2.83

Autor

Así mismo en la tabla 35 se representa los resultados del limite de atterberg del material granual donde se determina que carece de plasticidad.

Tabla 35 Resumen del ensayo Límites de Atterberg de la capa granular

LÍMITES DE ATTERBERG DE LA CAPA GRANULAR			
N° de Muestra	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)
1	21.07	22	-0.98
2	21.25	21	0.45
3	19.92	21.39	-1.47
4	22.03	22	-0.37

Autor

- **Abrasión**

Este método de ensayo determina el porcentaje de desgaste que posee los agregados, el cual indica la calidad relativa que tiene el agregado. Existen diferentes métodos el cual depende del tamaño de los agregados.[33]

Utilizando el método A, se realizó el ensayo de Abrasión de las cuatro muestras para determinar el descaste que tiene la piedra, en donde el porcentaje varía entre 30% a 40 % representando una BASE de acuerdo con las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes, donde explica que si el por porcentaje retenido es menor a 40% se puede considerar una BASE, en la siguiente tabla se encuentran los respectivos resultados:

Tabla 36 Resumen del ensayo al desgaste

RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN (MÉTODO A)	
N° de Muestra	Porcentaje de Descaste %
1	30.48
2	34.06
3	32.26
4	32.618

Autor

- **Proctor Modificado**

Realizar este tipo de ensayos ayuda a determinar la densidad seca como la húmedas de compactación, también determina las propiedades la cual servirá como una guía para el control de calidad.[34]

Este ensayo ayudó a conseguir la humedad optima con la que se debió compactar, de la misma manera la relación de la densidad seca, usando el método modificado tipo B para subrasantes y el D para materiales granulares, el cual consiste en colocar 5 capas cada una con 56 golpes.

Tabla 37 Resumen Proctor Modificado tipo B de la subrasante

PROCTOR DEL SUELO NATURAL		
Nº de Muestra	Densidad Seca (gr/m3)	Húmeda Óptima %
1	1.61	14.77
2	1.52	18.57
3	1.66	13.65
4	1.66	14.57

Autor

En la tabla 38 se representa la densidad seca y la humedad optima del materia granular ensayado a traves del metodo D.

Tabla 38 Resumen Proctor Modificado tipo D del material granular

PROCTOR DE LA CAPA GRANULAR		
Nº de Muestra	Densidad Seca (gr/m3)	Húmeda Óptima
1	2.03	9.79
2	2.01	10.87
3	1.97	8.31
4	1.99	7.37

Autor

- **Ensayo de Relación Soporte California (CBR)**

Realizar este ensayo tubo la finalidad de determinar la capacidad portante del suelo, a través de la humedad óptima y la densidad previamente realizado en el ensayo de Proctor modificado. Este ensayo trata de compactar el suelo con 3 moldes de

(11,27,56) golpes cada uno de 5 capas y finalmente curar en agua como estado más delicado.

En base a la tabla 39 se puede clasificar el uso del suelo a través del valor de CBR obtenidos.

Tabla 39 Clasificación y utilización de los suelos

CBR	CLASIFICACIÓN	USO
2% - 5%	Muy Mala	Subrasante
5% - 8%	Mala	Subrasante
8% - 20%	Regular – Buena	Subrasante
20% - 30%	Excelente	Subrasante
30% - 60%	Buena	Subbase
60% - 80%	Buena	Base
80% - 100%	Excelente	Base

Fuente: Norma AASHTO - 93

Autor

A continuación, se clasifica el suelo natural y al material granular de cada muestra según el porcentaje de CBR y el tipo de material que corresponde.

Tabla 40 Clasificación del Porcentajes de CBR

N° de Muestra	CBR	USO	Clasificación	TIPO DE MATERIAL
<i>SUELO NATURAL</i>				
1	10.50	Subrasante	Regular-Bueno	Arena Limosa
2	26.5	Subrasante	Excelente	
3	19	Subrasante	Regular-Bueno	
4	16.30	Subrasante	Regular-Bueno	
<i>MATERIAL GRANULAR</i>				
1	86	Base	Excelente	Grava y arena
2	80	Base	Excelente	
3	83	Base	Excelente	
4	100	Base	Excelente	

Autor

Realizado los ensayos correspondientes en la tabla 40 se clasificó para el suelo natural como una subrasante en un rango de regular a excelente y el tipo de material que tiene es arena limosa.

Por otro lado, el material granular y de acuerdo con la tabla se clasificó como una Base de excelente calidad ya que los porcentajes de CBR son superiores a 80%, representando un material de grava y arena.

3.1.4 Plan de mantenimiento con su correspondiente presupuesto económico

El plan de manteniendo vial se lo realizó de acuerdo los resultados obtenidos visuales y estructurares con el ensayo del PCI y la viga Benkelman respectivamente, mismo que se propuso realizar por tramos y de acuerdo con su severidad.

Para el primer tramo desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 2+730 se determinó realizar una rehabilitación el cual implica realizar un diseño de la estructura del pavimento, considerando que el PCI se encontraba en el límite de un mantenimiento periódico y una rehabilitación, además realizando la evaluación se encontró que la estructura del pavimento no contaba con las capas que considera la Norma ASHTTO-93. De la misma manera para la abscisa 2+730 hasta a la abscisa 4+00 se planteó realizar un mantenimiento rutinario con aplicación de ligante bituminoso combinado para sellar fisuras y baches.

3.1.4.1 Diseño del pavimento

Para que la vía tenga una prolongación de vida se debe realizar el diseño del pavimento ya que el primer tramo la vía necesita una rehabilitación y de tal forma esté contemplada en el presupuesto económico.

El diseño del pavimento se lo realiza bajo la norma AASHTO-93[35].

- **Confiabilidad (R)**

Se tomo en cuenta un promedio de 85% de confiabilidad recomendada, considerada de acuerdo con el tipo de vía y a la ubicación.

Tabla 41 Niveles de confiabilidad

Clase de vía	Nivel de confiabilidad	
	Zona urbana	Zona rural
Autopistas y rutas interestatales	85 – 99,9	80 – 99,9
Arterias principales – Troncales	80 – 99	75 – 99

Colectoras	80 – 95	75 – 95
Locales	50 – 80	50 – 80

Fuente: Diseño de pavimentos AASHTO – 93

- **Desviación estándar normal (Z_r)**

De acuerdo con el valor de confiabilidad se obtiene la desviación estándar de proyecto, que en este caso es $Z_r = -1.037$

Tabla 42 Desviación estándar (Z_r)

Niveles de confianza	Desviación estándar (Z_r)
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,34
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99.9	-3,09
99.99	-3,75

Fuente: Diseño de pavimentos AASHTO – 93

- **Desviación estándar global (S_o)**

Llamado también error estándar combinado, el cual considera diferentes comportamientos del tráfico y de la estructura del pavimento. El valor recomendado por la AASHTO-93 es de 0.45.

- **Índice de Serviciabilidad**

Es el nivel de confort y la seguridad que brinda el pavimento con relación al tráfico en la carretera. Con la ecuación 21 se determina el índice de Serviciabilidad.

- *Serviciabilidad inicial (Po)*

Tabla 43 Serviciosabilidad inicial (Po)

Tipo de pavimento	Po
Rígido	4,5
Flexible	4,2

Fuente: Diseño de pavimentos AASHTO – 93

- *Serviciabilidad final (Pf)*

Tabla 44 Serviciosabilidad final (Pf)

Clase de vía	Pt
Autopistas	3
Carreteras de importancia media	2.2
Carreteras de importancia baja	2

Fuente: Diseño de pavimentos AASHTO – 93

$$\Delta PSI = P_o - P_f \quad [Ecuación. 21]$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.2$$

$$\Delta PSI = 2$$

- **CBR de Diseño**

Se determinó el CBR de diseño por medio del método del percentil la cual es recomendado por el Instituto de Asfalto, en donde se identifica de acuerdo con el número de ejes equivalentes calculados que en este caso es ($W_{18} = 59572 \times 10^4$), resultando ser un 60% como se muestra en la tabla 55, esto con la finalidad de determinar sus propiedades mecánicas.

Tabla 45 Percentiles según el número de ejes equivalentes.

Ejes equivalentes	Percentil de diseño (%)
$>10^6$	87,5
$10^4 - 10^6$	75
$<10^4$	60

Fuente: “Diseño de pavimentos AASHTO – 93” (1993).

A continuación, se ordenan de menor a mayor los CBR obtenidos de las cuatro muestras con su respectivo abscisado y se calcula el porcentaje de del percentil como se muestra en la tabla 56.

Tabla 46 Resultados del ensayo de subrasante (CBR)

N° de Muestra	Abscisa	Menor a Mayor CBR (%)	Valores mayores o iguales	Percentil
1	0+756	10.5	1	100
2	1+620	16.2	2	75
3	2+295	19	3	50
4	3+537	26	4	25

Autor

Con los datos obtenidos anteriormente se grafica percentil vs CBR y al momento de instaurar el valor del percentil (60%), se obtiene un CBR de diseño de 18%.

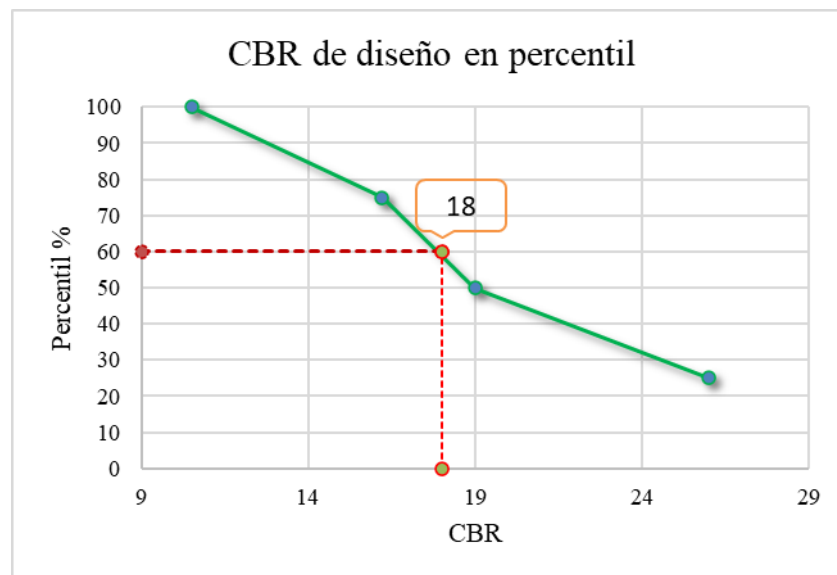


Figura 13 CBR de diseño usando el percentil

Autor

- **Módulo de resiliencia**

Para determinar el módulo de resiliencia de la subrasante, se aplicó la ecuación 22, debido a que el CBR se encuentra entre 7% - 20%.

$$M_R = 3000 * CBR^{0.65} \quad [Ecuación. 22]$$

$$M_R = 3000 * (18)^{0.65}$$

$$M_R = 19635.79 \text{ psi} \approx 19.64 \text{ Ksi}$$

- **Capacidad de drenaje**

De acuerdo con la tabla 58 se determina el coeficiente de drenaje. Por ende, la vía estará en contacto con precipitaciones en un rango de 5-25% y la capacidad de drenaje es regular obteniendo un valor intermedio de 0.90 para cada capa.

Tabla 47 Capacidad de drenaje

Calidad de drenaje	% de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 – 5%	5 – 25%	> 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.2
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.8
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.6
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.4

Fuente: Diseño de pavimentos AASHTO – 93

- **Coefficientes estructurales**

Coefficiente a1

Para determinar el coeficiente estructural de la mezcla, se utilizó el ábaco de la norma AASHTO-93, teniendo en cuenta que la estabilidad del pavimento es de 1800 lb.

$$a_1 = 0.41$$

$$\text{Módulo resiliente} = 395 \text{ ksi}$$

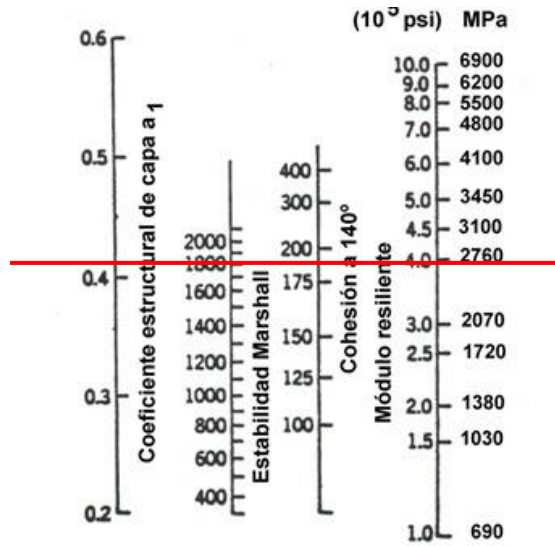


Figura 14 Ábaco para determinar el coeficiente estructural de la carpeta asfáltica

Fuente: Diseño de pavimentos AASHTO – 93

Coeficiente a2

De acuerdo con la norma vigente MTOP 2003 dice que el CBR mínimo es de 80% para la capa de base y es de tipo IV, el cual será utilizado en este proyecto. Utilizando este dato se obtiene el coeficiente a2 con el siguiente Abaco.

$$a_2 = 0.13$$

$$\text{Módulo resiliente} = 28.8 \text{ ksi}$$

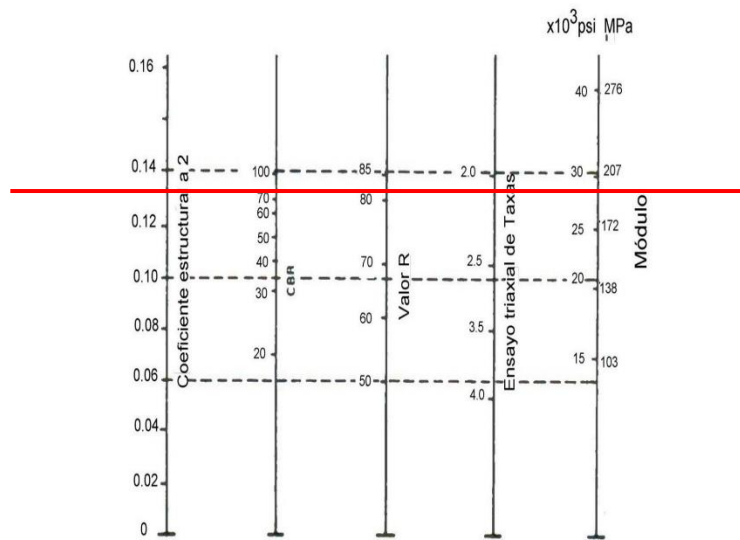


Figura 15 Ábaco para determinar el coeficiente estructural de la base

Fuente: Diseño de pavimentos AASHTO – 93

Coeficiente a_3

Con el siguiente monograma se determinó el coeficiente estructural para subbase Clase 2, el CBR para subbases es de 30% como mínimo como se encuentra en las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes.[36]

$$a_3 = 0.11$$

$$\text{Módulo resiliente} = 14.9 \text{ ksi}$$

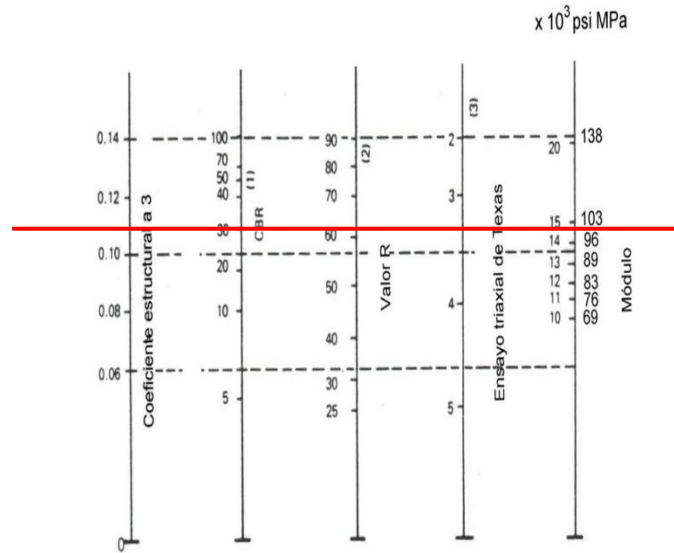


Figura 16 Ábaco para determinar el coeficiente estructural de la subbase

Fuente: Diseño de pavimentos AASHTO – 93

- **Número estructura**

A través del programa Ecuación AASHTO-93 realizado por Luis Ricardo Vásquez Varela en el año 2004 se calculó el número estructural SN.

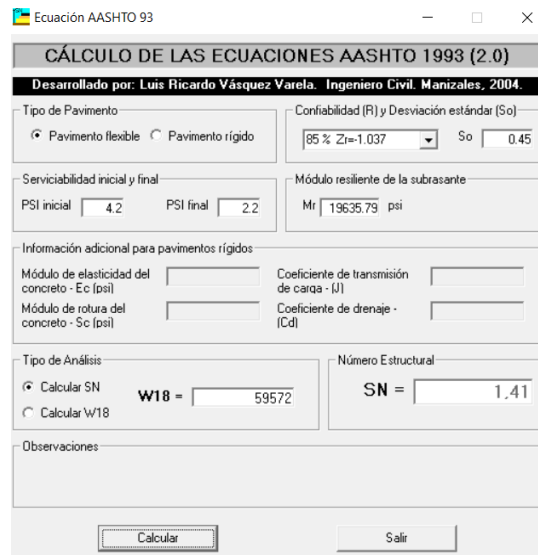


Figura 17 Cálculo de número estructural con el software Ecuación AASHTO – 93

Fuente: Lucero Villegas

Con respecto a la figura 16 se obtuvo un valor de 1.40 como SN Total, el cual sirve para calcular los espesores de cada capa de la estructura del pavimento, obteniendo los siguientes datos:

Tabla 48 Valores ingresados y salidos para el cálculo del número estructural

DATOS DE ENTRADA	
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES	
A. Módulo de elasticidad de la mezcla asfáltica (ksi)	395.00
B. Módulo de elasticidad de la base granular (ksi)	28.80
C. Módulo de elasticidad de la sub-base (ksi)	14.90
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE	
A. Número de ejes equivalentes total (W18)	59.572
B. Factor de confiabilidad (r)	85%
Desviación estandar normal (zr)	-1.037
Desviación estandar global (so)	0.45
C. Módulo de resiliencia de la subrasante (mr, ksi)	19.64
D. Serviciabilidad inicial (pi)	4.2
E. Serviciabilidad final (pt)	2.2
F. Periodo de diseño (años)	20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO	
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)	0.410
Base granular (a ₂)	0.130
Subbase (a ₃)	0.110
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base granular (m ₂)	0.900
Subbase (m ₃)	0.900
DATOS DE SALIDA	
Numero estructural requerido total (sn _{req})	1.41
Numero estructural carpeta asfáltica (sn _{ca})	1.18
Numero estructural base granular (sn _{bg})	0.39
Numero estructural subbase (sn _{sb})	-0.17

Autor

- **Espesor de capas**

Después de haber calculado el número estructural se continuo a calcular los espesores de cada capa de la estructura del pavimento. Además, se comprobó los datos teóricos con la tabla 43 en donde se demuestra que tomando en cuenta el número de ejes equivalen los espesores mínimos que debe tener las diferentes capas, sin embargo, se realizó una nueva propuesta en donde se considera el costo beneficio.

Tabla 49 Espesores mínimos que sugiere la norma AASHTO 93

Número de ESAL's	Concreto asfáltico (cm)	Base granular (cm)
Menos de 50000	2.5	10
50,000 -15,0000	5	10
150,000 - 500,000	6.5	10
500,000 - 2,000,000	7.5	15
2,000,000 - 7,000,000	9	15
Mas de 7,000,000	10	15

Fuente: Diseño de pavimentos AASHTO – 93

Por añadidura, se determinó nuevos espesores los cuales están por encima de los valores obtenidos para garantizar una vida prolongada y sobre todo en norma sugiere que tenga mayor estabilidad, dichos espesores están reflejados en la tabla 61, cabe mencionar que teóricamente la vía no necesita subbase, pero se añadió con el propósito de que en un futuro no se levante toda la capa estructural y solo exista un reforzamiento.

Tabla 50 Espesores propuestos

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
	TEORICO	PROPUESTA	
		ESPESOR	SN*
Espesor carpeta asfaltica (cm)	7. 3 cm	5.0 cm	0.81
Espesor base granular (cm)	8.5 cm	15.0 cm	0.69
Espesor subbase granular (cm)	- 4. 4 cm	20.0 cm	0.78
Espesor total (cm)		40.0 cm	2.28

Autor

3.1.4.2 Presupuesto económico

Respectivamente se calculó el presupuesto necesario teniendo en cuenta el plan de mantenimiento, misma que se encuentra detallado en la siguiente tabla en donde consta los rubros para la rehabilitación, como para el mantenimiento rutinario de la vía. [37]

Tabla 51 Volúmenes de obra para mantenimiento vial

<i>No.</i>	<i>Rubro / Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio unitario</i>	<i>Precio global</i>
<i>Tramo 1 REABILITACIÓN</i>					
1	REMOCIÓN DE PAVIMENTO ASFÁLTICO INCLUYE DESALOJO	m3	1174	17,10	20.073,69
2	REMOCION DE BASE EXISTENTE	m3	2967	5,28	15.665,76
3	REPOSICIÓN BASE 4 INCLUYE TRANSPORTE	m3	3522	5,28	18.594,58
4	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	km	2,7300	382,76	1.044,92
5	SUB-BASE CLASE 2 INCLUYE TRANSPORTE	m3	4696	15,15	71.132,79
6	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE e=5CM (INCLUYE TRANSPORTE)	m2	23478	12,88	302.396,64
7	CUNETA de HORMIGÓN SIMPLE FC= 180 KG/CM2	m	328	13,42	4.396,39
8	ACERA DE H.S. fc=210 kg/cm2 E=7cm, SOBRE SUB BASE CLASE 2	m2	5460	12,88	70.324,80
<i>Tramo 2 MANTENIMIENTO VIAL RUTINARIO</i>					
9	LIMPIEZA DE BORDES	m2	2540	0,91	2.309,43
10	SELLO DE FISURAS Y BACHEOS MENORES	m	160,34	8,33	1.335,55
TOTAL:					507.274,55

Autor

Las actividades presentadas están en base al desarrollo de la rehabilitación vial y al mantenimiento rutinario con un valor de \$ 507.274 dólares americanos con 55 centavos. Las diferentes actividades se encuentran en el **Anexo D** como las especificaciones técnicas. Dichos rubros y especificaciones técnicas fueron adquiridos de la cámara de la construcción, Portal de Compras Públicas y la norma especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MTOP 2002.[36]

3.2 Verificación de Hipótesis

La evaluación visual y estructural del pavimento de la avenida Pitágoras desde el Redondel de Terremoto hasta el Caserío San Luis demuestra que la vía se encuentra en estado regular y por tanto necesita de un plan de rehabilitación vial.

A través de los resultados obtenidos del PCI y la viga Benkelman, se verificó que desde la abscisa 0+000 hasta la 2+730 la vía efectivamente está en estado regular ya que tiene un PCI de 43,40 y presenta deflexiones tipo III lo que significa que la subrasante es buena pero el pavimento es malo, por esta razón y porque que la estructura del pavimento no cumple con la estructura adecuada se requiere de una rehabilitación como indica la hipótesis. Sin embargo, desde la abscisa 2+730 hasta la 4+000 la vía tiene un PCI de 76.25 y deflexiones tipo I que corresponden a una subrasante y un pavimento que se encuentran en muy buen estado, por lo tanto, únicamente requiere de mantenimiento rutinario.

CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- El conteo vehicular permitió determinar el tráfico actual es de 2700 vehículos por día, por lo que la vía se clasifica como colectora clase III y el tráfico proyectado para 20 años será de 4976 vehículos por día de acuerdo con la norma MTOP 2003 se clasificará como Colectora clase I, de esa manera mejorará el tránsito para las diferentes zonas o parroquias que circulen por dicha vía.
- Se evaluó las 15 unidades de muestra en donde la superficie del pavimento se encuentra en malas condiciones desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 2+730 con un PCI de 43.40 %, también desde la abscisa 2+730 hasta la abscisa 4+000 se encuentra en buenas condiciones con un PCI de 76.25 % de tal manera que se deberá realizar un mantenimiento vial y la falla más representativa son las fisuras longitudinales y trasversales con un 16% de severidad media.
- Se determinó las deflexiones de la vía, donde en primer tramo tiene una deflexión tipo III, lo que consiste que el pavimento es malo dado que el radio de curvatura es menor a 100 metros, en el segundo tramo la deflexión es tipo I significando que el pavimento y la subrasante tienen buen comportamiento.
- Se realizó los ensayos de suelos, donde se determinó que la capa granular corresponde a una Base clase 4 con un CBR mayor al 80%. Por otro lado, el suelo natural se clasificó como arena limosa de baja plasticidad que representa a una subrasante con un CBR de diseño de 18% el cual se encuentra en un rango de bueno a excelente. Además, el CBR (in situ) representa a una subrasante en buenas condiciones.
- El plan de mantenimiento se lo realizará por tramos, en donde el primer tramo necesita ser rehabilitado, el cual consta la sustracción de la capa de rodadura de la vía, tal como el aumento de los diferentes espesores de la estructura del pavimento. De la misma manera, el tramo 2 necesita un mantenimiento rutinario mismo que implica limpieza de bordes, sellado de fisuras y baches ya que brindará excelente servicio. Finalmente, el presupuesto económico que se necesitará para realizar el mantenimiento vial es de \$ 507.274 dólares americanos con 55 centavos.

4.3 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar calicatas a una menor distancia para que los ensayos complementarios de Proctor modificado y CBR se pueda obtener un CBR de diseño mas ajustado.
- Se recomienda que primero se revise información bibliográfica antes de realizar cualquier ensayo ya sea en el laboratorio o en campo, ya que ayudará a tener una mejor utilización de los equipos y materiales.
- Se recomienda a los laboratorios de suelos de la universidad, tener los equipos y materiales necesarios para su respectiva utilización, además la calibración de estos con el fin de que los estudios realizados sean confiables.
- Para prolongar la vida útil de la estructura del pavimento es recomendable que se realice evaluaciones superficiales de la capa de rodadura a través del método del PCI una vez al año y de la misma manera cada tres a cuatro años evaluar estructuralmente con la ayuda de la viga Benkelman, puesto que estos métodos son económicos y efectivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. Brandáo, «Estudio de la variabilidad de los parámetros de diseño y sus efectos en el desempeño de los pavimentos urbanos», *Santiago de Chile*, 2021.
- [2] S. Burningham y N. Stankevich, «Why road maintenance is important and how to get it done», 2005.
- [3] Dirección General de Servicios Técnicos, «GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO», 2014.
- [4] B Emeasoba, «Sustainable Socio-Economic Development In Nigeria: A Case For Road Infrastructure Maintenance», *Nigeria*, vol. 3, 2013, [En línea]. Disponible en: www.iiste.org
- [5] T. Chopra, M. Parida, N. Kwatra, y J. Mandhani, «Development of Pavement Maintenance Management System (PMMS) of Urban Road», *Patialia, India: Department of Civil Engineering*, vol. 9, n.º 1, pp. 14-14, abr. 2017, doi: 10.24107/ijeas.286473.
- [6] Alvin A. Del Rosario Brito, «Diseño de un plan de mantenimiento para infraestructuras viales en la Republica Dominicana», *Valencia*, 17d. C..
- [7] G. S. R. Massenlli y C. E. L. De Paiva, «The influence of surface deflection on flexible pavements with low resistance subgrade», 2019.
- [8] C. L. Cárdenas Resines, J. L. Carrillo Sinche, A. D. Izarra Vargas, C. E. Murga Tirado, y A. G. Vásquez Salazar, «Herramientas tecnológicas de evaluación de fallas en la superficie de pavimento flexible, una revisión sistemática», *Llamkasun*, vol. 4, n.º 2, pp. 10-23, ago. 2023, doi: 10.47797/llamkasun.v4i2.121.
- [9] S. Issa, D. Afrah, y A. Amal, «Assessing Close Range Photogrammetric Approach to Evaluate Pavement Surface Condition», *Journal of Engineering*, vol. 22, n.º 1, pp. 1-14, 2016.
- [10] M. Esteban, «Evaluación de la condición superficial de pavimentos por medio de Trimble Trident», *Costa Rica*, 2019.
- [11] S. A. De La Cruz Vega, C. E. Ibañez Ccoapaza, y D. Y. Coaquira Cueva, «Determinación de índice de serviciabilidad y capacidad resistente. Caso práctico: pavimentos en Azángaro, Puno, Perú», *Infraestructura Vial*, vol. 24, n.º 43, pp. 1-8, may 2022, doi: 10.15517/iv.v24i43.48563.
- [12] B. Byron Simón y Solis, «Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II),

- Manta. Provincia de Manabí», *Dom.Cien*, vol. 6, n.º 2, pp. 203-228, 2020, doi: 10.23857/dc.v6i2.1163.
- [13] A. Carlos, M. Iván, y R. Jorge, «Metodología de análisis de la condición del pavimento a partir del cuenco de deflexión», *Revista Infraestructura Vial*, vol. 17, n.º 29, pp. 24-32, 2015.
- [14] Ministerio de transporte y obras públicas, *Asistencia Técnica al Programa de Infraestructura y Conservación Vial (EC-L1065)*. Ecuador, 2014.
- [15] Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador (CONGOPE), *Plan de Desarrollo Vial Integral de la Provincia de Tungurahua*. 2019.
- [16] L. Vásquez, *PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS*. 2002.
- [17] AASHTO-T 256-01, «Pavement Deflection Measurements».
- [18] R. Erick, “*ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CALLEEL PAISAJE ENTRE BY PASS Y CALLEVÍCTOR VÉLEZ DEL CANTÓN PORTOVIEJO*”. 2018.
- [19] E. Johanna y J. Tanquino, «“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO – PATATE EN EL TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 4+170 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”», 2019.
- [20] Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, «Norma Ecuatoriana Vial», vol. 6, 2013.
- [21] ASTM 6951, «Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro Dinámico de Cono en estructuras de Pavimento», 2003.
- [22] A. Manotoa, «“ESTUDIO DE LA CORRELACIÓN ENTRE LOS ENSAYOS (DCP) PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO Y (CBR) RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LOS DIFERENTES TIPOS DE SUELOS”», Ambato, 2016.
- [23] ASTM - D422 y AASTHO T88, «Análisis granulométrico por tamizado».
- [24] AASHTO T27-T11, «Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates», 2023.
- [25] ASTM D4318 y AASHTO T89-90, «Determinación del Límite Líquido de los suelos».
- [26] J. Intriago, “*ESTUDIO DE MÉTODOS MECÁNICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESGASTE POR FRICCIÓN SECA EN EL AGREGADO DEL HORMIGÓN DE PAVIMENTO*”. 2015.

- [27] G. López, «Ensayos de compactación en carreteras: Proctor Normal y Modificado», *Tecnología de sistemas de transportes*, 2020.
- [28] A. M. Semeida, «New models to evaluate the level of service and capacity for rural multi-lane highways in Egypt», *Alexandria Engineering Journal*, vol. 52, n.º 3, pp. 455-466, 2013, doi: 10.1016/j.aej.2013.04.003.
- [29] M.d.T. y. O. P (MTOPI), «Normas de diseño geométrico de carreteras», 2003.
- [30] B. Oblitas, M. Ingrid, y I. Cardozo, «Índice de regularidad internacional e índice de condición de pavimento para definir niveles de serviciabilidad de pavimentos», *Revista ITECKNE-Universidad*, vol. 18, n.º 2, pp. 170-175, 2021, doi: 10.15332/iteckne.
- [31] G. J. Carrera Huamanchumo, «Control de la deflexión vertical con viga Benkelman: monitoreo de conservación carretera Cañete - Huancayo Km. 110+000 al Km. 112+000», *Universidad Nacional de Ingeniería*, 2010, Accedido: 14 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/6629>
- [32] W. Á. Gutiérrez Rodríguez, «Ensayo granulométrico de los suelos mediante el método del tamizado», *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 7, n.º 2, pp. 6908-6927, may 2023, doi: 10.37811/cl_rcm.v7i2.5834.
- [33] ASTM C 131 - 01, «Método de Ensayo Normalizado para la resistencia a la degradación de los áridos gruesos de tamaño pequeño por el método de abrasión e impacto en la Máquina Los Angeles».
- [34] J. Heyman, J. Rincón, R. Contreras, y D. Torres, «ENSAYO NORMAL DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO MÉTODO B», *Colombia*.
- [35] AASHTO - 93, «Diseño de Pavimento Método AASHTO-93», American Association of State Highway and Transportation Official, 1993.
- [36] M. DE Obras Publicas, «Especificaciones generales especificaciones generales para la construccion para la construccion de caminos y puentes de caminos y puentes», 2002.
- [37] Honorable Gobierno Provincial deTungurahua, «ASFALTADO DE VÍAS EN LAS PARROQUIAS HUACHI GRANDE, IZAMBA, MONTALVO, CANTÓN AMBATO», Ambato, 2023.

ANEXOS

ANEXO A

CONTEO VEHICULAR

MANUAL



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



PROYECTO Evaluación superficial y estructural de la Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto hasta el Caserío San Luis de la Parroquia Picaihua del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua

FECHA: 24/8/2023 **Provincia:** Tungurahua **Dirección de** Amabos **Estación:** 1 **Hoja No:** 1
DIA: Domingo **Cantón:** Ambato **tráfico:** Sentidos **Responsable:** Villegas Lucero

	LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL PESADOS	TOTALES	TOTAL ACUMULADO
			(2D)	(2DA)	(3A)	(4C)				
6:00 - 6:15	70	4	1	1	0	0	2	76		
6:15 - 6:30	62	2	2	3	0	0	5	69		
6:30 - 6:45	71	6	1	5	0	0	6	83		
6:45 - 7:00	62	3	3	2	0	0	5	70	298	
7:00 - 7:15	65	5	3	2	0	0	5	75	297	
7:15 - 7:30	61	7	1	1	0	0	2	70	298	
7:30 - 7:45	73	5	5	2	0	0	7	85	300	
7:45 - 8:00	62	2	3	1	0	0	4	68	298	
8:00 - 8:15	69	3	2	6	0	0	8	80	303	
8:15 - 8:30	70	3	3	3	0	0	6	79	312	
8:30 - 8:45	70	2	1	2	0	0	3	75	302	
8:45 - 9:00	63	5	2	3	0	0	5	73	307	
9:00 - 9:15	78	4	4	5	0	0	9	91	318	
9:15 - 9:30	69	2	2	3	0	0	5	76	315	
9:30 - 9:45	72	1	5	4	0	0	9	82	322	
9:45 - 10:00	80	3	4	5	0	0	9	92	341	
10:00 - 10:15	75	3	1	10	0	0	11	89	339	
10:15 - 10:30	73	2	3	9	0	0	12	87	350	
10:30 - 10:45	76	5	1	7	0	0	8	89	357	
10:45 - 11:00	81	3	2	5	0	0	7	91	356	
11:00 - 11:15	76	5	2	4	0	0	6	87	354	
11:15 - 11:30	74	2	4	2	1	0	7	83	350	
11:30 - 11:45	67	3	0	6	0	0	6	76	337	
11:45 - 11:20:00	76	3	3	3	0	0	6	85	331	
12:00 - 12:15	74	0	2	0	0	0	2	76	320	
12:15 - 12:30	62	2	3	2	0	0	5	69	306	
12:30 - 12:45	70	6	1	5	0	0	6	82	312	
12:45 - 13:00	70	4	2	3	0	0	5	79	306	
13:00 - 13:15	63	6	1	3	0	0	4	73	303	
13:15 - 13:30	75	2	1	4	0	0	5	82	316	
13:30 - 13:45	76	4	2	3	0	0	5	85	319	
13:45 - 14:00	79	6	2	2	0	0	4	89	329	
14:00 - 14:15	60	4	2	8	0	0	10	74	330	
14:15 - 14:30	58	3	4	4	1	0	9	70	318	
14:30 - 14:45	63	1	3	5	0	0	8	72	305	
14:45 - 15:00	65	3	2	3	0	0	5	73	289	
15:00 - 15:15	72	3	0	2	0	0	2	77	292	
15:15 - 15:30	71	2	1	2	0	0	3	76	298	
15:30 - 15:45	73	1	2	1	0	1	4	78	304	
15:45 - 14:00	69	2	0	3	0	0	3	74	305	
16:00 - 16:15	69	3	4	2	0	1	7	79	307	
16:15 - 16:30	98	1	1	1	0	1	3	102	333	
16:30 - 16:45	91	2	2	5	0	0	7	100	355	
16:45 - 17:00	63	1	3	1	0	1	5	69	350	
17:00 - 17:15	66	2	1	3	0	0	4	72	343	
17:15 - 17:30	74	1	3	3	0	0	6	81	322	
17:30 - 17:45	94	3	4	2	0	0	6	103	325	
17:45 - 18:00	73	1	0	1	0	0	1	75	331	



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



PROYECTO	Evaluación superficial y estructural de la Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto hasta el Caserío San Luis de la Parroquia Picaihua del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua						
-----------------	--	--	--	--	--	--	--

FECHA:	25/8/2023	Provincia:	Tungurahua	Dirección de tráfico:	Amabos Sentidos	Estación:	1	Hoja No:	2
DIA:	Lunes	Cantón:	Ambato	Responsable: Villegas Lucero					

	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL PESADOS	TOTALES	TOTAL ACUMULADO
			(2D)	(2DA)	(3A)	(4C)			
6:00 - 6:15	94	7	1	1	0	0	2	103	
6:15 - 6:30	83	6	2	3	0	0	5	94	
6:30 - 6:45	59	4	1	5	0	0	6	69	
6:45 - 7:00	74	8	3	2	0	0	5	87	353
7:00 - 7:15	60	8	3	2	0	0	5	73	323
7:15 - 7:30	88	4	1	1	1	0	3	95	324
7:30 - 7:45	77	4	5	2	0	0	7	88	343
7:45 - 8:00	106	5	3	1	1	0	5	116	372
8:00 - 8:15	92	5	2	6	0	1	9	106	405
8:15 - 8:30	83	5	3	3	0	0	6	94	404
8:30 - 8:45	60	7	1	2	0	0	3	70	386
8:45 - 9:00	63	3	2	3	0	0	5	71	341
9:00 - 9:15	87	9	4	5	0	0	9	105	340
9:15 - 9:30	77	5	2	3	0	0	5	87	333
9:30 - 9:45	82	6	5	4	0	0	9	97	360
9:45 - 10:00	84	7	4	5	0	0	9	100	389
10:00 - 10:15	79	2	1	10	0	0	11	92	376
10:15 - 10:30	90	7	3	9	0	0	12	109	398
10:30 - 10:45	83	7	1	7	0	0	8	98	399
10:45 - 11:00	84	3	2	5	0	0	7	94	393
11:00 - 11:15	61	6	2	4	0	0	6	73	374
11:15 - 11:30	71	4	4	2	1	0	7	82	347
11:30 - 11:45	66	4	0	6	0	0	6	76	325
11:45 - 12:00	73	6	3	3	0	0	6	85	316
12:00 - 12:15	70	4	2	0	0	0	2	76	319
12:15 - 12:30	50	7	3	2	0	0	5	62	299
12:30 - 12:45	100	7	1	5	0	0	6	113	336
12:45 - 13:00	73	6	2	3	0	0	5	84	335
13:00 - 13:15	70	5	1	3	0	0	4	79	338
13:15 - 13:30	44	3	1	4	0	0	5	52	328
13:30 - 13:45	62	7	2	3	0	0	5	74	289
13:45 - 14:00	49	7	2	2	0	0	4	60	265
14:00 - 14:15	61	4	2	8	0	0	10	75	261
14:15 - 14:30	88	7	4	4	1	0	9	104	313
14:30 - 14:45	46	6	3	5	0	0	8	60	299
14:45 - 15:00	61	4	2	3	0	0	5	70	309
15:00 - 15:15	70	6	0	2	0	0	2	78	312
15:15 - 15:30	87	5	1	2	0	0	3	95	303
15:30 - 15:45	51	8	2	1	0	1	4	63	306
15:45 - 14:00	74	5	0	3	0	0	3	82	318
16:00 - 16:15	62	5	4	2	0	1	7	74	314
16:15 - 16:30	80	5	1	1	0	1	3	88	307
16:30 - 16:45	43	8	2	5	0	0	7	58	302
16:45 - 17:00	72	6	3	1	0	1	5	83	303
17:00 - 17:15	64	3	1	3	0	0	4	71	300
17:15 - 17:30	96	4	3	3	0	0	6	106	318
17:30 - 17:45	84	2	4	2	0	0	6	92	352
17:45 - 18:00	59	6	0	1	0	0	1	66	335



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



PROYECTO	Evaluación superficial y estructural de la Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto hasta el Caserío San Luis de la Parroquia Picaihua del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua										
FECHA:	26/8/2023	Provincia:	Tungurahua	Dirección de tráfico:	Amabos Sentidos	Estación:	1	Hoja No:	3		
DIA:	Martes	Cantón:	Ambato							Responsable:	Villegas Lucero

	LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL PESADOS	TOTALES	TOTAL ACUMULADO
			(2D)	(2DA)	(3A)	(4C)				
6:00 - 6:15	65	8	1	1	0	0	2	75		
6:15 - 6:30	58	3	2	3	0	0	5	66		
6:30 - 6:45	60	7	1	5	0	0	6	73		
6:45 - 7:00	65	5	3	2	0	0	5	75	289	
7:00 - 7:15	53	4	3	2	0	0	5	62	276	
7:15 - 7:30	63	8	1	1	0	0	2	73	283	
7:30 - 7:45	86	2	5	2	0	0	7	95	305	
7:45 - 8:00	89	4	3	1	0	0	4	97	327	
8:00 - 8:15	69	8	2	6	0	0	8	85	350	
8:15 - 8:30	63	6	3	3	0	0	6	75	352	
8:30 - 8:45	66	5	1	2	0	0	3	74	331	
8:45 - 9:00	66	7	2	3	0	0	5	78	312	
9:00 - 9:15	56	4	4	5	0	0	9	69	296	
9:15 - 9:30	74	6	2	3	0	0	5	85	306	
9:30 - 9:45	62	8	5	4	0	0	9	79	311	
9:45 - 10:00	49	4	4	5	0	0	9	62	295	
10:00 - 10:15	62	5	1	10	0	0	11	78	304	
10:15 - 10:30	61	6	3	9	0	0	12	79	298	
10:30 - 10:45	56	6	1	7	0	0	8	70	289	
10:45 - 11:00	58	7	2	5	0	0	7	72	299	
11:00 - 11:15	55	6	2	4	0	0	6	67	288	
11:15 - 11:30	74	1	4	2	1	0	7	82	291	
11:30 - 11:45	63	6	0	6	0	0	6	75	296	
11:45 - 11:20:00	63	2	3	3	0	0	6	71	295	
12:00 - 12:15	55	3	2	0	0	0	2	60	288	
12:15 - 12:30	57	3	3	2	0	0	5	65	271	
12:30 - 12:45	61	6	1	5	0	0	6	73	269	
12:45 - 13:00	52	3	2	3	0	0	5	60	258	
13:00 - 13:15	48	2	1	3	0	0	4	54	252	
13:15 - 13:30	49	5	1	4	0	0	5	59	246	
13:30 - 13:45	46	8	2	3	0	0	5	59	232	
13:45 - 14:00	52	3	2	2	0	0	4	59	231	
14:00 - 14:15	63	4	2	8	0	0	10	77	254	
14:15 - 14:30	53	2	4	4	1	0	9	64	259	
14:30 - 14:45	44	3	3	5	0	0	8	55	255	
14:45 - 15:00	66	4	2	3	0	0	5	75	271	
15:00 - 15:15	52	6	0	2	0	0	2	60	254	
15:15 - 15:30	52	5	1	2	0	0	3	60	250	
15:30 - 15:45	43	4	2	1	0	1	4	51	246	
15:45 - 14:00	43	4	0	3	0	0	3	50	221	
16:00 - 16:15	50	5	4	2	0	1	7	62	223	
16:15 - 16:30	51	4	1	1	0	1	3	58	221	
16:30 - 16:45	51	3	2	5	0	0	7	61	231	
16:45 - 17:00	53	5	3	1	0	1	5	63	244	
17:00 - 17:15	55	3	1	3	0	0	4	62	244	
17:15 - 17:30	55	4	3	3	0	0	6	65	251	
17:30 - 17:45	56	0	4	2	0	0	6	62	252	
17:45 - 18:00	50	5	0	1	0	0	1	56	245	



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



PROYECTO	Evaluación superficial y estructural de la Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto hasta el Caserío San Luis de la Parroquia Picaihua del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua										
FECHA:	27/8/2023	Provincia:	Tungurahua	Dirección de tráfico:	Amabos Sentidos	Estación:	1	Hoja No:	4		
DIA:	Miercoles	Cantón:	Ambato							Responsable:	Villegas Lucero

	LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTALES	TOTAL ACUMULADO
			(2D)	(2DA)	(3A)	(4C)	TOTAL PESADOS		
6:00 - 6:15	67	5	1	1	0	0	2	74	
6:15 - 6:30	66	5	2	3	0	0	5	76	
6:30 - 6:45	71	3	1	5	0	0	6	80	
6:45 - 7:00	78	4	3	2	0	0	5	87	317
7:00 - 7:15	83	6	3	2	0	0	5	94	337
7:15 - 7:30	74	2	1	1	0	0	2	78	339
7:30 - 7:45	79	6	5	2	0	0	7	92	351
7:45 - 8:00	90	4	3	1	0	0	4	98	362
8:00 - 8:15	79	5	2	6	0	0	8	92	360
8:15 - 8:30	72	6	3	3	0	0	6	84	366
8:30 - 8:45	61	4	1	2	0	0	3	68	342
8:45 - 9:00	65	6	2	3	0	0	5	76	320
9:00 - 9:15	63	3	4	5	0	0	9	75	303
9:15 - 9:30	56	4	2	3	0	0	5	65	284
9:30 - 9:45	64	5	5	4	0	0	9	78	294
9:45 - 10:00	50	2	4	5	0	0	9	61	279
10:00 - 10:15	44	5	1	10	0	0	11	60	264
10:15 - 10:30	55	5	3	9	0	0	12	72	271
10:30 - 10:45	43	7	1	7	0	0	8	58	251
10:45 - 11:00	57	7	2	5	0	0	7	71	261
11:00 - 11:15	61	10	2	4	0	0	6	77	278
11:15 - 11:30	80	11	4	2	1	0	7	98	304
11:30 - 11:45	51	8	0	6	0	0	6	65	311
11:45 - 12:00	56	2	3	3	0	0	6	64	304
12:00 - 12:15	54	4	2	0	0	0	2	60	287
12:15 - 12:30	70	1	3	2	0	0	5	76	265
12:30 - 12:45	72	3	1	5	0	0	6	81	281
12:45 - 13:00	59	3	2	3	0	0	5	67	284
13:00 - 13:15	58	4	1	3	0	0	4	66	290
13:15 - 13:30	59	2	1	4	0	0	5	66	280
13:30 - 13:45	57	4	2	3	0	0	5	66	265
13:45 - 14:00	57	2	2	2	0	0	4	63	261
14:00 - 14:15	65	5	2	8	0	0	10	80	275
14:15 - 14:30	69	7	4	4	1	0	9	85	294
14:30 - 14:45	52	6	3	5	0	0	8	66	294
14:45 - 15:00	65	1	2	3	0	0	5	71	302
15:00 - 15:15	48	5	0	2	0	0	2	55	277
15:15 - 15:30	59	8	1	2	0	0	3	70	262
15:30 - 15:45	68	6	2	1	0	1	4	78	274
15:45 - 14:00	57	4	0	3	0	0	3	64	267
16:00 - 16:15	60	3	4	2	0	1	7	70	282
16:15 - 16:30	61	3	1	1	0	1	3	67	279
16:30 - 16:45	55	6	2	5	0	0	7	68	269
16:45 - 17:00	64	4	3	1	0	1	5	73	278
17:00 - 17:15	52	4	1	3	0	0	4	60	268
17:15 - 17:30	58	5	3	3	0	0	6	69	270
17:30 - 17:45	65	9	4	2	0	0	6	80	282
17:45 - 18:00	57	7	0	1	0	0	1	65	274

ANEXO B

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



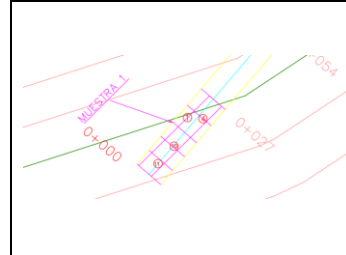
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TESIS

Evaluación superficial y estructural de la Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto hasta el Caserío San Luis de la Parroquia Pícaihua del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua

ESTADO DEL TIEMPO: ANCHO DE LA VÍA
SECCIÓN DEL TRAMO: LONGITUD DE LA UM
UNIDADES DE MUESTRA: INSPECCIONADO POR
AREA DE LA MUESTRA: FECHA
ABSCISA INICIAL:
ANSCISA FINAL:

ESQUEMA



TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTO FLEXIBLE

1. Piel de cocodrilo [m2]	6. Depresión [m2]	11. Parcheo [m2]	16. Desplazamiento [m2]
2. Exudación [m2]	7. Fisura de borde [m]	12. Pulimiento de agregados [m2]	17. Grieta parabólica [m2]
3. Fisuras en bloque [m2]	8. Fisura de reflexión de junta [m]	13. Huecos [cantidad]	18. Hinchamiento [m2]
4. Abultamientos y hundimientos [m]	9. Desnivel / carril / berma [m]	14. Cruce de vía férrea [m2]	19. Desprendimiento de agregados [m2]
5. Corrugación [m2]	10. Fisuras longitudinales y trasnv. [m]	15. Ahuellamiento [m2]	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	H	0.4108	1.215					1.63	0.70%	27
4	L	11.1						11.10	4.78%	21
10	L	2.4	5.85	1.08	0.56	17.09	7.49	34.47	14.84%	10
10	M	1.65	2.38	27	6.53	5.1		42.66	18.37%	25
10	H	1.75	25.45					27.20	11.71%	36
11	L	3.25	9					12.25	5.28%	11
11	M	0.83*0.4	1.68					1.68	0.72%	8
								Valor total de Deducción (VDT)		No aplica

Número de Valores Deducidos > 2(q):

7

Mayor Valor Deducido Individual (HDV_i):

36

Número máximo admisible de "Valores Deducidos"

6.88

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

CÁLCULO DEL PCI

No.	VALORES DEDUCIDOS								Total	m _i (q)	VDC
1	36	27	25	21	11	10	7.04		137.04	7	67
2	36	27	25	21	11	10	2		132	6	64
3	36	27	25	21	11	2	2		124	5	65
4	36	27	25	21	2	2	2		115	4	67
5	36	27	25	2	2	2	2		96	3	61
6	36	27	2	2	2	2	2		73	2	53
7	36	2	2	2	2	2	2		48	1	48

Máximo Valor Deducido Corregido (Máx MVDC)	Índice de Condición del Pavimento (PCI) PCI= 100 - Máx VDC	Condición del Pavimento
67	33	MALO

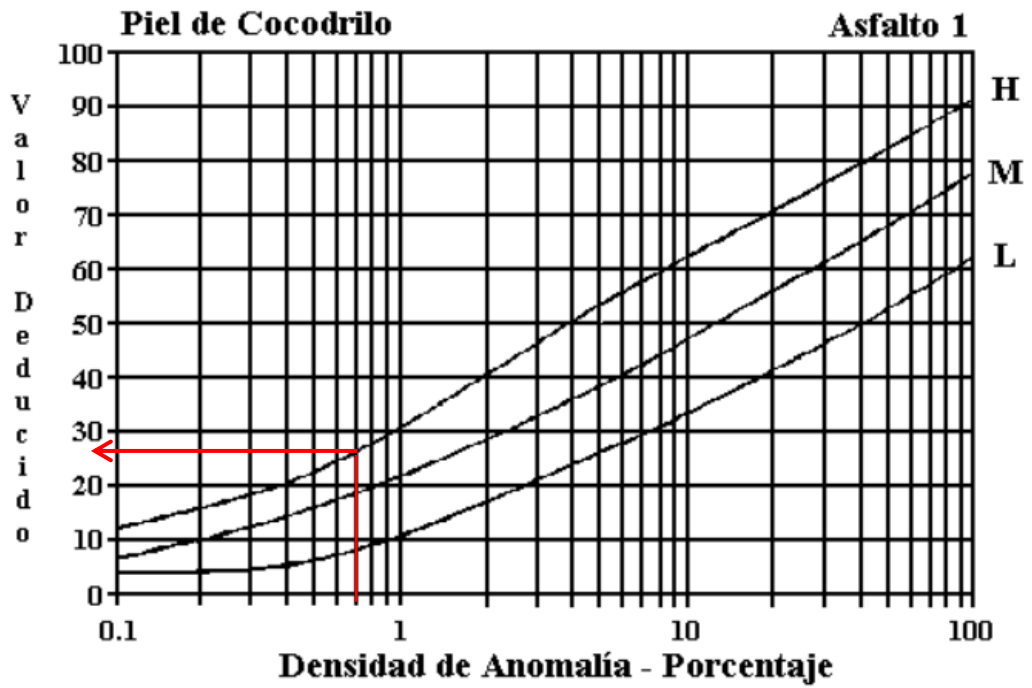


Figura 1 Valores deducidos para piel de cocodrilo

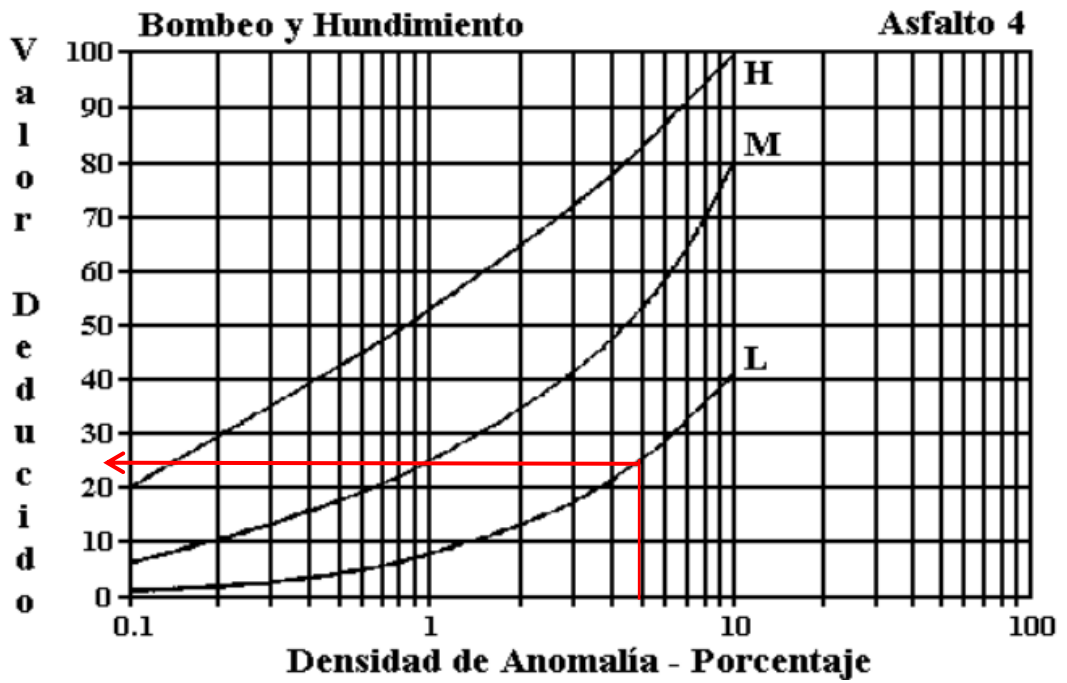


Figura 2 Valores deducidos para Abultamientos y hundimientos

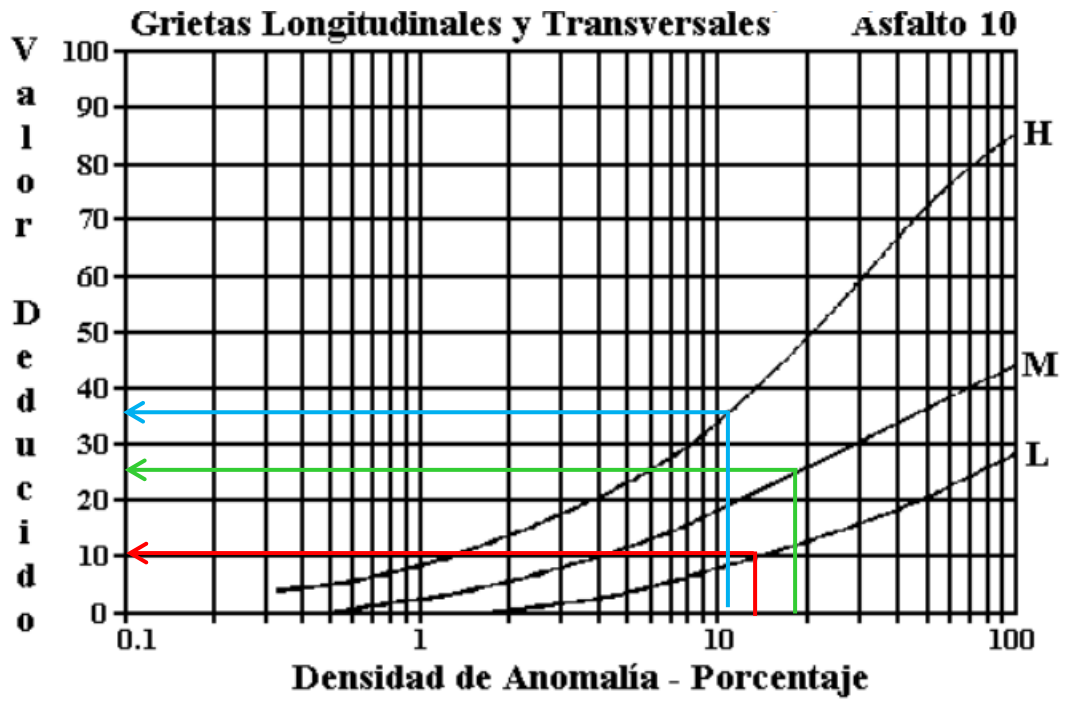


Figura 3 Valores deducidos Fisuras longitudinales y transversal

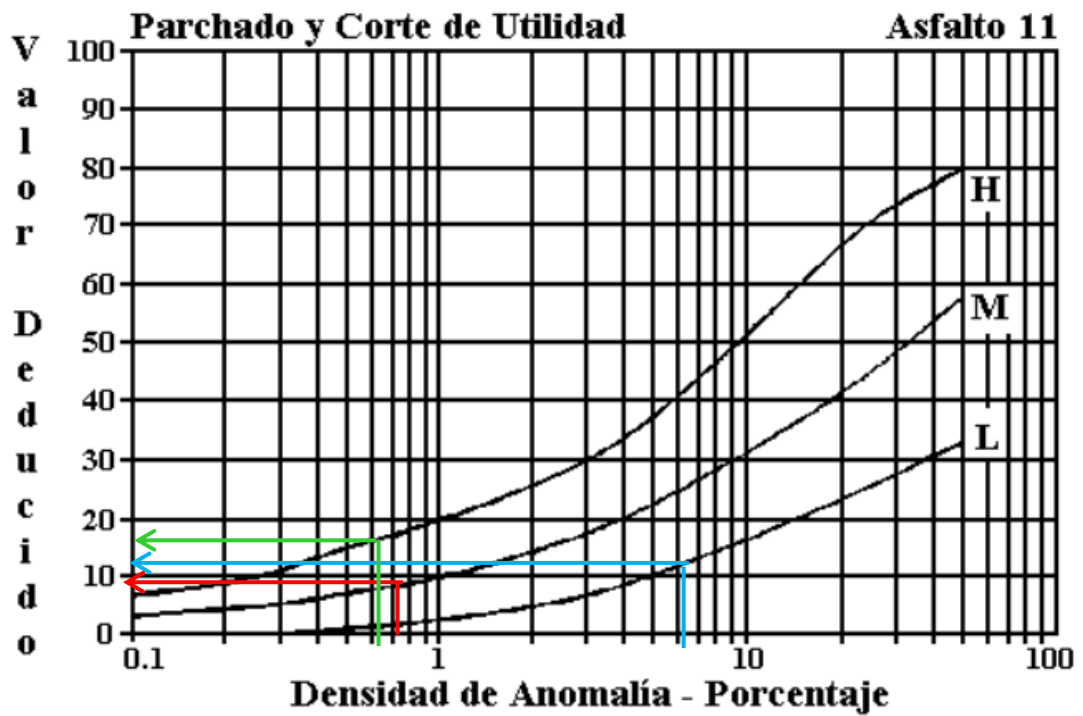


Figura 4 Valores deducidos de Parqueo

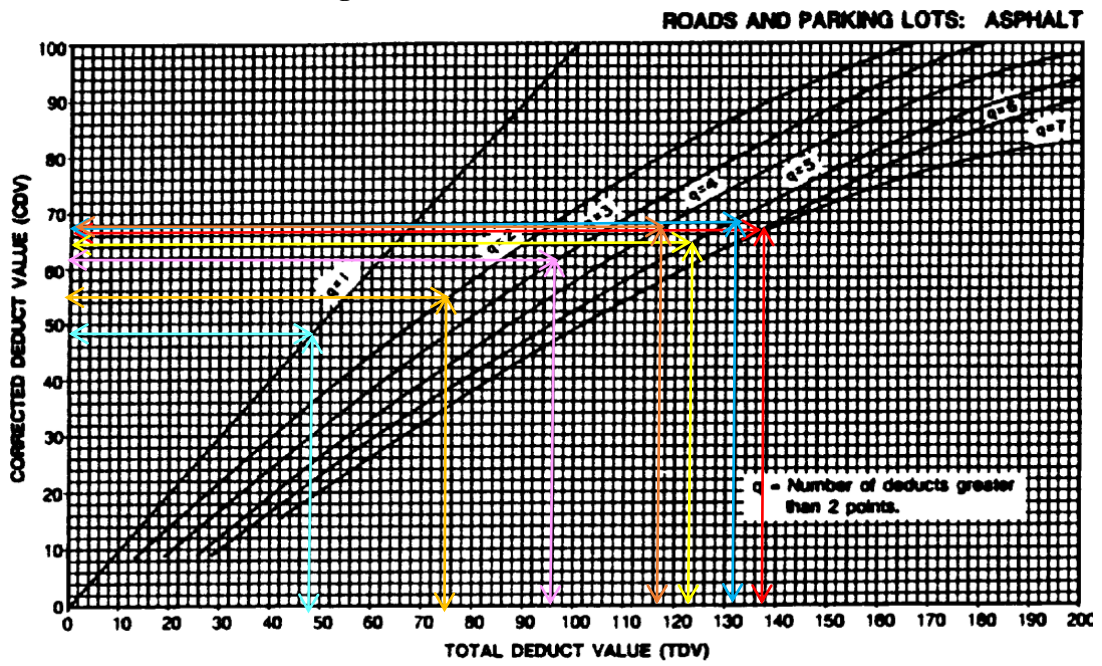


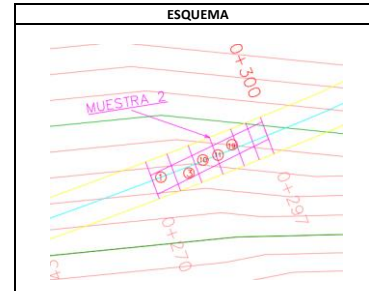
Figura 5 Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM5-(VDC)



PROYECTO DE TESIS

Evaluación superficial y estructural de la Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto hasta el Caserío San Luis de la Parroquia Picahua del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua

ESTADO DEL TIEMPO:	Soleado	ANCHO DE LA VÍA	8,6
SECCIÓN DEL TRAMO:	1	LONGITUD DE LA UM	27
UNIDADES DE MUESTRA:	2	INSPECCIONADO POR	Villegas
AREA DE LA MUESTRA:	232	FECHA	29/8/2023
ABSCISA INICIAL:	0+270		
ABSCISA FINAL:	0+297		



TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTO FLEXIBLE

1. Piel de cocodrilo [m2]	6. Depresión [m2]	11. Parcheo [m2]	16. Desplazamiento [m2]
2. Exudación [m2]	7. Fisura de borde [m]	12. Pulimiento de agregados [m2]	17. Grieta parabólica [m2]
3. Fisuras en bloque [m2]	8. Fisura de reflexión de junta [m]	13. Huecos [cantidad]	18. Hinchamiento [m2]
4. Abultamientos y hundimientos [m]	9. Desnivel / carril / berma [m]	14. Cruce de vía férrea [m2]	19. Desprendimiento de agregados [m2]
5. Corrugación [m2]	10. Fisuras longitudinales y trasnv. [m]	15. Ahuellamiento [m2]	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	L	0,1905	0,0875	0,7	1,45			2,43	1,05%	12
3	M	1,26	0,8	0,42	2,94	3,52		8,94	3,85%	9
10	L	2	5,59	6,71	5,7	9,1	4,75	33,85	14,58%	10
10	M	27	1,66	5,02	2,7	1,5	5	42,88	18,47%	24
11	H	0,2412	0,675	0,18	0,24			1,34	0,58%	17
19	H	2,38	0,392	0,32				3,09	1,33%	18
								Valor total de Deducción (VDT)		No aplica

Número de Valores Deducidos > 2(q):	6	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):	24	
Número máximo admisible de "Valores Deducidos"	7,98	

CÁLCULO DEL PCI

No.	VALORES DEDUCIDOS						Total	m _i (q)	VDC
1	24	18	17	12	10	9	90,00	6	45
2	24	18	17	12	10	2	83	5	42
3	24	18	17	12	2	2	75	4	41
4	24	18	17	2	2	2	65	3	42
5	24	18	2	2	2	2	50	2	37
6	23	2	2	2	2	2	33	1	33

Máximo Valor Deducido Corregido (Máx MVDC)	Índice de Condición del Pavimento (PCI) PCI= 100 - Máx VDC	Condición del Pavimento
45	55	REGULAR

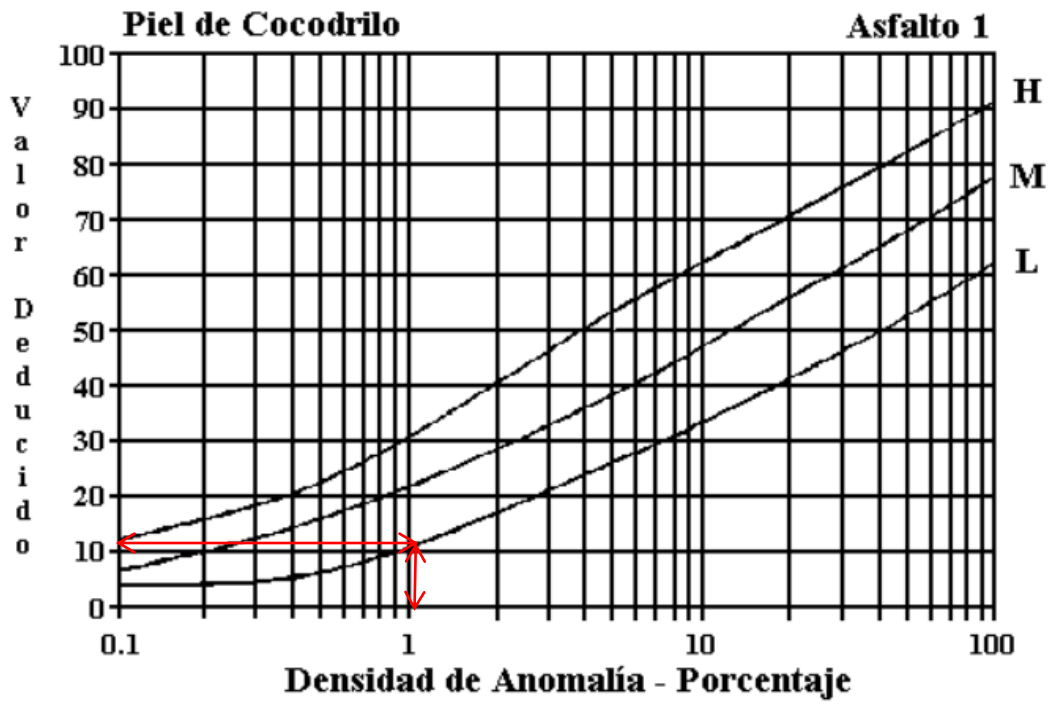


Figura 6 Valores deducidos para piel de cocodrilo

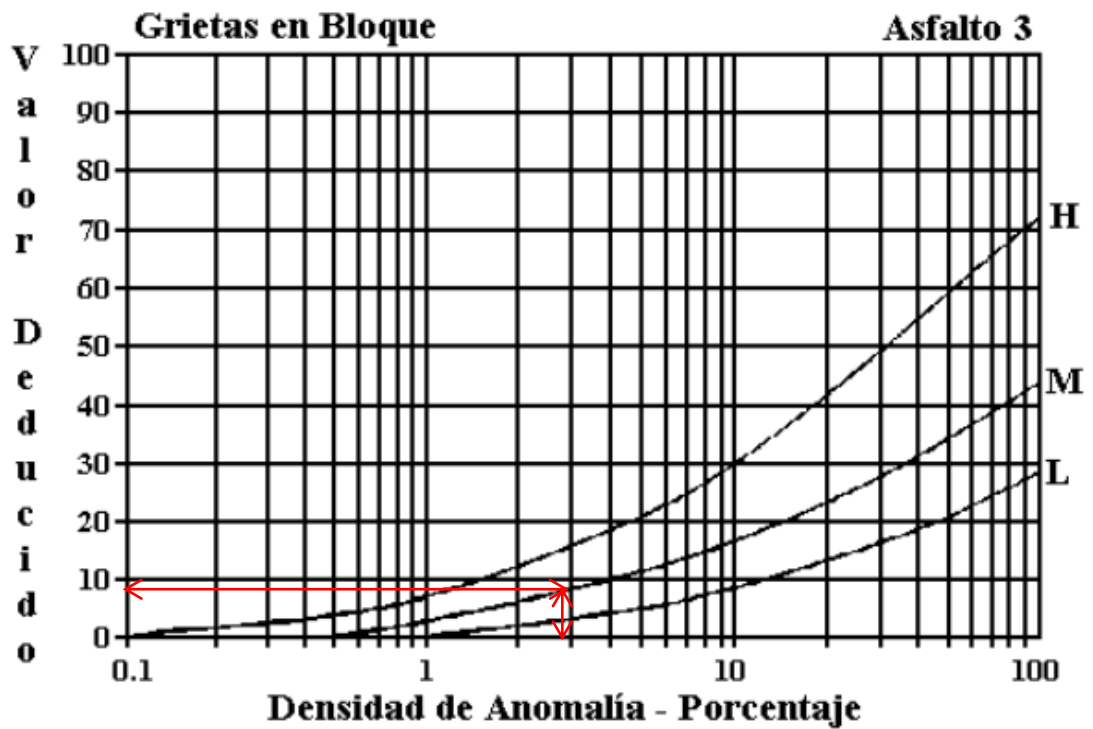


Figura 7 Valores deducidos Fisuras en bloque

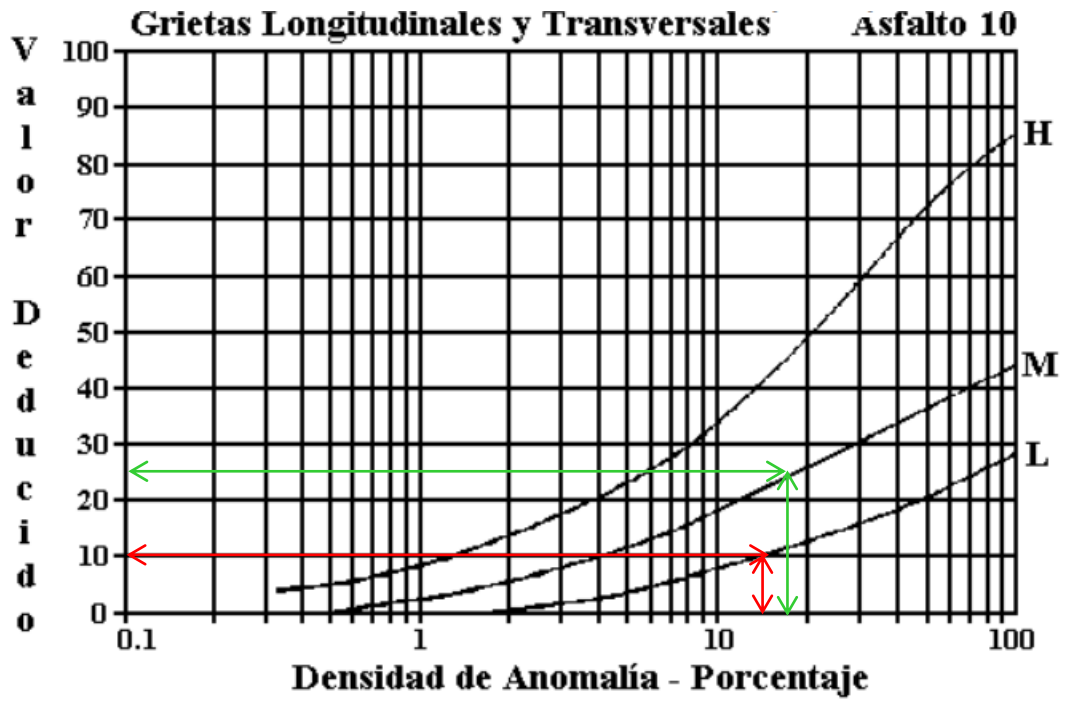


Figura 8 Valores deducidos Fisuras longitudinales y transversales

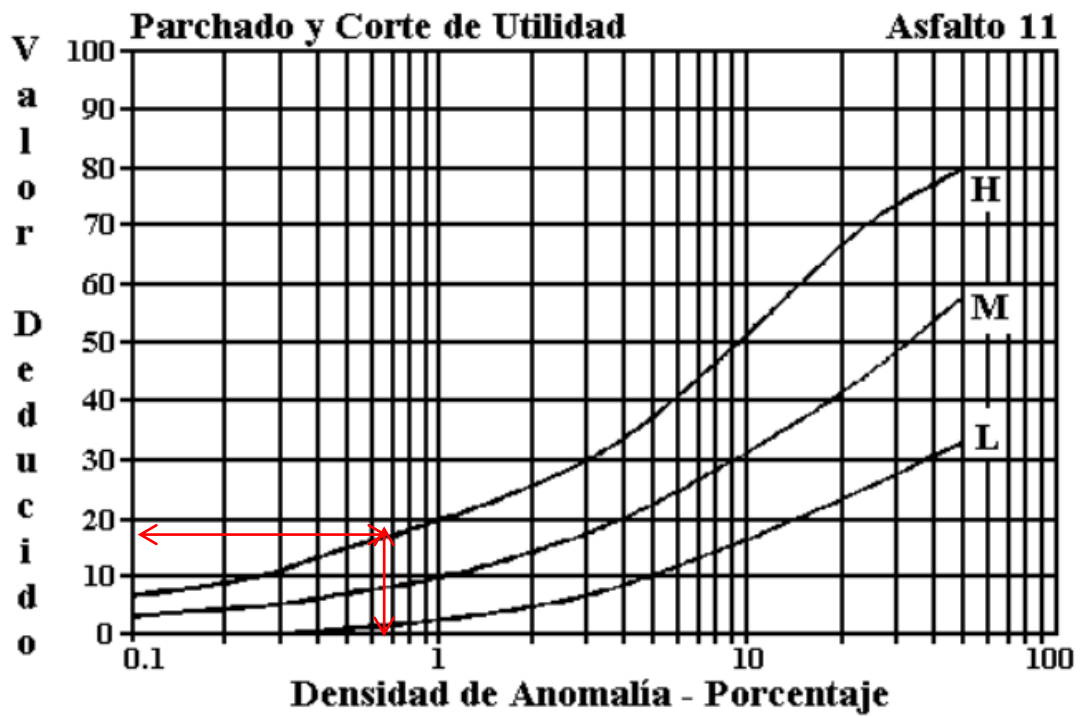


Figura 9 Valores deducidos Parcheo

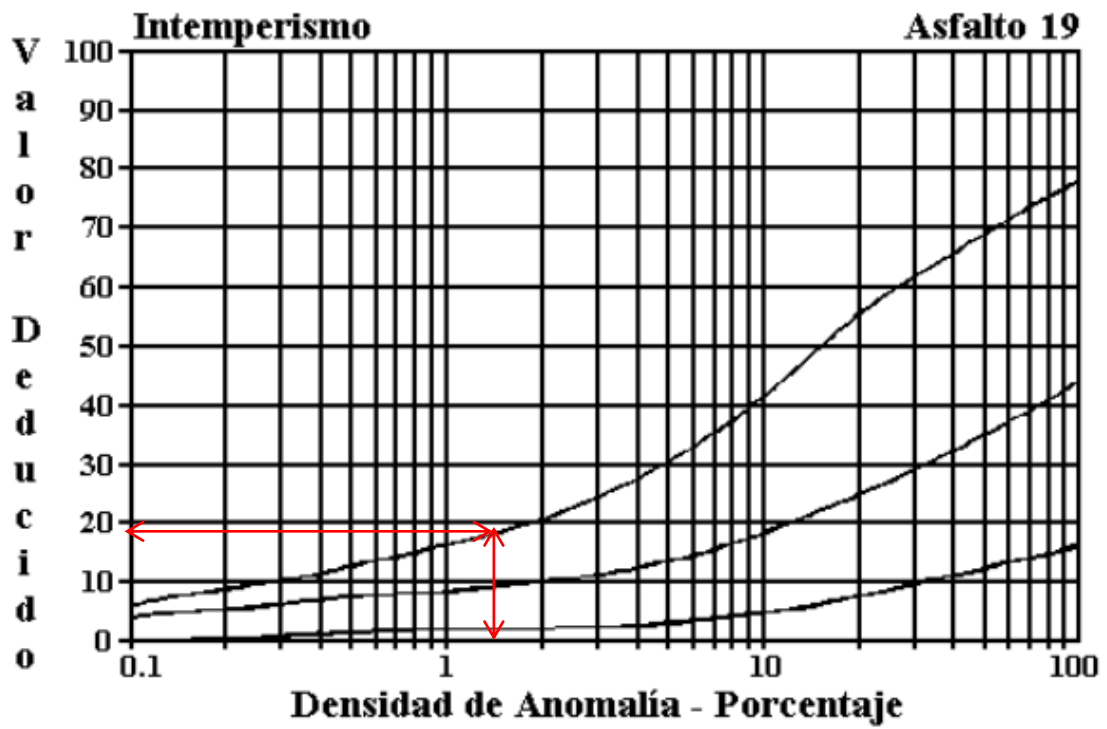


Figura 10 Valores deducidos Desprendimiento de Agregados

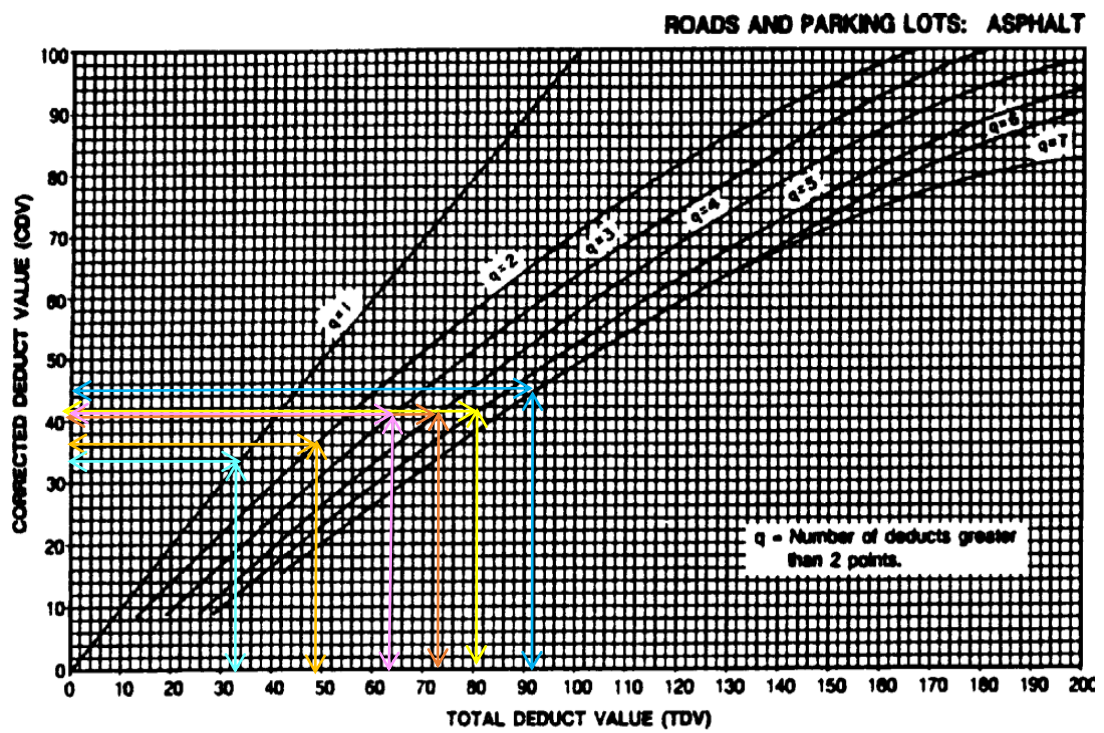


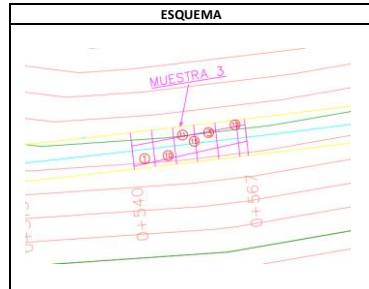
Figura 11 Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM5-(VDc)



PROYECTO DE TESIS

Evaluación superficial y estructural de la Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto hasta el Caserío San Luis de la Parroquia Picaihua del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua

ESTADO DEL TIEMPO: ANCHO DE LA VIA
 SECCIÓN DEL TRAMO: LONGITUD DE LA UM
 UNIDADES DE MUESTRA INSPECCIONADO POR
 AREA DE LA MUESTRA: FECHA
 ABCISA INICIAL:
 ANSCISA FINAL:



TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTO FLEXIBLE

1. Piel de cocodrilo [m2]	6. Depresión [m2]	11. Parcheo [m2]	16. Desplazamiento [m2]
2. Exudación [m2]	7. Fisura de borde [m]	12. Pulimiento de agregados [m2]	17. Grieta parabólica [m2]
3. Fisuras en bloque [m2]	8. Fisura de reflexión de junta [m]	13. Huecos [cantidad]	18. Hinchamiento [m2]
4. Abultamientos y hundimientos [m]	9. Desnivel / carril / berma [m]	14. Cruce de vía férrea [m2]	19. Desprendimiento de agregados [m2]
5. Corrugación [m2]	10. Fisuras longitudinales y trasnv. [m]	15. Ahuellamiento [m2]	

DAÑO	SEVERIDAD	CATIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	L	0.7125	0.7875	0.39				1.89	0.81%	9
3	L	0.78	0.735	1.52				3.04	1.31%	1
10	L	4.17	15.12					19.29	8.31%	8
10	M	4.1	3.9	5.15	4.5	3.5		21.15	9.11%	18
10	H	27						27.00	11.63%	38
11	L	0.48						0.48	0.21%	0.1
12	M	22.4						22.40	9.65%	3
15	M	6.6						6.60	2.84%	29
								Valor total de Deducción (VDT)		No aplica

Número de Valores Deducidos > 2(q):	6	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):	38	
Número máximo admisible de "Valores Deducidos"	6.69	

CÁLCULO DEL PCI

No.	VALORES DEDUCIDOS						Total	m _i (q)	VDC
1	38	29	18	9	8	3	105.00	6	51
2	38	29	18	9	8	2	104	5	54
3	38	29	18	9	2	2	98	4	56
4	38	29	18	2	2	2	91	3	58
5	38	29	2	2	2	2	75	2	55
6	23	2	2	2	2	2	33	1	33

Máximo Valor Deducido Corregido (Máx MVDC)	Índice de Condición del Pavimento (PCI) PCI= 100 - Máx VDC	Condición del Pavimento
58	42	REGULAR

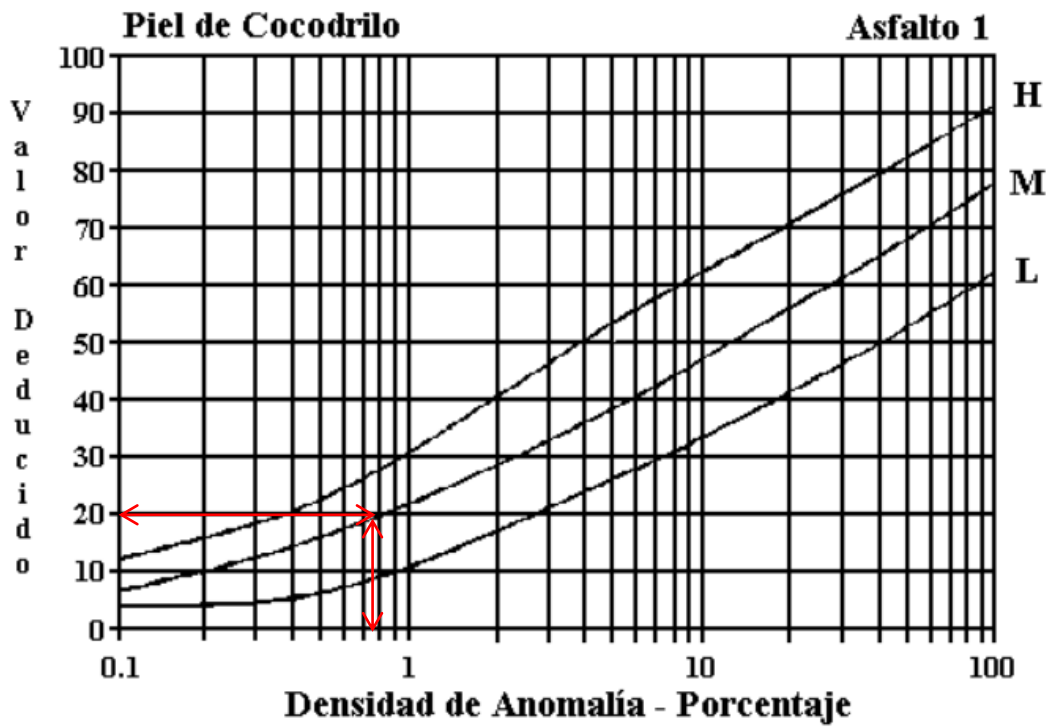


Figura 12 Valores deducidos para piel de cocodrilo

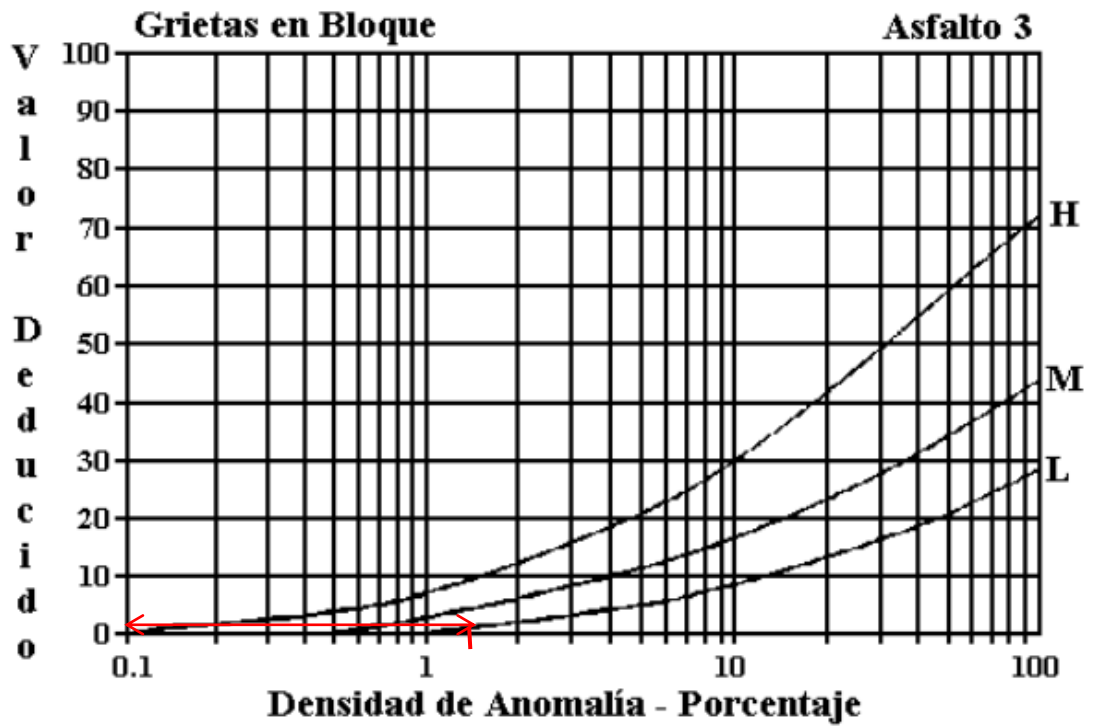


Figura 13 Valores deducidos Fisuras en bloque

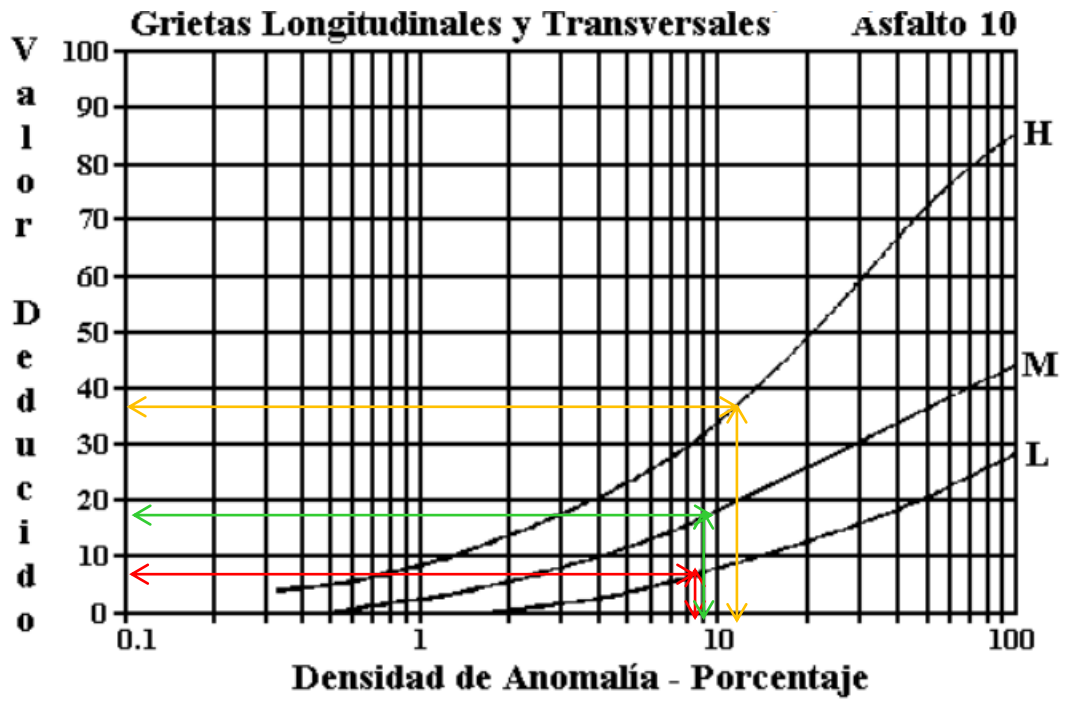


Figura 14 Valores deducidos Fisuras longitudinales y transversales

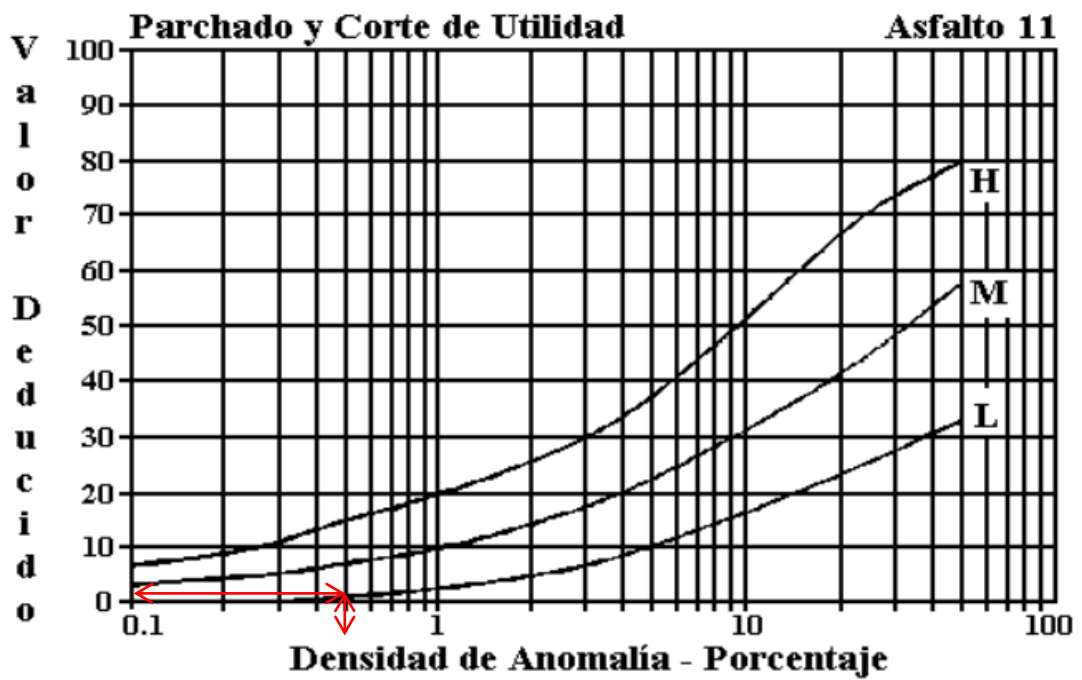


Figura 15 Valores deducidos de Parcheo

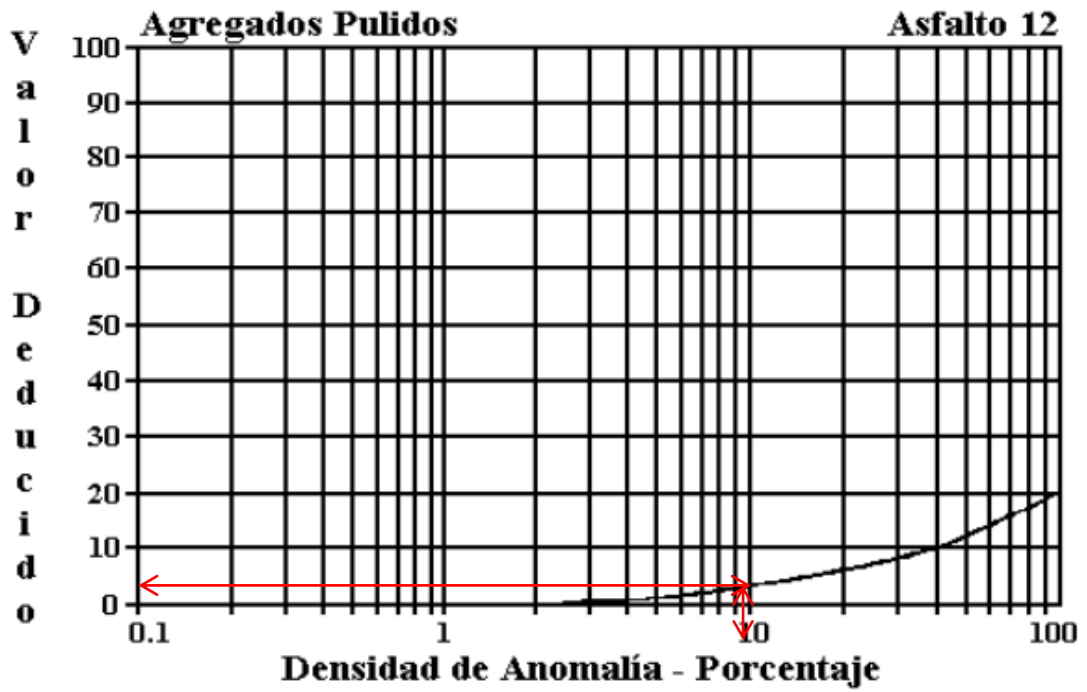


Figura 16 Valores deducidos Pulimento de agregados

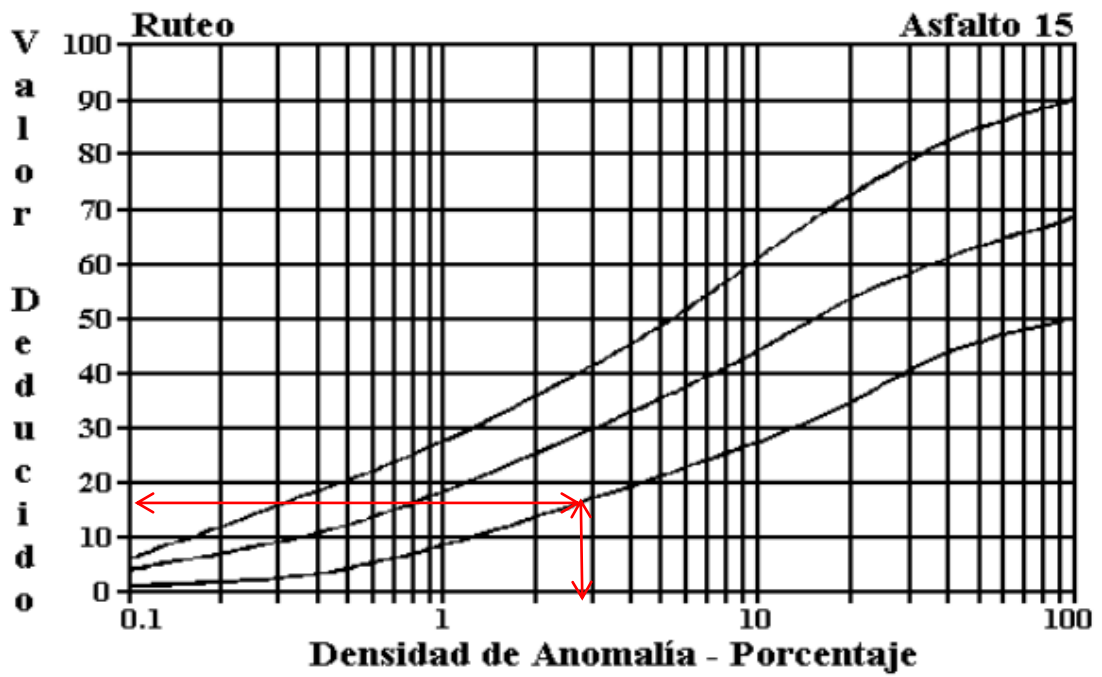


Figura 17 Valores deducidos Ahuellamiento

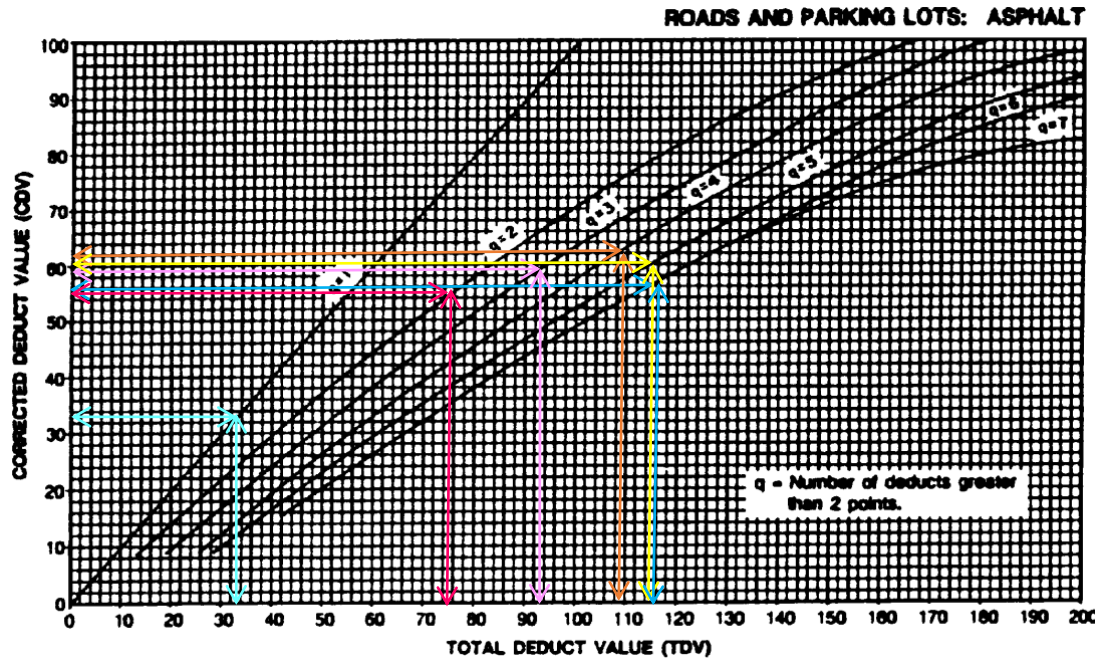


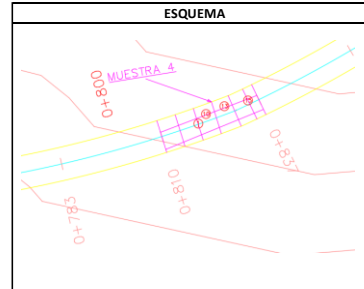
Figura 18 Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM5-(VDe)



PROYECTO DE TESIS

Evaluación superficial y estructural de la Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto hasta el Caserío San Luis de la Parroquia Picaihua del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua

ESTADO DEL TIEMPO: ANCHO DE LA VIA
SECCIÓN DEL TRAMO: LONGITUD DE LA UM
UNIDADES DE MUESTRA INSPECCIONADO POR
AREA DE LA MUESTRA: FECHA
ABSCISA INICIAL:
ANSCISA FINAL:



TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTO FLEXIBLE

1. Piel de cocodrilo [m2]	6. Depresión [m2]	11. Parcheo [m2]	16. Desplazamiento [m2]
2. Exudación [m2]	7. Fisura de borde [m]	12. Pulimiento de agregados [m2]	17. Grieta parabólica [m2]
3. Fisuras en bloque [m2]	8. Fisura de reflexión de junta [m]	13. Huecos [cantidad]	18. Hinchamiento [m2]
4. Abultamientos y hundimientos [m]	9. Desnivel / carril / berma [m]	14. Cruce de vía férrea [m2]	19. Desprendimiento de agregados [m2]
5. Corrugación [m2]	10. Fisuras longitudinales y trasv. [m]	15. Ahuellamiento [m2]	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	M	1.71	1.8	2.205	40.5			46.22	19.90%	54
7	L	2.4						2.40	1.03%	3
10	L	8.85	17.18	12.33	8.6	4.2		51.16	22.03%	12
10	M	1.85	2.15	2.3				6.30	2.71%	8
13	M	1						1.00	0.43%	34
15	M	0.35						0.35	0.15%	5
								Valor total de Deducción (VDT)		No aplica

Número de Valores Deducidos > 2(q): 6
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi): 54
Número máximo admisible de "Valores Deducidos": 5.22

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

CÁLCULO DEL PCI

No.	VALORES DEDUCIDOS							Total	m _i (q)	VDC
1	54	34	12	8	5	0.66		113.66	6	54
2	54	34	12	8	5	2		115	5	60
3	54	34	12	8	2	2		112	4	64
4	54	34	12	2	2	2		106	3	66
5	54	34	2	2	2	2		96	2	68
6	54	2	2	2	2	2		64	1	64

Máximo Valor Deducido Corregido (Máx MVDC)	Índice de Condición del Pavimento (PCI) PCI= 100 - Máx VDC	Condición del Pavimento
68	32	MALO

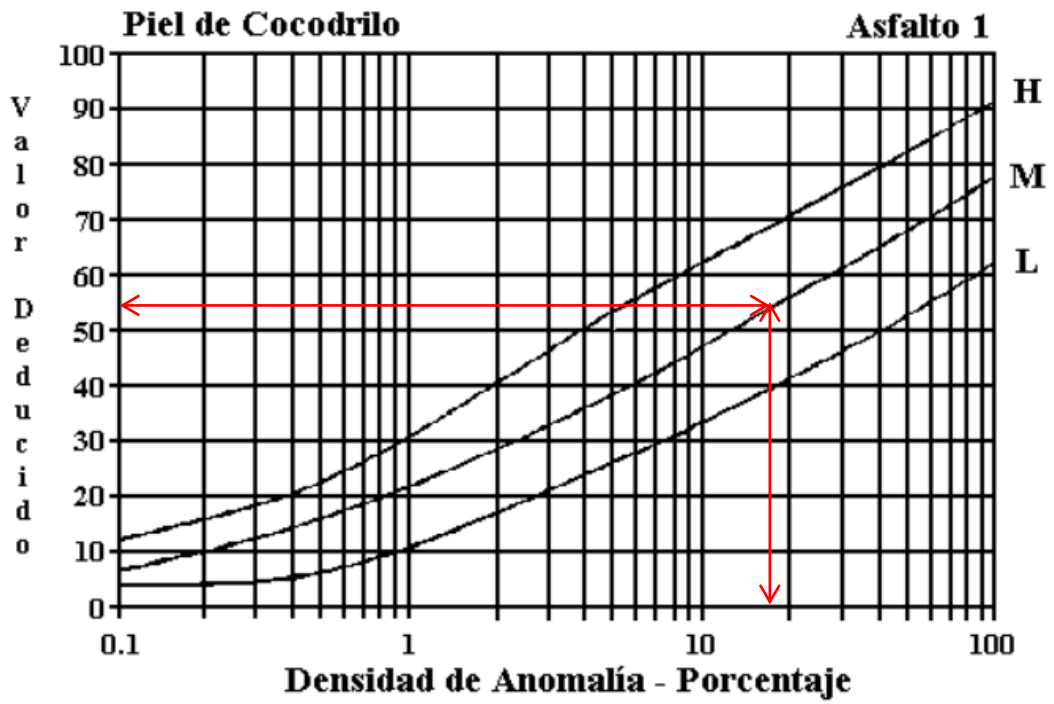


Figura 19 Valores deducidos para piel de cocodrilo

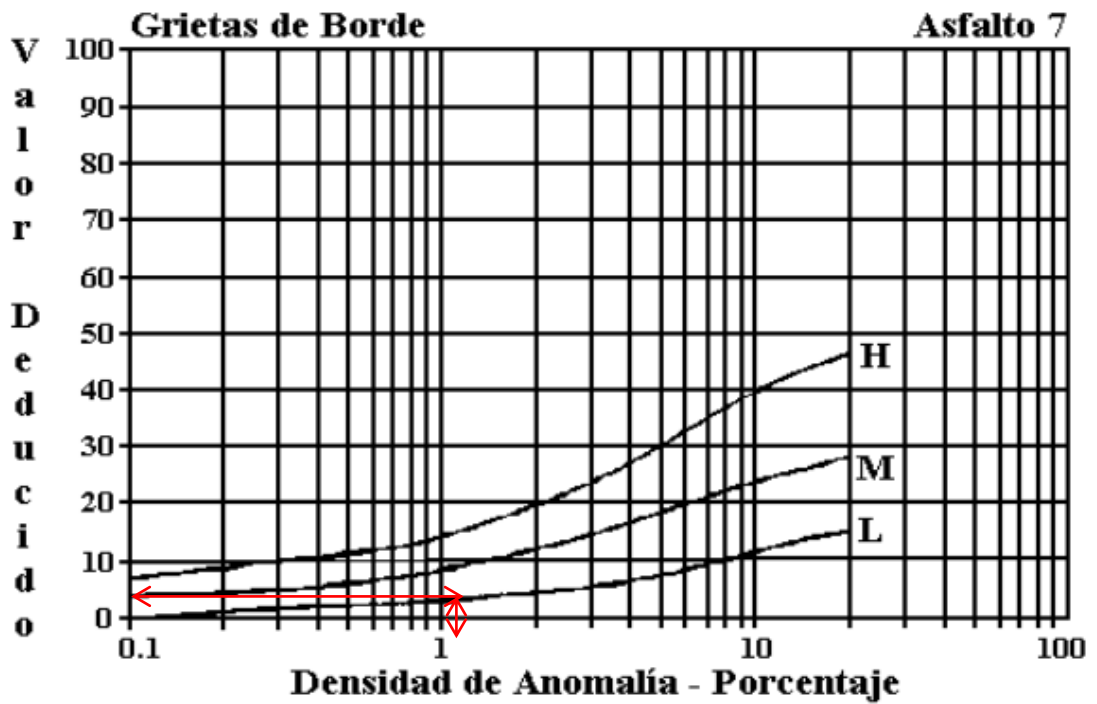


Figura 20 Valores deducidos par Grieta de Borde

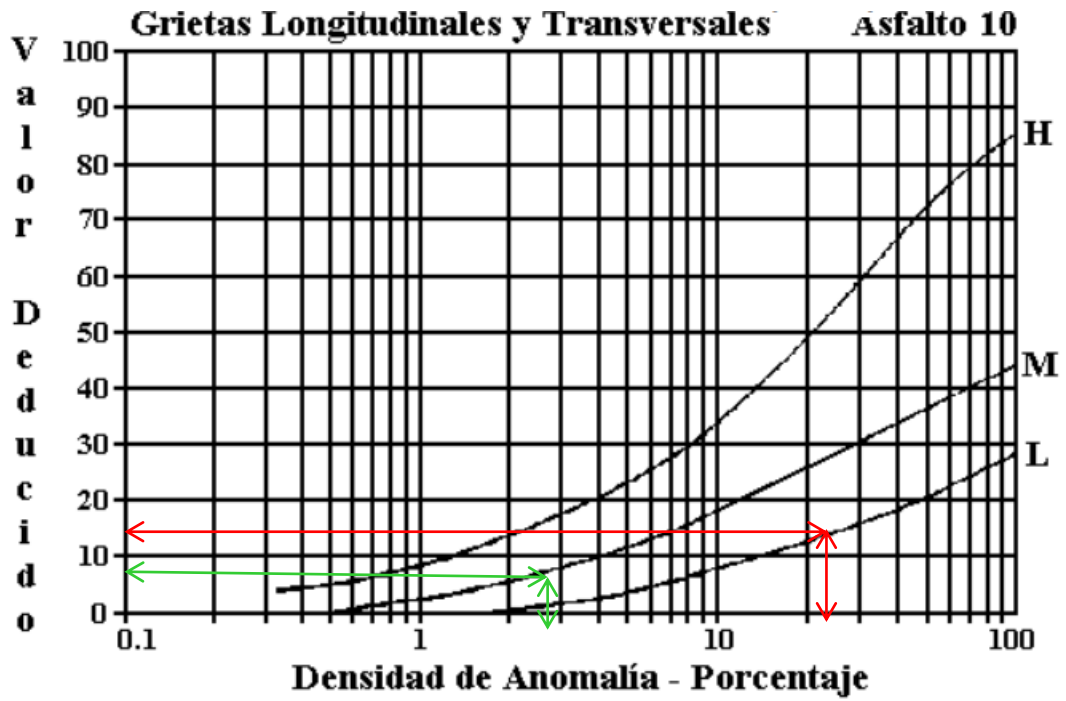


Figura 21 Valores deducidos Fisuras longitudinales y transversales

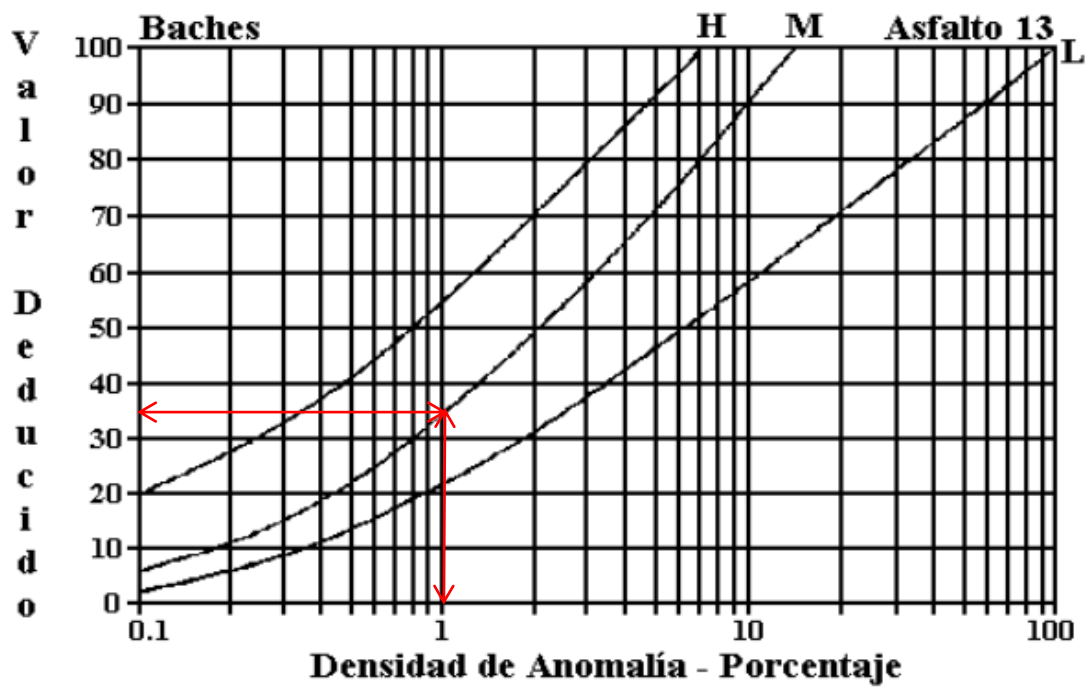


Figura 22 Valores deducidos de Baches

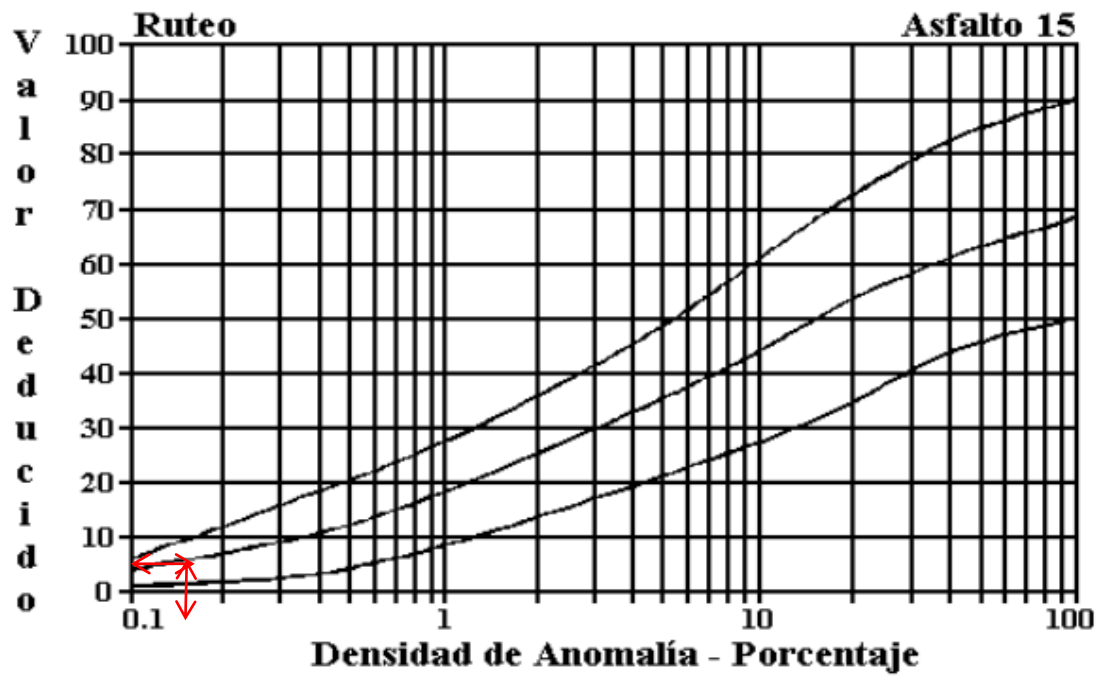


Figura 23 Valores deducidos Ahuellamiento

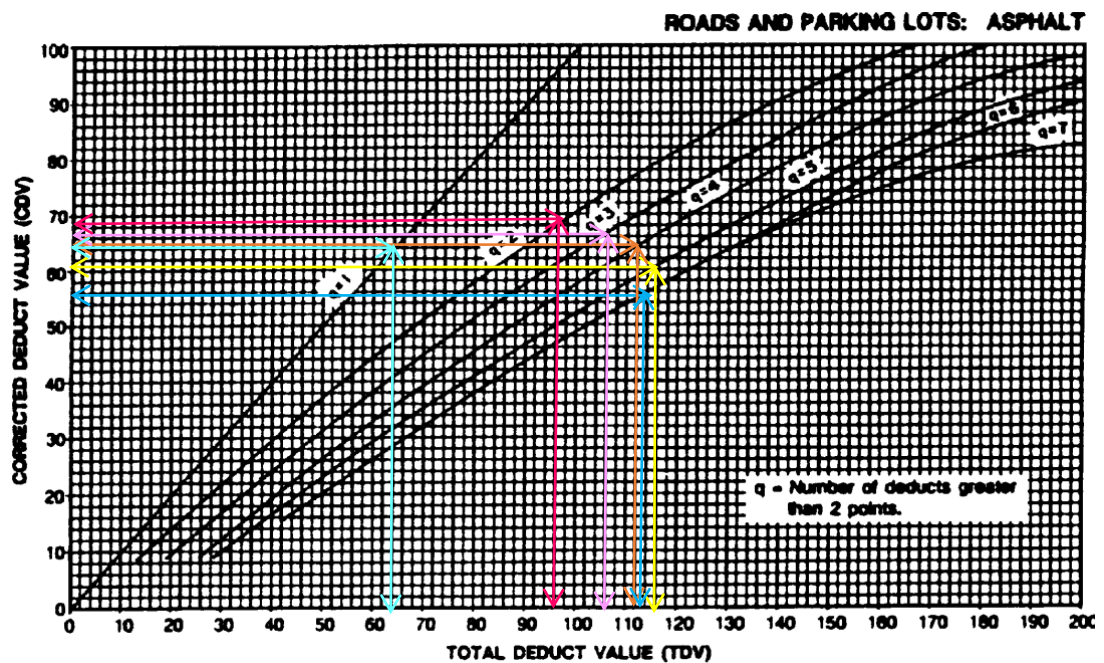


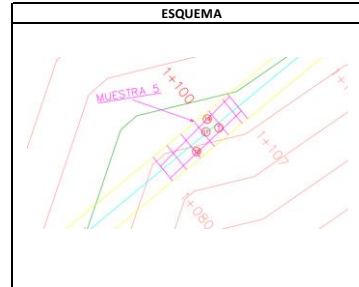
Figura 24 Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM5-(VDc)



PROYECTO DE TESIS

Evaluación superficial y estructural de la Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto hasta el Caserío San Luis de la Parroquia Picaihua del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua

ESTADO DEL TIEMPO: ANCHO DE LA VÍA
 SECCIÓN DEL TRAMO: LONGITUD DE LA UM
 UNIDADES DE MUESTRA INSPECCIONADO POR
 AREA DE LA MUESTRA: FECHA
 ABCISIA INICIAL:
 ANSCISA FINAL:



TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTO FLEXIBLE

1. Piel de cocodrilo [m2]	6. Depresión [m2]	11. Parcheo [m2]	16. Desplazamiento [m2]
2. Exudación [m2]	7. Fisura de borde [m]	12. Pulimento de agregados [m2]	17. Grieta parabólica [m2]
3. Fisuras en bloque [m2]	8. Fisura de reflexión de junta [m]	13. Huecos [cantidad]	18. Hinchamiento [m2]
4. Abultamientos y hundimientos [m]	9. Desnivel / carril / berma [m]	14. Cruce de vía férrea [m2]	19. Desprendimiento de agregados [m2]
5. Corrugación [m2]	10. Fisuras longitudinales y trasv. [m]	15. Ahuellamiento [m2]	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	M	0.2895	0.85				1.14	0.49%	16
10	L	7.12	7.29	3.88			18.29	7.88%	6
10	M	4.5	2	1.4	3.5	4.05	5.1	8.85%	8
10	H	27	3.3				30.30	13.05%	39
11	L	10.79					10.79	4.65%	9
19	M	0.57					0.57	0.25%	7.5
Valor total de Deducción (VDI)									No aplica

Número de Valores Deducidos > 2(q):	6	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):	39	
Número máximo admisible de "Valores Deducidos"	6.60	

CÁLCULO DEL PCI

No.	VALORES DEDUCIDOS						Total	mi (q)	VDC
1	39	16	9	8	7.5	6	85.50	6	40
2	39	16	9	8	7.5	2	81.5	5	41
3	39	16	9	8	2	2	76	4	42
4	39	16	9	2	2	2	70	3	44
5	39	16	2	2	2	2	63	2	46
6	39	2	2	2	2	2	49	1	49

Máximo Valor Deducido Corregido (Máx MVDC)	49	Índice de Condición del Pavimento (PCI) PCI= 100 - Máx VDC	51	Condición del Pavimento	REGULAR
--	----	--	----	-------------------------	---------

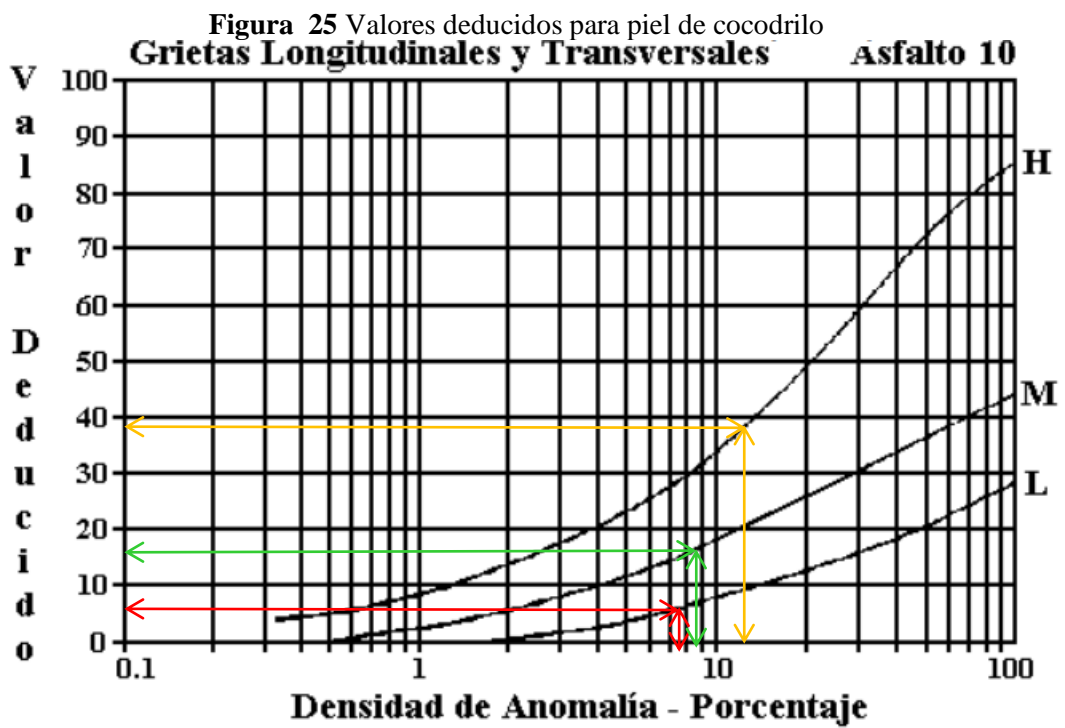
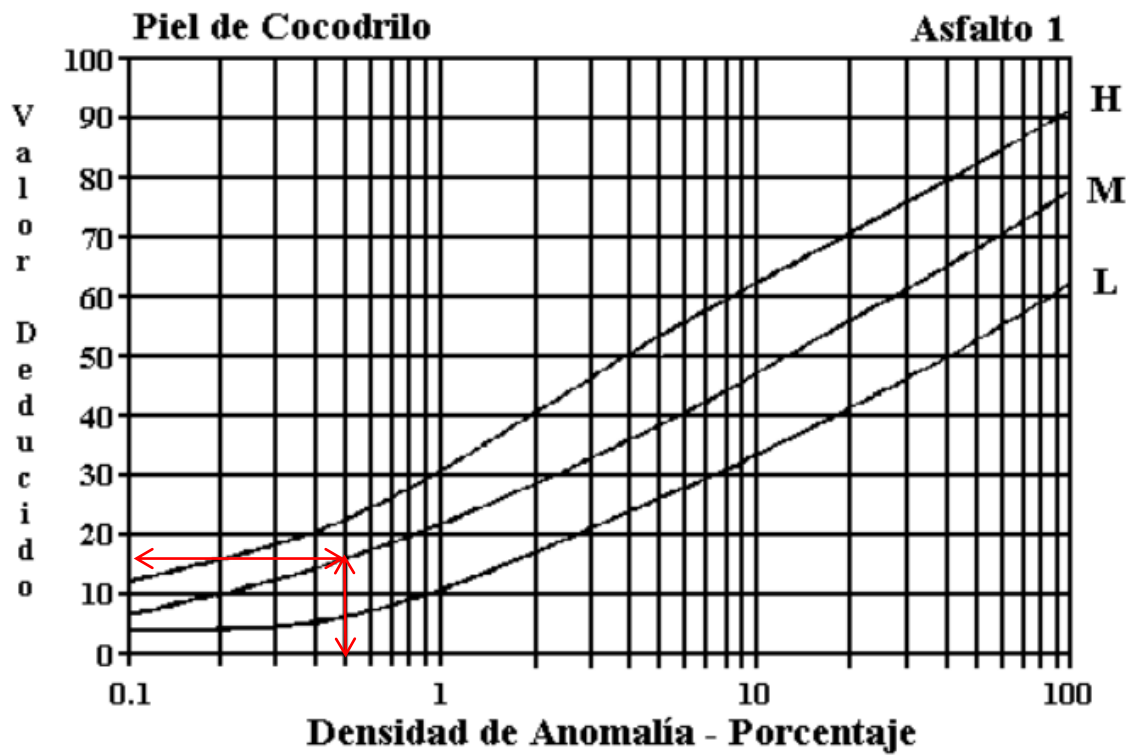


Figura 26 Valores deducidos Fisuras longitudinales y transversales

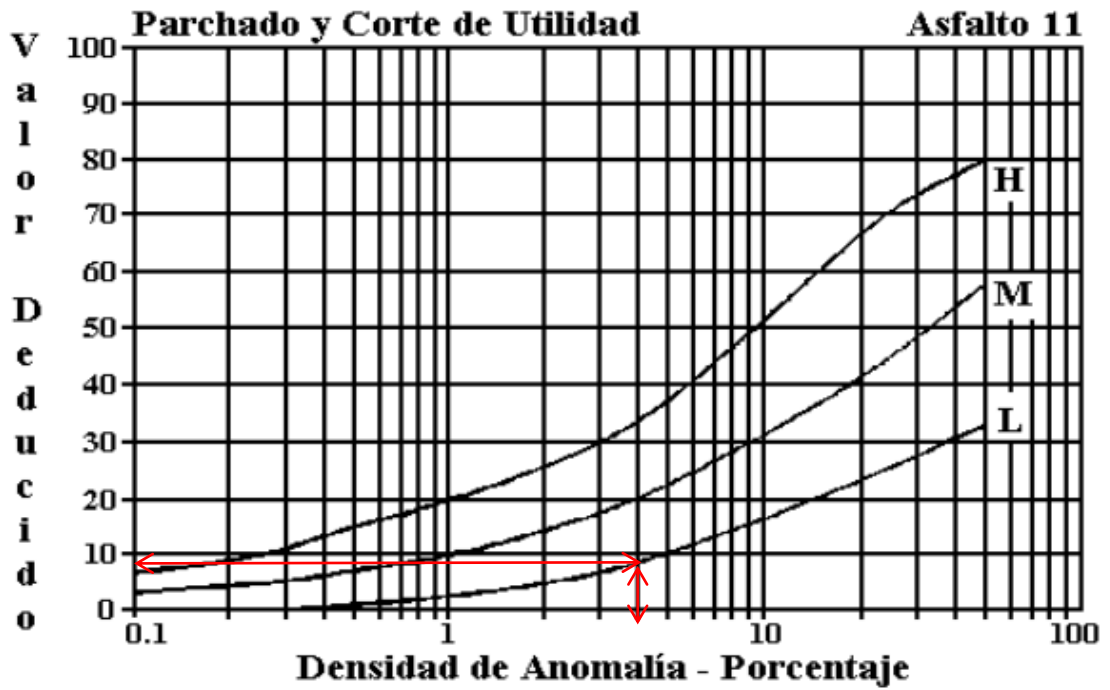


Figura 27 Valores deducidos de Parcheo

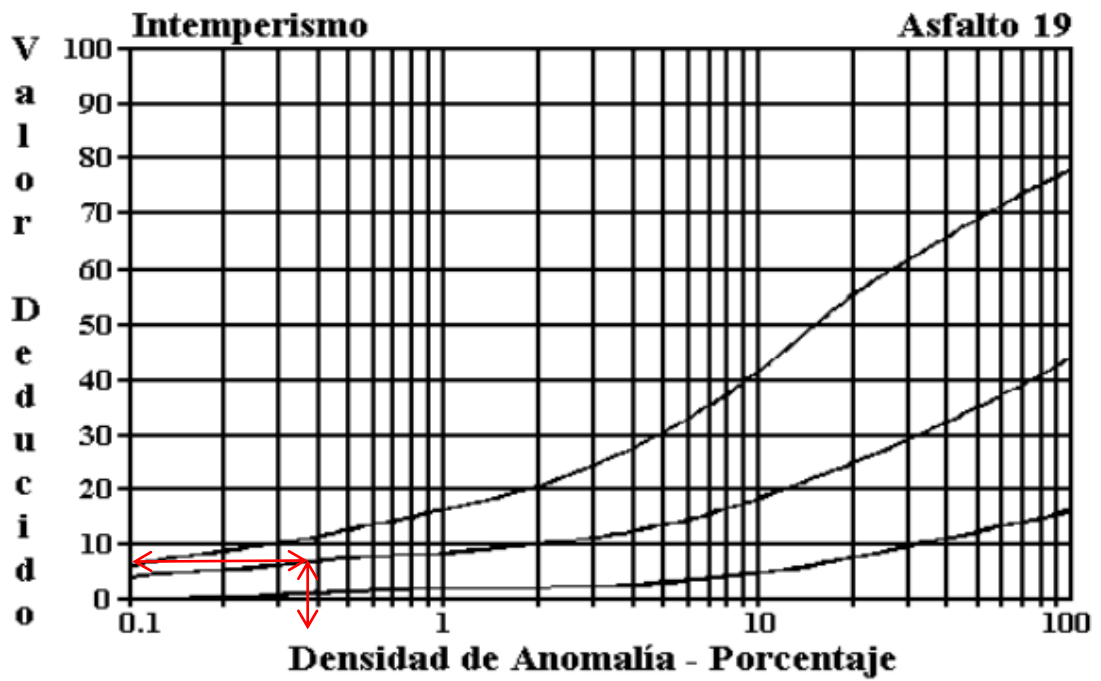


Figura 28 Valores deducidos de Desprendimiento de agregados

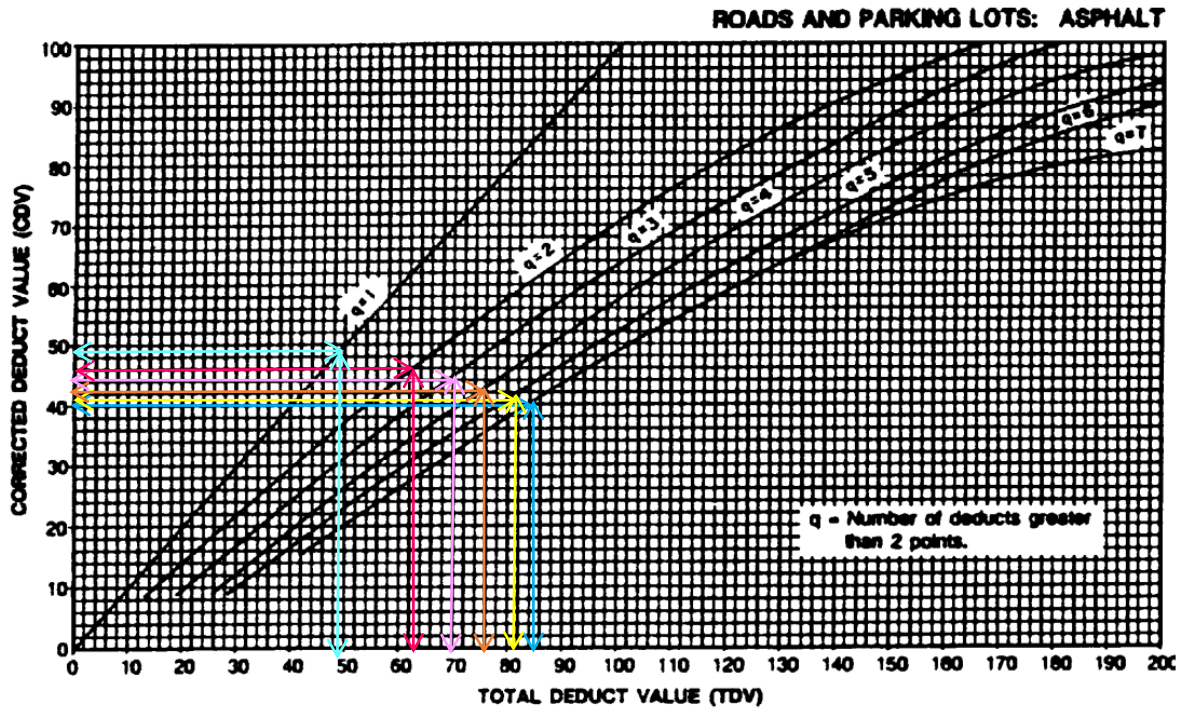


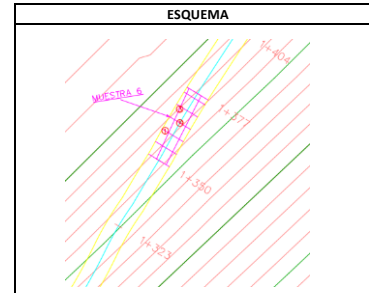
Figura 29 Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM5-(VDc)



PROYECTO DE TESIS

Evaluación superficial y estructural de la Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto hasta el Caserío San Luis de la Parroquia Picahua del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua

ESTADO DEL TIEMPO: Soleado ANCHO DE LA VÍA 8,6
SECCIÓN DEL TRAMO: 1 LONGITUD DE LA UM 27
UNIDADES DE MUESTRA 6 INSPECCIONADO POR Villegas
AREA DE LA MUESTRA: 232 FECHA 29/8/2023
ABSCISA INICIAL: 1+350
ANSCISA FINAL: 1+377



TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTO FLEXIBLE

1. Piel de cocodrilo [m2]	6. Depresión [m2]	11. Parcheo [m2]	16. Desplazamiento [m2]
2. Exudación [m2]	7. Fisura de borde [m]	12. Pulimiento de agregados [m2]	17. Grieta parabólica [m2]
3. Fisuras en bloque [m2]	8. Fisura de reflexión de junta [m]	13. Huecos [cantidad]	18. Hinchamiento [m2]
4. Abultamientos y hundimientos [m]	9. Desnivel / carril / berma [m]	14. Cruce de vía férrea [m2]	19. Desprendimiento de agregados [m2]
5. Corrugación [m2]	10. Fisuras longitudinales y transv. [m]	15. Ahuellamiento [m2]	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1	H	1,12	0,84	1,125			3,09	1,33%	34	
3	H	0,57	0,28				0,85	0,37%	4	
10	L	12,75	7,85	2,6	3,6		26,80	11,54%	8,5	
10	M	3,1	4,65	6,38	3,75	3,5	5,2	26,58	11,45%	20
10	H	2,4					2,40	1,03%	9	
							Valor total de Deducción (VDT)		No aplica	

Número de Valores Deducidos > 2(q):

5

Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):

34

Número máximo admisible de "Valores Deducidos"

7,06

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

CÁLCULO DEL PCI

No.	VALORES DEDUCIDOS					Total	m _i (q)	VDC
1	34	20	9	8,5	4	75,50	5	38
2	34	20	9	8,5	2	73,5	4	42
3	34	20	9	2	2	67,0	3	43
4	34	20	2	2	2	60	2	45,5
5	34	2	2	2	2	42	1	42

Máximo Valor Deducido Corregido (Máx MVDC)	Índice de Condición del Pavimento (PCI) PCI= 100 - Máx VDC	Condición del Pavimento
45,5	54,5	REGULAR

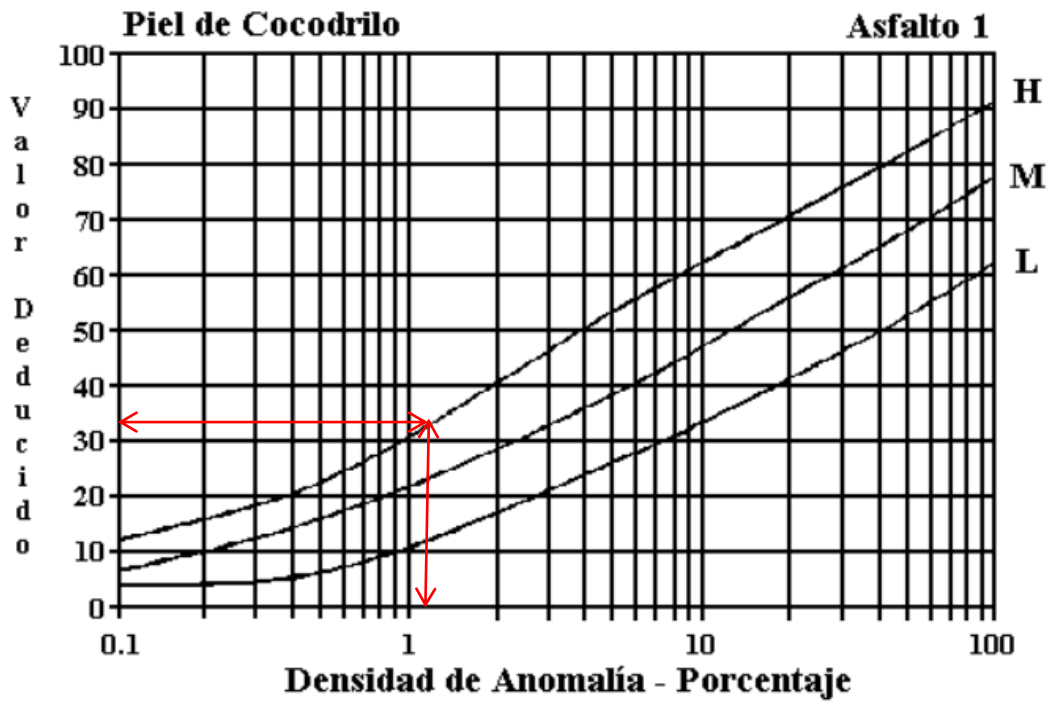


Figura 30 Valores deducidos para piel de cocodrilo

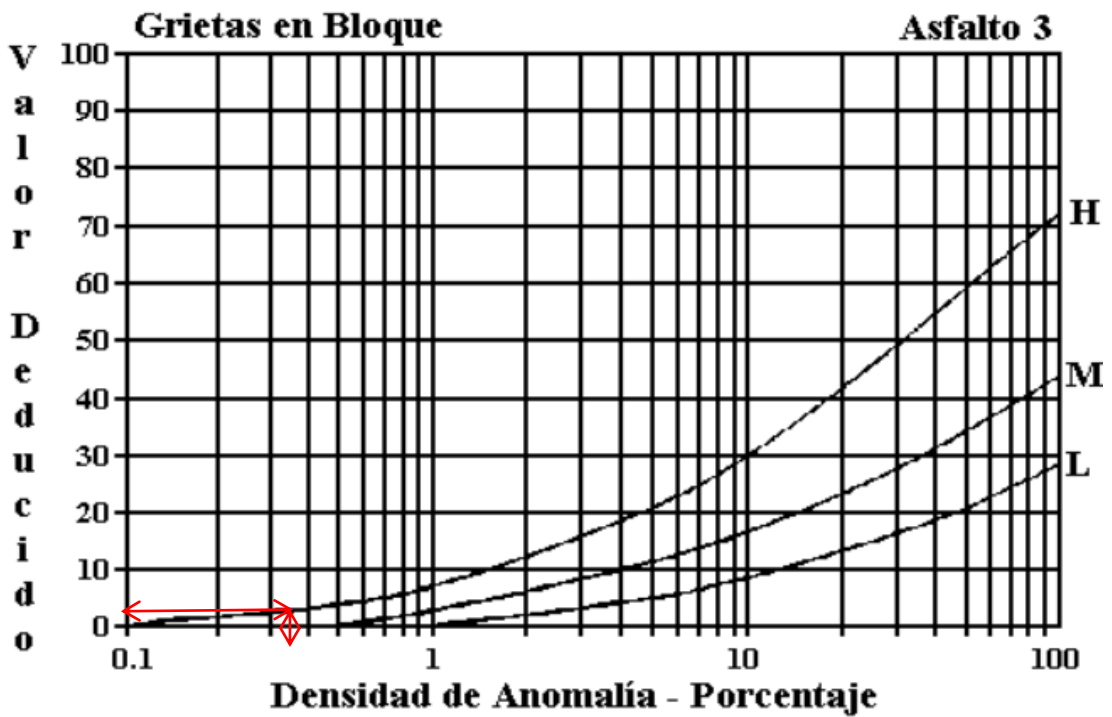


Figura 31 Valores deducidos par Grietas en bloque

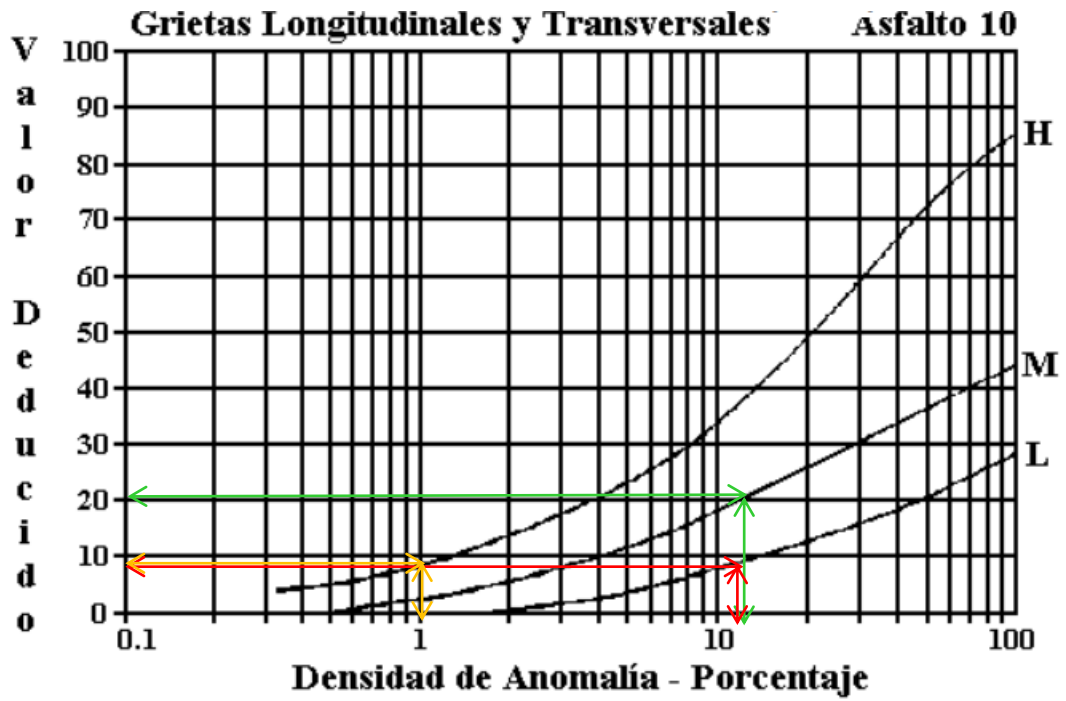


Figura 32 Valores deducidos Fisuras longitudinales y transversales

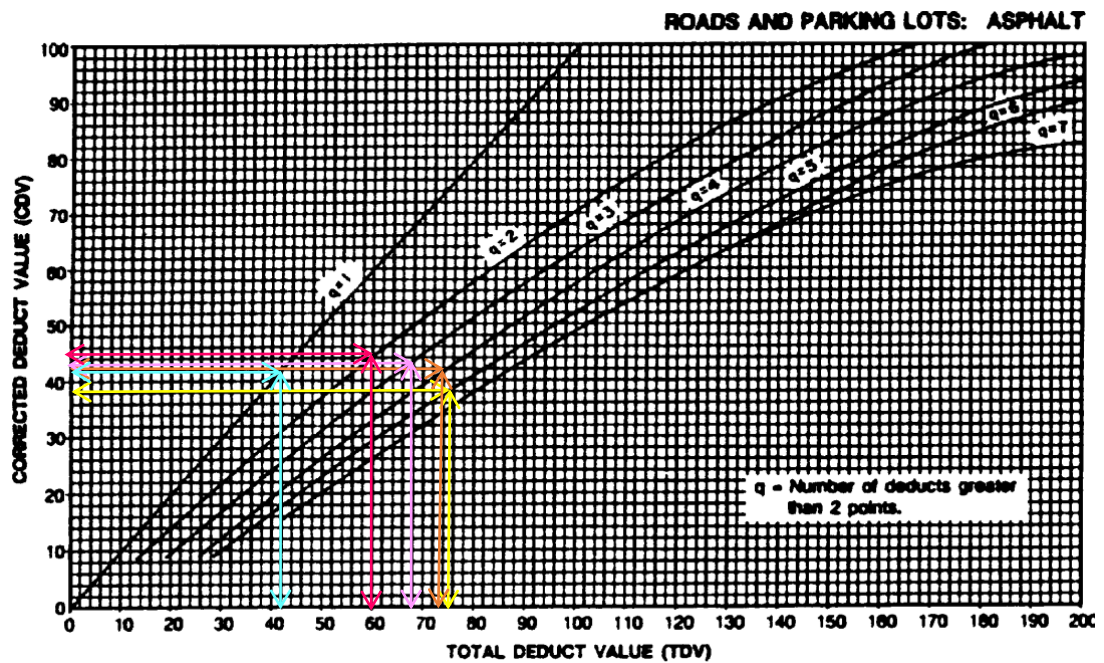


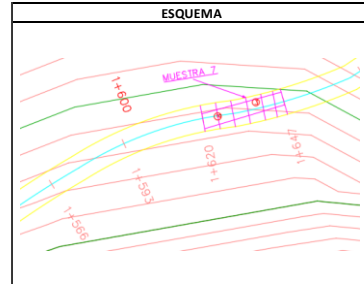
Figura 33 Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM5-(VDe)



PROYECTO DE TESIS

Evaluación superficial y estructural de la Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto hasta el Caserío San Luis de la Parroquia Picahua del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua

ESTADO DEL TIEMPO: ANCHO DE LA VIA
 SECCIÓN DEL TRAMO: LONGITUD DE LA UM
 UNIDADES DE MUESTRA INSPECCIONADO POR
 AREA DE LA MUESTRA: FECHA
 ABCISA INICIAL:
 ANSCISA FINAL:



TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTO FLEXIBLE

1. Piel de cocodrilo [m2]	6. Depresión [m2]	11. Parcheo [m2]	16. Desplazamiento [m2]
2. Exudación [m2]	7. Fisura de borde [m]	12. Pulimiento de agregados [m2]	17. Grieta parabólica [m2]
3. Fisuras en bloque [m2]	8. Fisura de reflexión de junta [m]	13. Huecos [cantidad]	18. Hinchamiento [m2]
4. Abultamientos y hundimientos [m]	9. Desnivel / carril / berma [m]	14. Cruce de vía férrea [m2]	19. Desprendimiento de agregados [m2]
5. Corrugación [m2]	10. Fisuras longitudinales y trasnv. [m]	15. Ahuellamiento [m2]	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
3	L	8.55	0.92	0.125			9.60	4.13%	5	
10	M	7.5	5.68	4.65	7.05	14.4	15.37	54.65	23.54%	29
10	H	2.25	3.4	5.75	8.7	3.5	9	32.60	14.04%	40
							Valor total de Deducción (VDT)		No aplica	

Número de Valores Deducidos > 2(q):	3	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):	40	
Número máximo admisible de "Valores Deducidos"	6.51	

CÁLCULO DEL PCI

No.	VALORES DEDUCIDOS				Total	m _i (q)	VDC
1	40	14	5		59	3	37
2	40	14	2		56	2	41
3	40	2	2		44	1	44

Máximo Valor Deducido Corregido (Máx MVDC)	Índice de Condición del Pavimento (PCI) PCI= 100 - Máx VDC	Condición del Pavimento
44	56	BUENO

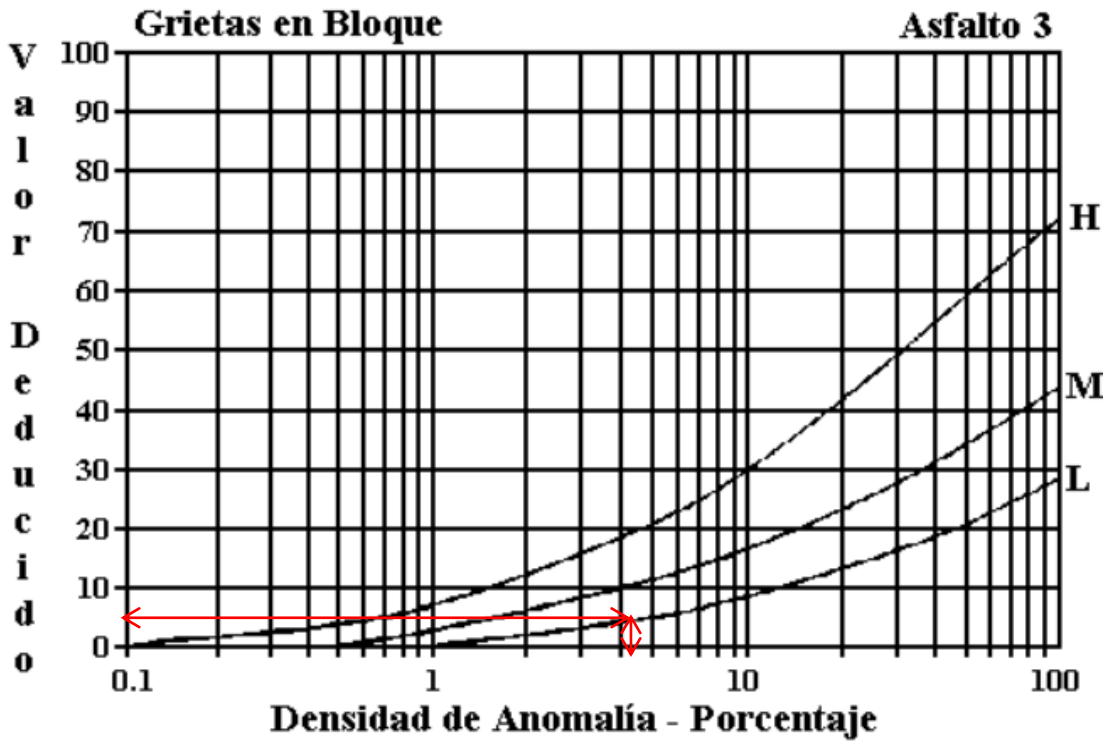


Figura 34 Valores deducidos par Grietas en bloque

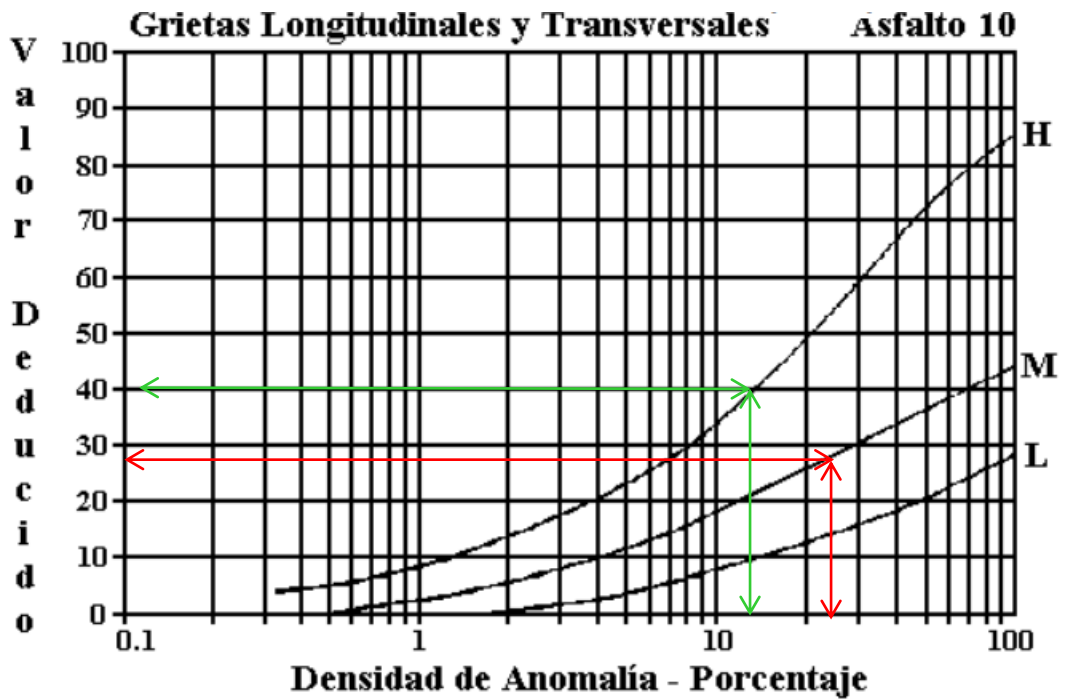


Figura 35 Valores deducidos Fisuras longitudinales y transversales

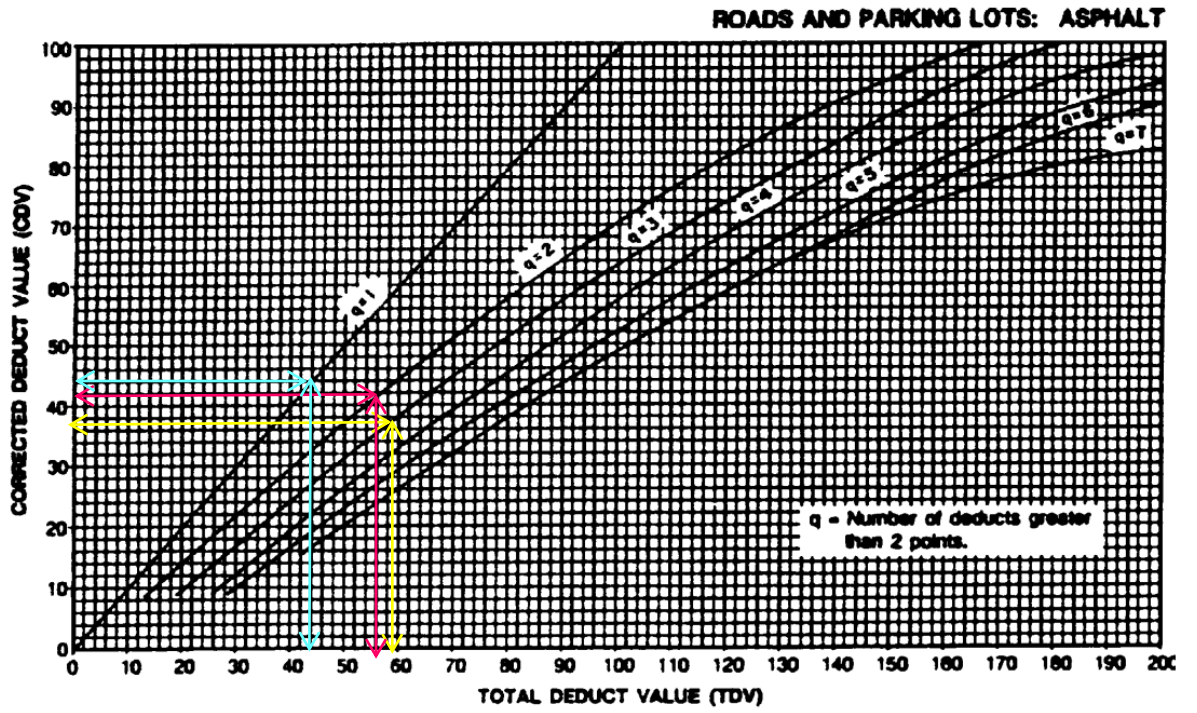


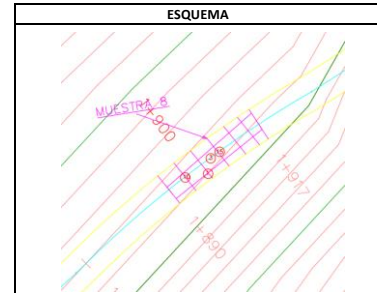
Figura 36 Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM5-(VDc)



PROYECTO DE TESIS

Evaluación superficial y estructural de la Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto hasta el Caserío San Luis de la Parroquia Picahua del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua

ESTADO DEL TIEMPO:	Soleado	ANCHO DE LA VÍA	8,6
SECCIÓN DEL TRAMO:	1	LONGITUD DE LA UM	27
UNIDADES DE MUESTRA:	8	INSPECCIONADO POR	Villegas
AREA DE LA MUESTRA:	232	FECHA	29/8/2023
ABSCISA INICIAL:	1+890		
ABSCISA FINAL:	1+917		



TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTO FLEXIBLE

1. Piel de cocodrilo [m2]	6. Depresión [m2]	11. Parcheo [m2]	16. Desplazamiento [m2]
2. Exudación [m2]	7. Fisura de borde [m]	12. Pulimiento de agregados [m2]	17. Grieta parabólica [m2]
3. Fisuras en bloque [m2]	8. Fisura de reflexión de junta [m]	13. Huecos [cantidad]	18. Hinchamiento [m2]
4. Abultamientos y hundimientos [m]	9. Desnivel / carril / berma [m]	14. Cruce de vía férrea [m2]	19. Desprendimiento de agregados [m2]
5. Corrugación [m2]	10. Fisuras longitudinales y trasnv. [m]	15. Ahuellamiento [m2]	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	M	0,354	1,849	0,648	1,19			4,04	1,74%	28
3	M	16,08						16,08	6,93%	15
10	L	6,09	6,65	11,7	2,2	2,4		29,04	12,51%	9
10	M	4,6	4	7,6	7,6	3,95	7,5	35,25	15,18%	22
10	H	2,3	6,1	4,3	2,7			15,40	6,63%	29
15	M	4,76						4,76	2,05%	10
								Valor total de Deducción (VDT)		No aplica

Número de Valores Deducidos > 2(q):

6

Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):

28

Número máximo admisible de "Valores Deducidos"

7,61

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

CÁLCULO DEL PCI

No.	VALORES DEDUCIDOS						Total	m _i (q)	VDC	
1	29	28	22	15	10	9		113	6	50
2	29	28	22	15	10	2		106	5	56
3	29	28	22	15	2	2		98	4	57
4	29	28	22	2	2	2		85	3	54
5	29	28	2	2	2	2		65	2	46
6	29	2	2	2	2	2		39	1	39

Máximo Valor Deducido Corregido (Máx MVDC)	Índice de Condición del Pavimento (PCI) PCI= 100 - Máx VDC	Condición del Pavimento
57	43	REGULAR

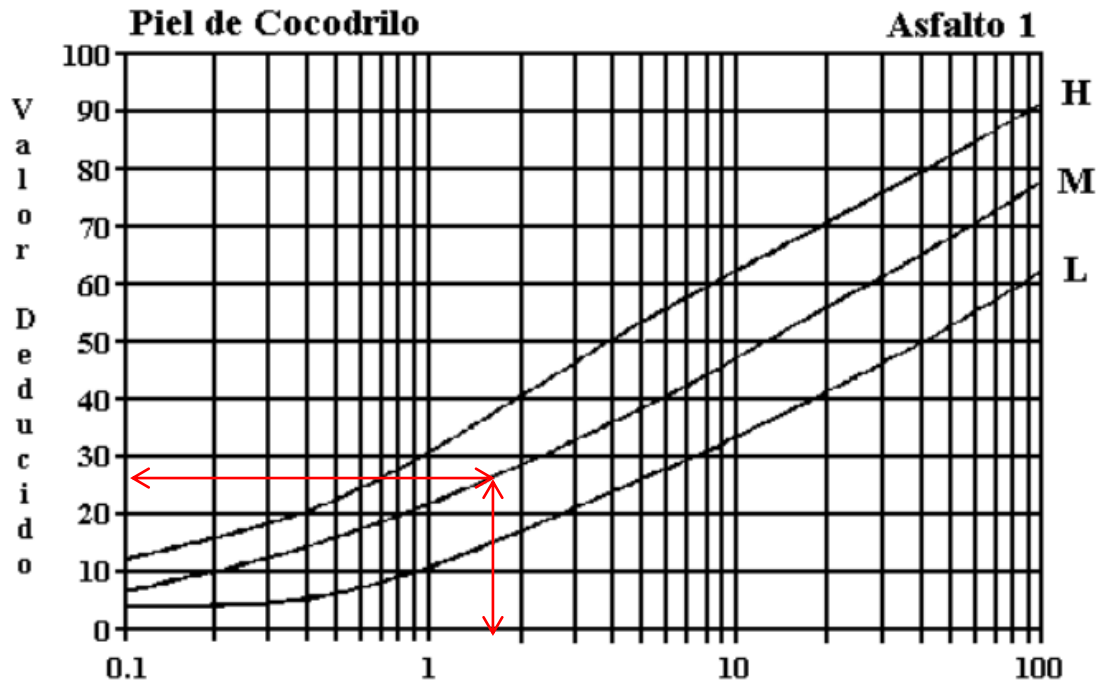


Figura 37 Valores deducidos para Piel de Cocodrilo

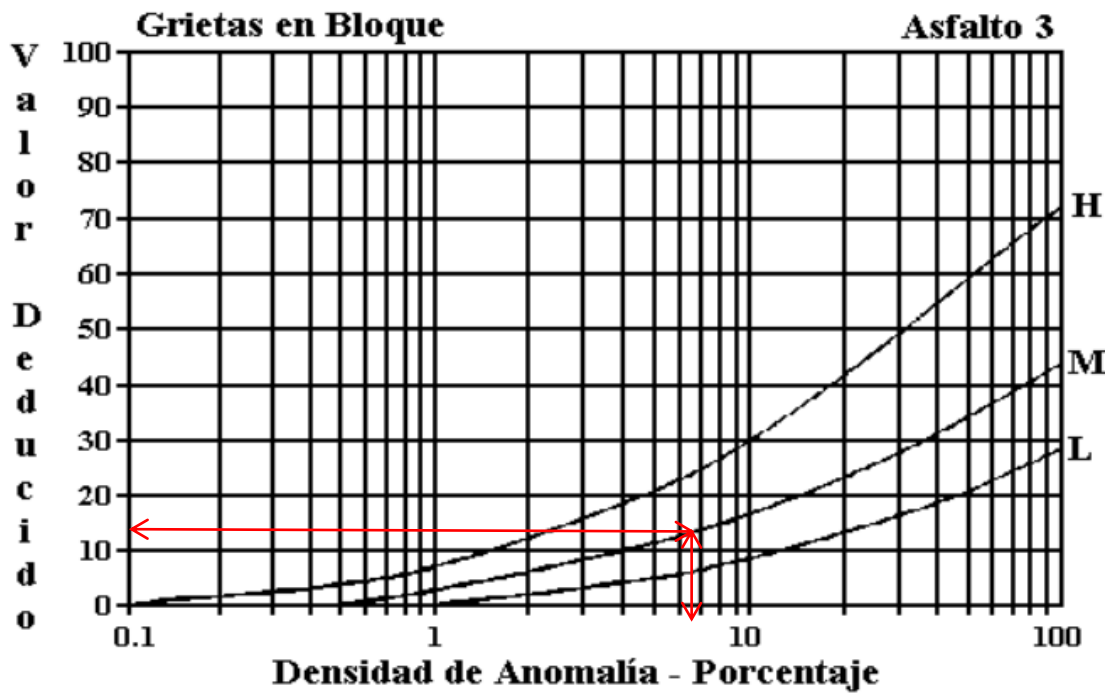


Figura 38 Valores deducidos para Grietas en bloque

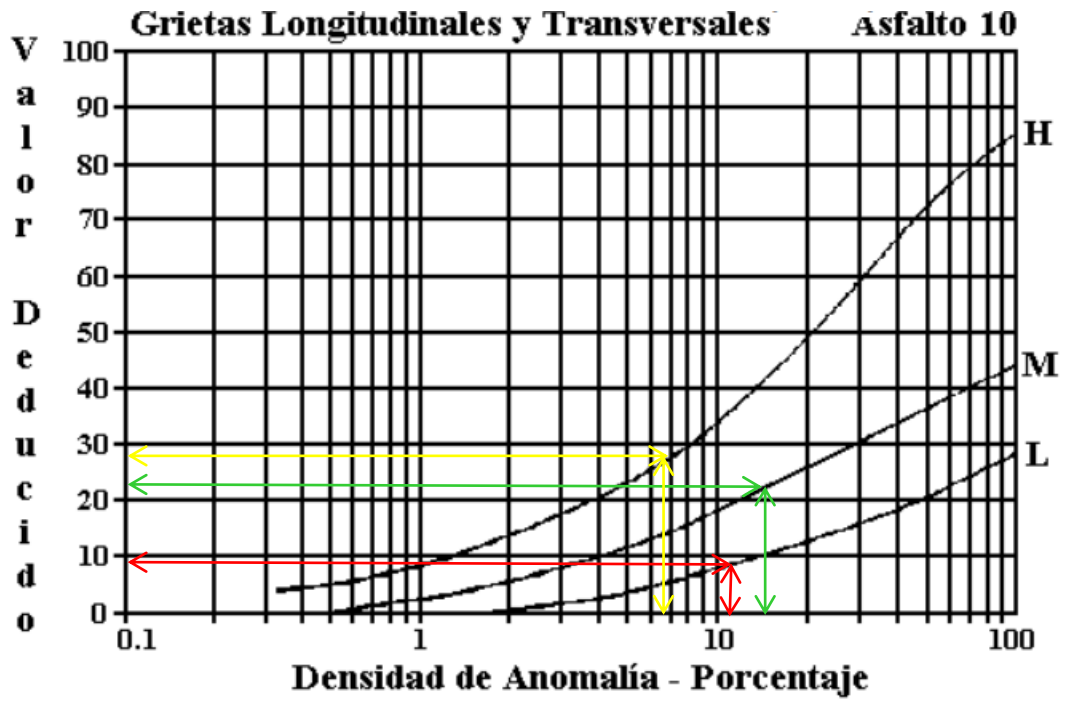


Figura 39 Valores deducidos para Fisuras longitudinales y transversales

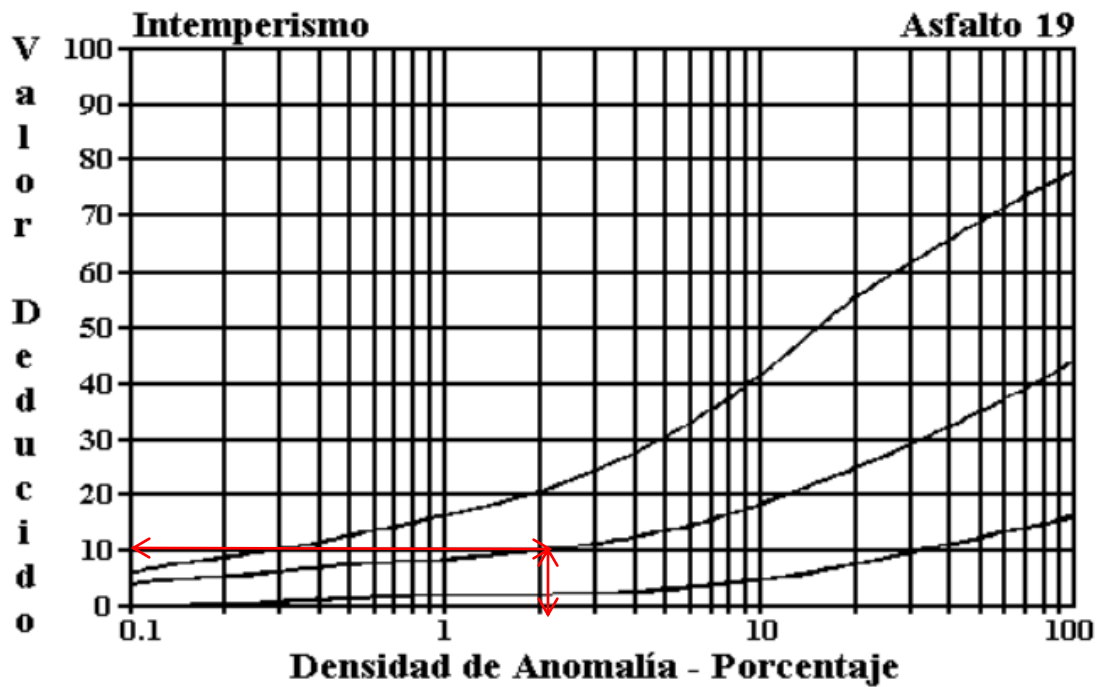


Figura 40 Valores deducidos para Desprendimiento de agregados

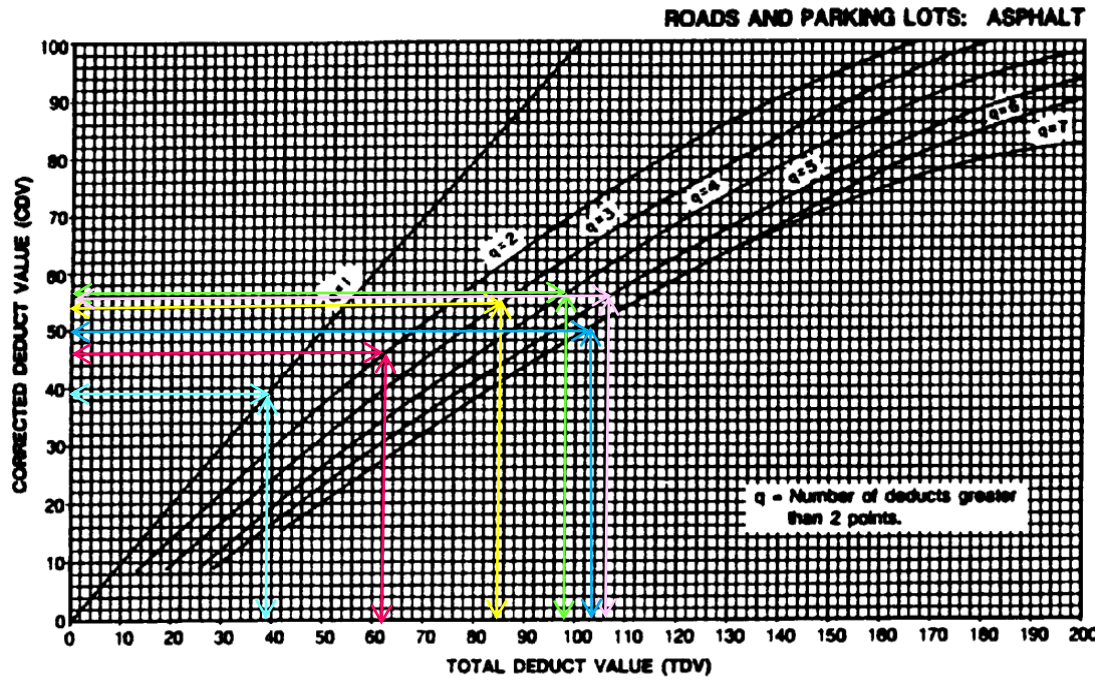


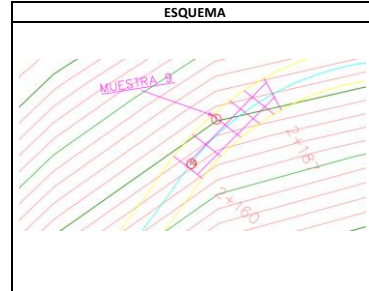
Figura 41 Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM5-(VDc)



PROYECTO DE TESIS

Evaluación superficial y estructural de la Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto hasta el Caserío San Luis de la Parroquia Picahua del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua

ESTADO DEL TIEMPO: ANCHO DE LA VÍA
SECCIÓN DEL TRAMO: LONGITUD DE LA UM
UNIDADES DE MUESTRA INSPECCIONADO POR
AREA DE LA MUESTRA: FECHA
ABSCISA INICIAL:
ANSCISA FINAL:



TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTO FLEXIBLE

1. Piel de cocodrilo [m2]	6. Depresión [m2]	11. Parcheo [m2]	16. Desplazamiento [m2]
2. Exudación [m2]	7. Fisura de borde [m]	12. Pulimiento de agregados [m2]	17. Grieta parabólica [m2]
3. Fisuras en bloque [m2]	8. Fisura de reflexión de junta [m]	13. Huecos [cantidad]	18. Hinchamiento [m2]
4. Abultamientos y hundimientos [m]	9. Desnivel / carril / berma [m]	14. Cruce de vía férrea [m2]	19. Desprendimiento de agregados [m2]
5. Corrugación [m2]	10. Fisuras longitudinales y transv. [m]	15. Ahuellamiento [m2]	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1	M	2,625	54	0,56			57,19	24,63%	59	
10	L	7,4	6,1	13,05	6,4	5,85	38,80	16,71%	10	
10	M	26,45	13,27	9,4	10,96	8,25	7,85	76,18	32,81%	33
Valor total de Deducción (VDT)									No aplica	

Número de Valores Deducidos > 2(q):

3

Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):

59

Número máximo admisible de "Valores Deducidos"

4,77

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

CÁLCULO DEL PCI

No.	VALORES DEDUCIDOS				Total	m _i (q)	VDC
1	59	33	10		102	3	64
2	59	33	2		94	2	66
3	59	2	2		63	1	63

Máximo Valor Deducido Corregido (Máx MVDC)	Índice de Condición del Pavimento (PCI) PCI= 100 - Máx VDC	Condición del Pavimento
66	34	MALO

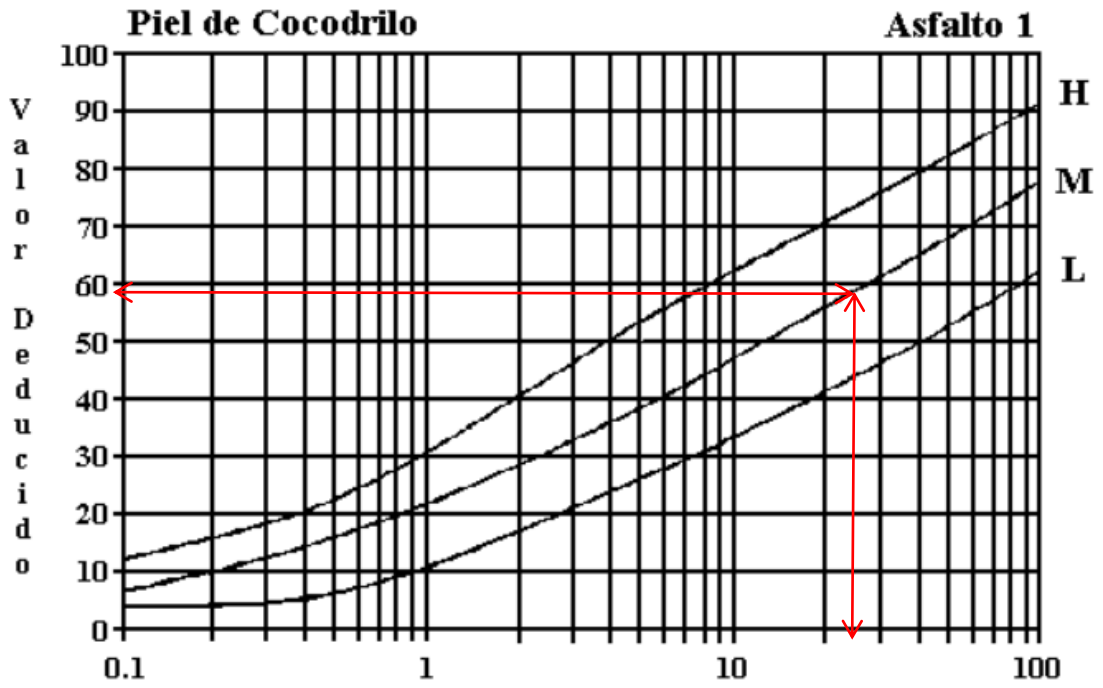


Figura 42 Valores deducidos para Piel de Cocodrilo

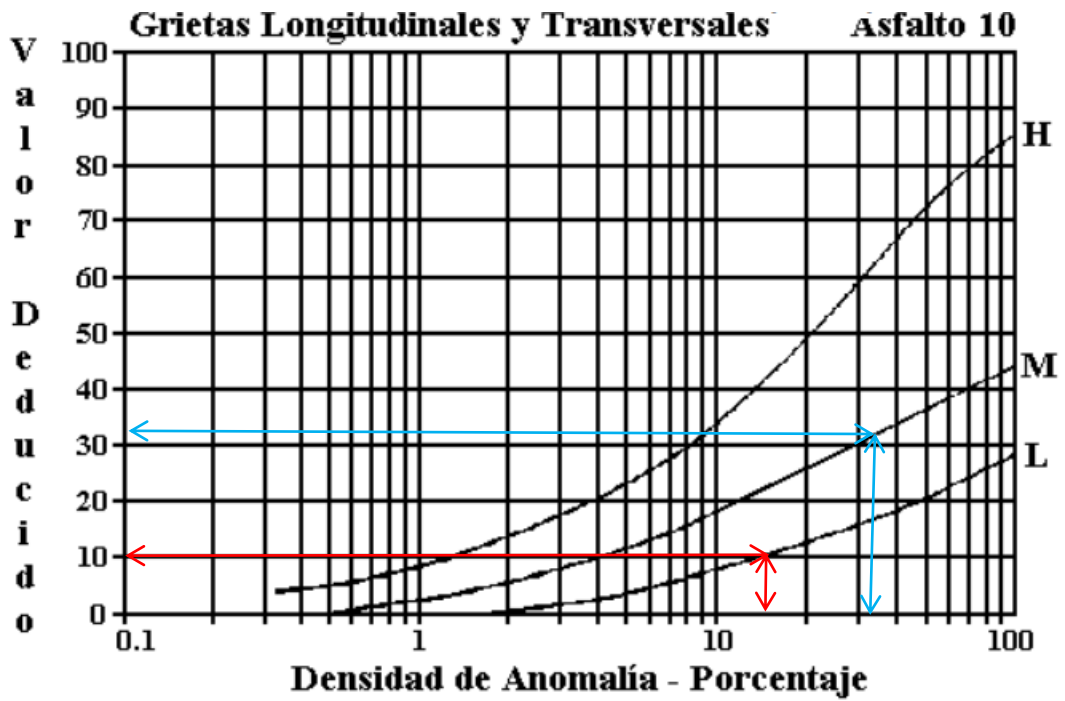


Figura 43 Valores deducidos para Fisuras longitudinales y transversales

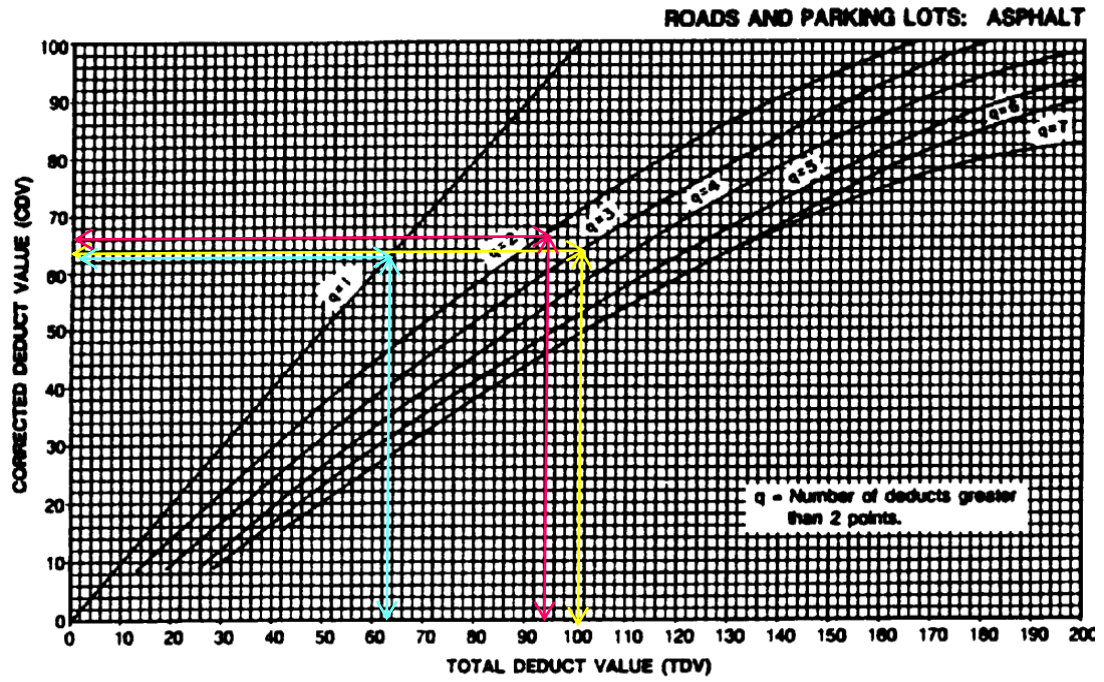


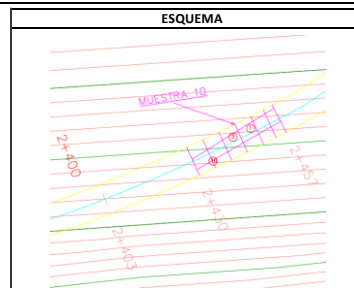
Figura 44 Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM5-(VDc)



PROYECTO DE TESIS

Evaluación superficial y estructural de la Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto hasta el Caserío San Luis de la Parroquia Picaihua del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua

ESTADO DEL TIEMPO:	Soleado	ANCHO DE LA VÍA	8.6
SECCIÓN DEL TRAMO:	1	LONGITUD DE LA UM	27
UNIDADES DE MUESTRA	10	INSPECCIONADO POR	Villegas
AREA DE LA MUESTRA:	232	FECHA	29/08/2023
ABSCISA INICIAL:	2+430		
ABSCISA FINAL:	2+457		



TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTO FLEXIBLE

1. Piel de cocodrilo [m2]	6. Depresión [m2]	11. Parcheo [m2]	16. Desplazamiento [m2]
2. Exudación [m2]	7. Fisura de borde [m]	12. Pulimiento de agregados [m2]	17. Grieta parabólica [m2]
3. Fisuras en bloque [m2]	8. Fisura de reflexión de junta [m]	13. Huecos [cantidad]	18. Hinchamiento [m2]
4. Abultamientos y hundimientos [m]	9. Desnivel / carril / berma [m]	14. Cruce de vía férrea [m2]	19. Desprendimiento de agregados [m2]
5. Corrugación [m2]	10. Fisuras longitudinales y trasnv. [m]	15. Ahuellamiento [m2]	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	H	17.52					17.52	7.54%	59
3	M	1.63	2.05				3.67	1.58%	6
10	L	6.35	5.90	4.30	7.75	5.20	29.50	12.70%	9
10	M	2.90	6.01	7.15	7.00	11.10	34.16	14.71%	21
10	H	2.40	1.80	2.95	2.00	3.30	12.45	5.36%	25
Valor total de Deducción (VDI)									No aplica

Número de Valores Deducidos > 2(q):

5

Mayor Valor Deducido Individual (HDV_i):

59

Número máximo admisible de "Valores Deducidos"

4.77

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

CÁLCULO DEL PCI

No.	VALORES DEDUCIDOS					Total	m _i (q)	VDC
1	59	25	21	9	4.62	119	5	62
2	59	25	21	9	2	116	4	66
3	59	25	21	2	2	109	3	68
4	59	25	2	2	2	90	2	64
5	59	2	2	2	2	67	1	67

Máximo Valor Deducido Corregido (Máx MVDC)	Índice de Condición del Pavimento (PCI) PCI= 100 - Máx VDC	Condición del Pavimento
68	32	MALO

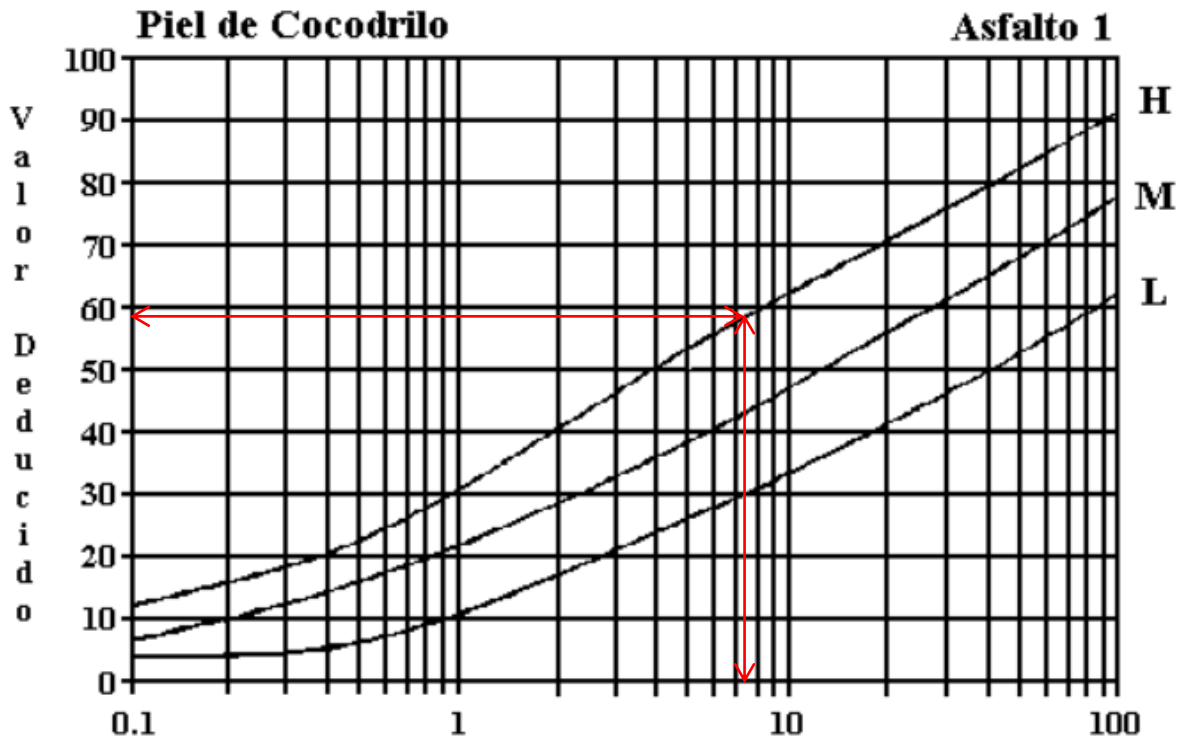


Figura 45 Valores deducidos para Piel de Cocodrilo

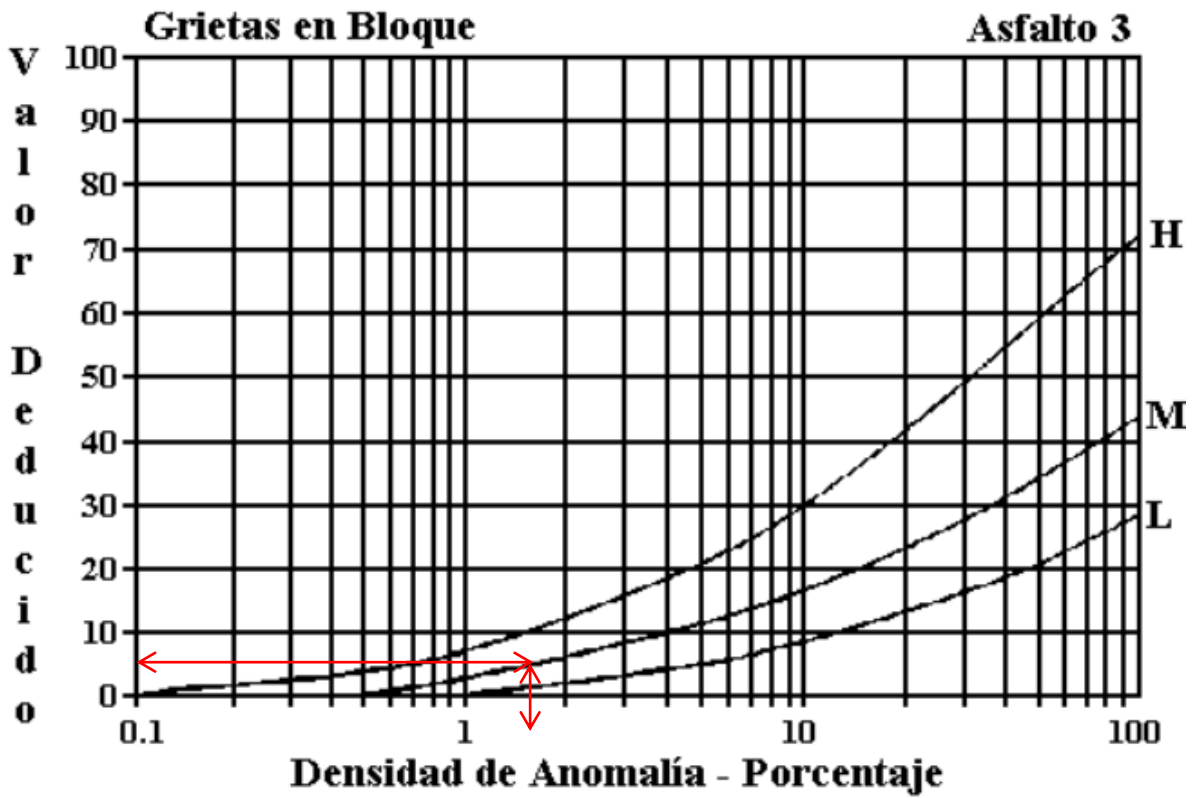


Figura 46 Valores deducidos para Grietas en bloque

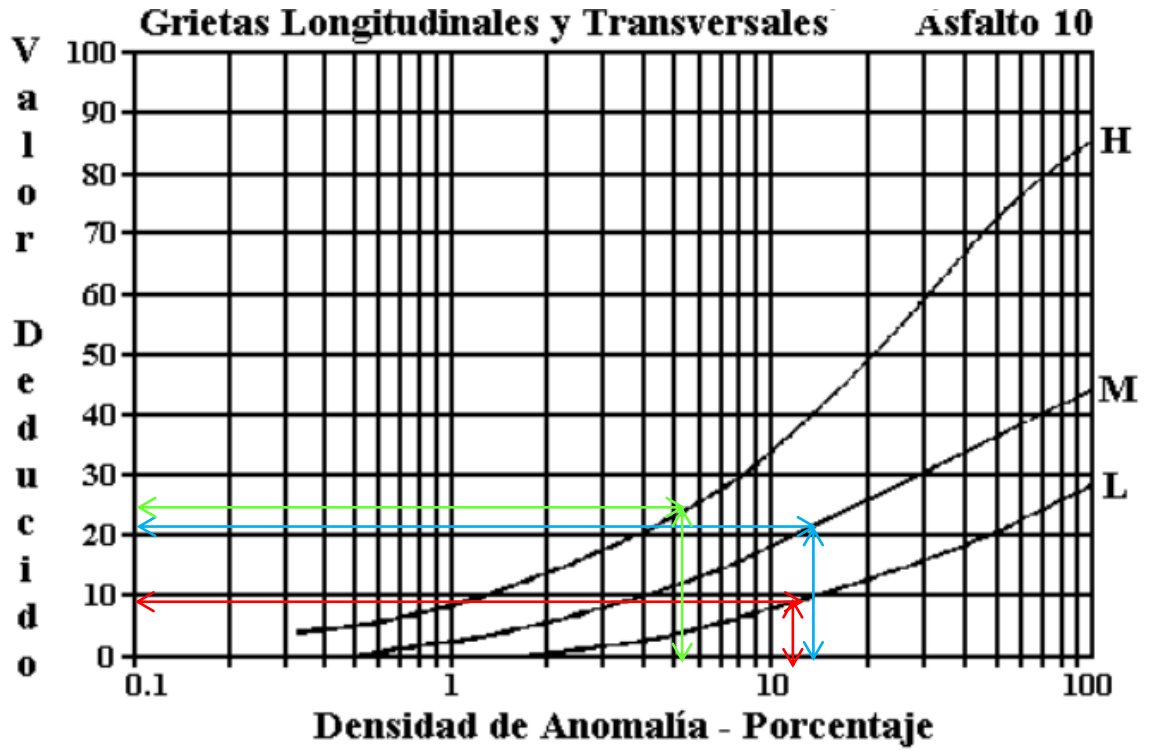


Figura 47 Valores deducidos para Fisuras longitudinales y transversales

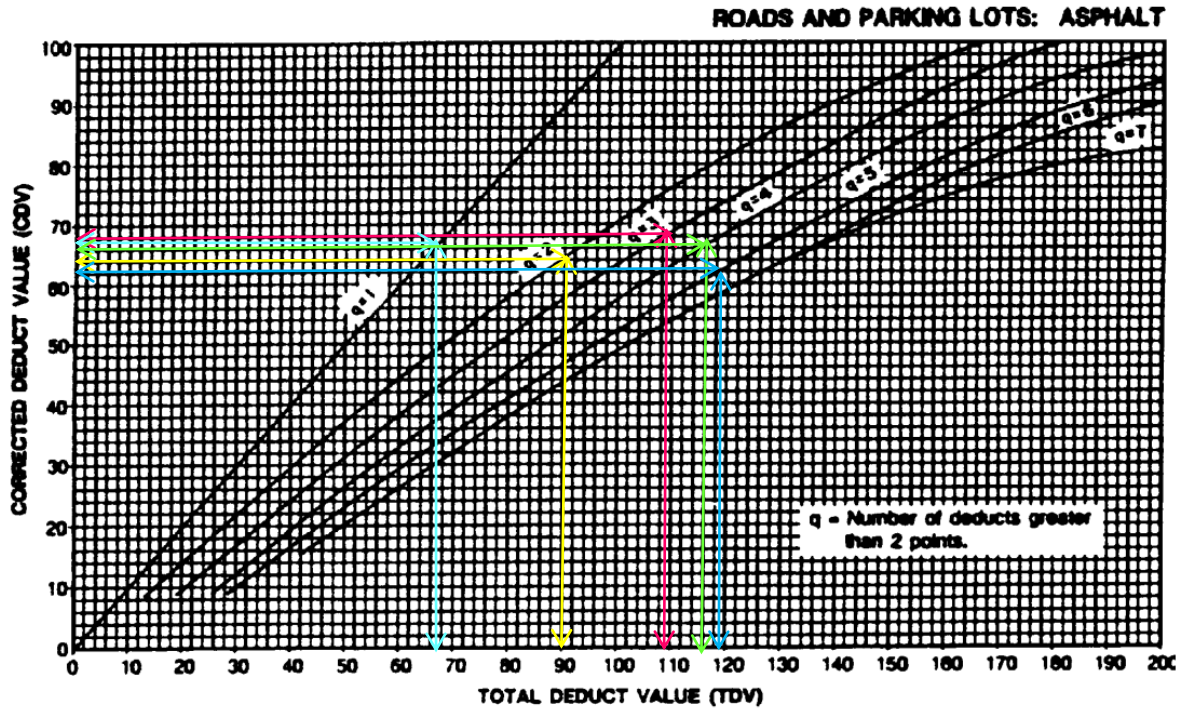


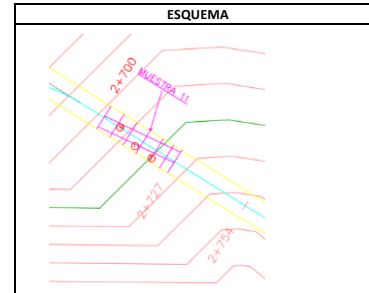
Figura 48 Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM5-(VDC)



PROYECTO DE TESIS

Evaluación superficial y estructural de la Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto hasta el Caserío San Luis de la Parroquia Picaihua del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua

ESTADO DEL TIEMPO: ANCHO DE LA VÍA
SECCIÓN DEL TRAMO: LONGITUD DE LA UM
UNIDADES DE MUESTRA INSPECCIONADO POR
AREA DE LA MUESTRA: FECHA
ABSCISA INICIAL:
ANSCISA FINAL:



TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTO FLEXIBLE

1. Piel de cocodrilo [m2]	6. Depresión [m2]	11. Parcheo [m2]	16. Desplazamiento [m2]
2. Exudación [m2]	7. Fisura de borde [m]	12. Pulimiento de agregados [m2]	17. Grieta parabólica [m2]
3. Fisuras en bloque [m2]	8. Fisura de reflexión de junta [m]	13. Huecos [cantidad]	18. Hinchamiento [m2]
4. Abultamientos y hundimientos [m]	9. Desnivel / carril / berma [m]	14. Cruce de vía férrea [m2]	19. Desprendimiento de agregados [m2]
5. Corrugación [m2]	10. Fisuras longitudinales y trasnv. [m]	15. Ahuellamiento [m2]	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	M	0,51	1,15	1,20				2,86	1,23%	22
7	M	0,75	4,40					5,15	2,22%	14
10	L	3,10	8,95	11,00	8,15	7,70	8,80	47,70	20,54%	15
10	M	6,30	4,15	6,15	3,00	4,55		24,15	10,40%	23
11	M	0,62						0,62	0,26%	4
								Valor total de Dedución (VDT)		No aplica

Número de Valores Deducidos > 2(q):

5

Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):

23,00

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

Número máximo admisible de "Valores Deducidos"

ÍNDICE DEL	VALORES DEDUCIDOS						Total	m _i (q)	VDC
No.									
1	23	22	15	14	4		78	4	44
2	23	22	15	14	2		76	3	48
3	23	22	15	2	2		64	2	47
4	23	22	2	2	2		51	1	51
5	23	2	2	2	2				

deducido Correg

51

49

REGULAR

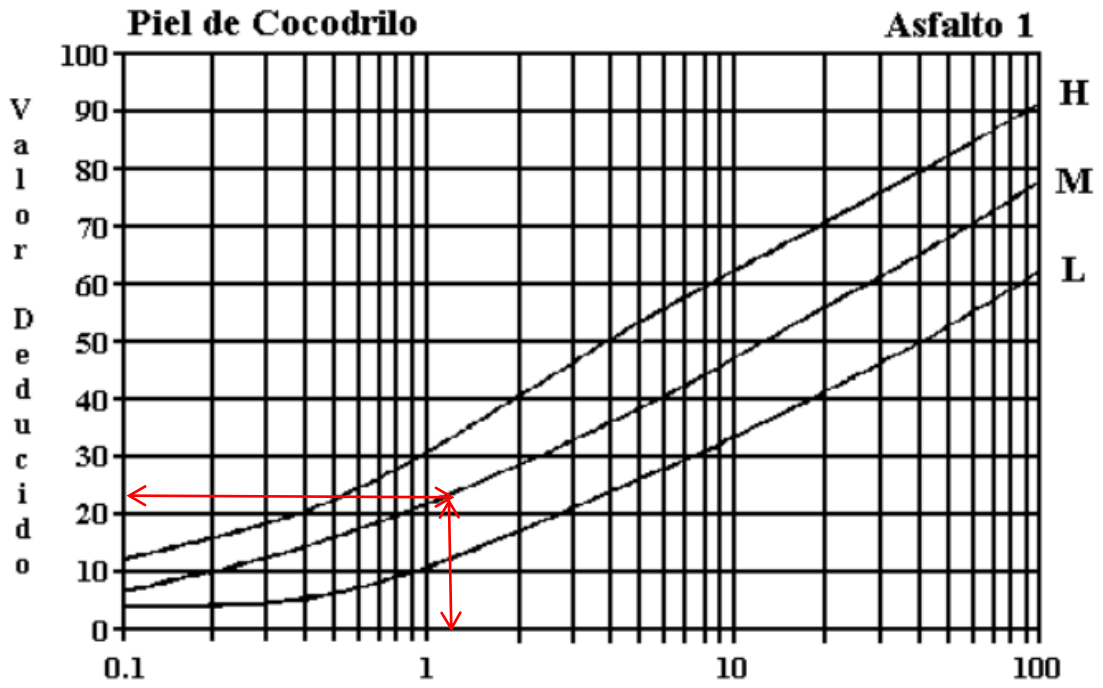


Figura 49 Valores deducidos para Piel de Cocodrilo

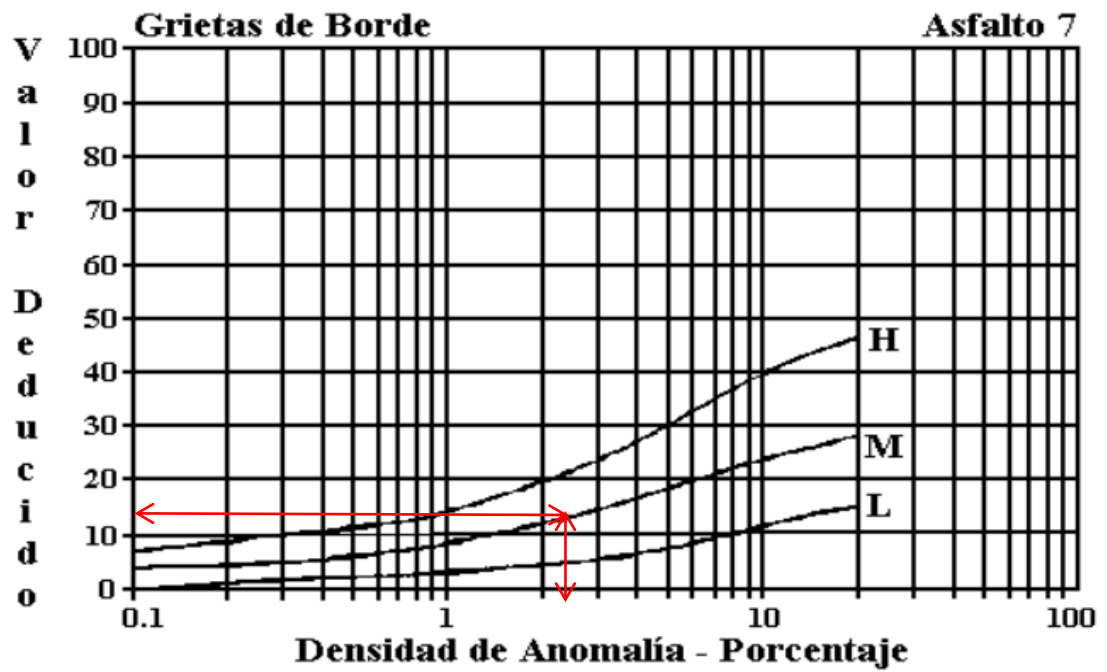


Figura 50 Valores deducidos para Grieta de Borde

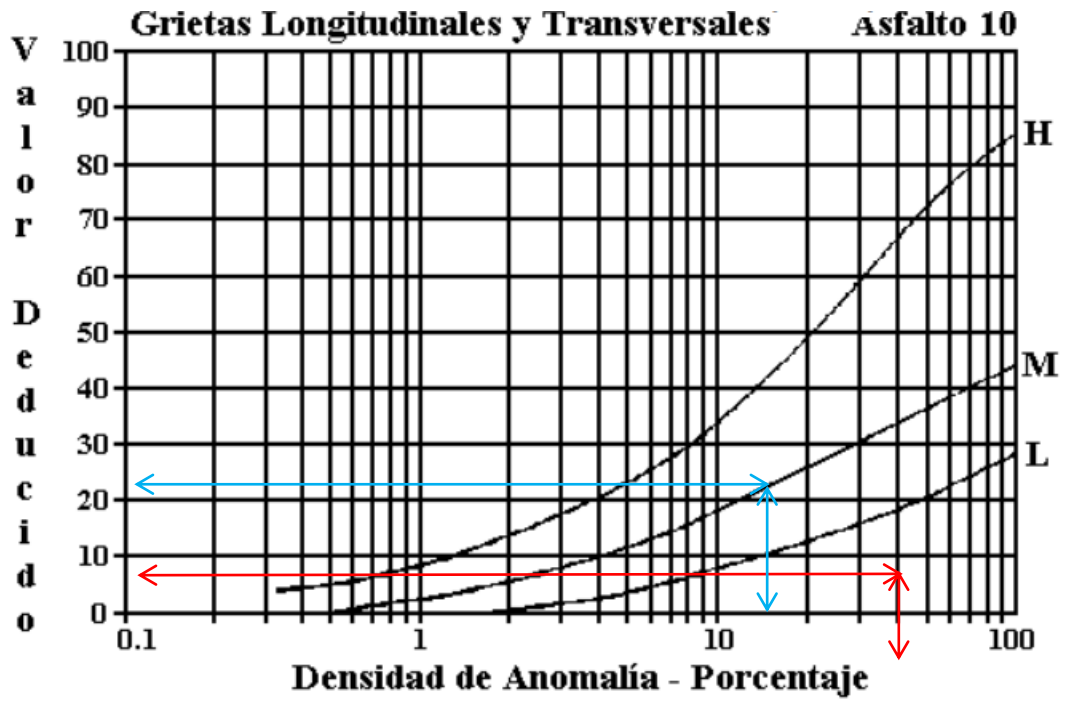


Figura 51 Valores deducidos para Fisuras longitudinales y transversales

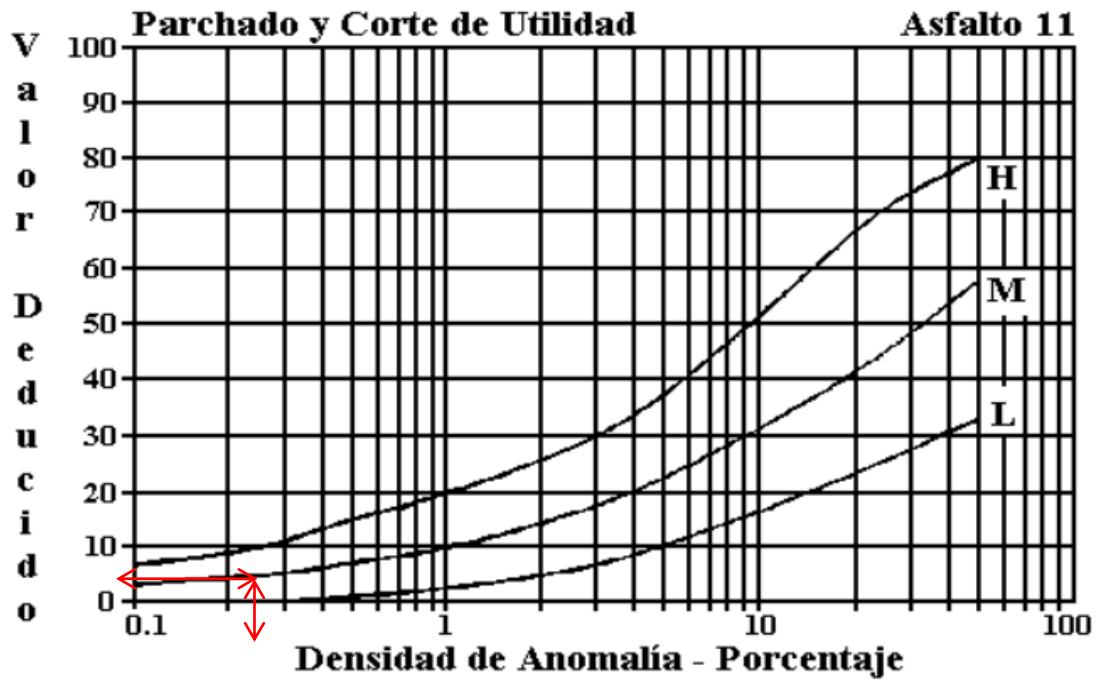


Figura 52 Valores deducidos para Parchado

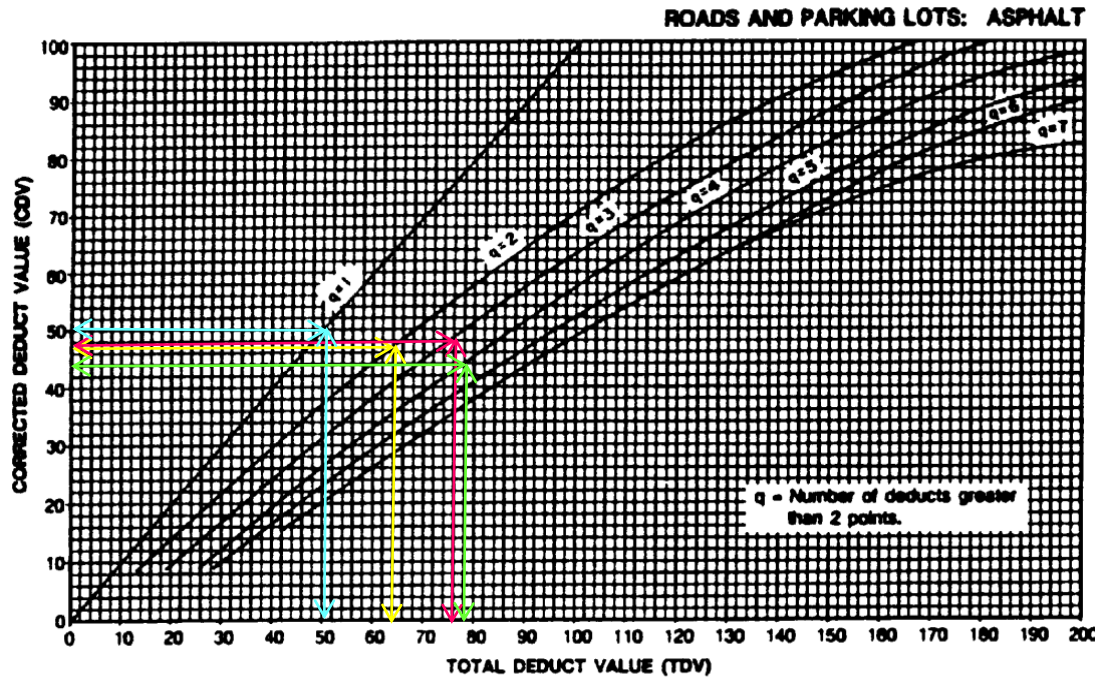


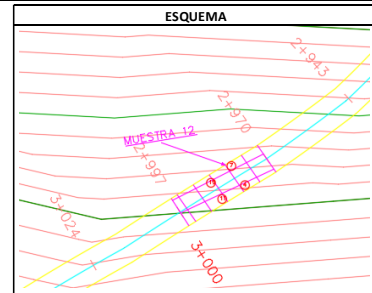
Figura 53 Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM5-(VDc)



PROYECTO DE TESIS

Evaluación superficial y estructural de la Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto hasta el Caserío San Luis de la Parroquia Picailhua del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua

ESTADO DEL TIEMPO: ANCHO DE LA VÍA
 SECCIÓN DEL TRAMO: LONGITUD DE LA UM
 UNIDADES DE MUESTRA INSPECCIONADO POR
 AREA DE LA MUESTRA: FECHA
 ABCISA INICIAL:
 ANSCISA FINAL:



TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTO FLEXIBLE

1. Piel de cocodrilo [m2]	6. Depresión [m2]	11. Parcheo [m2]	16. Desplazamiento [m2]
2. Exudación [m2]	7. Fisura de borde [m]	12. Pulimiento de agregados [m2]	17. Grieta parabólica [m2]
3. Fisuras en bloque [m2]	8. Fisura de reflexión de junta [m]	13. Huecos [cantidad]	18. Hinchamiento [m2]
4. Abultamientos y hundimientos [m]	9. Desnivel / carril / berma [m]	14. Cruce de vía férrea [m2]	19. Desprendimiento de agregados [m2]
5. Corrugación [m2]	10. Fisuras longitudinales y trasnv. [m]	15. Ahuellamiento [m2]	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
4	M	0.55				0.55	0.24%	11
7	M	1.70	1.30	1.80		4.80	2.07%	14
11	L	1.20				1.20	0.52%	18
19	L	8.12				8.12	3.50%	4
Valor total de Deducción (VDT)								No aplica

Número de Valores Deducidos > 2(q):	4	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):	18	
Número máximo admisible de "Valores Deducidos"	8.53	

CÁLCULO DEL PCI

No.	VALORES DEDUCIDOS				Total	mí (q)	VDC
1	18	14	11	4	47	4	24
2	18	14	11	2	45	3	27
3	18	14	2	2	36	2	26
4	18	2	2	2	24	1	24

Máximo Valor Deducido Corregido (Máx MVDC)	Índice de Condición del Pavimento (PCI) PCI= 100 - Máx VDC	Condición del Pavimento
27	73	MUY BUENO

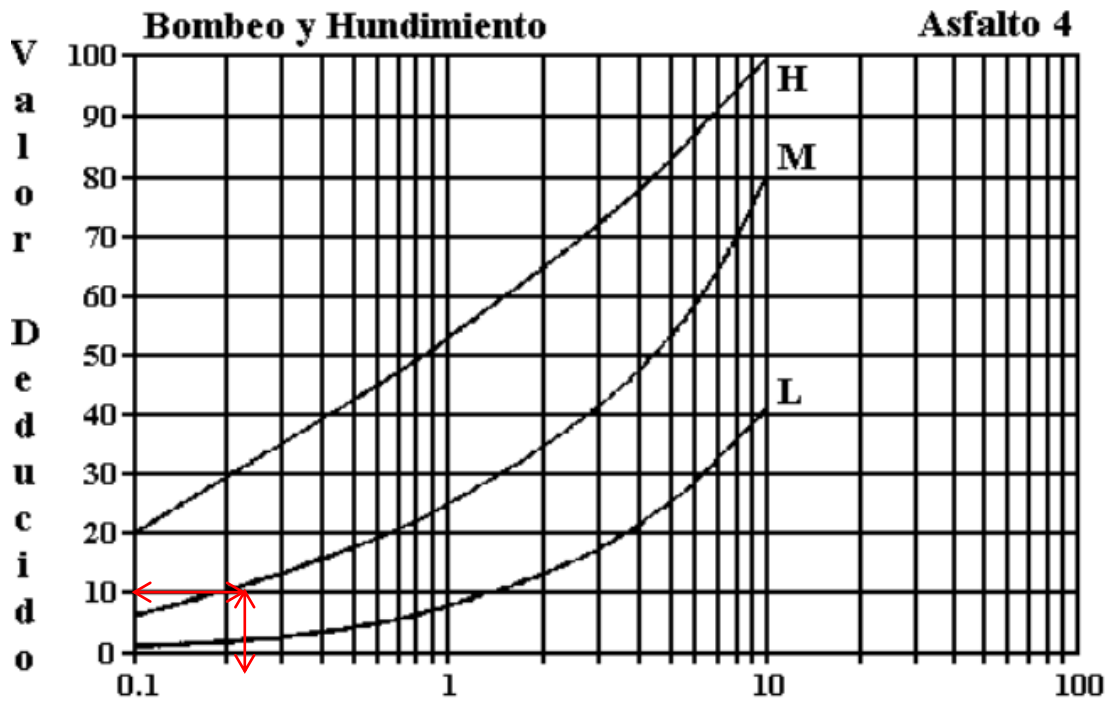


Figura 54 Valores deducidos para Abultamientos y hundimientos

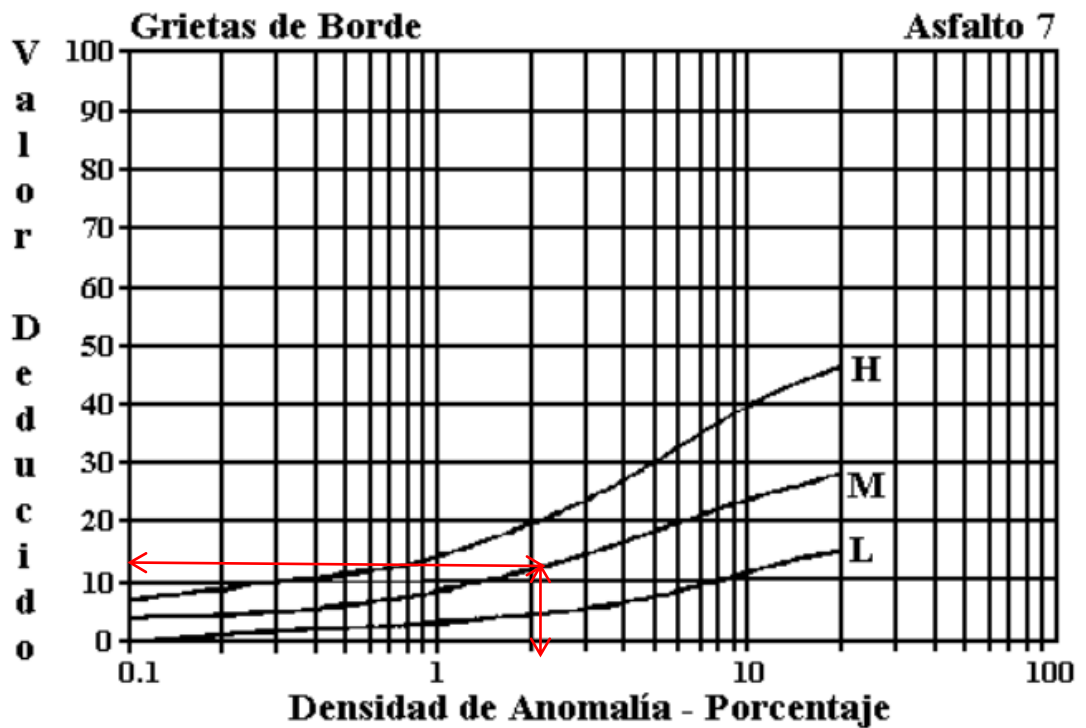


Figura 55 Valores deducidos para Grietas de Borde

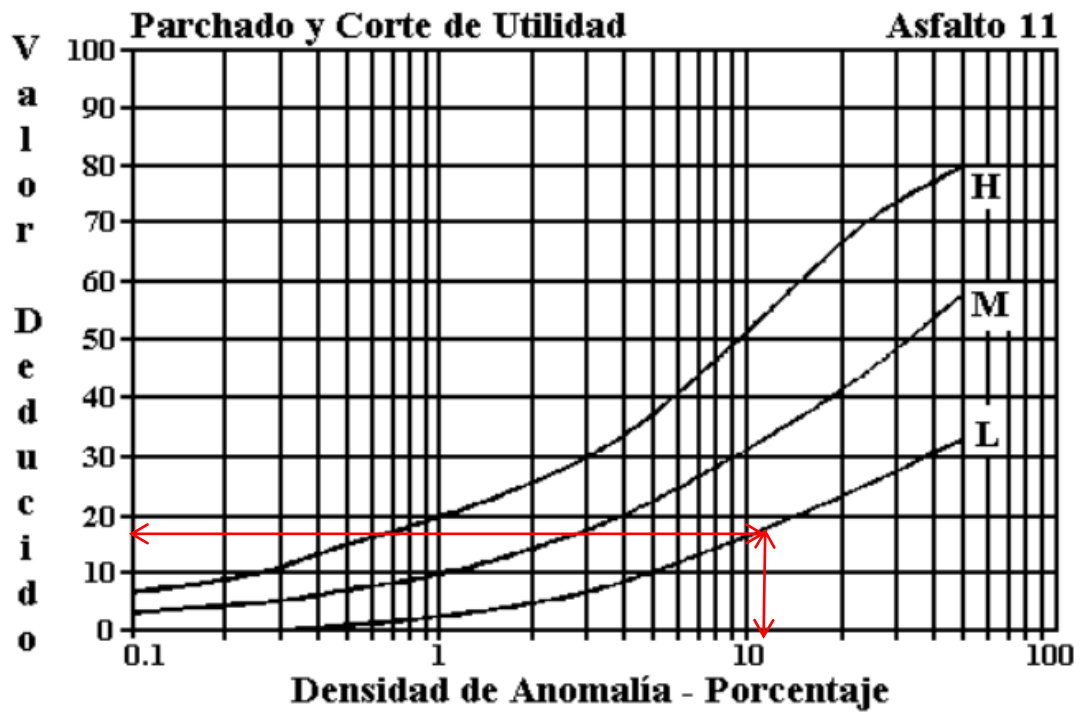


Figura 56 Valores deducidos para Parcheo

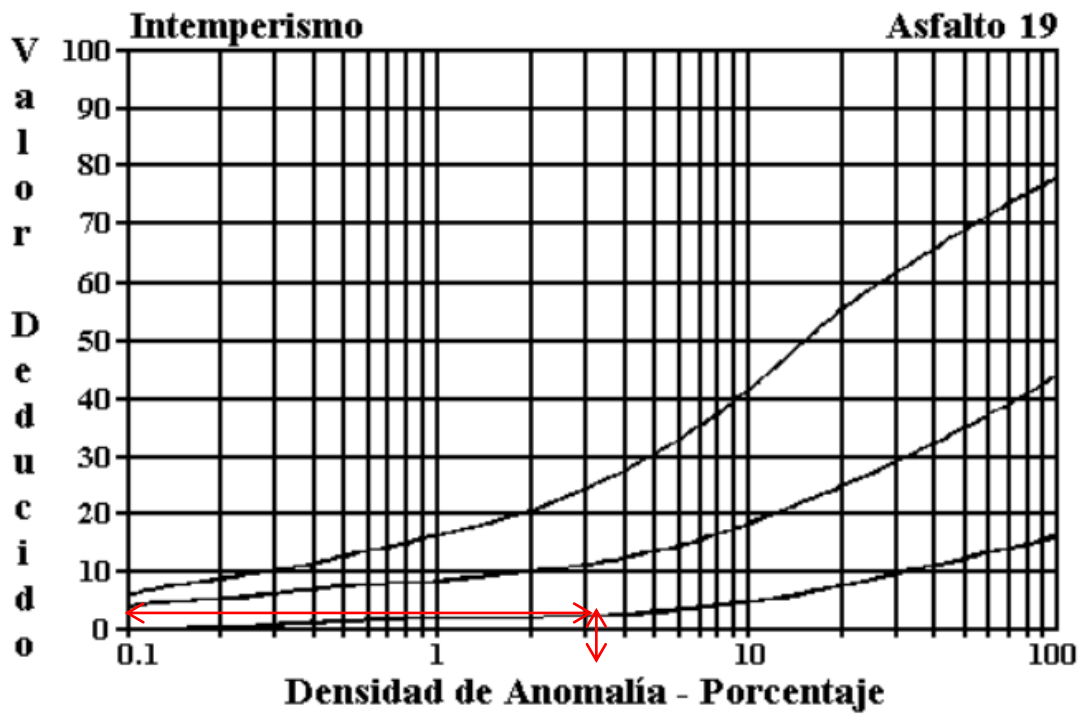


Figura 57 Valores deducidos para Desprendimiento de agregados

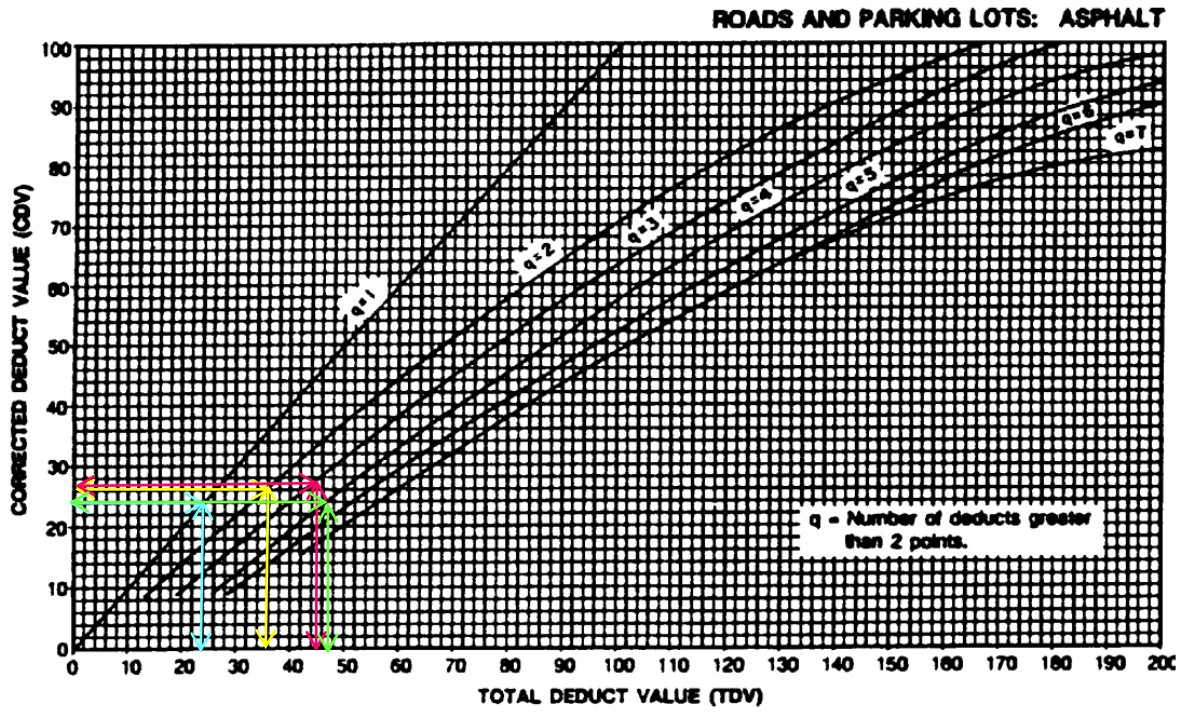


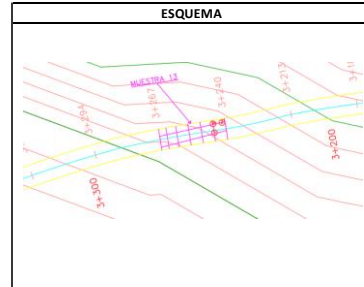
Figura 58 Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM5-(VDc)



PROYECTO DE TESIS

Evaluación superficial y estructural de la Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto hasta el Caserío San Luis de la Parroquia Picaihua del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua

ESTADO DEL TIEMPO: ANCHO DE LA VÍA
 SECCIÓN DEL TRAMO: LONGITUD DE LA UM
 UNIDADES DE MUESTRA INSPECCIONADO POR
 AREA DE LA MUESTRA: FECHA
 ABCISA INICIAL:
 ANSCISA FINAL:



TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTO FLEXIBLE

1. Piel de cocodrilo [m2]	6. Depresión [m2]	11. Parcheo [m2]	16. Desplazamiento [m2]
2. Exudación [m2]	7. Fisura de borde [m]	12. Pulimiento de agregados [m2]	17. Grieta parabólica [m2]
3. Fisuras en bloque [m2]	8. Fisura de reflexión de junta [m]	13. Huecos [cantidad]	18. Hinchamiento [m2]
4. Abultamientos y hundimientos [m]	9. Desnivel / carril / berma [m]	14. Cruce de vía férrea [m2]	19. Desprendimiento de agregados [m2]
5. Corrugación [m2]	10. Fisuras longitudinales y trasnv. [m]	15. Ahuellamiento [m2]	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
2	M	0.44	0.21	0.23	1.67	2.54	1.09%	3	
10	L	2.31	2.73			5.04	2.17%	6	
11	L	2.00				2.00	0.86%	8	
11	M	9.10	13.02	6.64	5.94	34.70	14.94%	20	
Valor total de Deducción (VDT)									No aplica

Número de Valores Deducidos > 2(q):

4

Mayor Valor Deducido Individual (HDV_i):

20

Número máximo admisible de "Valores Deducidos"

8.35

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

CÁLCULO DEL PCI

No.	VALORES DEDUCIDOS					Total	mi (q)	VDC
1	20	8	6	3		37	4	18
2	20	8	6	2		36	3	21
3	20	8	2	2		32	2	23
4	20	2	2	2		26	1	26

Máximo Valor Deducido Corregido (Máx MVDC)	Índice de Condición del Pavimento (PCI) PCI= 100 - Máx VDC	Condición del Pavimento
26	74	MUY BUENO

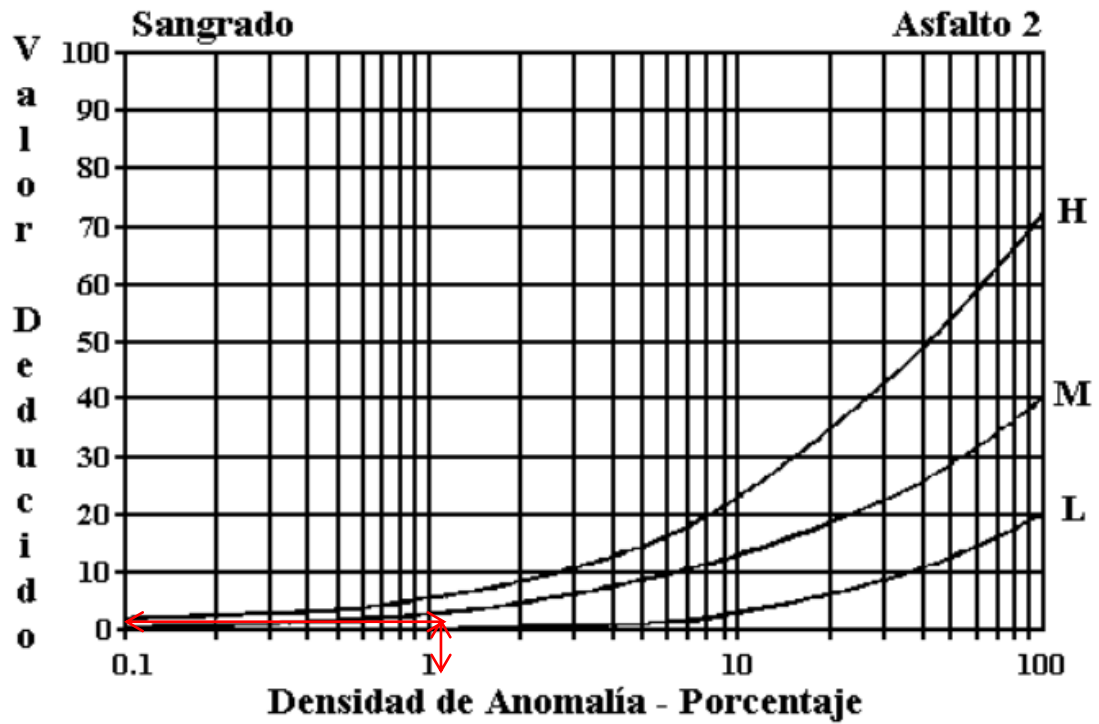


Figura 59 Valores deducidos para Exudación

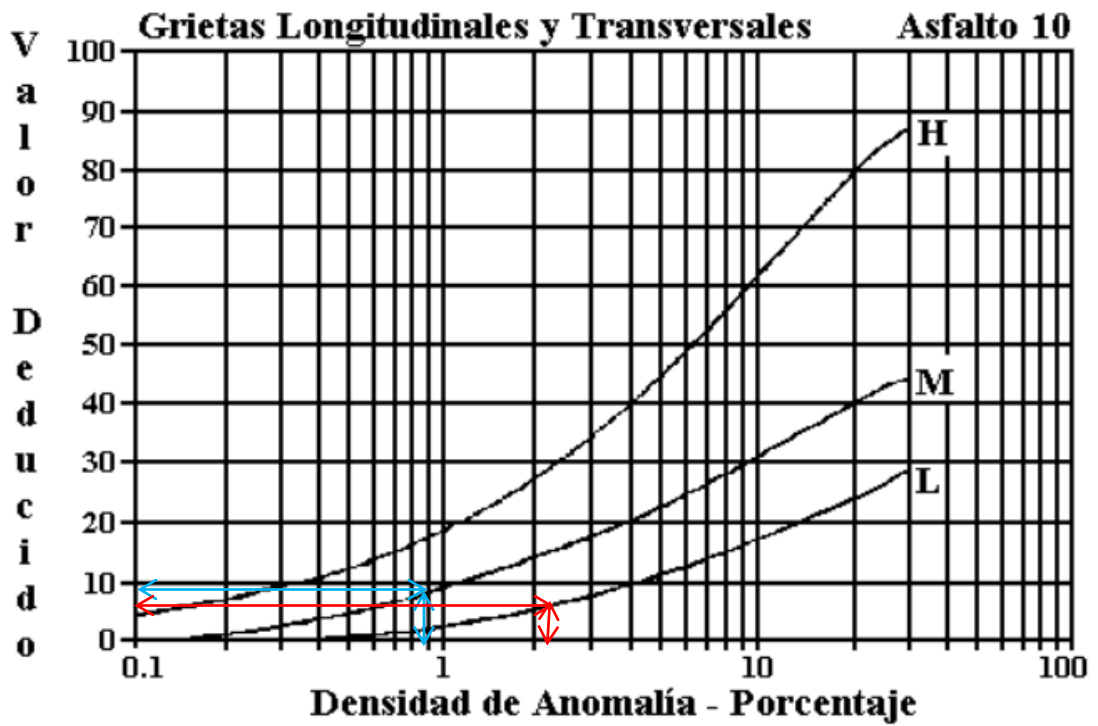


Figura 60 Valores deducidos para Fisuras longitudinales y trasversales

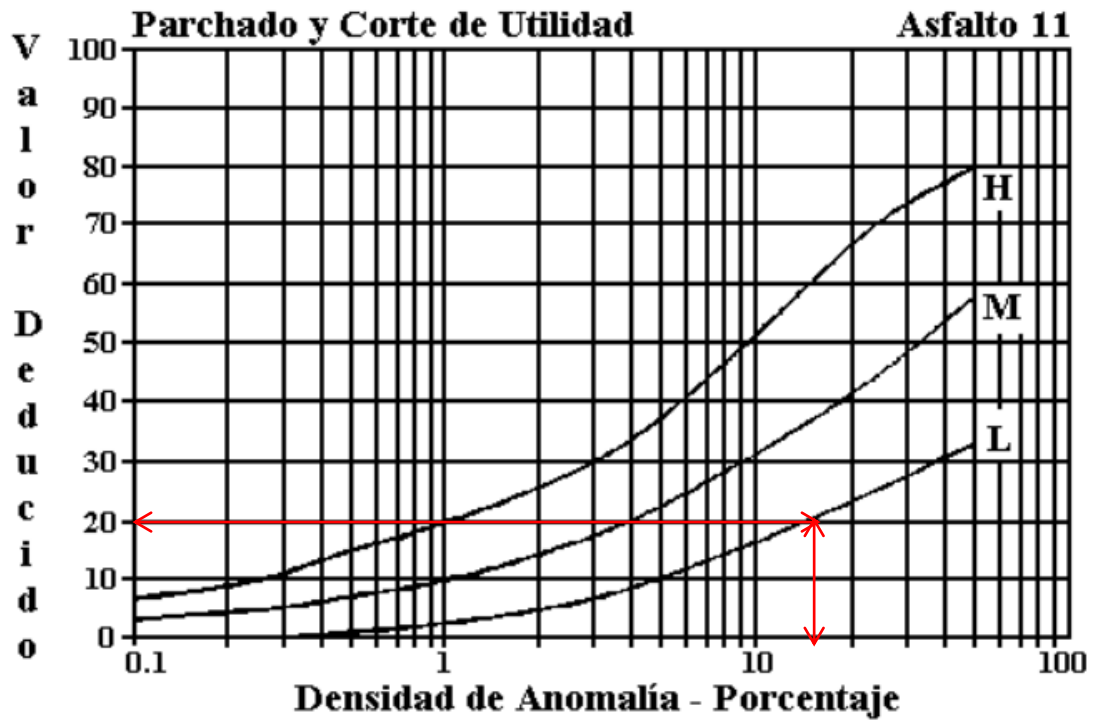


Figura 61 Valores deducidos para Parchado

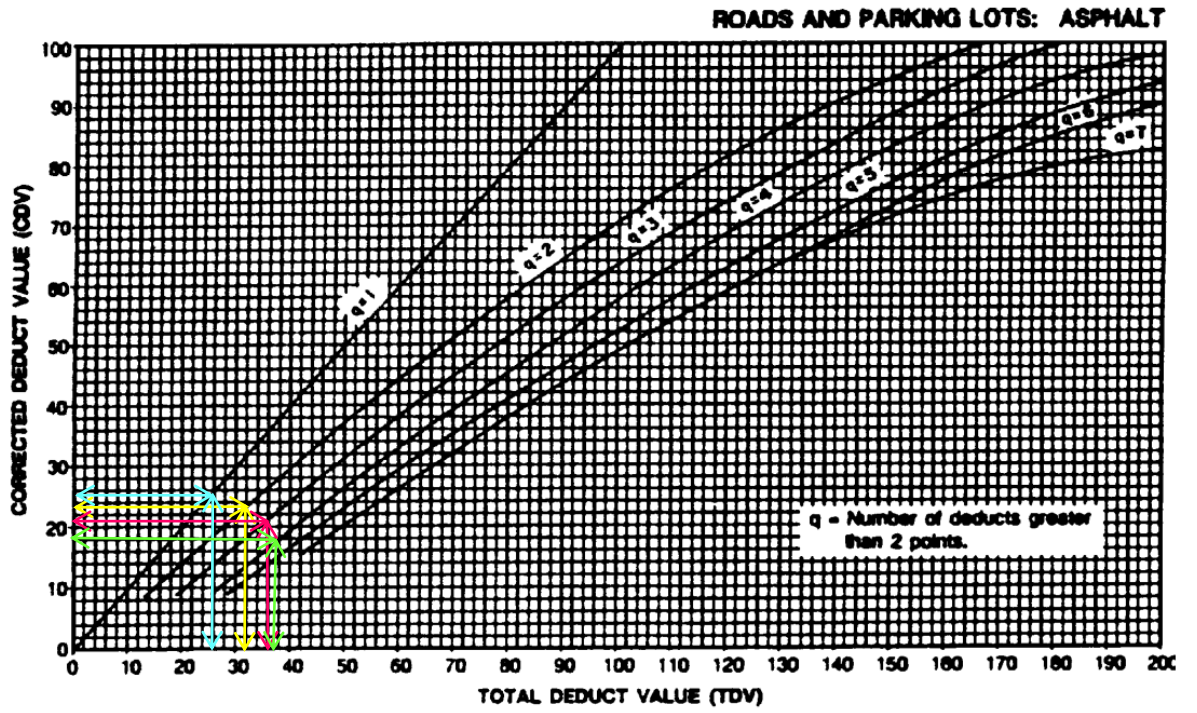


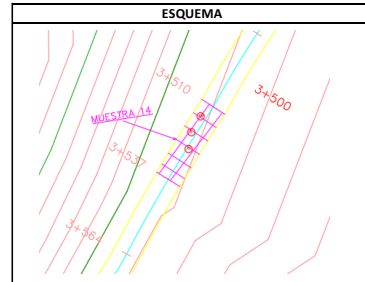
Figura 62 Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM5-(VDc)



PROYECTO DE TESIS

Evaluación superficial y estructural de la Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto hasta el Caserío San Luis de la Parroquia Picaihua del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua

ESTADO DEL TIEMPO: ANCHO DE LA VIA
 SECCIÓN DEL TRAMO: LONGITUD DE LA UM
 UNIDADES DE MUESTRA INSPECCIONADO POR
 AREA DE LA MUESTRA: FECHA
 ABCISIA INICIAL:
 ANSCISA FINAL:



TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTO FLEXIBLE

1. Piel de cocodrilo [m2]	6. Depresión [m2]	11. Parcheo [m2]	16. Desplazamiento [m2]
2. Exudación [m2]	7. Fisura de borde [m]	12. Pulimiento de agregados [m2]	17. Grieta parabólica [m2]
3. Fisuras en bloque [m2]	8. Fisura de reflexión de junta [m]	13. Huecos [cantidad]	18. Hinchamiento [m2]
4. Abultamientos y hundimientos [m]	9. Desnivel / carril / berma [m]	14. Cruce de vía férrea [m2]	19. Desprendimiento de agregados [m2]
5. Corrugación [m2]	10. Fisuras longitudinales y trasnv. [m]	15. Ahuellamiento [m2]	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	L	2.40				2.40	1.03%	10
10	L	1.65	2.56	1.90		6.11	2.63%	7
11	L	13.50				13.50	5.81%	11
Valor total de Deducción (VDT)								No aplica

Número de Valores Deducidos > 2(q):	3	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):	11	
Número máximo admisible de "Valores Deducidos"	9.17	

CÁLCULO DEL PCI

No.	VALORES DEDUCIDOS				Total	mi (q)	VDC
1	11	10	7		28	3	15
2	11	10	2		23	2	16
3	11	2	2		15	1	15

Máximo Valor Deducido Corregido (Máx MVDC)	16	Índice de Condición del Pavimento (PCI) PCI= 100 - Máx VDC	84	Condición del Pavimento	MUY BUENO
--	----	--	----	-------------------------	-----------

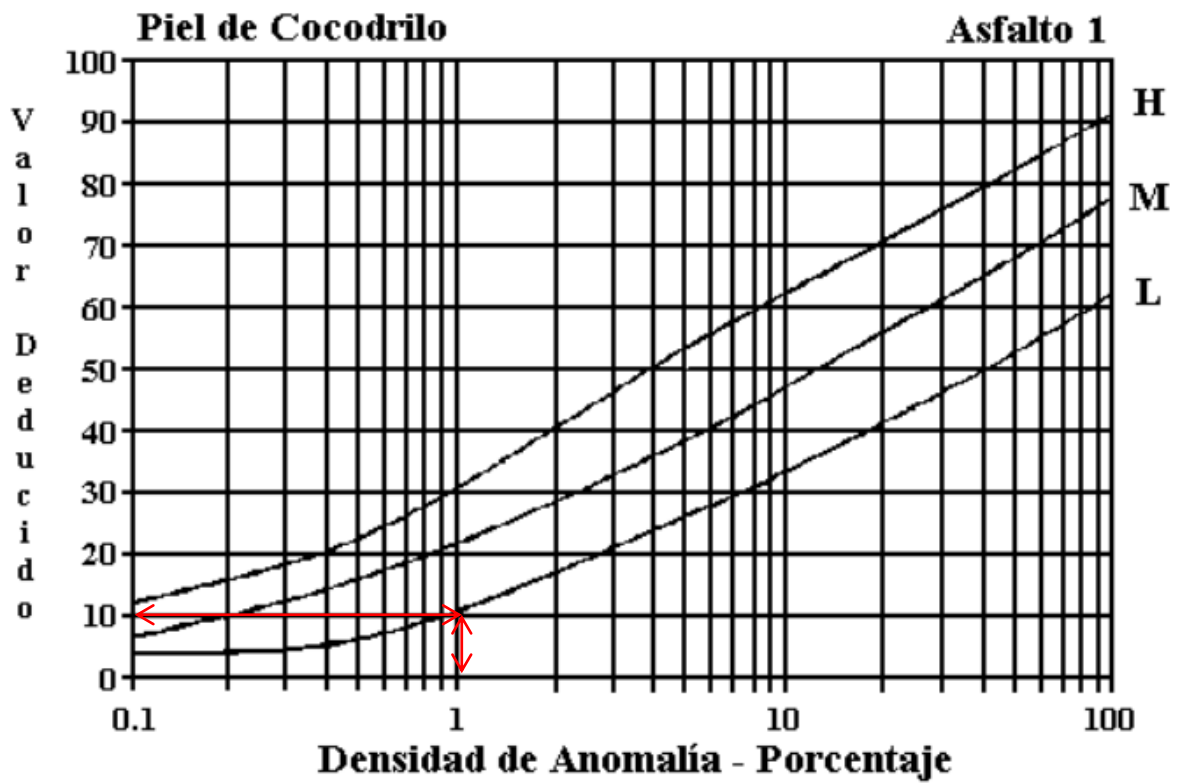


Figura 63 Valores deducidos para Piel de Cocodrilo

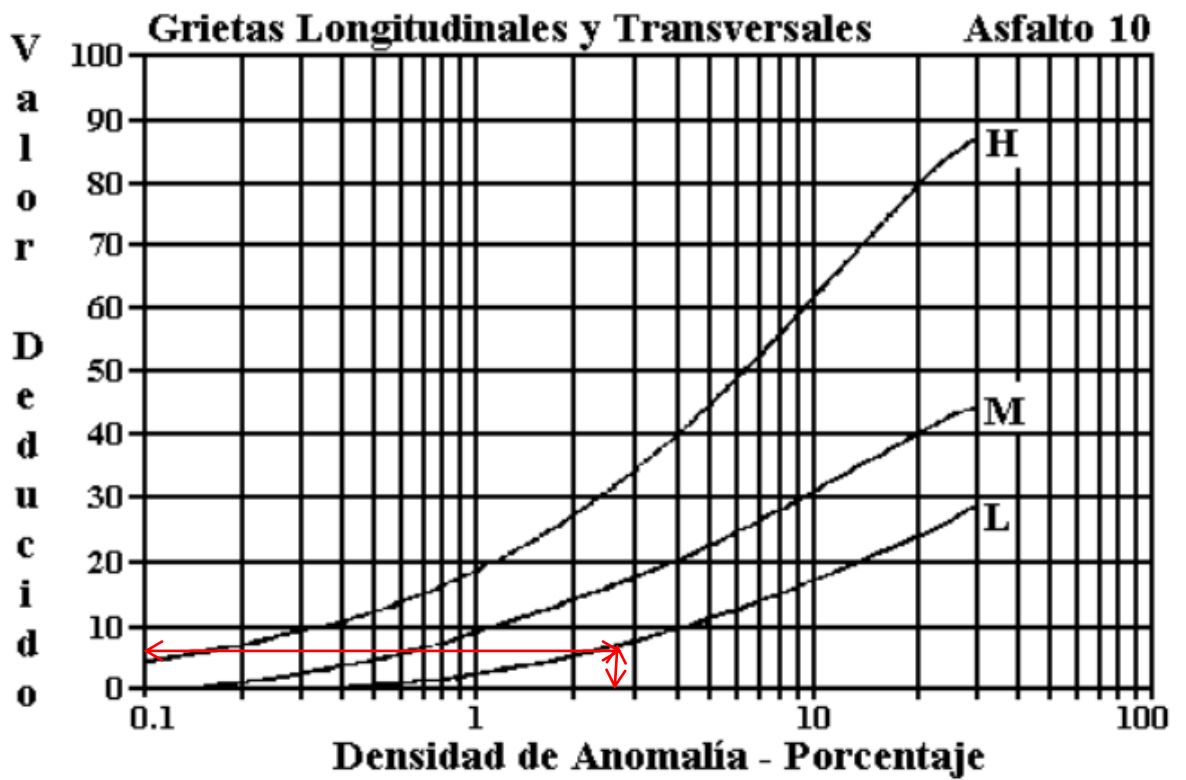


Figura 64 Valores deducidos para Fisuras longitudinales y trasversales

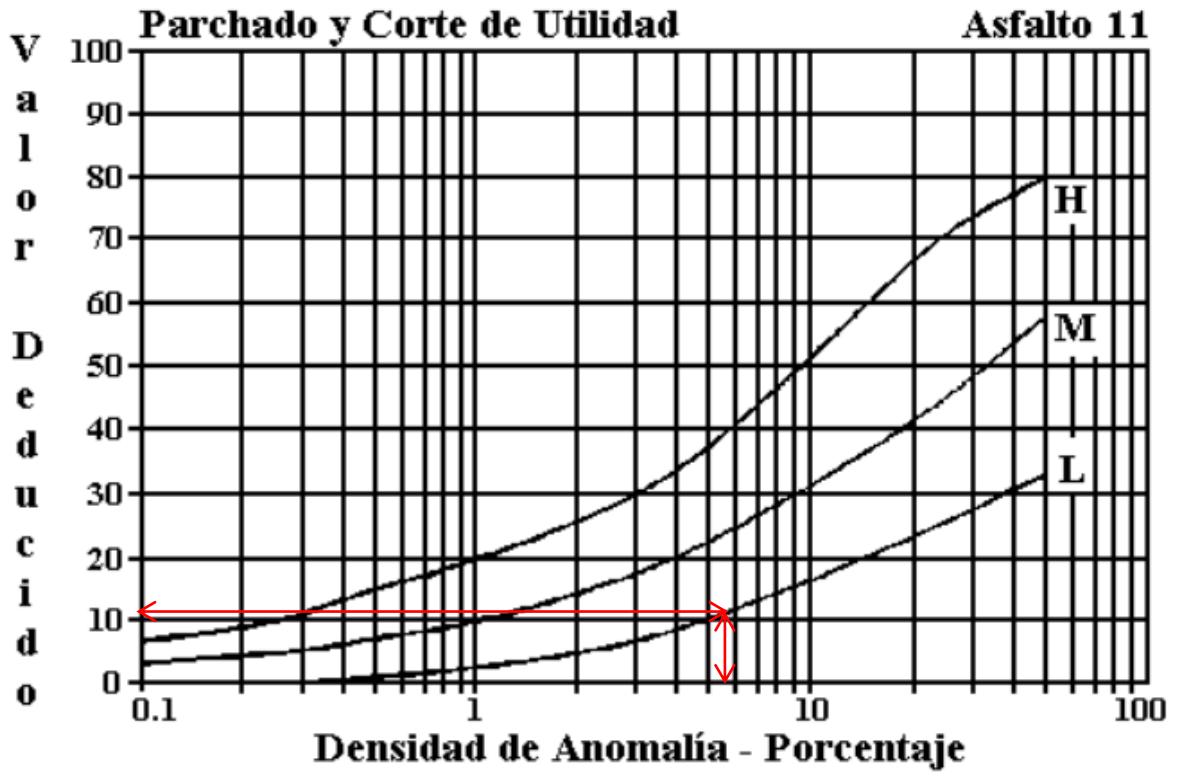


Figura 65 Valores deducidos para Parchado

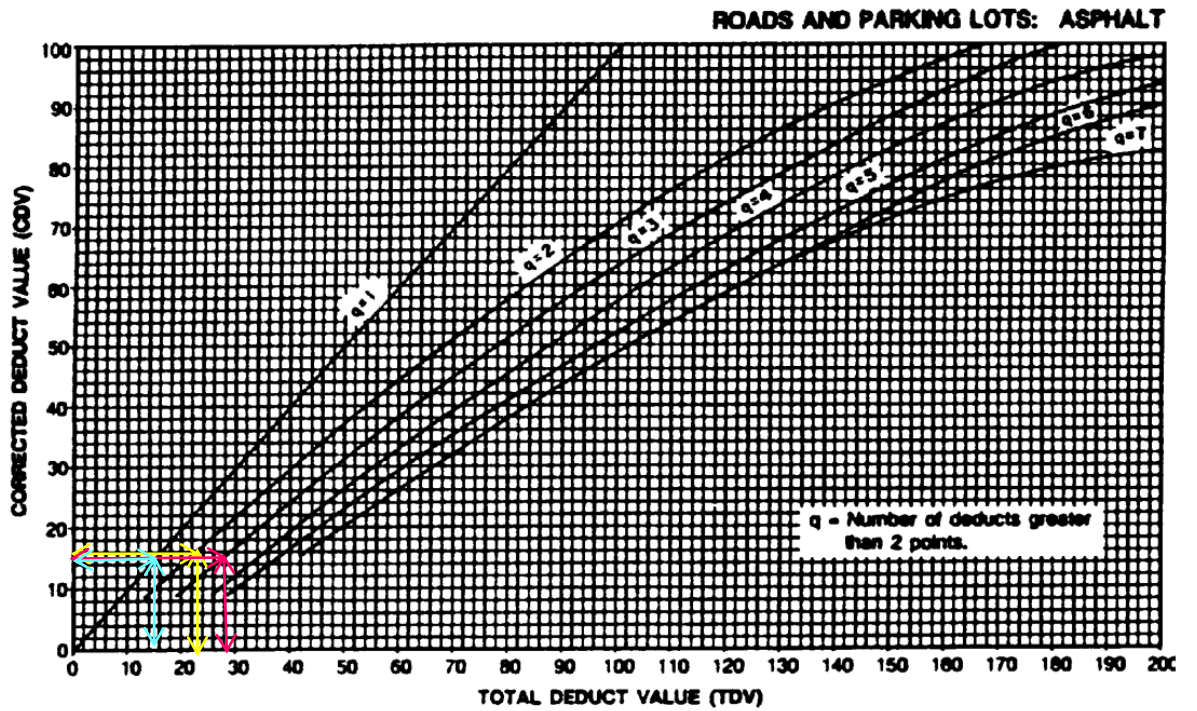


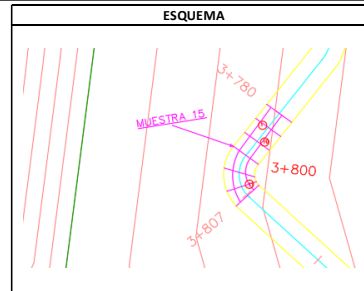
Figura 66 Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM5-(VDc)



PROYECTO DE TESIS

Evaluación superficial y estructural de la Av. Pitágoras desde el redondel de Terremoto hasta el Caserío San Luis de la Parroquia Picahua del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua

ESTADO DEL TIEMPO:	Soleado	ANCHO DE LA VÍA	8.6
SECCIÓN DEL TRAMO:	1	LONGITUD DE LA UM	27
UNIDADES DE MUESTRA:	15	INSPECCIONADO POR	Villegas
AREA DE LA MUESTRA:	232	FECHA	29/08/2023
ABSCISA INICIAL:	3+780		
ABSCISA FINAL:	3+807		



TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTO FLEXIBLE

1. Piel de cocodrilo [m2]	6. Depresión [m2]	11. Parcheo [m2]	16. Desplazamiento [m2]
2. Exudación [m2]	7. Fisura de borde [m]	12. Pulimiento de agregados [m2]	17. Grieta parabólica [m2]
3. Fisuras en bloque [m2]	8. Fisura de reflexión de junta [m]	13. Huecos [cantidad]	18. Hinchamiento [m2]
4. Abultamientos y hundimientos [m]	9. Desnivel / carril / berma [m]	14. Cruce de vía férrea [m2]	19. Desprendimiento de agregados [m2]
5. Corrugación [m2]	10. Fisuras longitudinales y trasnv. [m]	15. Ahuellamiento [m2]	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	L	2.25	3.45			5.70	2.45%	19
10	L	1.50	2.60	1.15		5.25	2.26%	17
11	L	3.60	2.00			5.60	2.41%	6
Valor total de Deducción (VDT)								No aplica

Número de Valores Deducidos > 2(q):

3

Mayor Valor Deducido Individual (HDV_i):

19

Número máximo admisible de "Valores Deducidos"

8.44

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

CÁLCULO DEL PCI

No.	VALORES DEDUCIDOS				Total	m _i (q)	VDC
1	19	17	6		42	3	25
2	19	17	2		38	2	26
3	19	2	2		23	1	23

Máximo Valor Deducido Corregido (Máx MVDC)	Índice de Condición del Pavimento (PCI) PCI= 100 - Máx VDC	Condición del Pavimento
26	74	MUY BUENO

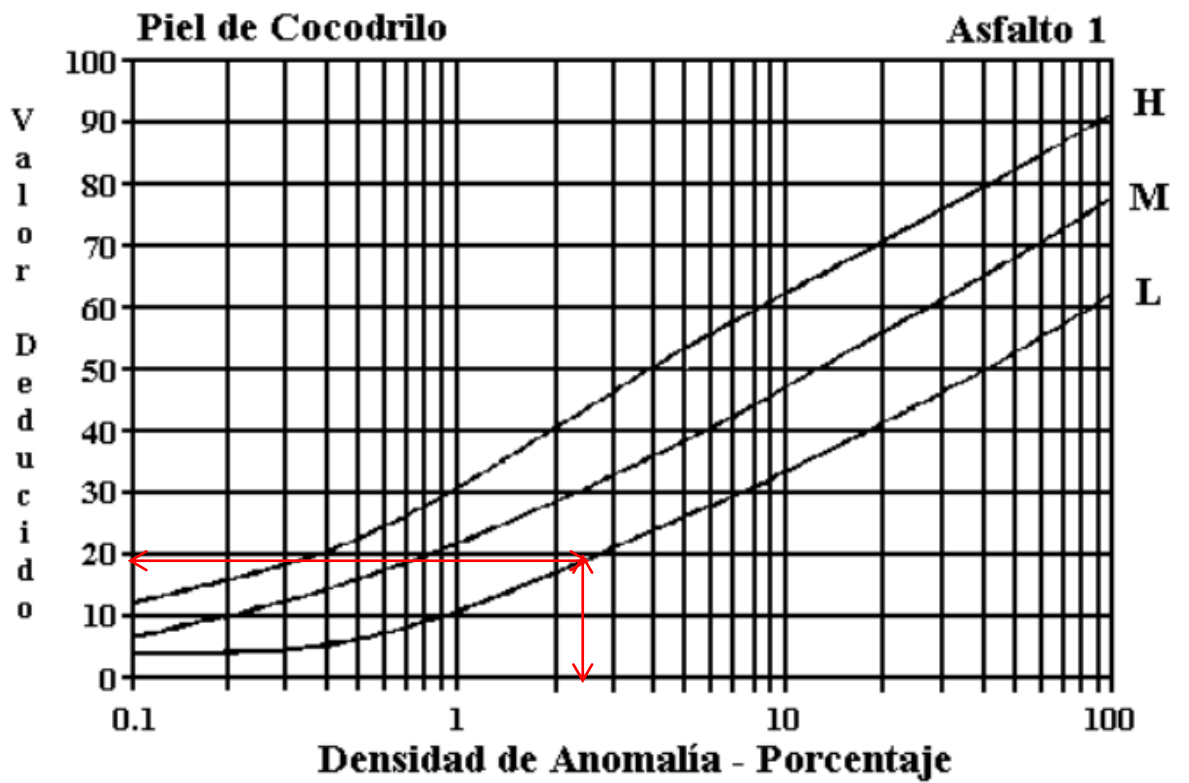


Figura 67 Valores deducidos para Piel de Cocodrilo

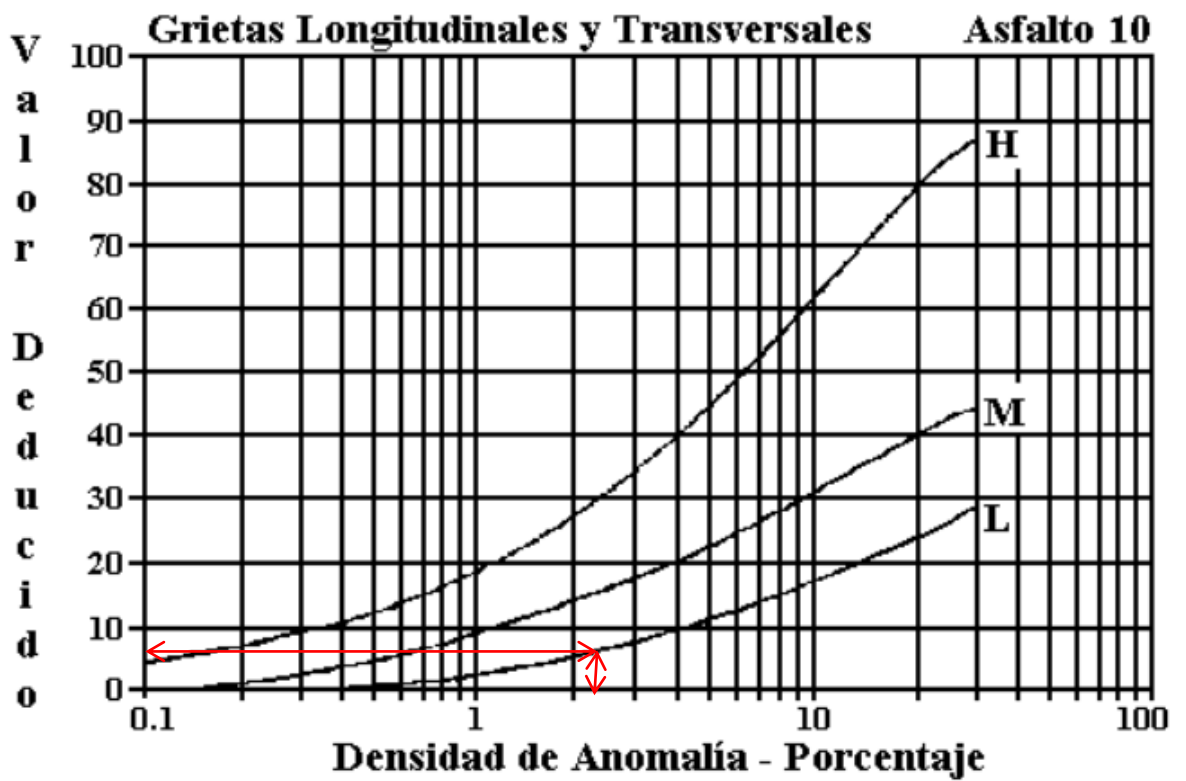


Figura 68 Valores deducidos para Fisuras longitudinales y trasversales

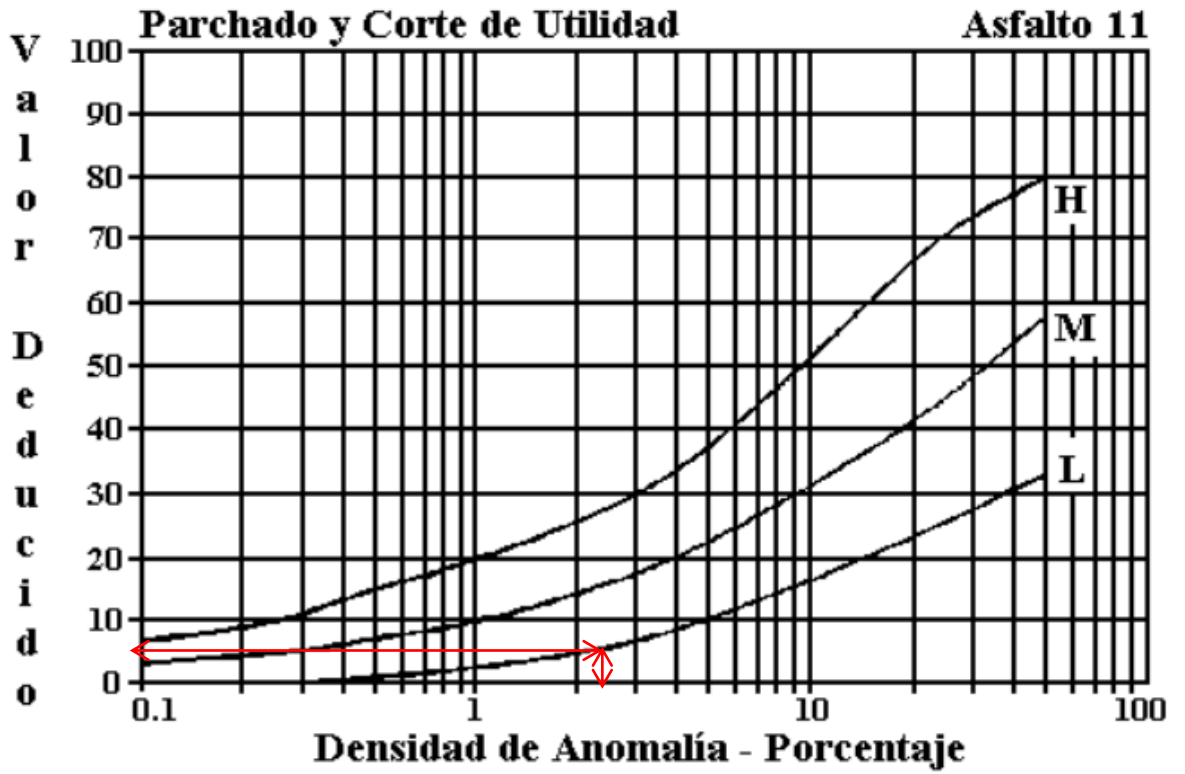


Figura 69 Valores deducidos para Parchado

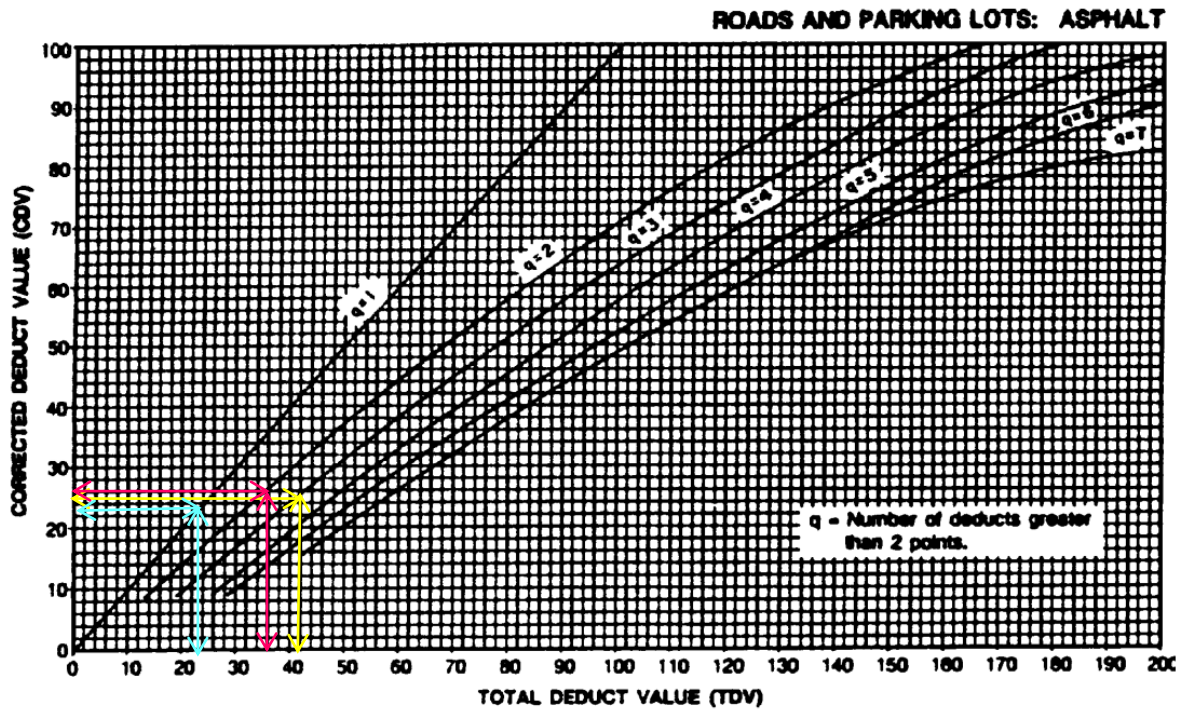


Figura 70 Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM5-(VDc)

ANEXO C

ESTUDIO DE SUELOS

- Suelo natural
- Material Granular

ANEXO C1

ENSAYOS DE LA CALICATA #1 SUBRASANTE- MUESTRA#1

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



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

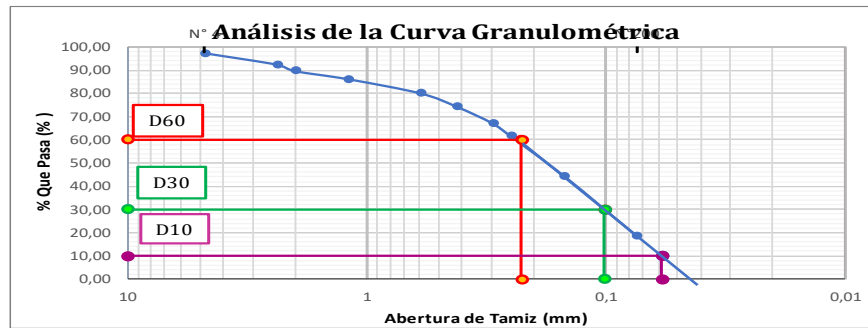


PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAÍHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

NORMAS		ASTM:	D-422	ASSHTO:	T-88
Peso Muestra (gr):	1000	Profundidad:	1 m	Fecha:	1/10/2023
ID de Muestra:	1				
Realizado por:	Lucero del Belén Villegas Freire		Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira	
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	%Retenido Acumulado	% Que Pasa
4	4,760	26,8	26,80	2,68	97,32
8	2,380	48,9	75,70	7,58	92,42
10	2,000	27,9	103,60	10,37	89,63
16	1,190	35,2	138,80	13,90	86,10
30	0,595	60,8	199,60	19,99	80,01
40	0,420	57,2	256,80	25,71	74,29
50	0,297	72,1	328,90	32,93	67,07
60	0,250	54,6	383,50	38,40	61,60
100	0,149	172,4	555,90	55,66	44,34
200	0,074	258,6	814,50	81,56	18,44
Fuente		184,2	998,70	100,00	0,00
Total		998,7			

GRÁFICA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



RESULTADOS DEL ENSAYO

TNM	1,190	Cu :	1,0
D10 (mm)	0,228		
D30 (mm)	0,101		
D60 (mm)	0,228		
Error Permitido	1%	Error Calculado	0,13%

PORCENTAJE DE MATERIAL

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Grava (G%)	3	AASHTO	A-2-4
Arena (S%)	79	SUCS	Arena Limosa (SM)
Limo y arcilla (Finos %)	18		



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



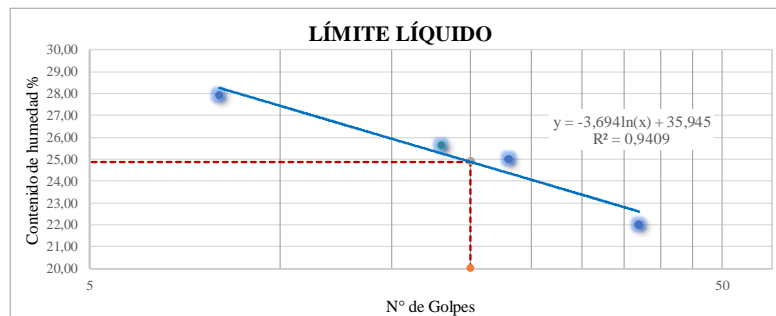
PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

NORMAS	AASHTO T-89 -90; ASTM D 4318		Ensayo:	Límites de Atterberg	
ID de Muestra:	1	Abscisa:	0+756	Fecha:	6/10/2023
Realizado por:	Lucero del Belén Villegas Freire		Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira	

ESTABLECER EL LÍMITE LÍQUIDO(LL)

Rango de número de golpes	0-10		10-20		20-30		30-40	
Número de golpes	8		18		23		37	
Número del recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Peso de la cápsula	1,89	1,947	2,043	2,056	1,983	1,958	2,023	1,993
Peso de la cápsula + suelo húmedo	9,69	9,684	12,19	11,255	13,954	13,945	9,749	9,249
Peso de la cápsula + suelo seco	7,898	8,09	10,107	9,391	11,044	12,127	8,364	7,935
Masa agua (Ww)	1,792	1,60	2,083	1,864	2,91	1,818	1,385	1,314
Peso del suelo seco (Ws)	6,008	6,14	8,064	7,335	9,061	10,169	6,341	5,942
Contenido de humedad (ω %)	29,83	25,97	25,83	25,41	32,12	17,88	21,84	22,11
Promedio de contenido de humedad (ω %)	27,90		25,62		25,00		21,98	
Límite Líquido (LL%)	24,88							



LÍMITE PLÁSTICO(LP)

Norma:	AASHTO T- 90 -2013				
N° Cápsula	V1	V2	V3	V4	V5
Masa cápsula + suelo húmedo	4,00	3,83	2,87	3,60	4,41
Masa cápsula + suelo seco	3,87	3,45	2,69	3,37	3,93
Masa agua (Ww)	0,13	0,38	0,18	0,23	0,48
Masa cápsula	1,96	2,05	1,97	1,99	2,05
Masa suelo seco (Ws)	1,91	1,40	0,72	1,39	1,87
Contenido de humedad (ω %)	6,81	27,14	24,41	16,49	25,67
ω % Promedio	20				

LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido (LL%)	24,88
Límite Plástico (LP%)	20,10
Índice de plasticidad (IP)	4,78



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO B



PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Muestra:	1		Norma:	AASHTO T - 180; ASTM D1557	
Provincia:	Tungurahua	Cantón:	Ambato	Parroquia:	Picaihua
Ensayado por:	Lucero del Belén Villegas Freire		Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira	

PROCTOR MODIFICADO TIPO "B"

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Número de golpes	56	Altura de caída (in)	18,0	Masa molde (gr)	12985
Número de capas	5	Peso del martillo (lb)	10,0	Volumen molde (cm3)	2297,29

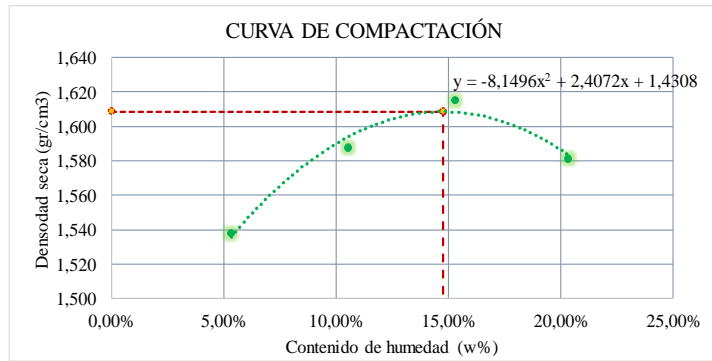
PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo número	1	2	3	4
Masa inicial deseada (gr)	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida (%)	5%	10%	15%	20%
Humedad inicial añadida (cm3)	300	600	900	1200
Masa molde + suelo húmedo (gr)	16706	17017	17262	17356
Masa suelo húmedo (gr)	3721	4032	4277	4371
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,620	1,755	1,862	1,903

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
N° Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Masa del recipiente	29,12	31,37	28,90	30,72	28,83	29,74	7,946	8,029
Masa suelo hum+recip. (gr)	95	113	107	123	120	120	78	65
Masa suelo seco+recip. (gr)	91	109	99	114	107	108	66	55
Masa de agua (gr)	3	4	7	9	12	12	12	9
Masa suelo seco (gr)	62	77	71	83	79	78	58	47
Contenido de humedad W%	5,52%	5,13%	10,14%	10,96%	15,51%	15,08%	20,66%	20,00%
Promedio W%	5,33%		10,55%		15,29%		20,33%	
Peso unitario seco (gr/cm3)	1,538		1,588		1,615		1,581	

GRÁFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



RESULTADOS

Densidad seca máxima ($\gamma_{m\acute{a}x}$):	1,61 gr/cm3	Humedad Óptima (W% óptimo):	14,77%
--	--------------------	-----------------------------	---------------



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO



PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Norma:	AASHTO T-193 / ASTM D 1883	Provincia:	Tungurahua
Cantón:	Ambato	Parroquia:	Picaihua
Ensayado por:	Lucero del Belén Villegas Freire	Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Número de golpes	56	Altura de caída (in)	18,0	Densidad seca Máx:	1,61	
Número de capas	5	Peso del martillo (lb)	10,0	W% óptimo:	0,148	
Molde	4		6		16	
Dimensiones	Diámetro	15,3	Diámetro	15	Diámetro	15,1
	Altura	12,6	Altura	12,6	Altura	12,7

PROCESO DE COMPACTACIÓN

N° de golpes	11	27	56
Muestra húmeda + molde (gr)	11875	13862	13904
Masa Molde (gr)	7862	9629	9431
Masa muestra húmeda (gr)	4013	4233	4473
Volumen muestra (cm ³)	2316,56	2226,60	2274,30
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1,732	1,901	1,967

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Masa del recipiente	7,40	8,40	7,79	7,91	7,97	8,06
Masa suelo hum+recip. (gr)	73,55	79,00	55,79	63,03	72,74	55,76
Masa suelo seco+recip. (gr)	64,77	69,77	49,47	55,77	64,19	49,47
Masa de agua (gr)	8,78	9,23	6,32	7,26	8,56	6,30
Masa suelo seco (gr)	57,37	61,37	41,68	47,86	56,22	41,41
Contenido de humedad W%	15,30%	15,05%	15,15%	15,17%	15,22%	15,21%
Promedio W%	15,17%		15,16%		15,21%	
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1,504		1,651		1,7070	

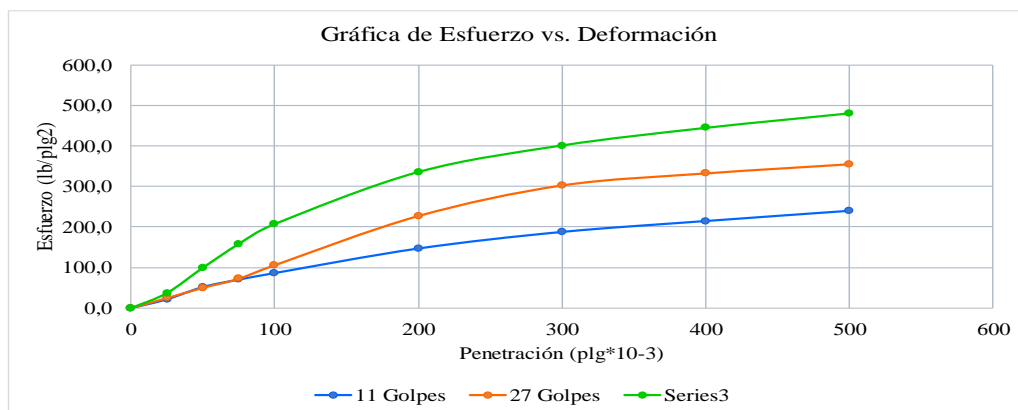
DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Muestra húmeda + molde (gr)	12118,5	14065,5	14117
Masa Molde (gr)	7862	9629	9431
Masa muestra húmeda (gr)	4256,5	4436,5	4686
Volumen muestra (cm ³)	2316,56	2226,60	2274,30
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1,837	1,992	2,060

CONTENIDO DE HUMEDAD

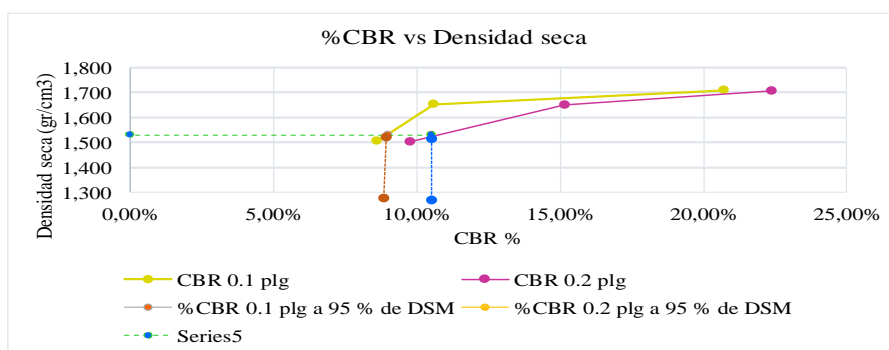
N° Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Masa del recipiente	7,42	8,48	7,78	7,88	7,96	8,01
Masa suelo hum+recip. (gr)	50,94	58,54	44,35	48,19	56,25	54,06
Masa suelo seco+recip. (gr)	43,26	49,85	38,28	41,28	47,50	46,89
Masa de agua (gr)	7,68	8,69	6,08	6,91	8,75	7,17
Masa suelo seco (gr)	35,83	41,37	30,50	33,39	39,54	38,88
Contenido de humedad W%	21,44%	21,00%	19,93%	20,71%	22,13%	18,44%
Promedio W%	21,22%		20,32%		20,29%	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
N° Molde	4		6		16	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
25	65,00	21,67	73,80	24,60	111,1125	37,04
50	155,45	51,82	150,00	50,00	297,675	99,23
75	210,25	70,08	216,95	72,32	473,7375	157,91
100	258,40	86,13	317,15	105,72	621,3	207,10
200	439,35	146,45	681,60	227,20	1006,3875	335,46
300	561,60	187,20	908,15	302,72	1202,5875	400,86
400	641,85	213,95	997,25	332,42	1332,4875	444,16
500	717,30	239,10	1065,10	355,03	1439,7	479,90





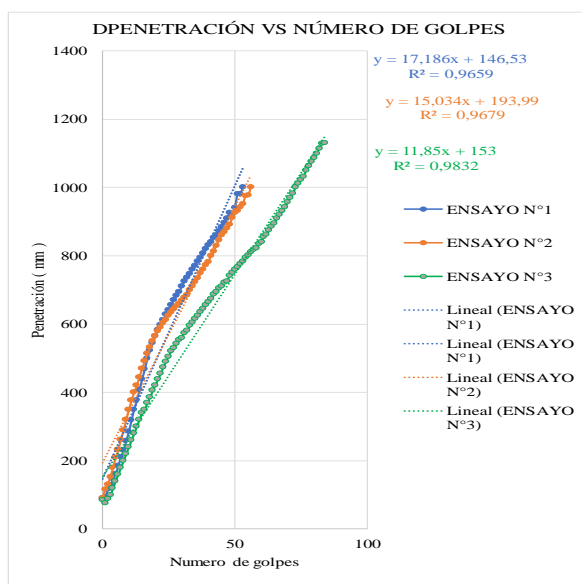
CORRECCIÓN DEL %CBR

N° MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
4	86,13	8,61%	1,504	146,45	9,76%	1,504
6	105,72	10,57%	1,651	227,20	15,15%	1,651
16	207,10	20,71%	1,707	335,46	22,36%	1,707



Densidad Seca Máxima DSM	1,609		
95%	%CBR 0.1plg	%CBR 0.2plg	%CBR MAYOR
1,528	9,0%	10,5%	10,5%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
				PROYECTO			
EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
N° Muestra	1			Lucero del Belén Villegas Freire		NORMA	ASTM D 6951 - 03
Provincia	Tungurahua			Ing. Mg Fricson Moreira			
Cantón	Ambato						
Parroquia	Picaihua						
ENSAYO CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)							
N° Golpes	ENSAYO N°1		ENSAYO N°2		D/N		DN
	Dimensiones [mm]		Dimensiones [mm]		mm/golpe		Promedio
0	90	90	85	ENSAYO N°1	17,186	14,690	
1	93	115	75	ENSAYO N°2	15,034		
2	115	130	88	ENSAYO N°3	11,85		
3	128	153	100				
4	147	180	120				
5	161	208	140				
6	185	233	160				
7	210	261	180				
8	231	290	200				
9	258	320	220				
10	285	349	240				
11	318	376	260				
12	350	400	280				
13	376	420	300				
14	407	445	320				
15	438	470	340				
16	468	491	350				
17	499	514	370				
18	523	531	385				
19	545	550	405				
20	565	565	421				
21	582	580	438				
22	597	591	455				
23	612	603	473				
24	628	612	490				
25	642	625	505				
26	656	634	520				
27	670	643	530				
28	683	652	542				
29	695	659	553				
30	710	668	560				
31	725	677	574				
32	736	685	581				
33	747	700	595				
34	760	711	605				
35	771	723	618				
36	784	734	625				
37	795	748	635				
38	807	760	645				
39	820	773	655				
40	831	782	665				
41	840	800	674				
42	852	813	686				
43	861	830	695				
44	873	845	705				
45	883	860	710				
46	897	870	721				
47	910	880	725				
48	925	891	741				
49	920	911	750				
50	941	925	760				
51	980	931	768				
52	981	942	776				
53	1000	951	784				
54		975	794				
55		977	802				
56		1000	810				
57			818				
58			821				
59			835				
60			840				
61			855				
62			862				
63			874				
64			885				
65			894				
66			910				
67			920				
68			932				
69			943				
70			956				
71			970				
72			983				
73			1000				
74			1011				
75			1023				
76			1031				
77			1050				
78			1062				
79			1075				
80			1086				
81			1100				
82			1114				
83			1128				
84			1150				



ENSAYOS DE LA CALICATA #2 SUBRASANTE- MUESTRA#2

- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
- LÍMITES DE ATTERBERG

- PROCTOR MODIFICADO TIPO B
 - CBR
 - DCP



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

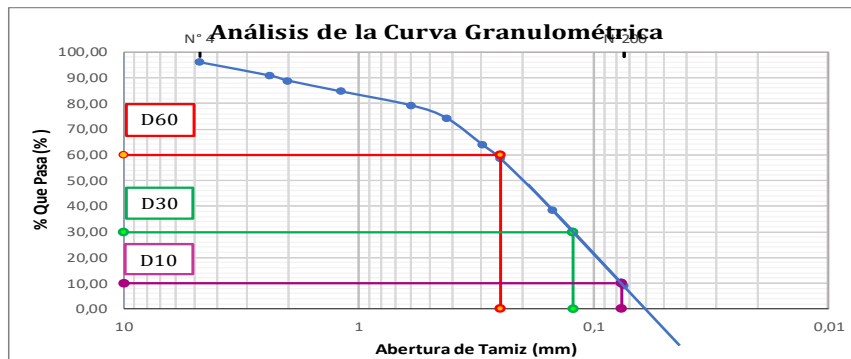


PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

NORMAS		ASTM:	D-422	ASSHTO:	T-88
Peso Muestra (gr):	1000	Profundidad:	1 m	Fecha:	1/10/2023
ID de Muestra:	2				
Realizado por:	Lucero del Belén Villegas Freire		Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira	
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	%Retenido Acumulado	% Que Pasa
4	4,760	41,1	41,10	4,12	95,88
8	2,380	52,1	93,20	9,33	90,67
10	2,000	19,2	112,40	11,26	88,74
16	1,190	41,8	154,20	15,44	84,56
30	0,595	54,5	208,70	20,90	79,10
40	0,420	50,3	259,00	25,94	74,06
50	0,297	102,2	361,20	36,17	63,83
60	0,250	52,3	413,50	41,41	58,59
100	0,149	200,8	614,30	61,52	38,48
200	0,074	294,5	908,80	91,01	8,99
Fuente		89,8	998,60	100,00	0,00
Total		998,6			

GRÁFICA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



RESULTADOS DEL ENSAYO

TNM	2,000	Cu :	1,0
D10 (mm)	0,248		
D30 (mm)	0,122		
D60 (mm)	0,248		
Error Permitido	1%	Error Calculado	0,14%
PORCENTAJE DE MATERIAL		CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
Grava (G%)	4	AASHTO	A-2-4
Arena (S%)	87	SUCS	Arena Limosa (SM)
Limo y arcilla (Finos%)	9		



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



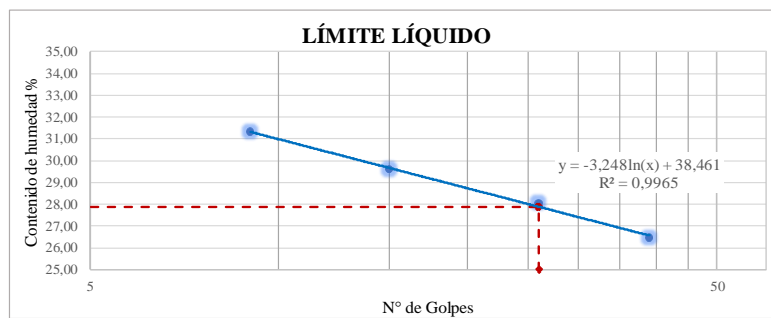
PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

NORMAS	AASHTO T-89 -90; ASTM D 4318	Ensayo:	Límites de Atterberg	
ID de Muestra:	2	Abscisa:	1+620	Fecha: 6/10/2023
Realizado por:	Lucero del Belén Villegas Freire	Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira	

ESTABLECER EL LÍMITE LÍQUIDO(LL)

Rango de número de golpes	0-10		10-20		20-30		30-40	
Número de golpes	9		15		26		39	
Número del recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Peso de la cápsula	2,094	2,054	2,045	1,993	1,966	2,001	7,786	7,685
Peso de la cápsula + suelo húmedo	12,526	14,342	14,08	13,884	15,106	15,469	24,194	26,204
Peso de la cápsula + suelo seco	9,996	11,46	11,324	11,174	12,251	12,494	20,639	22,47
Masa agua (Ww)	2,53	2,88	2,756	2,71	2,855	2,975	3,555	3,734
Peso del suelo seco (Ws)	7,902	9,41	9,279	9,181	10,285	10,493	12,853	14,785
Contenido de humedad (ω %)	32,02	30,61	29,70	29,52	27,76	28,35	27,66	25,26
Promedio de contenido de humedad (ω%)	31,31		29,61		28,06		26,46	
Límite Líquido (LL%)	27,88							



LÍMITE PLÁSTICO(LP)

Norma:	AASHTO T- 90 -2013				
N° Cápsula	V1	V2	V3	V4	V5
Masa cápsula + suelo húmedo	3,41	3,53	3,27	3,15	3,43
Masa cápsula + suelo seco	3,07	3,19	2,99	2,98	3,17
Masa agua (Ww)	0,34	0,34	0,27	0,18	0,27
Masa cápsula	1,98	2,01	2,02	1,94	2,04
Masa suelo seco (Ws)	1,09	1,18	0,97	1,04	1,12
Contenido de humedad (ω %)	31,15	28,72	28,14	17,24	23,69
ω % Promedio	26				

LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido (LL%)	27,88
Límite Plástico (LP%)	25,79
Índice de plasticidad (IP)	2,09



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO B



PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Muestra:	2		Norma:	AASHTO T - 180; ASTM D1557	
Provincia:	Tungurahua	Cantón:	Ambato	Parroquia:	Picaihua
Ensayado por:	Lucero del Belén Villegas Freire		Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira	

PROCTOR MODIFICADO TIPO "B"

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Número de golpes	56	Altura de caída (in)	18,0	Masa molde (gr)	12862
Número de capas	5	Peso del martillo (lb)	10,0	Volumen molde (cm ³)	2297,29

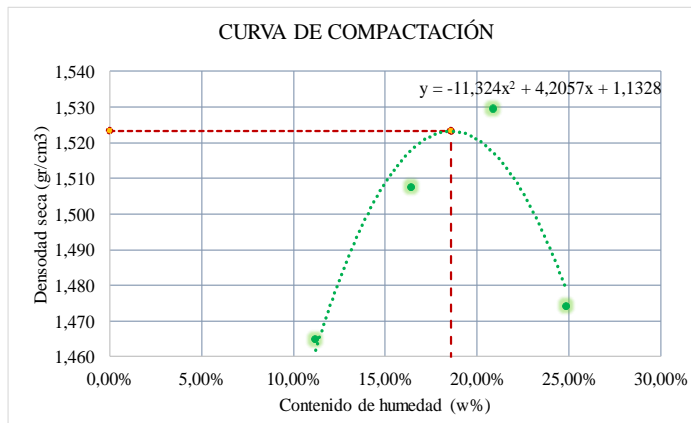
PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo número	1	2	3	4
Masa inicial deseada (gr)	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida (%)	10%	15%	20%	24%
Humedad inicial añadida (cm ³)	600	900	1200	1440
Masa molde + suelo húmedo (gr)	16604	16895	17108	17090
Masa suelo húmedo (gr)	3742	4033	4246	4228
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1,629	1,756	1,848	1,840

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
N° Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Masa del recipiente	1,96	2,14	2,08	2,02	2,099	2,006	2,132	2,114
Masa suelo hum+recip. (gr)	58	59	58	59	75	70	84	102
Masa suelo seco+recip. (gr)	52	53	50	51	63	58	68	82
Masa de agua (gr)	5	6	8	8	12	12	16	20
Masa suelo seco (gr)	50	51	48	49	61	56	66	80
Contenido de humedad W%	10,65%	11,75%	16,81%	16,09%	20,14%	21,53%	24,65%	25,07%
Promedio W%	11,20%		16,45%		20,84%		24,86%	
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1,465		1,508		1,530		1,474	

GRÁFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



RESULTADOS

Densidad seca máxima ($\gamma_{m\acute{a}x}$):	1,52 gr/cm ³	Humedad Óptima (W% óptimo):	18,57% %
--	-------------------------	-----------------------------	----------



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO



PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Norma:	AASHTO 193	Provincia:	Tungurahua
Cantón:	Ambato	Parroquia:	Picaihua
Ensayado por:	Lucero del Belén Villegas Freire	Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Número de golpes	56	Altura de caída (in)	18,0	Densidad seca Máx:	1,52	
Número de capas	5	Peso del martillo (lb)	10,0	W% óptimo:	0,186	
Molde	10		5		1	
Dimensiones	Diámetro	15,1	Diámetro	15,3	Diámetro	15,3
	Altura	12,5	Altura	12,6	Altura	12,6

PROCESO DE COMPACTACIÓN

Nº de golpes	11	27	56
Muestra húmeda + molde (gr)	12099	12791	13704
Masa Molde (gr)	8323	8689	9587
Masa muestra húmeda (gr)	3776	4102	4117
Volumen muestra (cm3)	2238,48	2316,56	2316,56
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,687	1,771	1,777

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Masa del recipiente	2,046	1,958	1,970	2,040	1,969	2,087
Masa suelo hum+recip. (gr)	81,613	87,039	89,214	76,677	84,543	80,380
Masa suelo seco+recip. (gr)	68,378	72,838	74,967	65,011	70,938	67,506
Masa de agua (gr)	13,24	14,20	14,25	11,67	13,61	12,87
Masa suelo seco (gr)	66,33	70,88	73,00	62,97	68,97	65,42
Contenido de humedad W%	19,95%	20,04%	19,52%	18,53%	19,73%	19,68%
Promedio W%	19,99%		19,02%		19,70%	
Peso unitario seco (gr/cm3)	1,406		1,488		1,4847	

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Muestra húmeda + molde (gr)	12517	13065,5	14018,5
Masa Molde (gr)	8323	8689	9587
Masa muestra húmeda (gr)	4194	4376,5	4431,5
Volumen muestra (cm3)	2238,48	2316,56	2316,56
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,874	1,889	1,913

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Masa del recipiente	2,046	1,958	1,970	2,040	1,969	2,087
Masa suelo hum+recip. (gr)	95,876	102,458	106,800	98,798	112,517	106,210
Masa suelo seco+recip. (gr)	72,572	77,589	81,131	74,965	84,500	80,472
Masa de agua (gr)	23,30	24,87	25,67	23,83	28,02	25,74
Masa suelo seco (gr)	70,53	75,63	79,16	72,93	82,53	78,39
Contenido de humedad W%	33,04%	32,88%	32,43%	32,68%	33,95%	32,84%
Promedio W%	32,96%		32,55%		33,39%	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO



PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Norma:	AASHTO T-193 / ASTM D 1883	Provincia:	Tungurahua
Cantón:	Ambato	Parroquia:	Picaihua
Ensayado por:	Lucero del Belén Villegas Freire	Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Número de golpes	56	Altura de caída (in)	18,0	Densidad seca Máx:	1,52	
Número de capas	5	Peso del martillo (lb)	10,0	W% óptimo:	0,186	
Molde	10		5		1	
Dimensiones	Diámetro	15,1	Diámetro	15,3	Diámetro	15,3
	Altura	12,5	Altura	12,6	Altura	12,6

PROCESO DE COMPACTACIÓN

N° de golpes	11	27	56
Muestra húmeda + molde (gr)	12099	12791	13704
Masa Molde (gr)	8323	8689	9587
Masa muestra húmeda (gr)	3776	4102	4117
Volumen muestra (cm3)	2238,48	2316,56	2316,56
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,687	1,771	1,777

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Masa del recipiente	2,046	1,958	1,970	2,040	1,969	2,087
Masa suelo hum+recip. (gr)	81,613	87,039	89,214	76,677	84,543	80,380
Masa suelo seco+recip. (gr)	68,378	72,838	74,967	65,011	70,938	67,506
Masa de agua (gr)	13,24	14,20	14,25	11,67	13,61	12,87
Masa suelo seco (gr)	66,33	70,88	73,00	62,97	68,97	65,42
Contenido de humedad W%	19,95%	20,04%	19,52%	18,53%	19,73%	19,68%
Promedio W%	19,99%		19,02%		19,70%	
Peso unitario seco (gr/cm3)	1,406		1,488		1,4847	

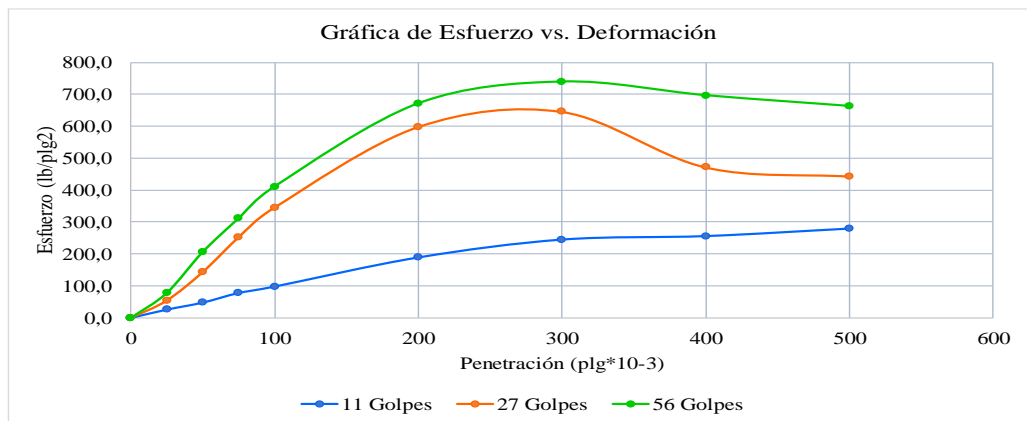
DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Muestra húmeda + molde (gr)	12517	13065,5	14018,5
Masa Molde (gr)	8323	8689	9587
Masa muestra húmeda (gr)	4194	4376,5	4431,5
Volumen muestra (cm3)	2238,48	2316,56	2316,56
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,874	1,889	1,913

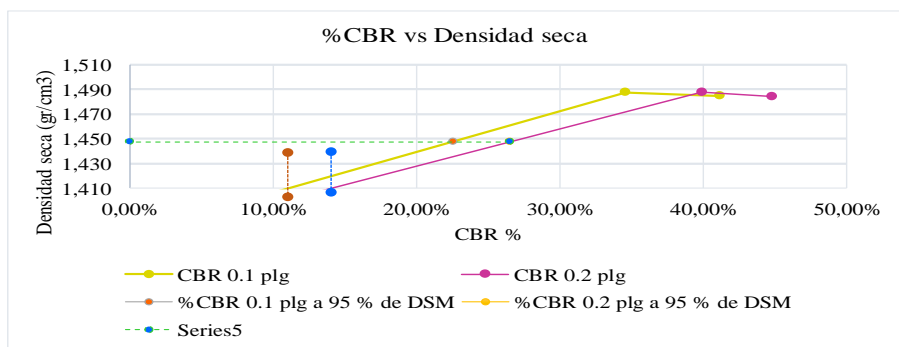
CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Masa del recipiente	2,046	1,958	1,970	2,040	1,969	2,087
Masa suelo hum+recip. (gr)	95,876	102,458	106,800	98,798	112,517	106,210
Masa suelo seco+recip. (gr)	72,572	77,589	81,131	74,965	84,500	80,472
Masa de agua (gr)	23,30	24,87	25,67	23,83	28,02	25,74
Masa suelo seco (gr)	70,53	75,63	79,16	72,93	82,53	78,39
Contenido de humedad W%	33,04%	32,88%	32,43%	32,68%	33,95%	32,84%
Promedio W%	32,96%		32,55%		33,39%	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
N° Molde	10		5		1	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
25	77,8	25,93	163,30	54,43	233,60	77,87
50	143,6	47,87	430,30	143,43	617,80	205,93
75	233,6	77,87	757,50	252,50	934,40	311,47
100	293,6	97,87	1036,80	345,60	1233,30	411,10
200	566,3	188,77	1793,80	597,93	2013,60	671,20
300	733,6	244,53	1935,30	645,10	2218,10	739,37
400	766,3	255,43	1413,60	471,20	2089,80	696,60
500	836,5	278,83	1328,10	442,70	1989,10	663,03



CORRECIÓN DEL %CBR						
N° MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
10	97,87	9,79%	1,406	188,77	12,58%	1,406
5	345,60	34,56%	1,488	597,93	39,86%	1,488
1	411,10	41,11%	1,485	671,20	44,75%	1,485



Densidad Seca Máxima	1,523		
DSM	%CBR 0,1plg	%CBR 0,2plg	%CBR MAYOR
95%	1,447	22,5%	26,5%

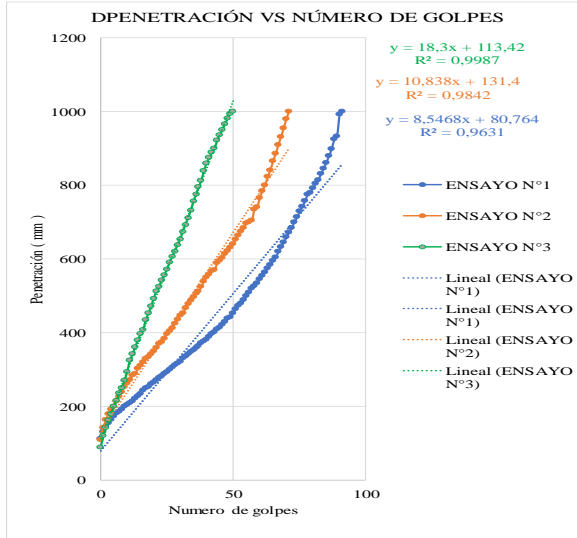


PROYECTO
EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

N° Muestra	2	Lucero del Belén Villegas Freire	NORMA	ASTM D 6951 - 03
Provincia	Tungurahua	Ing. Mg Fricson Moreira		
Cantón	Ambato			
Parroquia	Picaihua			

ENSAYO CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)

N° Golpes	ENSAYO N°1	ENSAYO N°2	ENSAYO N°3	D/N	DN
	Dimensiones [mm]	Dimensiones [mm]	Dimensiones [mm]	mm/golpe	Promedio
0	113	110	90	ENSAYO N°1 8,5468	12,562
1	131	143	120	ENSAYO N°2 10,838	
2	145	164	142	ENSAYO N°3 18,3	
3	155	180	163		
4	165	192	180		
5	174	201	200		
6	181	215	216		
7	186	227	236		
8	193	240	250		
9	200	254	271		
10	205	263	294		
11	210	273	326		
12	215	284	342		
13	223	290	362		
14	228	303	380		
15	235	312	397		
16	244	320	408		
17	250	330	435		
18	254	335	453		
19	262	343	472		
20	266	350	493		
21	272	360	513		
22	278	370	526		
23	283	375	543		
24	289	385	557		
25	294	397	573		
26	301	405	591		
27	307	413	607		
28	313	426	621		
29	318	436	638		
30	323	447	653		
31	331	453	674		
32	336	467	693		
33	343	479	712		
34	349	488	731		
35	354	498	756		
36	360	507	776		
37	365	513	796		
38	372	526	813		
39	377	540	840		
40	382	550	860		
41	389	559	875		
42	397	567	890		
43	402	571	900		
44	410	590	922		
45	414	596	936		
46	423	604	950		
47	430	614	966		
48	439	623	981		
49	443	632	994		
50	454	641	1000		
51	465	653			
52	474	665			
53	480	675			
54	490	685			
55	500	697			
56	510	700			
57	520	705			
58	527	735			
59	535	741			
60	546	766			
61	555	785			
62	564	801			
63	575	824			
64	585	841			
65	596	866			
66	605	886			
67	620	910			
68	633	932			
69	645	955			
70	660	980			
71	672	1000			
72	685				
73	700				
74	714				
75	730				
76	742				
77	758				
78	775				
79	780				
80	793				
81	805				
82	815				
83	831				
84	846				
85	862				
86	880				
87	899				
88	925				
89	934				
90	993				
91	1000				



ENSAYOS DE LA CALICATA #3 SUBRASANTE- MUESTRA#3

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



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



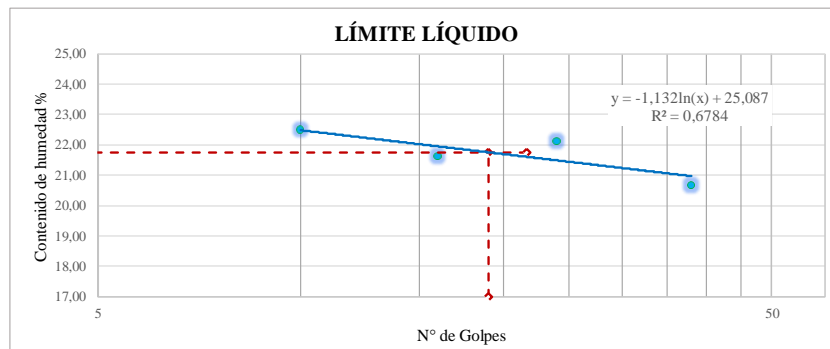
PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

NORMAS	AASHTO T-89 -90; ASTM D 4318	Ensayo:	Límites de Atterberg	
ID de Muestra:	3	Abscisa:	2+295	Fecha: 6/10/2023
Realizado por:	Lucero del Belén Villegas Freire	Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira	

ESTABLECER EL LÍMITE LÍQUIDO(LL)

Rango de número de golpes	0-10		10-20		20-30		30-40	
Número de golpes	10		16		24		38	
Número del recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Peso de la cápsula	1,901	1,911	2,002	2,002	2,012	1,967	1,966	2,028
Peso de la cápsula + suelo húmedo	21,9	19,668	16,29	17,493	14,703	14,568	20,774	20,005
Peso de la cápsula + suelo seco	18,271	16,37	13,695	14,799	12,493	12,199	17,694	16,792
Masa agua (Ww)	3,629	3,30	2,595	2,694	2,21	2,369	3,08	3,213
Peso del suelo seco (Ws)	16,37	14,46	11,693	12,797	10,481	10,232	15,728	14,764
Contenido de humedad (ω %)	22,17	22,78	22,19	21,05	21,09	23,15	19,58	21,76
Promedio de contenido de humedad (ω %)	22,48		21,62		22,12		20,67	
Límite Líquido (LL%)	21,75							



LÍMITE PLÁSTICO(LP)

Norma:	AASHTO T- 90 -2013				
N° Cápsula	V1	V2	V3	V4	V5
Masa cápsula + suelo húmedo	4,06	4,10	4,07	3,77	4,17
Masa cápsula + suelo seco	3,74	3,73	3,69	3,44	3,75
Masa agua (Ww)	0,32	0,37	0,38	0,33	0,43
Masa cápsula	2,13	1,99	1,94	1,96	1,92
Masa suelo seco (Ws)	1,61	1,74	1,75	1,49	1,83
Contenido de humedad (ω %)	19,81	21,00	21,62	22,36	23,36
ω % Promedio	22				

LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido (LL%)	21,75
Límite Plástico (LP%)	21,63
Índice de plasticidad (IP)	0,12



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO



PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Muestra:	3		Norma:	AASHTO T - 180; ASTM D1557	
Provincia:	Tungurahua	Cantón:	Ambato	Parroquia	Picaihua
Ensayado por:	Lucero del Belén Villegas Freire		Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira	

PROCTOR MODIFICADO TIPO "B"

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Número de golpes	56	Altura de caída (in)	18,0	Masa molde (gr)	12782
Número de capas	5	Peso del martillo (lb)	10,0	Volumen molde (cm ³)	2297,29

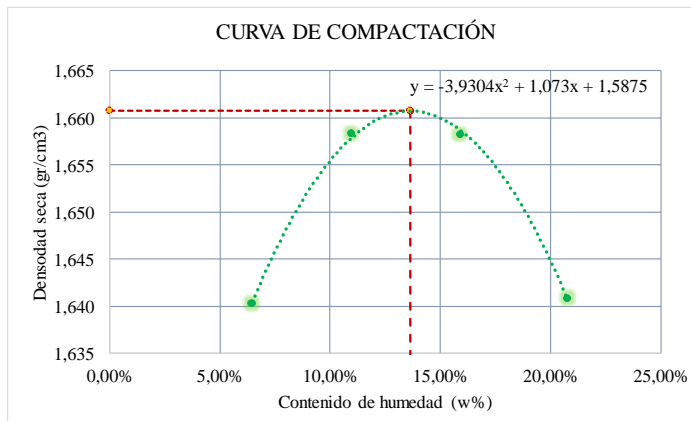
PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo número	1	2	3	4
Masa inicial deseada (gr)	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida (%)	4%	8%	12%	16%
Humedad inicial añadida (cm³)	240	480	720	960
Masa molde + suelo húmedo (gr)	16794	17009	17197	17335
Masa suelo húmedo (gr)	4012	4227	4415	4553
Peso unitario húmedo (gr/cm³)	1,746	1,840	1,922	1,982

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
N° Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Masa del recipiente	2,08	2,15	2,07	2,10	2,09	2,06	2,077	2,07
Masa suelo hum+recip. (gr)	81	64	66	73	78	99	129	136
Masa suelo seco+recip. (gr)	76	61	60	66	67	86	107	113
Masa de agua (gr)	5	4	6	7	10	13	22	23
Masa suelo seco (gr)	74	58	58	64	65	84	105	110
Contenido de humedad W%	6,30%	6,64%	10,96%	10,95%	15,78%	16,01%	20,75%	20,82%
Promedio W%	6,47%		10,95%		15,89%		20,78%	
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1,640		1,658		1,658		1,641	

GRÁFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



RESULTADOS

Densidad seca máxima ($\gamma_{m\acute{a}x}$):	1,66 gr/cm ³	Humedad Óptima (W% óptimo):	13,65%
--	--------------------------------	-----------------------------	---------------



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO



PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Norma:	AASHTO T-193 / ASTM D 1883	Provincia:	Tungurahua
Cantón:	Ambato	Parroquia:	Picaihua
Ensayado por:	Lucero del Belén Villegas Freire	Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Número de golpes	56	Altura de caída (in)	18,0	Densidad seca Máx:	1,66	
Número de capas	5	Peso del martillo (lb)	10,0	W% óptimo:	0,137	
Molde	10		5		1	
Dimensiones	Diámetro	15,1	Diámetro	15,3	Diámetro	15,3
	Altura	12,5	Altura	12,6	Altura	12,6

PROCESO DE COMPACTACIÓN

N° de golpes	11	27	56
Muestra húmeda + molde (gr)	11895	13882	13924
Masa Molde (gr)	7862	9629	9431
Masa muestra húmeda (gr)	4033	4253	4493
Volumen muestra (cm3)	2238,48	2316,56	2316,56
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,802	1,836	1,940

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Masa del recipiente	7,40	8,40	7,79	7,91	7,97	8,06
Masa suelo hum+recip. (gr)	73,55	79,00	55,79	63,03	70,74	55,76
Masa suelo seco+recip. (gr)	64,77	69,77	49,67	56,07	62,42	49,47
Masa de agua (gr)	8,78	9,23	6,12	6,96	8,33	6,30
Masa suelo seco (gr)	57,37	61,37	41,88	48,16	54,45	41,41
Contenido de humedad W%	15,30%	15,05%	14,60%	14,46%	15,29%	15,21%
Promedio W%	15,17%		14,53%		15,25%	
Peso unitario seco (gr/cm3)	1,564		1,603		1,6829	

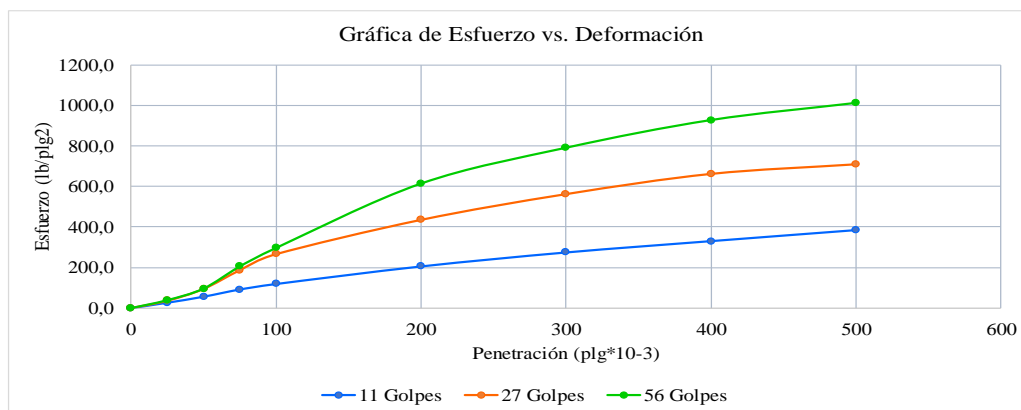
DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Muestra húmeda + molde (gr)	12018,5	13965,5	14017
Masa Molde (gr)	7862	9629	9431
Masa muestra húmeda (gr)	4156,5	4336,5	4586
Volumen muestra (cm3)	2238,48	2316,56	2316,56
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,857	1,872	1,980

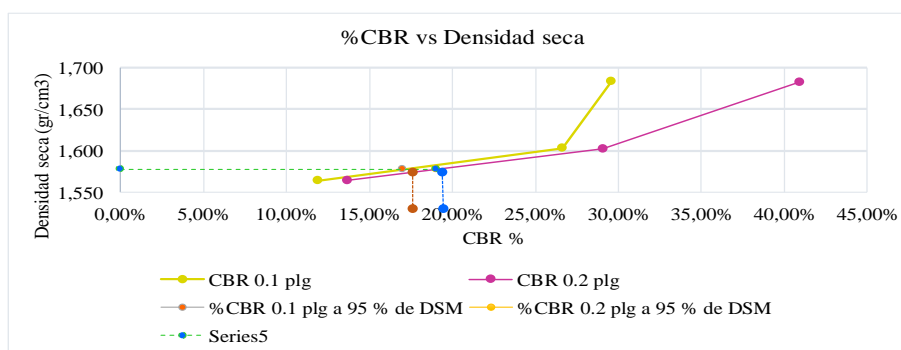
CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Masa del recipiente	7,42	8,48	7,78	7,88	7,96	8,01
Masa suelo hum+recip. (gr)	50,94	58,54	44,35	48,19	56,25	54,06
Masa suelo seco+recip. (gr)	43,26	49,85	38,28	41,28	47,50	46,89
Masa de agua (gr)	7,68	8,69	6,08	6,91	8,75	7,17
Masa suelo seco (gr)	35,83	41,37	30,50	33,39	39,54	38,88
Contenido de humedad W%	21,44%	21,00%	19,93%	20,71%	22,13%	18,44%
Promedio W%	21,22%		20,32%		20,29%	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
N° Molde	10		5		1	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
25	79,56	26,52	109,14	36,38	117,98	39,33
50	168,385	56,13	283,56	94,52	287,56	95,85
75	274,89	91,63	560,49	186,83	614,64	204,88
100	355,98	118,66	798,66	266,22	887,32	295,77
200	615,06	205,02	1306,88	435,63	1839,06	613,02
300	821,61	273,87	1688,02	562,67	2368,02	789,34
400	988,805	329,60	1987,56	662,52	2777,04	925,68
500	1151,665	383,89	2129,93	709,98	3030,51	1010,17



CORRECCIÓN DEL %CBR						
N° MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
10	118,66	11,87%	1,564	205,02	13,67%	1,564
5	266,22	26,62%	1,603	435,63	29,04%	1,603
1	295,77	29,58%	1,683	613,02	40,87%	1,683



Densidad Seca Máxima	1,661		
DSM	%CBR 0.1plg	%CBR 0.2plg	%CBR MAYOR
95%	1,578	17,0%	19,0%



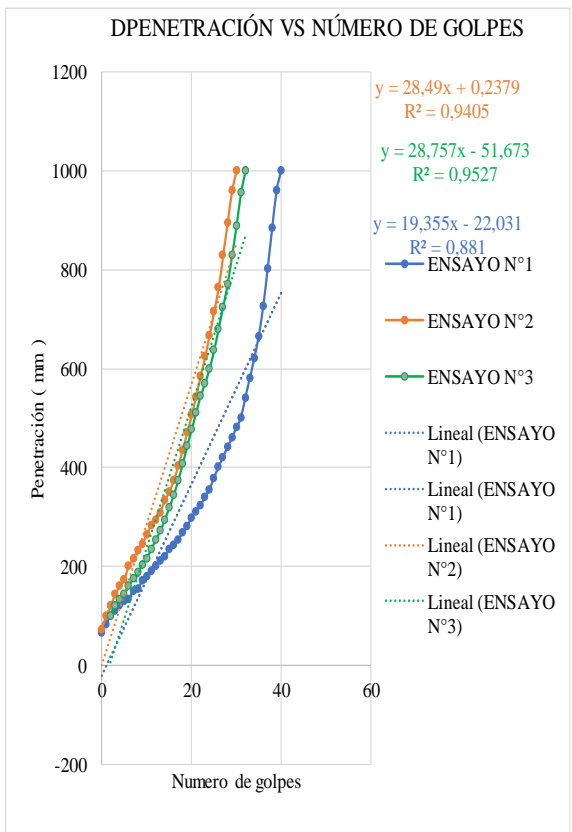
PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

N° Muestra	3		Lucero del Belén Villegas Freire	NORMA	ASTM D 6951 - 03
Provincia	Tungurahua				
Cantón	Ambato				
Parroquia	Picaihua				

ENSAYO CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)

N° Golpes	ENSAYO N°1	ENSAYO N°2	ENSAYO N°3	D/N		DN
	Dimensiones [mm]	Dimensiones [mm]	Dimensiones [mm]	mm/golpe		Promedio
0	65	72	100	ENSAYO N°1	19,355	25,534
1	83	100	120	ENSAYO N°2	28,49	
2	100	120	132	ENSAYO N°3	28,757	
3	110	143	143			
4	120	160	160			
5	129	173	175			
6	133	200	187			
7	150	215	203			
8	153	231	216			
9	170	245	235			
10	180	264	253			
11	190	283	272			
12	200	293	293			
13	210	308	318			
14	220	333	343			
15	233	350	373			
16	243	373	406			
17	253	402	442			
18	267	435	476			
19	280	470	510			
20	298	506	544			
21	310	543	570			
22	323	584	600			
23	340	624	636			
24	355	667	680			
25	378	715	724			
26	400	763	770			
27	420	828	828			
28	440	895	889			
29	460	960	955			
30	480	1000	1000			
31	500					
32	540					
33	580					
34	620					
35	665					
36	725					
37	802					
38	883					
39	960					
40	1000					



ENSAYOS DE LA CALICATA #4 SUBRASANTE- MUESTRA#4

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



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

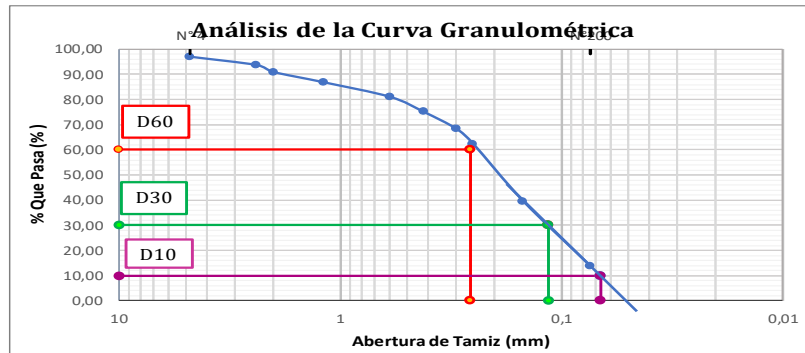


PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

NORMAS		ASTM:	D-422	ASSHTO:	T-88
Peso Muestra (gr):	1000	Profundidad:	1 m	Fecha:	1/10/2023
ID de Muestra:	4				
Realizado por:	Lucero del Belén Villegas Freire	Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira		
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	%Retenido Acumulado	% Que Pasa
4	4,760	28,8	28,80	2,88	97,12
8	2,380	33,1	61,90	6,20	93,80
10	2,000	27,6	89,50	8,96	91,04
16	1,190	40,6	130,10	13,02	86,98
30	0,595	58,3	188,40	18,86	81,14
40	0,420	59,1	247,50	24,77	75,23
50	0,297	68,6	316,10	31,64	68,36
60	0,250	59,5	375,60	37,59	62,41
100	0,149	226,7	602,30	60,28	39,72
200	0,074	258,5	860,80	86,16	13,84
Fuente		138,3	999,10	100,00	0,00
Total		999,1			

GRÁFICA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



RESULTADOS DEL ENSAYO

TNM	1,190	Cu :	1,0
D10 (mm)	0,258		
D30 (mm)	0,115		
D60 (mm)	0,258		
Error Permitido	1%	Error Calculado	0,09%
PORCENTAJE DE MATERIAL		CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
Grava (G%)	3	AASHTO	A-2-4
Arena (S%)	83	SUCS	Arena Limosa (SM)
Limo y arcilla (Finos%)	14		



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



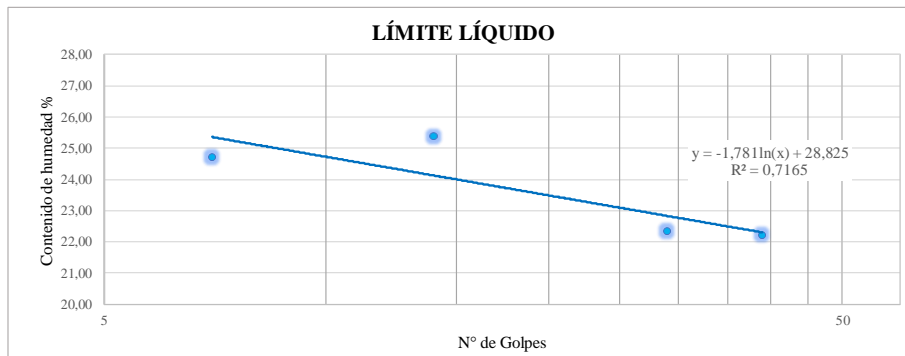
PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

NORMAS	AASHTO T-89 -90; ASTM D 4318	Ensayo:	Límites de Atterberg	
ID de Muestra:	4	Abscisa:	3+537	Fecha: 6/10/2023
Realizado por:	Lucero del Belén Villegas Freire	Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira	

ESTABLECER EL LÍMITE LÍQUIDO(LL)

Rango de número de golpes	0-10		10-20		20-30		30-40	
Número de golpes	7		14		29		39	
Número del recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Peso de la cápsula	2,102	1,981	7,849	7,325	7,917	8,346	7,811	8,047
Peso de la cápsula + suelo húmedo	12,687	12,4	26,166	28,467	26,659	22,527	31,415	27,982
Peso de la cápsula + suelo seco	10,539	10,39	23,217	23,397	23,134	20,019	27,059	24,415
Masa agua (Ww)	2,148	2,01	2,949	5,07	3,525	2,508	4,356	3,567
Peso del suelo seco (Ws)	8,437	8,41	15,368	16,072	15,217	11,673	19,248	16,368
Contenido de humedad (ω %)	25,46	23,95	19,19	31,55	23,16	21,49	22,63	21,79
Promedio de contenido de humedad (ω %)	24,70		25,37		22,33		22,21	
Límite Líquido (LL%)	23,40							



LÍMITE PLÁSTICO(LP)

Norma:	AASHTO T- 90 -2013				
Nº Cápsula	V1	V2	V3	V4	V5
Masa cápsula + suelo húmedo	3,76	3,66	3,30	4,22	3,69
Masa cápsula + suelo seco	3,48	3,38	3,09	3,81	3,37
Masa agua (Ww)	0,29	0,28	0,22	0,41	0,32
Masa cápsula	2,00	1,97	1,95	2,01	1,94
Masa suelo seco (Ws)	1,47	1,41	1,13	1,80	1,44
Contenido de humedad (ω %)	19,40	19,60	19,05	22,74	22,06
ω % Promedio	21				

LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido (LL%)	23,40
Límite Plástico (LP%)	20,57
Índice de plasticidad (IP)	2,83



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO



PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Muestra:	4		Norma:	AASHTO T - 180; ASTM D1557	
Provincia:	Tungurahua	Cantón:	Ambato	Parroquia:	Picaihua
Ensayado por:	Lucero del Belén Villegas Freire		Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira	

PROCTOR MODIFICADO TIPO "B"

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Número de golpes	56	Altura de caída (in)	18,0	Masa molde (gr)	12985
Número de capas	5	Peso del martillo (lb)	10,0	Volumen molde (cm3)	2297,29

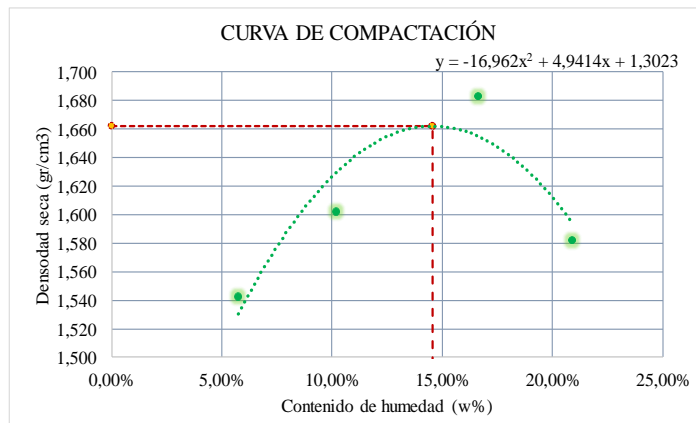
PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo número	1	2	3	4
Masa inicial deseada (gr)	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida (%)	5%	10%	15%	20%
Humedad inicial añadida (cm3)	300	600	900	1200
Masa molde + suelo húmedo (gr)	16732	17039	17493	17379
Masa suelo húmedo (gr)	3747	4054	4508	4394
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,631	1,765	1,962	1,913

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Nº Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Masa del recipiente	2,126	2,146	8,335	7,887	7,820	8,436	8,080	7,409
Masa suelo hum+recip. (gr)	80,229	129,344	60,543	61,006	67,931	59,032	73,158	58,717
Masa suelo seco+recip. (gr)	76,229	122,002	55,678	56,155	59,562	51,662	61,883	49,856
Masa de agua (gr)	4	7	5	5	8	7	11	9
Masa suelo seco (gr)	74	120	47	48	52	43	54	42
Contenido de humedad W%	5,40%	6,13%	10,28%	10,05%	16,17%	17,05%	20,96%	20,88%
Promedio W%	5,76%		10,16%		16,61%		20,92%	
Peso unitario seco (gr/cm3)	1,542		1,602		1,683		1,582	

GRÁFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



RESULTADOS

Densidad seca máxima ($\gamma_{m\acute{a}x}$):	1,66 gr/cm3	Humedad Óptima (W% óptimo):	14,57% %
--	--------------------	-----------------------------	-----------------



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO



PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Norma:	AASHTO T-193 / ASTM D 1883	Provincia:	Tungurahua
Cantón:	Ambato	Parroquia:	Picaihua
Ensayado por:	Lucero del Belén Villegas Freire	Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Número de golpes	56	Altura de caída (in)	18,0	Densidad seca Máx:	1,66	
Número de capas	5	Peso del martillo (lb)	10,0	W% óptimo:	0,146	
Molde	10		5		1	
Dimensiones	Diámetro	15,1	Diámetro	15,3	Diámetro	15,3
	Altura	12,5	Altura	12,6	Altura	12,6

PROCESO DE COMPACTACIÓN

N° de golpes	11	27	56
Muestra húmeda + molde (gr)	12187	12857	13969
Masa Molde (gr)	8323	8689	9587
Masa muestra húmeda (gr)	3864	4168	4382
Volumen muestra (cm ³)	2238,48	2316,56	2316,56
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1,726	1,799	1,892

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Masa del recipiente	1,990	1,980	2,049	2,059	2,016	2,067
Masa suelo hum+recip. (gr)	61,427	65,558	84,847	80,847	64,564	98,994
Masa suelo seco+recip. (gr)	53,778	57,461	74,209	70,482	56,543	86,468
Masa de agua (gr)	7,65	8,10	10,64	10,37	8,02	12,53
Masa suelo seco (gr)	51,79	55,48	72,16	68,42	54,53	84,40
Contenido de humedad W%	14,77%	14,59%	14,74%	15,15%	14,71%	14,84%
Promedio W%	14,68%		14,95%		14,78%	
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1,505		1,565		1,6481	

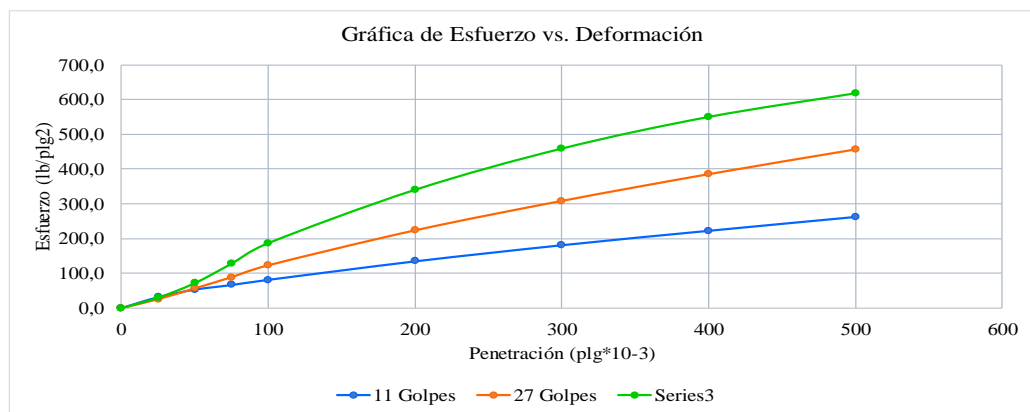
DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Muestra húmeda + molde (gr)	12594	13225	14215
Masa Molde (gr)	8323	8689	9587
Masa muestra húmeda (gr)	4271	4536	4628
Volumen muestra (cm ³)	2238,48	2316,56	2316,56
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1,908	1,958	1,998

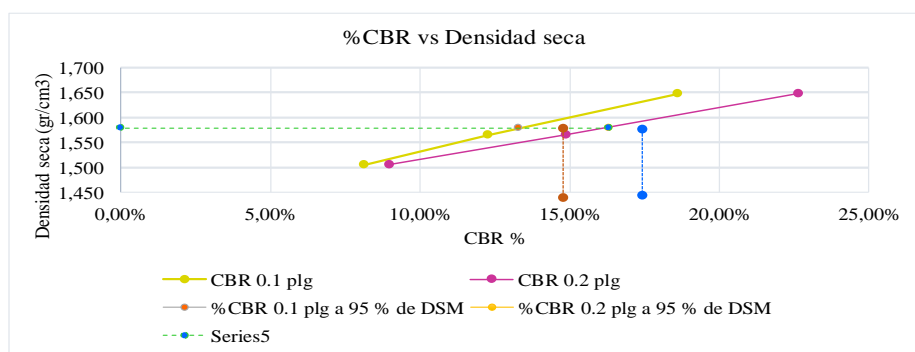
CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Masa del recipiente	1,990	1,980	2,049	2,059	2,016	2,067
Masa suelo hum+recip. (gr)	98,279	124,748	107,427	116,727	101,249	98,191
Masa suelo seco+recip. (gr)	81,675	104,079	88,800	97,110	84,134	81,685
Masa de agua (gr)	16,60	20,67	18,63	19,62	17,12	16,51
Masa suelo seco (gr)	79,69	102,10	86,75	95,05	82,12	79,62
Contenido de humedad W%	20,84%	20,24%	21,47%	20,64%	20,84%	20,73%
Promedio W%	20,54%		21,06%		20,79%	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
Nº Molde	10		5		1	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
25	93,7	31,23	76,60	25,53	89,36	29,79
50	159,4	53,13	169,80	56,60	214,64	71,55
75	199,4	66,47	266,30	88,77	381,52	127,17
100	243,9	81,30	368,30	122,77	558,72	186,24
200	403,6	134,53	669,40	223,13	1018,64	339,55
300	543,1	181,03	923,10	307,70	1374,24	458,08
400	667,6	222,53	1153,30	384,43	1646,48	548,83
500	787,3	262,43	1366,30	455,43	1850,36	616,79



CORRECCIÓN DEL %CBR						
Nº MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
10	81,30	8,13%	1,505	134,53	8,97%	1,505
5	122,77	12,28%	1,565	223,13	14,88%	1,565
1	186,24	18,62%	1,648	339,55	22,64%	1,648



Densidad Seca Máxima	1,662		
DSM	%CBR 0.1plg	%CBR 0.2plg	%CBR MAYOR
95%	1,579	13,3%	16,3%



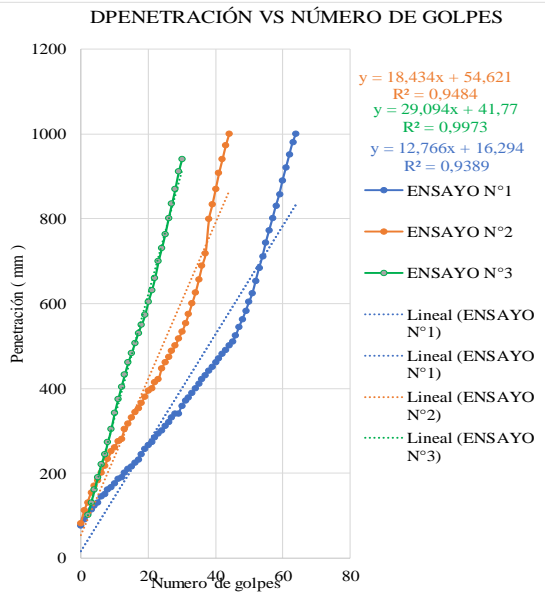
PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO
PROVINCIA DE TUNGURAHUA

N° Muestra	4		Lucero del Belén Villegas Freire	NORMA	ASTM D 6951 - 03
Provincia	Tungurahua				
Cantón	Ambato				
Parroquia	Picaihua		Ing. Mg Fricson Moreira		

ENSAYO CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)

N° Golpes	ENSAYO N°1	ENSAYO N°2	ENSAYO N°3	D/N		DN
	Dimensiones [mm]	Dimensiones [mm]	Dimensiones [mm]	mm/golpe		Promedio
0	75	80	100	ENSAYO N°1	12,766	20,098
1	90	111	130	ENSAYO N°2	29,094	
2	105	130	160	ENSAYO N°3	18,434	
3	113,5	153	190			
4	123	170	220			
5	130	183	243			
6	145	200	273			
7	150	216	304			
8	160	232	342			
9	165	250	373			
10	175	260	403			
11	185	275	432			
12	190	280	460			
13	200	303	482			
14	209	316	506			
15	215	330	530			
16	223	343	550			
17	231	352	572			
18	243	365	604			
19	256	380	630			
20	265	393	660			
21	273	400	699			
22	283	413	730			
23	293	420	763			
24	300	446	800			
25	310	460	835			
26	320	473	870			
27	330	487	910			
28	339	500	940			
29	340	517	974			
30	358	533	1000			
31	370	552				
32	378	575				
33	389	600				
34	400	625				
35	410	656				
36	420	689				
37	430	718				
38	440	798				
39	450	833				
40	460	870				
41	470	908				
42	480	940				
43	490	973				
44	500	1000				
45	509					
46	523					
47	543					
48	562					
49	581					
50	603					
51	623					
52	653					
53	683					
54	710					
55	743					
56	772					
57	800					
58	830					
59	856					
60	890					
61	920					
62	950					
63	980					
64	1000					



ANEXO C2

ENSAYOS DEL MATERIAL GRANULAR - MUESTRA#1

- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
 - LÍMITES DE ATTERBERG
 - ABRASIÓN
- PROCTOR MODIFICADO TIPO D
 - CBR



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

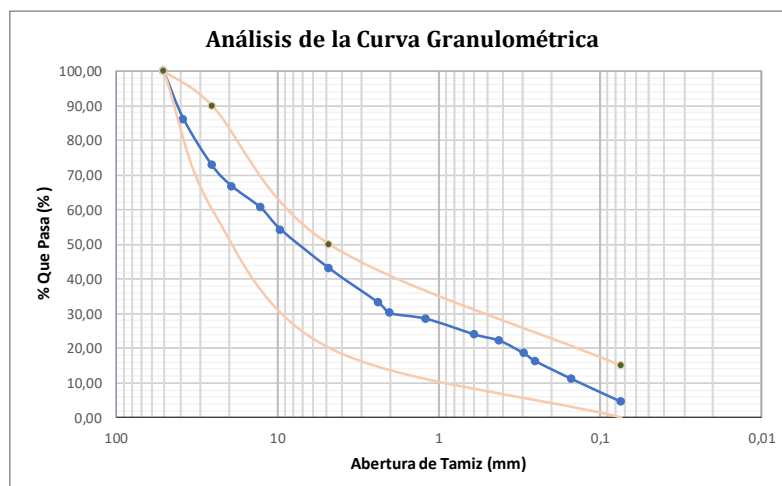


PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS
 DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM
 4+000 DE LA PARROQUIA PICAÍHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE
 TUNGURAHUA

NORMAS	INEN	696 y 697	ASSHTO:	AASHTO T-11 y T27	
ID de Muestra:	1		Fecha:	7/10/2023	
Realizado por:	Lucero del Belén Villegas Freire		Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira	
# TAMIZ	ABERTUR A (mm)	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	%Retenido Acumulado	% Que Pasa
2	50,8	0	0,00	0,00	100,00
1 1/2	38,1	1398,8	1398,80	13,99	86,01
1	25,4	1326,5	2725,30	27,26	72,74
3/4	19,1	601,5	3326,80	33,27	66,73
1/2	12,7	615,5	3942,30	39,43	60,57
3/8	9,52	634,5	4576,80	45,77	54,23
4	4,76	1122,5	5699,30	57,00	43,00
Fuente		4299,5	4299,50	43,00	-
Total		9998,8			
8	2,36	229,7	229,7	9,88	33,12
10	2,000	69,5	299,20	12,87	30,13
16	1,190	38,6	337,80	14,53	28,47
30	0,595	105,4	443,20	19,07	23,93
40	0,420	40,8	484,00	20,82	22,18
50	0,297	85,2	569,20	24,49	18,51
60	0,250	54,1	623,30	26,82	16,18
100	0,149	119	742,30	31,94	11,06
200	0,074	151,7	894,00	38,47	4,53
Fuente		105,4	105,40	4,53	
Total		999,4			

GRÁFICA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



RESULTADOS DEL ENSAYO

Tipo de agregado		Base Clase 4	
Error Permitido	1%		
PORCENTAJE DE MATERIAL		CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
Grava (G%)	57	AASHTO	A-1-a
Arena (S%)	38	SUCS	GP
Limo y arcilla (Finos%)	5		



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



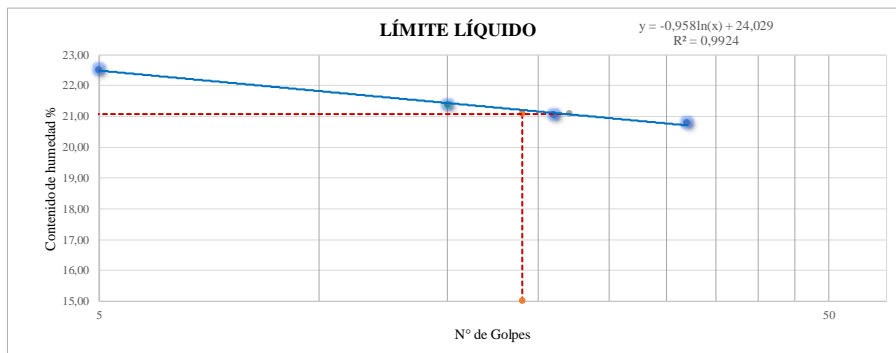
PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

NORMAS	AASHTO T-89 -90; ASTM D 4318	Ensayo:	Límites de Atterberg
ID de Muestra:	1	Abscisa:	0+756
Realizado por:	Lucero del Belén Villegas Freire	Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira

ESTABLECER EL LÍMITE LÍQUIDO(LL)

Rango de número de golpes	0-10		10-20		20-30		30-40	
	5		15		21		32	
Número del recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Peso de la cápsula	1,93	1,975	1,903	1,972	1,905	1,888	1,963	1,943
Peso de la cápsula + suelo húmedo	16,243	16,097	19,881	21,52	16,513	16,13	16,528	14,719
Peso de la cápsula + suelo seco	13,609	13,50	16,699	18,092	14,016	13,611	14,032	12,511
Masa agua (Ww)	2,634	2,59	3,182	3,428	2,497	2,519	2,496	2,208
Peso del suelo seco (Ws)	11,679	11,53	14,796	16,12	12,111	11,723	12,069	10,568
Contenido de humedad (ω %)	22,55	22,49	21,51	21,27	20,62	21,49	20,68	20,89
Promedio de contenido de humedad (ω%)	22,52		21,39		21,05		20,79	
Límite Líquido (LL%)	21,07							



LÍMITE PLÁSTICO(LP)

Norma:	AASHTO T- 90 -2013				
N° Cápsula	V1	V2	V3	V4	V5
Masa cápsula + suelo húmedo	2,96	2,42	2,13	2,86	2,30
Masa cápsula + suelo seco	2,53	2,07	1,72	2,48	2,02
Masa agua (Ww)	0,43	0,35	0,41	0,39	0,28
Masa cápsula	0,42	0,40	0,42	0,45	0,47
Masa suelo seco (Ws)	2,11	1,67	1,30	2,02	1,54
Contenido de humedad (ω %)	20,32	21,17	31,46	19,08	18,20
ω % Promedio	22				

LÍMITES DE ATTENBERG

Límite Líquido (LL%)	21,07
Límite Plástico (LP%)	22,05
Índice de plasticidad (IP)	-0,98



PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Norma:	ASTM C-131	Provincia:	Tungurahua
Cantón:	Ambato	Parroquia:	Picaihua
Método:	A	ID Muestra:	1
Ensayado por:	Lucero del Belén Villegas Freire	Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira

RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN (Método A)

Descripción	Nomenclatura	Unida	Valor
Peso del agregado antes del ensayo	A	gr	5000
Peso del agregado gastado despues del ensayo	B	gr	3476
Pérdida por desgaste	C=A-B	gr	1524
Desgaste del agregado	$D=(C/A)*100$	%	30,48



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO B



PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Muestra	1		Norma:	AASHTO T - 180; ASTM D1557		
Provincia:	Tungurahua	Cantón:	Ambato	Parroquia	Picaihua	
Ensayado por:	Lucero del Belén Villegas Freire		Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira		

PROCTOR MODIFICADO TIPO "B"

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Número de golpes	56	Altura de caída (in)	18,0	Masa molde (gr)	12985
Número de capas	5	Peso del martillo (lb)	10,0	Volumen molde (cm3)	2297,29

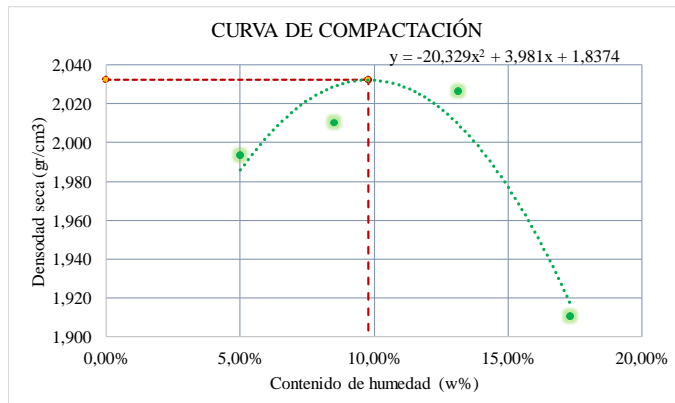
PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo número	1	2	3	4
Masa inicial deseada (gr)	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida (%)	4%	8%	12%	16%
Humedad inicial añadida (cm3)	240	480	720	960
Masa molde + suelo húmedo (gr)	17794	17995	18252	18135
Masa suelo húmedo (gr)	4809	5010	5267	5150
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	2,093	2,181	2,293	2,242

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
N° Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Masa del recipiente	1,995	1,996	1,948	2,040	2,009	1,917	2,037	28,752
Masa suelo hum+recip. (gr)	71,405	105,158	88,891	96,936	115,308	103,230	149,260	174,630
Masa suelo seco+recip. (gr)	68,430	99,742	82,226	89,351	102,534	91,117	128,297	152,286
Masa de agua (gr)	3	5	7	8	13	12	21	22
Masa suelo seco (gr)	66	98	80	87	101	89	126	124
Contenido de humedad W%	4,48%	5,54%	8,30%	8,69%	12,71%	13,58%	16,60%	18,09%
Promedio W%	5,01%		8,49%		13,14%		17,35%	
Peso unitario seco (gr/cm3)	1,993		2,010		2,026		1,910	

GRÁFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



RESULTADOS

Densidad seca máxima ($\gamma_{m\acute{a}x}$):	2,03 gr/cm ³	Humedad Óptima (W% óptimo):	9,79%
--	-------------------------	-----------------------------	-------



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO



PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Norma:	AASHTO T-193 ; ASTM D 1883	Provincia:	Tungurahua
Cantón:	Ambato	Parroquia:	Picaihua
Ensayado por:	Lucero del Belén Villegas Freire	Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Número de golpes	56	Altura de caída (in)	18,0	Densidad seca Máx:	2,03	
Número de capas	5	Peso del martillo (lb)	10,0	W% óptimo:	0,098	
Molde	10		5		1	
Dimensiones	Diámetro	15	Diámetro	15	Diámetro	15
	Altura	12,5	Altura	12,5	Altura	12,5

PROCESO DE COMPACTACIÓN

N° de golpes	11	27	56
Muestra húmeda + molde (gr)	11382	12858	13796
Masa Molde (gr)	8323	8689	8587
Masa muestra húmeda (gr)	3059	4169	5209
Volumen muestra (cm ³)	2208,93	2208,93	2208,93
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1,385	1,887	2,358

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Masa del recipiente	1,938	1,954	1,929	1,946	1,984	1,962
Masa suelo hum+recip. (gr)	110,493	116,730	124,742	127,384	108,802	105,120
Masa suelo seco+recip. (gr)	99,362	104,918	111,901	114,281	98,040	94,511
Masa de agua (gr)	11,13	11,81	12,84	13,10	10,76	10,61
Masa suelo seco (gr)	97,42	102,96	109,97	112,34	96,06	92,55
Contenido de humedad W%	11,43%	11,47%	11,68%	11,66%	11,20%	11,46%
Promedio W%	11,45%		11,67%		11,33%	
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1,243		1,690		2,1181	

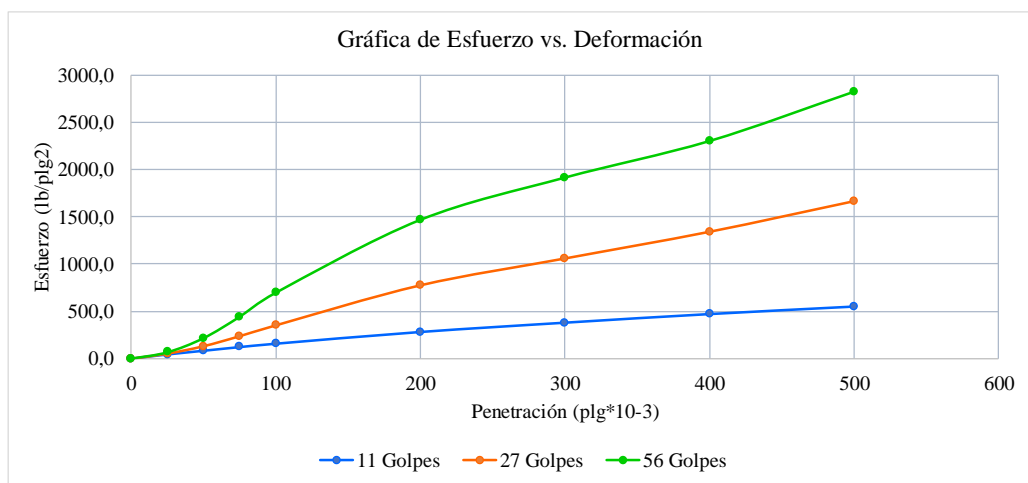
DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Muestra húmeda + molde (gr)	12036	13632	14572
Masa Molde (gr)	8323	8689	8587
Masa muestra húmeda (gr)	3713	4943	5985
Volumen muestra (cm ³)	2208,93	2208,93	2208,93
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1,681	2,238	2,709

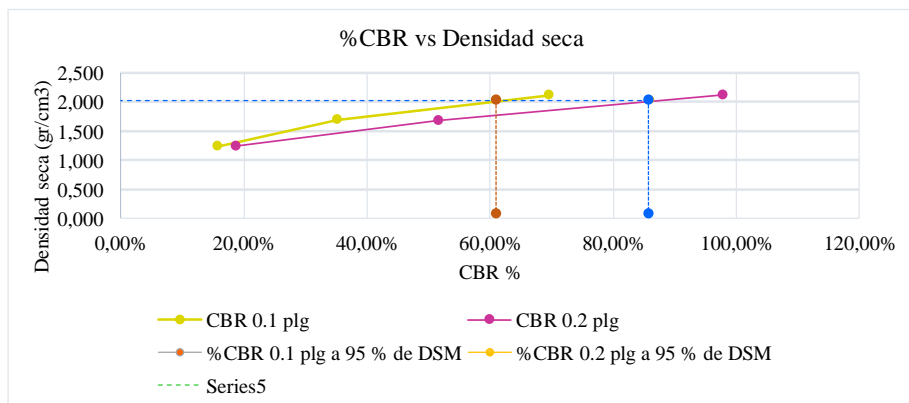
CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Masa del recipiente	1,938	1,954	1,929	1,946	1,984	1,962
Masa suelo hum+recip. (gr)	116,045	131,024	106,240	104,398	96,434	118,422
Masa suelo seco+recip. (gr)	99,071	111,402	90,587	88,574	82,065	100,541
Masa de agua (gr)	16,97	19,62	15,65	15,82	14,37	17,88
Masa suelo seco (gr)	97,13	109,45	88,66	86,63	80,08	98,58
Contenido de humedad W%	17,48%	17,93%	17,66%	18,27%	17,94%	18,14%
Promedio W%	17,70%		17,96%		18,04%	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
Nº Molde	10		5		1	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
25	134,16	44,72	160,08	53,36	201,75	67,25
50	249,53	83,18	393,96	131,32	647,40	215,80
75	365,57	121,86	710,16	236,72	1322,70	440,90
100	472,28	157,43	1053,60	351,20	2085,45	695,15
200	841,28	280,43	2321,22	773,74	4396,20	1465,40
300	1134,45	378,15	3171,24	1057,08	5734,80	1911,60
400	1405,46	468,49	4015,92	1338,64	6893,10	2297,70
500	1641,83	547,28	4983,90	1661,30	8455,05	2818,35



CORRECCIÓN DEL %CBR						
Nº MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
10	157,43	15,74%	1,243	280,43	18,70%	1,243
5	351,20	35,12%	1,690	773,74	51,58%	1,690
1	695,15	69,52%	2,118	1465,40	97,69%	2,118



Densidad Seca Máxima	2,032		
DSM	%CBR 0,1plg	%CBR 0,2plg	%CBR MAYOR
100%	2,032	61,0%	86,0%

ENSAYOS DEL MATERIAL GRANULAR - MUESTRA#2

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



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



PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV.
 PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO
 SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA
 DE TUNGURAHUA

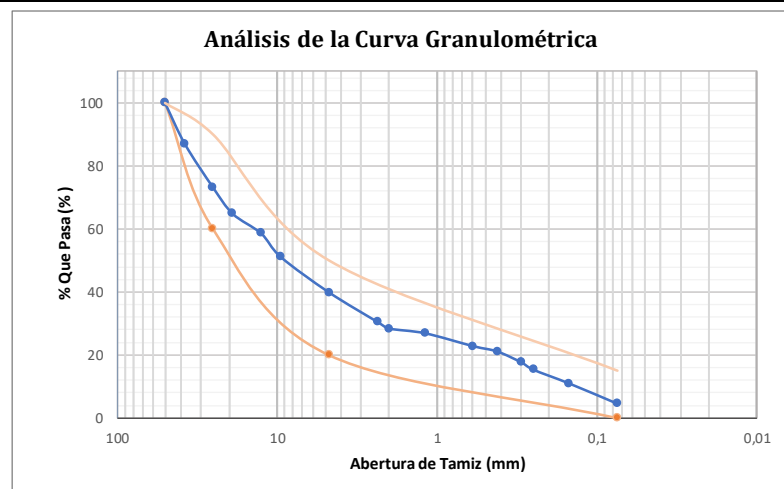
NORMAS	INEN	696 y 697	ASSHTO:	AASHTO T-11 y T27
---------------	-------------	-----------	----------------	-------------------

ID de Muestra:	2	Fecha:	7/10/2023
-----------------------	---	---------------	-----------

Realizado por:	Lucero del Belén Villegas Freire	Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira
-----------------------	----------------------------------	----------------------	-------------------------

# TAMIZ	ABERTUR A (mm)	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	%Retenido Acumulado	% Que Pasa
2	50,8	0	0,00	0,00	100,00
1 1/2	38,1	1308,5	1308,50	13,09	86,91
1	25,4	1378,5	2687,00	26,87	73,13
3/4	19,1	837,5	3524,50	35,25	64,75
1/2	12,7	619,5	4144,00	41,45	58,55
3/8	9,52	757,5	4901,50	49,02	50,98
4	4,76	1119,5	6021,00	60,22	39,78
Fuente		3977,5	3977,50	39,78	-
Total		9998,5			-
8	2,36	236,2	236,2	9,40	30,38
10	2,000	52,1	288,30	11,48	28,30
16	1,190	37,8	326,10	12,98	26,80
30	0,595	102,7	428,80	17,07	22,71
40	0,420	42,8	471,60	18,78	21,00
50	0,297	86,6	558,20	22,23	17,55
60	0,250	58,1	616,30	24,54	15,24
100	0,149	110	726,30	28,92	10,86
200	0,074	162,5	888,80	35,39	4,39
Fuente		110,3	110,30	4,39	
Total		999,1			

GRÁFICA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



RESULTADOS DEL ENSAYO

Tipo de agregado	Base Clase 4		
Error Permitido	1%		
PORCENTAJE DE MATERIAL	CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
Grava (G%)	60	AASHTO	A-1-a
Arena (S%)	35	SUCS	GP
Limo y arcilla (Finos%)	4		



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



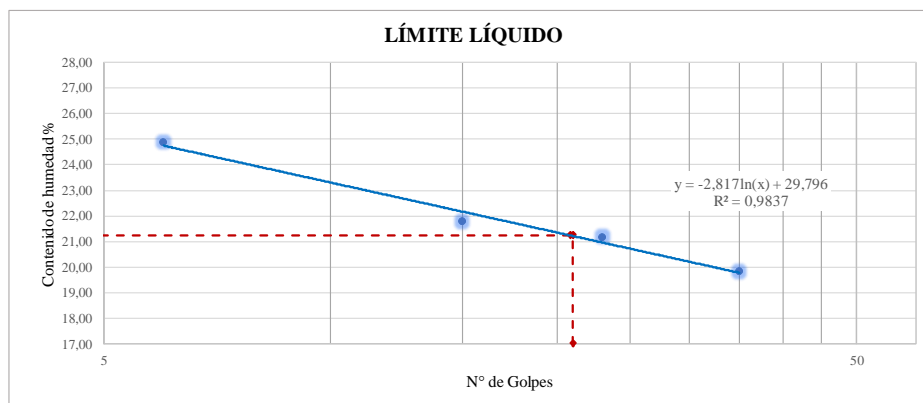
PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO
 KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE
 TUNGURAHUA

NORMAS	AASHTO T-89 -90; ASTM D 4318	Ensayo:	Límites de Atterberg
ID de Muestra:	2	Abscisa:	1+620
Realizado por:	Lucero del Belén Villegas Freire	Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira

ESTABLECER EL LÍMITE LÍQUIDO(LL)

Rango de número de golpes	0-10		10-20		20-30		30-40	
Número de golpes	6		15		23		35	
Número del recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Peso de la cápsula	0,476	0,469	0,46	0,463	0,395	0,474	0,475	0,443
Peso de la cápsula + suelo húmedo	19,302	19,26	18,607	15,798	16,556	14,585	20,222	15,77
Peso de la cápsula + suelo seco	15,573	15,49	15,372	13,048	13,749	12,103	16,932	13,253
Masa agua (Ww)	3,729	3,77	3,235	2,75	2,807	2,482	3,29	2,517
Peso del suelo seco (Ws)	15,097	15,02	14,912	12,585	13,354	11,629	16,457	12,81
Contenido de humedad (ω %)	24,70	25,07	21,69	21,85	21,02	21,34	19,99	19,65
Promedio de contenido de humedad (ω %)	24,89		21,77		21,18		19,82	
Límite Líquido (LL%)	21,25							



LÍMITE PLÁSTICO(LP)

Norma:	AASHTO T- 90 -2013				
Nº Cápsula	V1	V2	V3	V4	V5
Masa cápsula + suelo húmedo	2,04	2,73	2,43	2,35	1,92
Masa cápsula + suelo seco	1,77	2,33	2,10	2,02	1,68
Masa agua (Ww)	0,27	0,40	0,33	0,33	0,24
Masa cápsula	0,45	0,42	0,52	0,44	0,49
Masa suelo seco (Ws)	1,32	1,91	1,58	1,58	1,19
Contenido de humedad (ω %)	20,39	21,01	21,19	21,02	20,37
ω % Promedio	21				

LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido (LL%)	21,25
Límite Plástico (LP%)	20,80
Índice de plasticidad (IP)	0,45



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



PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Norma:	ASTM C-131	Provincia:	Tungurahua
Cantón:	Ambato	Parroquia:	Picaihua
Método:	A	ID Muestra:	2
Ensayado por:	Lucero del Belén Villegas Freire	Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira
RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN (Método B)			
Descripción	Nomenclatura	Unida	Valor
Peso del agregado antes del ensayo	A	gr	5000
Peso del agregado gastado despues del ensayo	B	gr	3297
Pérdida por desgaste	C=A-B	gr	1703
Desgaste del agregado	$D=(C/A)*100$	%	34,06



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO B



PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO
 KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE
 TUNGURAHUA

Muestra	2		Norma:	AASHTO T - 180; ASTM D1557	
Provincia:	Tungurahua	Cantón:	Ambato	Parroquia	Picaihua
Ensayado por:	Lucero del Belén Villegas Freire		Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira	

PROCTOR MODIFICADO TIPO "B"

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Número de golpes	56	Altura de caída (in)	18,0	Masa molde (gr)	14153
Número de capas	5	Peso del martillo (lb)	10,0	Volumen molde (cm3)	2297,29

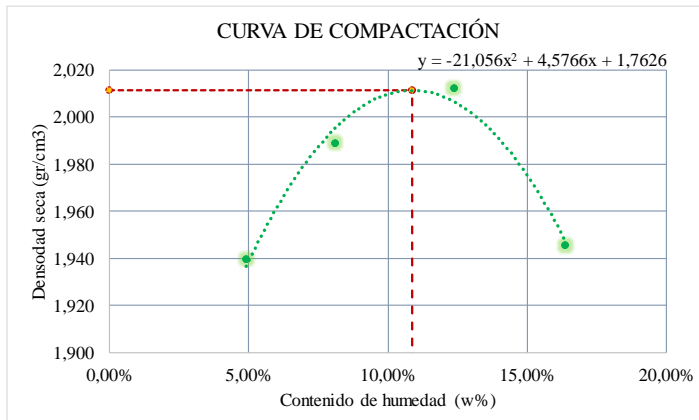
PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo número	1	2	3	4
Masa inicial deseada (gr)	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida (%)	4%	8%	12%	16%
Humedad inicial añadida (cm3)	240	480	720	960
Masa molde + suelo húmedo (gr)	18827	19092	19348	19354
Masa suelo húmedo (gr)	4674	4939	5195	5201
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	2,035	2,150	2,261	2,264

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
N° Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Masa del recipiente	8,061	8,285	31,260	28,751	29,643	29,030	28,794	30,644
Masa suelo hum+recip. (gr)	81,895	87,661	193,640	195,229	194,794	181,613	225,770	212,245
Masa suelo seco+recip. (gr)	78,472	83,908	181,451	182,761	176,320	165,064	196,657	187,961
Masa de agua (gr)	3	4	12	12	18	17	29	24
Masa suelo seco (gr)	70	76	150	154	147	136	168	157
Contenido de humedad W%	4,86%	4,96%	8,12%	8,10%	12,60%	12,17%	17,34%	15,44%
Promedio W%	4,91%		8,11%		12,38%		16,39%	
Peso unitario seco (gr/cm3)	1,939		1,989		2,012		1,945	

GRÁFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



RESULTADOS

Densidad seca máxima ($\gamma_{m\acute{a}x}$):	2,01 gr/cm3	Humedad Óptima (W% óptimo):	10,87% %
--	--------------------	-----------------------------	-----------------



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO

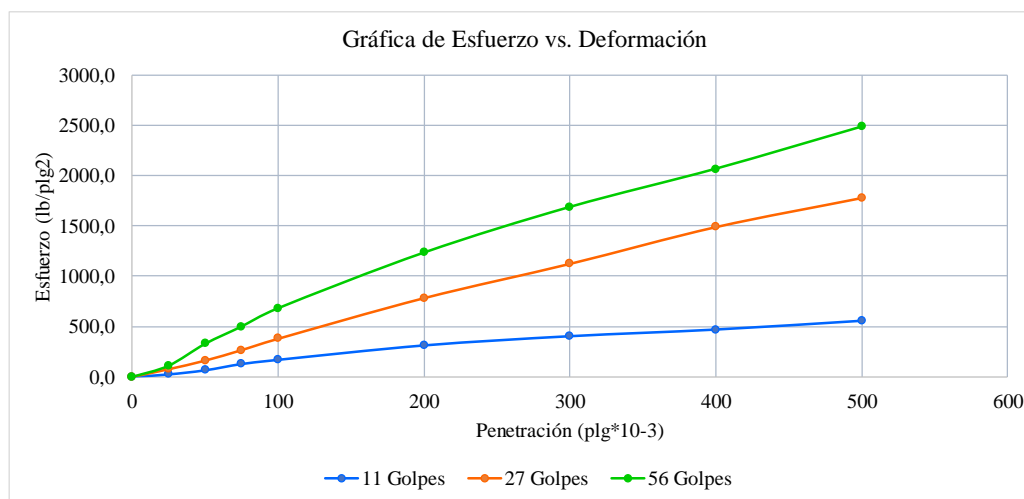


PROYECTO

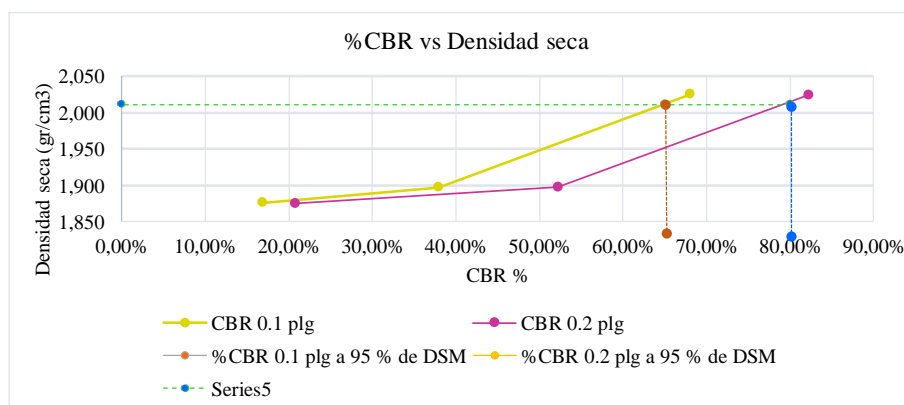
EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Norma:	AASHTO T-193 ; ASTM D 1883		Provincia:	Tungurahua		
Cantón:	Ambato		Parroquia:	Picaihua		
Ensayado por:	Lucero del Belén Villegas Freire		Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira		
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
Número de golpes	56	Altura de caída (in)	18,0	Densidad seca Máx:	2,01	
Número de capas	5	Peso del martillo (lb)	10,0	W% óptimo:	0,109	
Molde	10		5	1		
Dimensiones	Diámetro	15	Diámetro	15	Diámetro	15
	Altura	12,5	Altura	12,5	Altura	12,5
PROCESO DE COMPACTACIÓN						
N° de golpes	11		27	56		
Muestra húmeda + molde (gr)	12980		13385	14554		
Masa Molde (gr)	8323		8689	9587		
Masa muestra húmeda (gr)	4657		4696	4967		
Volumen muestra (cm ³)	2208,93		2208,93	2208,93		
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	2,108		2,126	2,249		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
N° Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Masa del recipiente	1,952	1,970	1,938	1,949	1,997	1,971
Masa suelo hum+recip. (gr)	91,445	104,952	128,116	95,113	136,064	119,260
Masa suelo seco+recip. (gr)	81,903	93,177	115,184	84,649	123,306	107,045
Masa de agua (gr)	9,54	11,78	12,93	10,46	12,76	12,22
Masa suelo seco (gr)	79,95	91,21	113,25	82,70	121,31	105,07
Contenido de humedad W%	11,93%	12,91%	11,42%	12,65%	10,52%	11,63%
Promedio W%	12,42%		12,04%	11,07%		
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1,875		1,898	2,0245		
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	13005		13403	14694		
Masa Molde (gr)	8323		8689	9587		
Masa muestra húmeda (gr)	4682		4714	5107		
Volumen muestra (cm ³)	2208,93		2208,93	2208,93		
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	2,120		2,134	2,312		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
N° Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Masa del recipiente	1,952	1,970	1,938	1,949	1,997	1,971
Masa suelo hum+recip. (gr)	104,537	119,431	135,282	140,463	107,656	120,660
Masa suelo seco+recip. (gr)	80,572	90,589	105,131	106,965	90,500	85,472
Masa de agua (gr)	23,97	28,84	30,15	33,50	17,16	35,19
Masa suelo seco (gr)	78,62	88,62	103,19	105,02	88,50	83,50
Contenido de humedad W%	30,48%	32,55%	29,22%	31,90%	19,38%	42,14%
Promedio W%	31,51%		30,56%	30,76%		

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
N° Molde	10		5		1	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
25	76,00	25,33	230,4	76,80	333,60	111,20
50	196,60	65,53	486	162,00	983,30	327,77
75	383,00	127,67	798,5	266,17	1499,60	499,87
100	506,60	168,87	1135,8	378,60	2043,00	681,00
200	933,70	311,23	2346,7	782,23	3699,00	1233,00
300	1206,70	402,23	3368,7	1122,90	5056,60	1685,53
400	1403,80	467,93	4463,6	1487,87	6193,20	2064,40
500	1663,80	554,60	5330,6	1776,87	7447,30	2482,43



CORRECCIÓN DEL %CBR						
N° MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
10	168,87	16,89%	1,875	311,23	20,75%	1,875
5	378,60	37,86%	1,898	782,23	52,15%	1,898
1	681,00	68,10%	2,024	1233,00	82,20%	2,024



Densidad Seca Máxima	2,011		
DSM	%CBR 0.1plg	%CBR 0.2plg	%CBR MAYOR
100%	2,011	65,0%	80,0%

ENSAYOS DEL MATERIAL GRANULAR - MUESTRA#3

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



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



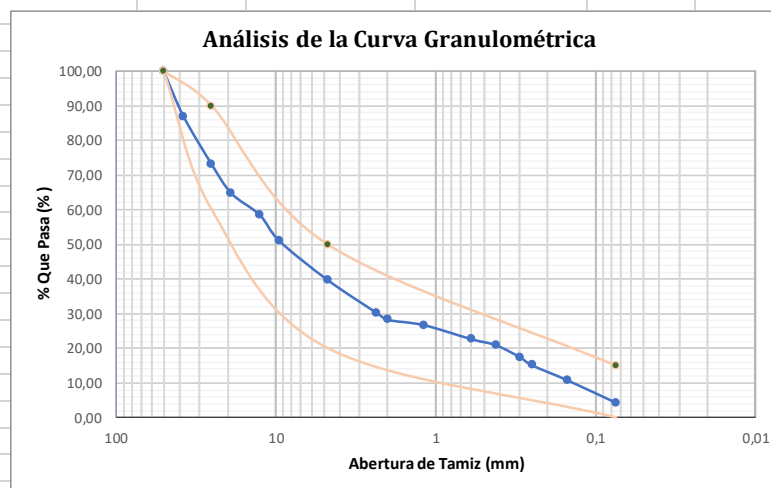
PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

NORMAS	INEN	696 y 697	ASSHTO:	AASHTO T-11 y T27
ID de Muestra:		3	Fecha:	7/10/2023
Realizado por:	Lucero del Belén Villegas Freire		Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira

# TAMIZ	ABERTUR A (mm)	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	%Retenido Acumulado	% Que Pasa
2	50,8	0	0,00	0,00	100,00
1 1/2	38,1	1289,8	1289,80	12,90	87,10
1	25,4	1268,8	2558,60	25,59	74,41
3/4	19,1	540,8	3099,40	31,00	69,00
1/2	12,7	780,6	3880,00	38,81	61,19
3/8	9,52	895,8	4775,80	47,77	52,23
4	4,76	1316,8	6092,60	60,94	39,06
Fuente		3905,8	3905,80	39,06	-
Total		9998,4			-
8	2,38	229,82	229,82		39,78
10	2,000	57,41	287,23	11,43	28,35
16	1,190	38,8	326,03	12,97	26,81
30	0,595	110,9	436,93	17,38	22,40
40	0,420	46,21	483,14	19,22	20,56
50	0,297	89,5	572,64	22,78	17,00
60	0,250	50,31	622,95	24,78	15,00
100	0,149	119,81	742,76	29,55	10,23
200	0,074	148,61	891,37	35,46	4,32
Fuente		108,53	108,53	4,32	
Total		999,9			

GRÁFICA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



RESULTADOS DEL ENSAYO

Tipo de agregado	Base Clase 4		
Error Permitido	1%		
PORCENTAJE DE MATERIAL	CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
Grava (G%)	61	AASHTO	A-1-a
Arena (S%)	35	SUCS	GP
Limo y arcilla (Finos%)	4		



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



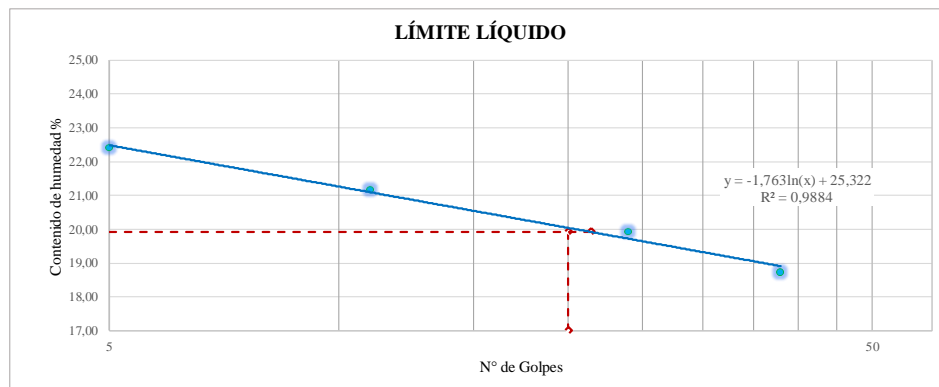
PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

NORMAS	AASHTO T-89 -90; ASTM D 4318		Ensayo:	Límites de Atterberg	
ID de Muestra:	3	Abscisa:	2+295	Fecha:	6/10/2023
Realizado por:	Lucero del Belén Villegas Freire		Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira	

ESTABLECER EL LÍMITE LÍQUIDO(LL)

Rango de número de golpes	0-10		10-20		20-30		30-40	
	5		11		24		38	
Número de golpes	5		11		24		38	
Número del recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Peso de la cápsula	1,897	1,896	1,902	1,935	1,93	1,914	1,941	1,939
Peso de la cápsula + suelo húmedo	22,923	24,245	22,894	21,313	21,422	19,38	23,477	19,284
Peso de la cápsula + suelo seco	19,082	20,15	19,195	17,956	18,176	16,487	20,093	16,538
Masa agua (Ww)	3,841	4,10	3,699	3,357	3,246	2,893	3,384	2,746
Peso del suelo seco (Ws)	17,185	18,25	17,293	16,021	16,246	14,573	18,152	14,599
Contenido de humedad (ω %)	22,35	22,43	21,39	20,95	19,98	19,85	18,64	18,81
Promedio de contenido de humedad (ω %)	22,39		21,17		19,92		18,73	
Límite Líquido (LL%)	19,92							



LÍMITE PLÁSTICO(LP)

Norma:	AASHTO T- 90 -2013				
Nº Cápsula	V1	V2	V3	V4	V5
Masa cápsula + suelo húmedo	2,38	2,39	2,29	2,36	2,76
Masa cápsula + suelo seco	2,04	2,06	1,99	1,97	2,41
Masa agua (Ww)	0,34	0,33	0,30	0,39	0,35
Masa cápsula	0,49	0,49	0,51	0,45	0,47
Masa suelo seco (Ws)	1,55	1,57	1,48	1,52	1,93
Contenido de humedad (ω %)	22,17	21,01	20,14	25,54	18,10
ω % Promedio	21				

LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido (LL%)	19,92
Límite Plástico (LP%)	21,39
Índice de plasticidad (IP)	-1,47



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



PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Norma:	ASTM C-131	Provincia:	Tungurahua
Cantón:	Ambato	Parroquia:	Picaihua
Método:	A	ID Muestra:	3
Ensayado por:	Lucero del Belén Villegas Freire	Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira
RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN (Método B)			
Descripción	Nomenclatura	Unida	Valor
Peso del agregado antes del ensayo	A	gr	5000
Peso del agregado gastado después del ensayo	B	gr	3387
Pérdida por desgaste	C=A-B	gr	1613
Desgaste del agregado	$D=(C/A)*100$	%	32,26



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO B



PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Muestra	3			Norma:	AASHTO T - 180; ASTM D1557
Provincia:	Tungurahua	Cantón:	Ambato	Parroquia	Picaihua
Ensayado por:	Lucero del Belén Villegas Freire	Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira		

PROCTOR MODIFICADO TIPO "B"

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Número de golpes	56	Altura de caída (in)	18,0	Masa molde (gr)	12985
Número de capas	5	Peso del martillo (lb)	10,0	Volumen molde (cm3)	2297,29

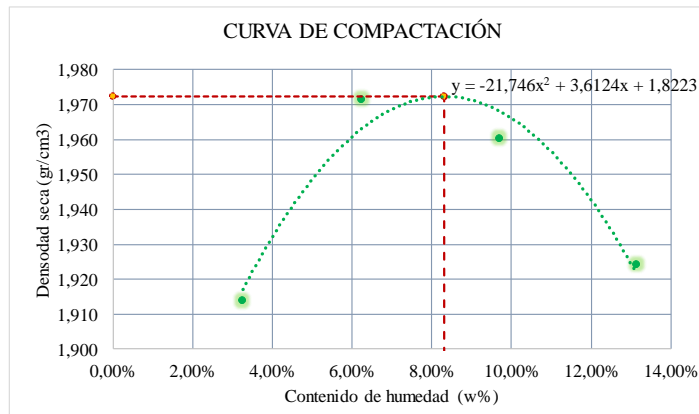
PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo número	1	2	3	4
Masa inicial deseada (gr)	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida (%)	3%	6%	9%	12%
Humedad inicial añadida (cm3)	180	360	540	720
Masa molde + suelo húmedo (gr)	17525	17797	17925	17986
Masa suelo húmedo (gr)	4540	4812	4940	5001
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,976	2,095	2,150	2,177

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
N° Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Masa del recipiente	9,327	9,589	9,456	9,628	9,651	9,258	9,469	2,021
Masa suelo hum+recip. (gr)	99,476	94,582	113,200	92,571	99,419	104,619	84,354	89,899
Masa suelo seco+recip. (gr)	96,799	91,739	107,081	87,714	91,033	96,680	75,565	79,801
Masa de agua (gr)	3	3	6	5	8	8	9	10
Masa suelo seco (gr)	87	82	98	78	81	87	66	78
Contenido de humedad W%	3,06%	3,46%	6,27%	6,22%	10,30%	9,08%	13,30%	12,98%
Promedio W%	3,26%		6,24%		9,69%		13,14%	
Peso unitario seco (gr/cm3)	1,914		1,972		1,960		1,924	

GRÁFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



RESULTADOS

Densidad seca máxima ($\gamma_{m\acute{a}x}$):	1,97 gr/cm3	Humedad Óptima (W% óptimo):	8,31%
--	--------------------	-----------------------------	--------------



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO



PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Norma:	AASHTO T-193 ; ASTM D 1883	Provincia:	Tungurahua
Cantón:	Ambato	Parroquia:	Picaihua
Ensayado por:	Lucero del Belén Villegas Freire	Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Número de golpes	56	Altura de caída (in)	18,0	Densidad seca Máx:	1,97	
Número de capas	5	Peso del martillo (lb)	10,0	W% óptimo:	0,083	
Molde	2		18	12		
Dimensiones	Diámetro	15	Diámetro	15,2	Diámetro	15,2
	Altura	12,5	Altura	12,5	Altura	12,5

PROCESO DE COMPACTACIÓN

N° de golpes	11	27	56
Muestra húmeda + molde (gr)	10309	11011	12695
Masa Molde (gr)	7383	7003	7735
Masa muestra húmeda (gr)	2926	4008	4960
Volumen muestra (cm ³)	2208,93	2268,23	2268,23
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1,325	1,767	2,187

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Masa del recipiente	2,023	2,007	2,056	1,976	1,970	1,924
Masa suelo hum+recip. (gr)	127,147	98,787	127,373	103,329	126,477	113,242
Masa suelo seco+recip. (gr)	115,606	89,949	114,555	93,964	115,418	104,622
Masa de agua (gr)	11,54	8,84	12,82	9,36	11,06	8,62
Masa suelo seco (gr)	113,58	87,94	112,50	91,99	113,45	102,70
Contenido de humedad W%	10,16%	10,05%	11,39%	10,18%	9,75%	8,39%
Promedio W%	10,11%		10,79%		9,07%	
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1,203		1,595		2,0049	

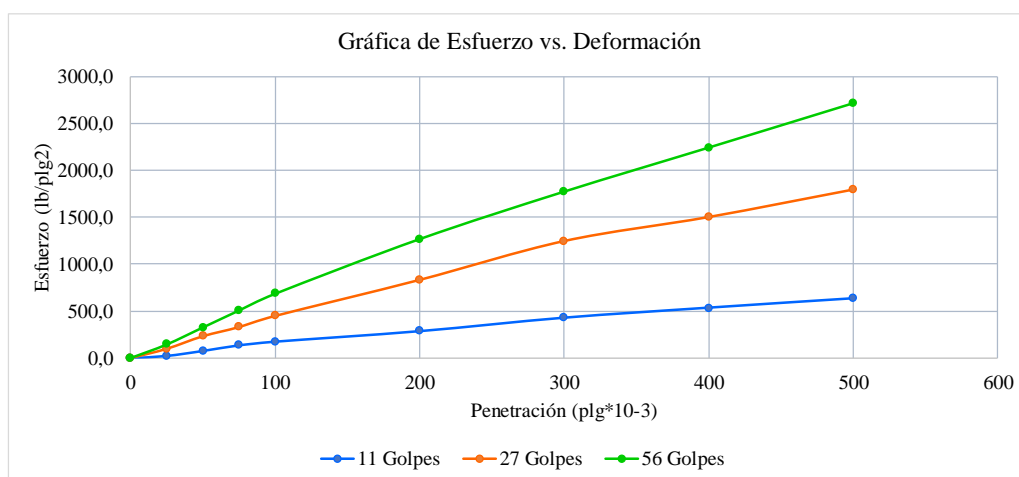
DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Muestra húmeda + molde (gr)	10534	11310	12898
Masa Molde (gr)	7383	7003	7735
Masa muestra húmeda (gr)	3151	4307	5163
Volumen muestra (cm ³)	2208,93	2268,23	2268,23
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1,426	1,899	2,276

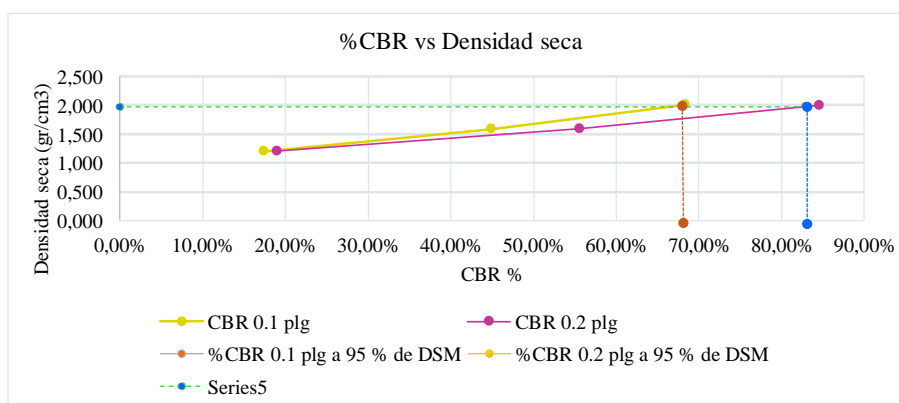
CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Masa del recipiente	2,023	2,007	2,056	1,976	1,970	1,924
Masa suelo hum+recip. (gr)	130,250	129,989	103,173	96,208	124,346	107,795
Masa suelo seco+recip. (gr)	104,972	105,455	83,007	78,262	99,775	86,165
Masa de agua (gr)	25,28	24,53	20,17	17,95	24,57	21,63
Masa suelo seco (gr)	102,95	103,45	80,95	76,29	97,81	84,24
Contenido de humedad W%	24,55%	23,72%	24,91%	23,52%	25,12%	25,68%
Promedio W%	24,14%		24,22%		25,40%	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
N° Molde	2		18		12	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
25	69,6	23,20	296,60	98,87	433,80	144,60
50	225,8	75,27	696,30	232,10	975,60	325,20
75	403,6	134,53	989,50	329,83	1517,50	505,83
100	520,3	173,43	1345,60	448,53	2052,08	684,03
200	853,4	284,47	2496,60	832,20	3800,18	1266,73
300	1279,4	426,47	3736,50	1245,50	5317,88	1772,63
400	1596,6	532,20	4503,10	1501,03	6724,88	2241,63
500	1893,8	631,27	5379,80	1793,27	8142,45	2714,15



CORRECIÓN DEL %CBR						
N° MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
2	173,43	17,34%	1,203	284,47	18,96%	1,203
18	448,53	44,85%	1,595	832,20	55,48%	1,595
12	684,03	68,40%	2,005	1266,73	84,45%	2,005



Densidad Seca Máxima	1,972				
DSM		%CBR 0.1plg	%CBR 0.2plg	%CBR MAYOR	
100%	1,972	68,0%	83,0%	83,0%	

ENSAYOS DEL MATERIAL GRANULAR - MUESTRA#4

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

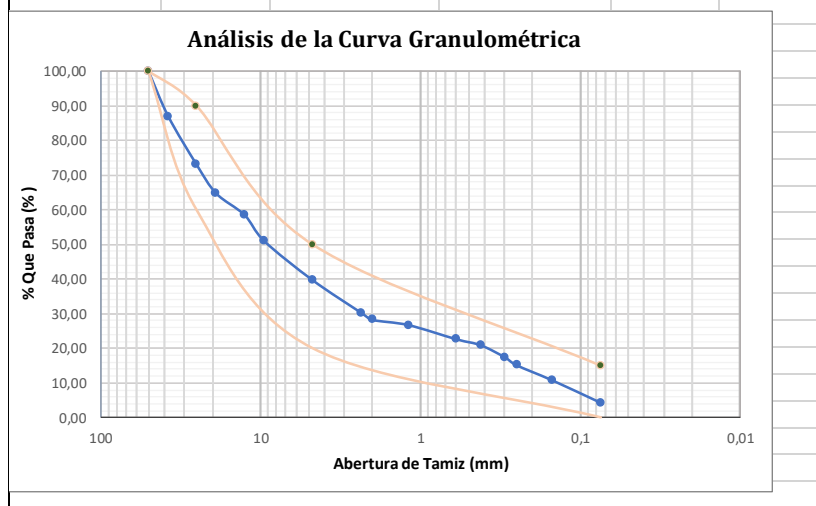
PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

NORMAS	INEN	696 y 697	ASSHTO:	AASHTO T-11 y T27
ID de Muestra:	4		Fecha:	7/10/2023
Realizado por:	Lucero del Belén Villegas Freire		Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira

# TAMIZ	ABERTUR A (mm)	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	%Retenido Acumulado	% Que Pasa
2	50,8	0	0,00	0,00	100,00
1 1/2	38,1	1310,3	1310,30	13,10	86,90
1	25,4	1257,6	2567,90	25,68	74,32
3/4	19,1	609,3	3177,20	31,78	68,22
1/2	12,7	759,8	3937,00	39,38	60,62
3/8	9,52	881,9	4818,90	48,20	51,80
4	4,76	1249,9	6068,80	60,70	39,30
Fuente		3929,9	3929,90	39,30	-
Total		9998,7			-
8	2,38	238,8	238,8	9,51	30,27
10	2,000	65,6	304,40	12,12	27,66
16	1,190	37,7	342,10	13,62	26,16
30	0,595	95,7	437,80	17,43	22,35
40	0,420	38,6	476,40	18,97	20,81
50	0,297	82,5	558,90	22,26	17,52
60	0,250	52	610,90	24,33	15,45
100	0,149	109,5	720,40	28,69	11,09
200	0,074	149,6	870,00	34,65	5,13
Fuente		128,9	128,90	5,13	
Total		998,9			

GRÁFICA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



RESULTADOS DEL ENSAYO

Tipo de agregado		Base Clase 4	
Error Permitido	1%		
PORCENTAJE DE MATERIAL		CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
Grava (G%)	61	AASHTO	A-1-a
Arena (S%)	34	SUCS	GP
Limo y arcilla (Finos%)	5		



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



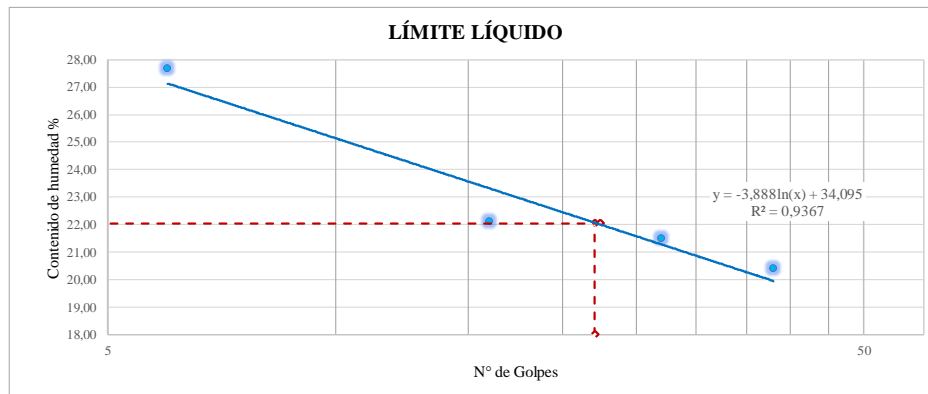
PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

NORMAS	AASHTO T-89 -90; ASTM D 4318		Ensayo:	Límites de Atterberg	
ID de Muestra:	4	Abscisa:	3+537	Fecha:	6/10/2023
Realizado por:	Lucero del Belén Villegas Freire		Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira	

ESTABLECER EL LÍMITE LÍQUIDO (LL)

Rango de número de golpes	0-10		10-20		20-30		30-40	
Número de golpes	6		16		27		38	
Número del recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Peso de la cápsula	0,517	0,483	0,525	0,465	0,468	0,557	0,446	0,545
Peso de la cápsula + suelo húmedo	23,395	21,57	17,962	15,893	19,732	20,985	17,516	22,167
Peso de la cápsula + suelo seco	18,033	17,39	14,798	13,105	16,31	17,386	14,631	18,489
Masa agua (Ww)	5,362	4,18	3,164	2,788	3,422	3,599	2,885	3,678
Peso del suelo seco (Ws)	17,516	16,91	14,273	12,64	15,842	16,829	14,185	17,944
Contenido de humedad (ω %)	30,61	24,69	22,17	22,06	21,60	21,39	20,34	20,50
Promedio de contenido de humedad (ω%)	27,65		22,11		21,49		20,42	
Límite Líquido (LL%)	22,03							



LÍMITE PLÁSTICO (LP)

Norma:	AASHTO T- 90 -2013				
Nº Cápsula	V1	V2	V3	V4	V5
Masa cápsula + suelo húmedo	2,28	2,77	2,37	2,19	1,87
Masa cápsula + suelo seco	1,99	2,34	2,02	1,87	1,62
Masa agua (Ww)	0,29	0,43	0,36	0,32	0,25
Masa cápsula	0,51	0,50	0,51	0,49	0,50
Masa suelo seco (Ws)	1,49	1,84	1,51	1,38	1,13
Contenido de humedad (ω %)	19,50	23,39	23,56	23,33	22,22
ω % Promedio	22				

LÍMITES DE ATTENBERG

Límite Líquido (LL%)	22,03
Límite Plástico (LP%)	22,40
Índice de plasticidad (IP)	-0,37



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



PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Norma:	ASTM C-131	Provincia:	Tungurahua
Cantón:	Ambato	Parroquia:	Picaihua
Método:	A	ID Muestra:	4
Ensayado por:	Lucero del Belén Villegas Freire	Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira

RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN (Método B)

Descripción	Nomenclatura	Unida	Valor
Peso del agregado antes del ensayo	A	gr	5000
Peso del agregado gastado después del ensayo	B	gr	3369,1
Pérdida por desgaste	C=A-B	gr	1630,9
Desgaste del agregado	$D=(C/A)*100$	%	32,618



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO B



PROYECTO

EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Muestra	4		Norma:	AASHTO T - 180; ASTM D1557	
Provincia:	Tungurahua	Cantón:	Ambato	Parroquia	Picaihua
Ensayado por:	Lucero del Belén Villegas Freire	Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira		

PROCTOR MODIFICADO TIPO "B"

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Número de golpes	56	Altura de caída (in)	18,0	Masa molde (gr)	12985
Número de capas	5	Peso del martillo (lb)	10,0	Volumen molde (cm3)	2297,29

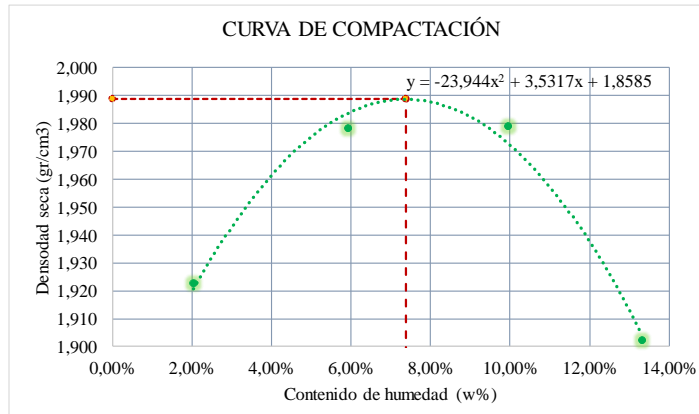
PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo número	1	2	3	4
Masa inicial deseada (gr)	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida (%)	0%	4%	8%	12%
Humedad inicial añadida (cm3)	0	240	480	720
Masa molde + suelo húmedo (gr)	17492	17799	17984	17936
Masa suelo húmedo (gr)	4507	4814	4999	4951
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,962	2,096	2,176	2,155

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Nº Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Masa del recipiente	28,746	1,917	28,888	29,201	29,652	30,597	1,926	28,752
Masa suelo hum+recip. (gr)	174,100	99,700	124,787	103,379	140,853	132,578	109,736	166,875
Masa suelo seco+recip. (gr)	171,642	97,438	119,823	98,911	130,382	123,682	96,572	151,290
Masa de agua (gr)	2	2	5	4	10	9	13	16
Masa suelo seco (gr)	143	96	91	70	101	93	95	123
Contenido de humedad W%	1,72%	2,37%	5,46%	6,41%	10,40%	9,56%	13,91%	12,72%
Promedio W%	2,04%		5,93%		9,98%		13,31%	
Peso unitario seco (gr/cm3)	1,923		1,978		1,979		1,902	

GRÁFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



RESULTADOS

Densidad seca máxima ($\gamma_{m\acute{a}x}$):	1,99 gr/cm3	Humedad Óptima (W% óptimo):	7,37%
--	--------------------	-----------------------------	--------------



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO

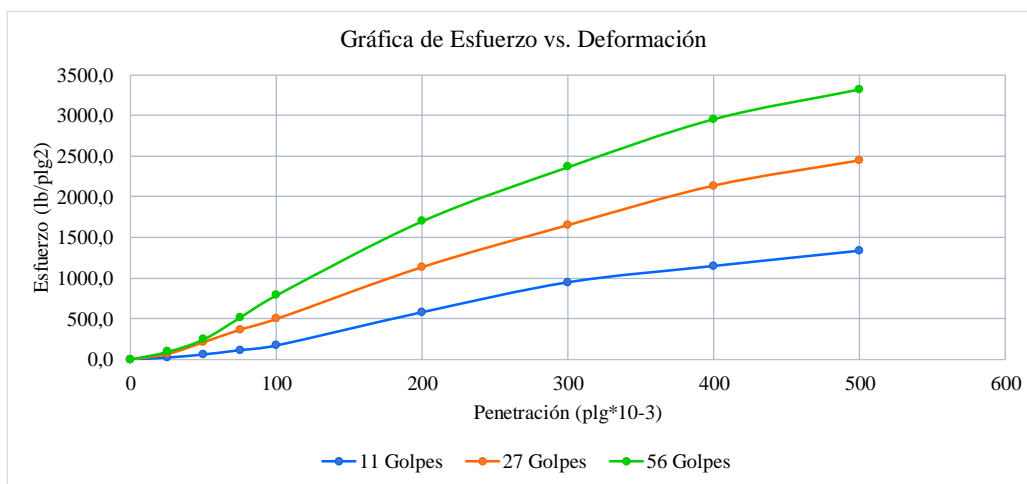


PROYECTO

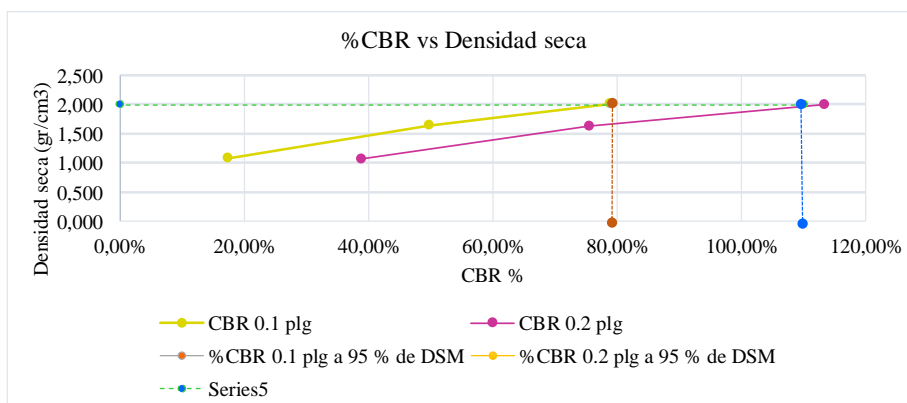
EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. PITÁGORAS DESDE EL REDONDEL DE TERREMOTO KM 0+000 HASTA EL CASERÍO SAN LUIS KM 4+000 DE LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Norma:	AASHTO T-193 ; ASTM D 1883		Provincia:	Tungurahua		
Cantón:	Ambato		Parroquia:	Picaihua		
Ensayado por:	Lucero del Belén Villegas Freire		Revisado por:	Ing. Mg Fricson Moreira		
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
Número de golpes	56	Altura de caída (in)	18,0	Densidad seca Máx:	1,99	
Número de capas	5	Peso del martillo (lb)	10,0	W% óptimo:	0,074	
Molde	2		18	12		
Dimensiones	Diámetro	15	Diámetro	15,2	Diámetro	15,2
	Altura	12,5	Altura	12,5	Altura	12,5
PROCESO DE COMPACTACIÓN						
Nº de golpes	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	10075		11035		13657	
Masa Molde (gr)	7483		7003		8735	
Masa muestra húmeda (gr)	2592		4032		4922	
Volumen muestra (cm ³)	2208,93		2268,23		2268,23	
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1,173		1,778		2,170	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Nº Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Masa del recipiente	1,035	1,932	1,951	2,034	2,031	1,982
Masa suelo hum+recip. (gr)	84,809	96,536	131,362	89,536	104,893	105,621
Masa suelo seco+recip. (gr)	78,129	88,492	121,631	82,209	97,165	97,838
Masa de agua (gr)	6,68	8,04	9,73	7,33	7,73	7,78
Masa suelo seco (gr)	77,09	86,56	119,68	80,18	95,13	95,86
Contenido de humedad W%	8,66%	9,29%	8,13%	9,14%	8,12%	8,12%
Promedio W%	8,98%		8,63%		8,12%	
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1,077		1,636		2,0070	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	10251		11173		13745	
Masa Molde (gr)	7483		7003		8735	
Masa muestra húmeda (gr)	2768		4170		5010	
Volumen muestra (cm ³)	2208,93		2268,23		2268,23	
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1,253		1,838		2,209	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Nº Recipiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Masa del recipiente	1,035	1,932	1,951	2,034	2,031	1,982
Masa suelo hum+recip. (gr)	96,056	93,690	101,847	83,052	64,440	83,445
Masa suelo seco+recip. (gr)	78,258	75,961	83,236	67,495	54,568	70,797
Masa de agua (gr)	17,80	17,73	18,61	15,56	9,87	12,65
Masa suelo seco (gr)	77,22	74,03	81,29	65,46	52,54	68,82
Contenido de humedad W%	23,05%	23,95%	22,90%	23,77%	18,79%	18,38%
Promedio W%	23,50%		23,33%		18,59%	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
N° Molde	2		18		12	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
25	73,9	24,63	198,60	66,20	276,50	92,17
50	186,8	62,27	633,80	211,27	735,90	245,30
75	346,8	115,60	1096,99	365,66	1539,30	513,10
100	517,8	172,60	1489,60	496,53	2363,10	787,70
200	1738,6	579,53	3396,50	1132,17	5096,80	1698,93
300	2839,1	946,37	4939,60	1646,53	7093,50	2364,50
400	3438,6	1146,20	6390,10	2130,03	8866,20	2955,40
500	3998,9	1332,97	7320,00	2440,00	9966,50	3322,17



CORRECIÓN DEL %CBR						
N° MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
2	172,60	17,26%	1,077	579,53	38,64%	1,077
18	496,53	49,65%	1,636	1132,17	75,48%	1,636
12	787,70	78,77%	2,007	1698,93	113,26%	2,007



Densidad Seca Máxima	1,989			
DSM		%CBR 0.1plg	%CBR 0.2plg	%CBR MAYOR
100%	1,989	79,0%	110,0%	100,0%

ANEXO D

● ESPECIFICACIONES

TÉNICAS

1. Remoción del asfalto existente (incluye desalojo)

1.1 **Definición:** Se entenderá por remoción al levantamiento de pavimento asfáltico flexible, la operación consistente en remover toda la carpeta asfáltica.

1.2 **Procedimiento de trabajo:** El desbroce y limpieza se efectuará por medios eficaces, manuales y mecánicos, los cuales deberán estar a entera satisfacción de la fiscalización. Por lo general, se efectuará dentro de los límites y áreas de construcción indicados en los planos y ubicaciones de las vías a ser intervenidas, procediéndose continuamente a realizar todo desalojo de material que resultare del desarrollo de este rubro.

1.3 **Disposición de materiales removidos:** Todos los materiales no aprovechables provenientes del Desbroce y Limpieza serán retirados y depositados en los sitios indicados en los planos o escogidos por el Contratista, con la aprobación del Fiscalizador. No se permitirá el depósito de residuos ni escombros en áreas dentro del derecho de vía, donde sería visible desde el camino terminado, a menos que se los entierre o coloque de tal manera que no altere el paisaje. Tampoco se permitirá que se quemen los materiales removidos.

1.4 **Equipo mínimo:** Herramienta menor, cortadora de piso, retroexcavadora y volqueta.

1.5 **Personal mínimo:** Peón, maestro y operador de obra civil.

1.6 **Medición:** La remoción asfalto se medirá en metros cúbicos. El acarreo interno y desalojo producto de la rotura de pavimentos flexible está considerado en el presente rubro y no se pagará por separado.

1.7 **Pago:** Se pagará el precio unitario establecido en la tabla de cantidades y precios del contrato. En todo caso, deberá ser aprobada por la fiscalización.

ítem	Rubro	Unidad
1	Remoción de asfalto existente	M3

2. Remoción de base existente

2.1 **Definición:** Se entenderá por remoción, al retirar provisión y a la operación de construcción de capas de base compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribados.

2.2 **Procedimiento de trabajo:**

Levantamiento: Se entenderá por levantamiento de base a la operación consistente en remover la base de la vía. Cuando el material producto de pavimentos pueda ser utilizado posteriormente en la reconstrucción de estos, deberá ser dispuesto a uno o en ambos lados del área a rehabilitar, en forma tal que no sufran deterioro alguno ni cause interferencia con la prosecución de trabajos de construcción; en caso contrario, deberá ser retirado hasta el banco de desperdicio de las Iguanas que señala el proyecto y/o la fiscalización.

2.3 **Equipo mínimo:** Herramienta menor, retroexcavadora, volqueta.

2.4 **Personal mínimo:** Maestro y operador de obra civil.

2.5 **Material mínimo:** Base existente.

2.6 **Medición:** La remoción en metros cubicos. El acarreo interno y desalojo producto de mejorar la carpeta asfáltica está considerado en el presente rubro y no se pagará por separado.

2.7 **Pago:** Se pagará el precio unitario establecido en la tabla de cantidades y precios del contrato. En todo caso, deberá ser aprobada por la fiscalización.

ítem	Rubro	Unidad
2	Remoción de Base existente	M3

3. **Reposición de base clase 4 incluye transporte**

3.1 **Definición:** Se entenderá reposición al implementar compactar el material triturado, la operación de construcción de capas de base compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos. La capa de base se colocará sobre una sub-base 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 especiales.

3.2 Procedimiento de trabajo:

Reposición: La superficie de la sub-base deberá hallarse terminada, conforme a los requerimientos estipulados para la Sección 404. Deberá, así mismo, hallarse libre de cualquier material extraño, antes de iniciar el transporte del material de base a la vía.

3.3 **Equipo mínimo:** Herramienta menor, retroexcavadora, volqueta, motoniveladora para distribución, para mezclado, esparcimiento, y conformación, camión cisterna y rodillo liso

3.4 **Ensayos y Tolerancia:** La granulometría del material de base será comprobada mediante el ensayo INEN 696 y 697 (AASHTO T-11 y T 27), el mismo que se llevará a cabo al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente después del mezclado final en el camino. Sin embargo, de haber sido comprobada la granulometría en planta, el Contratista continuará con la obligación de mantenerla en la obra.

3.5 **Personal mínimo:** Peón, maestro y operador de obra civil.

3.6 **Material mínimo:** Las bases de agregados podrán ser de las clases indicadas a continuación, de acuerdo con el tipo de materiales por emplearse.

La clase y tipo de base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. En todo caso, el límite líquido de la fracción que pase el tamiz N° 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

Clase 4: Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de conformidad con lo establecido en la subsección 814-3 y graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 404-1.4.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
2" (50.8 mm.)	100
1" (25.4 mm.)	60 - 90
Nº 4 (4.76 mm.)	20 - 50
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15

3.7 **Medición:** La remoción y reposición de base se medirán en metros cubicos. El acarreo interno y desalojo producto de mejorar la carpeta asfáltica está considerado en el presente rubro y no se pagará por separado.

3.8 **Pago:** Se pagará el precio unitario establecido en la tabla de cantidades y precios del contrato. En todo caso, deberá ser aprobada por la fiscalización.

ítem	Rubro	Unidad
3	Reposición de Base clase 4 incluye transporte	M3

4. Replanteo y nivelación de la vía

4.1 **Definición:** Este trabajo incluye la limpieza del terreno necesario para realizar el trabajo del contrato de acuerdo con estas especificaciones y otros documentos del contrato. Todos los troncos, setos, arbustos y otra vegetación deberán ser retirados de las áreas indicadas en los planos o por el inspector; además de hojarasca. Esta sección también cubre la remoción de tierra (malezas) descrito en los planos o hasta la profundidad indicada por el inspector y eliminación del material resultante de la limpieza y otras medidas similares de desalojo de una manera satisfactoria para el inspector.

4.2 **Procedimiento de trabajo:** El desbroce y limpieza se efectuará por medios eficaces, manuales y mecánicos, los cuales deberán estar a entera satisfacción de la fiscalización. Por lo general, se efectuará dentro de los límites y áreas de construcción indicados en los planos y ubicaciones de las vías a ser intervenidas, procediéndose continuamente a realizar todo desalojo de material que resultare del desarrollo de este rubro.

En las zonas que deban ser cubiertas por terraplenes y en que haya que eliminar la capa vegetal, material inadecuado, tocones o raíces, se emparejará y compactará la superficie resultante luego de eliminar tales materiales.

Todos estos trabajos deberán realizarse en forma tal que no afecten la vegetación, construcciones, edificaciones, servicios públicos, etc., que se encuentren en las áreas laterales colindantes.

No podrá iniciarse el movimiento de tierras en ningún tramo del proyecto mientras las operaciones de Desbroce y Limpieza de las áreas señaladas, en dicho tramo, no hayan sido totalmente concluidas en forma satisfactoria de la Fiscalización, y, de acuerdo, con el programa de trabajo aprobado.

4.3 Disposición de materiales removidos: Todos los materiales no aprovechables provenientes del Desbroce y Limpieza serán retirados y depositados en los sitios indicados en los planos o escogidos por el Contratista, con la aprobación del Fiscalizador. No se permitirá el depósito de residuos ni escombros en áreas dentro del derecho de vía, donde sería visible desde el camino terminado, a menos que se los entierre o coloque de tal manera que no altere el paisaje. Tampoco se permitirá que se quemen los materiales removidos.

4.4 Equipo mínimo: Herramienta menor, motoniveladora, camión cisterna, cargadora frontal, volqueta.

4.5 Personal mínimo: Peón, operador de motoniveladora, chofer de tanquero, operador de cargadora frontal, chofer de volqueta.

4.6 Material mínimo: Agua

4.7 Medición: Para la medición del rubro Desbroce y Limpieza la unidad de medida será el metro cuadrado, medido en la obra, en su proyección horizontal de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados, incluyendo las zonas de préstamo, canteras y minas dentro de la zona del camino y las fuentes de trabajo aprovechadas fuera de dicha zona, que estén señaladas en los planos como fuentes designadas u opcionales al Contratista.

Este precio y pago constituirá la compensación total por eliminación, retiro, desecho y transporte de todos los materiales provenientes del Desbroce y Limpieza, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarios para ejecutar los trabajos descritos en esta Sección.

4.8 **Pago:** La cantidad determinada en la forma indicada en el párrafo anterior, será pagada a los precios contractuales señalados para el rubro designado y que conste en el contrato.

ítem	Rubro	Unidad
4	Replanteo y nivelación de la vía	km

5. Subbase clase 2

5.1 **Definición:** este trabajo consiste en la construcción de capas sub-base que consisten en agregado obtenidos por trituración o cribado y debe cumplir con los requisitos de la sección 8.16. La capa se colocará previamente sobre la subrasante la cual fue preparada previamente de acuerdo los planos.

Materiales: Las sub-bases de agregados se clasifican como se indica a continuación, de acuerdo con los materiales a emplearse. La clase de sub-base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. De todos modos, los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.

- **Clase 2: Son sub-bases** construidas con agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Sección 816, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 2, en la Tabla 403-1.1.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm.)	--	--	100
2" (50.4 mm.)	--	100	--
1 1/2 (38,1 mm.)	100	70 - 100	--
N° 4 (4.75 mm.)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
N° 40 (0.425 mm.)	10 - 35	15 - 40	--
N° 200 (0.075 mm.)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

5.2 Procedimiento de trabajo:

Preparación de la Subrasante: Antes de proceder a la colocación de los agregados para la sub-base, el Contratista habrá terminado la construcción de

la subrasante, debidamente compactada y con sus alineaciones, pendientes y superficie acordes con las estipulaciones contractuales. La superficie de la subrasante terminada, en cumplimiento de lo establecido en la Sección 308 deberá además encontrarse libre de cualquier material extraño. En caso de ser necesaria la construcción de subdrenajes, estos deberán hallarse completamente terminados antes de iniciar el transporte y colocación de la sub-base.

Selección y Mezclado: Los agregados preparados para la sub-base deberán cumplir la granulometría especificada para la clase de sub-base establecida en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección de los agregados y su mezcla en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra. En caso de que se tenga que conseguir la granulometría y límites de consistencia, mediante la mezcla de varias fracciones individuales, estas fracciones de agregados gruesos, finos y material ligante serán combinadas de acuerdo con la fórmula de trabajo preparada por el Contratista y autorizada por el Fiscalizador, y mezcladas uniformemente en una planta aprobada por el Fiscalizador, que disponga de una mezcladora de tambor o de paletas

Tendido, Conformación y Compactación: Cuando el material de la sub-base haya sido mezclado en planta central, deberá ser cargado directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportando al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la hidratación necesaria, tendido o emparejamiento, conformación y compactación, de tal manera que la sub-base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución.

Compactación: Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de cada capa de sub-base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de 8 a 12 toneladas, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente o mayor, u otro tipo de compactadores aprobados. El proceso de compactación será uniforme para el ancho total de la sub-base, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, traslapando en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior. Durante este rodillado, se continuará humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y la conformación de la superficie a todos sus requerimientos contractuales. Al completar la compactación, el Contratista notificará al Fiscalizador para la comprobación de todas las exigencias contractuales.

5.3 **Equipo mínimo:** motoniveladora, rodillo compactador y camión cisterna.

5.4 **Personal mínimo:** Chofer tanque, Op. Motoniveladora, Op, rodillo autopropulsado y ayudante de maquinarias.

5.5 **Material mínimo:** Agua, sub-base granular clase 2.

5.6 **Medición:** La cantidad a pagarse por la construcción de una sub-base de agregados, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador medidos en sitio después de la compactación. Para el cálculo de la cantidad se considerará la longitud de la capa de sub-base terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos. En ningún caso se deberá considerar para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados previamente por el Fiscalizador.

5.7 **Pago:** Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para cualquiera de los rubros designados a continuación. Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro y transporte de los agregados, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material empleado para la capa de sub-base, incluyendo la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y más operaciones conexas que se hayan empleado para la realización completa de los trabajos descritos en esta sección.

ítem	Rubro	Unidad
5	Sub -base clase 2	M3

6. Carpeta asfáltica en caliente e= 5 cm (incluye transporte)

6.1 **Definición:** Este trabajo consistirá en la corrección de deformaciones existentes en la capa de base, utilizando mezcla asfáltica, según el requerimiento, a fin de evitar que las irregularidades de la base se proyecten a la carpeta asfáltica y por tanto se incremente el índice de rugosidad y las deflexiones en la misma. Antes de proceder con la uniformización y emporado,

la superficie en la cual se colocará el hormigón asfáltico deberá barrerse, hallarse seca y libre de cualquier material extraño. La mezcla asfáltica será depositada, tendida y compactada, hasta dejar la vía uniforme y lista para proceder con el asfaltado de esta. El presente rubro contempla todas las actividades necesarias para la correcta ejecución de los trabajos, el mismo que incluye el transporte y movilización al sitio del proyecto, así como todas las acciones correspondientes para su adecuada construcción.

El contratista deberá preparar la fórmula de trabajo donde se determinará la metodología a utilizarse, la cual deberá ser aprobada por el fiscalizador. Los trabajos por realizar constituyen parte del rubro Asfaltado.

Riego de imprimación. – Este trabajo consiste en el suministro y distribución de material bituminoso, aplicación de asfalto diluido de curado medio sobre la base granular, que deberá hallarse con los anchos, alineamientos y pendientes indicados. En la aplicación del riego de imprimación está incluida la limpieza de la superficie inmediatamente antes de dicho riego bituminoso, con escoba mecánica.

Materiales. – El material bituminoso estará constituido por asfalto diluido de curado medio tipo MC250, La calidad del asfalto diluido deberá cumplir con los requisitos determinados en el cuadro 810-3.2. de las especificaciones del MTOP.

Durante la aplicación puede presentarse la necesidad de cambiar el grado del asfalto establecido en las disposiciones generales, en cuyo caso el Fiscalizador podrá disponer el cambio hasta uno de los grados inmediatamente más próximos, sin que haya modificación en el precio unitario señalado en el contrato. Sin embargo, el Fiscalizador no deberá permitir el uso de mezclas heterogéneas en los asfaltos diluidos.

Equipo. – El Contratista deberá disponer del equipo necesario para la ejecución de este trabajo, el cual deberá ser aprobado por el Fiscalizador. El equipo mínimo deberá constar de una barredora mecánica, un soplador incorporado o aparte y un distribuidor de asfalto a presión autopropulsado.

El distribuidor de asfalto a presión estará montado sobre neumáticos y provisto de una rueda adicional para accionar el tacómetro que permita un permanente control de operador al momento de la aplicación. El riego asfáltico se efectuará mediante una bomba de presión con fuerza motriz independiente, a fin de poder regularla con facilidad; el asfalto será aplicado uniformemente a través de una barra provista de boquillas que impidan la atomización. El tanque del distribuidor dispondrá de sistema de calentamiento regulado con recirculación

para mantener una temperatura uniforme en todo el material bituminoso. El distribuidor deberá estar provisto además de un rociador manual.

6.2 Procedimientos de trabajo: Antes de procederse a la aplicación del riego bituminoso, la superficie deberá ser barrida y limpiada cuidadosamente para eliminar todo material extraño y trazas de polvo.

Distribución del material bituminoso. – El asfalto para imprimación será distribuido uniformemente sobre la superficie preparada que deberá hallarse seca o ligeramente húmeda. La distribución se efectuará en una longitud determinada y dividiendo el ancho en dos o más fajas, a fin de mantener el tránsito en la parte de vía no imprimada. Será necesario tomar precauciones necesarias en los riegos, a fin de empalmar o superponer ligeramente uniones de las fajas, usando en caso de necesidad el rociador manual para retocar los lugares que necesiten.

El Contratista deberá cuidar que no se manche con la distribución asfáltica las obras de arte, bordillos, aceras o árboles adyacentes, todo lo cual deberá ser protegido en los casos necesarios antes de proceder al riego. En ningún caso deberá descargarse el material bituminoso sobrante en canales, ríos o acequias.

La cantidad de asfalto por aplicarse será ordenada por el Fiscalizador. Cuando se use asfalto diluido de curado medio la cantidad estará entre los límites de 1.00 a 2.25 litros por metro cuadrado. La distribución no deberá efectuarse cuando el tiempo esté lluvioso o con amenaza de lluvia inminente. La temperatura de aplicación estará en concordancia con el grado del asfalto, de acuerdo con lo especificado en la tabla 810-3.2 de las especificaciones del MTOP.

Cuando la cantidad de aplicación y el tipo de material lo justifiquen. La distribución deberá dividirse en dos aplicaciones para evitar la inundación de la superficie. La imprimación se deberá dejar secar durante 24 horas como mínimo.

a) **HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA**

Descripción: El trabajo consistirá en la construcción de la capa de rodadura con hormigón asfáltico constituido por agregados en la granulometría especificada y material asfáltico, mezclados en caliente en una planta central, colocado sobre la subrasante de la vía conformada por base granular clase 2 debidamente compactada y colocado un riego de imprimación, de acuerdo con

lo establecido en los pliegos. Los niveles de esta capa de rodadura deberán coincidir con los niveles de la parte superior de la solera de la cuneta.

Material Asfáltico. – El tipo de asfalto a ser utilizado será cemento asfáltico con un grado de penetración 60–70 para carpeta asfáltica. En caso de ser necesario, el fiscalizador podrá cambiar el grado del asfalto durante la construcción, hasta grados inmediatamente más próximos, sin que haya modificación en el precio unitario señalado en el contrato.

El material consistirá en asfalto refinado, o una combinación de asfalto refinado y aceite fluidificante, de consistencia adecuada para trabajos de pavimentación. Será homogéneo y libre de agua, no contendrá ningún residuo obtenido por la destilación artificial del carbón, ni alquitrán de carbón, y no producirá espuma al calentarse a 175 °C y deberán satisfacer los requerimientos ASSHTO M20.

Agregados. – Los agregados que se emplearán en el hormigón asfáltico en planta serán del tipo A, es decir que todas las partículas que forman el agregado grueso se obtienen por trituración. El agregado fino puede ser arena natural o material triturado y, de requerirse, se puede añadir relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación indicadas en la tabla 405-5-1.

TAMIZ (mm)	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA A TRAVES DE LOS TAMICES DE MALLA CUADRADA
1" (25.4)	100
3/4" (19.0)	90-100
3/8" (4.75)	56-80
#4 (4.75)	35-65
#8 (2.36)	23-49
#50 (0.30)	05-19
#200 (0.075)	02-08

Los agregados serán fragmentos limpios, resistentes y duros, libres de materia vegetal y de exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables, así como de materia vegetal cubierto de arcilla u otro mineral inconveniente. Los agregados gruesos no deberán tener un desgaste mayor de 40 % luego de 500 revoluciones en la máquina de los Ángeles, cuando sean ensayados a la abrasión. El agregado no debe experimentar desintegración ni pérdida total mayor del 12 %, cuando se someta a 5 ciclos de inmersión y lavado con sulfato de sodio, en la prueba de durabilidad.

Los agregados serán de características tales que, al ser impregnados con material bituminoso, más del 95 % de este material bituminoso permanezca impregnando las partículas, después de realizado el ensayo de resistencia a la peladura. Los agregados gruesos deberán tener cierta angulosidad, el 85% de agregado grueso deberá tener por lo menos una cara fracturada y el 80% deberá tener por lo menos dos caras fracturadas.

6.3 Ensayos y Tolerancias:

Ensayos de materiales: La calidad del material asfáltico se comprobará mediante ensayos establecidos de la norma AASHTO MPI-93, cuyos principales requisitos se establecen en la tabla 810-2. NORMAS VIGENTES DE ENSAYOS EN PRODUCTOS ASFALTICOS, constante en las especificaciones generales del MTOP.

La granulometría de los agregados para hormigón asfáltico se comprobará mediante el ensayo INEN 696 ASSTHO T-11 y T-27, que se efectuará sobre muestras que se tomarán periódicamente de los acopios de existencia, de las tolvas de recepción en caliente y de la mezcla asfáltica preparada, para asegurar que se encuentre dentro de las tolerancias establecidas para la fórmula maestra de obra.

Las muestras de hormigón asfáltico serán tomadas de la mezcla preparada de acuerdo con la fórmula maestra de obra, y sometidas a los ensayos según el método Marshall, Tabla 405-5-4: MTOP.

El hormigón asfáltico que se produzca en la planta deberá cumplir con la fórmula maestra de obra indicada en el numeral 405-5.05.1, de las Especificaciones MTOP, dentro de las siguientes tolerancias:

Peso de los agregados secos que pasen el tamiz de ½" (12,5 mm) y tamices mayores: +- 8%

Peso de los agregados secos que pasen los tamices de 3/8" (9,5 mm) y No. 4 (4,75 mm): +- 7 %.

Peso de los agregados secos que pasen los tamices No. 8 (2,36 mm) y No. 16 (1,18 mm): +- 6 %.

Peso de los agregados secos que pasen los tamices de No. 30 (0,60 mm) y No. 50 (0,30 mm): +- 5%.

Peso de los agregados secos que pasen el tamiz No. 100 (0,15 mm): +- 4 %.

Peso de los agregados secos que pasen el tamiz No. 200 (0,075 mm): +- 3 %.

Dosificación del material asfáltico en peso: +- 0.3 %.

Temperatura de la mezcla al salir de la mezcladora: +- 10 °C

Temperatura de la mezcla antes de colocarlo en el camino: +- 10 °C

El espesor de la capa de hormigón asfáltico terminada no deberá tener variaciones; el promedio de los espesores medidos en ningún caso será menor que el espesor establecido en el contrato.

Las cotas de la superficie terminada no podrán variar en más de 1 cm. De las cotas establecidas. La pendiente transversal de la superficie deberá ser uniforme y lisa, y en ningún sitio tendrá una desviación considerando el perfil establecido.

Concluida la compactación de la carpeta asfáltica, el Fiscalizador comprobará el espesor, la densidad de la mezcla y su composición, a intervalos de 500 metros lineales en sitios elegidos al azar, a los lados del eje del camino, mediante extracción de muestras. El contratista deberá rellenar los huecos originados por las comprobaciones, con la misma mezcla asfáltica y compactarla a satisfacción del Fiscalizador, sin derecho a ningún pago adicional por este trabajo.

Cuando las mediciones de comprobación indicadas señalen para el espesor una variación mayor a la especificada anteriormente, o cuando el ensayo de densidad indique un valor inferior al 97% de la densidad máxima establecida en el laboratorio, o cuando la composición de la mezcla no se encuentre dentro de las tolerancias admitidas, el contratista deberá reconstruir completamente el área afectada, a su costo, y de acuerdo con las instrucciones del Fiscalizador.

La mezcla deberá cumplir con los requisitos indicados a continuación:
Tabla 405-5-4: MTOP

ENSAYO METODO MARSHALL		
DESCRIPCIÓN	MÍNIMO	MAXIMO
Nº de goles	50	50
Estabilidad (libras)	1.200	
Flujo (pulg/100)	8	16
% de vacios	3	5

Equipos:

Planta mezcladora. – Las plantas para la preparación de hormigón asfáltico utilizadas por el Contratista podrán ser continuas o por paradas, y deberán cumplir con los requisitos que se establezcan para cada una de ellas, de tal manera que produzca una mezcla homogénea y concuerde con la formula maestra de obra, dentro de las tolerancias especificadas.

Equipo de Transporte. – Los camiones para el transporte del hormigón asfáltico serán de volteo y contarán con cajones metálicos cerrados y en buen estado. Para el uso, los cajones deberán ser limpiados y recubiertos con aceite u otro material aprobado, para evitar que la mezcla se adhiera al metal. Una vez cargada, la mezcla deberá ser protegida con una cubierta de lona, para evitar pérdida de calor y contaminación con polvo u otras impurezas del ambiente.

Equipo de distribución. – La distribución de la mezcla asfáltica en el camino, será efectuada mediante el empleo de una máquina terminadora autopropulsada (finisher), que sea capaz de distribuir hormigón asfáltico de acuerdo con los espesores, alineamientos, pendientes y anchos especificados.

El contratista proveerá de todas las herramientas menores que sean necesarias y las mantendrá libres de acumulación de materiales bituminosos. En todo momento deberá tener preparado y listo una suficiente cantidad de lonas impermeables para utilizarlas en situaciones de emergencia tales como: lluvias, vientos, demoras inevitables, etc.

Equipo de compactación. – El equipo de compactación podrá estar formado por rodillos lisos de ruedas de acero, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente y rodillos neumáticos autopropulsados. El número de rodillos dependerá de la superficie y espesor de la mezcla que deberá compactarse, mientras se halle en condiciones trabajables. Como mínimo el Contratista deberá proveer con cada pavimentadora de un rodillo tambor liso vibratorio y un rodillo neumático autopropulsado de dos o tres ejes.

Procedimientos de trabajo:

Fórmula Maestra de Obra. – Antes de iniciarse ninguna preparación del hormigón asfáltico, el Contratista deberá presentar al Fiscalizador el diseño de la **FÓRMULA MAESTRA DE OBRA**, preparada en base al estudio de los materiales que se propone utilizar en el trabajo. El Fiscalizador efectuará las revisiones y comprobaciones pertinentes a fin de autorizar la producción de la mezcla asfáltica. Toda la mezcla del hormigón asfáltico deberá ser realizada de acuerdo con la fórmula maestra, dentro de las tolerancias indicadas en la Tabla 405-5-4, MTOP, salvo que sea necesario modificarla durante el trabajo, debido a variaciones en los materiales.

La fórmula maestra establecerá:

Las cantidades de las diversas fracciones definidas para los agregados

El porcentaje de material asfáltico para la dosificación, en relación al peso total de los agregados.

La temperatura que deberá tener el hormigón al salir de la mezcladora.

La temperatura que deberá tener la mezcla al colocarla en el sitio.

Dosificación y Mezclado. – Los agregados para la preparación de las mezclas de hormigón asfáltico deberán almacenarse separadamente en tolvas individuales, antes de entrar en la planta.

Los agregados se secarán en el horno secador por el tiempo y a la temperatura necesaria para reducir la humedad a un máximo del 1 %.

Dosificación: El contratista deberá disponer del número de tolvas que considere necesarias para obtener una granulometría que cumpla con los requerimientos.

La mezcla de los agregados y el asfalto será efectuada en una planta central de mezcla continua o por paradas. Según el caso, los agregados y el asfalto podrán ser dosificados por volumen o al peso.

La temperatura del cemento asfáltico al momento de la mezcla estará entre los 135°C y 160°C, y la temperatura de los agregados, al momento de recibir el asfalto, deberá estar entre 120 °C y 160 °C. En ningún caso se introducirá en la mezcladora el árido a una temperatura mayor en más de 10 °C que la temperatura del asfalto.

Distribución. – La distribución del hormigón asfáltico deberá efectuarse sobre una base preparada, de acuerdo con los requerimientos contractuales: uniformizada, limpia, con riego bituminoso para adherencia y seca. Esta distribución no se iniciará si no se dispone en obra de todos los medios suficientes de transporte, distribución, compactación, etc., para lograr un trabajo eficiente y sin demoras que afecten la obra.

El Fiscalizador rechazará todas las mezclas heterogéneas, sobrecalentadas o carbonizadas, todas las que tengan espuma o presenten indicios de humedad y todas aquellas en que la envoltura de los agregados con el asfalto no sea perfecta.

Una vez transportada la mezcla asfáltica al sitio, será vertida por los camiones en la máquina terminadora, la cual esparcirá el hormigón sobre la superficie seca y preparada. Para evitar el desperdicio de la mezcla debido a lluvias repentinas, el Contratista deberá disponer de un equipo de comunicación

confiable entre la planta de preparación de la mezcla y el sitio de distribución en la vía.

Al momento de la distribución, se deberá medir los espesores a intervalos, a fin de efectuar de inmediato los ajustes necesarios para mantener el espesor requerido en toda la capa.

Las juntas longitudinales de la capa superior de una carpeta deberán ubicarse en la unión de dos carriles de tránsito; en las capas inferiores deberán ubicarse a unos 15 cm. De la unión de los carriles en forma alternada, a fin de formar un traslapo. Para formar juntas transversales de construcción, se deberá recortar verticalmente todo el ancho y espesor de la capa que vaya a continuarse.

En secciones irregulares pequeñas, en donde no sea posible utilizar la terminadora, podrá completarse la distribución manualmente, respetando los mismos requisitos anotados arriba.

Compactación. – La mejor temperatura para empezar a compactar la mezcla recién extendida, dentro del margen posible va de 163 a 110 °C, es la máxima temperatura a la cual la mezcla puede resistir el rodillo sin desplazarse horizontalmente.

Con la compactación inicial deberá alcanzarse casi la totalidad de la densidad en obra y la misma se realizará con rodillos lisos de ruedas de acero vibratorios, continuándose con compactadores de neumáticos con presión elevada. Con la compactación intermedia se sigue densificando la mezcla antes que la misma se enfríe por debajo de 85 °C y se va sellando la superficie.

Al utilizar compactadores vibratorios se tendrá en cuenta el ajuste de la frecuencia y la velocidad del rodillo, para que al menos se produzcan 30 impactos de vibración por cada metro de recorrido.

En la compactación de capas delgadas no se debe usar vibración y la velocidad de la compactadora no deberá superar los 5 km/hora. La compactación tiene que comenzar en los costados y proceder longitudinalmente paralelo a la línea central del camino, recubriendo cada recorrido la mitad del ancho de la compactadora, progresando gradualmente hacia el coronamiento del camino. En las curvas peraltadas, la compactación tiene que comenzar en el lado inferior y progresar hacia el lado superior, superponiendo recorridos longitudinales paralelos a la línea central.

En los lugares inaccesibles a los rodillos se deberá efectuar la compactación de la mezcla con pisones mecánicos, hasta obtener la densidad y acabado

especificados. La capa de hormigón asfáltico compactada deberá presentar una textura lisa y uniforme, sin fisuras ni rugosidades y estará construida de conformidad con los alineamientos y espesores estipulados en el contrato.

6.4 **Equipo mínimo:** herramienta menor, planta asfáltica, escoba mecánica, distribuidor de asfalto, finisher, rodillo neumático, rodillo liso, cargadora frontal, volqueta

6.5 **Personal mínimo:** operador responsable de planta asfáltica, operador de barredora autopropulsada, chofer de tanquero, operador de acabadora de pavimento asfáltico, operador de rodillo autopropulsado, operador de cargadora frontal, chofer de volqueta, peón, engrasador.

6.6 **Materiales mínimos:** Asfalto RC-250, asfalto AC-20, Diesel, Ripio triturado, arena para asfalto.

6.7 **Medición:** Para la medición del rubro Carpeta Asfáltica en caliente e = 5.00 cm, cubierta con un espesor compactado especificado (5cm), la unidad de medida será el metro cuadrado debidamente ejecutado, aceptado y medido en obra por la fiscalización

6.8 **Pago:** La cantidad determinada en la forma indicada en el párrafo anterior, será pagada a los precios contractuales señalados para el rubro designado y que conste en el contrato.

El precio y pagos constituirán la compensación total por:

Uniformización y emporado de vía.

Barrido mecánico.

Riego de imprimación.

Suministro de agregados y asfalto.

Preparación de hormigón asfáltico en planta, en caliente.

Transporte y distribución con pavimentadora (finisher).

Compactación y terminado de la mezcla.

Pruebas y ensayos de campo y laboratorio.

Mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en el completamiento de los trabajos descritos en esta sección.

ítem	Rubro	Unidad
------	-------	--------

6	Carpeta asfáltica en caliente e= 5 cm (incluye transporte)	M2
---	--	----

7. Cuneta de hormigón simple f'c=180 kg/cm² tipo 1

7.1 Descripción: Este trabajo consistirá en la protección de las cunetas mediante revestimientos de hormigón de un f'c=180 Kg/cm², en los sitios indicados por el Fiscalizador y de acuerdo con los detalles y dimensiones que consten en los planos o instrucciones respectivas.

Los trabajos manuales de nivelación y conformación de la cuneta, así como el desalojo del material producto de estos trabajos, a fin de cumplir con las dimensiones y detalles respectivos, se consideran parte integrante del costo unitario del rubro, así como también los encofrados que se requieran y juntas de dilatación cada 2.5 metros en madera de eucalipto. El espesor de hormigón de recubrimiento se indica en los planos, así como las medidas transversales de las cunetas. Los ensayos solicitados por la Fiscalización serán parte de este rubro.

Para la correcta ejecución de este rubro se procederá de la siguiente manera:

a.- Mediante la utilización de encofrado se procederá a la fundición del espaldón incluido el espesor de la solera.

b.- A continuación, se procederá con la fundición de la solera correspondiente para lo cual, la superficie sobre la cual se colocará el hormigón debe estar humedecida y perfectamente nivelada, a fin de obtener un espesor constante en toda su longitud; para lograr la debida compactación se utilizará el sistema de vaqueado, la superficie tendrá un acabado paletado fino el mismo que deberá efectuarse inmediatamente de fundida.

Las cunetas se construirán luego de la carpeta asfáltica.

7.2 Equipo mínimo: Herramienta menor, concretera, camión mediano, encofrado metálico.

7.3 Personal mínimo: Peón, albañil, maestro mayor en obras civiles, chofer de camiones.

7.4 Material mínimo: Cemento, Arena, ripio, agua, clavos, juntas de madera.

7.5 **Medición:** Para la medición del rubro Cunetas de Hormigón simple $f'c = 180$ kg/cm² Tipo 1, la unidad de medida será el metro lineal debidamente ejecutado, aceptado y medido en obra por la fiscalización.

7.6 **Pago:** La cantidad determinada en la forma indicada en el párrafo anterior, será pagada a los precios contractuales señalados para el rubro designado y que conste en el contrato.

ítem	Rubro	Unidad
7	Cuneta de hormigón simple $f'c=180$ kg/cm ²	M

8. Bordillos de $f'c=210$ kg/cm²

8.1 **Definición:** Este trabajo consistirá en la construcción de bordillos de hormigón simple en sitio o premezclado, resistencia de 210Kg/cm², en dimensiones especificadas, de acuerdo con los detalles u órdenes impartidas por el Fiscalizador; incluye este rubro la excavación o el relleno necesario para alcanzar la cota de rasante del bordillo.

8.2 **Procedimiento de trabajo:** El Se preparará el lecho de la cimentación de acuerdo con la pendiente estipulada; antes de colocar el hormigón, la superficie deberá ser humedecida y compactada. El encofrado deberá ser liso y lubricado, metálico o de madera, perfectamente cepillado por la cara interior lisa de tal forma que la superficie del bordillo tenga un acabado correcto; deberá ser lo suficientemente rígido para soportar la presión del hormigón plástico, sin deformarse, será instalado con las pendientes y alineaciones especificadas y se mantendrá firme.

En el momento del colado del hormigón deberá realizarse el revisado del mismo previo a quitar el encofrado hay que alisar la superficie superior del bordillo.

Todo bordillo defectuoso será removido íntegramente hasta la punta más próxima y reemplazada por el contratista a su costo. Se realizará el curado del bordillo con curadores químicos que proporcionen una película impermeabilizante que evite la pérdida prematura de humedad para garantizar un completo curado del material.

Para la elaboración del hormigón se utilizarán materiales y equipos necesarios ó su equivalente (premezclado) que garanticen la resistencia requerida.

El Fiscalizador podrá rechazar materiales o métodos de elaboración que no considere apropiados para obtener buena calidad del producto final; el contratista realizará a su costo el diseño del hormigón y será presentado al Fiscalizador previo a la iniciación de la fundición de bordillos.

8.3 Equipo mínimo: Herramienta menor, vibración de hormigón

8.4 Personal mínimo: Peón, albañil y maestro mayor en ejecución de obras civiles.

8.5 Material mínimo: hormigón premezclado $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ (incluye transporte a sitio) y enconfrado para bordillo (inc. Aceite para moldes).

8.6 Ensayos y tolerancias: La resistencia a la compresión del hormigón se determinará en base al ensayo establecido en la norma ASSHTO T-22 con cilindros de hormigón elaborados y curados de acuerdo con los métodos que se indican en la norma AASHTO T-23 o T-126.

Las muestras para los ensayos de resistencia de cada clase de hormigón deberán tomarse al menos una vez diaria o una vez por cada 12m^3 de superficie fundida, lo que fuere menor en todo. El ensayo consistirá en la resistencia media de tres cilindros elaborados con material tomado de la misma mezcla del hormigón, los resultados serán satisfactorios si los promedios son igual o excede el valor de resistencia $f'c$ requerida.

8.7 Medición: Para Las cantidades se medirán al centésimo y se cuantificará en metros cúbicos (M3), de los trabajos de construcción de bordillos de hormigón simple, aceptados por el Fiscalizador, serán los metros cúbicos efectivamente ejecutados de acuerdo con los requerimientos de los documentos precontractuales y las instrucciones del Fiscalizador; la excavación y relleno necesarios para la construcción de bordillos se considerarán compensados con el precio contractual del bordillo y no se medirá para su pago.

8.8 Pago: Las cantidades medidas en la forma indicada en el literal anterior se pagarán con los precios unitarios contractuales y compensarán el total de equipos, herramientas, mano de obra, materiales, transporte y operaciones conexas necesarias para la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

ítem	Rubro	Unidad
8	Bordillo de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$	M

9. Aceras de H.S. 210 kg/cm² e= 7cm sobre subbase clase 2 compactada

9.1 **Definición:** Este trabajo consiste en la construcción de aceras de hormigón simple en sitio o premezclado del espesor $e=7 \text{ cm}$, resistencia de 210Kg/cm^2 y el ancho de acera determinado, colocados sobre la sub-base clase 2 debidamente compactada de espesor $e=12 \text{ cm}$.

Incluye la excavación o relleno en una altura promedio de 50cm desde el nivel de la subrasante de la acera y el desalojo del material excedente, de existir cortes o rellenos superiores a la altura de referencia serán consideradas al rubro correspondiente.

Incluye la construcción de juntas cortadas de 3mm de ancho por 1 cm de profundidad que serán selladas con material de poliuretano autonivelante de color gris claro, cada 2.50 m .

9.2 **Procedimiento de trabajo:** La subrasante constituida con material subbase clase 2 o lecho de cimentación deberá terminarse de acuerdo con la pendiente y la sección transversal estipulados antes de colocarse el hormigón deberá humedecerse y compactarse, el grado de compactación será de 90% mínimo, de acuerdo con el método de ensayo ASSHTO T-180, método D.

En la pavimentación de aceras el hormigón deberá ser distribuido sobre el área a pavimentar y se compactará hasta que aparezca una capa de mortero en la superficie.

Esta superficie deberá ser aplanada de conformidad con la pendiente y sección transversal especificadas, mediante una regla para luego ser alisada con paleta y acabado con escoba; la regla deberá ser cuando menos de 3m de largo y 15cm de ancho; el barrido deberá hacerse en sentido perpendicular al tránsito y si se necesita agua esta deberá aplicarse inmediatamente antes del barrido.

La superficie deberá quedar sin irregularidades y cuando se coloque una regla de 3m a lo largo de la superficie, la separación entre las dos no excederá de 4mm .

El desarrollo de las rampas de acceso vehicular se autorizará únicamente en una longitud de 50cm desde el borde exterior del bordillo, por lo tanto, la construcción de aceras no deberá presentar depresiones o gradas que pongan

en peligro la circulación peatonal principalmente para personas con capacidades especiales.

En forma obligatoria se construirán en las esquinas las rampas de acceso para minusválidos, las que se desarrollarán de acuerdo a la normatividad vigente.

9.3 Equipo mínimo: Herramienta menor, compactador de hormigón y compactador manual.

9.4 Personal mínimo: Peón, albañil y maestro mayor en ejecución de obras civiles.

9.5 Material mínimo: hormigón premezclado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (incluye transporte a sitio), curado para hormigón (20 kg), disco metálico para corte de pavimento, agua, sub-base clase 2 y sellante para juntas (poliuretano).

9.6 Ensayos y tolerancias: La resistencia a la compresión del hormigón se determinará en base al ensayo establecido en la norma ASSHTO T-22 con cilindros de hormigón elaborados y curados de acuerdo con los métodos que se indican en la norma AASHTO T-23 o T-126.

El requisito de resistencia a la compresión del hormigón consistirá en la obtención de la resistencia mínima que deberá alcanzar el hormigón antes de aplicación de las cargas a la edad de 28 días. La resistencia a la compresión del hormigón se determinará en base al ensayo ASSHTO T-22 de cilindros elaborados en hormigón muestreado.

Si el hormigón usado en la obra no cumple con los requisitos de resistencia mínimos especificados, deberá efectuarse los cambios correctivos, sujetos a la aprobación del fiscalizador.

El fiscalizador a más de los ensayos descritos anteriormente comprobará la resistencia del hormigón mediante ensayos esclerométricos, una vez cumplidos los 28 días de edad.

Todo hormigón cuyo resultado de resistencia determine una inferior a la mínima especificada, será rechazado, tal rechazo prevalecerá a menos que el contratista a su costo presente la evidencia al fiscalizador de que la resistencia y calidad del hormigón colocado en la obra sea aceptable; tal evidencia consistirá en la realización de ensayos idóneos y verificados por el fiscalizador.

9.7 **Medición:** Se medirán al centésimo y se cuantificarán en metros cuadrados (M2), efectivamente ejecutados, medidos y aceptados por el fiscalizador.

La excavación o relleno en la altura indicada, necesarios para la ejecución de las aceras se considerarán compensados en el presente rubro y no se medirá para su pago.

9.8 **Pago:** Las cantidades medidas en la forma indicada en el literal anterior se pagarán con los precios unitarios contractuales y compensarán el total de equipos, herramientas, mano de obra, materiales, transporte y operaciones conexas necesarias para la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

ítem	Rubro	Unidad
9	Aceras de H.S. F'c=210 kg/cm ² e=7 cm sobre sub base clase 2 compactada	M2

10. Limpieza de bordes

10.1 **Definición:** Este trabajo implica realizar todos los siguientes trabajos: cortar, limpiar, quemar, desentraizar eliminar cualquier tipo de vegetación que crecen en ambos lados de la carretera la visibilidad en el camino, de tal manera que facilite el libre tránsito vehicular. Estos pasos se pueden realizar manualmente o utilizando equipamiento mecánico

10.2 **Procedimiento de trabajo:** este trabajo se lo empieza colocando la señalética de seguridad, cortar la vegetación que impide una buena visibilidad a los conductores, coloca la vegetación en una carretilla para su eliminación, elimina la vegetación en un lugar apropiado o botadero y finalmente retirar las señales de seguridad.

10.3 **Equipo mínimo:** Herramienta menor (machete, hacha, sierra)

10.4 **Personal mínimo:** Peones.

10.5 **Medición:** Se medirán al centésimo y se cuantificarán en metros cuadrados (M2), efectivamente ejecutados, medidos y aceptados por el fiscalizador.

- 10.6 **Pago:** Las cantidades medidas en la forma indicada en el literal anterior se pagarán con los precios unitarios

ítem	Rubro	Unidad
10	Corte y limpieza de maleza	M2

11. Sello fisuras, bacheos menor

- 11.1 **Definición:** Este trabajo implica realizar todos los sellos de fisuras y bacheos menores existentes en la vía. Las fisuras y grietas que contengan restos de sellos antiguos cristalizados o materias extrañas deberán limpiarse completamente y cuidadosamente en su ancho y profundidad. Para ello se deberán utilizar herramientas manuales u otros equipos adecuados que permitan remover el sello antiguo ó materias extrañas sin afectar las paredes o aristas del hormigón.

- 11.2 **Procedimiento de trabajo:** Una vez removido el sello antiguo y materias extrañas, se procederá a repasar cuidadosamente barriendo con una escobilla de acero, que asegure la eliminación de cualquier materia extraña o suelto. La limpieza deberá terminar con un soplado de aire comprimido con una presión mínima de 120 psi (8,5 Kg/cm²), que elimine todo vestigio de material contaminante incluso el polvo, antes de utilizar el equipo se deberá constatar que el aire expulsado esté completamente libre de aceite. El proceso de limpieza indicado anteriormente es para la obtención de una buena adherencia entre el material sellante AP-3 (colocado a temperatura entre 1180C a 1540C) mezclado con arena y sus paredes laterales (que deberá estar completamente seca), el material sellante deberá penetrar en las fisuras o grietas para lograr la impermeabilización y así proteger la cama de soporte del pavimento.

GRANULOMETRIAS DE ARENAS RECOMENDABLES PARA EL SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS.

TAMIZ		PORCENTAJE EN PESO QUE PASA		
mm	(ASTM)	A	B	C
12.5	(1/2")	---	---	100
10	(3/8")	100	100	85-100
5	(Nº.4)	85-100	85-100	55-85
2.5	(Nº.8)	80-90	65-90	35-65
0.63	(Nº.30)	55-80	30-50	15-35
0.16	(Nº.100)	5-15	5-15	2-10

En las fisuras o grietas nuevas en losas del pavimento, se procederá a su resane de acuerdo al siguiente procedimiento:

a) Picada de las fisuras o grietas en forma de V con un ancho no menor a 1.0 cm y profundidad entre 1.0 cm a 1.50 cm, en donde se puede utilizar cualquier herramienta destinada a picar juntas.

b) Luego del picado se realizará la limpieza de la superficie (de acuerdo con el proceso establecido en numeral 1) previo a la aplicación del material sellante.

c) Finalmente se colocará el material sellante AP-3 (colocado a temperatura entre 18 0C a 1540C) mezclado con arena en proporción 2 de AP-3 y 1 de arena (la arena deberá ajustarse a algunas de las granulometrías que se indica en la tabla N O. 1), de esta se ganará en rigidez y adherencia.

11.3 **Equipo mínimo:** Herramienta menor, maquinaria especializada,

11.4 **Personal mínimo:** Peones, maestro y operador de obra civil

11.5 **Medición:** Se medirán al centésimo y se cuantificarán en metros, efectivamente ejecutados, medidos y aceptados por el fiscalizador.

11.6 **Pago:** Las cantidades medidas en la forma indicada en el literal anterior se pagarán con los precios unitarios

ítem	Rubro	Unidad
10	Sello de fisuras y bacheos menores	m

ANEXO E

PLANOS