



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

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

TEMA:

**“DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA
CAPA DE RODADURA DE LA VÍA SALASAKA – PICAIHUA ABS 4+500 –
9+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**

Autor: Bryan Fabricio Chávez Pazmiño

Tutor: Ing. Mg. Diego Sebastián Chérrez Gavilanes

AMBATO - ECUADOR

Septiembre - 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA SALASAKA – PICAIHUA ABS 4+500 – 9+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”** elaborado por el Sr. Bryan Fabricio Chávez Pazmiño, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 0550063572, 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, septiembre 2023

.....
Ing. Mg. Diego Sebastián Chérrez Gavilanes

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Bryan Fabricio Chávez Pazmiño, con C.I. 0550063572 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Proyecto Técnico con el tema **“DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA SALASAKA – PICAIHUA ABS 4+500 – 9+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”** así como también los análisis estadísticos, ideas, criterios, tablas, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, septiembre 2023



Bryan Fabricio Chávez Pazmiño

C.I. 0550063572

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

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

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

Ambato, septiembre 2023



.....
Bryan Fabricio Chávez Pazmiño

C.I. 0550063572


AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico realizado por el estudiante Bryan Fabricio Chávez Pazmiño de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA SALASAKA – PICAIHUA ABS 4+500 – 9+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

Ambato, septiembre 2023

Para constancia firma:



Ing. Mg. Ruth Lorena Pérez Maldonado

MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Mg. Galo Wilfrido Núñez Aldás

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente proyecto va dedicado para mis padres; Rocío Pazmiño y Marco Chávez, quienes me han forjado de valores y actitudes las cuales me han llevado a ser mejor ser humano. A mis hermanos Daniel, Johana y Erika por brindarme apoyo incondicional en diferentes etapas de mi vida brindándome su cariño y comprensión. A mis amigos que me dieron la mano cuando lo necesitaba y a mi persona por haber dado todo de mi sacrificio para llegar hasta esta instancia.

Bryan Fabricio Chávez Pazmiño

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de seguir de pie ante la vida y por darme la sabiduría de tomar buenas decisiones, a mis Padres por ser mi estímulo y apoyo constante en mis estudios y en mi vida, quienes me han enseñado el verdadero valor del sacrificio. A mis docentes en general quienes me han brindado todos sus conocimientos para guiarme en el camino de ser un Ingeniero Civil profesional.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

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 FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEORICO.....	1
1.1 Antecedentes Investigativos.....	1
1.2 Justificación.....	6
1.3 Objetivos	7
1.3.1 Objetivo General	7
1.3.2 Objetivos Específicos.....	7
CAPÍTULO II	8
METODOLOGÍA	8
2.1 Materiales.....	8
2.2 Metodología	21
2.1.1 Primera Fase: Levantamiento topográfico de la vía.....	21
2.1.2 Segunda Fase: Estudio del tráfico vehicular de la vía.....	21
2.1.3 Tercera Fase: Evaluación de los componentes físicos de la vía.....	23

2.1.4	Cuarta Fase: Plan de mantenimiento y presupuesto referencial.....	27
CAPÍTULO III.....		28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		28
3.1	Análisis y discusión de resultados.....	28
3.1.1	Ubicación del Proyecto	28
3.1.2	Levantamiento topográfico de la vía.....	29
3.1.3	Estudio del tráfico vehicular de la vía.....	30
3.1.3.1	Determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) mediante el método de la trigésima hora.....	30
3.1.3.2	Determinación del tráfico futuro.....	36
3.1.3.3	Tipo de vía con respecto al tráfico futuro	38
3.1.4	Evaluación de los componentes físicos de la vía	38
3.1.4.1	Cálculo del Índice de condición de pavimento (PCI)	38
3.1.4.2	Medición de deflexiones mediante la Viga Benkelman.....	44
3.1.4.3	Cálculo de ejes equivalentes	52
3.1.4.4	Análisis de suelos.....	58
3.1.5	Plan de Mantenimiento vial	62
3.1.5.1	Rehabilitación vial	68
3.1.5.2	Espesores de la estructura del pavimento.....	75
3.1.6	Presupuesto referencial	78
CAPITULO IV.....		79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		79
4.1	Conclusiones	79
4.2	Recomendaciones.....	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		81
ANEXOS.....		84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vía Salasaka – Picaihua Km 4+500-9+000	28
Figura 2. Cantidad de vehículos que transitan por día	31
Figura 3. Tráfico futuro de la via Salasaka-Picaihua	37
Figura 4. Formato de inspección visual PCI para vías con pavimento flexible	39
Figura 5. CBR de Diseño	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales utilizados para Levantamiento Topográfico.....	8
Tabla 2. Materiales utilizados para la determinación del Tráfico Vehicular	9
Tabla 3. Materiales utilizados para la evaluación de los componentes físicos y las propiedades del suelo de la vía.....	9
Tabla 4. Materiales utilizados para la determinación del presupuesto referencial.....	20
Tabla 5. Estado del pavimento en base al PCI calculado.....	26
Tabla 6. Ensayos de suelos realizados	27
Tabla 7. Puntos de georreferenciación de la vía Salasaka-Picaihua	28
Tabla 8. Datos de la vía.....	29
Tabla 9. Características de la vía.....	29
Tabla 10. Ubicación de la estación de conteo vehicular	30
Tabla 11. Número de vehículos que transitan por día.....	31
Tabla 12. Hora pico - Conteo vehicular.....	32
Tabla 13. TPDA actual de la vía Salasaka- Picaihua.....	33
Tabla 14. Tráfico atraído de la vía Salasaka - Picaihua	34
Tabla 15. Tráfico promedio diario anual de la vía Salasaka - Picaihua.....	35
Tabla 16. Tasa de crecimiento vehicular.....	36
Tabla 17. Tráfico futuro de la vía Salasaka – Picaihua.....	37
Tabla 18. Clasificación de carreteras según el TPDA futuro	38
Tabla 19. Datos y valores para el cálculo del PCI	39
Tabla 20. Datos de la Unidades de Prueba.....	42
Tabla 21. Resultados PCI de las unidades de prueba.....	43
Tabla 22. Deflexiones obtenidas en campo.....	44
Tabla 23. Deflexiones-Corrección por relación brazos de la Viga Benkelman (1:2)	45
Tabla 24. Deflexiones-Corrección por Temperatura	47

Tabla 25. Factores de corrección por estacionalidad	47
Tabla 26. Deflexiones- Corrección por estacionalidad	48
Tabla 27. Radio de curvatura	49
Tabla 28. Desviación estándar de las máximas deflexiones	51
Tabla 29. Ecuaciones para hallar deflexión característica	51
Tabla 30. Factor de daño respecto al tipo de Vehículo	52
Tabla 31. Factor de distribución direccional respecto al número de carriles	53
Tabla 32. Factores W18 en el carril D1	53
Tabla 33. Ejes equivalentes con proyección a 20 años	54
Tabla 34. Tipo de deflexiones y sus características	55
Tabla 35. Comportamiento y Tipo de deflexión presente en el pavimento	56
Tabla 36. Resumen de resultados deflexiones (Ensayo Viga Benkelman).....	56
Tabla 37. Deflectograma	57
Tabla 38. Ubicación de Calicatas para obtener muestra de suelo	58
Tabla 39. Resultados del Análisis Granulométrico	58
Tabla 40. Resultados Límites de Atterberg.....	59
Tabla 41. Resultados Proctor modificado	60
Tabla 42. Clasificación y uso del suelo según el CBR	60
Tabla 43. Resultados de CBR	61
Tabla 44. Datos para el cálculo de CBR de diseño	61
Tabla 45. Percentiles para cálculo de CBR de diseño.....	61
Tabla 46. Características de pavimento en función a PCI	64
Tabla 47. Fallas encontradas y sus posibles intervenciones	65
Tabla 48. Mantenimiento sugerido de acuerdo con el valor de PCI	67
Tabla 49. Criterios para evaluar estructuralmente un pavimento	67
Tabla 50. Espesores mínimos sugeridos por la AASHTO 93	75
Tabla 51. Características de la vía para calcular Número estructurales	75

Tabla 52. Datos para calcular el número estructural (SN)	76
Tabla 53. Módulos de elasticidad y coeficientes estructurales- AASHTO 93	76
Tabla 54. Números estructurales obtenidos	77
Tabla 55. Números estructurales reales obtenidos	77
Tabla 56. Espesores calculados – AASHTO 93	77
Tabla 57. Espesores propuestos	77
Tabla 58. Presupuesto Referencial	78

RESUMEN EJECUTIVO

En la provincia de Tungurahua, la cual es conocida por su gran capacidad comercial, y también por ser una provincia ubicada en el centro del país, la vía que une los sectores de Salasaka – Picaíhua, se ve afectada por el constante tráfico pesado, por tal motivo es oportuno contar con un plan o programa específico de conservación y mantenimiento para mitigar los daños en la capa de rodadura y reducir su deterioro.

En el presente Proyecto se diseñó un plan de conservación de la capa de rodadura, donde inicialmente se realizó un levantamiento topográfico mediante el uso de GPS y estación total. Posteriormente se ejecutó un estudio de tráfico vehicular mediante la ubicación de una estación de conteo vehicular de doce horas, por siete días, y se clasificó la carretera como colectora clase I (MTOPI). Se evaluó los componentes físicos del pavimento mediante el método visual “Método de Condición de Pavimento (PCI)”, en donde se identificó el tipo de falla y la severidad existente. Se determinó un promedio de PCI del 37.47, mostrando que la condición del pavimento es “Pobre”.

Las deflexiones medidas por medio del ensayo Viga Benkelman, posibilitó clasificarlas como deflexiones Tipo III. Posteriormente se realizó la toma de muestras de suelo in situ, para luego llevarlas a laboratorio, para el correspondiente análisis, en donde se obtuvo que el suelo perteneciente a la zona se clasificó como grava con arena limosa. Por otra parte, el CBR de diseño obtenido fue de 29 por ciento, indicando que es un suelo de tipo “Muy bueno - Excelente”.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se propone realizar una rehabilitación vial. El presupuesto referencial para realizar la respectiva rehabilitación del tramo de la vía corresponde a un total de \$ 629.741,83.

Palabras clave: Estudio de suelos, Levantamiento topográfico, Rehabilitación vial, Viga Benkelman, Presupuesto.

ABSTRACT

In the province of Tungurahua, which is known for its great commercial capacity, and also for being a province located in the center of the country, the road that connects the sectors of Salasaka - Picaihua, is affected by the constant heavy traffic, for this reason it is appropriate to have a specific conservation and maintenance plan or program to mitigate damage to the wearing course and reduce its deterioration.

In this project, a conservation plan for the wearing course was designed, where initially a topographic survey was carried out using GPS and a total station. Subsequently, a vehicular traffic study was carried out by locating a twelve-hour vehicle counting station for seven days, and the road was classified as a class I collector road (MTOPI). The physical components of the pavement were evaluated using the visual method "Pavement Condition Method (PCI)", where the type of failure and the existing severity were identified. An average PCI of 37.47 was determined, showing that the pavement condition is "Poor".

The deflections measured by means of the Benkelman Beam test, made it possible to classify them as Type III deflections. Subsequently, soil samples were taken in situ, to later take them to the laboratory, for the corresponding analysis, where it was obtained that the soil belonging to the area was classified as gravel with silty sand. On the other hand, the design CBR obtained was 21 percent, indicating that it is a "Very good - Excellent" type soil.

Taking into account the results obtained, it is proposed to carry out a road rehabilitation. The referential budget to carry out the respective rehabilitation of the road section corresponds to a total of \$ 629.741,83.

Key words: Soil survey, Topographic survey, Road rehabilitation, Benkelman beam, Budget.

CAPÍTULO I

MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes Investigativos

La infraestructura vial desempeña un rol indispensable como parte de la estructura de la sociedad, pues ésta tiene la capacidad de ser una potente herramienta política para prestar atención a las disparidades sociales y territoriales al facilitar la conectividad entre las áreas rurales y remotas con los principales centros de producción y consumo. Esto puede crear más perspectivas económicas para las personas que residen en dichas áreas y ayudar a mitigar la migración. Es decir que, disponer de una adecuada infraestructura vial aporta el desarrollo en cualquier región del planeta. [1]

Una carretera en óptimas condiciones beneficia el transporte de mercancías, impulsa el desarrollo comercial y turístico, por ende, de esta manera mejora la calidad de vida de los ciudadanos, convirtiéndose así en el principal activo socio económico de un país. Por el contrario, las carreteras en mal estado restringen la movilidad, elevan significativamente los costos de operación de los vehículos, aumentan las tasas de accidentes provocando costos humanos y materiales, agravan el aislamiento, la pobreza, la mala salud y el analfabetismo en las comunidades rurales. [2]

Una mirada crítica a esto es lo que menciona el autor Uche Emeasoba (2013), el cual determinó que en países en desarrollo como en Nigeria, los gobiernos locales apoyan a la construcción de carreteras, pero no a su mantenimiento, dado que la construcción resulta muy costosa, lo que provoca que las vías construidas que presentan afecciones sean olvidadas para que se deterioren. Las carreteras de Nigeria han estado plagadas de una serie de problemas, entre los que se encuentran los diseños defectuosos, la baja capacidad de transporte, el sistema de drenaje inadecuado, la financiación insuficiente para el mantenimiento de las carreteras y la mala cultura del mantenimiento. [2]

Por lo tanto, el mantenimiento y conservación de los pavimentos debe ser un gran interés nacional, lo cual implica que los gobiernos sepan la manera adecuada de manejar sistemas de gestión de mantenimiento de pavimentos, es decir coordinando las actividades adecuadas con la planificación, diseño, construcción, mantenimiento y evaluación. Una red vial requiere de mantenimiento oportuno para que la misma preserve los niveles de servicio idóneos para el usuario. Es mucho mejor el evitar que

se manifiesten daños, inclusive los casi imperceptibles, para esto es necesario que su detección sea a tiempo, así se evita que se produzca un deterioro irreversible. [3]

Una vez que una carretera es accesible para usarla, está expuesta a diversos fenómenos naturales y al desgaste causado por el paso de diferentes vehículos, lo que provoca el deterioro de su superficie asfáltica. Por lo tanto, es crucial asignar un cierto porcentaje del costo total de la carretera cada año a su mantenimiento. La gestión de estos recursos es fundamental para garantizar que la carretera continúe funcionando de manera eficaz, y el trabajo de mantenimiento siempre debe planificarse cuidadosamente para brindar una seguridad óptima a los usuarios de la carretera. [4]

Según el Análisis de Gobernanza de Infraestructura vial de Chile (2017), en las últimas dos décadas este país ha logrado tener financiamiento privado para el desarrollo de su infraestructura vial lo que explica en gran medida la rapidez con la que han construido red de carreteras. Chile ha financiado 82 proyectos por un valor de USD 19000 millones y ha construido y rehabilitado 2500 kilómetros de carreteras. Esto indica que la organización vial ha estado haciendo un esfuerzo constante para comunicar a las autoridades políticas sobre la importancia de dar mantenimiento a la infraestructura vial y, como resultado, los gobiernos se han vuelto más conscientes de este asunto. [5]

La construcción, el diseño, el mantenimiento y la rehabilitación de las carreteras ha progresado a lo largo del tiempo, consiguiendo aumentar durabilidad y preservar el nivel de servicio, con la finalidad de brindar confort y seguridad permanentemente a los usuarios. Gracias a esto, los inconvenientes suscitados en las carreteras a causa de defectos en los diseños, construcciones deficientes y afectaciones por falta de mantenimiento están siendo resueltas por medio de la aplicación de técnicas de construcción modernas y controles de calidad, respaldadas en todo momento con un adecuado sistema de gestión vial, que detecta oportunamente las fallas presentes, utilizando políticas de conservación e intervenciones oportunas que respalden condiciones adecuadas en las vías. [6]

La evaluación de las carreteras conlleva a realizar estudios, técnicos, estructurales y funcionales. Dentro de los estudios técnicos cabe mencionar a la autora Rosa Gonzales (2019) pues en su investigación afirmó que la topografía en términos técnicos es sumamente importante para la proyección de un proyecto carretero, debido a que, si no se obtiene un buen levantamiento topográfico de la zona, la posibilidad de tener errores al momento de proyectar es muy alta, por ende, también se puede tener errores en su ubicación y en las elevaciones de terreno. Así mismo afirmó que el levantamiento comprende las actividades requeridas para recopilar la información necesaria en el sitio para representar una superficie terrestre por medio de un plano. [7]

Otro de los estudios técnicos indispensables en la evaluación de carreteras es el estudio del tránsito. Según la publicación realizado por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte de México (2020), afirma que, el adquirir datos sobre la oferta y la demanda de transporte mediante trabajo de campo es crucial para modelar diferentes escenarios de desarrollo del sistema de transporte vial. Al realizar estudios en carreteras, la obtención de información sobre la demanda de transporte es importante para conocer temas claves y así poder tomar adecuadas decisiones. Entre esta información se encuentra; el número de usuarios según su longitud, la geometría de las carreteras, número de carriles por sentido de circulación, niveles de congestionamiento y esquema de financiamiento. [8]

Por su parte, dentro del estudio funcional de las carreteras se encuentra presente la superficie del pavimento, la cual define las actividades de mantenimiento que se debería efectuar superficialmente en un pavimento, como parchados, bacheos, sellados y tratamientos de fisuras. Además, la evaluación superficial del pavimento da indicios para una solución a los problemas estructurales de acuerdo con el tipo de falla y magnitud, dando paso a intervenciones como recapeos, repotenciación o cambio del paquete estructural. [9]

La evaluación del estado las superficies del pavimento de la carretera se las realiza bajo la utilización de algunas metodologías, como son; el Índice de Condición Pavimentos (PCI) o el Índice de Regularidad Internacional (IRI). El objeto de estas metodologías es evaluar en qué condiciones se encuentra un pavimento según las fallas superficiales, su irregularidad, y su daño. Al emplear estos métodos se localizan todas

las fallas de existentes en un tramo de estudio, esto con el fin de proponer adecuadas soluciones según la severidad en la que se encuentra el pavimento. [9]

Una excelente alternativa para evaluar el estado de un pavimento es mediante los métodos de ensayo no destructivos, ya que ofrecen la ventaja de ahorrar costos y evitar cambios en la distribución de esfuerzos, además de requerir un menor tiempo para obtener resultados. El deflectómetro de impacto (FWD) es actualmente el método más comúnmente utilizado para llevar a cabo este tipo de evaluaciones, pues este resulta ser muy útil y efectivo a la hora medir la deformación producida en su superficie de pavimento. [10]

Un ejemplo claro del uso de estas metodologías para evaluar un pavimento se muestra en la investigación publicada por Esteban Méndez (2019), quien realizó un estudio de la situación superficial en la que se encuentra los pavimentos de las vías en Costa Rica en base a la norma ASTM D6433-18, en donde concluyó que la metodología PCI pertenece a una de las más precisas debido a que no es necesario utilizar herramientas técnicas ni específicas debido a que esta se mide de forma indirecta y se puede aplicar en pavimentos rígidos y flexibles. Además, comprobó que en Costa Rica los deterioros que mayor cuantificación presentaron fueron la piel de cocodrilo, el desnivel de espaldón y los bacheos pues son los que mayor influencia tienen en el daño de la estructura de pavimento en las rutas de estudio. Obtuvo también que en el tramo Sabana Este - Radial Alajuela de la Ruta 1 de Costa Rica, el índice de estado del pavimento de 76, que corresponde a una calificación de "muy bueno" [11]

Por otra parte, Diego Diaz (2021) en su proyecto publicado, donde realizó una valoración superficial mediante PCI y una valoración estructural mediante el ensayo de Viga Benkelman en la ciudad de Pimentel- Perú, llegó a concluir que la respuesta general de un sistema de pavimento se refleja en las deflexiones que se observan en la superficie de la capa asfáltica, afirmó también que la medición de estas es fácil, rápida, rentable y no causa ningún daño a las características o la integridad del sistema. Además, determinó que en estos tipos de trabajo como lo son, la rehabilitación, mantenimiento y mejoramiento de pavimentos bajo la metodología con la viga Benkelman tiene mayor uso o relevancia esto debido a su bajo costo de aplicación. [12]

Por su parte en su investigación determinó que los pavimentos que poseían buenas condiciones obtuvieron valores de deflexiones aceptables, mientras que en pavimentos con un estado deteriorado superficialmente se obtuvieron valores de deflexiones más altas que la deflexión admisible. Sin embargo, Diego Diaz (2019) afirma que no sucede de esa manera siempre, puesto que existen ciertas excepciones donde el estado superficial del pavimento está en buenas condiciones y se generan altas de deflexiones, esto puede deberse a que el pavimento ya ha superado su vida útil, que haya sido construido recientemente o también debido a que se realizó las mediciones de las deflexiones a temperaturas altas. [12]

La infraestructura vial del Ecuador a lo largo del tiempo ha presentado restricciones notables, a pesar de tener niveles similares o superiores de kilómetros de vías pavimentadas, densidad de redes viales nacionales y número de puertos y aeropuertos en comparación con otros países de la región. La gestión de la infraestructura vial ha sido plagada de importantes carencias. El transporte interno ha dependido principalmente tanto de carga como de pasajeros. Consecuentemente en el país el mantenimiento vial no se ha llevado a cabo adecuadamente, lo que ha provocado un deterioro significativo de muchas carreteras en todo el país. Como resultado, los niveles de servicio de las vías han disminuido considerablemente y los usuarios se han visto afectados por un aumento en los gastos de viaje así también como por el aumento en los accidentes de tránsito. [13]

En la provincia de Tungurahua, el sistema vial ha sido construido en su gran mayoría con pavimento flexible. La mayor parte de las vías que han sido construidas, se muestran con una superficie de rodadura que presenta un estado regular, en donde alrededor de 984,98 km se encuentran en dicho estado, mientras que 594,46 km de las vías se encuentran en mal estado, por su parte 457.43 km de vías se encuentran en buen estado, esto lo afirmó el plan de desarrollo vial integral de la Provincia de Tungurahua (2019). [14]

1.2 Justificación

Disponer de una adecuada infraestructura vial es sinónimo de desarrollo en cualquier parte del mundo, por ende, el mantenimiento vial es de vital importancia para el correcto funcionamiento de esta. Mantener una carretera en excelentes condiciones proporciona grandes beneficios al transporte de mercancías, estimula el crecimiento turístico y comercial, en consecuencia, eleva el nivel de vida de una población.

Teniendo en cuenta que en nuestro país a lo largo de los últimos años se ha realizado grandes inversiones en proyectos viales y varios de estos al no poseer un correcto mantenimiento, presentan deterioros tempranos, es de suma relevancia, hacer una evaluación y proponer un plan de rehabilitación y mantenimiento vial.

En la provincia de Tungurahua, la cual es conocida por su gran capacidad comercial, y también por ser una provincia ubicada en el centro del país, la vía que une los sectores de Salasaka – Picaihua, necesita de un plan o programa específico de conservación y mantenimiento para mitigar los daños en la capa de rodadura y reducir su deterioro. La vía ha presentado daños permanentes, debido al constante tráfico vehicular pesado. Por tal motivo es fundamental establecer las correspondientes actividades de trabajo para la conservación e intervención de la infraestructura vial con el objetivo de lograr establecer un tránsito seguro y cómodo a su vez.

El presente proyecto consiste en realizar una propuesta de la conservación y mantenimiento de la vía Salasaka - Picahua, Abs 4+500 – 9+000 de la Provincia de Tungurahua, de acuerdo con la observación y análisis de la condición actual de la vía, para lo cual se deberá contar con un estudio, análisis y ensayos de suelos, el cual comprende: levantamiento topográfico, estudio del tránsito actual (TPDA) y tránsito futuro, granulometría, Límite líquido, límite plástico, CBR, PCI. Esto se lo realiza con el fin de beneficiar a las personas que transitan y habitan por estas parroquias.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Proponer un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka - Picaihua, Cantón Pelileo de la provincia de Tungurahua.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar un levantamiento topográfico en la vía Salasaka - Picaihua, Abs 4+500 – 9+000, de la provincia de Tungurahua.
- Conocer el tráfico en la vía Salasaka – Picaihua , Abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua.
- Evaluar los componentes físicos que se encuentren en la vía Salasaka - Picaihua, Abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua.
- Determinar presupuesto referencial para actividades de mantenimiento vial en el tramo de la vía Salasaka - Picaihua, Abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua.

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Para el desarrollo del proyecto se utilizó los materiales en base a los ensayos técnicos requeridos en campo y en laboratorio para cumplir con los objetivos específicos planteados:

Materiales empleados en el desarrollo del primer objetivo:

- Desarrollar un levantamiento topográfico en la vía Salasaka - Picaihua, Abs 4+500 – 9+000, de la provincia de Tungurahua.

Tabla 1. Materiales utilizados para Levantamiento Topográfico

ENSAYO	NORMATIVA	MATERIAL Y EQUIPO	DESCRIPCIÓN
Levantamiento Topográfico	NEVI-12 MTOP	GPS y Estación total	Marca: Topcon Versión: Series ES Se empleó para establecer con gran precisión la posición de los puntos que comprende la vía.
		Software “Civil 3D”	Marca: Autodesk Versión: 2023 Se utilizó para obtener el plano correspondiente a la via
		Software “Global Mapper”	Marca: Blue Marble Versión: 20 (64-bit) Se empleó para generar curvas de nivel de la superficie de estudio.
		Software “Google Earth”	Marca: Google Versión: 7.3 Se empleó para ubicar la vía de estudio.

Fuente: Autor

Materiales empleados en el desarrollo del segundo objetivo:

- Conocer el tráfico en la vía Salasaka – Picaihua, Abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua.

Tabla 2. Materiales utilizados para la determinación del Tráfico Vehicular

ENSAYO	NORMATIVA	MATERIAL Y EQUIPO	DESCRIPCIÓN
Tráfico vehicular	NEVI-12 MTOPI	Software “Excel”	Marca: Microsoft Versión: 2019 Se requirió su uso para el procesamiento de información, y también para la realización de los cálculos pertinentes.

Fuente: Autor

Materiales empleados en el desarrollo del tercer objetivo:

- Evaluar los componentes físicos que se encuentren en la vía Salasaka - Picaihua, Abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua.

Tabla 3. Materiales utilizados para la evaluación de los componentes físicos y las propiedades del suelo de la vía.

ENSAYO	NORMATIVA	MATERIAL Y EQUIPO	DESCRIPCIÓN
Toma de muestras	ASTM D 420 [15]	Azadón, barra y pala	Marca: Bellota. Material: Acero forjado de medio carbono. Se utilizó para realizar agujeros de 1 metro cúbico y así extraer las muestras de suelo.

Análisis Granulométrico	ASTM D 422 AASHTO T 88	Muestra de Suelo	Procedencia: Vía Salasaka – Picaihua Abs 4+500-9+000. Muestra extraída a lo largo de la vía de estudio mediante la ejecución de calicatas.
		Tamizadora eléctrica	Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato. Marca: Controls. Versión: 15-d0407/BZ. Voltaje: 110 a 220 Voltios. Utilizada para lograr cernir la arena de forma automática, ordenando los tamices de mayor a menor diámetro.
		Balanza Electrónica	Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato. Marca: México. Sensibilidad: 0.1gramos. Empleada para pesar la muestra de suelo retenido en cada tamiz.
		Tamices	Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato. Material: Aluminio Geometría: Redondos Diámetro: 25 cm Utilizado para retener las partículas de suelo según su tamaño.

Límite líquido	ASTM D 4318 AASHTO T-89	Muestra de Suelo	Procedencia: Vía Salasaka – Picaihua Abs 4+500-9+000. Muestra extraída a lo largo de la vía de estudio mediante la ejecución de calicatas.
		Copa “Casagrande”	Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato. Marca: Sin marca Material: Bronce Aparato de bronce que cae libremente sobre una base de goma normalizada a una altura de 10 mm.
		Balanza Electrónica	Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato. Marca: México. Sensibilidad: 0.1gramos. Utilizada para medir la masa del recipiente en conjunto con la masa el suelo.
		Recipientes de aluminio	Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato. Geometría: cilíndricos Material: aluminio Se empleó para colocar porciones de la muestra de suelo una vez ya alteradas.

		Horno de secado	<p>Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato.</p> <p>Marca: Sin marca</p> <p>Voltaje: 110 V</p> <p>Temperatura Max. :232 °C</p> <p>Utilizado para secar las muestras de suelo.</p>
		Ranurador y Acanalador	<p>Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato.</p> <p>Marca: Sin marca</p> <p>Se emplea para controlar el ancho de ranura de la muestra de suelo en la copa.</p>
Límite plástico	ASTM D 4318 AASHTO T-90	Muestra de Suelo	<p>Procedencia: Vía Salasaka – Picaihua Abs 4+500-9+000.</p> <p>Muestra extraída a lo largo de la vía de estudio mediante la ejecución de calicatas.</p>
		Mortero de Porcelana	<p>Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato.</p> <p>Marca: Sin marca</p> <p>Utilizado para mezclar el suelo con el agua.</p>
		Placa de vidrio	<p>Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato.</p> <p>Sirvió para preparar la porción de suelo en forma de gusano que entrará al horno.</p>

		Horno de secado	<p>Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato.</p> <p>Marca: Sin marca</p> <p>Voltaje: 110 V</p> <p>Temperatura Max. :232 °C</p> <p>Utilizado para secar las muestras de suelo.</p>
		Balanza Electrónica	<p>Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato.</p> <p>Marca: México.</p> <p>Sensibilidad: 0.1gramos.</p> <p>Utilizada para medir la masa del recipiente en conjunto con la masa el suelo.</p>
Proctor Modificado	ASTM D-1557 AASHTO T- 180	Muestra de Suelo	<p>Procedencia: Vía Salasaka – Picaihua Abs 4+500-9+000.</p> <p>Muestra extraída a lo largo de la vía de estudio mediante la ejecución de calicatas.</p>
		Molde metálico	<p>Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato.</p> <p>Marca: Sin marca</p> <p>Material: Acero</p> <p>Se utilizó para colocar las capas de suelo una vez ya cuarteadas, para luego estas ser golpeadas con el martillo compactador. Se uso también para pesar la muestra compacta</p>

		Bandeja metálica	<p>Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato.</p> <p>Material: Acero</p> <p>Utilizado para cuartear o dividir la muestra de suelo con su respectivo porcentaje de humedad.</p>
		Recipientes de aluminio	<p>Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato.</p> <p>Geometría: Cilíndricos</p> <p>Material: Aluminio</p> <p>Se empleó para colocar porciones de la muestra de suelo una vez ya alteradas.</p>
		Martillo compactador	<p>Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato.</p> <p>Material: Metal</p> <p>Peso: 10 lb</p> <p>Altura de golpeo: 18”</p> <p>Empleado para compactar las diferentes capas de suelo dentro del molde, dejando caer el martillo para que este golpee.</p>
		Enrasador , palustre y brocha	<p>Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato.</p> <p>Utilizadas como herramientas menores dentro del ensayo.</p>

		<p>Probeta</p>	<p>Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato.</p> <p>Capacidad: 1000 ml</p> <p>Utilizada para medir el porcentaje de agua que requiere la muestra.</p>
		<p>Horno de secado</p>	<p>Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato.</p> <p>Marca: Sin marca</p> <p>Voltaje: 110 V</p> <p>Temperatura Max. :232 °C</p> <p>Utilizado para secar las muestras de suelo.</p>
		<p>Balanza Electrónica</p>	<p>Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato.</p> <p>Marca: México.</p> <p>Sensibilidad: 0.1gramos.</p> <p>Utilizada para medir la masa del recipiente en conjunto con la masa el suelo.</p>

California Bearing Ratio (CBR)	ASTMD 1883 AASHTO T-193	Muestra de Suelo	Procedencia: Vía Salasaka – Picaihua Abs 4+500-9+000. Muestra extraída a lo largo de la vía de estudio mediante la ejecución de calicatas.
		Molde metálico	Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato. Marca: Sin marca Material: Acero Se utilizó para colocar las capas de suelo una vez ya cuarteadas, para luego estas ser golpeadas con el martillo compactador. Se uso también para pesar la muestra compacta
		Bandeja metálica	Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato. Material: Acero Utilizado para cuartear o dividir la muestra de suelo con su respectivo porcentaje de humedad.
		Recipientes de aluminio	Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato. Geometría: Cilíndricos Material: Aluminio Se empleó para colocar porciones de la muestra de suelo una vez ya alteradas.

		<p>Martillo compactador</p>	<p>Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato.</p> <p>Material: Metal</p> <p>Peso: 10 lb</p> <p>Altura de golpeo: 18”</p> <p>Empleado para compactar las diferentes capas de suelo dentro del molde, dejando caer el martillo para que este golpee.</p>
		<p>Enrasador , palustre y brocha</p>	<p>Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato.</p> <p>Utilizadas como herramientas menores dentro del ensayo.</p>
		<p>Horno de secado</p>	<p>Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato.</p> <p>Marca: Sin marca</p> <p>Voltaje: 110 V</p> <p>Temperatura Max. :232 °C</p> <p>Utilizado para secar las muestras de suelo.</p>
		<p>Balanza Electrónica</p>	<p>Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato.</p> <p>Marca: México.</p> <p>Sensibilidad: 0.1gramos.</p> <p>Utilizada para medir la masa del recipiente en conjunto con la masa el suelo.</p>

		Pesa anular y pesa ranurada	<p>Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato.</p> <p>Material: Metal</p>
		Máquina Multispeed	<p>Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato.</p> <p>Marca: Controls</p> <p>Versión: 34V1174</p> <p>Máquina capaz de aplicar una fuerza uniforme para poder penetrar un pistón dentro del espécimen.</p>
		Horno de secado	<p>Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato.</p> <p>Marca: Sin marca</p> <p>Voltaje: 110 V</p> <p>Temperatura Max. :232 °C</p> <p>Utilizado para secar las muestras de suelo.</p>
		Balanza Electrónica	<p>Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato.</p> <p>Marca: México.</p> <p>Sensibilidad: 0.1gramos.</p> <p>Utilizada para medir la masa del recipiente en conjunto con la masa el suelo.</p>

Medición de deflexiones	AASHTO T 256	Volqueta	Procedencia: Alquilada en el sector Picaihua. Marca: Hino Utilizada para causar deflexión en el pavimento.
		Viga Benkelman	Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato. Marca: Controls Versión: 80-B0180 Empleada para medir deflexiones en la vía.
		Termómetro	Procedencia: Laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato. Marca: Sin marca Empleada para medir temperatura
		Combo y cinta métrica	Procedencia: Herramienta personal Utilizadas como herramientas menores dentro del ensayo.

Fuente: Autor

Materiales empleados en el desarrollo del cuarto objetivo:

- Determinar presupuesto referencial para actividades de mantenimiento vial en el tramo de la vía Salasaka - Picaihua, Abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua.

Tabla 4. Materiales utilizados para la determinación del presupuesto referencial

ENSAYO	NORMATIVA	MATERIAL Y EQUIPO	DESCRIPCIÓN
Presupuesto referencial		Software “Excel”	Marca: Microsoft Versión: 2019 Se requirió su uso para el procesamiento de información, y también para la realización de los cálculos presupuestales.

Fuente: Autor

2.2 Metodología

La metodología del presente proyecto técnico fue establecida de acuerdo con los objetivos propuestos, con el fin de obtener óptimos resultados respaldados científicamente, mediante la utilización de técnicas de investigación. La misma constó de cuatro fases, las cuales fueron:

2.1.1 Primera Fase: Levantamiento topográfico de la vía

Dentro de la primera fase se acudió a la utilización de la investigación de campo puesto que fue necesario hacer un estudio en el sitio para recolectar datos de la topografía de la vía. En esta fase se realizó un levantamiento de información de campo con la ayuda de un GPS y una estación total, en donde los puntos fueron tomados cada 25 metros a lo largo de los 4.5 km, correspondientes a la vía de estudio, se analizó también las características de la vía, es decir que se verificó la presencia o ausencia de cunetas, alcantarillado, por su parte de igual manera se midió anchos de la presente vía. Posteriormente mediante el software “Civil 3D” se generó visualmente un resultado de la vía Salasaka – Picaihua en las abscisas 4+500 – 9+000, después de haber levantado ya la información de campo. Como resultado se obtuvo los planos de la vía Salasaka – Picaihua en las abscisas 4+500 – 9+000, en donde comprende anchos, curvas y abscisado.

2.1.2 Segunda Fase: Estudio del tráfico vehicular de la vía

La segunda fase fue ejecutada mediante el empleo de la investigación de campo y la investigación bibliográfica. Investigación de campo porque se acudió al sitio para obtener información del tráfico vehicular de la vía, e investigación bibliográfica porque fue necesario acudir a la normativa del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) para realizar los cálculos respectivos. En esta etapa se realizó un estudio del tráfico en la vía Salasaka - Picaihua en las abscisas 4+500 – 9+000, para obtener la carga de tránsito a la que está sometida, esto se lo realizó mediante un conteo manual, el cual tuvo una duración de 12 horas diarias, es decir que el conteo empezó desde las 6:00 horas hasta las 18:00 horas, durante 7 días. Dicho conteo se efectuó registrando el tipo de vehículo que circulaba en la vía, en una ficha de registro, en intervalos de 15 minutos. La estación de conteo fue ubicada en la abscisa 9+000 es decir al final del tramo de estudio, puesto que fue el sitio específico con más probabilidad de tránsito a lo largo del día debido a la cantidad de intersecciones con

otras vías. Posteriormente se ordenó toda la información adquirida en la estación de conteo vehicular, para el respectivo cálculo del tráfico promedio diario anual (TPDA). En esta fase fue necesario emplear las siguientes fórmulas para obtener los factores que se requieren para calcular el TPDA [16]:

- Factor de hora de máxima demanda (FHMD):

$$FHMD = \frac{Q}{4 * Q_{15 \text{ máx}}}$$

Ecuación 1

Donde:

FHMD: Factor de hora pico de máxima demanda

Q: Total vehículos en hora pico

$Q_{15 \text{ máx}}$: Flujo máximo en 15 minutos dentro de la hora pico

- Tráfico actual (TPDA actual):

$$TPDA \text{ actual} = \frac{VHP}{k}$$

Ecuación 2

Donde:

TPDA actual: Tráfico promedio diario anual actual

VHP= Volumen de tráfico en hora pico

k = Factor de TPDA de acuerdo con la zona de estudio

- Tráfico atraído (Tat):

$$Tat = 10\% TPDA \text{ actual}$$

Ecuación 3

Donde:

T at = tráfico atraído

TPDA actual: Tráfico promedio diario anual actual

Por su parte una vez calculados los factores, se determinó el TPDA mediante la siguiente fórmula:

- Tráfico promedio diario anual (TPDA):

$$TPDA = T_{ac} + T_{at}$$

Ecuación 4

Donde:

TPDA= Tráfico Promedio Diario Anual.

Tac = Tráfico actual

Tat = Tráfico atraído

Se determinó también el tráfico futuro mediante la aplicación de la siguiente formula:

- Tráfico futuro:

$$Tf = Tac (1 + i)^n$$

Ecuación 5

Donde:

Tf: Tráfico futuro

Tac: Tráfico actual

i: Índice de crecimiento

n: Años de proyección

2.1.3 Tercera Fase: Evaluación de los componentes físicos de la vía

Esta etapa se desarrolló mediante la aplicación de la investigación de campo e investigación de laboratorio. Se ejecutó una inspección visual para detectar las deflexiones y fallas en la vía de estudio, mediante el método del Índice de condición de Pavimento (PCI), en donde se cuantificó las diferentes fallas presentadas, a su vez se las calificó mediante la determinación de nivel de severidad de éstas. Para esto se establecieron 15 unidades de muestreo de 29 metros de longitud. Se calculó el valor de PCI para cada una de las unidades de muestreo mediante la utilización de los diferentes diagramas establecidos por el método, según las fallas encontradas.

Se emplearon las siguientes fórmulas para calcular el PCI en base a la norma ASTM D 6433 [17]:

- Longitud de unidad de muestreo (L):

$$L = \frac{A}{An}$$

Ecuación 6

Donde:

L= Longitud de unidad de muestreo

A= Área máxima o área mínima de unidad de muestreo

An = Ancho de vía

- Número de Unidades de Prueba (N):

$$N = \frac{Lt}{L}$$

Ecuación 7

Donde:

N= Número de Unidades de Prueba.

Lt= Longitud Total.

L = Longitud de la unidad de muestreo.

- Número de unidades de prueba a ser inspeccionadas (n):

$$n = \frac{N * S^2}{\left(\frac{e^2}{4}\right) (N - 1) + S^2}$$

Ecuación 8

Donde:

n= Número de unidades de prueba a ser inspeccionadas.

N= Número de Unidades de Prueba.

S = Desviación estándar del PCI de las unidades de prueba en la sección

e= Error permisible en la estimación de la sección PCI

- Intervalo de muestreo (i):

$$i = \frac{N}{n}$$

Ecuación 9

Donde:

i= Intervalo de muestreo

N= Número de Unidades de Prueba.

n= Número de unidades de prueba a ser inspeccionadas.

- Determinación de la densidad

$$Densidad \% = \frac{\text{Área total}}{\text{Área Unidad de prueba}} \times 100$$

Ecuación 10

- Determinación de número aceptable de deducciones (m)

$$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$$

Ecuación 11

Donde:

m= Número aceptable de deducciones

HDV= Valor deducido más alto

- Determinación del índice de condición de pavimento (PCI)

$$PCI = 100 - CDV$$

Ecuación 12

Donde:

PCI= índice de condición de pavimento

CDV= Valor Deducido máximo compensado.

Una vez que se determinó el PCI promedio, se estableció el estado en el que se encuentra el pavimento de la vía de estudio. En base a la siguiente tabla se determinó el estado en el que se encuentra el pavimento de acuerdo con los rangos de PCI:

Tabla 5. Estado del pavimento en base al PCI calculado

Índice de condición del pavimento (PCI)	Rating de condición de pavimento
$0 < \text{PCI} < 10$	FALLADO
$10 < \text{PCI} < 25$	MUY POBRE
$25 < \text{PCI} < 40$	POBRE
$40 < \text{PCI} < 55$	REGULAR
$55 < \text{PCI} < 70$	BUENO
$70 < \text{PCI} < 85$	MUY BUENO
$85 < \text{PCI} < 100$	EXCELENTE

Fuente: Pavement management for Airports, roads, and parking lots M.Y. Shahin 2005 [18]

Por otra parte, mediante el empleo de la Viga Benkelman, se ejecutó mediciones verticales, aplicando unidades de muestreo cada 200 metros, en donde se determinó las deflexiones que presenta el pavimento a lo largo de la vía. Para esto fue necesario el uso de una volqueta cargada. Después de haber obtenido las deflexiones in situ, se procedió a realizar los respectivos cálculos para determinar el tipo de deflexión a la que se encuentran sometida la vía por el paso del tránsito vehicular.

Además, por medio de la ejecución calicatas de 1 metro cúbico de dimensión, se extrajo muestras de la subrasante, cada mil metros a lo largo de la carretera, en donde estas fueron llevadas al laboratorio de suelos, para la elaboración de sus respectivos análisis, mediante la ejecución de ensayos. Los ensayos de suelos realizados fueron; Análisis granulométrico, Límite líquido, Límite plástico, Proctor Modificado y Capacidad de soporte (CBR).

Tabla 6. *Ensayos de suelos realizados*

NORMATIVA	ENSAYO
AASHTO T 88 ASTM D 422	Análisis Granulométrico
AASHTO T-89 ASTMD 4318	Límite Líquido
AASHTO T-90 ASTM D 4318	Límite Plástico
AASHTO T-180 ASTM D-1557	Proctor Modificado
AASHTO T -193 ASTM D 1883	Capacidad de soporte (CBR)

Fuente: Autor

2.1.4 Cuarta Fase: Plan de mantenimiento y presupuesto referencial

Mediante la aplicación de la investigación proyectiva, se elaboró un plan de mantenimiento vial de acuerdo con los estudios técnicos realizados. En base a esto, se realizó un presupuesto referencial, en donde se detalla los costos que integran dentro del plan de mantenimiento de la capa de rodadura de la vía. Se elaboró una tabla resumen con todos los rubros que participan en el plan de mantenimiento vial del proyecto, con sus respectivas especificaciones técnicas.

Los productos obtenidos en cada fase resultaron ser de gran utilidad, para diseñar un mecanismo de mantenimiento vial de acuerdo con las necesidades de la vía Salasaka – Picaihua en las abscisas 4+500 – 9+000. Gracias a esto también se logró plantear las conclusiones acordes a los objetivos propuestos en el proyecto.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

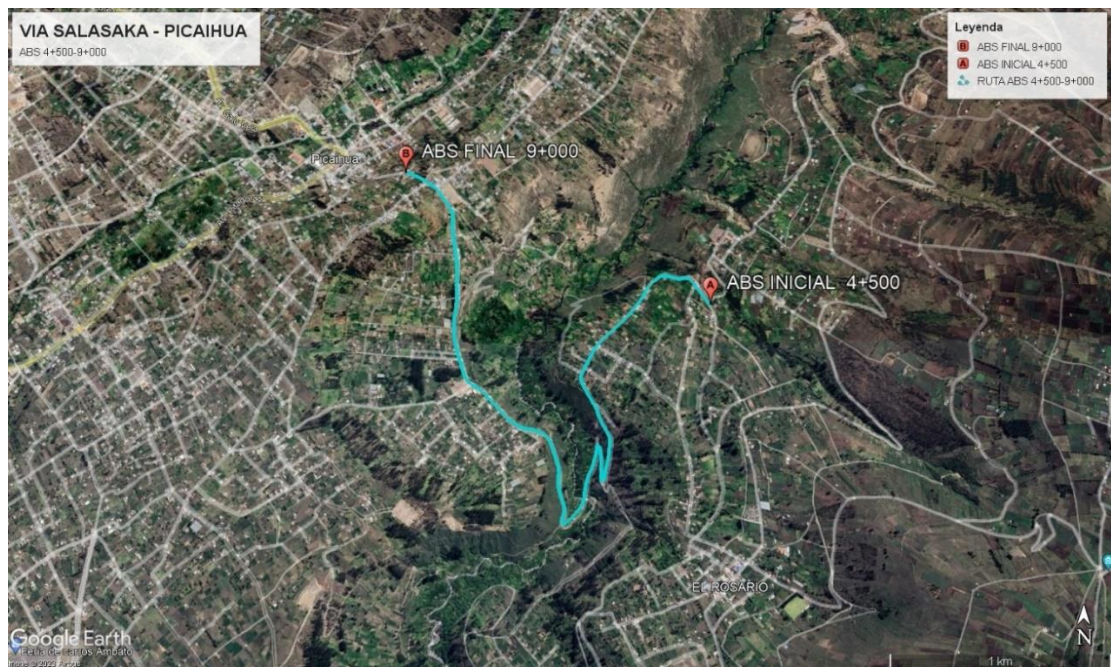
3.1 Análisis y discusión de resultados

En el presente capítulo se mostrará cada uno de los resultados obtenidos de acuerdo con los ensayos realizados en campo y en laboratorio, los mismos que dieron paso al cumplimiento y desarrollo de los objetivos de este proyecto.

3.1.1 Ubicación del Proyecto

La vía de estudio se encuentra ubicada en la provincia de Tungurahua, entre los cantones de Salasaka y Picaihua, específicamente desde el km 4+500 al km 9+000, es decir que el tramo analizado tiene una longitud de 4.5 kilómetros.

Figura 1. Vía Salasaka – Picaihua Km 4+500-9+000



Fuente: Google Earth

Tabla 7. Puntos de georreferenciación de la vía Salasaka-Picaihua

ABSCISA INICIAL	NORTE	ESTE
4+500	9858042.00 m	770694.00 m
ABSCISA FINAL	NORTE	ESTE
9+000	9858742.00 m	769024.00 m

Fuente: Autor

3.1.2 Levantamiento topográfico de la vía

Con la utilización del GPS y estación total se logró obtener un levantamiento topográfico de la vía comprendida entre los cantones de Salasaka y Picaihua, precisamente desde la abscisa 4+500 hasta la 9+000, en donde se recogió los puntos importantes que comprenden la vía, como lo son; el eje central, el lado lateral derecho y por ende el lado lateral izquierdo. Esto se lo ejecutó cada 25 metros de distancia, generando así un total de 540 puntos levantados. Seguidamente se llevó a cabo el procesamiento de los datos levantados en sitio mediante el uso de herramientas de ingeniería. Se empleo el software Excel y Civil 3D para la generación del anexo F.

Tabla 8. Datos de la vía

ANCHO PROMEDIO DE VÍA	NÚMERO DE CARRILES	NÚMERO DE PUNTOS LEVANTADOS
8 m	2	540

Fuente: Autor

Tabla 9. Características de la vía

CARACTERÍSTICAS	ABS INICIAL	ABS FINAL	ESTADO
Cunetas	4+500	8+420	Bueno
Alcantarillado	4+500	9+000	Bueno
Señalización Vertical	4+500	9+000	Regular
Señalización Horizontal	4+500	9+000	Regular

Fuente: Autor

3.1.3 Estudio del tráfico vehicular de la vía

La normativa MTOP 2003 establece que como mínimo se debe efectuar un conteo manual de 7 días seguidos en una semana. Para lo cual en esta fase se realizó un estudio del tráfico vehicular en la vía Salasaka - Picaihua, mediante la ejecución de un conteo manual en ambos sentidos de la vía, el cual tuvo una duración de 12 horas diarias, es decir que el conteo empezó desde las 6:00 horas hasta las 18:00 horas, durante los días 17, 18, 19, 20, 21, 22 y 23 de abril del 2023 cumpliendo así con lo establecido por la norma MTOP 2003. Se ubicó la estación de conteo vehicular en la Abs 9+000 de la vía, registrando todos los tipos de vehículos en circulación, mediante el uso de fichas de registro. El anexo A muestra los vehículos contabilizados en cada día.

Tabla 10. Ubicación de la estación de conteo vehicular

ABSCISA	NORTE	ESTE
9+000	9858742.00 m	769024.00 m

Fuente: Autor

3.1.3.1 Determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) mediante el método de la trigésima hora.

El TPDA representa el total del tránsito que circula por la carretera en el periodo de un año dividido entre 365 días es decir que es el volumen promedio de tránsito por día, este valor es esencial para poder conocer las dimensiones funcionales y estructurales que posee una vía. [19]

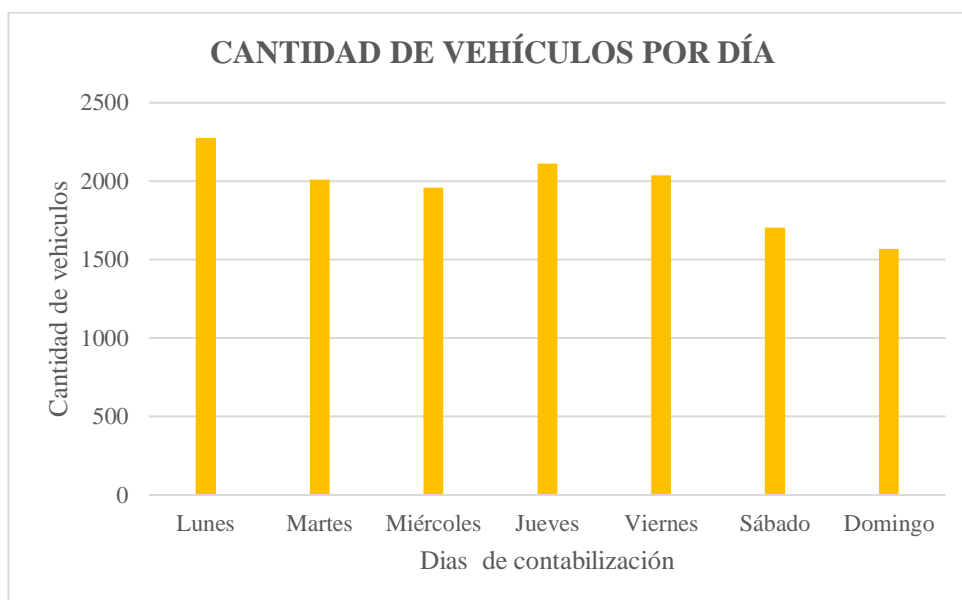
Se procedió a calcular el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), mediante el método de la trigésima hora, para esto fue necesario identificar la hora con mayor cantidad de vehículos, teniendo en consideración que el lunes 17 de abril del 2023 fue el día con mayor número de vehículos en circulación dentro de la vía de estudio, con un total de 2274 vehículos. A continuación, se presentan los datos registrados durante los siete días de estudio de tráfico vehicular:

Tabla 11. Número de vehículos que transitan por día

DÍA	NÚMERO DE VEHICULOS
Lunes	2274
Martes	2011
Miércoles	1960
Jueves	2113
Viernes	2037
Sábado	1703
Domingo	1569

Fuente: Autor

Figura 2. Cantidad de vehículos que transitan por día



Fuente: Autor

El mayor flujo vehicular se registró el lunes 17 de abril del 2023 como indica la figura 2, se determinó que a partir de las 7h00 hasta las 8h00 es la hora pico o treintava hora, con un total de 277 vehículos en circulación como muestra la tabla 12. Este resultado se dio en gran medida debido a la actividad comercial del sector, pues, los lunes son cuando más se equipan de suministros los negocios y establecimientos. Las actividades educativas e institucionales también fueron un factor clave para que el volumen de tráfico del lunes sea el más alto.

Tabla 12. Hora pico - Conteo vehicular

HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL	TOTAL ACUMULADO POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3	Total Camiones	
7h00	7h15	56	8	3	0	0	0	3	67
7h15	7h30	69	7	1	1	0	0	2	78
7h30	7h45	50	7	3	1	0	0	4	61
7h45	8h00	62	6	1	2	0	0	3	71
TOTAL		237	28	8	4	0	0	12	277

Fuente: Autor

➤ **Cálculo del factor de hora de máxima demanda (FHMD)**

$$FHMD = \frac{Q}{4 * Q_{15 \text{ máx}}}$$

Ecuación 1

Donde:

FHMD: Factor de hora pico de máxima demanda

Q: Total vehículos en hora pico

$Q_{15 \text{ máx}}$: Flujo máximo en 15 minutos dentro de la hora pico

$$FHMD = \frac{277}{4 * 78}$$

$$FHMD = 0.88 ,$$

Para efecto de cálculos FHMD = 1

➤ **Cálculo del Tráfico actual**

$$TPDA \text{ actual} = \frac{VHP}{k}$$

Ecuación 2

Donde:

TPDA actual: Tráfico promedio diario anual actual

VHP= Volumen de tráfico en hora pico

k = Factor de TPDA de acuerdo con la zona de estudio

Cabe mencionar que la vía se encuentra ubicada en una zona rural por lo que el factor de TPDA escogido fue del 15 %. La norma MTOP 2003 recomienda utilizar el valor de k para zonas rurales de 12% a 16%.

✓ **TPDA actual -Livianos**

$$TPDA \text{ actual} = \frac{237 \text{ Veh}}{0.15}$$

$$TPDA \text{ actual} = 1580 \text{ Veh/diains}$$

✓ **TPDA actual -Buses**

$$TPDA \text{ actual} = \frac{28 \text{ Veh}}{0.15}$$

$$TPDA \text{ actual} = 187 \text{ Veh/dia}$$

✓ **TPDA actual - Camiones**

$$TPDA \text{ actual} = \frac{12 \text{ Veh}}{0.15}$$

$$TPDA \text{ actual} = 80$$

Tabla 13. TPDA actual de la vía Salasaka- Picaihua

TIPO DE VEHÍCULO	VEHÍCULOS EN HORA PICO	TPDA ACTUAL
Liviano	237	1580
Buses	28	187
Camiones	12	80
TPDA ACTUAL TOTAL		1847

Fuente: Autor

➤ **Cálculo del Tráfico atraído**

$$T_{at} = 10\% TPDA \text{ actual}$$

Ecuación 3

Donde:

T_{at} = Tráfico atraído

TPDA actual: Tráfico promedio diario anual actual

✓ **Trafico Atraído-Livianos**

$$T_{at} = 0.10 * 1580$$

$$T_{at} = 158 \text{ Veh/día}$$

✓ **Trafico Atraído-Buses**

$$T_{at} = 0.10 * 187$$

$$T_{at} = 19 \text{ Veh/día}$$

✓ **Trafico Atraído-Camiones**

$$T_{at} = 0.10 * 80$$

$$T_{at} = 8 \text{ Veh/día}$$

Tabla 14. Tráfico atraído de la vía Salasaka - Picaihua

TIPO DE VEHÍCULO	TPDA ACTUAL	TRÁFICO ATRAÍDO (Veh/día)
Liviano	1580	158
Buses	187	19
Camiones	80	8
TPDA ACTUAL TOTAL		185

Fuente: Autor

➤ **Cálculo del Tráfico promedio diario anual actual (TPDA)**

$$TPDA = T_{ac} + T_{at}$$

Ecuación 4

Donde:

TPDA= Tráfico Promedio Diario Anual.

Tac = Tráfico actual

Tat = Tráfico atraído

✓ **TPDA-Livianos**

$$TPDA = 1580 \frac{veh}{día} + 158 \frac{veh}{día}$$

$$TPDA = 1738 \frac{veh}{día}$$

✓ **TPDA-Buses**

$$TPDA = 187 \frac{veh}{día} + 19 \frac{veh}{día}$$

$$TPDA = 206 \frac{veh}{día}$$

✓ **TPDA-Camiones**

$$TPDA = 80 \frac{veh}{día} + 8 \frac{veh}{día}$$

$$TPDA = 88 \frac{veh}{día}$$

Tabla 15. Tráfico promedio diario anual de la vía Salasaka - Picaihua

TIPO DE VEHÍCULO	TPDA ACTUAL (Veh/día)	TRÁFICO ATRAIDO (Veh/día)	TPDA (Veh/día)	TPDA (%)
Livianos	1580	158	1738	85,53
Buses	187	19	206	10,14
Camiones	80	8	88	4,33
TOTAL			2032	100

Fuente: Autor

El TPDA calculado dio como resultado que 2032 vehículos circulan en la vía Salasaka - Picaihua durante todo un día, en donde el 85.53% de vehículos que circulan son livianos, mientras que el 10.14% son buses y solamente un 4.33 % son camiones.

3.1.3.2 Determinación del tráfico futuro

Se analizó el tránsito de la vía Salasaka – Picaihua, realizando una proyección para un periodo de tiempo de 20 años, tomando como punto de partida el año presente 2023 y como punto de llegada el año 2043. En este análisis se consideró las tasas de crecimiento de tráfico que proporciona el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP) [16].

$$Tf = Tac (1 + i)^n$$

Ecuación 5

Donde:

Tf: Tráfico futuro

Tac: Tráfico actual

i: Índice de crecimiento

n: Años de proyección

Tabla 16. Tasa de crecimiento vehicular

TASA DE CRECIMIENTO DEL TRÁFICO “i” (%)			
PERIODO	Livianos	Buses	Camiones
2015-2020	3,97	1,97	1,94
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: Ministerio de Obras Públicas, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras

2003

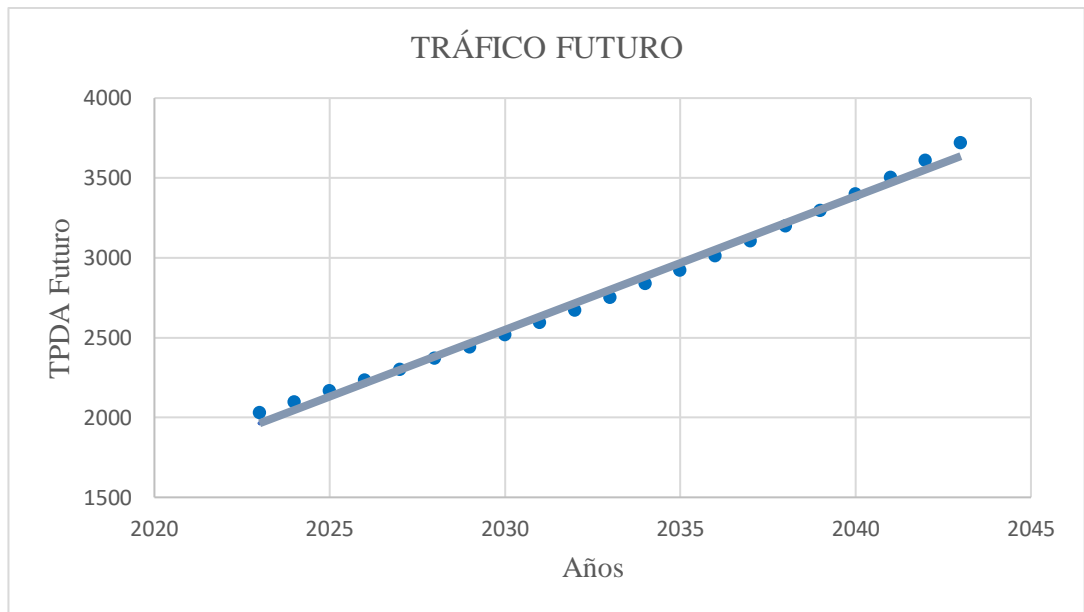
Tabla 17. Tráfico futuro de la vía Salasaka – Picaihua

AÑO	TASA DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO			TRÁFICO FUTURO (veh/día)			TPDA futuro (veh/día)
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	
2023	3,57	1,78	1,74	1738	206	88	2032
2024	3,57	1,78	1,74	1800	210	90	2099
2025	3,57	1,78	1,74	1864	213	91	2169
2026	3,25	1,62	1,58	1925	217	93	2234
2027	3,25	1,62	1,58	1987	220	94	2302
2028	3,25	1,62	1,58	2052	224	95	2371
2029	3,25	1,62	1,58	2119	228	97	2443
2030	3,25	1,62	1,58	2188	231	99	2517
2031	3,25	1,62	1,58	2259	235	100	2594
2032	3,25	1,62	1,58	2332	239	102	2673
2033	3,25	1,62	1,58	2408	243	103	2754
2034	3,25	1,62	1,58	2486	247	105	2838
2035	3,25	1,62	1,58	2567	251	107	2924
2036	3,25	1,62	1,58	2650	255	108	3013
2037	3,25	1,62	1,58	2737	259	110	3105
2038	3,25	1,62	1,58	2825	263	112	3200
2039	3,25	1,62	1,58	2917	267	113	3298
2040	3,25	1,62	1,58	3012	272	115	3399
2041	3,25	1,62	1,58	3110	276	117	3503
2042	3,25	1,62	1,58	3211	280	119	3610
2043	3,25	1,62	1,58	3315	285	121	3721

Fuente: Autor

Se obtuvo un tráfico futuro de 3721 vehículos en la vía Salasaka – Picaihua para dentro de 20 años, lo cual indica que a futuro el tráfico incrementará en gran medida.

Figura 3. Tráfico futuro de la vía Salasaka-Picaihua



Fuente: Autor

3.1.3.3 Tipo de vía con respecto al tráfico futuro

Tabla 18. Clasificación de carreteras según el TPDA futuro

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA (MOP)	TPDA futuro (AÑO FINAL DE DISEÑO)
Corredor Arterial	RI - RII (2)	>8000
	I	3000-8000
Colectora	II	1000-3000
	III	300-1000
Vecinal	IV	100-300
	V	300

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

El TPDA futuro calculado se encuentra en el rango de 3000 – 8000 vehículos, por lo que según la norma MTOP 2003 la vía Salasaka- Picaihua se clasifica como una vía Colectora tipo I, es decir de mediana capacidad, puesto que está destinada a recibir tráfico de caminos vecinales. La norma establece que la vía deberá contar con ciertas características como; ancho de calzada de 7.3 m y un peralte máximo del 10 %, para brindar un buen nivel de servicio y funcionamiento a futuro. De acuerdo con la norma MTOP 2003 la vía deberá mantener una sola superficie acondicionada con dos carriles de circulación (ida y venida) y espaldones adecuados a cada lado de 2,5 metros de ancho.

3.1.4 Evaluación de los componentes físicos de la vía

3.1.4.1 Cálculo del Índice de condición de pavimento (PCI)

El PCI es un indicador numérico el cual puede variar desde cero para pavimentos en estado de falla hasta 100 para pavimentos en condiciones perfectas, este cálculo se basa en los resultados obtenidos de una inspección visual, pues por medio de ella se identifica la cantidad, la severidad y la anomalía presente en la vía. [20]

Por medio del uso del Índice de Condición de Pavimento se realizó inspecciones visuales en donde se realizó un reconocimiento de las fallas en la vía Salasaka - Picaihua, registrando cada una de ellas con sus respectivas severidades para lo cual se hizo uso del formato que muestra la Figura 4.

Figura 4. Formato de inspección visual PCI para vías con pavimento flexible

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		INSPECCIÓN VISUAL (PCI)	
PROYECTO:							
FECHA:		ABSCISA INICIAL:		ÁREA DE MUESTREO			
RESPONSABLE:		ABSCISA FINAL:		UNIDAD DE MUESTREO:			
		SECCIÓN:		TRAMO:			
NÚMERO	FALLAS						
1	Piel de cocodrilo		m2				
2	Exudación		m2				
3	Agrietamiento en Bloque		m2				
4	Bombeo y hundimientos		m				
5	Corrugación		m2				
6	Depresiones		m2				
7	Agrietamiento de Borde		m				
8	Agrietamiento reflejo de juntas		m				
9	Caída Externa de Vía/ Hombreira		m				
10	Agrietamiento longitudinal y transversal		m				
11	Parqueo y acometida de servicio público		m2				
12	Pulimiento de agregados		m2				
13	Huecos		U				
14	Cruce de Ferrocarril		m2				
15	Ruteo		m2				
16	Empellones		m2				
17	Agrietamiento de media luna		m2				
18	Protuberancia		m2				
19	Intemperismo		m2				
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)				
VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):					VALOR DEDUCIDO		
NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):					TOTAL		

Fuente: Universidad de San Simón - Facultad de ciencia y Tecnología, Pavimentos (PCI), 2004.

Para calcular el PCI de la vía se consideró los siguientes datos mostrados en la Tabla 19:

Tabla 19. Datos y valores para el cálculo del PCI

DATOS	VALORES
Ancho Promedio de vía (An)	8 m
Longitud del tramo (Lt)	4500 m
Área del Tramo (A)	230 ± 93
Error admisible estimado para el PCI (e)	5%
Desviación estándar del PCI	10

Fuente: Autor

✓ Longitud de la Unidad de muestreo

$$L = \frac{A}{Av}$$

Ecuación 6

Donde:

L: Longitud de unidad de muestreo

A: Área máxima de unidad de muestreo

Av: Ancho promedio de vía

$$L1 = \frac{325}{8}$$

$$L1 = 40.63 \text{ m}$$

$$L2 = \frac{139}{8}$$

$$L2 = 17.38 \text{ m}$$

$$L = \frac{40.63 + 17.38}{2}$$

$$L = 29 \text{ m}$$

Estos resultados indican que la longitud de unidad de muestreo puede tomar valores desde los 17.38 metros hasta los 40.63 metros, en este caso se realizó un promedio entre ambos valores, obteniendo así una longitud de unidad de muestreo de 29 metros.

✓ **Número de unidades de prueba (N)**

$$N = \frac{Lt}{L}$$

Ecuación 7

Donde:

N= Número de Unidades de Prueba

Lt= Longitud Total

L = Longitud de la unidad de muestreo

$$N = \frac{4500 \text{ m}}{29 \text{ m}}$$

$$N = 155 \text{ Unidades}$$

✓ **Número de unidades de prueba a ser inspeccionadas**

$$n = \frac{N * S^2}{\left(\frac{e^2}{4}\right) (N - 1) + S^2}$$

Ecuación 8

Donde:

n= Número de unidades de prueba a ser inspeccionadas

N= Número de Unidades de Prueba

S = Desviación estándar del PCI de las unidades de prueba en la sección

e= Error permisible en la estimación de la sección PCI

$$n = \frac{155 * 10^2}{\left(\frac{5^2}{4}\right) (155 - 1) + 10^2}$$

$$n = 15 \text{ Unidades}$$

✓ **Intervalo de muestreo (i):**

$$i = \frac{N}{n}$$

Ecuación 9

Donde:

i= Intervalo de muestreo

N= Número de Unidades de Prueba

n= Número de unidades de prueba a ser inspeccionadas

$$i = \frac{155}{15}$$

$$i = 10$$

Este resultado indica que la inspección se la realizó cada 10 unidades de prueba, en donde estas tuvieron 29 m de longitud, es decir que se las inspeccionó cada 290 m, en este caso desde la abscisa inicial hasta contemplar las 15 unidades de prueba, como muestra la tabla 20 a continuación.

Tabla 20. Datos de la Unidades de Prueba

UNIDAD	Abscisa Inicial (m)	Abscisa Final (m)	Ancho promedio de vía (m)	Área (m2)
1	4+500	4+529	7,1	205,9
2	4+790	4+819	7	203
3	5+080	5+109	8	232
4	5+370	5+399	8	232
5	5+660	5+689	7,7	223,3
6	5+950	5+979	7,5	217,5
7	6+240	6+269	6	174
8	6+530	6+559	9,95	288,55
9	6+791	6+820	6	174
10	7+110	7+139	8,6	249,4
11	7+371	7+400	8,07	234,03
12	7+690	7+719	8,07	234,03
13	7+980	8+009	8,05	233,45
14	8+270	8+299	10,6	307,4
15	8+560	8+589	13,4	388,6

Fuente: Autor

Después de haber obtenido los valores correspondientes a las unidades de prueba, se procedió a realizar la inspección visual de pavimento flexible en el sitio, en donde se registró todas las cantidades de las fallas presentadas en la vía con su respectivo nivel de severidad, en el formato de PCI que muestra la Figura 4. Luego se determinó las densidades de cada falla según su severidad para consecuentemente determinar su valor deducido:

✓ **Densidad**

$$Densidad \% = \frac{\text{Área total}}{\text{Área Unidad de prueba}} \times 100$$

Ecuación 10

Los valores deducidos individuales se obtuvieron mediante la utilización de nomogramas representativos del método “Índice de Condición de Pavimento (PCI)” para cada tipo de falla, según su nivel de severidad y de acuerdo con los valores obtenidos de densidad. De todos los valores deducidos individuales se determinó el más alto valor para hallar el número aceptable de deducciones.

✓ **Número aceptable de deducciones (m)**

$$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$$

Ecuación 11

Donde:

m= Número aceptable de deducciones

HDV= Valor deducido más alto

✓ **Cálculo del PCI**

El PCI de cada unidad de prueba se lo obtuvo mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$PCI = 100 - CDV$$

Ecuación 12

Donde:

PCI= Índice de condición de pavimento

CDV= Valor Deducido máximo compensado.

Después de haber calculado los valores correspondientes de PCI para cada unidad de prueba, se obtuvo los resultados que indica la siguiente tabla a continuación:

Tabla 21. Resultados PCI de las unidades de prueba

UNIDAD	Abscisa Inicial (m)	Abscisa Final (m)	Área (m ²)	PCI	CONDICIÓN
1	4+500	4+529	205,9	59	Bueno
2	4+790	4+819	203	52	Regular
3	5+080	5+109	232	46	Regular
4	5+370	5+399	232	21	Muy Pobre
5	5+660	5+689	223,3	22	Muy Pobre
6	5+950	5+979	217,5	23	Muy Pobre
7	6+240	6+269	174	45	Regular
8	6+530	6+559	288,55	28	Pobre
9	6+791	6+820	174	30	Pobre
10	7+110	7+139	249,4	18	Muy Pobre
11	7+371	7+400	234,03	14	Muy Pobre
12	7+690	7+719	234,03	59	Bueno
13	7+980	8+009	233,45	55	Regular
14	8+270	8+299	307,4	26	Pobre
15	8+560	8+589	388,6	64	Bueno
Promedio:				37,47	

Fuente: Autor

Las unidades de prueba analizadas de la vía Salasaka- Picaihua, específicamente de la abscisa 4+500 hasta la 9+000 contempla un promedio de 37.47, lo cual según la norma ASTM D 6433 y tabla 5, la condición de pavimento se encuentra en un estado pobre. Se muestra a detalle cada uno de los resultados determinados de las 15 unidades de prueba en el anexo B.

3.1.4.2 Medición de deflexiones mediante la Viga Benkelman

Debido a que el ancho promedio de la vía es de 8 metros, el punto de evaluación de la Viga Benkelman fue ubicada a una distancia de 90 cm desde el borde del pavimento. La normativa AASHTO T 256 recomienda realizar este ensayo en intervalos de 50 a 200 m, por lo que, para el presente estudio, se lo realizó cada 200 metros. [21]

Las lecturas de las deflexiones fueron tomadas a distancias de 0 cm, 25 cm, 50 cm, 100cm, 500 cm, y 800 cm, además se tomó lectura de la temperatura y espesor en cada uno de los puntos evaluados. La siguiente tabla muestra las deflexiones determinadas in situ:

Tabla 22. Deflexiones obtenidas en campo

DEFLEXIONES OBTENIDAS EN CAMPO									
ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)						TEMPERATURA (°C)	ESPESOR (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	4+500	0,0	27,0	29,0	37,0	42,0	43,0	32	5
2	4+700	0,0	10,0	17,0	24,0	29,0	30,0	31	5
3	4+900	0,0	10,0	17,0	25,0	28,0	28,0	31	5
4	5+100	0,0	19,0	25,0	28,0	30,0	31,0	30	5
5	5+300	0,0	18,0	27,0	30,0	34,0	37,0	30	5
6	5+500	0,0	19,0	29,0	37,0	39,0	46,0	30	5
7	5+700	0,0	19,0	36,0	45,0	49,0	52,0	30	5
8	5+900	0,0	16,0	29,0	35,0	37,0	40,0	32	5
9	6+100	0,0	16,0	37,0	42,0	45,0	46,0	32	5
10	6+300	0,0	17,0	39,0	49,0	50,0	53,0	32	5
11	6+500	0,0	23,0	35,0	49,0	52,0	58,0	30	5
12	6+700	0,0	22,0	42,0	50,0	52,0	53,0	30	5
13	6+900	0,0	25,0	39,0	47,0	52,0	55,0	30	5
14	7+100	0,0	29,0	40,0	54,0	58,0	61,0	30	5
15	7+300	0,0	25,0	48,0	60,0	62,0	65,0	32	5
16	7+500	0,0	17,0	38,0	60,0	64,0	64,0	32	5
17	7+700	0,0	16,0	25,0	34,0	39,0	40,0	30	5
18	7+900	0,0	26,0	41,0	49,0	52,0	55,0	30	5
19	8+100	0,0	19,0	30,0	44,0	48,0	55,0	30	5
20	8+300	0,0	19,0	42,0	49,0	50,0	50,0	30	5
21	8+500	0,0	21,0	30,0	40,0	44,0	45,0	30	5
22	8+700	0,0	16,0	28,0	45,0	48,0	50,0	30	5
23	8+900	0,0	11,0	18,0	30,0	34,0	36,0	30	5

Fuente: Autor

Una vez obtenidas las deflexiones, temperatura y espesores en campo, se procedió a realizar las siguientes correcciones:

✓ **Corrección: Por relación de brazos de la Viga Benkelman (1:2)**

Para llevar a cabo esta corrección se utilizó la siguiente ecuación:

$$D = RB * (Df - Do)$$

Ecuación 13

Donde:

D: Deflexión corregida

RB: Relación Brazo - viga

Df: Deflexión final

Do: Deflexión inicial

✓ Ejemplo de cálculo para la estación 1:

$$D = 2 * (43 \times 10^{-2} - 0)$$

$$D = 86 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 23. Deflexiones-Corrección por relación brazos de la Viga Benkelman (1:2)

CORRECCIÓN POR EL BRAZO CON RELACIÓN 1:2									
ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)						TEMPERATURA (°C)	ESPESOR (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	4+500	86,0	32,0	28,0	12,0	2,0	0,0	32	5
2	4+700	60,0	40,0	26,0	12,0	2,0	0,0	31	5
3	4+900	56,0	36,0	22,0	6,0	0,0	0,0	31	5
4	5+100	62,0	24,0	12,0	6,0	2,0	0,0	30	5
5	5+300	74,0	38,0	20,0	14,0	6,0	0,0	30	5
6	5+500	92,0	54,0	34,0	18,0	14,0	0,0	30	5
7	5+700	104,0	66,0	32,0	14,0	6,0	0,0	30	5
8	5+900	80,0	48,0	22,0	10,0	6,0	0,0	32	5
9	6+100	92,0	60,0	18,0	8,0	2,0	0,0	32	5
10	6+300	106,0	72,0	28,0	8,0	6,0	0,0	32	5
11	6+500	116,0	70,0	46,0	18,0	12,0	0,0	30	5
12	6+700	106,0	62,0	22,0	6,0	2,0	0,0	30	5
13	6+900	110,0	60,0	32,0	16,0	6,0	0,0	30	5
14	7+100	122,0	64,0	42,0	14,0	6,0	0,0	30	5
15	7+300	130,0	80,0	34,0	10,0	6,0	0,0	32	5
16	7+500	128,0	94,0	52,0	8,0	0,0	0,0	32	5
17	7+700	80,0	48,0	30,0	12,0	2,0	0,0	30	5
18	7+900	110,0	58,0	28,0	12,0	6,0	0,0	30	5
19	8+100	110,0	72,0	50,0	22,0	14,0	0,0	30	5
20	8+300	100,0	62,0	16,0	2,0	0,0	0,0	30	5
21	8+500	90,0	48,0	30,0	10,0	2,0	0,0	30	5
22	8+700	100,0	68,0	44,0	10,0	4,0	0,0	30	5
23	8+900	72,0	50,0	36,0	12,0	4,0	0,0	30	5

Fuente: Autor

✓ **Corrección: Por Temperatura**

En vista de que la temperatura varía a lo largo de la vía, se realizó la corrección por temperatura mediante el empleo de la siguiente ecuación:

$$D_{20^{\circ}C} = \frac{D_0}{0.001 * (t - 20^{\circ}C) * h + 1}$$

Ecuación 14

Donde:

$D_{20^{\circ}C}$: Deflexión corregida por temperatura

D_0 : Deflexión inicial corregida por brazo 1:2

t: Temperatura leída

h: Espesor de carpeta asfáltica

✓ Ejemplo de cálculo para la estación 1:

$$D_{20^{\circ}C} = \frac{86}{0.001 * (32 - 20^{\circ}C) * 5 + 1}$$

$$D_{20^{\circ}C} = \frac{86}{1.06}$$

$$D_{20^{\circ}C} = 81.1 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 24. Deflexiones-Corrección por Temperatura

CORRECCIÓN POR TEMPERATURA									
ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)						TEMPERATURA (°C)	ESPESOR (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	4+500	81,1	30,2	26,4	11,3	1,9	0,0	32	5
2	4+700	56,9	37,9	24,6	11,4	1,9	0,0	31	5
3	4+900	53,1	34,1	20,9	5,7	0,0	0,0	31	5
4	5+100	59,0	22,9	11,4	5,7	1,9	0,0	30	5
5	5+300	70,5	36,2	19,0	13,3	5,7	0,0	30	5
6	5+500	87,6	51,4	32,4	17,1	13,3	0,0	30	5
7	5+700	99,0	62,9	30,5	13,3	5,7	0,0	30	5
8	5+900	75,5	45,3	20,8	9,4	5,7	0,0	32	5
9	6+100	86,8	56,6	17,0	7,5	1,9	0,0	32	5
10	6+300	100,0	67,9	26,4	7,5	5,7	0,0	32	5
11	6+500	110,5	66,7	43,8	17,1	11,4	0,0	30	5
12	6+700	101,0	59,0	21,0	5,7	1,9	0,0	30	5
13	6+900	104,8	57,1	30,5	15,2	5,7	0,0	30	5
14	7+100	116,2	61,0	40,0	13,3	5,7	0,0	30	5
15	7+300	122,6	75,5	32,1	9,4	5,7	0,0	32	5
16	7+500	120,8	88,7	49,1	7,5	0,0	0,0	32	5
17	7+700	76,2	45,7	28,6	11,4	1,9	0,0	30	5
18	7+900	104,8	55,2	26,7	11,4	5,7	0,0	30	5
19	8+100	104,8	68,6	47,6	21,0	13,3	0,0	30	5
20	8+300	95,2	59,0	15,2	1,9	0,0	0,0	30	5
21	8+500	85,7	45,7	28,6	9,5	1,9	0,0	30	5
22	8+700	95,2	64,8	41,9	9,5	3,8	0,0	30	5
23	8+900	68,6	47,6	34,3	11,4	3,8	0,0	30	5

Fuente: Autor

✓ **Corrección: Por estacionalidad**

Para realizar esta corrección existe ciertos parámetros a los cuales se debe acatar según la CONREVIAl, la siguiente tabla muestra dichos parámetros: [22]

Tabla 25. Factores de corrección por estacionalidad

TIPO DE SUELO	ESTACIÓN LLUVIOSA	ESTACIÓN SECA
Arenosa Permeable	1.0	1.1 - 1.3
Arcillosa Sensible al agua	1.0	1.2 - 1.4

Fuente: Método CONREVIAl

El tipo de material presente en la vía es arenoso permeable y el día de medición estuvo completamente soleado, por lo que la estación estuvo seca, por ende, el factor de corrección por estacionalidad escogido fue de 1.1.

$$D = 1.1 * D_{20\text{ }^{\circ}\text{C}}$$

Ecuación 15

Donde:

D: Deflexión corregida por estacionalidad

$D_{20\text{ }^\circ\text{C}}$ = Deflexión corregida inicial por temperatura

Para el presente cálculo fue necesario emplear los valores de la tabla 22

✓ Ejemplo de cálculo para la estación 1:

$$D = 1.1 * 81.1 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D = 89.2 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 26. Deflexiones- Corrección por estacionalidad

CORRECCIÓN POR ESTACIONALIDAD									
ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)						TEMPERATURA (°C)	ESPESOR (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	4+500	89,2	33,2	29,1	12,5	2,1	0,0	32	5
2	4+700	62,6	41,7	27,1	12,5	2,1	0,0	31	5
3	4+900	58,4	37,5	22,9	6,3	0,0	0,0	31	5
4	5+100	65,0	25,1	12,6	6,3	2,1	0,0	30	5
5	5+300	77,5	39,8	21,0	14,7	6,3	0,0	30	5
6	5+500	96,4	56,6	35,6	18,9	14,7	0,0	30	5
7	5+700	109,0	69,1	33,5	14,7	6,3	0,0	30	5
8	5+900	83,0	49,8	22,8	10,4	6,2	0,0	32	5
9	6+100	95,5	62,3	18,7	8,3	2,1	0,0	32	5
10	6+300	110,0	74,7	29,1	8,3	6,2	0,0	32	5
11	6+500	121,5	73,3	48,2	18,9	12,6	0,0	30	5
12	6+700	111,0	65,0	23,0	6,3	2,1	0,0	30	5
13	6+900	115,2	62,9	33,5	16,8	6,3	0,0	30	5
14	7+100	127,8	67,0	44,0	14,7	6,3	0,0	30	5
15	7+300	134,9	83,0	35,3	10,4	6,2	0,0	32	5
16	7+500	132,8	97,5	54,0	8,3	0,0	0,0	32	5
17	7+700	83,8	50,3	31,4	12,6	2,1	0,0	30	5
18	7+900	115,2	60,8	29,3	12,6	6,3	0,0	30	5
19	8+100	115,2	75,4	52,4	23,0	14,7	0,0	30	5
20	8+300	104,8	65,0	16,8	2,1	0,0	0,0	30	5
21	8+500	94,3	50,3	31,4	10,5	2,1	0,0	30	5
22	8+700	104,8	71,2	46,1	10,5	4,2	0,0	30	5
23	8+900	75,4	52,4	37,7	12,6	4,2	0,0	30	5

Fuente: Autor

✓ **Radio de curvatura:**

Para el cálculo del radio de curvatura se empleó la siguiente ecuación:

$$R_c = \frac{3125}{D_0 - D_{25}}$$

Ecuación 16

Donde:

Rc: Radio de curvatura

D_0 : Deflexión máxima a los 0 metros

D_{25} : Deflexión a los 0.25 metros

Los datos de la tabla 24 fueron utilizados para el presente cálculo

✓ Ejemplo de cálculo para la estación 1:

$$Rc = \frac{3125}{86.9 - 33.2}$$

$$Rc = 58.19 \text{ m}$$

Tabla 27. Radio de curvatura

RADIO DE CURVATURA				
ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)		RADIO DE CURVATURA (m)
		D0	D25	
1	4+500	89,2	33,2	55,8
2	4+700	62,6	41,7	149,9
3	4+900	58,4	37,5	149,9
4	5+100	65,0	25,1	78,5
5	5+300	77,5	39,8	82,9
6	5+500	96,4	56,6	78,5
7	5+700	109,0	69,1	78,5
8	5+900	83,0	49,8	94,1
9	6+100	95,5	62,3	94,1
10	6+300	110,0	74,7	88,6
11	6+500	121,5	73,3	64,8
12	6+700	111,0	65,0	67,8
13	6+900	115,2	62,9	59,7
14	7+100	127,8	67,0	51,4
15	7+300	134,9	83,0	60,2
16	7+500	132,8	97,5	88,6
17	7+700	83,8	50,3	93,2
18	7+900	115,2	60,8	57,4
19	8+100	115,2	75,4	78,5
20	8+300	104,8	65,0	78,5
21	8+500	94,3	50,3	71,0
22	8+700	104,8	71,2	93,2
23	8+900	75,4	52,4	135,6
PROMEDIO		99,3	59,3	84,8

Fuente: Autor

✓ **Deflexión Característica**

El cálculo de la deflexión característica se lo hizo hallando el valor de la desviación estándar, donde se utilizó los valores “D0” de la tabla 27:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{(n - 1)}}$$

Ecuación 17

Donde:

σ : Desviación estándar

D_i : Deflexión máxima corregida

\bar{D} : Deflexión media

n: Número total de datos

$$\sigma = \sqrt{\frac{10767.99}{(23 - 1)}}$$
$$\sigma = 22.12$$

Tabla 28. Desviación estándar de las máximas deflexiones

DESVIACIÓN ESTÁNDAR				
ESTACIÓN	ABSCISA	D0	(Dm-D0)	(Dm-D0)^2
1	4+500	89,2	10,03	100,64
2	4+700	62,6	36,72	1348,20
3	4+900	58,4	40,89	1671,86
4	5+100	65,0	34,32	1178,18
5	5+300	77,5	21,75	473,20
6	5+500	96,4	2,90	8,39
7	5+700	109,0	-9,68	93,61
8	5+900	83,0	16,26	264,33
9	6+100	95,5	3,81	14,48
10	6+300	110,0	-10,72	114,98
11	6+500	121,5	-22,25	494,92
12	6+700	111,0	-11,77	138,55
13	6+900	115,2	-15,96	254,76
14	7+100	127,8	-28,53	814,10
15	7+300	134,9	-35,63	1269,40
16	7+500	132,8	-33,55	1125,81
17	7+700	83,8	15,47	239,24
18	7+900	115,2	-15,96	254,76
19	8+100	115,2	-15,96	254,76
20	8+300	104,8	-5,48	30,08
21	8+500	94,3	4,99	24,91
22	8+700	104,8	-5,48	30,08
23	8+900	75,4	23,85	568,75
PROMEDIO \bar{D} :		99,28	SUMATORIA TOTAL	10767,99
n-1		22,00		

Fuente: Autor

La siguiente tabla indica las fórmulas a elegir, de acuerdo con el porcentaje del área total con probabilidad de presentar deflexiones mayores a la de la deflexión característica, para lo cual el método CONREVIAl recomienda trabajar con 95% y así poder hallar la deflexión característica. [22]

Tabla 29. Ecuaciones para hallar deflexión característica

VALOR DE DISEÑO (%)	DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA (Dc)	ÁREA D > Dc
50	\bar{D}	50
75	$\bar{D} + 0.674 * (\sigma)$	25
85	$\bar{D} + \sigma$	15
90	$\bar{D} + 1.3 * \sigma$	10
95	$\bar{D} + 1.645 * \sigma$	5
98	$\bar{D} + 2 * \sigma$	2

Fuente: Método CONREVIAl

Por lo tanto, la ecuación elegida para halla la deflexión característica fue la siguiente:

$$D_c = \bar{D} + 1.645 * \sigma$$

Ecuación 18

Donde:

σ : Desviación estándar

\bar{D} : Deflexión media

$$D_c = 99.28 + 1.645 * 22.12$$

$$D_c = 135.67 \times 10^{-2} mm$$

Para proceder a la obtención de la deflexión admisible y crítica es importante calcular los ejes equivalentes en función del TPDA.

3.1.4.3 Cálculo de ejes equivalentes

Para la obtención de los ejes equivalentes de los vehículos pesados que transitan por la vía de estudio se empleó la siguiente fórmula:

$$W_{18} = \left(\left(\sum_{i=1}^n FD * TPDA \right) * 365 \right) * Fd * DI$$

Ecuación 19

Donde:

W18: Valor de los ejes equivalente

FD: Factor de daño

TPDA: Tráfico promedio diario anual de diseño con periodo de 20 años.

Fd: Factor de distribución direccional

D1: Porcentaje de W18 en el carril DI

Tabla 30. Factor de daño respecto al tipo de Vehículo

FACTOR DE DAÑO SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULO									
TIPO	Simple		Doble		Tándem		Trídem		Factor de daño (FD)
	Tons	(p/6.6) ⁴	Tons	(p/8.2) ⁴	Tons	(p/15,0) ⁴	Tons	(p/23) ⁴	
Bus	4	0,135	8	0,906	-	-	-	-	1,041
C-2P	2,5	0,021	-	-	-	-	-	-	1,286
C-2G	7	1,265	-	-	-	-	-	-	3,921
	6	0,683	11	3,238	-	-	-	-	
C-3	6	0,683	-	-	18	2,074	-	-	2,757

Fuente: Pavimentos, AASHTO-93

La tabla que se presenta a continuación muestra los factores de distribución direccional en base a la cantidad de carriles de la vía de estudio.

Tabla 31. Factor de distribución direccional respecto al número de carriles

NÚMERO DE CARRILES	VEHÍCULOS EN EL CARRIL
1	50%
2	45%
3	40%

Fuente: Pavimentos, AASHTO-93

La siguiente tabla muestra el porcentaje de W18 por carril con respecto al número de carriles en una sola dirección:

Tabla 32. Factores W18 en el carril D1

NÚMERO DE CARRILES EN UNA DIRECCIÓN	PORCENTAJE DE W18 POR CARRIL
1	100%
2	80% -100%
3	60% - 80%

Fuente: Pavimentos, AASHTO-93

Para la obtención de los ejes equivalentes se utilizó los valores del tráfico futuro calculado de la vía de estudio, lo cual arrojó los resultados que se presentan a continuación:

Tabla 33. Ejes equivalentes con proyección a 20 años

AÑO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	W18 POR CARRIL	W18 ACUMULADO
2023	1738	206	88	59790	119579
2024	1800	210	90	60846	121691
2025	1864	213	91	61920	123840
2026	1925	217	93	62915	125829
2027	1987	220	94	63925	127851
2028	2052	224	95	64952	129904
2029	2119	228	97	65995	131991
2030	2188	231	99	67055	134111
2031	2259	235	100	68132	136265
2032	2332	239	102	69227	138453
2033	2408	243	103	70339	140677
2034	2486	247	105	71468	142937
2035	2567	251	107	72616	145233
2036	2650	255	108	73783	147566
2037	2737	259	110	74968	149936
2038	2825	263	112	76172	152344
2039	2917	267	113	77396	154791
2040	3012	272	115	78639	157277
2041	3110	276	117	79902	159804
2042	3211	280	119	81185	162371
2043	3315	285	121	82489	164979

Fuente: Autor

✓ **Deflexión Admisible**

Una vez obtenidos los datos de que es equivalentes es posible calcular la deflexión admisible mediante la siguiente ecuación.

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{W_{18}}\right)^{\frac{1}{4}} * 100$$

Ecuación 20

Donde:

D_{adm} : Deflexión admisible en millones

W_{18} : Número de ejes equivalentes

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{0.05979}\right)^{\frac{1}{4}} * 100$$

$$D_{adm} = 209.42 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

✓ **Deflexión Crítica**

Se calculó la deflexión crítica mediante la siguiente ecuación

$$D_{cr} = \left(\frac{1.90}{W_{18}}\right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

Ecuación 21

Donde:

D_{cr} : Deflexión crítica en millones

W_{18} : Número de ejes equivalentes

$$D_{cr} = \left(\frac{1.90}{0.05979}\right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

$$D_{cr} = 192.05 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Después de haber obtenido los valores de radios de curvatura, deflexiones críticas, y admisibles, es factible definir el tipo de deflexión presente en la vía, de acuerdo con el método de la normativa CONREVIAl, la cual muestra 4 tipos de deflexiones: [22]

Tabla 34. Tipo de deflexiones y sus características

Tipo de Deflexión	Comportamiento de la Subrasante	Comportamiento del Pavimento
TIPO I	Bueno → $D_c < D_a$	Bueno → $R_c > 100$
TIPO II	Malo → $D_c > D_a$	Bueno → $R_c > 100$
TIPO III	Bueno → $D_c < D_a$	Malo → $R_c < 100$
TIPO IV	Malo → $D_c > D_a$	Malo → $R_c < 100$

Fuente: Método CONREVIAl

Tabla 35. Comportamiento y Tipo de deflexión presente en el pavimento

TIPO DE DEFLEXIÓN									
ESTACIÓN	ABSCISA	(X10e-2 mm)				m	Comportamiento		TIPO DE DEFLEXIÓN
		D0	Dc	Dadm	Dcr		Subrasante	Pavimento	
1	4+500	89,25	135,67	209,42	192,05	55,77	Bueno	Malo	TIPO III
2	4+700	62,56	135,67	209,42	192,05	149,86	Bueno	Malo	TIPO III
3	4+900	58,39	135,67	209,42	192,05	149,86	Bueno	Malo	TIPO III
4	5+100	64,95	135,67	209,42	192,05	78,50	Bueno	Malo	TIPO III
5	5+300	77,52	135,67	209,42	192,05	82,86	Bueno	Malo	TIPO III
6	5+500	96,38	135,67	209,42	192,05	78,50	Bueno	Malo	TIPO III
7	5+700	108,95	135,67	209,42	192,05	78,50	Bueno	Malo	TIPO III
8	5+900	83,02	135,67	209,42	192,05	94,11	Bueno	Malo	TIPO III
9	6+100	95,47	135,67	209,42	192,05	94,11	Bueno	Malo	TIPO III
10	6+300	110,00	135,67	209,42	192,05	88,57	Bueno	Malo	TIPO III
11	6+500	121,52	135,67	209,42	192,05	64,85	Bueno	Malo	TIPO III
12	6+700	111,05	135,67	209,42	192,05	67,79	Bueno	Malo	TIPO III
13	6+900	115,24	135,67	209,42	192,05	59,66	Bueno	Malo	TIPO III
14	7+100	127,81	135,67	209,42	192,05	51,43	Bueno	Malo	TIPO III
15	7+300	134,91	135,67	209,42	192,05	60,23	Bueno	Malo	TIPO III
16	7+500	132,83	135,67	209,42	192,05	88,57	Bueno	Malo	TIPO III
17	7+700	83,81	135,67	209,42	192,05	93,22	Bueno	Malo	TIPO III
18	7+900	115,24	135,67	209,42	192,05	57,36	Bueno	Malo	TIPO III
19	8+100	115,24	135,67	209,42	192,05	78,50	Bueno	Malo	TIPO III
20	8+300	104,76	135,67	209,42	192,05	78,50	Bueno	Malo	TIPO III
21	8+500	94,29	135,67	209,42	192,05	71,02	Bueno	Malo	TIPO III
22	8+700	104,76	135,67	209,42	192,05	93,22	Bueno	Malo	TIPO III
23	8+900	75,43	135,67	209,42	192,05	135,59	Bueno	Malo	TIPO III
PROMEDIO		99,28	135,67	209,42	192,05	84,81	Bueno	Malo	TIPO III

Fuente: Autor

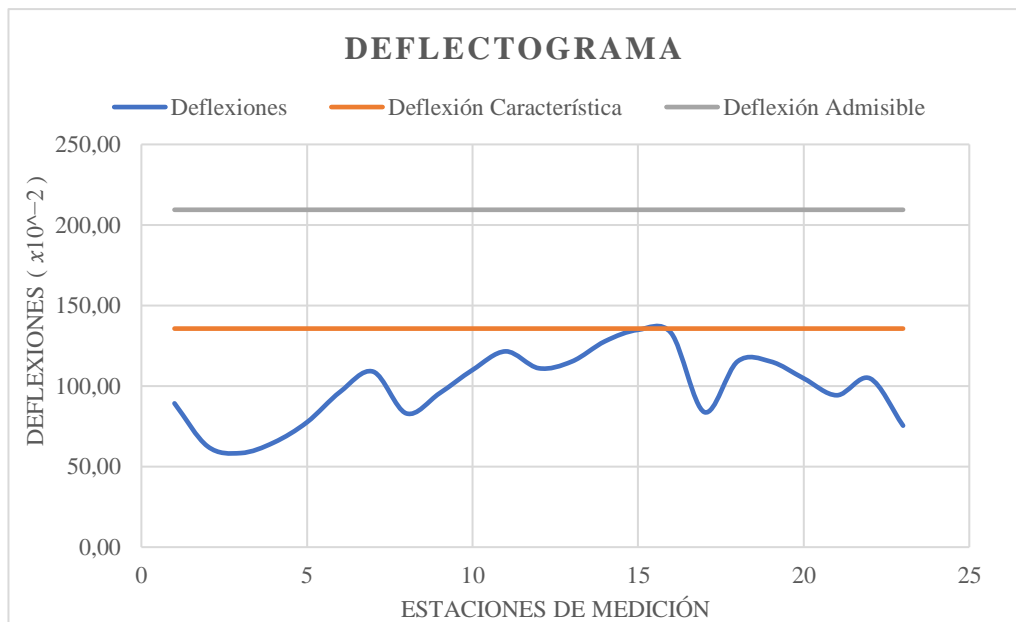
Tabla 36. Resumen de resultados deflexiones (Ensayo Viga Benkelman)

RESULTADOS DEFLEXIONES		
Deflexión promedio (\bar{D})	99,28	$\times 10^{-2}$ mm
Desviación estándar (σ)	22,12	$\times 10^{-2}$ mm
Deflexión característica (Dc)	135,67	$\times 10^{-2}$ mm
Deflexión admisible (Dadm)	209,42	$\times 10^{-2}$ mm
Deflexión crítica (Dcr)	192,05	$\times 10^{-2}$ mm
Radio de curvatura promedio (Rc)	84,81	m
Comportamiento Subrasante	Dc < Dadm \rightarrow 135,67 < 209,42	
Comportamiento del pavimento	Rc < 100 \rightarrow 84,81 < 100	
TIPO DE DEFLEXIÓN	Tipo III	

Fuente: Autor

Los resultados presentados en la tabla 35 conllevan a deducir que la vía se encuentra dentro de la clasificación de deflexiones Tipo III, lo que indica que la estructura de la subrasante tiene un comportamiento adecuado, mientras que la estructura del pavimento no está trabajando adecuadamente, puesto que presenta un radio de curvatura pequeño y una deflexión pequeña, indicando a su vez que las capas de la estructura de pavimento encuentran deteriorados o no cumplen con los espesores adecuados.

Tabla 37. Deflectograma



Fuente: Autor

3.1.4.4 Análisis de suelos

Para el estudio de suelos se realizó calicatas a lo largo de los 4.5 km de vía, en donde se extrajo la cantidad de 60 kg de muestra por cada kilómetro, es decir que se hizo 4 calicatas de 1 metro cúbico, para la obtención de muestras en las abscisas 4+500, 5+500, 6+500, y 7+500, posteriormente se dejó secar las muestras a temperatura ambiente, para después ser ensayadas y analizadas en los laboratorios de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Tabla 38. *Ubicación de Calicatas para obtener muestra de suelo*

CALICATAS	ABSICA	PROFUNDIDAD
1	4+500	1 m
2	5+500	1 m
3	6+500	1 m
4	7+500	1 m

Fuente: Autor

✓ Análisis Granulométrico

Este ensayo fue realizado en base a la norma ASTM D 422 y AASHTO T 88 las cuales indican ordenar los tamices en forma descendente, es decir de mayor a menor diámetro, con el objeto de determinar los porcentajes de suelo que quedan retenidos en cada tamiz y así conocer de su distribución.

Se obtuvo los porcentajes de los materiales existentes en el suelo (subrasante) de la vía, en donde se los clasificó bajo la metodología AASHTO y SUCS, como muestra la tabla 39 a continuación:

Tabla 39. *Resultados del Análisis Granulométrico*

MUESTRA DE SUELO	GRAVA %	ARENA %	FINOS %	CLASIFICACIÓN	
				AASHTO	SUCS
1	4,77	81,73	13,50	A-2-4	GP-SM Grava con arena limosa
2	8,82	79,42	11,76	A-2-4	GP-SM Grava con arena limosa
3	2,53	75,50	21,97	A-2-4	SM Arena limosa
4	2,17	93,02	4,81	A-3	SM Arena limosa

Fuente: Autor

El material encontrado en la subrasante de la vía está constituido de material grueso y fino, por lo que al mismo se lo clasificó según el método “SUCS” (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como arena limosa con presencia de grava, además mediante el método AASHTO se logró clasificar al suelo dentro del grupo A-2 y A-3, lo que significa que el suelo está dentro del rango de excelente a bueno. La determinación de estos valores se encuentra detalladamente en el anexo C.

✓ Límites de Atterberg

Se obtuvo los límites de Atterberg mediante la realización de los ensayos, basados en la norma ASTM D 4318, para lo cual se trabajó con la muestra que pasa el tamiz #40. La tabla 40 muestra el resumen de los resultados obtenidos que se encuentran en el anexo C.

Tabla 40. Resultados Límites de Atterberg

MUESTRA DE SUELO	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	MATERIAL
1	19,91	19,58	0,33	Grava con arena limosa
2	26,06	25,00	1,06	Grava con arena limosa
3	23,65	23,60	0,05	Arena limosa
4	21,21	20,71	0,49	Arena limosa

Fuente: Autor

Se determinó que el tipo de suelo existente en relación con su límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad es de tipo Arena Limosa con fragmentos de grava.

✓ Proctor Modificado tipo “B”

Este ensayo fue realizado con la finalidad de obtener la humedad óptima de compactación es decir la cantidad de agua necesaria que se debe añadir al suelo para poderlo compactar, en relación con la densidad seca máxima. Este ensayo se trabajó bajo la normativa AASHTO T 180 (Proctor Modificado tipo B), la cual indica compactar 5 capas mediante la ejecución de 56 golpes con el uso de un martillo de 10 libras de peso, a una altura de 18 pulgadas. Los resultados de este análisis se encuentran en el anexo C [23]

Tabla 41. Resultados Proctor modificado

MUESTRA DE SUELO	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
1	1,821	12,60
2	1,665	20,60
3	1,646	16,60
4	1,767	14,30

Fuente: Autor

✓ **Capacidad de Soporte (CBR)**

Se ejecutó el ensayo de CBR con el fin de conocer la capacidad resistente de la subrasante de la vía, en base a la normativa ASTM D 1883 la cual ordena compactar la muestra de suelo en tres moldes normalizados, en donde se coloca 5 capas. El primer molde se compacta con 11 golpes, el segundo con 27 y el tercero con 56 golpes, en donde para lograr esta compactación se utiliza un martillo de 10 libras a una altura de caída de 18 pulgadas. El suelo en función al CBR fue clasificado en base a la siguiente tabla: [24]

Tabla 42. Clasificación y uso del suelo según el CBR

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

A continuación, se muestra el resumen de los resultados obtenidos de este ensayo:

Tabla 43. Resultados de CBR

MUESTRA DE SUELO	CBR	USO	CLASIFICACIÓN
1	33,23 %	Subrasante	Excelente
2	3,34 %	Subrasante	Malo
3	36,97 %	Subrasante	Excelente
4	36,56 %	Subrasante	Excelente

Fuente: Autor

Con estos resultados fue posible determinar el valor de CBR de diseño, para lo cual se calculó de la siguiente manera:

Tabla 44. Datos para el cálculo de CBR de diseño

CBR (%)	Valores mayores o iguales	Percentil
3,34	4	100
33,23	3	75
36,56	2	50
36,96	1	25

Fuente: Autor

La tabla 44 muestra los datos de CBR ordenados de forma ascendente, en donde la misma también indica los valores mayores o iguales a éstos, con el percentil que representa cada uno. Por su parte, se tomó en consideración el nivel de tránsito que se presenta en la vía, para la determinación de su respectivo percentil:

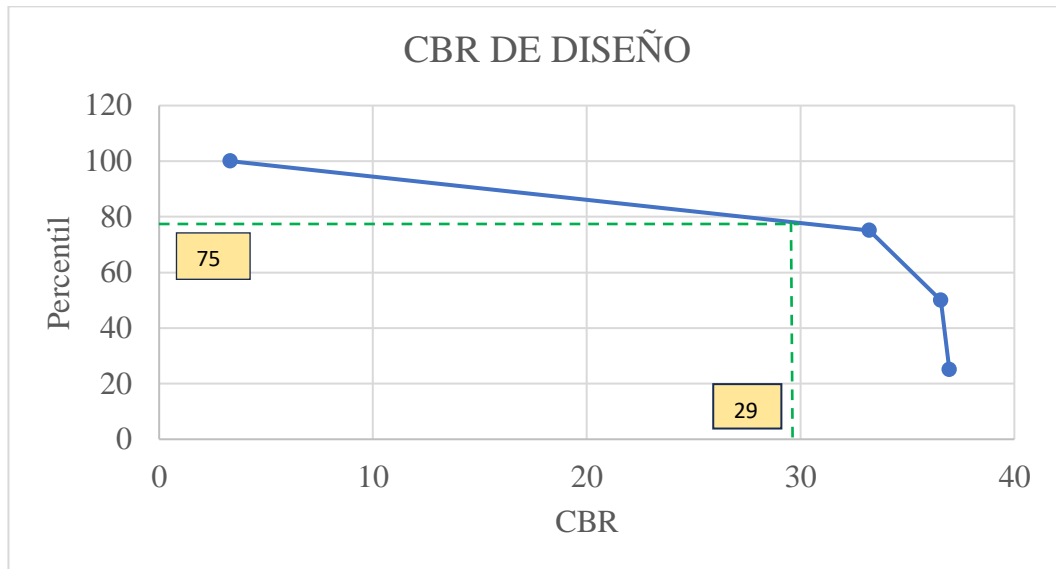
Tabla 45. Percentiles para cálculo de CBR de diseño

Número de Ejes Equivalentes en el carril de diseño	Percentil (%)
$\leq 10^4$	60
$10^4 - 10^6$	75
$\geq 10^6$	87.5

Fuente: Instituto del Asfalto. Thickness design

El número de ejes equivalentes de la vía se encuentra en el rango de 10^4 a 10^6 , por lo que el percentil corresponde al 75 %, con este valor es posible determinar el CBR de diseño.

Figura 5. CBR de Diseño



Fuente: Autor

El CBR de diseño de la subrasante arrojó un valor de de 29 %, que si se compara con la norma AASHTO -93 el comportamiento de la subrasante se clasifica como excelente. El Anexo C muestra los resultados obtenidos de cada muestra de suelo.

3.1.5 Plan de Mantenimiento vial

Después de haber realizado tanto los estudios superficiales, cómo estudios estructurales, mediante ensayo de suelos, ensayo de PCI y Viga Benkelman, en el tramo de estudio concerniente a la vía Salasaka - Picaihua Abs 4+500-9+000, es posible proponer un plan de mantenimiento vial, el cual garantice un alto nivel de servicio, seguridad y confortabilidad. Para esto ha sido importante tener en cuenta diferentes criterios y así tomar la mejor decisión al momento de establecer el plan de mantenimiento.

Según Javier Morales 2005, después de obtener toda la información concerniente al estado en el que un pavimento se encuentra, es posible determinar el trabajo o la intervención que necesita la carretera, para lo cual existen dos opciones:

Mantenimiento: se refiere a todas las actividades que predisponen a resguardar la carretera en su condición actual como usualmente se limita a mantenimiento de bermas, bacheos, lechadas asfálticos, riegos de sellado y limpieza de cunetas.

Rehabilitación: las intervenciones de rehabilitación de pavimentos se clasificarán en estructurales y superficiales según su finalidad. Las estructurales tendrán el objeto de incrementar considerablemente la capacidad estructural del pavimento en donde ésta se adecua según el tráfico presentado durante su tiempo de servicio. Las superficiales tienen el objeto de mejorar las características funcionales ya sea seguridad o comodidad, protegiendo a su vez el pavimento aumentando su durabilidad, uniformidad, aspecto, etc.

Las actividades de rehabilitación estructural, que se efectúen adecuadamente darán solución a los 2 tipos de rehabilitación ya mencionados, debido a que se evidenciara mejoras en la regularidad transversal, longitudinal y de la superficie.

Las intervenciones que se deberían aplicar dentro de una rehabilitación estructural pueden ser las siguientes:

- Eliminación y reposición de la capa de pavimento existente.
- Sobrecapa en el pavimento existente.
- La combinación de los 2 anteriores.
- Reconstrucción total del pavimento. [25]

Por otro lado, el autor Augusto Jugo clasifica a las actividades de mantenimiento y rehabilitación vial como mantenimiento menor y manteniendo mayor. El primero busca tomar medidas o dar soluciones para proteger el pavimento y corregir o reparar fallas. El segundo en cambio tomar acciones programadas para ejecutarlas y así obtener un mejoramiento sustancial del pavimento, generalmente son aplicadas a un tramo de vía o a una sección importante de las misma.

✓ **Acciones de Mantenimiento Menor**

- a. Sellado de grietas
- b. Bacheo
 - De emergencia
 - Superficial
 - De carpeta
 - Profundo
- c. Sello asfáltico localizado
- d. Nivelación localizada

- e. Textualización y fresado
- ✓ **Acciones de Mantenimiento Mayor**
 - a. Tratamientos superficiales
 - Capas de sello con agregado
 - Lechada asfáltica
 - b. Capas asfálticas
 - Nivelación
 - Fricción o sello
 - Refuerzo estructural
 - c. Remoción por fresado
 - d. Reciclado de capas asfálticas
 - En frío
 - En caliente [26]

Tabla 46. Características de pavimento en función a PCI

PCI	CARACTERÍSTICAS
70 ± 4	Pavimento necesita mantenimiento menor
55 ± 7	Óptima Rehabilitación
40 ± 6	Se requieren acciones de mantenimiento mayor



Fuente: Augusto Jugo, Manual de Mantenimiento de pavimentos flexibles

Se estableció las acciones y trabajos respectivos, los cuales fueron basados de acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio de PCI y el estudio de deflexiones:

✓ **En función del PCI**

Se ha determinado las fallas existentes en la capa de rodadura, para las cuales existe una solución dependiendo del nivel de severidad que éstas presentan, a continuación, se muestra las soluciones que se podrían dar a las fallas del pavimento.

Tabla 47. Fallas encontradas y sus posibles intervenciones

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL FALLAS ECONTRADAS Y SUS INTERVENCIONES 						
PROYECTO: “Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua”						
Falla	Abscisas		Severidad	Cantidad	Unidad	Solución
	Inicial	Final				
Piel de Cocodrilo	4+500	4+529	Baja	23,24	m2	Sello superficial
	4+790	4+819	Baja	3,6		
	5+080	5+109	Baja	98,54		
	5+370	5+399	Baja	23,7		
	5+660	5+689	Baja	90,86		Parchado parcial
			Media	31,5		
	5+950	5+979	Baja	67,5		Sello superficial
			Media	57,011		Parchado parcial
	6+240	6+269	Baja	19,5		Sello superficial
	6+530	6+559	Baja	64		
	6+820	6+849	Baja	125,7		
	7+110	7+139	Baja	170		
7+400	7+429	Baja	170			
8+270	8+299	Baja	88,74			
Agrietamiento en Bloque	5+080	5+109	Media	8	m2	Sellado de grietas; Escarificación en caliente y recubrir
	5+370	5+399	Media	5,92		
	6+530	6+559	Alta	2		
	6+820	6+849	Alta	15		
	7+690	7+719	Media	17,86		
	8+270	8+299	Alta	46,95		
8+560	8+589	Media	5,20			
Bombeo y hundimiento	6+240	6+269	Alta	1,27	m2	Parchado profundo superficial
	7+400	7+429	Alta	1,793		

	7+980	8+009	Alta	20,00		
Depresiones	7+690	7+719	Alta	4,34	m2	Parchado profundo superficial
Agrietamiento de borde	6+240	6+269	Baja	2,7	m	Sellado de grietas
			Alta	4		Parchado profundo parcial
	6+820	6+849	Media	6		Sellado de grietas.
Caída externa de vía /Hombreira	4+790	4+819	Media	18	m	Relleno de hombrera hasta nivelar con el borde del pavimento
	5+370	5+399	Alta	1		
	7+690	7+719	Media	9,6		
Agrietamiento Longitudinal y transversal	4+500	4+529	Baja	3,55	m	Sellado de grietas y parchado profundo parcial en severidad alta
	4+790	4+819	Baja	33		
	5+080	5+109	Baja	8,45		
	5+370	5+399	Media	33,28		
			Alta	6		
	5+660	5+689	Media	2,28		
			Alta	29		
	5+950	5+979	Media	10,79		
	6+240	6+269	Alta	6,2		
	6+530	6+559	Media	4		
			Alta	27,9		
	6+820	6+849	Media	10,68		
	7+110	7+139	Media	20,7		
	7+400	7+429	Media	30,59		
	7+690	7+719	Media	8,88		
7+980	8+009	Media	7,07			
8+270	8+299	Media	30,92			
8+560	8+589	Media	27,5			
Parcheos y acometidas	7+400	7+429	Media	9,04	m2	Reemplazar el parchado
	7+690	7+719	Media	14,54		
	7+980	8+009	Media	39,75		
	8+270	8+299	Media	3,92		
	8+560	8+589	Media	1,35		
Huecos	4+500	4+529	Baja	1	U	Parchado profundo
	4+790	4+819	Alta	1		
	5+370	5+399	Alta	1		
	7+400	7+429	Alta	1		
Ruteo	5+950	5+979	Media	0,38	m2	Parchado profundo superficial
	6+530	6+559	Alta	21,93		
Agrietamiento de medialuna	4+500	4+529	Media	2,4	m2	Parchado profundo
Intemperismo	6+530	6+559	Alta	48	m2	Tratamiento superficial; recubrimiento
	8+270	8+299	Media	26,4		

Fuente: Autor

Tabla 48. Mantenimiento sugerido de acuerdo con el valor de PCI

Valor de PCI	Valor cualitativo	Mantenimiento sugerido
86 - 100	Excelente	Mantenimiento preventivo
71 - 85	Bueno	Mantenimiento correctivo
55 - 70	Regular	Recapeo
36 - 55	Pobre	Rehabilitación
0 - 35	Fallado	Reconstrucción

Fuente: Normativa ASTM D6433

El valor de PCI promedio calculado es 37.47 por lo que se clasifica la condición del pavimento de la vía, como “Pobre”, por ende, la norma ASTM D 6433 sugiere realizar una rehabilitación vial como muestra la tabla 48. Si se compara con lo establecido por el autor Augusto Jugo en su manual, las acciones que se requieren según el PCI de la vía, son de mantenimiento mayor, es decir que la estructura de la capa de rodadura necesita un mejoramiento sustancial. Por lo tanto, las intervenciones mostradas en la tabla 43 no serán suficientes, pues es netamente necesario una rehabilitación vial.

✓ **En función de sus deflexiones**

De acuerdo con el DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem), la vía de estudio necesariamente requiere de un refuerzo o una reconstrucción, debido a que la calidad estructural está en el rango de “regular a mala”, como muestra la tabla 47. Por otra parte, según la CONREVIAl las deflexiones obtenidas en el presente proyecto como muestra la tabla 34, indican que la vía posee un comportamiento bueno en la estructura de la subrasante mientras que la estructura del pavimento se desempeña de manera ineficiente. Por lo cual se determina que el trabajo necesario para mejorar la calidad de la vía es una rehabilitación.

Tabla 49. Criterios para evaluar estructuralmente un pavimento

HIPÓTESIS	DATOS DEFLECTOMÉTRICOS OBTENIDOS	CALIDAD ESTRUCTURAL	NECESIDAD DE ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS	CRITERIO DE CÁLCULO PARA REFUERZO	MEDIDAS CORRECTIVAS
I	$D_p \leq D_{adm}$ y $R < 100$	Buena	No		Solo correcciones de superficie
II	$D_p > D_{adm}$	Si $D_p < 3D_{adm}$ = Regular	No	Deflectometrico	Refuerzo
	$R \geq 100$	Si $D_p > 3D_{adm}$ = Mala	Si		Refuerzo o reconstrucción
III	$D_p \leq D_{adm}$	Regular a mala	Si	Resistencia	Refuerzo o reconstrucción
	$R < 100$				

Fuente: DNER

Uno de los aspectos más importantes a considerar para tomar la decisión de proponer una rehabilitación vial, como plan de mantenimiento, es que, el pavimento fue construido sobre empedrado, lo cual lo cual justifica la gran cantidad de fallas encontradas en la capa de rodadura, y la deficiencia de la estructura del pavimento.

3.1.5.1 Rehabilitación vial

El proceso elegido para dar solución los problemas suscitados en la vía, es decir, tanto estructurales como superficiales, es una rehabilitación vial, para la cual se necesitará realizar los siguientes trabajos:

- ✓ Replanteo y nivelación de la vía
- ✓ Remoción de pavimento asfáltico existente
- ✓ Remoción y transporte de piedra existente
- ✓ Mejoramiento de la base con clase 2
- ✓ Sub-Base clase 2
- ✓ Hormigón Asfáltico mezclado en planta Inc. Riego de imprimación E= 5cm

A continuación, se presenta las especificaciones técnicas de los trabajos que comprenden la rehabilitación vial:

✓ Replanteo y nivelación de la vía:

a. Definición:

Se refiere a la localización de la vía en el terreno mediante la ubicación de sus ejes tanto principales y en general de sus niveles.

b. Equipo mínimo:

- Herramienta menor
- Equipo topográfico

c. Mano de obra mínima:

- Topógrafo
- Estructura ocupacional D2
- Estructura ocupacional E2

d. Materiales mínimos:

- Estacas de madera
- Clavos y pintura
- Testigos para la topografía

e. Medición:

Se cuantificará en kilómetros (km)

f. Pago:

Se pagará de acuerdo con los precios obtenidos en los precios unitarios.

✓ **Remoción de pavimento asfáltico existente:**

a. Definición:

Se refiere a la remoción de la carpeta asfáltica.

b. Equipo mínimo:

- Herramienta menor
- Cortadora de piso

c. Mano de obra mínima:

- Estructura ocupacional D2
- Estructura ocupacional E2
- Estructura ocupacional C1

d. Medición:

Se cuantificará en metros cuadrados (m²)

e. Pago:

Se compensará por la remoción de la carpeta asfáltica total de la vía, así como también por la mano de obra materiales, equipos y operaciones.

✓ **Remoción y transporte de piedra existente**

a. Definición:

Este trabajo consistirá en remover, cargar y transportar la piedra removida de empedrado presente en la vía, para que el terreno quede despejado.

b. Equipo mínimo:

- Herramienta menor
- Retro excavadora
- Volqueta

c. Mano de obra mínima:

- Estructura ocupacional C1
- Choferes profesionales C1

- Estructura ocupacional E2

d. Medición:

Se cuantificará en metros cuadrados (m²)

e. Pago:

Se cancelará de acuerdo con los precios especificados para cada rubro.

✓ **Mejoramiento de la Base con clase 2**

a. Definición:

Este trabajo consistirá en la construcción de capas de base en donde éstas estarán compuestas por agregados triturados parcial o totalmente, estarán estabilizados con agregado fino procedente de la trituración. Esta capa será colocada sobre una subbase terminada y aprobada.

b. Proceso:

Para este trabajo la subbase deberá hallarse libre de material extraño es decir que deberá estar ya terminada. Una vez que se haya cumplido con esto se verificará que haya cumplido con su granulometría y límites de consistencia para material base.

Después de esto se procederá a mezclar ya sea en planta o en sitio, consecuentemente una vez que el material ya ha sido mezclado e hidratado se deberá llevar mediante volquetas el material al sitio en donde éste será distribuido con espesores y anchos uniformes, que cubran la sección transversal especificada. (En ningún caso la capa de este material compactado podrá ser menor a 10 cm)

Inmediatamente después de haber realizado el tendido y conformado del material, este material deberá compactarse mediante rodillos lisos de 8 toneladas como mínimo, en donde el proceso de compactación tendrá que ser uniforme. El espesor de esta capa será de 20 cm.

c. Equipo mínimo:

El equipo mínimo deberá constar según lo acordado con contratista y fiscalizador de obra, entre éstos están; equipo de transporte maquinaria para

distribución, para mezclado, esparcimiento y conformación, tanqueros de hidratación, rodillos lisos o vibratorios.

d. Material:

Se empleará base clase 2. La base clase 2 estará constituida por fragmentos de roca o gravas trituradas en donde la fracción de agregado grueso triturada será al menos el 50% en peso.

e. Mano de obra mínima:

- Estructura ocupacional C1
- Estructura ocupacional C2
- Choferes Profesionales C1
- Estructura ocupacional D2
- Estructura ocupacional E2

f. Medición:

Se medirá en metros cúbicos (m³) efectivamente efectuados y aceptados por el fiscalizador.

g. Pago:

Se cancelará de acuerdo con los precios especificados para cada rubro

✓ **Sub-Base clase 2**

a. Definición:

Este trabajo constará de suministro, transporte, colocación, tendido, con formación, y compactación de capas de su base de clase 2

Las subbases están constituidas con agregados que han sido obtenidos por medio de trituración o cribado en yacimientos de piedras naturales o de gravas graduadas uniformemente.

b. Proceso:

Para iniciar con el proceso se deberá tener la subbase debidamente compactada. Después se procede a seleccionar los agregados y su mezcla en planta en donde éstos deberán cumplir con la granulometría apropiada para ser transportados a obra.

Luego se esparcirá el material mediante distribuidoras apropiadas, en franjas con espesor uniforme en donde éstas puedan cubrir todo el ancho determinado en la sección transversal especificada, inmediatamente después de completarse este procedimiento de tendido y conformación, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de 8 a 12 toneladas y también con la utilización de rodillos vibratorios. El espesor de esta capa será de 25 cm

c. Equipo mínimo:

El equipo mínimo deberá constar según lo acordado con contratista y fiscalizador de obra, entre éstos están; equipo de transporte maquinaria para distribución, para mezclado, esparcimiento y conformación, tanqueros de hidratación, rodillos lisos o vibratorios.

d. Material:

- Motoniveladora
- Rodillo autopropulsado
- Camión cisterna

e. Mano de obra mínima:

- Estructura ocupacional C1
- Estructura ocupacional C2
- Choferes Profesionales C1
- Estructura ocupacional D2
- Estructura ocupacional E2

f. Materiales mínimos:

- Sub-Base clase
- Agua potable.

g. Medición:

Se medirá en metros cúbicos (m³) efectivamente ejecutados y aceptados por el fiscalizador.

h. Pago:

Se cancelará de acuerdo con los precios especificados para cada rubro

✓ **Hormigón asfáltico mezclado en planta Inc. Riego de imprimación E=5cm**

a. Definición:

Este trabajo consiste en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico de espesor especificado, en donde éstas son colocadas sobre una capa de base, pavimento o empedrado de acuerdo con los requerimientos del proyecto, en este rubro incluye el riego de imprimación asfáltica.

b. Proceso:

Ningún trabajo relacionado con la preparación del hormigón asfáltico deberá realizarse hasta que fiscalizador haya probado la fórmula maestra, la cual establece las cantidades diversas de fracciones definidas para los agregados, la temperatura del hormigón al salir de la mezcladora, la temperatura de la mezcla al momento de colocarla en el camino y el porcentaje de material asfáltico para dosificación.

Posteriormente las mezclas de hormigón asfáltico serán colocadas sobre la base ya preparada, después de haber sido distribuida y enrasada la mezcla asfáltica se procederá a su compactación con rodillos neumáticos y lisos. El espesor de esta capa será de 5 cm.

c. Equipo mínimo:

- Cargadora frontal
- Planta asfáltica
- Acabadora de pavimento asfáltico – finisher
- Distribuidor de asfalto – camión imprimador
- Rodillo autopropulsado – estático
- Rodillo autopropulsado-neumático
- Barredora autopropulsada
- Volqueta

d. Materiales asfalto:

- Asfalto AC 20
- RC250 para imprimación
- Agregados mezclados en planta formado por piedra triturada, ripio, grava, arena que estén limpios.

e. Mano de obra mínima:

- Estructura ocupacional C1
- Estructura ocupacional C2
- Choferes Profesionales C1
- Estructura ocupacional D2
- Estructura ocupacional E2

f. Materiales mínimos:

- Asfalto AC20
- Asfalto RC 250 para imprimación
- Diesel
- Agregados triturados para carpeta asfáltica
- Arena para asfalto

g. Medición:

Se medirá en metros cuadrados (m²) efectivamente ejecutados y aceptados por el fiscalizador.

h. Pago:

Se cancelará de acuerdo con los precios especificados para cada rubro

Después de haber detallado las actividades para la rehabilitación vial y previo a la obtención del presupuesto referencial, es necesario establecer los espesores de las diferentes capas que contemplan la estructura del pavimento, debido a que la rehabilitación vial propone la realización de un mejoramiento de dichas capas.

3.1.5.2 Espesores de la estructura del pavimento.

La normativa AASHTO 93 recomienda utilizar los siguientes espesores en las diferentes capas de la estructura del pavimento, según el número de ejes equivalentes:

Tabla 50. *Espesores mínimos sugeridos por la AASHTO 93*

Número de ESAL's	Capas Asfálticas (cm)	Base y subbase (cm)
Menos de 50000	3	10
50000-150000	5	10
150000-500000	6,5	10
500000-2000000	7,5	15
2000000-7000000	9	15
Mas de 7000000	10	15

Fuente: AASHTO 93

De acuerdo con el número de ejes equivalentes calculados anteriormente como muestra la tabla 33, los espesores mínimos recomendados para realizar la rehabilitación de la vía son de 5 cm para capa asfáltica, y 10 cm para base y subbase. Sin embargo, para mayor precisión se determinó los números estructurales del pavimento, mediante el programa “AASHTO 93”, para luego obtener sus espesores reales.

Tabla 51. *Características de la vía para calcular Número estructurales*

CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA PARA EL CÁLCULO DE NÚMERO ESTRUCTURAL	
Tipo de Pavimento	Flexible
Confiabilidad R	Arteria principal Rural
Vía (PSI)	Importancia media
Desviación estándar Global (So)	Sin error al tránsito
Distribuidor de tráfico (Dt)	Doble vía (1 carril por sentido)
Drenaje	Regular

Fuente: Autor

Tabla 52. Datos para calcular el número estructural (SN)

DATOS SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA VIA, PARA EL CÁLCULO DE NÚMERO ESTRUCTURAL	
Tipo de Pavimento	Flexible
Clase de vía	Colectora tipo I
Periodo de diseño	20 años
Ejes Equivalentes	82489
Confiabilidad (R)	85%
Desviación estándar normal (Zr)	-1,307
Distribuidor de Tráfico (Dt)	50%
Desviación estándar Global (So)	0,44
CBR de la Subrasante	27,52%
Serviciabilidad Inicial (Po)	4,20
Serviciabilidad Final (Pt)	2,00
Tráfico Actual	2032
Tráfico Futuro	3721
Ejes equivalentes (W18)	82489

Fuente: Autor

Tabla 53. Módulos de elasticidad y coeficientes estructurales- AASHTO 93

MÓDULOS DE ELASTICIDAD	
Carpeta Asfáltica (1800lb)	400000 psi
Subrasante (CBR: 27,52 %)	14581,31 psi
Base (CBR: 80%)	28300 psi
Subbase (CBR: 30%)	14900 psi
COEFICIENTES ESTRUCTURALES	
Para Asfalto (a1)	0,430
Para Base (a2)	0,130
Para Subbase (a3)	0,108

Fuente: Autor

La normativa AASHTO 93 establece que el CBR mínimo que deberá tener una base granular es de 80%, mientras que la subbase deberá tener un mínimo de 30%, por lo cual se utilizó esos valores para determinar sus módulos de elasticidad y coeficientes estructurales, en donde se obtuvieron los valores que muestra la tabla 51.

Por su parte, se determinó los números estructurales, utilizando los datos de la tabla 50, mediante la utilización del programa “AASHTO 93”, en donde se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 54. Números estructurales obtenidos

NÚMERO ESTRUCTURAL	
Para Capa de rodadura (SN1)	1,27
Para Base (SN2)	1,66
Para Subbase (SN3)	1,68

Fuente: Autor

Tabla 55. Números estructurales reales obtenidos

NUMERO ESTRUCTURAL REAL	
Para Asfalto (SN1´)	1,02
Para Base (SN2´)	0,61
Para Subbase (SN3´)	0,68

Fuente: Autor

Una vez determinado los números estructurales, es factible hallar los espesores de capa de rodadura, base y subbase, para lo cual se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 56. Espesores calculados – AASHTO 93

ESPESORES CALCULADOS		
Para Capa de rodadura (D1)	7,50	cm
Para Base (D2)	15,73	cm
Para Subbase (D3)	19,53	cm

Fuente: Autor

Usar los espesores calculados no siempre resulta conveniente o económico. Por lo tanto, es preferible emplear espesores superiores, para así asegurar una mayor estabilidad y preservar la integridad del pavimento frente a posibles daños causados por factores externos. Particularmente el espesor de la capa de rodadura puede reducirse a un valor no menor del que recomienda la norma, esto con el fin de economizar. En base a lo ya mencionado, se ha propuesto usar los siguientes espesores:

Tabla 57. Espesores propuestos

ESPESORES PROPUESTOS		
Para Capa de rodadura	5	cm
Para Base	20	cm
Para Subbase	25	cm

Fuente: Autor

3.1.6 Presupuesto referencial

La tabla 58 muestra las cantidades de cada rubro que interviene en el plan de mantenimiento, con su respectivo precio unitario.

Tabla 58. Presupuesto Referencial

No.	Rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN DE LA VÍA	km	1	511,97	\$ 511,97
2	REMOCIÓN DE PAVIMENTO ASFÁLTICO EXISTENTE	m2	36000	1,31	\$ 47.202,48
3	REMOCIÓN Y TRANSPORTE DE PIEDRA EXISTENTE.	m2	36000	0,56	\$ 20.135,95
4	MEJORAMIENTO DE LA BASE CON CLASE 2	m3	7200	16,03	\$115.397,94
5	SUB-BASE CLASE 2	m3	9000	16,44	\$147.977,44
6	HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA INC. RIEGO DE IMPRIMACIÓN E= 5cm	m2	36000	7,83	\$281.823,94
7	HORMIGÓN / CEMENTO PORTLAND F'C=180 PARA CUNETAS Y BORDILLOS	m3	77,575	215,17	\$ 16.692,11
				TOTAL=	\$ 629.741,83

Fuente: Autor

Se determinó que el precio total para realizar las actividades de la rehabilitación vial es de \$ 629.741,83. El precio contempla en absoluto todos los trabajos para ejecución de cada rubro. Para esto se realizó un análisis de precios unitarios, el cual se encuentra en el anexo D.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se ejecutó un levantamiento topográfico de la vía Salasaka -Picaihua, desde la abscisa 4+500 y hasta la 9+000, mediante el empleo de un GPS y una estación total, en donde se recogieron los puntos tanto del eje central, como de los laterales de la vía. El resultado de este levantamiento generó un plano, el cual reveló que carretera tiene un ancho promedio de 8 metros a lo largo de su trayecto. La vía cuenta con cunetas en todo su trayecto exceptuando el lado lateral derecho, desde la Abs 8+420 hasta la 9+000.
- El estudio de tráfico vehicular, correspondiente al año 2023 reveló un valor de Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) de 2032 veh/día. Se proyectó el valor obtenido para el año 2043 obteniendo un valor de tráfico futuro de 3721 veh/día. De acuerdo con la normativa MTOP y en base al tráfico futuro calculado, la vía se clasifica como una Colectora tipo I, por lo cual, la norma establece que para el año 2043, la vía deberá contar con ciertas características como; ancho de calzada de 7.3 m, un peralte máximo del 10 %, y espaldones de 2.5 m, para brindar un buen nivel de servicio y funcionamiento a futuro.
- Mediante el método visual Índice de Condición de Pavimento (PCI), se identificaron las fallas presentes en la capa de rodadura, analizando 15 unidades de muestreo, en donde se pudo obtener un valor de PCI promedio de 37.47, por lo que de acuerdo con la norma ASTM D 6433 la vía se encuentra en un estado “Pobre” y por ende su calificación indica realizar una Rehabilitación.
- Se evaluó la estructura del pavimento por medio de la ejecución del ensayo de Viga Benkelman, pues de acuerdo con las deflexiones presentadas a lo largo de la vía, se obtuvo un promedio de $99,28 \times 10^{-2} mm$. Por su parte se determinó que la capa de rodadura presenta un comportamiento estructural malo, mientras que la estructura de la subrasante un comportamiento estructural en el rango de bueno a regular, por lo que las deflexiones se las pudo clasificar como tipo III.

- Por medio del análisis del suelo perteneciente a la vía, se lo pudo clasificar bajo las normativas AASHTO y SUCS, como una arena limosa con fragmentos de grava. Por su parte la capacidad portante de la subrasante arrojó un promedio de 27.52 %, por lo cual de acuerdo con la normativa AASHTO 93, la subrasante se clasifica como excelente.
- Una de las causales del deterioro de la capa de rodadura, es que el asfaltado de ésta fue realizado encima de un empedrado, lo cual justifica la cantidad de fallas presentes en la vía, es por esto que, en conjunto con los estudios técnicos realizados, es decir tanto superficiales como, estructurales, se propuso realizar una rehabilitación vial.
- Se generó un presupuesto referencial de acuerdo con el plan de mantenimiento presentado, es decir de acuerdo con la rehabilitación vial. El presupuesto abarca con todos los trabajos, equipos, materiales, y operadores, por lo cual el valor total del presupuesto es de \$ 629.741,83.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar los ensayos de suelo inmediatamente después de recoger las muestras en el tramo de estudio, esto con el objeto de no alterar las propiedades de éstos en gran escala. Para esto también es necesario que las muestras se encuentren secas o a temperatura ambiente.
- Se recomienda que los laboratorios de suelos se abastezcan de una mayor cantidad de materiales para la realización de ensayos, pues esto beneficiará a que los estudiantes culminen sus investigaciones o proyectos en menor tiempo.
- Es importante que las autoridades del Gobierno provincial de Salasaka y Picaihua tomen acciones inmediatas en cuanto al mantenimiento de las vías, pues una intervención a tiempo evitará mayores gastos, y logrará que la vía alcance un tiempo óptimo de servicio.

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] U. Emeasoba, Sustainable Socio-Economic Development In Nigeria: A Case For Road Infrastructure Maintenance, Nigeria, 2013.
- [3] T. Chopraa, M. Paridab, N. Kwatra y M. Jyoti , Development of Pavement Maintenance Management System (PMMS) of Urban Road, Patialia,India: Department of Civil Engineering, 2017.
- [4] A. D. Rosario, Diseño de un plan de mantenimiento para infraestructuras viales en la Republica Dominicana, Valencia, 2017.
- [5] OCDE, «Brechas y estándares de gobernanza de la infraestructura pública en Chile,» Editions OCDE, Chile, 2017.
- [6] F. Carpio, SISTEMA INSTITUCIONAL PARA LA GESTIÓN DE ESTRATEGIAS DE PLANIFICACIÓN Y CONSERVACIÓN DE CAMINOS RURALES EN LA PROVINCIA DEL AZUAY, Cuenca-Ecuador, 2017.
- [7] R. González, Importancia de la Topografía en los Proyectos de Drenaje Transversal para Carreteras en la República Mexicana, México, 2019.
- [8] S. d. C. y. T. d. México, Guía para la ejecución de trabajos de campo para la determinación de la oferta y la demanda de los estudios de tránsito para el transporte carretero, México, 2020.
- [9] S. Sarsam, A. Daham y A. Ali, Assessing Close Range Photogrammetric Approach to Evaluate Pavement Surface Condition, Journal of Engineering ed., vol. 22, 2016, pp. 1-14.
- [10] J. Fiallos, Investigación de un Plan de Manejo del Deterioro del Pavimento de la Vía Cumbe - La Jarata, Cuenca, 2017.

- [11] E. Méndez, Evaluación de la condición superficial de pavimentos por medio de Trimble Trident, Costa Rica, 2019.
- [12] D. Diaz, Evaluación del estado superficial y capacidad estructural de pavimentos flexibles mediante el Índice de Condición de Pavimento y Deflectometría en calles y avenidas del cercado del distrito de Pimentel, Chiclayo, 2021.
- [13] Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOPE), Asistencia Técnica al Programa de Infraestructura y Conservación Vial, Ecuador, 2014.
- [14] Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador (CONGOPE), Plan de Desarrollo Vial Integral de la Provincia de Tungurahua, Ecuador, 2019.
- [15] Norma ASTM D240, Guía estándar para Caracterización del sitio para propósitos de diseño y construcción de ingeniería, 2018.
- [16] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Normas de diseño geométrico de carreteras, Ecuador, 2003.
- [17] Norma ASTM D-6433, Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos, 2003.
- [18] M. Shahin, Pavement Management For Airports, Roads, And Parking Lots, New York: Springer, 2005.
- [19] Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, Norma Ecuatoriana Vial NEVI 12, Quito, 2013.
- [20] Universidad Mayor de San Simón, Pavimentos-Texto Guía, Bolivia, 2004.
- [21] Normativa AASHTO T 256 , Standard Method of Test for Pavement Deflection Measurements (AASHTO T 256), 2001.
- [22] CONREVI, Estudio de Rehabilitación de carreteras en el país, Peru, 2014.
- [23] Norma AASHTO , Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of Soils Using a 4.54 kg (10 lb) Rammer and a 457 mm (18 in), 2001.

- [24] Norma ASTM D1883, Método de prueba estandar para CBR, 1999.
- [25] J. Morales, TÉCNICAS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO UTILIZANDO SOBRECAPAS DE REFUERZO, Peru, 2005.
- [26] A. Jugo, Manual de Mantenimiento y Rehabilitación de Pavimentos flexibles, 2005.

ANEXOS

ANEXO A: Estudio del tráfico vehicular de la vía (Conteo vehicular)

ANEXO B: Índice de condición de pavimento (PCI)

ANEXO C: Análisis del Suelo

ANEXO D: Análisis de precios unitarios

ANEXO E: Registro Fotográfico

ANEXO F: Planos

ANEXO A:

ESTUDIO DEL TRÁFICO VEHICULAR DE LA VÍA (Conteo vehicular)

Anexo A-1: Conteo Vehicular de la vía Salasaka – Picaihua, Abs 4+500-9+000.

Fecha: lunes 17 de abril del 2023

HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				Total Camiones	TOTAL	TOTAL ACUMULADO POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3			
6h00	6h15	36	3	1	0	0	0	1	40	197
6h15	6h30	45	8	1	0	0	0	1	54	
6h30	6h45	50	4	0	2	0	0	2	56	
6h45	7h00	40	4	2	1	0	0	3	47	
7h00	7h15	56	8	3	0	0	0	3	67	277
7h15	7h30	69	7	1	1	0	0	2	78	
7h30	7h45	50	7	3	1	0	0	4	61	
7h45	8h00	62	6	1	2	0	0	3	71	
8h00	8h15	56	6	3	0	0	0	3	65	191
8h15	8h30	43	5	1	2	0	0	3	51	
8h30	8h45	30	8	1	0	0	0	1	39	
8h45	9h00	29	5	2	0	0	0	2	36	
9h00	9h15	43	4	1	1	0	0	2	49	172
9h15	9h30	50	3	1	0	0	0	1	54	
9h30	9h45	30	5	3	0	0	0	3	38	
9h45	10h00	26	4	1	0	0	0	1	31	
10h00	10h15	25	5	1	1	0	0	2	32	142
10h15	10h30	20	3	3	1	0	0	4	27	
10h30	10h45	39	5	1	1	0	0	2	46	
10h45	11h00	26	8	1	2	0	0	3	37	
11h00	11h15	46	5	3	1	0	0	4	55	250
11h15	11h30	70	6	0	0	0	0	0	76	
11h30	11h45	51	7	2	2	0	0	4	62	
11h45	12h00	48	7	1	1	0	0	2	57	
12h00	12h15	45	4	3	0	0	0	3	52	265
12h15	12h30	64	5	5	1	0	0	6	75	
12h30	12h45	56	4	3	0	1	0	4	64	
12h45	13h00	64	3	5	2	0	0	7	74	
13h00	13h15	39	5	4	0	0	0	4	48	192
13h15	13h30	45	3	2	3	0	0	5	53	
13h30	13h45	46	5	2	1	0	0	3	54	
13h45	14h00	27	8	2	0	0	0	2	37	
14h00	14h15	32	5	1	2	0	0	3	40	173
14h15	14h30	40	5	0	1	0	0	1	46	
14h30	14h45	47	4	0	0	0	0	0	51	
14h45	15h00	30	3	2	1	0	0	3	36	
15h00	15h15	37	4	1	0	0	0	1	42	186
15h15	15h30	38	5	1	1	0	0	2	45	
15h30	15h45	48	3	0	2	0	0	2	53	
15h45	16h00	39	5	1	1	0	0	2	46	
16h00	16h15	29	4	2	1	0	0	3	36	182
16h15	16h30	38	7	2	1	0	0	3	48	
16h30	16h45	45	7	3	1	0	0	4	56	
16h45	17h00	35	6	1	0	0	0	1	42	
17h00	17h15	42	8	2	1	0	0	3	53	244
17h15	17h30	65	5	2	1	0	0	3	73	
17h30	17h45	45	7	1	2	0	0	3	55	
17h45	18h00	57	6	0	0	0	0	0	63	
TOTAL		1922	235	78	38	1	0	117	2274	

Anexo A-2: Conteo Vehicular de la vía Salasaka – Picaihua, Abs 4+500-9+000.

Fecha: martes 18 de abril del 2023.

HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				Total Camiones	TOTAL	TOTAL ACUMULADO POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3			
6h00	6h15	35	3	1	0	0	0	1	39	204
6h15	6h30	40	8	0	0	0	0	0	48	
6h30	6h45	65	4	1	1	0	0	2	71	
6h45	7h00	42	4	0	0	0	0	0	46	
7h00	7h15	54	6	2	0	0	0	2	62	260
7h15	7h30	73	8	3	0	0	0	3	84	
7h30	7h45	39	5	2	1	0	0	3	47	
7h45	8h00	58	8	1	0	0	0	1	67	
8h00	8h15	50	7	1	0	0	0	1	58	184
8h15	8h30	40	4	0	2	0	0	2	46	
8h30	8h45	25	4	0	1	0	0	1	30	
8h45	9h00	44	5	1	0	0	0	1	50	
9h00	9h15	29	4	1	1	0	0	2	35	157
9h15	9h30	40	3	3	1	0	0	4	47	
9h30	9h45	36	5	2	0	0	0	2	43	
9h45	10h00	26	4	0	2	0	0	2	32	
10h00	10h15	22	5	2	1	0	0	3	30	131
10h15	10h30	18	3	1	1	0	0	2	23	
10h30	10h45	40	5	2	1	0	0	3	48	
10h45	11h00	20	8	1	1	0	0	2	30	
11h00	11h15	25	5	0	0	0	0	0	30	149
11h15	11h30	28	4	1	0	0	0	1	33	
11h30	11h45	31	4	2	2	0	0	4	39	
11h45	12h00	38	8	0	1	0	0	1	47	
12h00	12h15	42	8	3	1	0	0	4	54	251
12h15	12h30	44	6	2	2	0	0	4	54	
12h30	12h45	62	8	4	0	1	0	5	75	
12h45	13h00	59	6	2	1	0	0	3	68	
13h00	13h15	30	6	3	1	0	0	4	40	149
13h15	13h30	36	5	0	0	0	0	0	41	
13h30	13h45	30	3	1	0	0	0	1	34	
13h45	14h00	26	5	2	1	0	0	3	34	
14h00	14h15	20	6	1	0	1	0	2	28	151
14h15	14h30	34	4	0	0	0	0	0	38	
14h30	14h45	40	7	0	0	0	0	0	47	
14h45	15h00	32	5	0	1	0	0	1	38	
15h00	15h15	45	7	1	0	0	0	1	53	185
15h15	15h30	40	5	1	0	0	0	1	46	
15h30	15h45	32	4	2	1	0	0	3	39	
15h45	16h00	40	5	2	0	0	0	2	47	
16h00	16h15	39	6	2	1	0	0	3	48	176
16h15	16h30	35	5	2	0	0	0	2	42	
16h30	16h45	40	6	2	0	0	0	2	48	
16h45	17h00	33	4	1	0	0	0	1	38	
17h00	17h15	43	7	2	1	0	0	3	53	218
17h15	17h30	40	3	1	1	0	0	2	45	
17h30	17h45	54	3	0	2	0	0	2	59	
17h45	18h00	55	5	0	1	0	0	1	61	
TOTAL		1687	234	59	29	2	0	90	2011	

Anexo A-3: Conteo Vehicular de la vía Salasaka – Picaihua, Abs 4+500-9+000.

Fecha: miércoles 19 de abril del 2023.

HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				Total Camiones	TOTAL	TOTAL ACUMULADO POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3			
6h00	6h15	30	4	1	0	0	0	1	35	211
6h15	6h30	34	4	2	0	0	0	2	40	
6h30	6h45	72	8	3	0	0	0	3	83	
6h45	7h00	50	3	0	0	0	0	0	53	
7h00	7h15	47	6	1	0	0	0	1	54	248
7h15	7h30	72	8	3	1	0	0	4	84	
7h30	7h45	46	5	1	0	0	0	1	52	
7h45	8h00	49	8	1	0	0	0	1	58	
8h00	8h15	49	7	1	0	0	0	1	57	172
8h15	8h30	30	4	3	0	0	0	3	37	
8h30	8h45	25	4	3	0	0	0	3	32	
8h45	9h00	37	5	4	0	0	0	4	46	
9h00	9h15	30	4	2	0	0	0	2	36	157
9h15	9h30	37	5	0	0	0	0	0	42	
9h30	9h45	31	4	4	1	0	0	5	40	
9h45	10h00	32	4	1	2	0	0	3	39	
10h00	10h15	26	4	1	2	0	0	3	33	129
10h15	10h30	21	5	1	1	0	0	2	28	
10h30	10h45	27	5	0	1	0	0	1	33	
10h45	11h00	27	5	2	1	0	0	3	35	
11h00	11h15	32	6	1	1	0	0	2	40	150
11h15	11h30	27	5	2	1	0	0	3	35	
11h30	11h45	32	7	4	2	0	0	6	45	
11h45	12h00	25	3	1	1	0	0	2	30	
12h00	12h15	35	6	1	2	0	0	3	44	197
12h15	12h30	33	4	2	1	0	0	3	40	
12h30	12h45	47	8	0	3	0	0	3	58	
12h45	13h00	44	8	0	3	0	0	3	55	
13h00	13h15	36	6	2	0	0	0	2	44	163
13h15	13h30	35	6	1	1	0	0	2	43	
13h30	13h45	27	3	5	0	0	0	5	35	
13h45	14h00	33	5	3	0	0	0	3	41	
14h00	14h15	25	7	1	3	0	0	4	36	162
14h15	14h30	33	5	1	3	0	0	4	42	
14h30	14h45	39	5	0	2	0	0	2	46	
14h45	15h00	31	5	1	1	0	0	2	38	
15h00	15h15	37	7	2	3	0	0	5	49	180
15h15	15h30	28	5	1	2	0	0	3	36	
15h30	15h45	37	4	2	3	0	0	5	46	
15h45	16h00	40	5	0	4	0	0	4	49	
16h00	16h15	21	6	1	0	0	0	1	28	167
16h15	16h30	38	4	3	2	0	0	5	47	
16h30	16h45	42	5	2	2	0	0	4	51	
16h45	17h00	34	4	3	0	0	0	3	41	
17h00	17h15	42	5	4	1	0	0	5	52	235
17h15	17h30	56	7	4	2	0	0	6	69	
17h30	17h45	45	3	1	2	0	0	3	51	
17h45	18h00	57	5	0	1	0	0	1	63	
TOTAL		1597	232	76	55	0	0	131	1960	

Anexo A-4: Conteo Vehicular de la vía Salasaka – Picaihua, Abs 4+500-9+000.

Fecha: jueves 20 de abril del 2023.

HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				Total Camiones	TOTAL	TOTAL ACUMULADO POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3			
6h00	6h15	35	4	0	0	0	0	0	39	212
6h15	6h30	33	4	0	0	0	0	0	37	
6h30	6h45	72	8	2	0	0	0	2	82	
6h45	7h00	50	3	1	0	0	0	1	54	
7h00	7h15	47	6	2	0	0	0	2	55	237
7h15	7h30	69	8	0	0	0	0	0	77	
7h30	7h45	45	5	2	1	0	0	3	53	
7h45	8h00	42	8	1	1	0	0	2	52	
8h00	8h15	45	4	1	0	1	0	2	51	167
8h15	8h30	32	7	1	1	0	0	2	41	
8h30	8h45	27	4	1	1	0	0	2	33	
8h45	9h00	35	5	2	0	0	0	2	42	
9h00	9h15	29	4	1	0	0	0	1	34	152
9h15	9h30	38	4	2	0	0	0	2	44	
9h30	9h45	30	5	2	1	0	0	3	38	
9h45	10h00	29	5	1	1	0	0	2	36	
10h00	10h15	28	5	0	2	0	0	2	35	125
10h15	10h30	22	4	1	1	0	0	2	28	
10h30	10h45	25	4	1	0	0	0	1	30	
10h45	11h00	26	3	2	1	0	0	3	32	
11h00	11h15	30	5	1	0	0	0	1	36	150
11h15	11h30	35	5	0	2	0	0	2	42	
11h30	11h45	27	6	2	1	0	0	3	36	
11h45	12h00	32	3	1	0	0	0	1	36	
12h00	12h15	40	5	1	1	0	0	2	47	176
12h15	12h30	36	4	1	1	0	0	2	42	
12h30	12h45	42	4	2	0	0	0	2	48	
12h45	13h00	33	4	1	1	0	0	2	39	
13h00	13h15	40	4	1	0	0	0	1	45	174
13h15	13h30	32	5	1	1	0	0	2	39	
13h30	13h45	47	4	0	1	0	0	1	52	
13h45	14h00	30	6	1	1	0	0	2	38	
14h00	14h15	58	4	2	0	0	0	2	64	231
14h15	14h30	60	5	0	3	0	0	3	68	
14h30	14h45	45	5	1	2	0	0	3	53	
14h45	15h00	39	5	1	1	0	0	2	46	
15h00	15h15	42	4	2	3	0	0	5	51	195
15h15	15h30	49	7	3	4	0	0	7	63	
15h30	15h45	37	5	2	1	0	0	3	45	
15h45	16h00	29	4	3	0	0	0	3	36	
16h00	16h15	41	7	1	1	0	0	2	50	218
16h15	16h30	34	8	1	3	0	0	4	46	
16h30	16h45	57	5	3	0	1	0	4	66	
16h45	17h00	46	6	1	3	0	0	4	56	
17h00	17h15	59	6	3	3	0	0	6	71	275
17h15	17h30	61	4	1	0	0	0	1	66	
17h30	17h45	70	5	2	0	0	0	2	77	
17h45	18h00	55	4	2	0	0	0	2	61	
TOTAL		1775	220	60	43	2	0	105	2100	

Anexo A-5: Conteo Vehicular de la vía Salasaka – Picaihua, Abs 4+500-9+000.

Fecha: viernes 21 de abril del 2023.

HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				Total Camiones	TOTAL	TOTAL ACUMULADO POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3			
6h00	6h15	29	4	3	0	0	0	3	36	194
6h15	6h30	24	5	0	0	0	0	0	29	
6h30	6h45	70	7	1	2	0	0	3	80	
6h45	7h00	46	3	0	0	0	0	0	49	
7h00	7h15	47	6	2	0	0	0	2	55	226
7h15	7h30	55	7	1	0	0	0	1	63	
7h30	7h45	41	5	2	1	0	0	3	49	
7h45	8h00	50	7	1	1	0	0	2	59	
8h00	8h15	45	7	1	1	0	0	2	54	192
8h15	8h30	43	4	3	1	0	0	4	51	
8h30	8h45	32	6	3	0	0	0	3	41	
8h45	9h00	37	5	4	0	0	0	4	46	
9h00	9h15	32	7	1	1	0	0	2	41	159
9h15	9h30	31	4	1	0	0	0	1	36	
9h30	9h45	40	3	3	0	0	0	3	46	
9h45	10h00	29	4	1	2	0	0	3	36	
10h00	10h15	27	5	1	2	0	0	3	35	138
10h15	10h30	31	4	1	1	0	0	2	37	
10h30	10h45	26	3	0	1	0	0	1	30	
10h45	11h00	29	4	2	1	0	0	3	36	
11h00	11h15	38	5	1	0	0	0	1	44	159
11h15	11h30	27	5	2	2	0	0	4	36	
11h30	11h45	32	6	3	1	0	0	4	42	
11h45	12h00	33	3	1	0	0	0	1	37	
12h00	12h15	29	5	1	2	0	0	3	37	188
12h15	12h30	33	6	2	1	0	0	3	42	
12h30	12h45	44	7	1	0	0	0	1	52	
12h45	13h00	49	4	1	3	0	0	4	57	
13h00	13h15	37	6	2	1	0	0	3	46	158
13h15	13h30	30	5	1	1	0	0	2	37	
13h30	13h45	29	3	2	0	0	0	2	34	
13h45	14h00	34	4	3	0	0	0	3	41	
14h00	14h15	32	7	1	3	0	0	4	43	160
14h15	14h30	24	5	1	1	0	0	2	31	
14h30	14h45	43	4	0	2	0	0	2	49	
14h45	15h00	31	5	1	0	0	0	1	37	
15h00	15h15	37	6	2	3	0	0	5	48	200
15h15	15h30	39	5	1	2	0	0	3	47	
15h30	15h45	45	6	2	3	0	0	5	56	
15h45	16h00	40	5	0	4	0	0	4	49	
16h00	16h15	28	6	1	0	0	0	1	35	217
16h15	16h30	55	4	3	2	0	0	5	64	
16h30	16h45	48	5	2	2	0	0	4	57	
16h45	17h00	54	4	3	0	0	0	3	61	
17h00	17h15	49	5	4	2	0	0	6	60	240
17h15	17h30	62	4	3	0	0	0	3	69	
17h30	17h45	41	7	3	3	0	0	6	54	
17h45	18h00	50	5	1	1	0	0	2	57	
TOTAL		1688	223	75	51	0	0	126	2037	

Anexo A-6: Conteo Vehicular de la vía Salasaka – Picaihua, Abs 4+500-9+000.

Fecha: sábado 22 de abril del 2023.

HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				Total Camiones	TOTAL	TOTAL ACUMULADO POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3			
6h00	6h15	35	4	1	0	0	0	1	40	
6h15	6h30	25	3	2	0	0	0	2	30	180
6h30	6h45	46	4	1	0	0	0	1	51	
6h45	7h00	55	3	1	0	0	0	1	59	
7h00	7h15	37	4	1	1	0	0	2	43	
7h15	7h30	40	4	2	1	0	0	3	47	171
7h30	7h45	37	3	1	0	0	0	1	41	
7h45	8h00	36	3	1	0	0	0	1	40	
8h00	8h15	39	3	1	0	0	0	1	43	
8h15	8h30	30	5	3	1	0	0	4	39	161
8h30	8h45	30	4	1	1	0	0	2	36	
8h45	9h00	37	5	1	0	0	0	1	43	
9h00	9h15	26	5	2	0	0	0	2	33	
9h15	9h30	29	3	2	0	0	0	2	34	138
9h30	9h45	31	3	1	1	0	0	2	36	
9h45	10h00	29	4	1	1	0	0	2	35	
10h00	10h15	30	3	1	1	0	0	2	35	
10h15	10h30	29	5	2	1	0	0	3	37	141
10h30	10h45	30	4	2	0	0	0	2	36	
10h45	11h00	28	3	1	1	0	0	2	33	
11h00	11h15	32	5	1	1	0	0	2	39	
11h15	11h30	29	3	2	1	0	0	3	35	151
11h30	11h45	35	4	2	0	0	0	2	41	
11h45	12h00	30	4	1	1	0	0	2	36	
12h00	12h15	39	5	0	2	0	0	2	46	
12h15	12h30	40	3	2	1	0	0	3	46	192
12h30	12h45	37	4	1	0	0	0	1	42	
12h45	13h00	50	4	1	3	0	0	4	58	
13h00	13h15	35	4	2	0	0	0	2	41	
13h15	13h30	31	5	1	1	0	0	2	38	165
13h30	13h45	40	5	0	0	0	0	0	45	
13h45	14h00	35	4	1	1	0	0	2	41	
14h00	14h15	25	4	1	1	0	0	2	31	
14h15	14h30	30	3	1	0	0	0	1	34	152
14h30	14h45	35	5	1	1	0	0	2	42	
14h45	15h00	38	5	1	1	0	0	2	45	
15h00	15h15	30	4	2	0	0	0	2	36	
15h15	15h30	28	3	1	1	0	0	2	33	139
15h30	15h45	27	2	2	0	0	0	2	31	
15h45	16h00	35	3	0	1	0	0	1	39	
16h00	16h15	29	3	1	1	0	0	2	34	
16h15	16h30	38	5	1	1	0	0	2	45	142
16h30	16h45	30	2	2	0	0	0	2	34	
16h45	17h00	25	4	0	0	0	0	0	29	
17h00	17h15	35	3	0	1	0	0	1	39	
17h15	17h30	30	3	0	2	0	0	2	35	151
17h30	17h45	34	2	1	2	0	0	3	39	
17h45	18h00	35	2	0	1	0	0	1	38	
TOTAL		1455	164	51	33	0	0	84	1703	

Anexo A-7: Conteo Vehicular de la vía Salasaka – Picaihua, Abs 4+500-9+000.


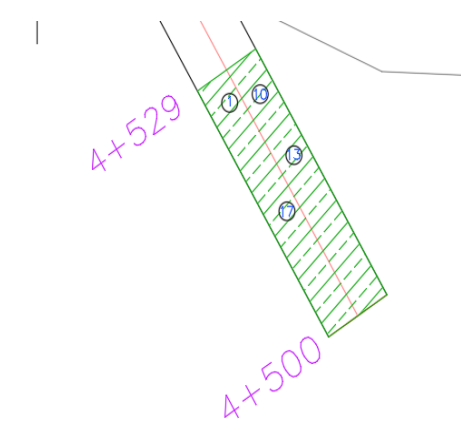
Fecha: domingo 23 de abril del 2023.

HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				Total Camiones	TOTAL	TOTAL ACUMULADO POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3			
6h00	6h15	35	4	0	0	0	0	0	39	149
6h15	6h30	25	3	0	0	0	0	0	28	
6h30	6h45	35	2	1	0	0	0	1	38	
6h45	7h00	40	3	1	0	0	0	1	44	
7h00	7h15	37	3	1	0	0	0	1	41	159
7h15	7h30	35	4	0	0	0	0	0	39	
7h30	7h45	37	2	1	0	0	0	1	40	
7h45	8h00	36	3	0	0	0	0	0	39	
8h00	8h15	39	3	1	0	0	0	1	43	143
8h15	8h30	32	2	0	0	0	0	0	34	
8h30	8h45	30	2	1	0	0	0	1	33	
8h45	9h00	29	3	1	0	0	0	1	33	
9h00	9h15	26	3	1	0	0	0	1	30	131
9h15	9h30	29	3	0	0	0	0	0	32	
9h30	9h45	31	3	0	1	0	0	1	35	
9h45	10h00	29	4	1	0	0	0	1	34	
10h00	10h15	30	3	1	0	0	0	1	34	131
10h15	10h30	29	3	0	0	0	0	0	32	
10h30	10h45	30	4	0	0	0	0	0	34	
10h45	11h00	28	3	0	0	0	0	0	31	
11h00	11h15	24	3	1	0	0	0	1	28	134
11h15	11h30	29	3	0	0	0	0	0	32	
11h30	11h45	37	4	0	0	0	0	0	41	
11h45	12h00	30	3	0	0	0	0	0	33	
12h00	12h15	36	2	0	0	0	0	0	38	173
12h15	12h30	50	2	1	0	0	0	1	53	
12h30	12h45	37	3	0	0	0	0	0	40	
12h45	13h00	40	2	0	0	0	0	0	42	
13h00	13h15	35	2	0	0	0	0	0	37	148
13h15	13h30	34	3	0	0	0	0	0	37	
13h30	13h45	32	3	0	0	0	0	0	35	
13h45	14h00	35	3	1	0	0	0	1	39	
14h00	14h15	40	3	0	0	0	0	0	43	146
14h15	14h30	36	3	0	0	0	0	0	39	
14h30	14h45	27	3	1	0	0	0	1	31	
14h45	15h00	30	3	0	0	0	0	0	33	
15h00	15h15	35	2	0	0	0	0	0	37	132
15h15	15h30	31	2	0	0	0	0	0	33	
15h30	15h45	30	2	1	0	0	0	1	33	
15h45	16h00	26	3	0	0	0	0	0	29	
16h00	16h15	32	1	0	0	0	0	0	33	127
16h15	16h30	31	2	0	0	0	0	0	33	
16h30	16h45	28	2	0	0	0	0	0	30	
16h45	17h00	30	1	0	0	0	0	0	31	
17h00	17h15	33	1	0	0	0	0	0	34	145
17h15	17h30	30	2	0	0	0	0	0	32	
17h30	17h45	34	2	1	0	0	0	1	37	
17h45	18h00	40	2	0	0	0	0	0	42	
TOTAL		1439	115	14	1	0	0	15	1569	

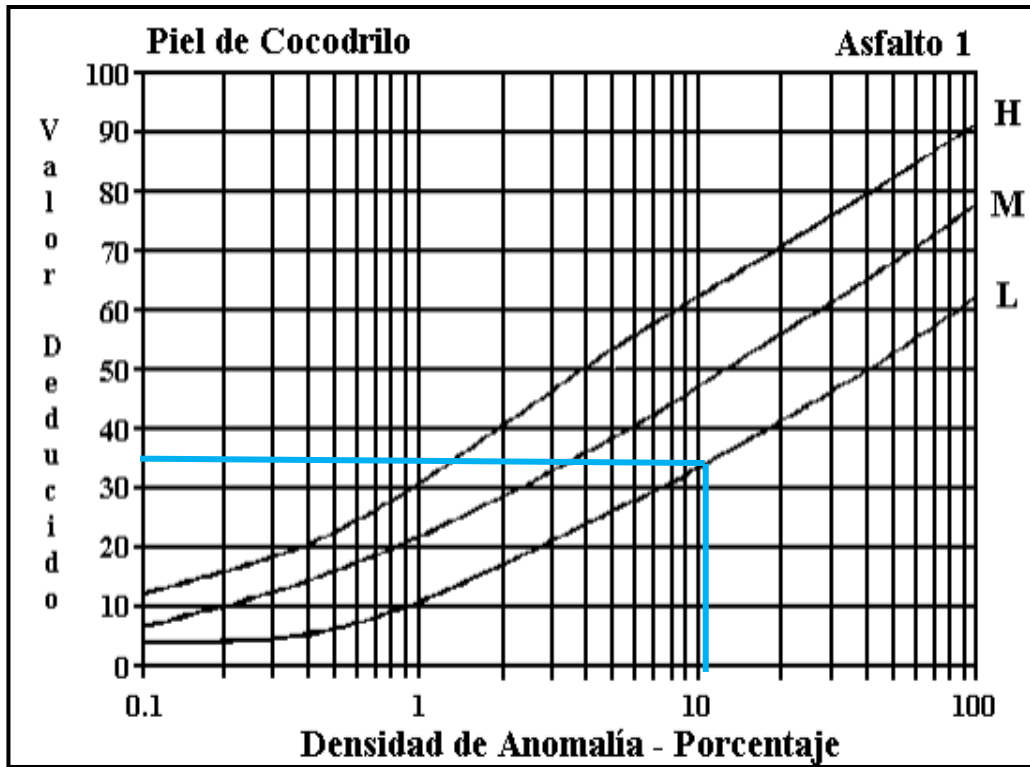
ANEXO B:

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)

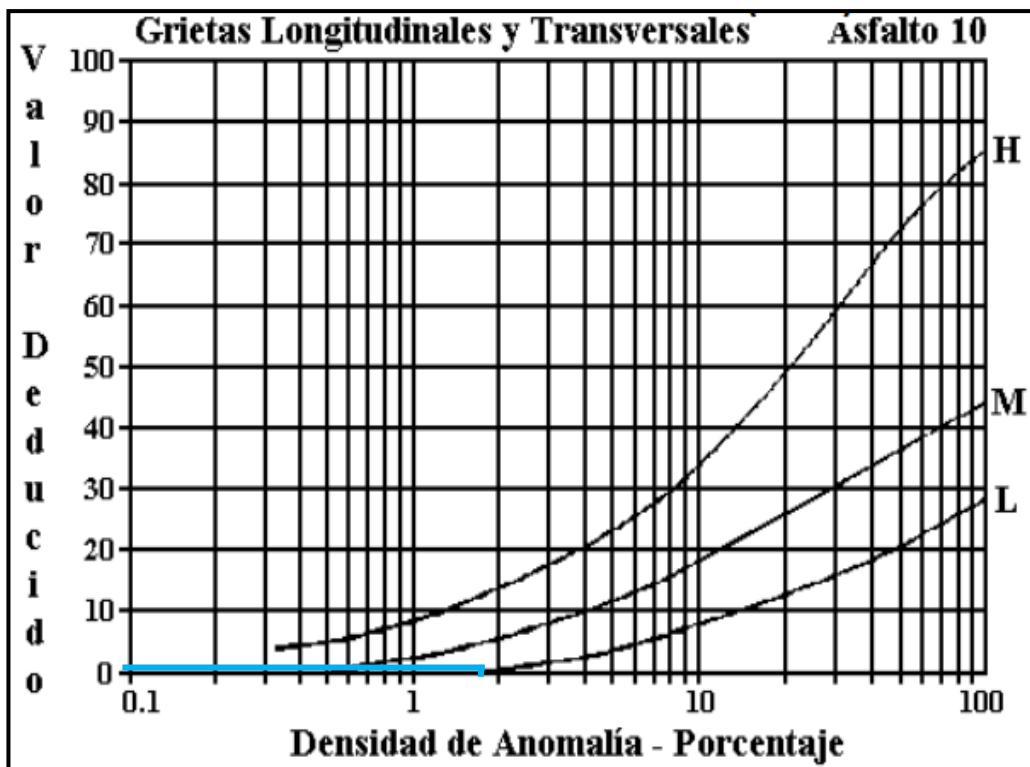
Anexo B-1: Registro de fallas PCI y determinación del valor deducido máximo compensado, de la vía Salasaka – Picaihua, Abs 4+500-9+000 (Unidad de prueba 1)

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL (PCI)							
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"									
FECHA:	26/5/2023	ABSCISA INICIAL:	4+500	ÁREA DE MUESTREO	205,9				
RESPONSABLE:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño	ABSCISA FINAL:	4+529	UNIDAD DE MUESTREO:	1				
		SECCIÓN:	2	TRAMO:	4+500 – 9+000				
NÚMERO	FALLAS								
1	Piel de cocodrilo		m2						
2	Exudación		m2						
3	Agrietamiento en Bloque		m2						
4	Bombeo y hundimientos		m						
5	Corrugación		m2						
6	Depresiones		m2						
7	Agrietamiento de Borde		m						
8	Agrietamiento reflejo de juntas		m						
9	Caída Externa de Vía/ Hombreira		m						
10	Agrietamiento longitudinal y transversal		m						
11	Parcheo y acometida de servicio público		m2						
12	Pulimiento de agregados		m2						
13	Huecos		U						
14	Cruce de Ferrocarril		m2						
15	Ruteo		m2						
16	Empellones		m2						
17	Agrietamiento de media luna		m2						
18	Protuberancia		m2						
19	Intemperismo		m2						
									
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
1	X			12,6	10,64		23,24	11,29	35
10	X			0,3	1,75	1,5	3,55	1,72	1
13	X			1			1	0,49	13
17		X		2,4			2,4	1,17	12
VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):				35			VALOR DEDUCIDO TOTAL		61
NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):				6,97					
CÁLCULO DEL PCI									
Nº	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV	
1	35	13	12	1		61	4	34	
2	35	13	12	2		62	3	39	
3	35	13	2	2		52	2	39	
4	35	2	2	2		41	1	41	
							CDV Max =		41
							PCI = 100-CDV Max =		59

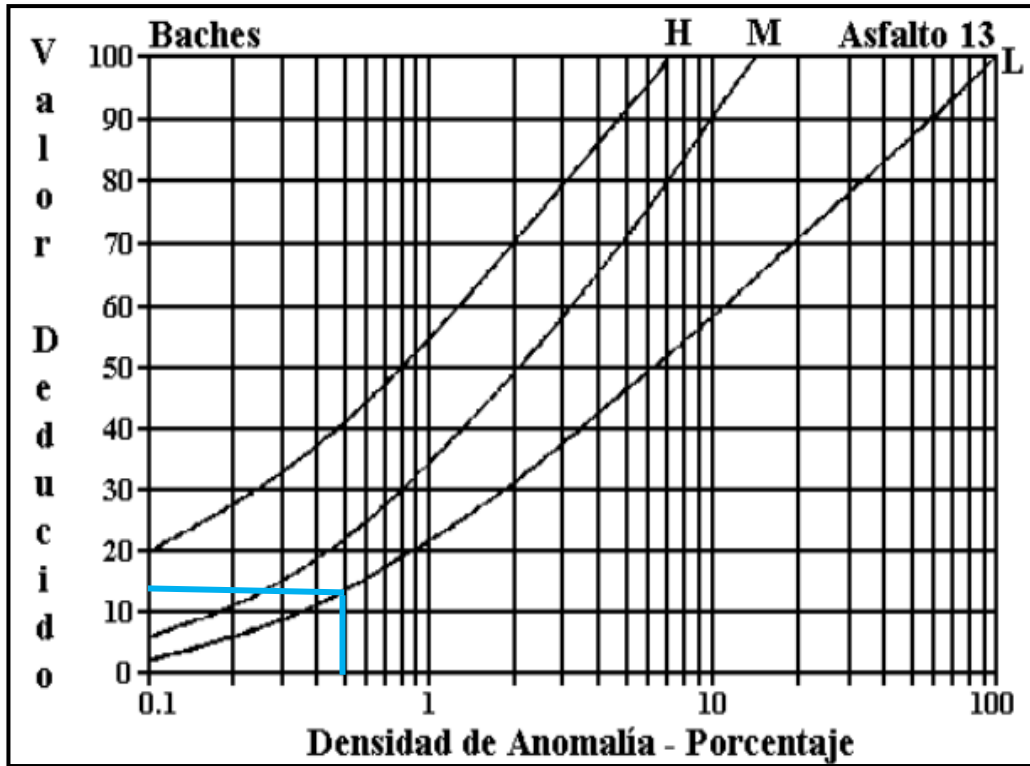
Piel de cocodrilo



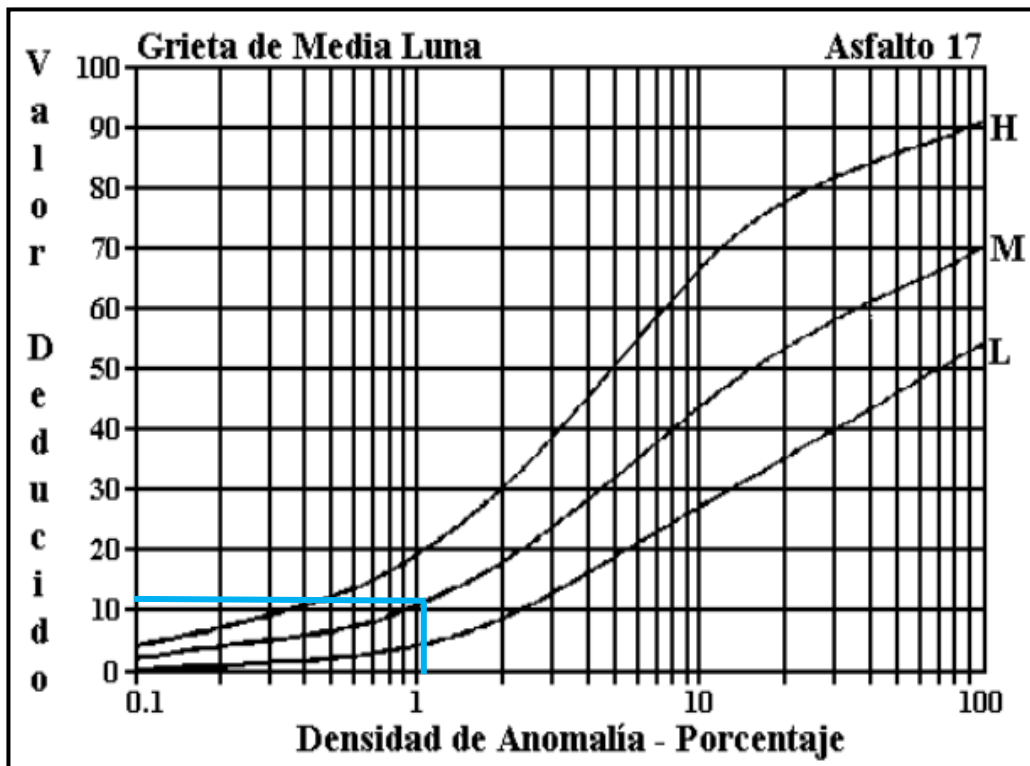
Agrietamiento Longitudinal y Transversal



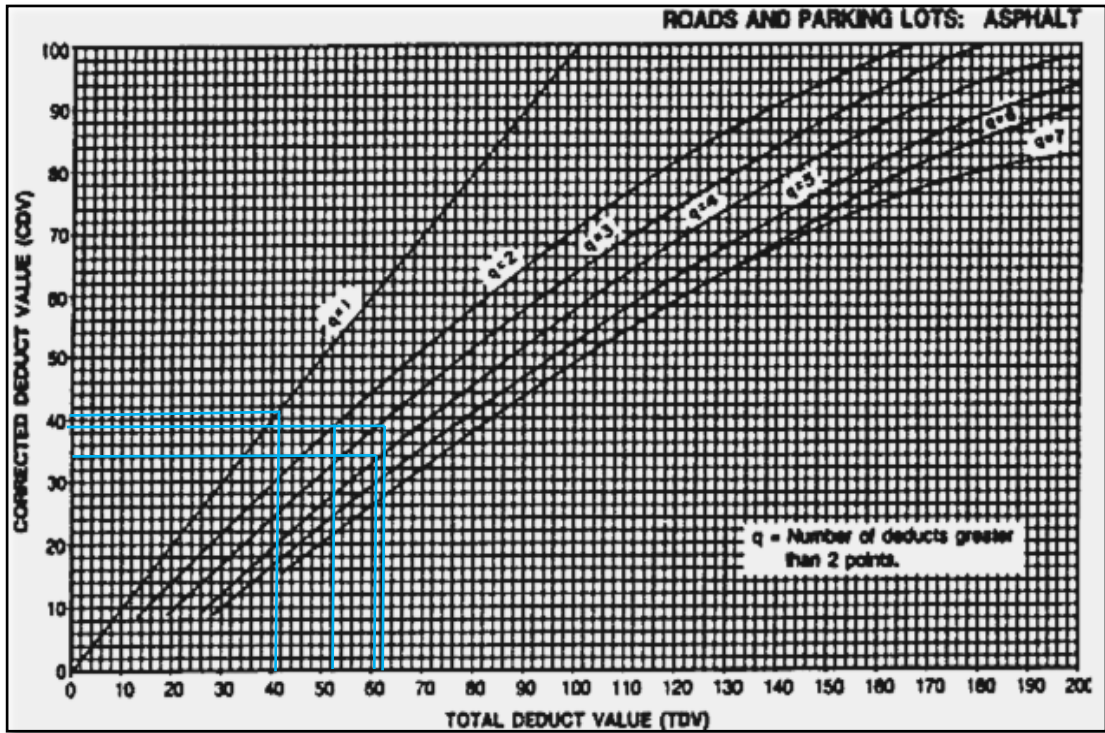
Baches





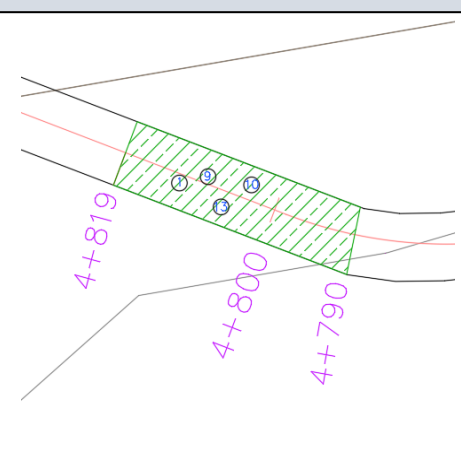
Agrietamiento de medialuna



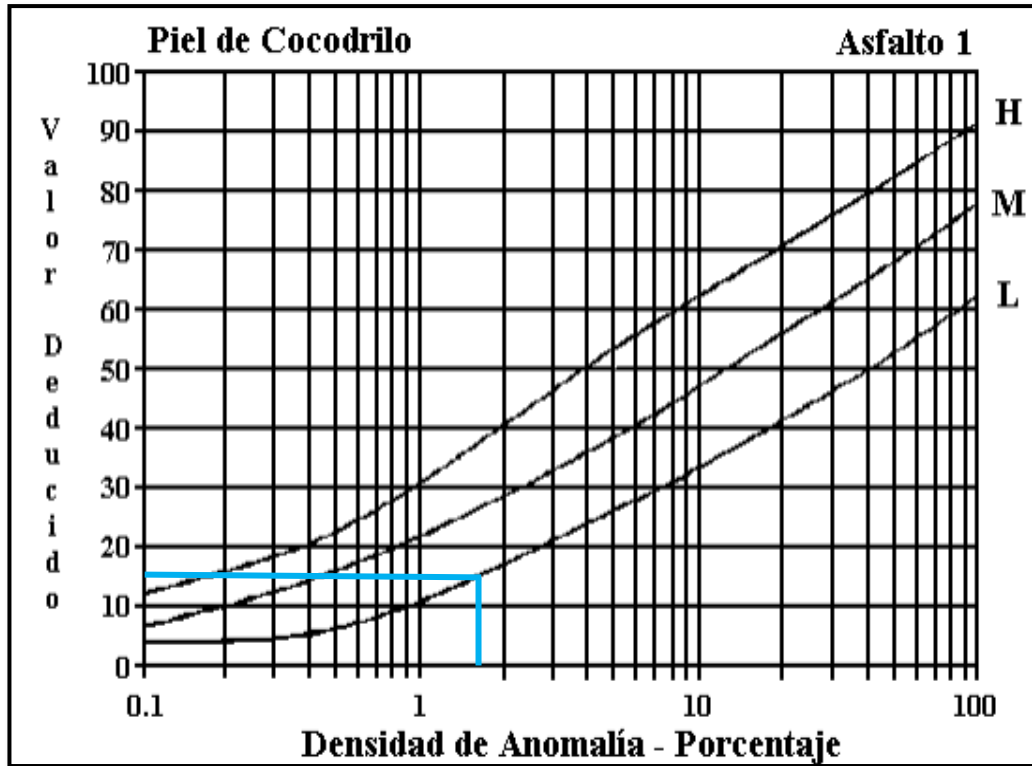
Valor deducido máximo compensado CDV - Nomograma



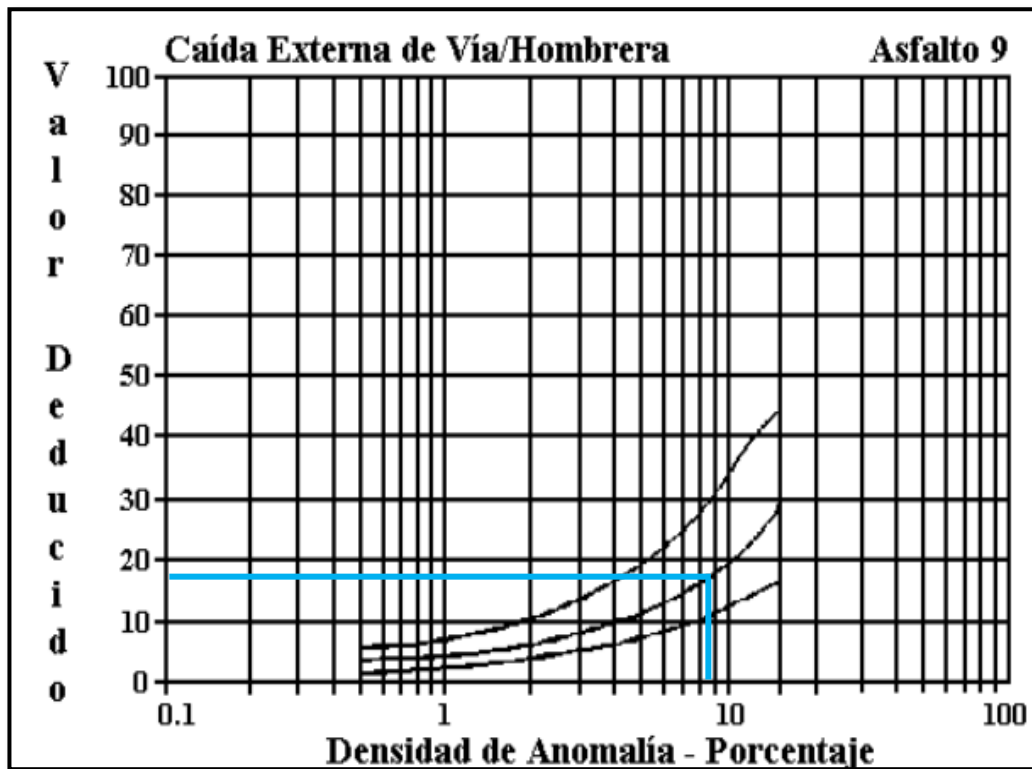
Anexo B-2: Registro de fallas PCI y determinación del valor deducido máximo compensado, de la vía Salasaka – Picaihua, Abs 4+500-9+000 (Unidad de prueba 2).

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL (PCI)							
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"									
FECHA:	26/5/2023	ABSCISA INICIAL:	4+790	ÁREA DE MUESTREO:	203				
RESPONSABLE:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño	ABSCISA FINAL:	4+819	UNIDAD DE MUESTREO:	2				
		SECCIÓN:	2	TRAMO:	4+500 – 9+000				
NÚMERO	FALLAS								
1	Piel de cocodrilo	m2							
2	Exudación	m2							
3	Agrietamiento en Bloque	m2							
4	Bombeo y hundimientos	m							
5	Corrugación	m2							
6	Depresiones	m2							
7	Agrietamiento de Borde	m							
8	Agrietamiento reflejo de juntas	m							
9	Caída Externa de Vía/ Hombreira	m							
10	Agrietamiento longitudinal y transversal	m							
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2							
12	Pulimiento de agregados	m2							
13	Huecos	U							
14	Cruce de Ferrocarril	m2							
15	Ruteo	m2							
16	Empellones	m2							
17	Agrietamiento de media luna	m2							
18	Proturberancia	m2							
19	Intemperismo	m2							
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
1	X			3,6			3,6	1,77	15
9		X		8	8	2	18	8,87	18
10	X			18	7	8	33	16,26	11
13			X	1			1	0,49	40
VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):				40			VALOR DEDUCIDO TOTAL		84
NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):				6,51					
CÁLCULO DEL PCI									
Nº	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV
1	40	18	15	11			84	4	48
2	40	18	15	2			75	3	48
3	40	18	2	2			62	2	46
4	40	2	2	2			46	1	46
							CDV Max =		48
							PCI = 100-CDV Max =		52

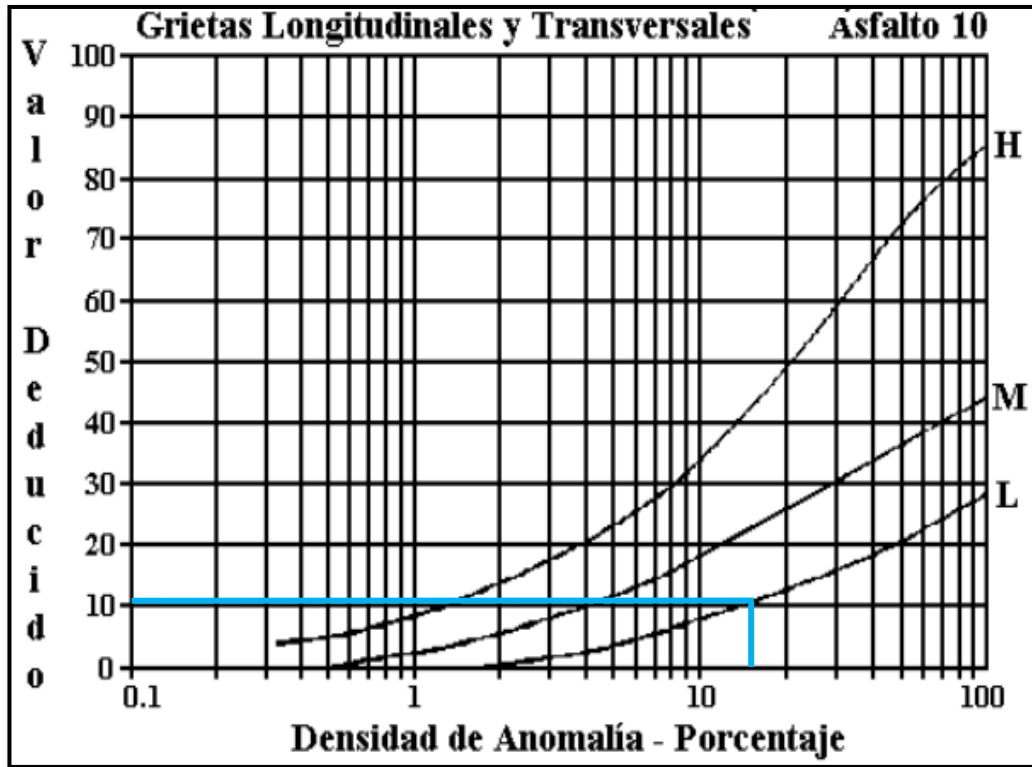
Piel de cocodrilo



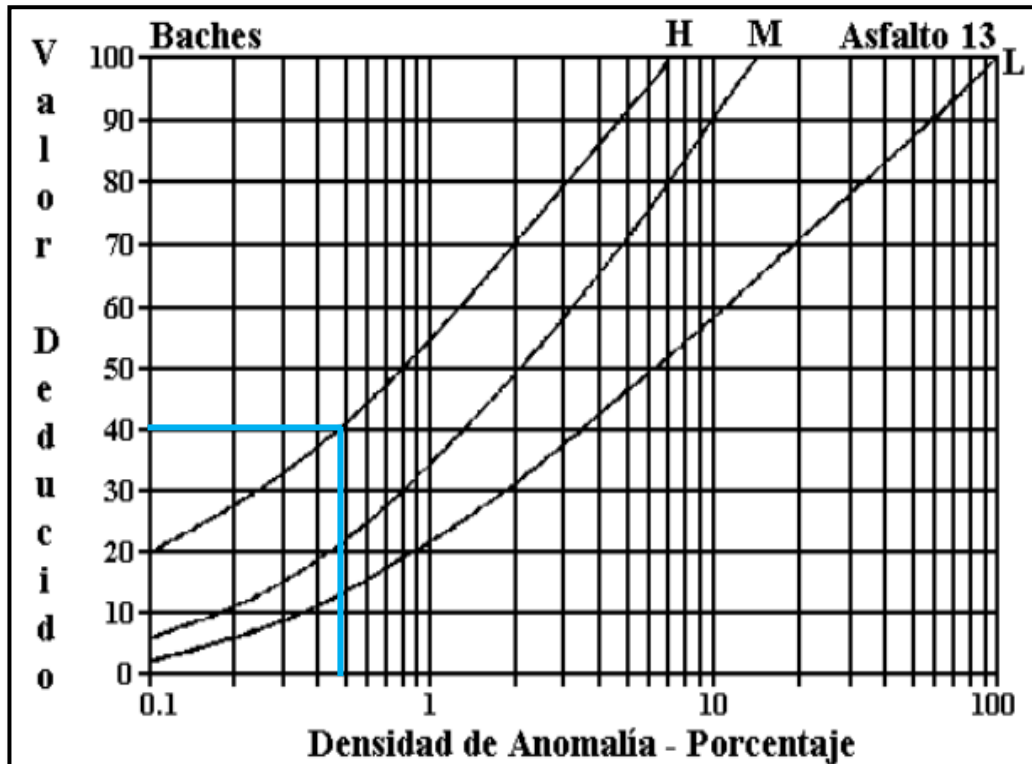
Caída Externa de vía / hombrera



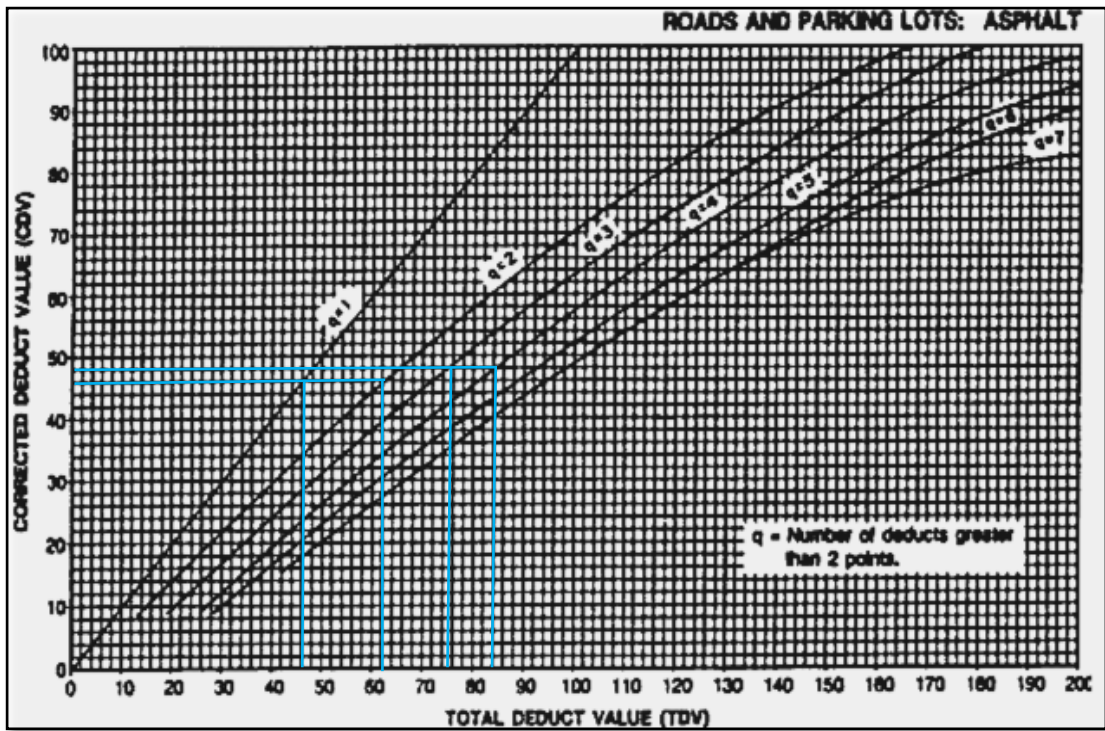
Agrietamiento longitudinal y transversal





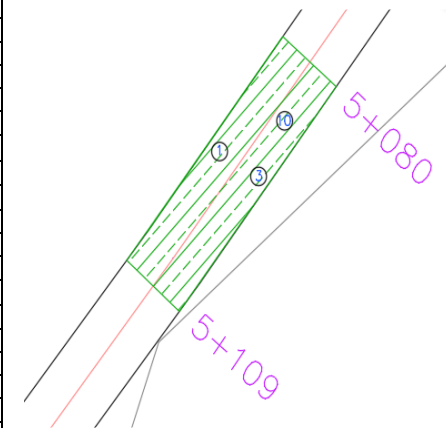
Baches



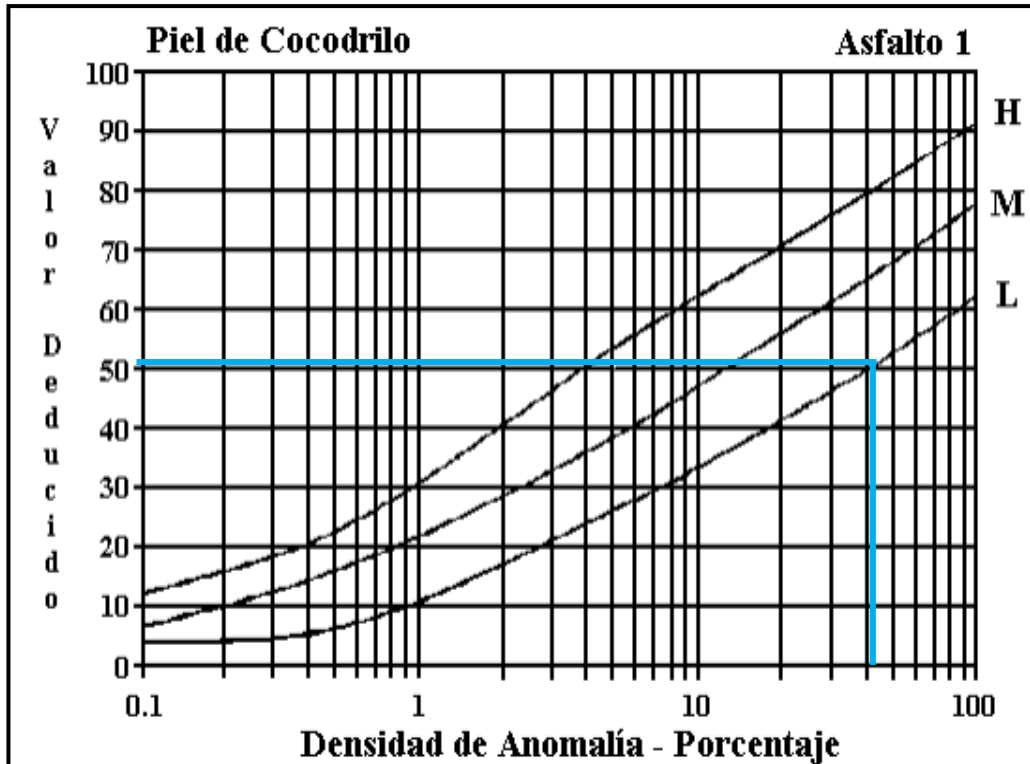
Valor deducido máximo compensado CDV



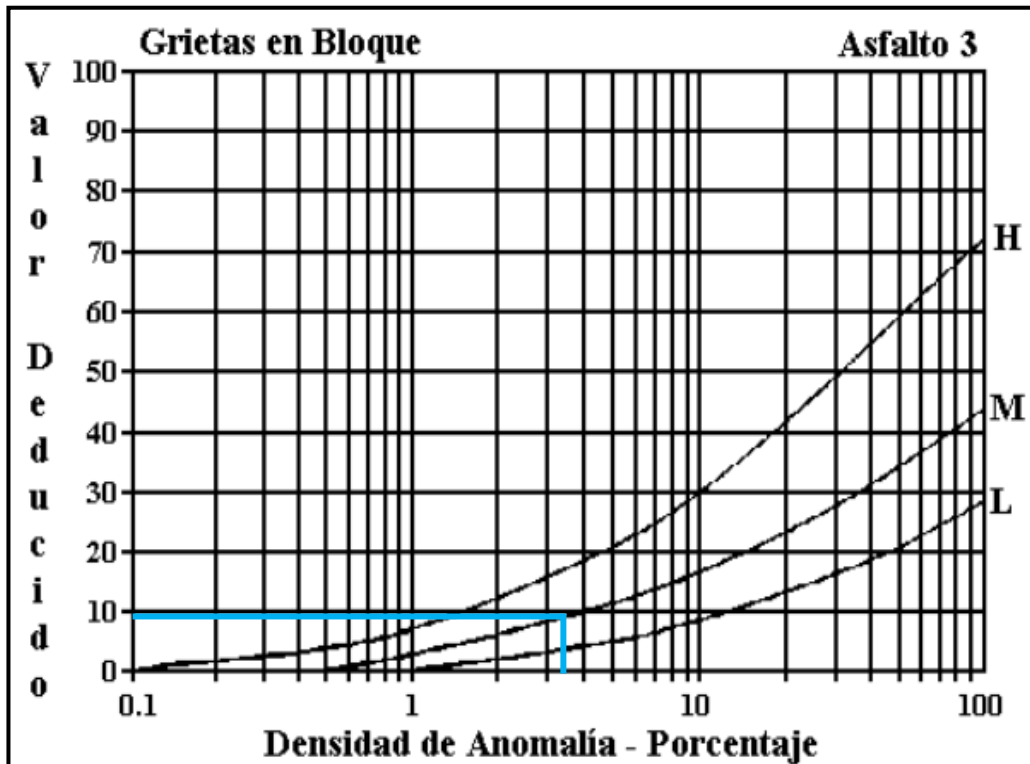
Anexo B-3: Registro de fallas PCI y determinación del valor deducido máximo compensado, de la vía Salasaka – Picaihua, Abs 4+500-9+000 (Unidad de prueba 3).

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL (PCI)								
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"										
FECHA:	26/5/2023	ABSCISA INICIAL:	5+080	ÁREA DE MUESTREO:	232					
RESPONSABLE:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño	ABSCISA FINAL:	5+109	UNIDAD DE MUESTREO:	3					
		SECCIÓN:	2	TRAMO:	4+500 – 9+000					
NÚMERO	FALLAS									
1	Piel de cocodrilo		m2							
2	Exudación		m2							
3	Agrietamiento en Bloque		m2							
4	Bombeo y hundimientos		m							
5	Corrugación		m2							
6	Depresiones		m2							
7	Agrietamiento de Borde		m							
8	Agrietamiento reflejo de juntas		m							
9	Caída Externa de Vía/ Hombreira		m							
10	Agrietamiento longitudinal y transversal		m							
11	Parcheo y acometida de servicio público		m2							
12	Pulimento de agregados		m2							
13	Huecos		U							
14	Cruce de Ferrocarril		m2							
15	Ruteo		m2							
16	Empellones		m2							
17	Agrietamiento de media luna		m2							
18	Protuberancia		m2							
19	Intemperismo		m2							
										
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)							
1	X			74,24	24,3			98,54	42,47	51
3		X		8				8	3,45	9
10	X			7,3	1,15			8,45	3,64	2
VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):				51				VALOR DEDUCIDO TOTAL		62
NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):				5,50						
CÁLCULO DEL PCI										
N°	VALOR DEDUCIDO			TOTAL	q	CDV				
1	51	9	2	62	3	40				
2	51	9	2	62	2	46				
3	51	2		53	1	54				
					CDV Max =		54			
					PCI = 100-CDV Max =		46			

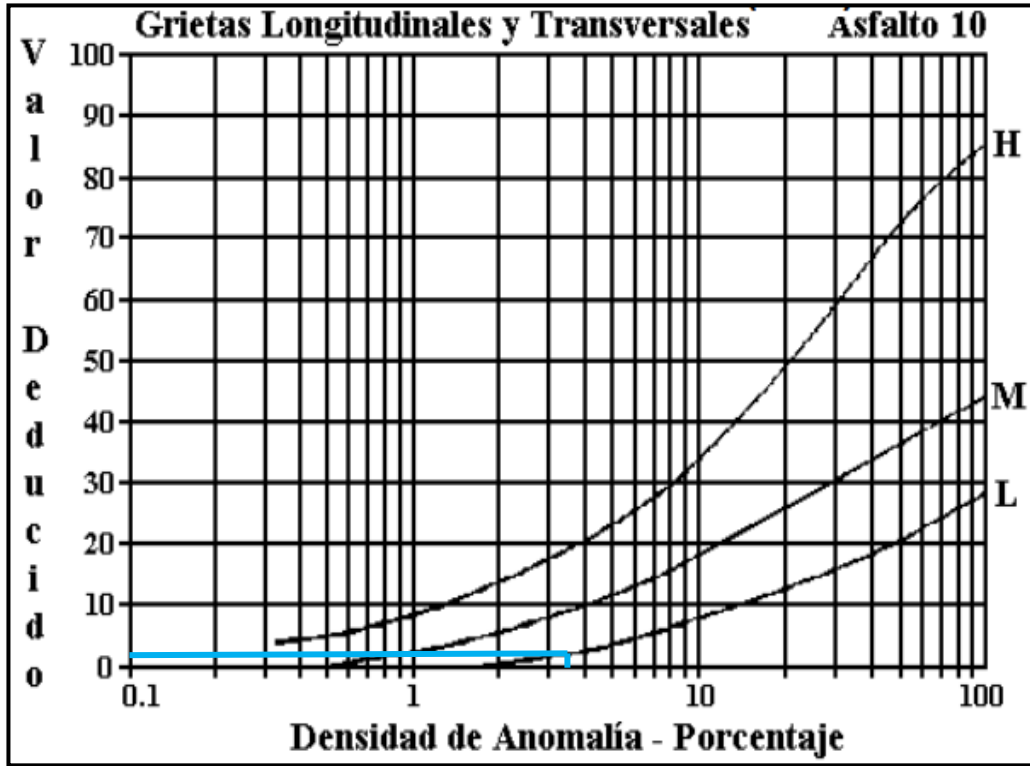
Piel de cocodrilo



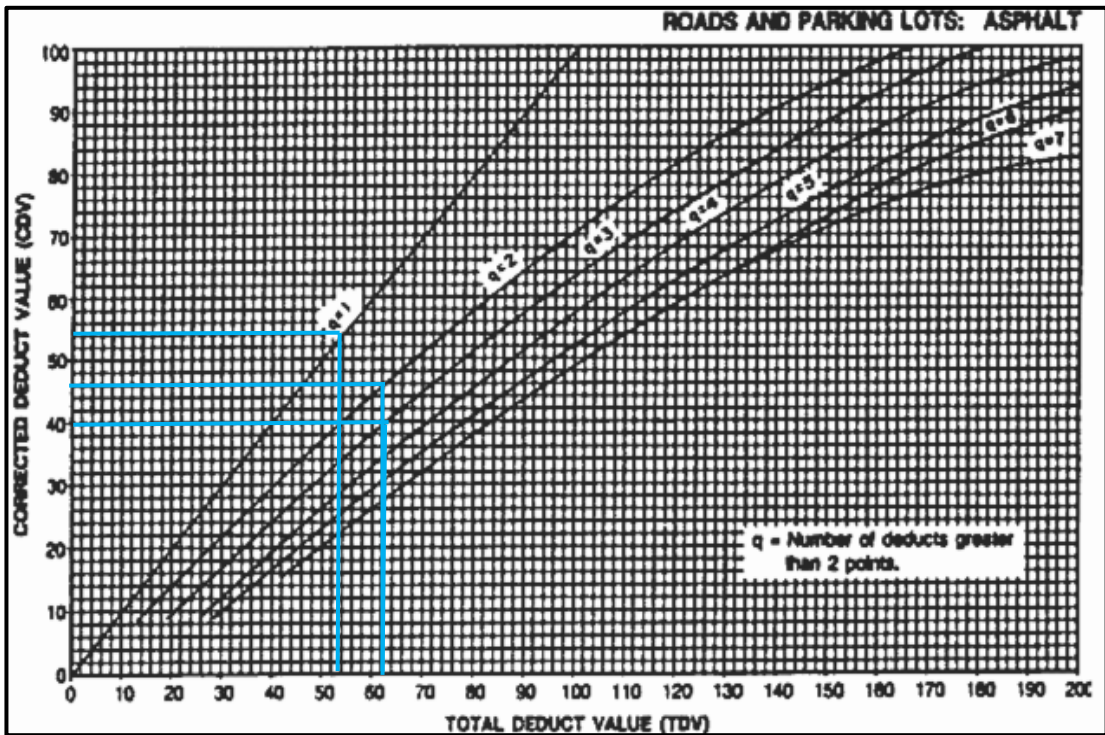
Agrietamiento en Bloque





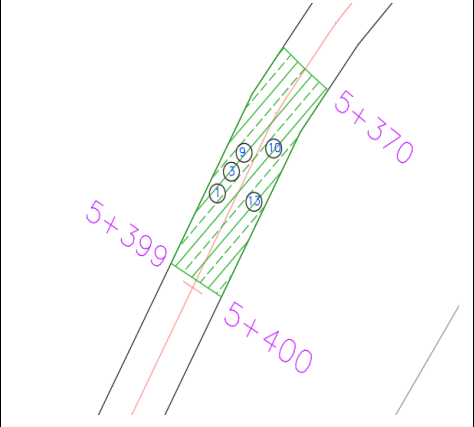
Agrietamiento Longitudinal y transversal



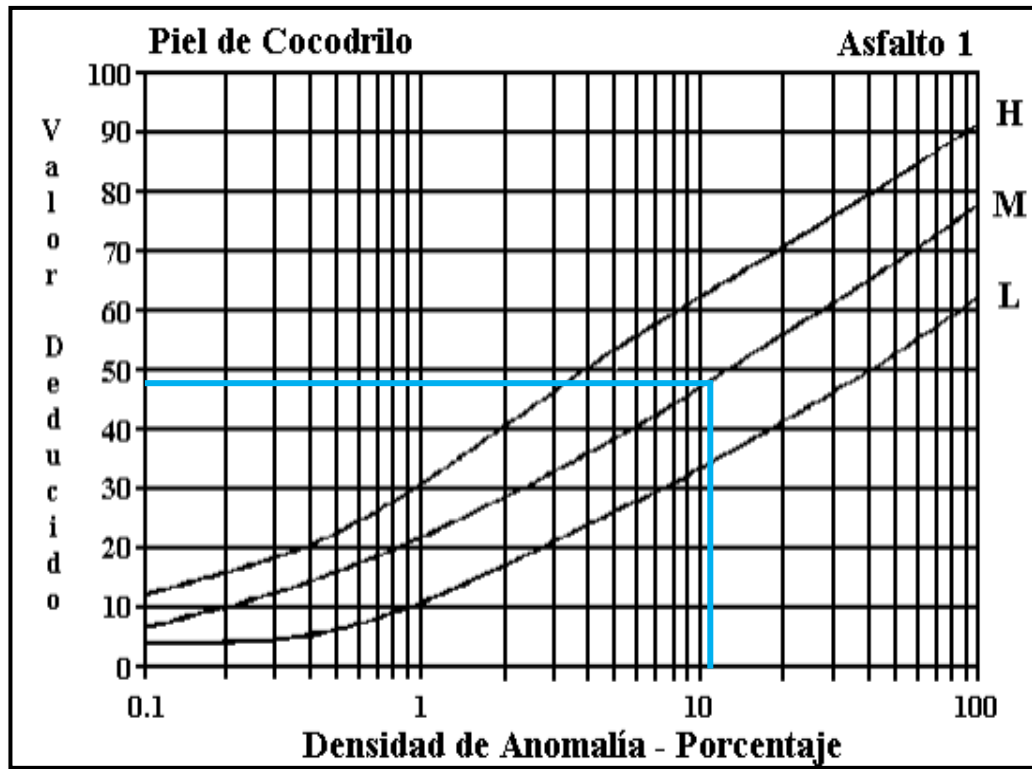
Valor deducido máximo compensado CDV



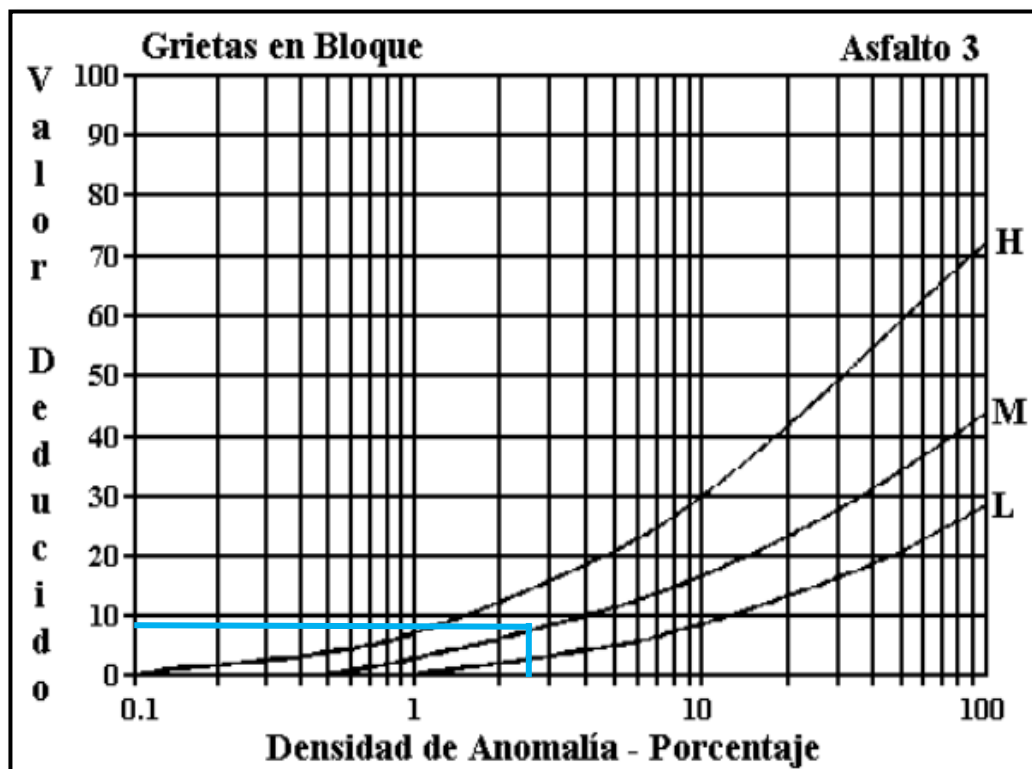
Anexo B-4: Registro de fallas PCI y determinación del valor deducido máximo compensado, de la vía Salasaka – Picaihua, Abs 4+500-9+000 (Unidad de prueba 4).

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL (PCI)								
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"										
FECHA:	26/5/2023	ABSCISA INICIAL:	5+370	ÁREA DE MUESTREO	232					
RESPONSABLE:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño	ABSCISA FINAL:	5+399	UNIDAD DE MUESTREO:	4					
		SECCIÓN:	2	TRAMO:	4+500 – 9+000					
NÚMERO	FALLAS									
1	Piel de cocodrilo	m2								
2	Exudación	m2								
3	Agrietamiento en Bloque	m2								
4	Bombeo y hundimientos	m								
5	Corrugación	m2								
6	Depresiones	m2								
7	Agrietamiento de Borde	m								
8	Agrietamiento reflejo de juntas	m								
9	Caída Externa de Vía/ Hombrera	m								
10	Agrietamiento longitudinal y transversal	m								
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2								
12	Pulimiento de agregados	m2								
13	Huecos	U								
14	Cruce de Ferrocarril	m2								
15	Ruteo	m2								
16	Empellones	m2								
17	Agrietamiento de media luna	m2								
18	Protuberancia	m2								
19	Intemperismo	m2								
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)							
1	X			23,7				23,7	10,22	47
3		X		1,92	4			5,92	2,55	8
9			X	1				1	0,43	7
10		X		23	5,6	2,7	1,98	33,28	14,34	37
10			X	6				6	2,59	15
13			X	1				1	0,43	39
VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):				47				VALOR DEDUCIDO TOTAL		153
NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):				5,87						
CÁLCULO DEL PCI										
Nº	VALOR DEDUCIDO							TOTAL	q	CDV
1	47	39	37	15	8	6,09	152,09	6	74	
2	47	39	37	15	8	2	148	5	76	
3	47	39	37	15	2	2	142	4	79	
4	47	39	37	2	2	2	129	3	79	
5	47	39	2	2	2	2	94	2	67	
6	47	2	2	2	2	2	57	1	57	
								CDV Max =		79
								PCI = 100-CDV Max =		21

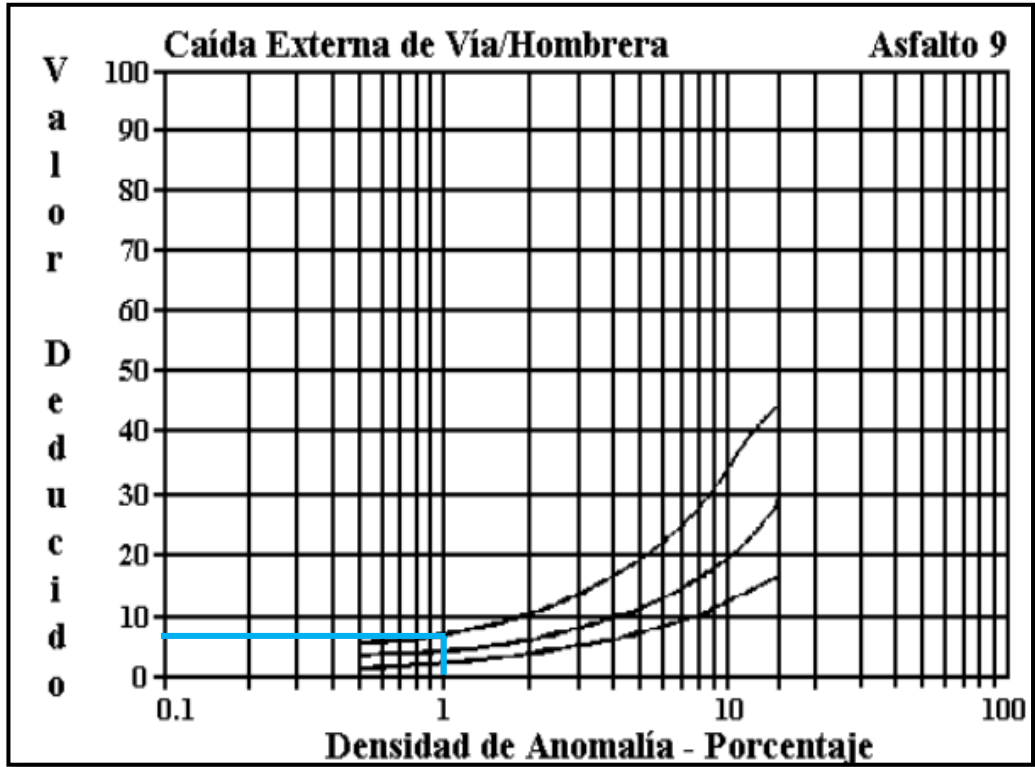
Piel de Cocodrilo



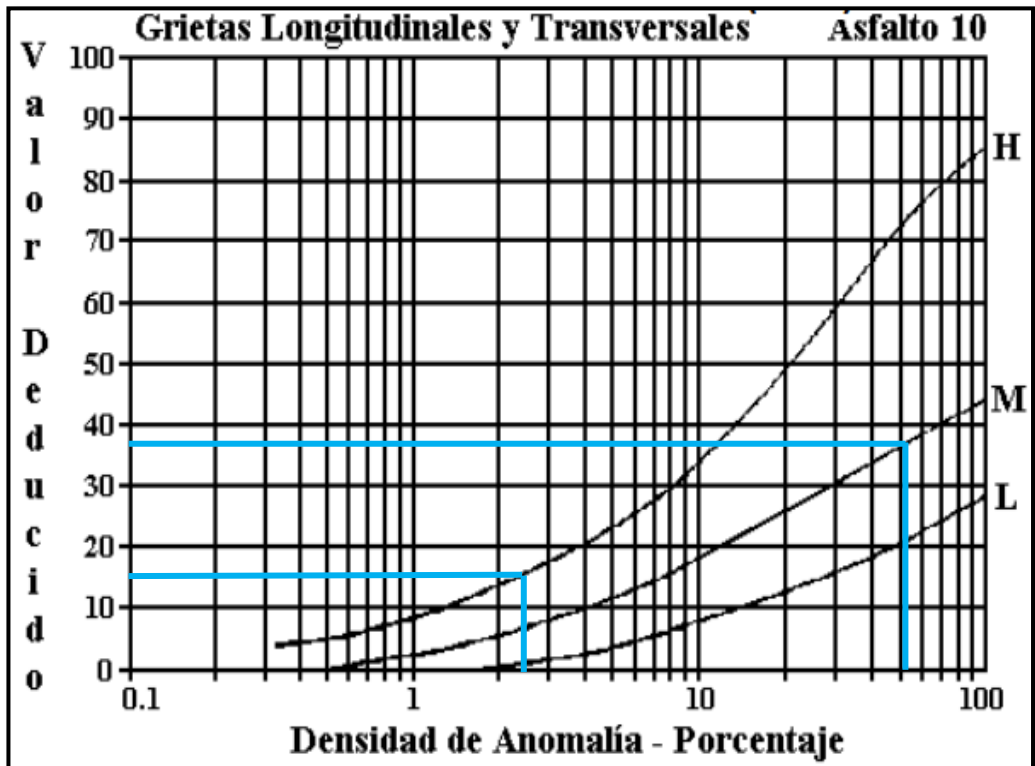
Agrietamiento en Bloque



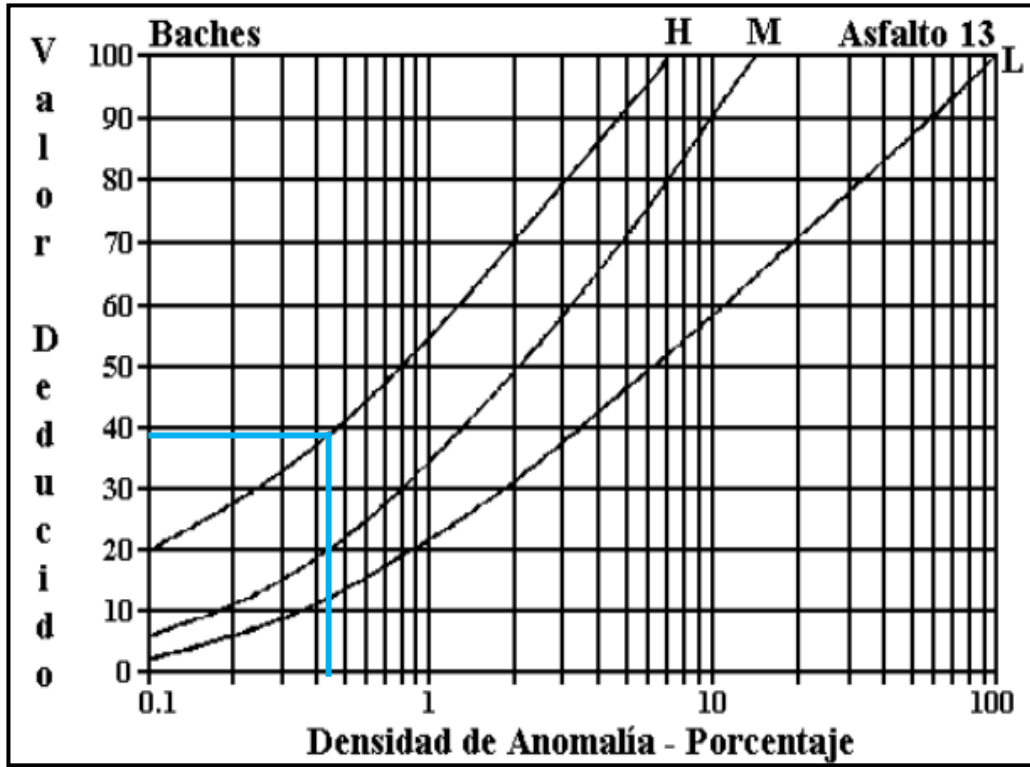
Caída Externa de Vía/ Hombarrera



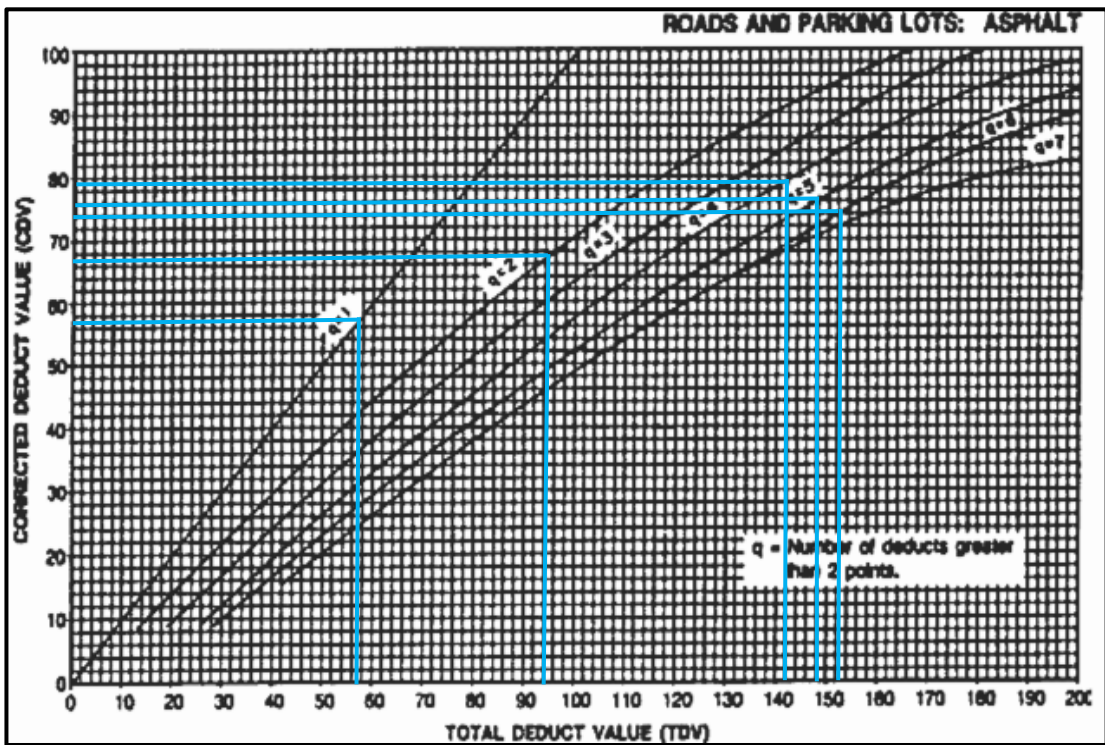
Agrietamiento longitudinal y transversal





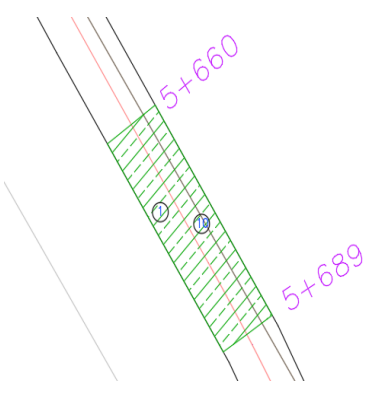
Baches



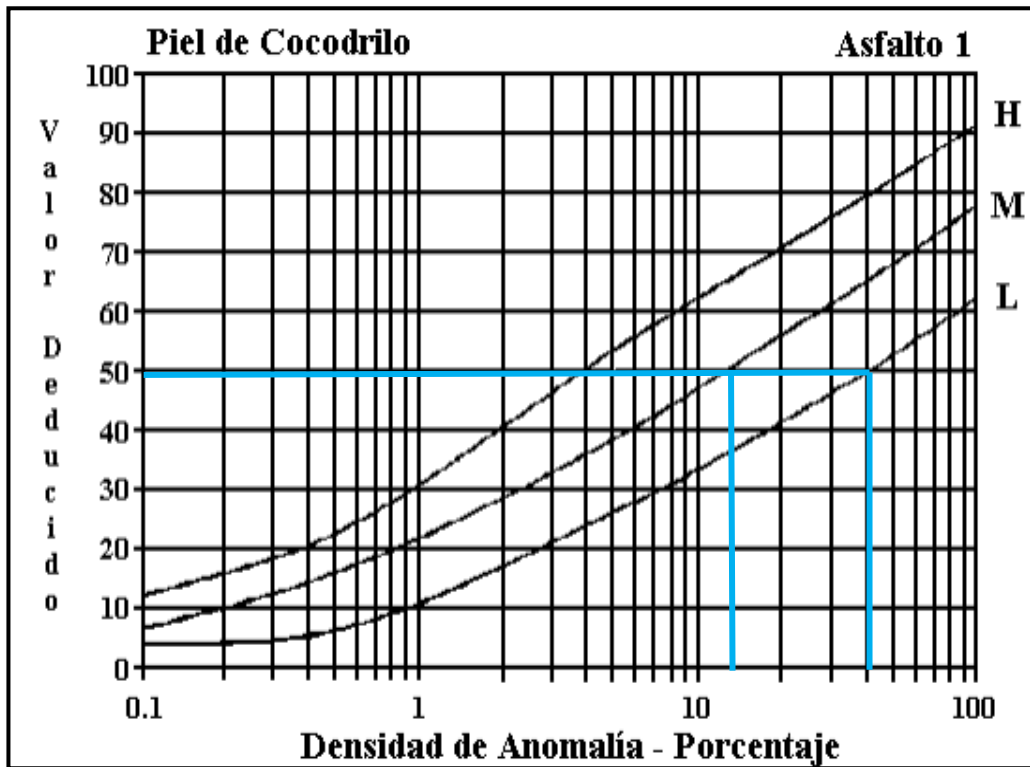
Valor deducido máximo compensado CDV



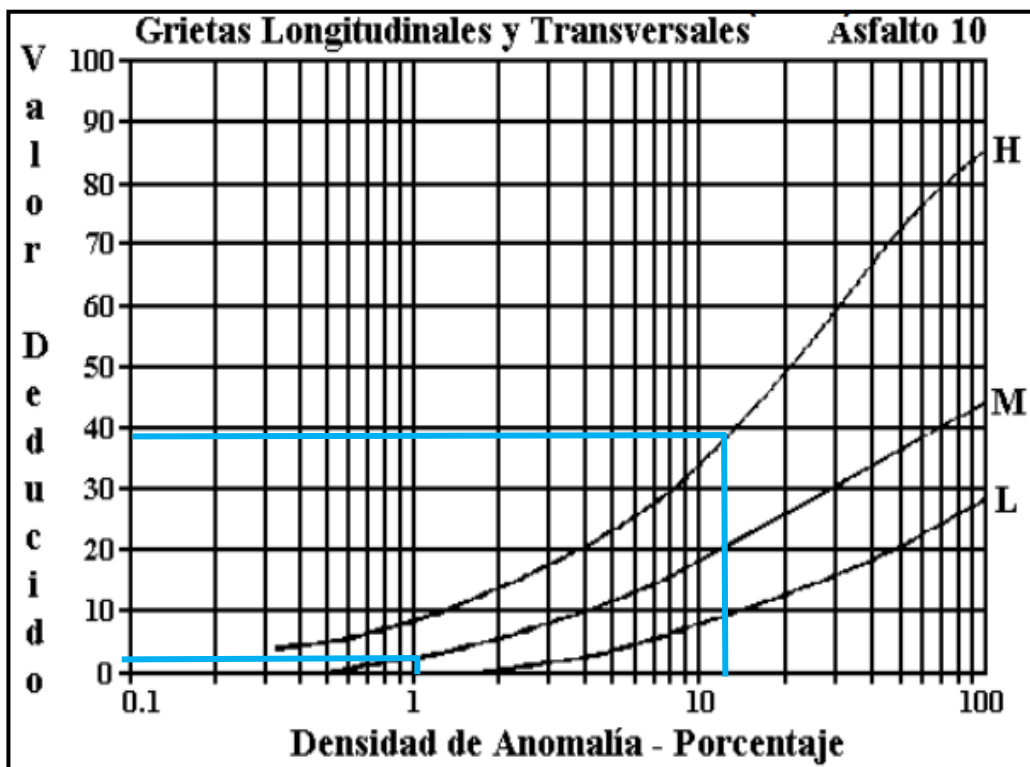
Anexo B-5: Registro de fallas PCI y determinación del valor deducido máximo compensado, de la vía Salasaka – Picaihua, Abs 4+500-9+000 (Unidad de prueba 5).

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL (PCI)							
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"									
FECHA:	26/5/2023	ABSCISA INICIAL:	5+660	ÁREA DE MUESTREO	223,3				
RESPONSABLE:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño	ABSCISA FINAL:	5+689	UNIDAD DE MUESTREO:	5				
		SECCIÓN:	2	TRAMO:	4+500 – 9+000				
NÚMERO	FALLAS								
1	Piel de cocodrilo	m2							
2	Exudación	m2							
3	Agrietamiento en Bloque	m2							
4	Bombeo y hundimientos	m							
5	Corrugación	m2							
6	Depresiones	m2							
7	Agrietamiento de Borde	m							
8	Agrietamiento reflejo de juntas	m							
9	Caída Externa de Vía/ Hombreira	m							
10	Agrietamiento longitudinal y transversal	m							
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2							
12	Pulimiento de agregados	m2							
13	Huecos	U							
14	Cruce de Ferrocarril	m2							
15	Ruteo	m2							
16	Empellones	m2							
17	Agrietamiento de media luna	m2							
18	Protuberancia	m2							
19	Intemperismo	m2							
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
1	X			18,36	72,5		90,86	40,69	49
1		X		31,5			31,5	14,11	49
10		X		2,28			2,28	1,02	2
10			X	29			29	12,99	39
VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):				49			VALOR DEDUCIDO TOTAL		139
NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):				5,68					
CÁLCULO DEL PCI									
N°	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV		
1	49	49	39	2	139	4	78		
2	49	49	39	2	139	3	64		
3	49	49	2	2	102	2	72		
4	49	2	2	2	55	1	55		
							CDV Max =		78
							PCI = 100-CDV Max =		22

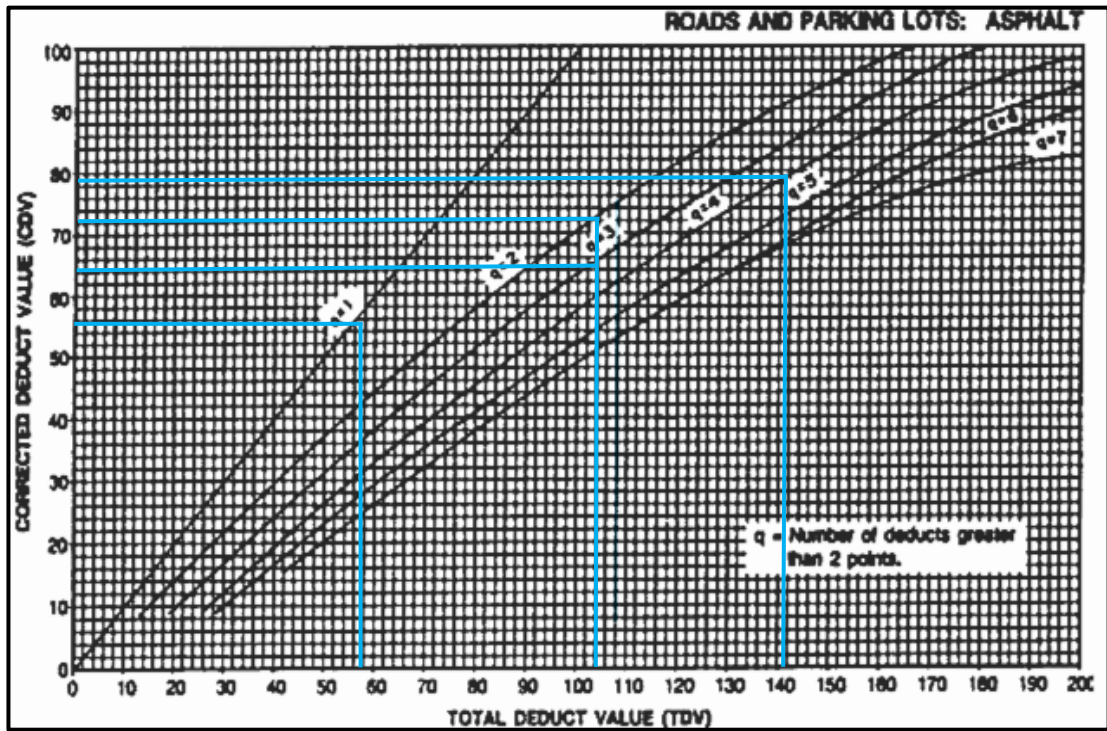
Piel de Cocodrilo





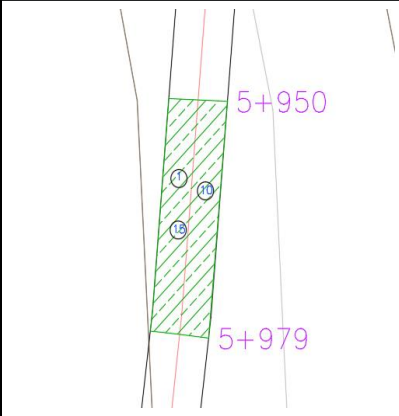
Agrietamiento Longitudinal y Transversal



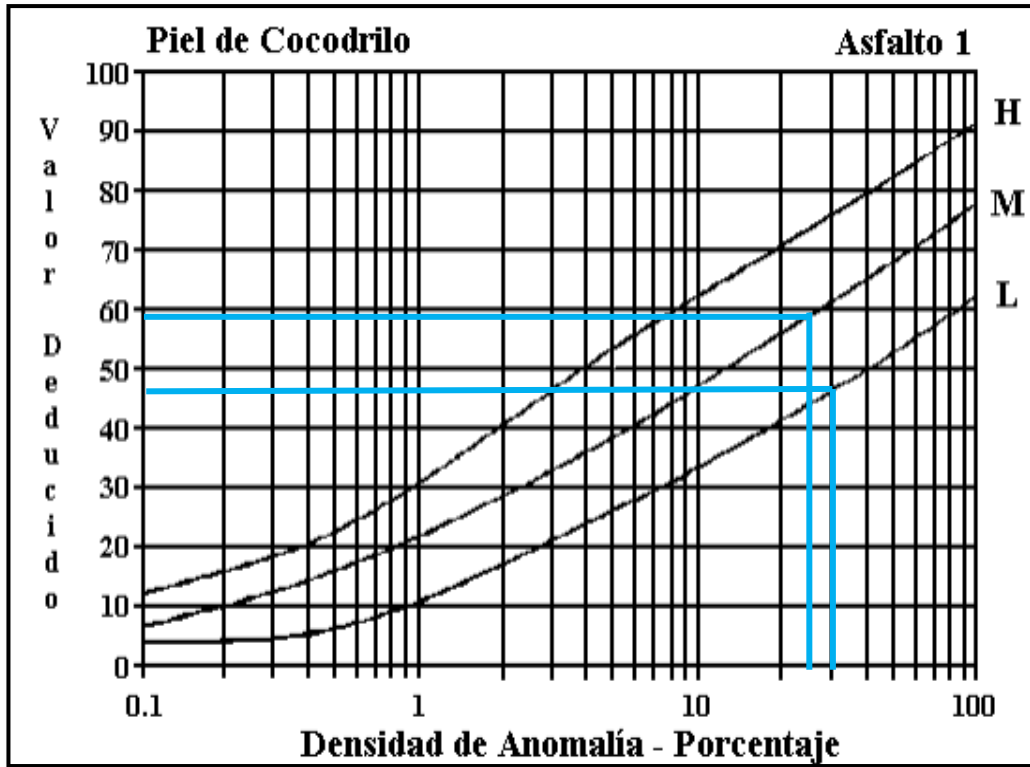
Valor deducido máximo compensado CDV



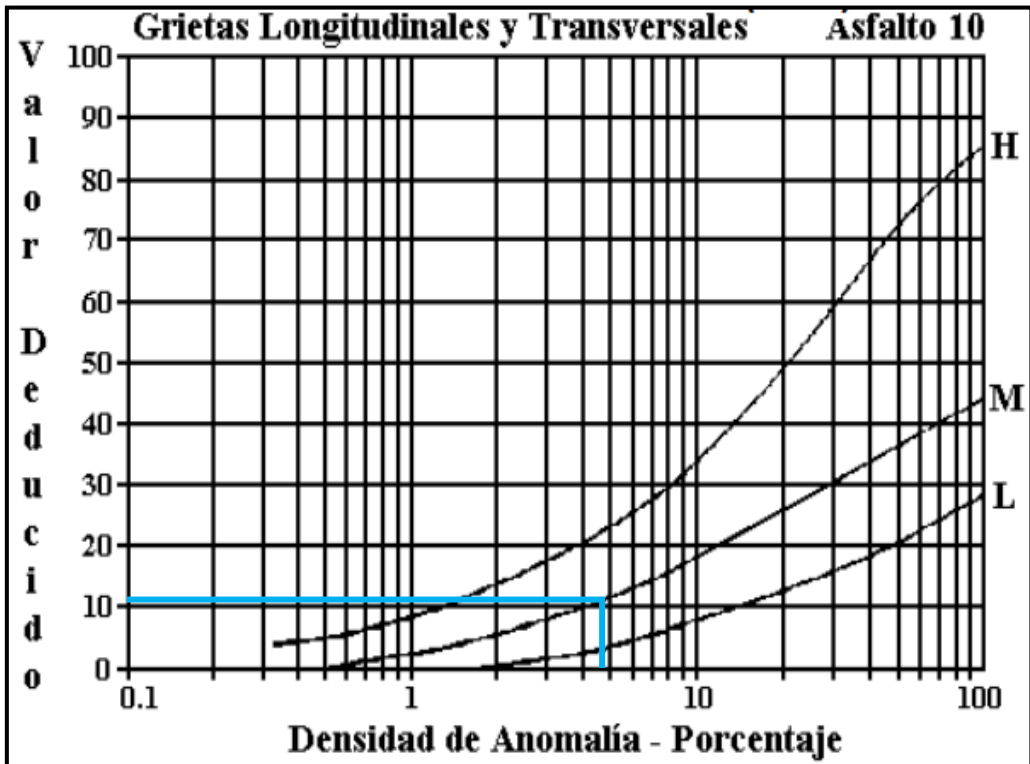
Anexo B-6: Registro de fallas PCI y determinación del valor deducido máximo compensado, de la vía Salasaka – Picaihua, Abs 4+500-9+000 (Unidad de prueba 6).

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL (PCI)							
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"									
FECHA:	26/5/2023	ABSCISA INICIAL:	5+950	ÁREA DE MUESTREO	217,5				
RESPONSABLE:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño	ABSCISA FINAL:	5+979	UNIDAD DE MUESTREO:	6				
		SECCIÓN:	2	TRAMO:	4+500 – 9+000				
NÚMERO	FALLAS								
1	Piel de cocodrilo	m2							
2	Exudación	m2							
3	Agrietamiento en Bloque	m2							
4	Bombeo y hundimientos	m							
5	Corrugación	m2							
6	Depresiones	m2							
7	Agrietamiento de Borde	m							
8	Agrietamiento reflejo de juntas	m							
9	Caída Externa de Vía/ Hombreira	m							
10	Agrietamiento longitudinal y transversal	m							
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2							
12	Pulimento de agregados	m2							
13	Huecos	U							
14	Cruce de Ferrocarril	m2							
15	Ruteo	m2							
16	Empellones	m2							
17	Agrietamiento de media luna	m2							
18	Protuberancia	m2							
19	Intemperismo	m2							
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
1		X		53,9	1,701	1,41	57,011	26,21	58
1	X			67,5			67,5	30,23	47
10		X		2,3	1,15	5,1	10,79	4,83	11
15		X		0,38			0,38	0,17	6
VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):				58			VALOR DEDUCIDO TOTAL		122
NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):				4,86					
CÁLCULO DEL PCI									
Nº	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV		
1	58	47	11	6	122	4	70		
2	58	47	11	2	118	3	74		
3	58	47	2	2	109	2	77		
4	58	2	2	2	64	1	64		
						CDV Max =		77	
						PCI = 100-CDV Max =		23	

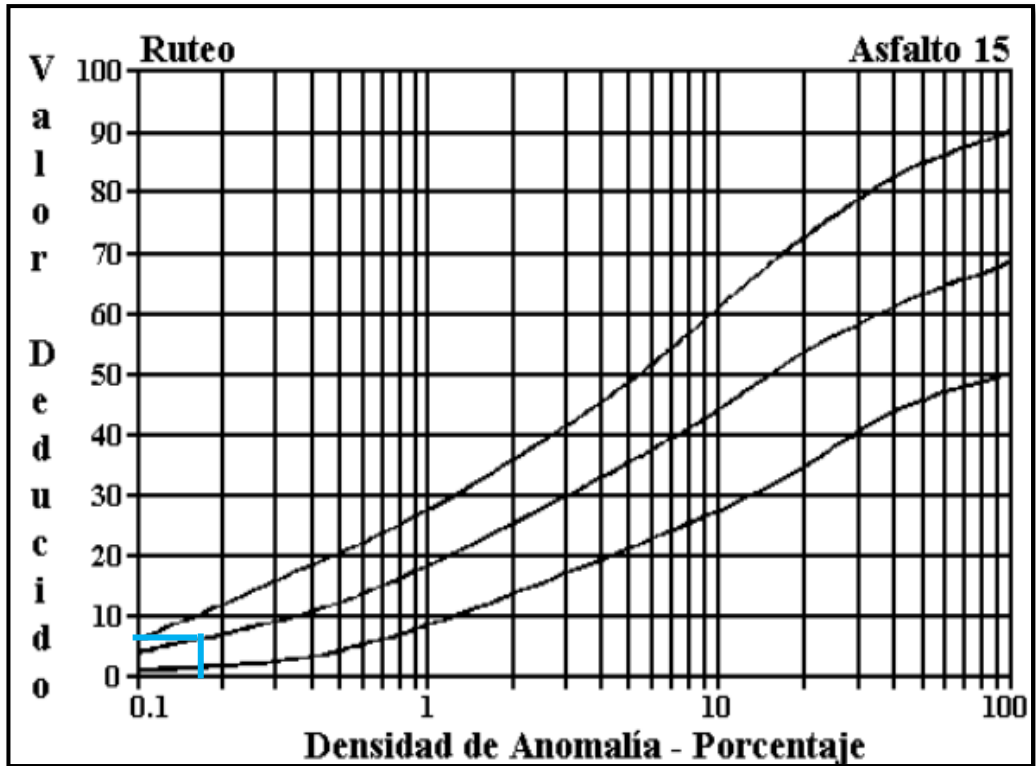
Piel de Cocodrilo



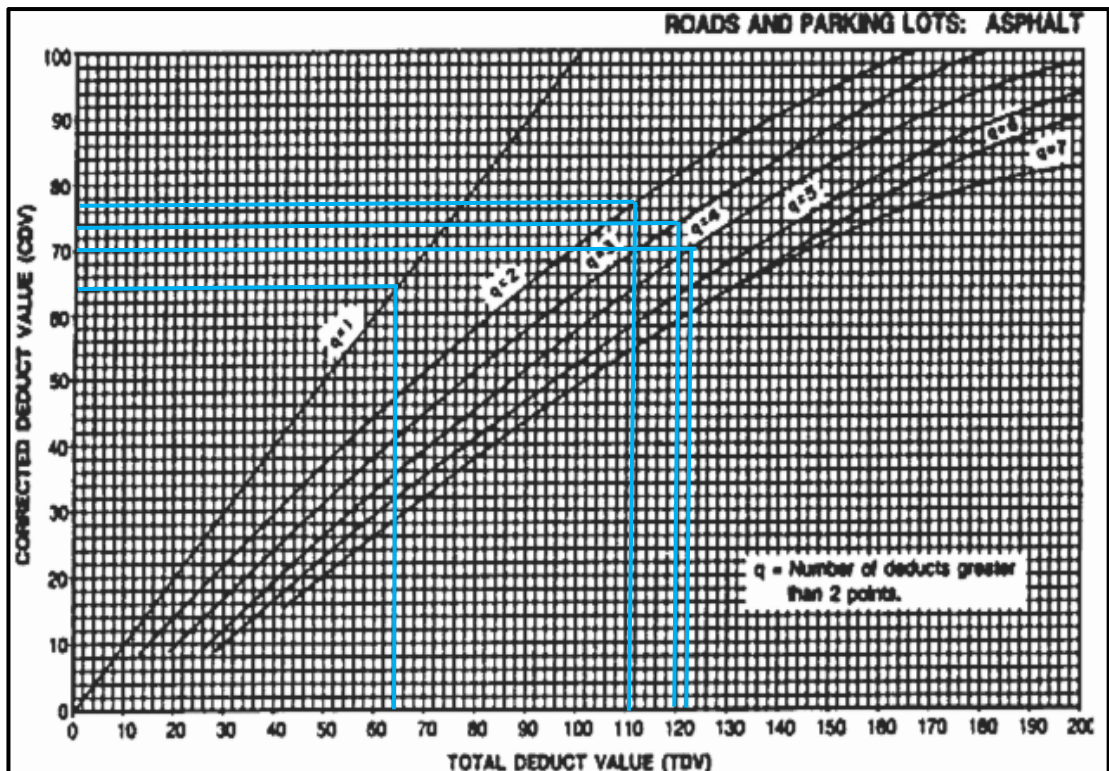
Agrietamiento Longitudinal y Transversal





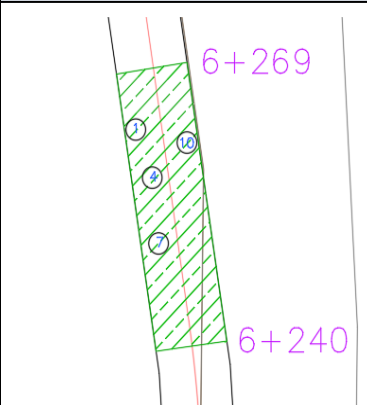
Ruteo



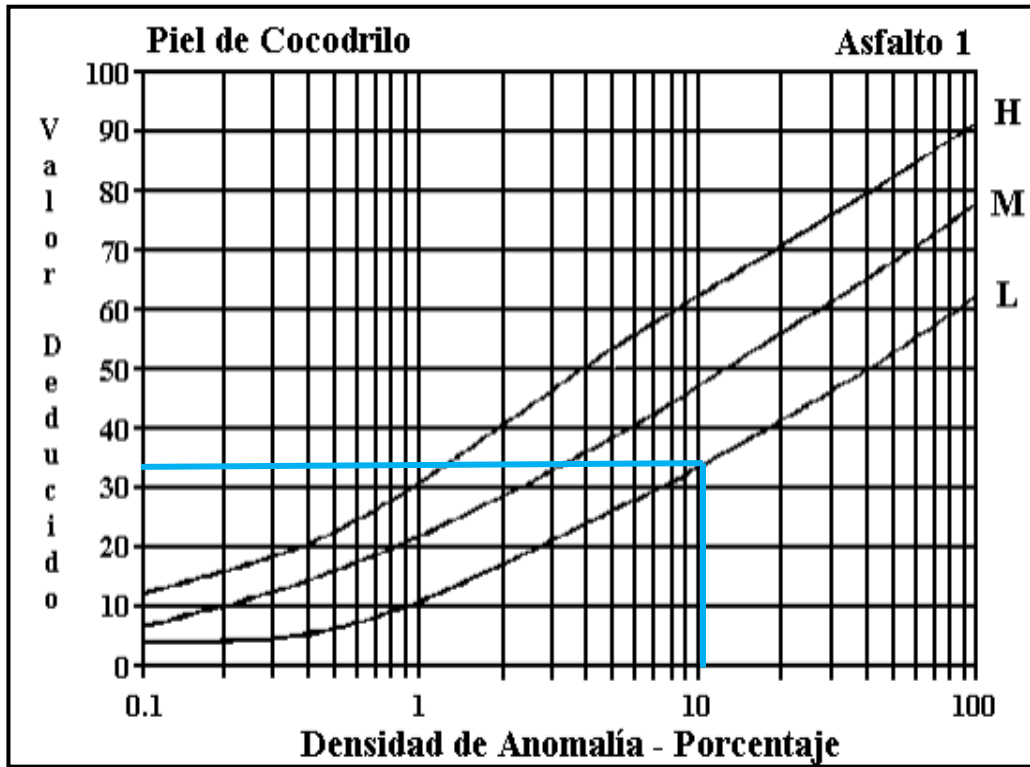
Valor deducido máximo compensado CDV



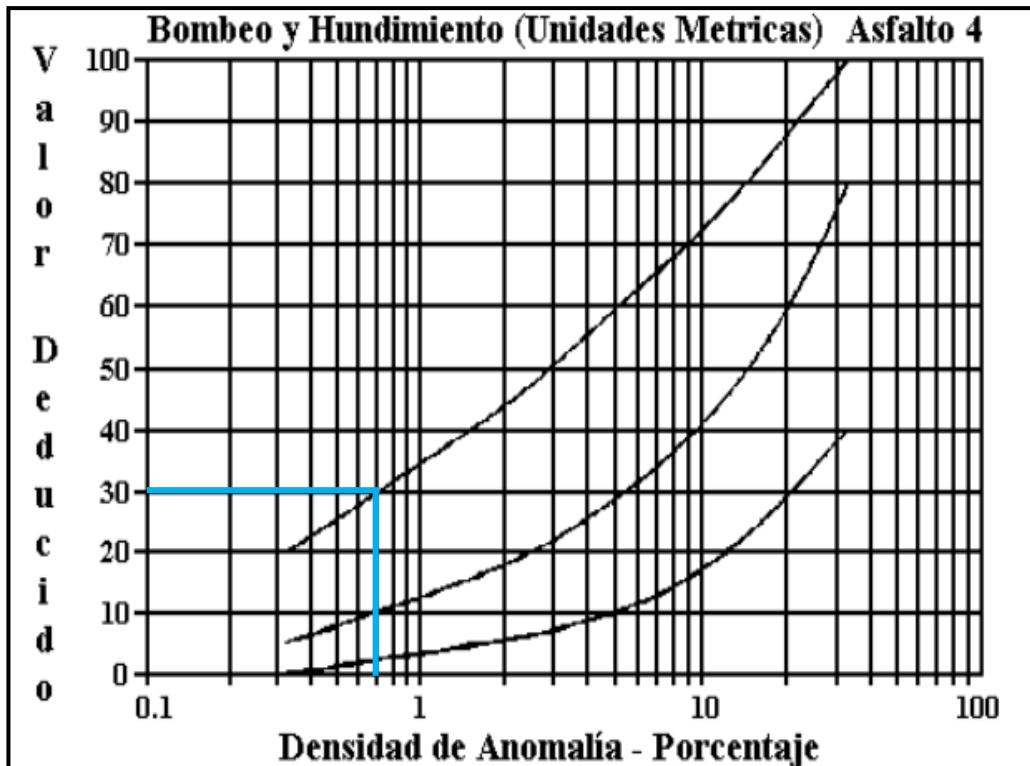
Anexo B-7: Registro de fallas PCI y determinación del valor deducido máximo compensado, de la vía Salasaka – Picaihua, Abs 4+500-9+000 (Unidad de prueba 7)

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL (PCI)							
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"									
FECHA:	26/5/2023	ABSCISA INICIAL:	6+240	ÁREA DE MUESTREO:	174				
RESPONSABLE:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño	ABSCISA FINAL:	6+269	UNIDAD DE MUESTREO:	7				
		SECCIÓN:	2	TRAMO:	4+500 – 9+000				
NÚMERO	FALLAS								
1	Piel de cocodrilo		m2						
2	Exudación		m2						
3	Agrietamiento en Bloque		m2						
4	Bombeo y hundimientos		m						
5	Corrugación		m2						
6	Depresiones		m2						
7	Agrietamiento de Borde		m						
8	Agrietamiento reflejo de juntas		m						
9	Caída Externa de Vía/ Hombreira		m						
10	Agrietamiento longitudinal y transversal		m						
11	Parqueo y acometida de servicio público		m2						
12	Pulimiento de agregados		m2						
13	Huecos		U						
14	Cruce de Ferrocarril		m2						
15	Ruteo		m2						
16	Empellones		m2						
17	Agrietamiento de media luna		m2						
18	Protuberancia		m2						
19	Intemperismo		m2						
									
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
1	X			19,5			19,5	11,21	33
4			X	1,27			1,27	0,73	30
7			X	4			4	2,30	11
7	X			2,7			2,7	1,55	2
10			X	3	3,2		6,2	3,56	19
VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):				33			VALOR DEDUCIDO TOTAL		95
NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):				7,15					
CÁLCULO DEL PCI									
Nº	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV
1	33	30	19	11	2		95	5	49
2	33	30	19	11	2		95	4	54
3	33	30	19	2	2		86	3	55
4	33	30	2	2	2		69	2	51
5	33	2	2	2	2		41	1	41
CDV Max =								55	
PCI = 100-CDV Max =								45	

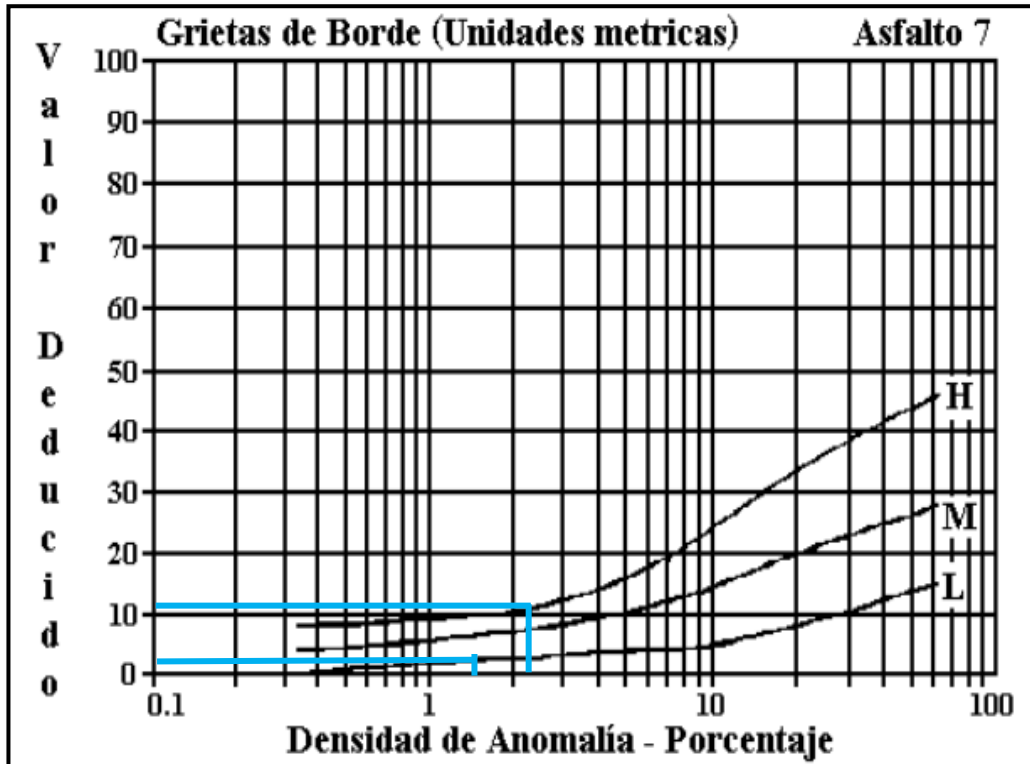
Piel de Cocodrilo



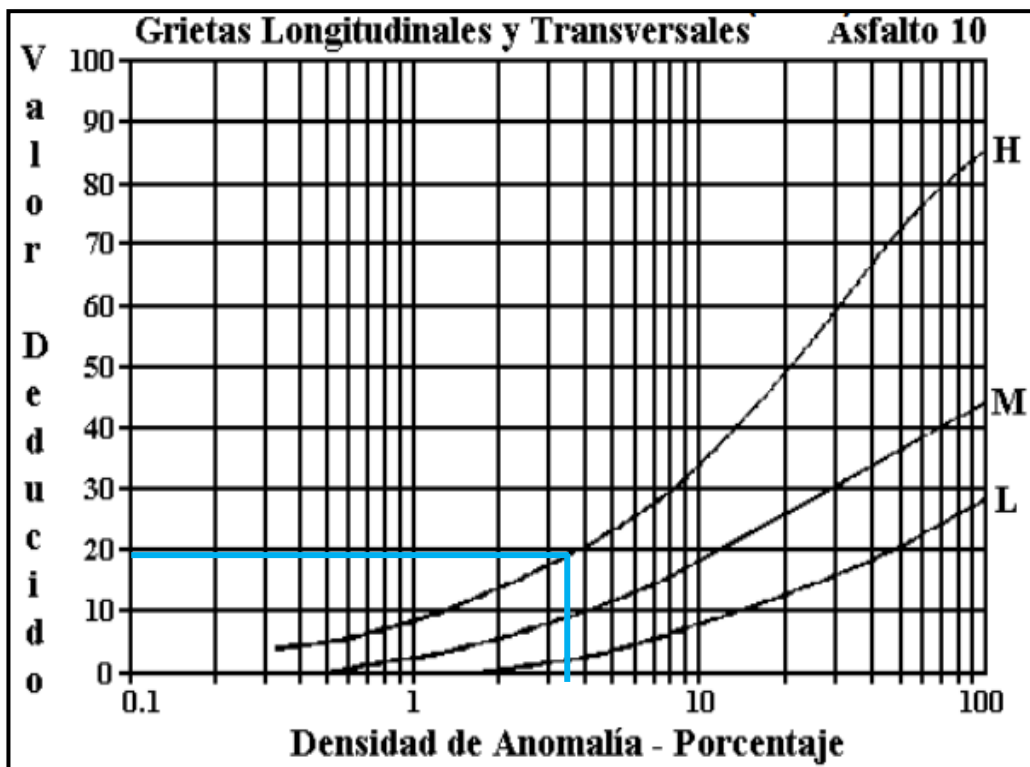
Bombeo y hundimiento



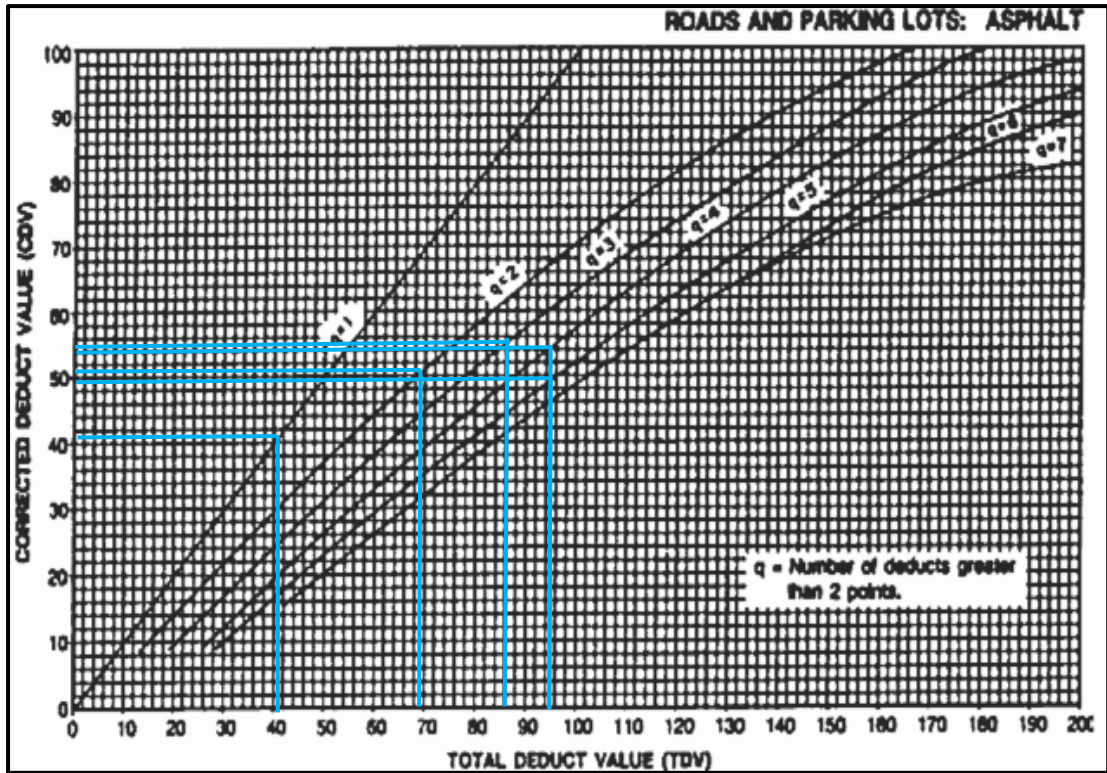
Agrietamiento de borde





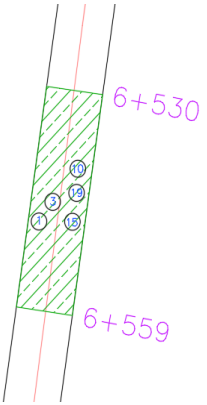
Agrietamiento Longitudinal y Transversal



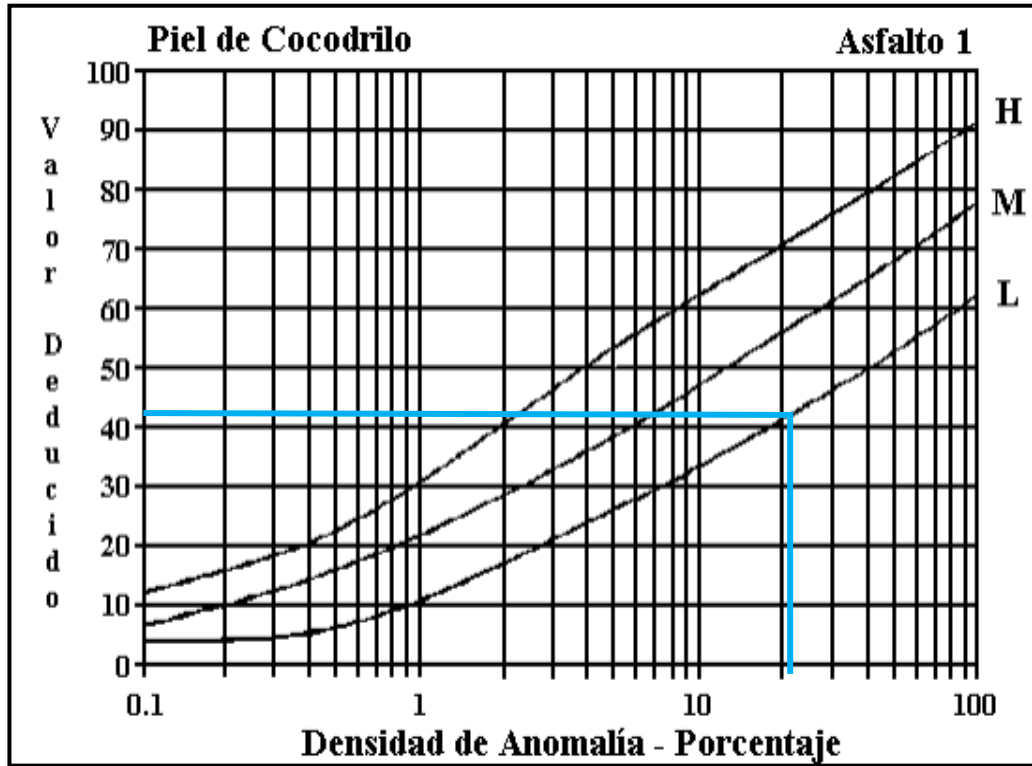
Valor deducido máximo compensado CDV



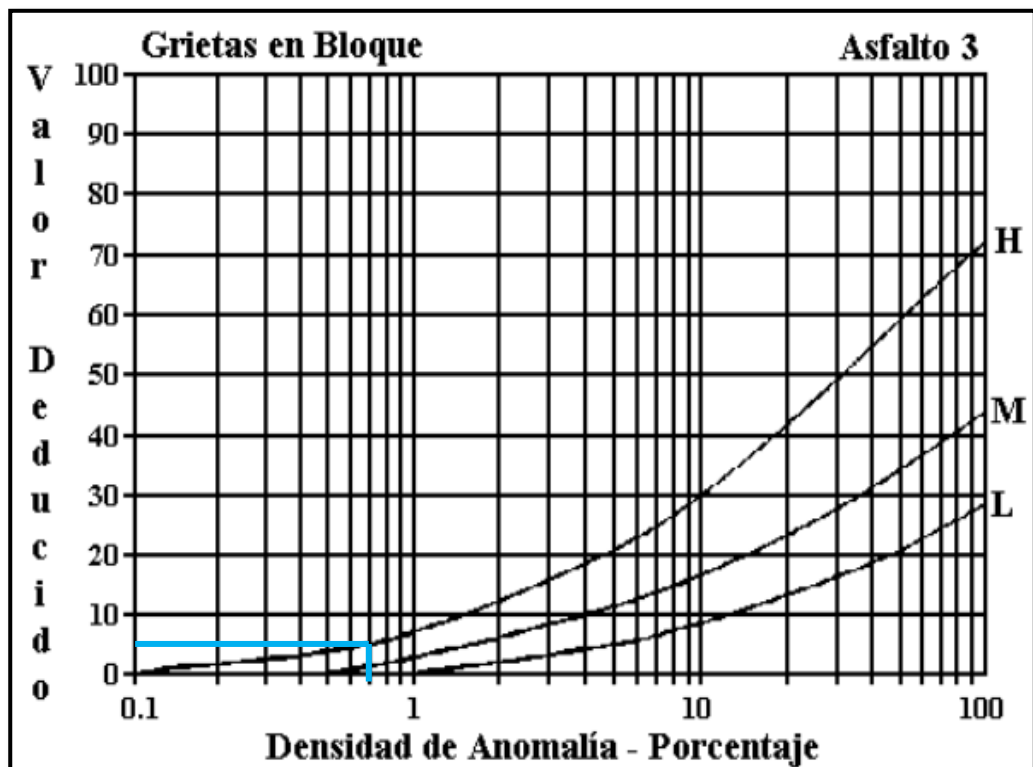
Anexo B-8: Registro de fallas PCI y determinación del valor deducido máximo compensado, de la vía Salasaka – Picaihua, Abs 4+500-9+000 (Unidad de prueba 8).

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL (PCI)							
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"									
FECHA:	26/5/2023	ABSCISA INICIAL:	6+530	ÁREA DE MUESTREO	288,55				
RESPONSABLE:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño	ABSCISA FINAL:	6+559	UNIDAD DE MUESTREO:	8				
		SECCIÓN:	2	TRAMO:	4+500 – 9+000				
NÚMERO	FALLAS								
1	Piel de cocodrilo	m2							
2	Exudación	m2							
3	Agrietamiento en Bloque	m2							
4	Bombeo y hundimientos	m							
5	Corrugación	m2							
6	Depresiones	m2							
7	Agrietamiento de Borde	m							
8	Agrietamiento reflejo de juntas	m							
9	Caída Externa de Vía/ Hombrera	m							
10	Agrietamiento longitudinal y transversal	m							
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2							
12	Pulimiento de agregados	m2							
13	Huecos	U							
14	Cruce de Ferrocarril	m2							
15	Ruteo	m2							
16	Empellones	m2							
17	Agrietamiento de media luna	m2							
18	Protuberancia	m2							
19	Intemperismo	m2							
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
1	X			64			64	22,18	42
3			X	2			2	0,69	5
10		X		4			4	1,39	3
10		X		12	3,9	12	27,9	9,67	18
19		X		48			48	16,63	22
15		X		8,73	13,2		21,93	7,60	40
VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):				42			VALOR DEDUCIDO TOTAL		130
NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):				6,33					
CÁLCULO DEL PCI									
N°	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV
1	42	40	22	18	5	3	130	6	64
2	42	40	22	18	5	2	129	5	67
3	42	40	22	18	2	2	126	4	72
4	42	40	22	2	2	2	110	3	69
5	42	40	2	2	2	2	90	2	65
6	42	2	2	2	2	2	52	1	52
CDV Max =								72	
PCI = 100-CDV Max =								28	

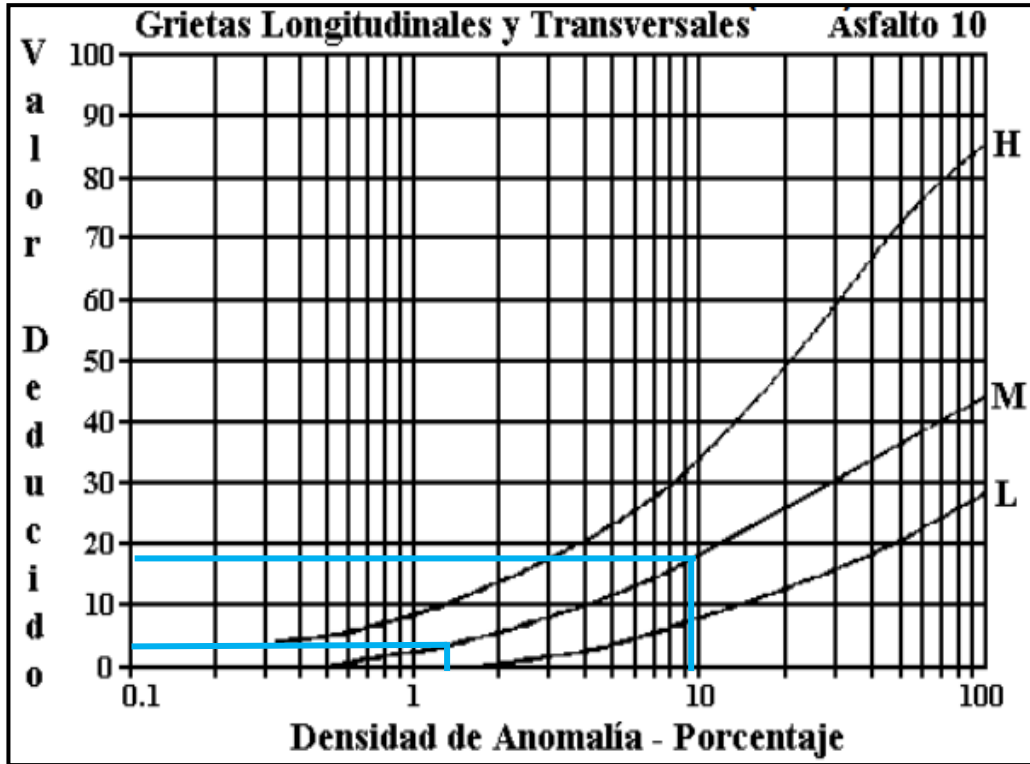
Piel de cocodrilo



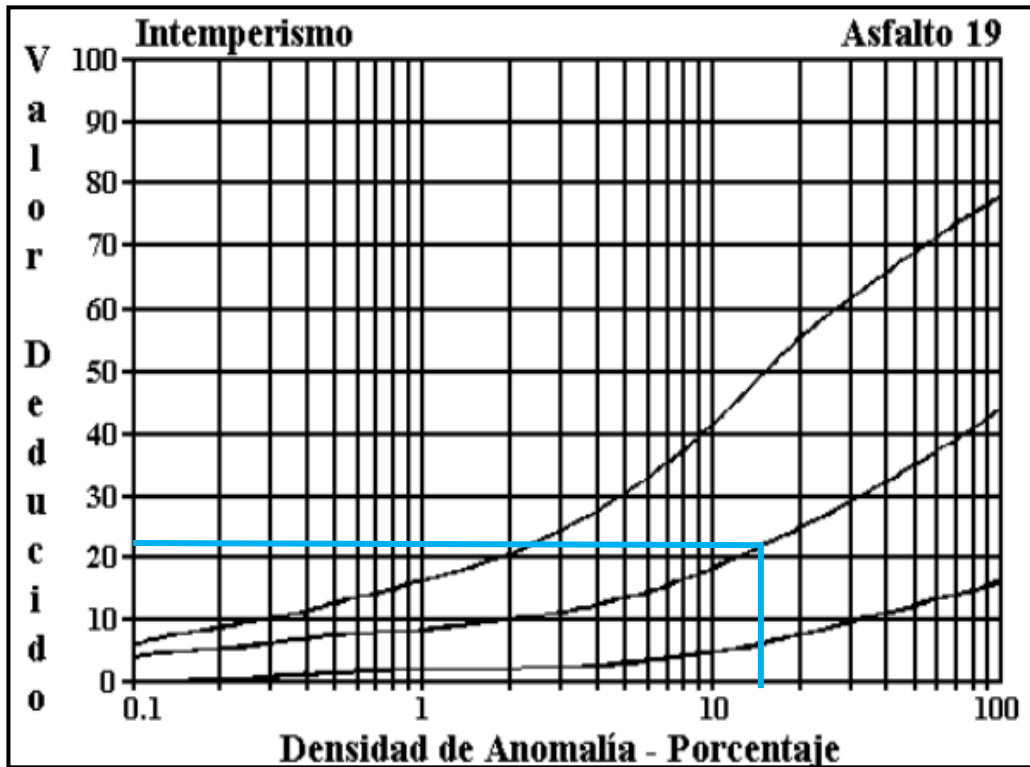
Agrietamiento en Bloque



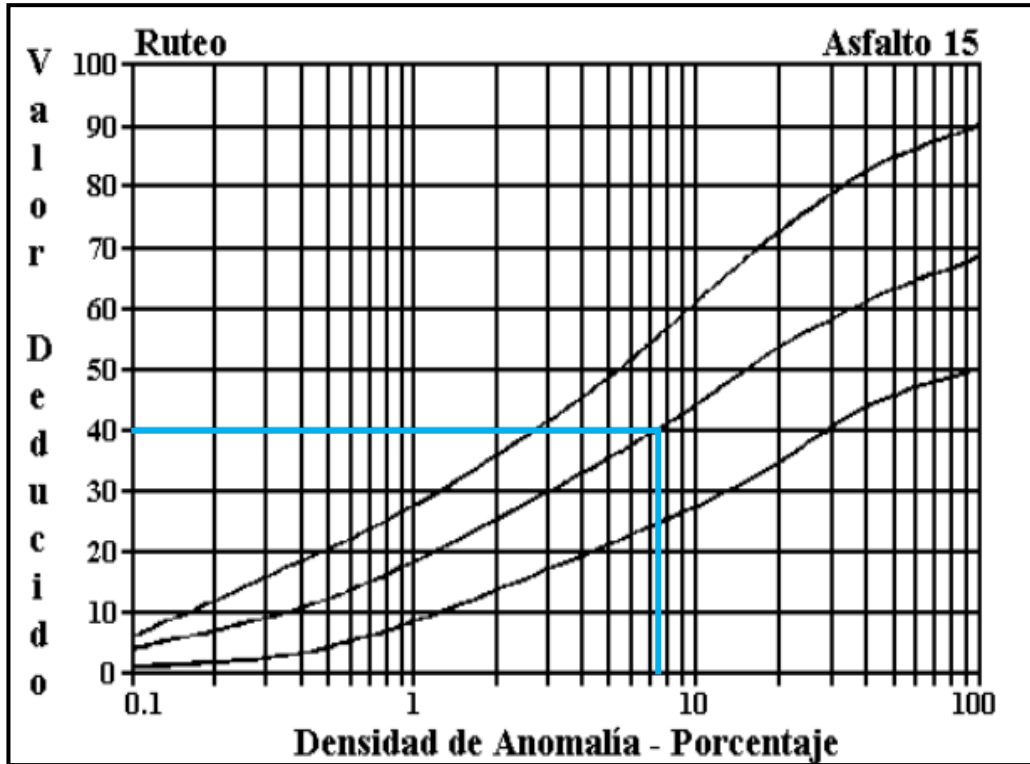
Agrietamiento longitudinal y transversal



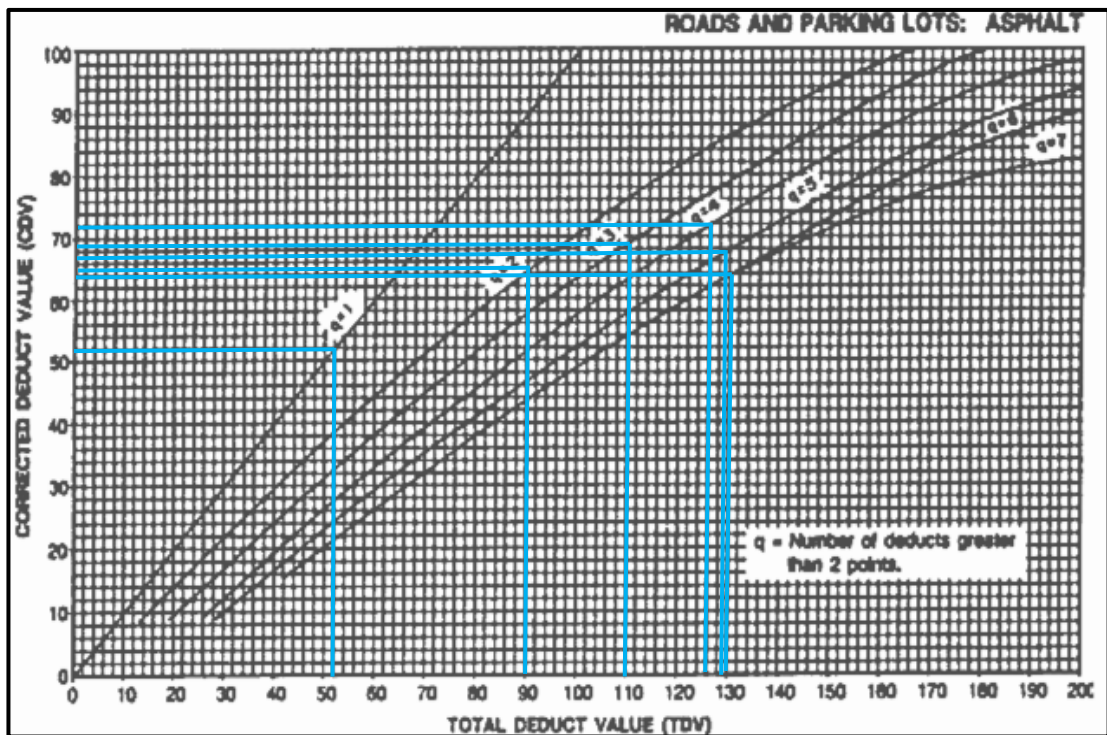
Intemperismo





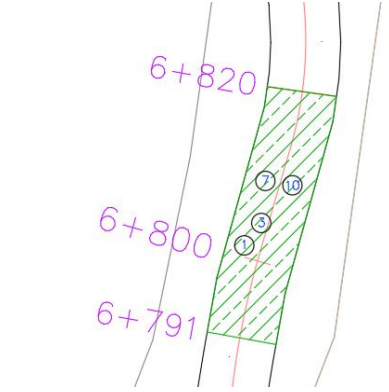
Ruteo



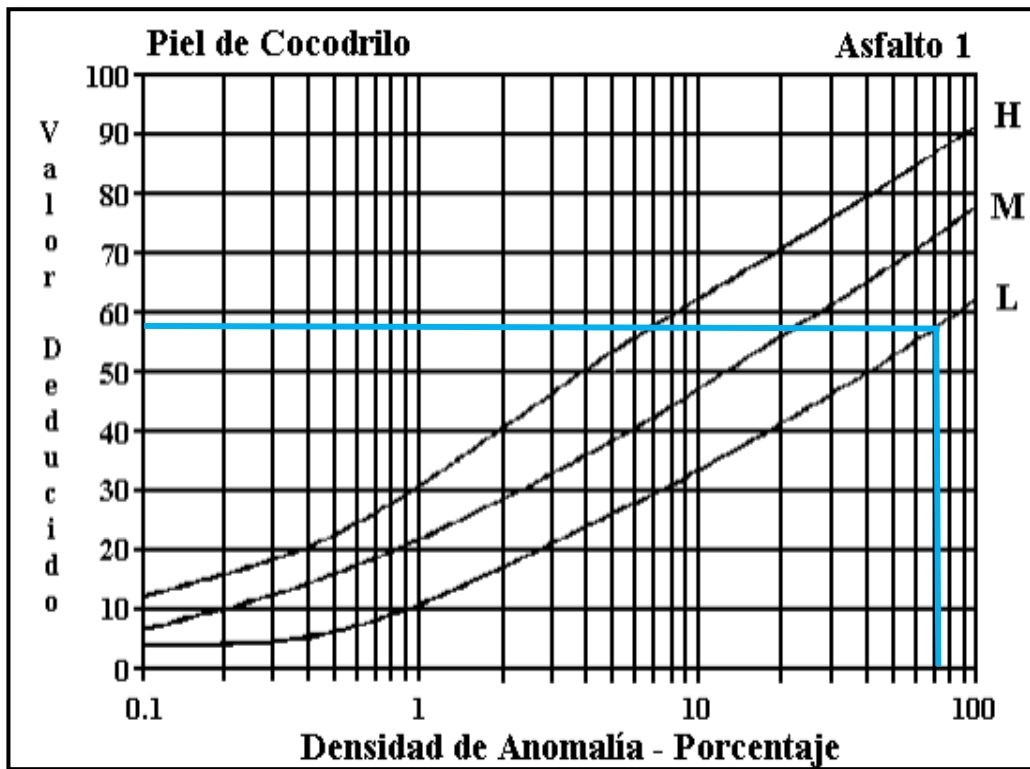
Valor deducido máximo compensado CDV



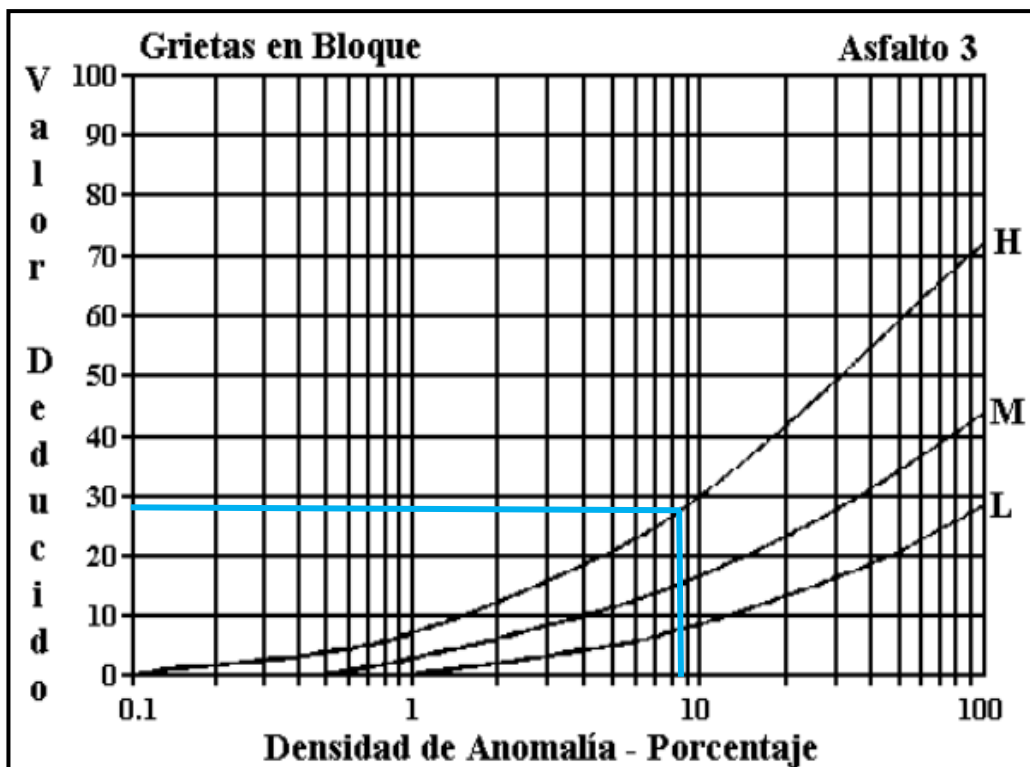
Anexo B-9: Registro de fallas PCI y determinación del valor deducido máximo compensado, de la vía Salasaka – Picaihua, Abs 4+500-9+000 (Unidad de prueba 9).

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL (PCI)							
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"									
FECHA:	26/5/2023	ABSCISA INICIAL:	6+791	ÁREA DE MUESTREO	174				
RESPONSABLE:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño	ABSCISA FINAL:	6+820	UNIDAD DE MUESTREO:	9				
		SECCIÓN:	2	TRAMO:	4+500 – 9+000				
NÚMERO	FALLAS								
1	Piel de cocodrilo		m2						
2	Exudación		m2						
3	Agrietamiento en Bloque		m2						
4	Bombeo y hundimientos		m						
5	Corrugación		m2						
6	Depresiones		m2						
7	Agrietamiento de Borde		m						
8	Agrietamiento reflejo de juntas		m						
9	Caída Externa de Vía/ Hombreira		m						
10	Agrietamiento longitudinal y transversal		m						
11	Parqueo y acometida de servicio público		m2						
12	Pulimiento de agregados		m2						
13	Huecos		U						
14	Cruce de Ferrocarril		m2						
15	Ruteo		m2						
16	Empellones		m2						
17	Agrietamiento de media luna		m2						
18	Protuberancia		m2						
19	Intemperismo		m2						
									
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
1	X			96,9	28,8		125,7	72,24	58
3			X	14,4	0,6		15	8,62	28
7		X		6			6	3,45	9
10		X		1,68	9		10,68	6,14	24
VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):				58			VALOR DEDUCIDO TOTAL		119
NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):				4,86					
CÁLCULO DEL PCI									
Nº	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV		
1	58	28	24	9	119	4	68		
2	58	28	24	2	112	3	70		
3	58	28	2	2	90	2	64		
4	58	2	2	2	64	1	64		
							CDV Max =		70
							PCI = 100-CDV Max =		30

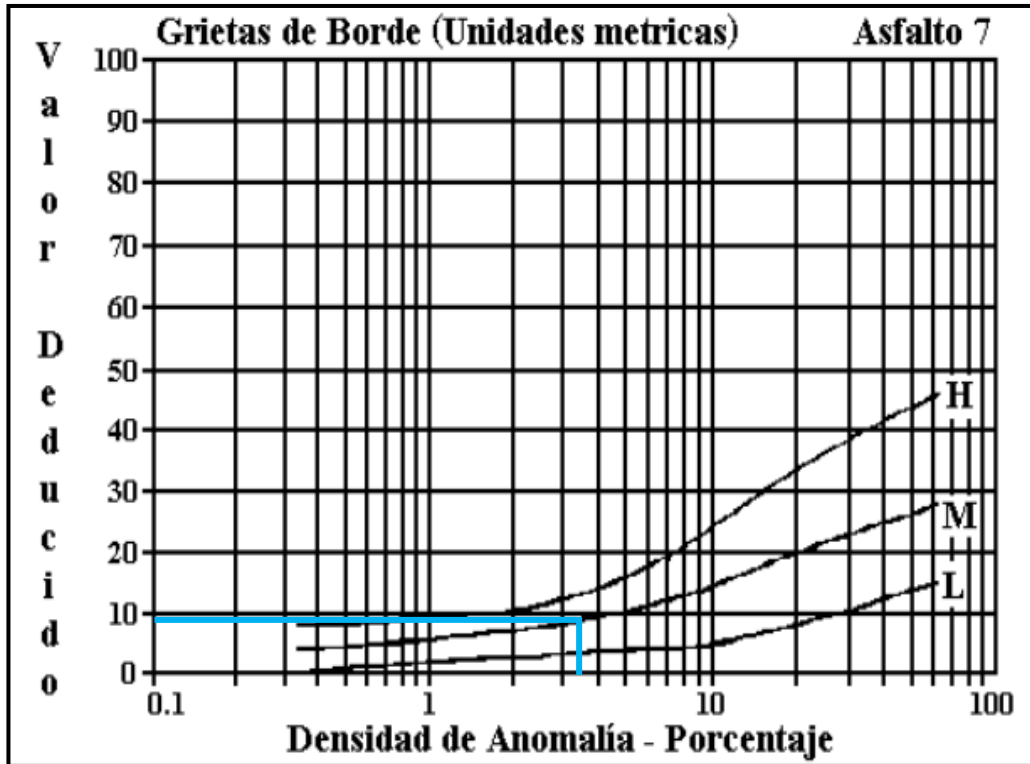
Piel de cocodrilo



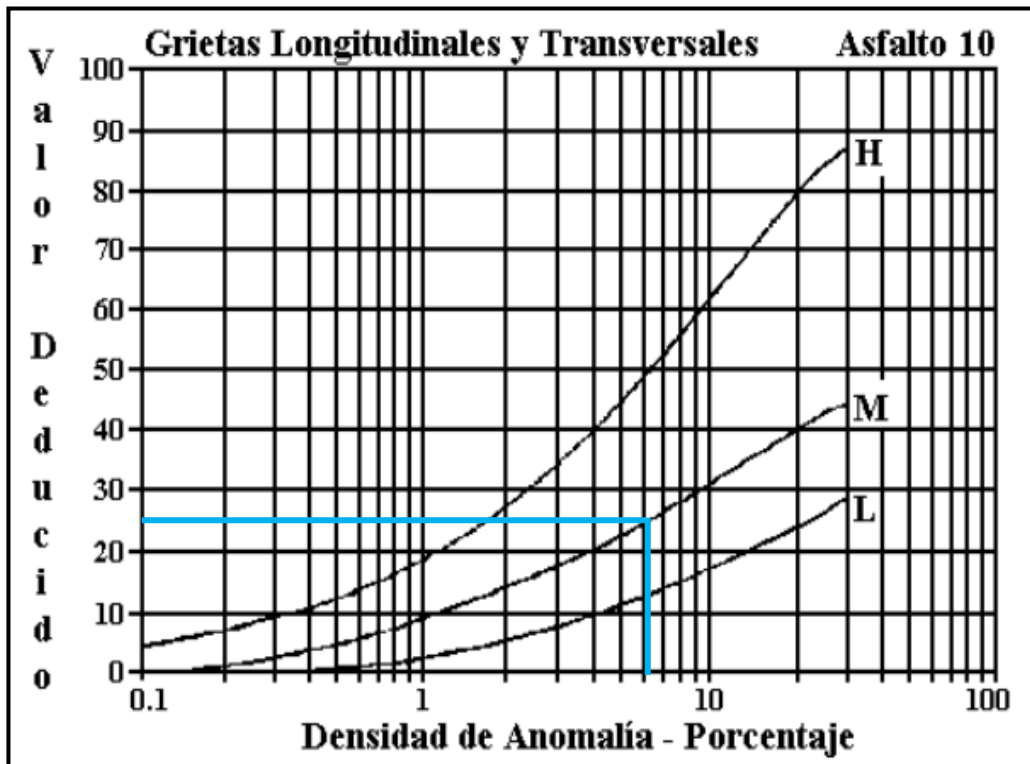
Agrietamiento en Bloque



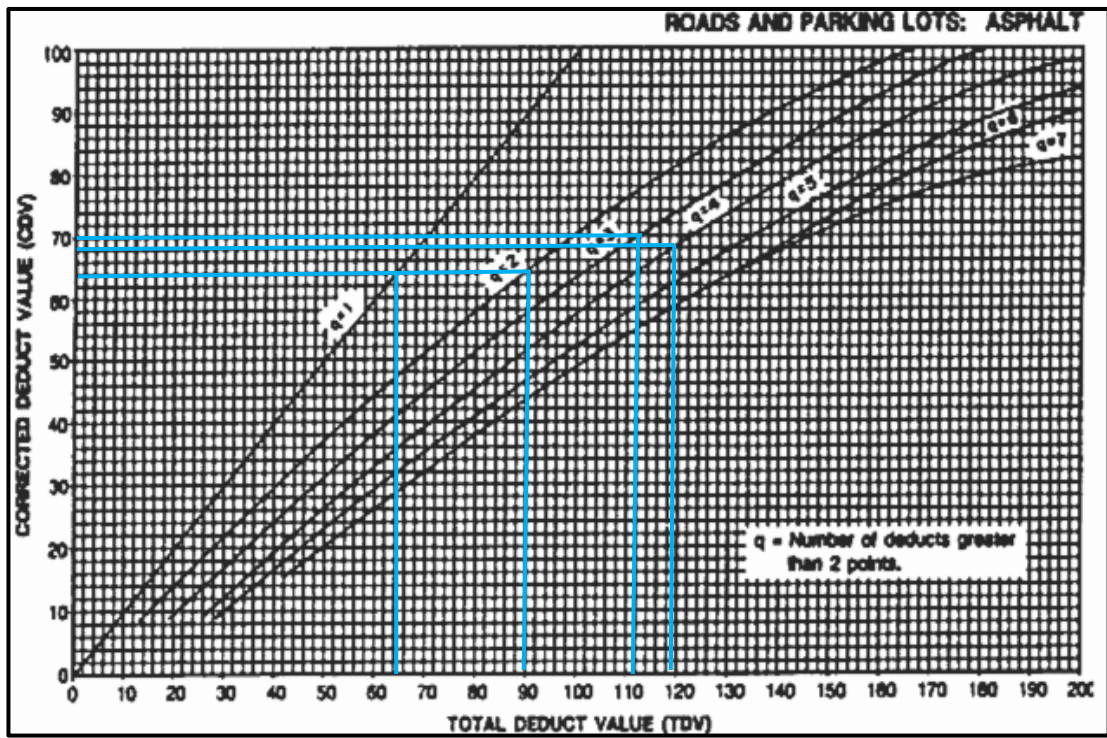
Agrietamiento de Borde





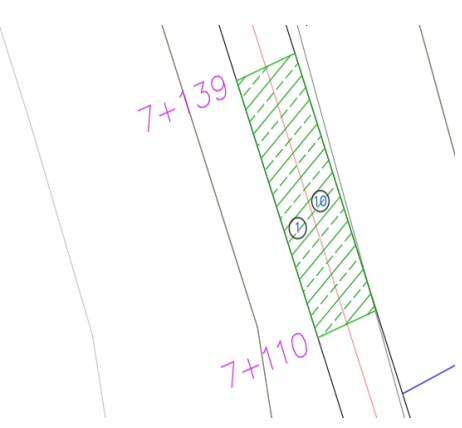
Agrietamiento longitudinal y transversal



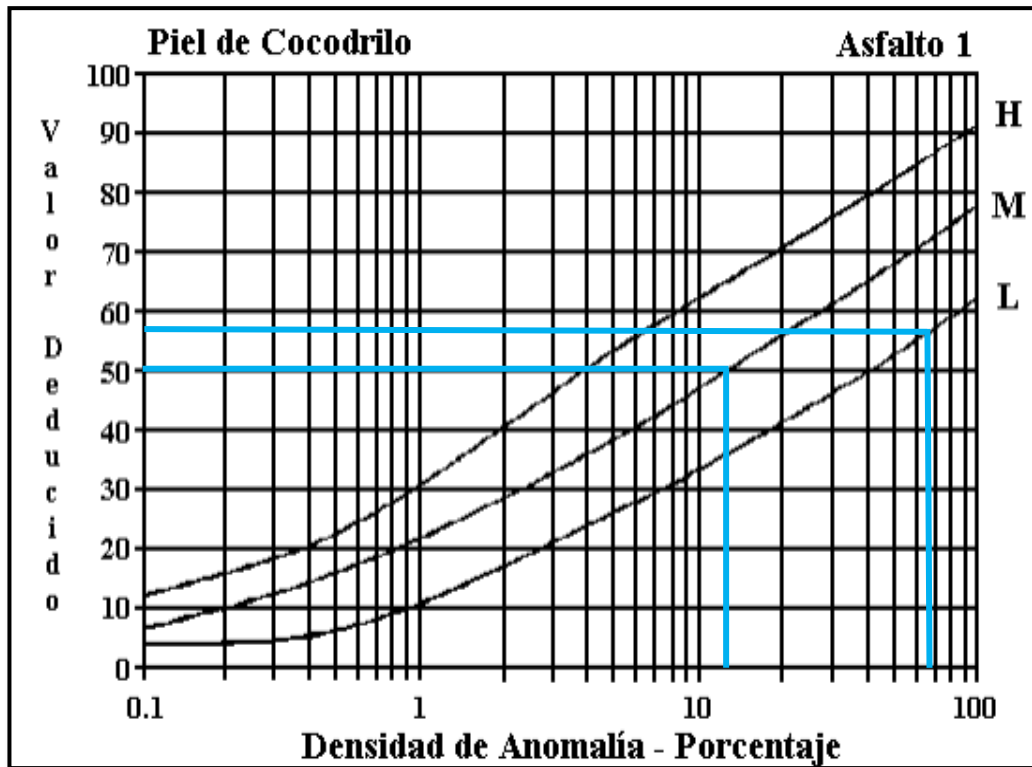
Valor deducido máximo compensado CDV



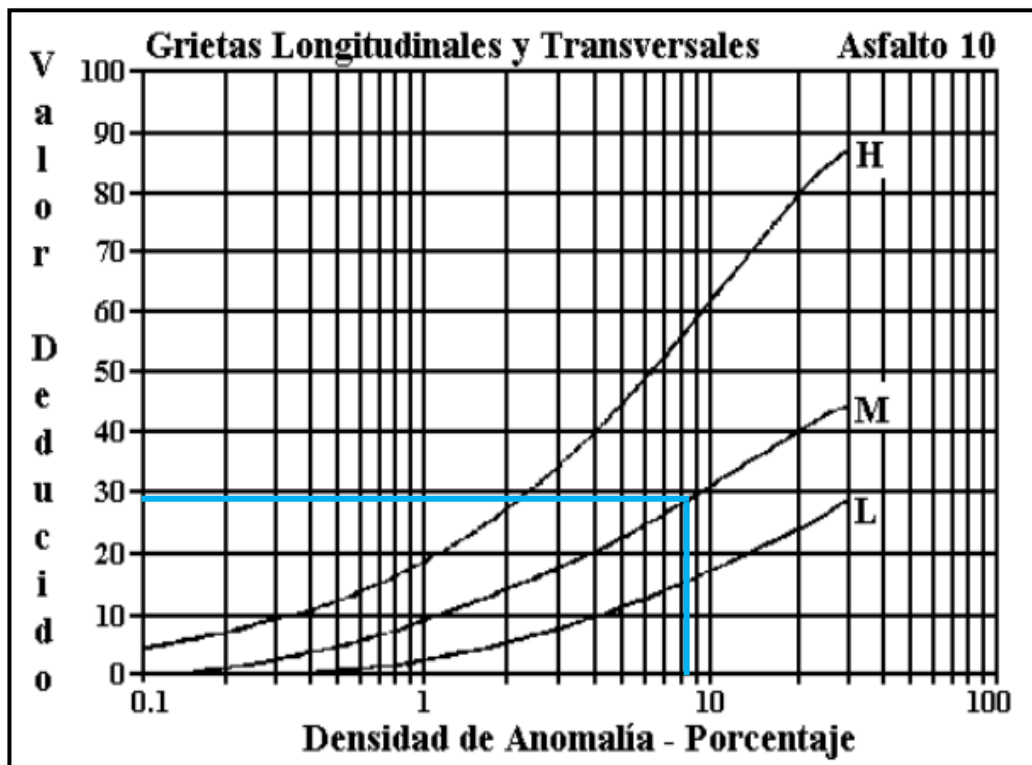
Anexo B-10: Registro de fallas PCI y determinación del valor deducido máximo compensado, de la vía Salasaka – Picaihua, Abs 4+500-9+000 (Unidad de prueba 10).

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL (PCI)							
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"									
FECHA:	26/5/2023	ABSCISA INICIAL:	7+110	ÁREA DE MUESTREO	249,4				
RESPONSABLE:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño	ABSCISA FINAL:	7+139	UNIDAD DE MUESTREO:	10				
		SECCION:	2	TRAMO:	4+500 – 9+000				
NÚMERO	FALLAS								
1	Piel de cocodrilo	m2							
2	Exudación	m2							
3	Agrietamiento en Bloque	m2							
4	Bombeo y hundimientos	m							
5	Corrugación	m2							
6	Depresiones	m2							
7	Agrietamiento de Borde	m							
8	Agrietamiento reflejo de juntas	m							
9	Caída Externa de Vía/ Hombreira	m							
10	Agrietamiento longitudinal y transversal	m							
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2							
12	Pulimento de agregados	m2							
13	Huecos	U							
14	Cruce de Ferrocarril	m2							
15	Ruteo	m2							
16	Empellones	m2							
17	Agrietamiento de media luna	m2							
18	Protuberancia	m2							
19	Intemperismo	m2							
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
1	X			84	86		170	68,16	57
1		X		17,015	16,6		33,615	13,48	50
10		X		9,2	10	1,5	20,7	8,30	29
VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):				57			VALOR DEDUCIDO TOTAL		136
NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):				4,95					
CÁLCULO DEL PCI									
Nº	VALOR DEDUCIDO			TOTAL	q	CDV			
1	57	50	29	136	3	82			
2	57	50	2	109	2	76			
3	58	2	2	62	1	62			
					CDV Max =		82		
					PCI = 100-CDV Max =		18		

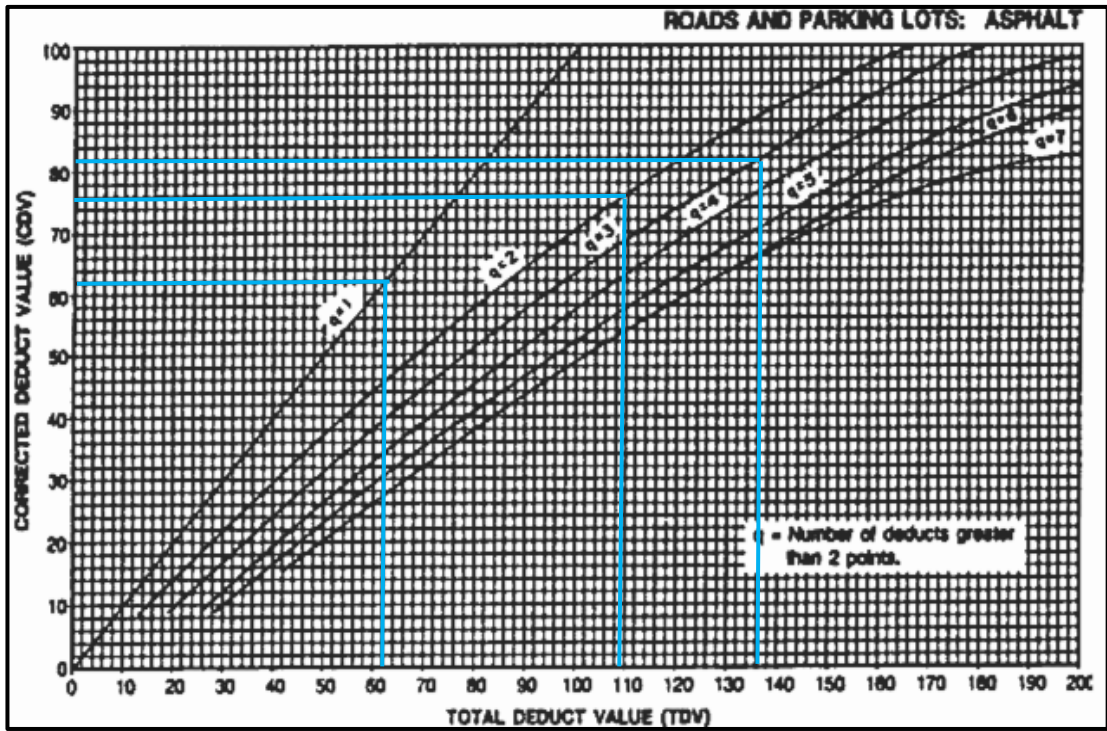
Piel de cocodrilo





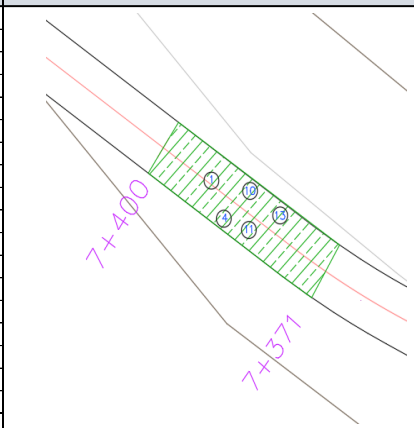
Agrietamiento Longitudinal y transversal



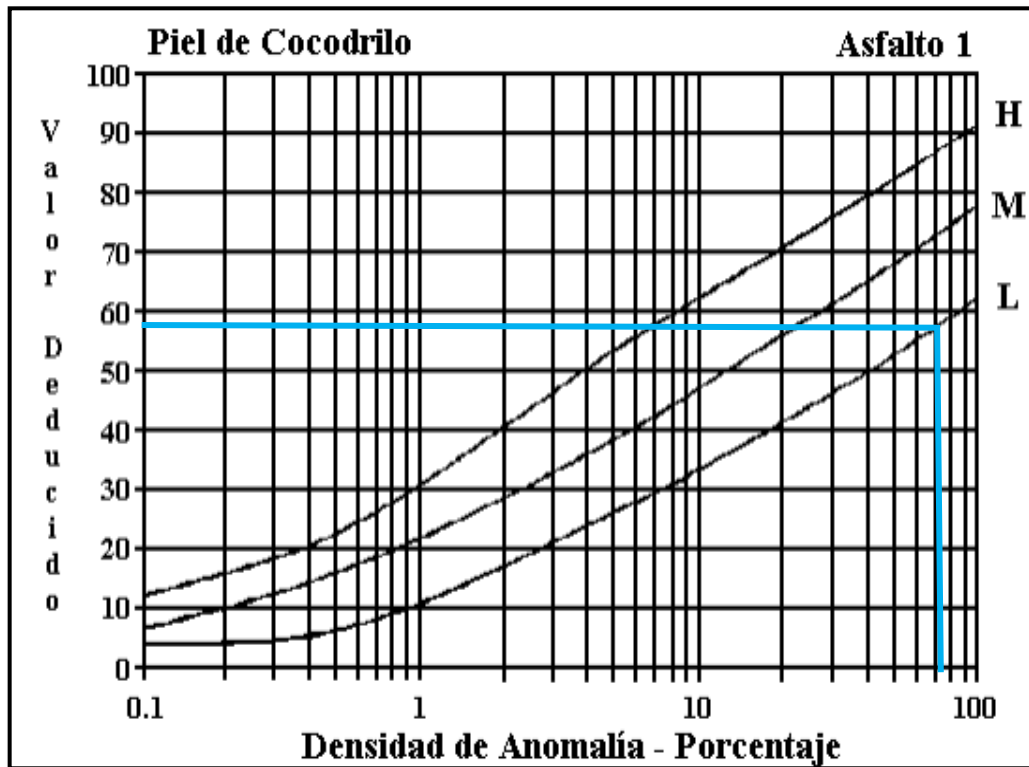
Valor deducido máximo compensado CDV



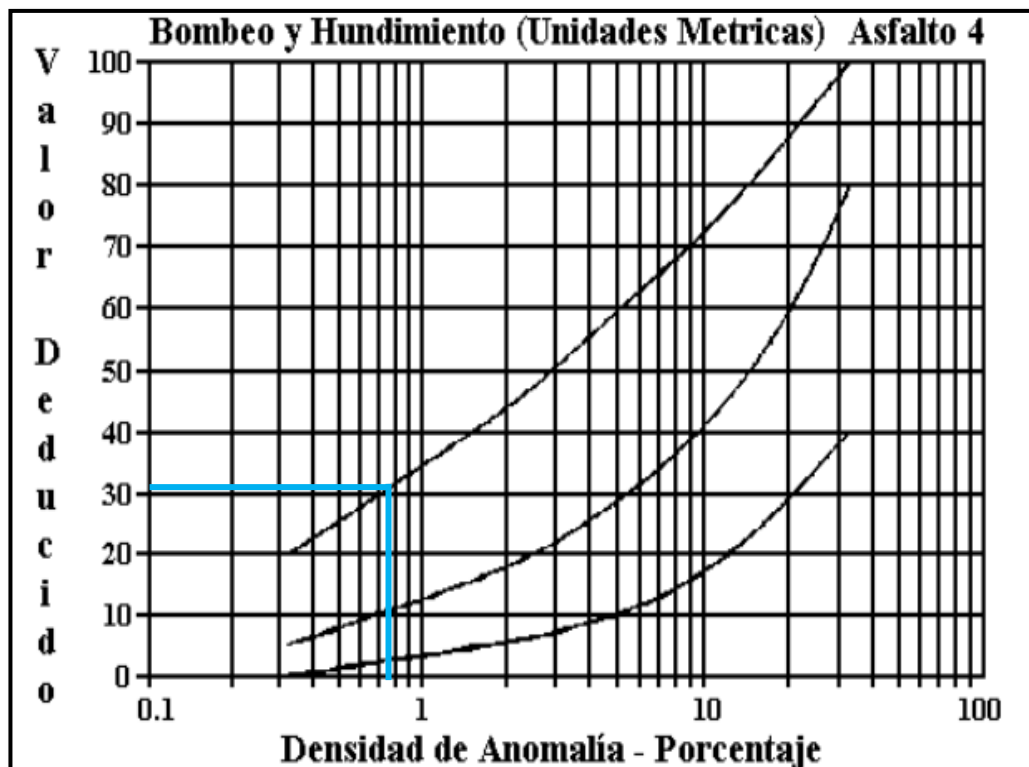
Anexo B-11: Registro de fallas PCI y determinación del valor deducido máximo compensado, de la vía Salasaka – Pícaihua, Abs 4+500-9+000 (Unidad de prueba 11).

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL (PCI)															
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Pícaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"																	
FECHA:	26/5/2023	ABSCISA INICIAL:	7+371	ÁREA DE MUESTREO	234,03												
RESPONSABLE:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño	ABSCISA FINAL:	7+400	UNIDAD DE MUESTREO:	11												
		SECCIÓN:	2	TRAMO:	4+500 – 9+000												
NÚMERO	FALLAS																
1	Piel de cocodrilo		m2														
2	Exudación		m2														
3	Agrietamiento en Bloque		m2														
4	Bombeo y hundimientos		m														
5	Corrugación		m2														
6	Depresiones		m2														
7	Agrietamiento de Borde		m														
8	Agrietamiento reflejo de juntas		m														
9	Caída Externa de Vía/ Hombrera		m														
10	Agrietamiento longitudinal y transversal		m														
11	Parqueo y acometida de servicio público		m2														
12	Pulimiento de agregados		m2														
13	Huecos		U														
14	Cruce de Ferrocarril		m2														
15	Ruteo		m2														
16	Empellones		m2														
17	Agrietamiento de media luna		m2														
18	Protuberancia		m2														
19	Intemperismo		m2														
																	
								FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
									BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
								1	X			80	90		170	72,64	57
								4			X	1,793			1,793	0,77	31
								10		X		19,2	1,37	5	5,02	30,59	13,07
11		X		9,0384			9,0384	3,86	19								
13			X	1			1	0,43	37								
VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):				57			VALOR DEDUCIDO TOTAL		177								
NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):				4,95													
CÁLCULO DEL PCI																	
Nº	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV									
1	57	37	33	31	18,05	176,05	5	86									
2	57	37	33	31	2	160	4	86									
3	57	37	33	2	2	131	3	79									
4	57	37	2	2	2	100	2	70									
5	57	2	2	2	2	65	1	65									
							CDV Max =		86								
							PCI = 100-CDV Max =		14								

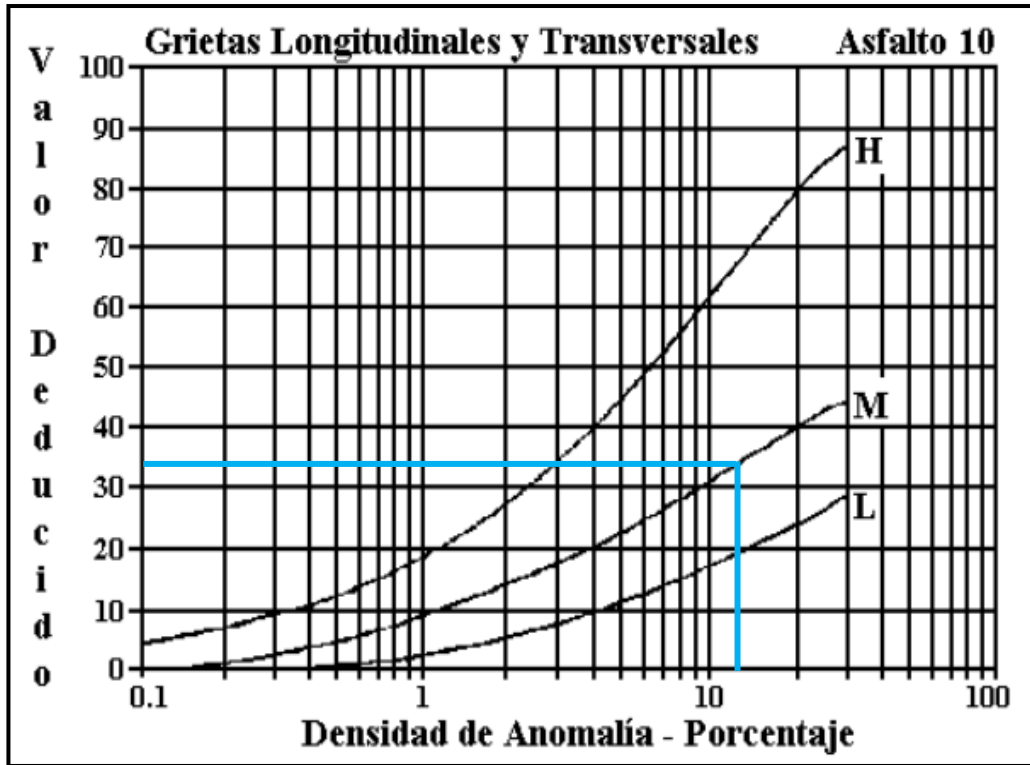
Piel de cocodrilo



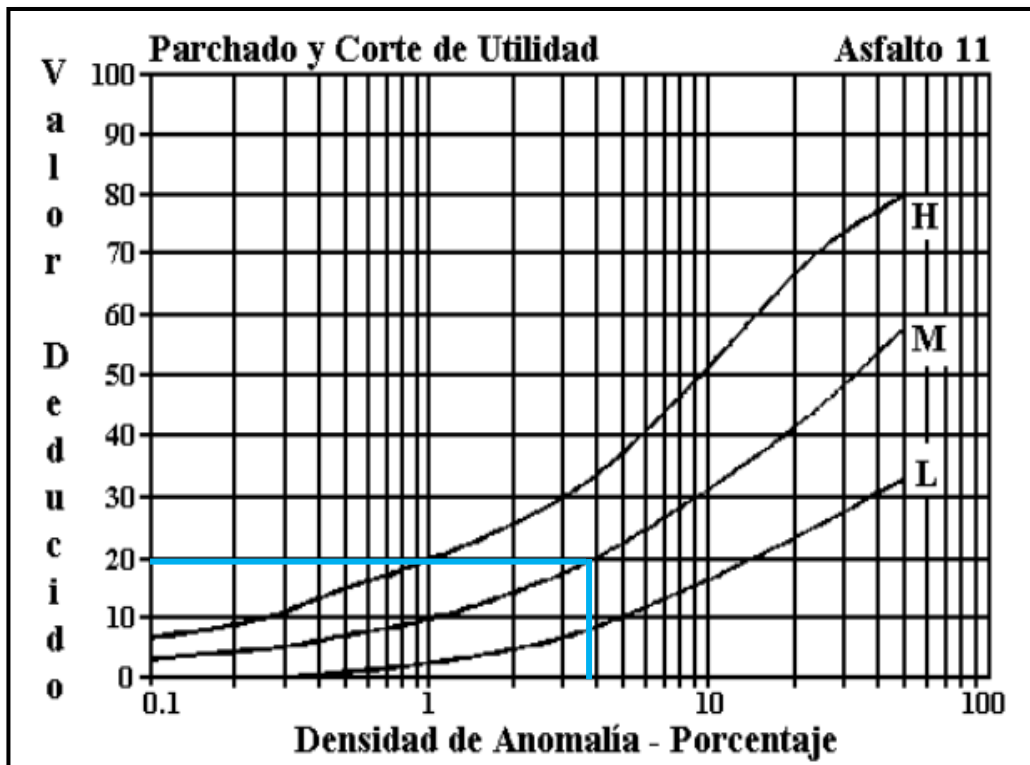
Bombeo y Hundimiento



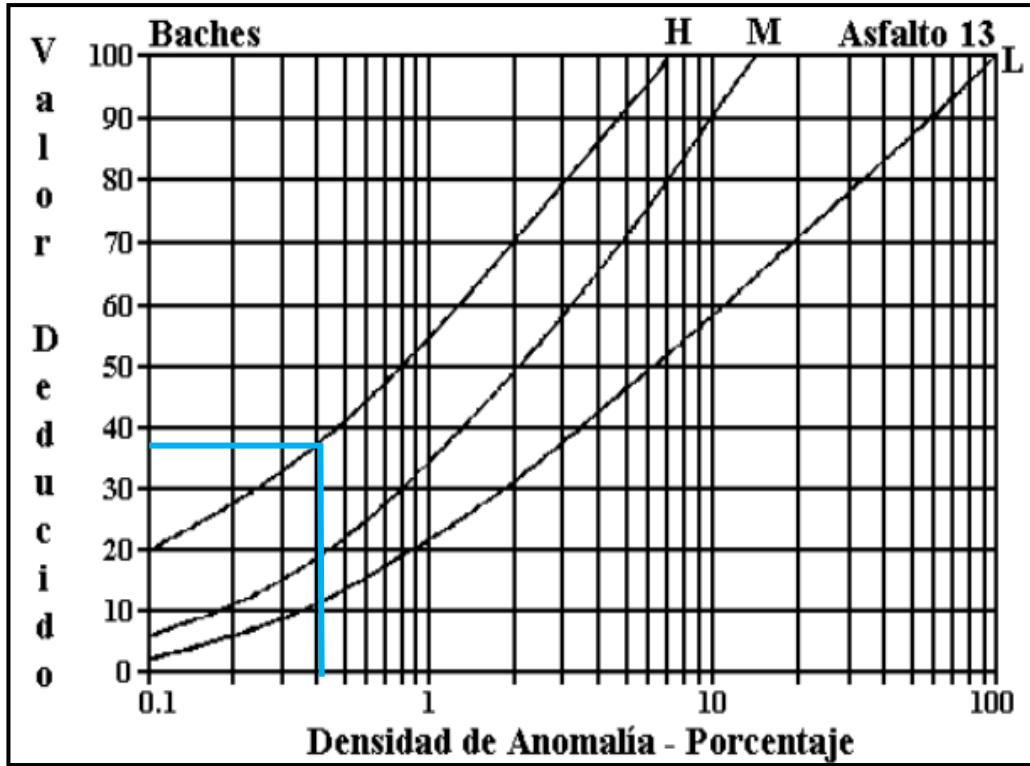
Agrietamiento Longitudinal y Transversal



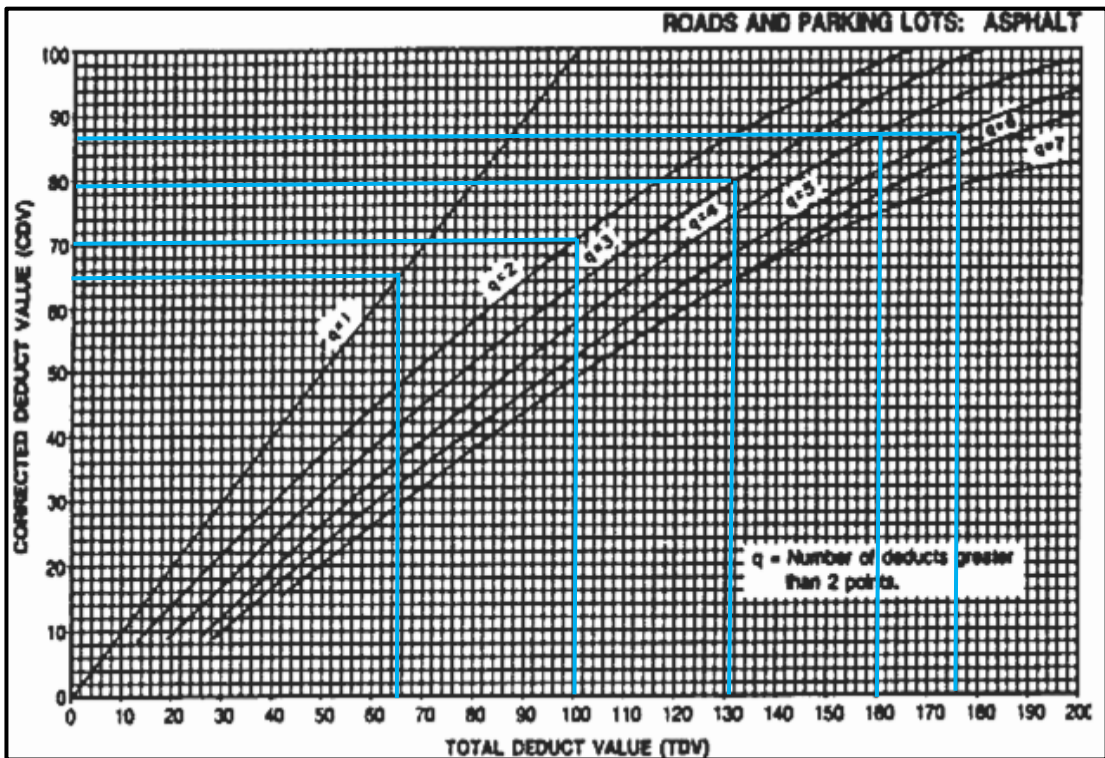
Parcheo





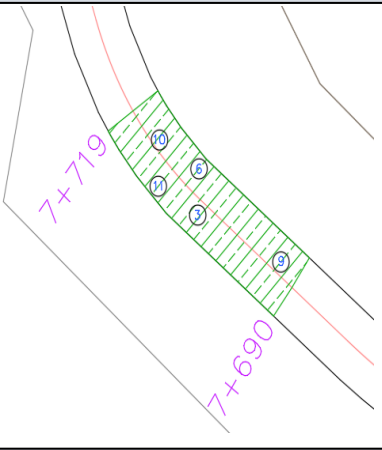
Baches



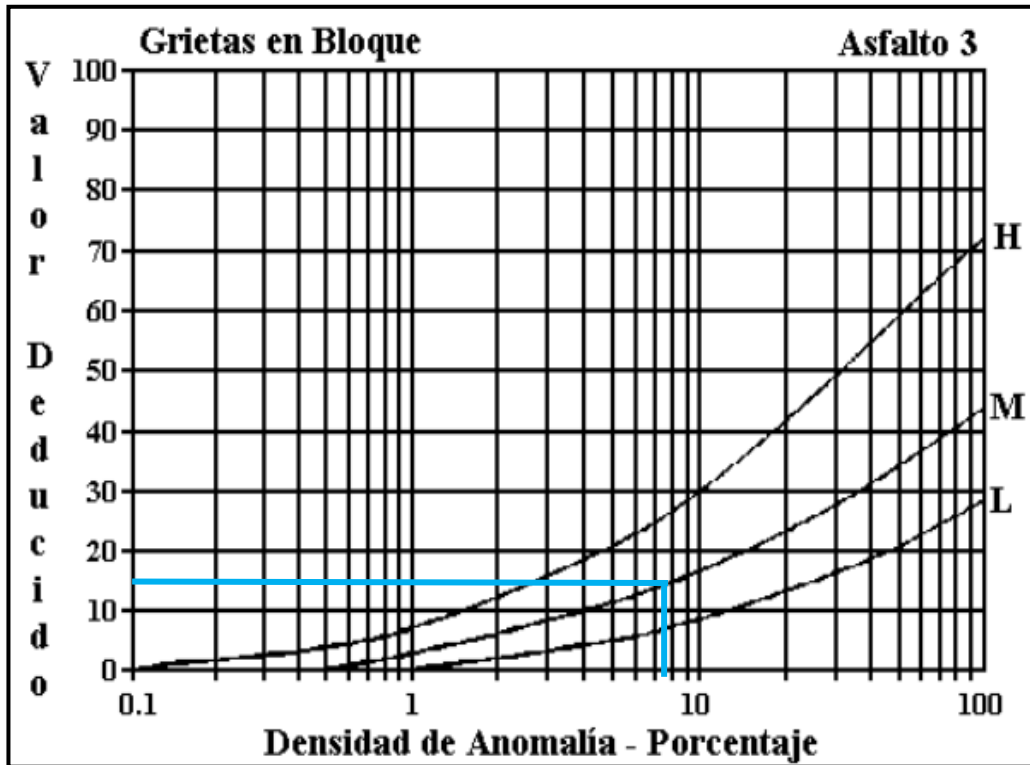
Valor deducido máximo compensado CDV



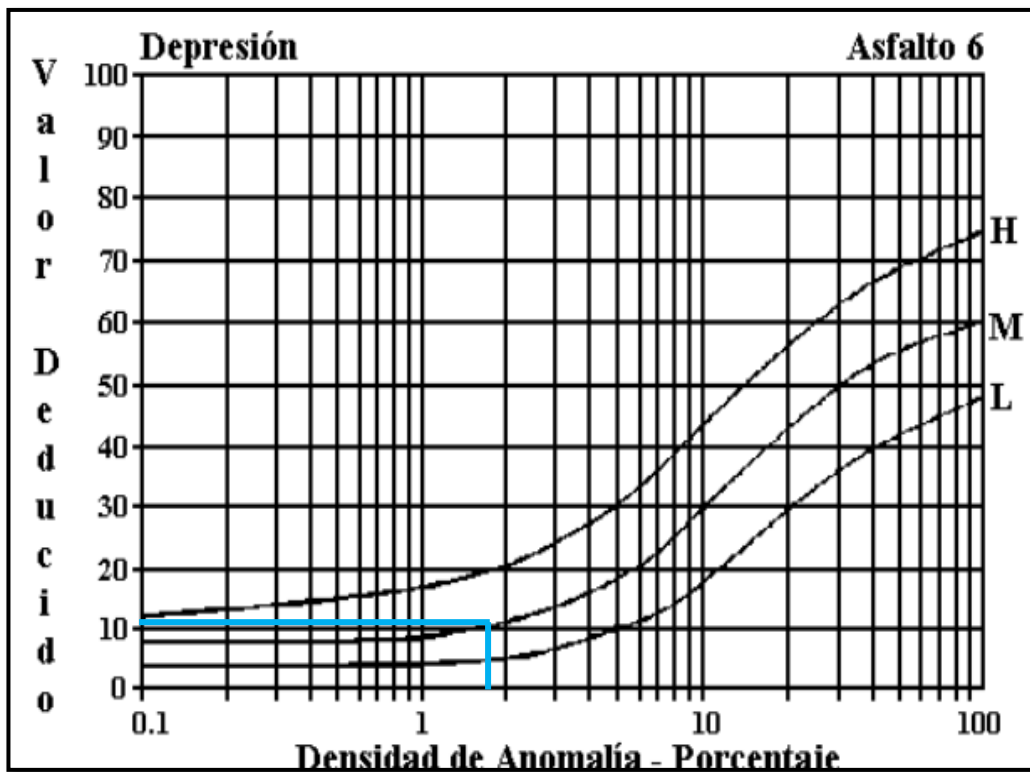
Anexo B-12: Registro de fallas PCI y determinación del valor deducido máximo compensado, de la vía Salasaka – Picaihua, Abs 4+500-9+000 (Unidad de prueba 12).

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL (PCI)								
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"										
FECHA:	26/5/2023	ABCISA INICIAL:	7+690	ÁREA DE MUESTREO:	234.03					
RESPONSABLE:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño	ABCISA FINAL:	7+719	UNIDAD DE MUESTREO:	12					
		SECCIÓN:	2	TRAMO:	4+500 – 9+000					
NÚMERO	FALLAS									
1	Piel de cocodrilo									
2	Exudación									
3	Agrietamiento en Bloque									
4	Bombeo y hundimientos									
5	Corrugación									
6	Depresiones									
7	Agrietamiento de Borde									
8	Agrietamiento reflejo de juntas									
9	Caída Externa de Vía/ Hombrera									
10	Agrietamiento longitudinal y transversal									
11	Parqueo y acometida de servicio público									
12	Pulimento de agregados									
13	Huecos									
14	Cruce de Ferrocarril									
15	Ruteo									
16	Empellones									
17	Agrietamiento de media luna									
18	Protuberancia									
19	Intemperismo									
										
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)							
3		X		5,525	3,99	3,96	4,39	17,86	7,63	14
6			X	4,34				4,34	1,85	11
9		X		6,6	3			9,6	4,10	10
10		X		2,6	6,28			8,88	3,79	19
11		X		12,06	2,48			14,542	6,21	24
VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):				24				VALOR DEDUCIDO TOTAL		78
NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):				7,98						
CÁLCULO DEL PCI										
Nº	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV	
1	24	19	14	11	10		78	5	41	
2	24	19	14	11	2		70	4	39	
3	24	19	14	2	2		61	3	39	
4	24	19	2	2	2		49	2	36	
5	24	2	2	2	2		32	1	32	
							CDV Max =		41	
							PCI = 100-CDV Max =		59	

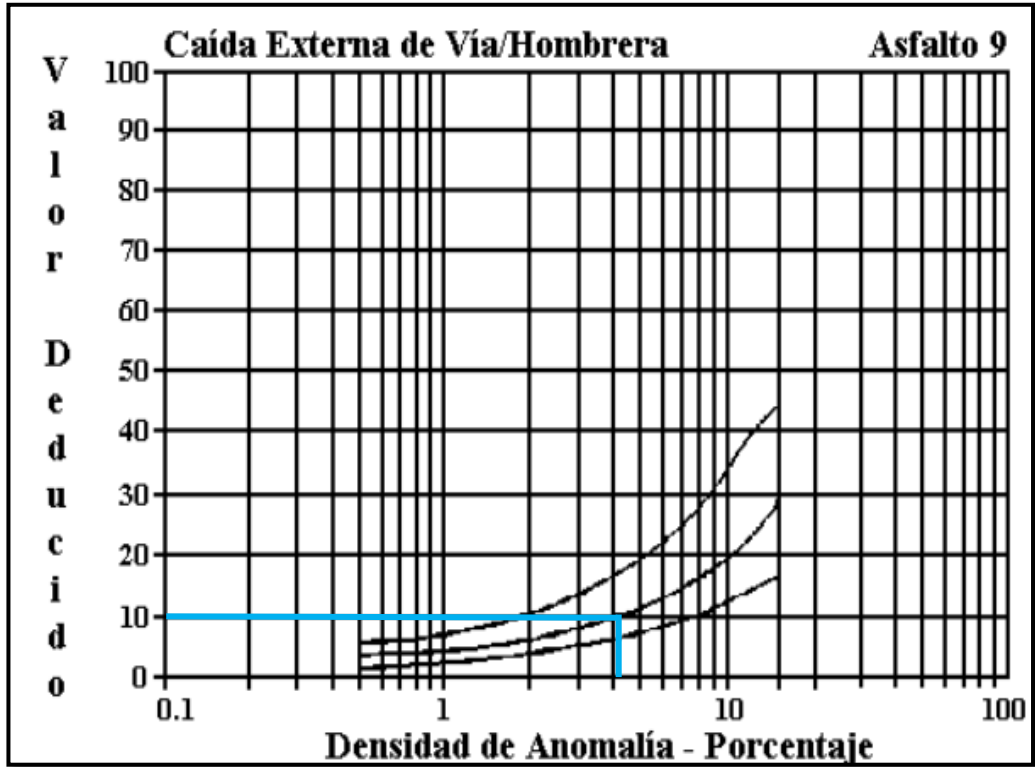
Agrietamiento en Bloque



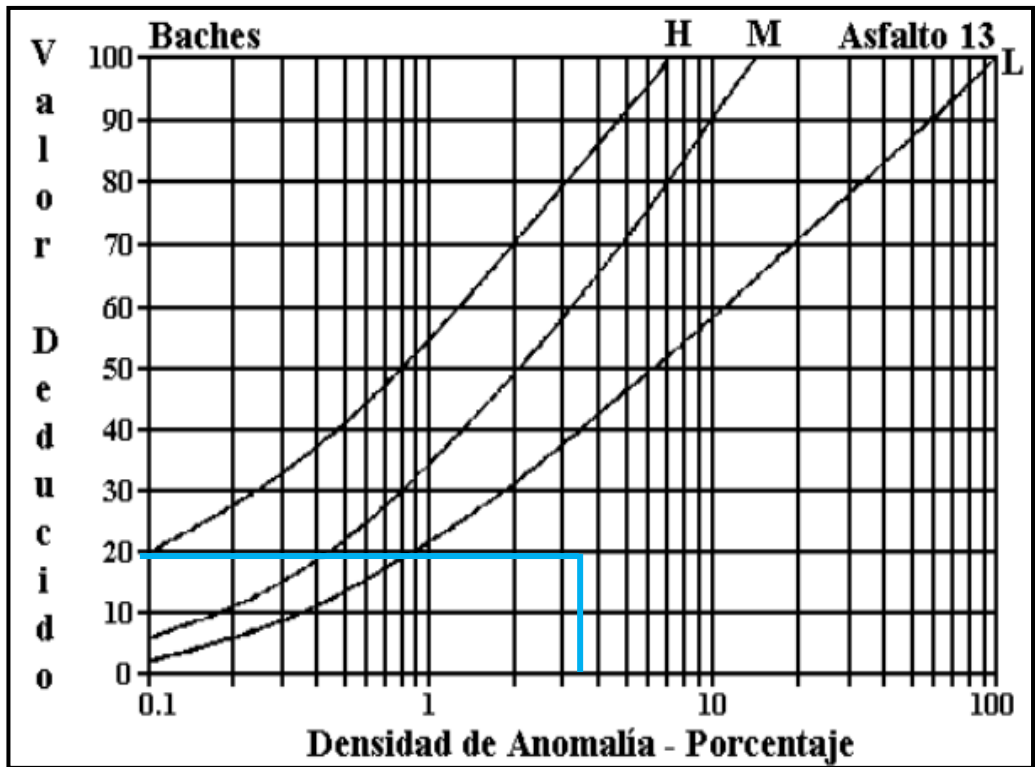
Depresiones



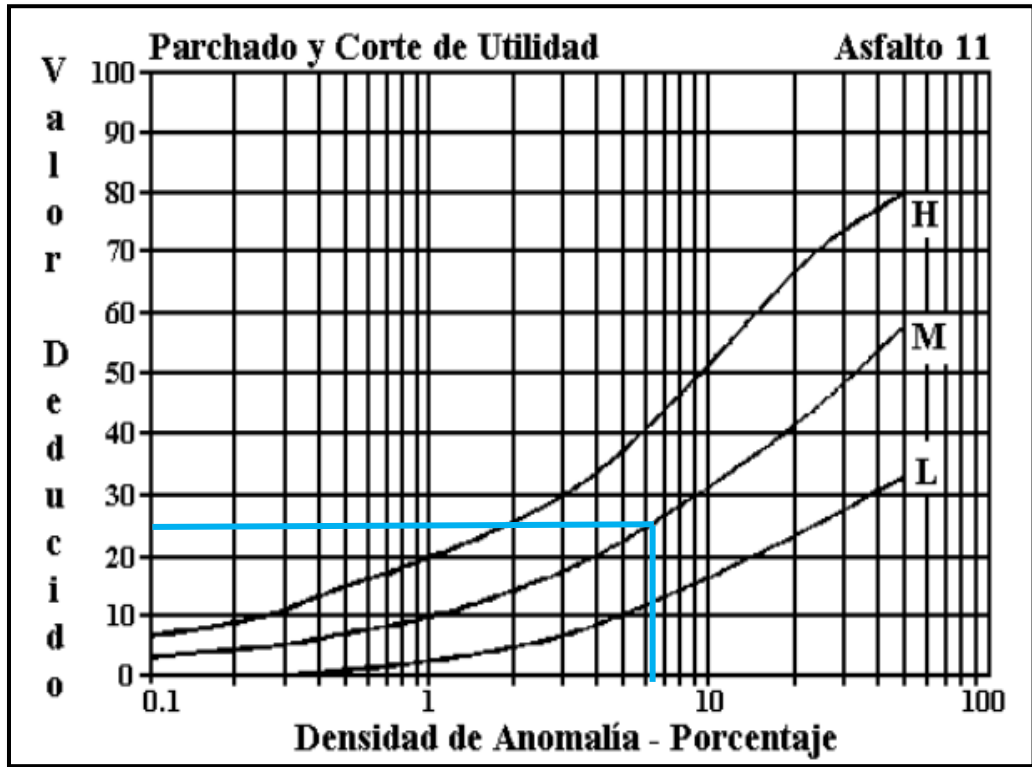
Caída Externa de vía/ hombrera



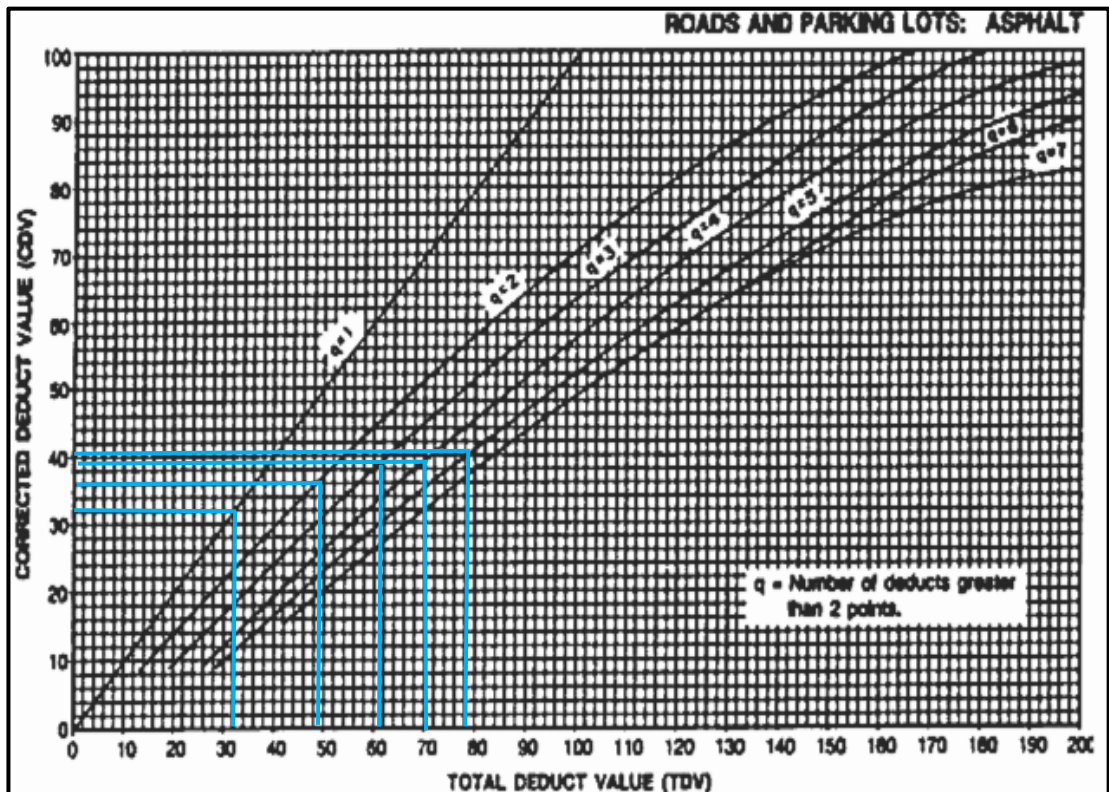
Agrietamiento longitudinal y transversal





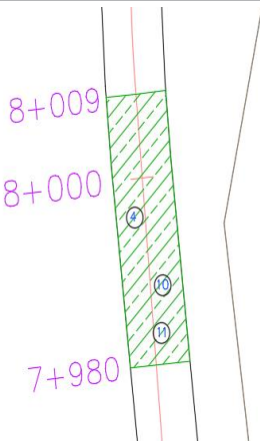
Parcheo



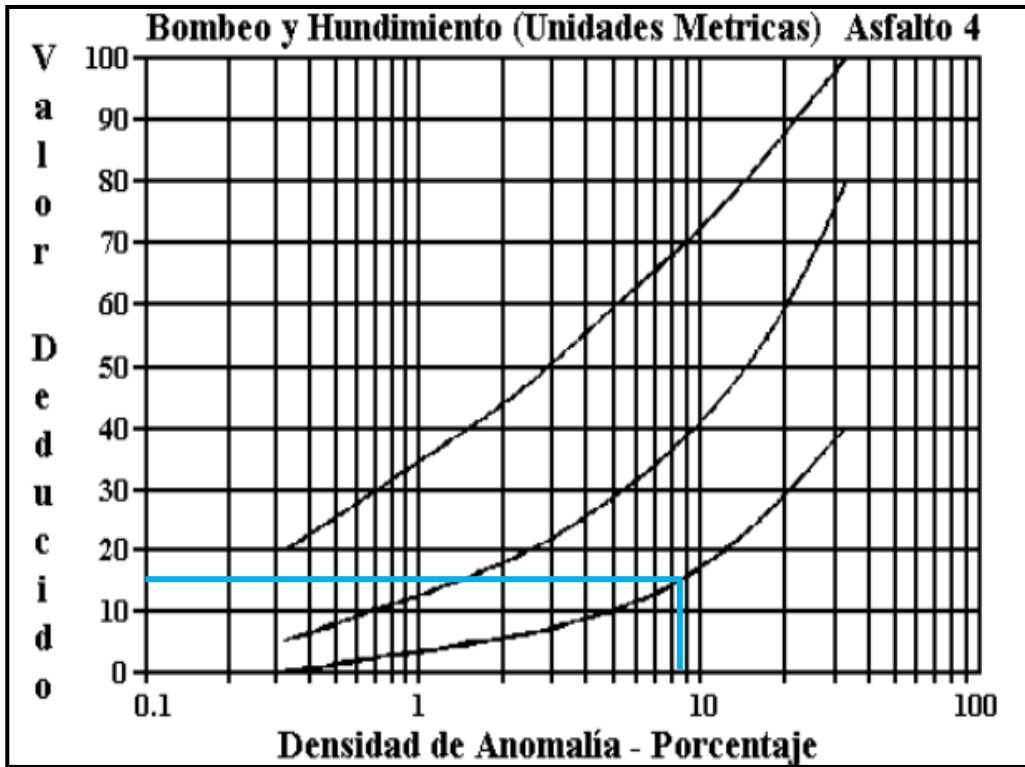
Valor deducido máximo compensado CDV



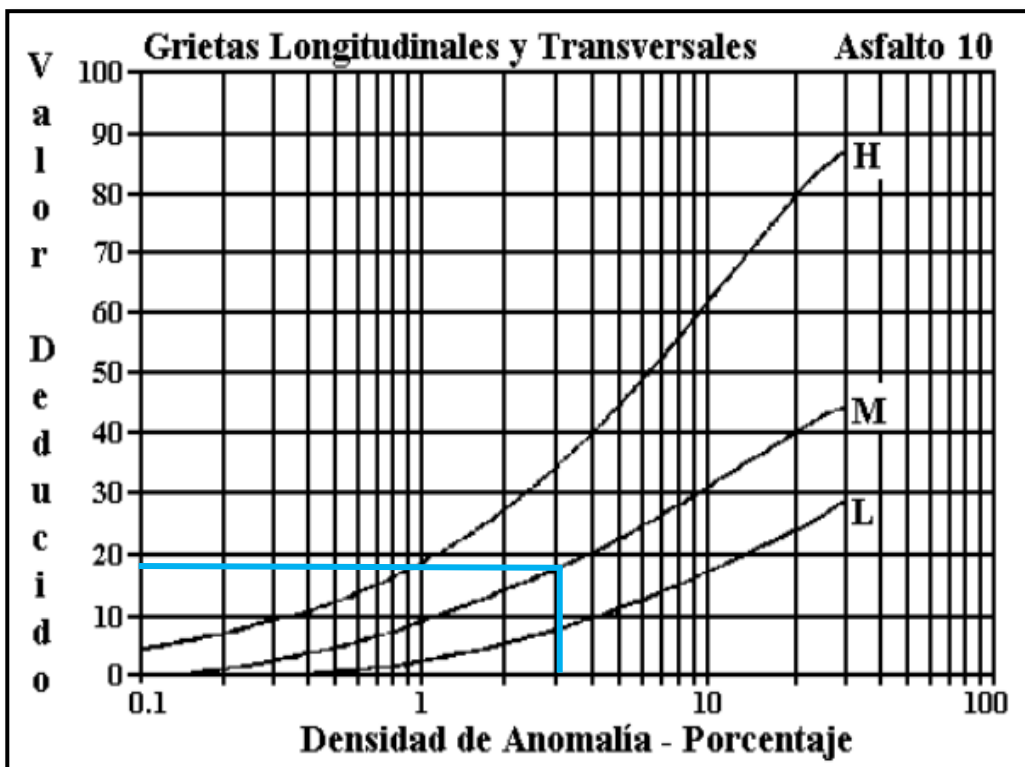
Anexo B-13: Registro de fallas PCI y determinación del valor deducido máximo compensado, de la vía Salasaka – Picaihua, Abs 4+500-9+000 (Unidad de prueba 13).

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL (PCI)							
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"									
FECHA:	26/5/2023	ABSCISA INICIAL:	7+980	ÁREA DE MUESTREO	233,45				
RESPONSABLE:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño	ABSCISA FINAL:	8+009	UNIDAD DE MUESTREO:	13				
		SECCIÓN:	2	TRAMO:	4+500 – 9+000				
NÚMERO	FALLAS								
1	Piel de cocodrilo		m2						
2	Exudación		m2						
3	Agrietamiento en Bloque		m2						
4	Bombeo y hundimientos		m						
5	Corrugación		m2						
6	Depresiones		m2						
7	Agrietamiento de Borde		m						
8	Agrietamiento reflejo de juntas		m						
9	Caída Externa de Vía/ Hombrera		m						
10	Agrietamiento longitudinal y transversal		m						
11	Parqueo y acometida de servicio público		m2						
12	Pulimiento de agregados		m2						
13	Huecos		U						
14	Cruce de Ferrocarril		m2						
15	Ruteo		m2						
16	Empellones		m2						
17	Agrietamiento de media luna		m2						
18	Protuberancia		m2						
19	Intemperismo		m2						
									
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
4	X			20			20,00	8,57	15
10		X		4,45	1,37	1,25	7,07	3,03	18
11		X		6	33,75		39,75	17,03	37
VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):				37			VALOR DEDUCIDO TOTAL		70
NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):				6,79					
CÁLCULO DEL PCI									
Nº	VALOR DEDUCIDO			TOTAL	q	CDV			
1	37	18	15	70	3	45			
2	37	18	2	57	2	42			
3	37	2	2	41	1	41			
						CDV Max =		45	
						PCI = 100-CDV Max =		55	

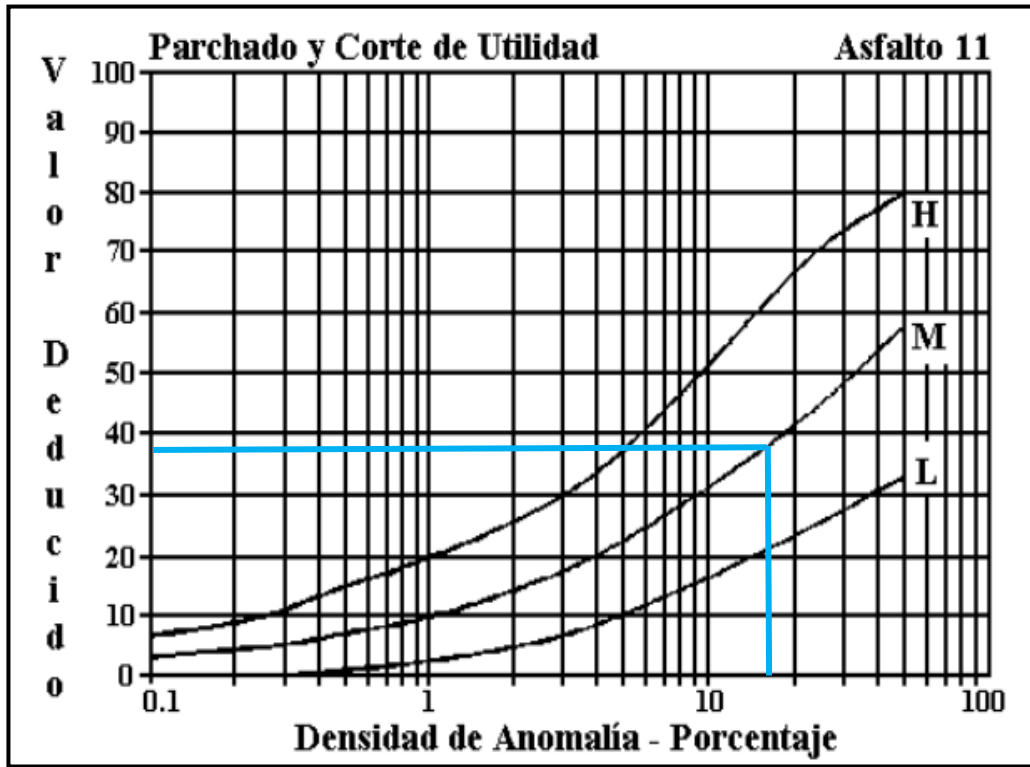
Bombeo y Hundimiento



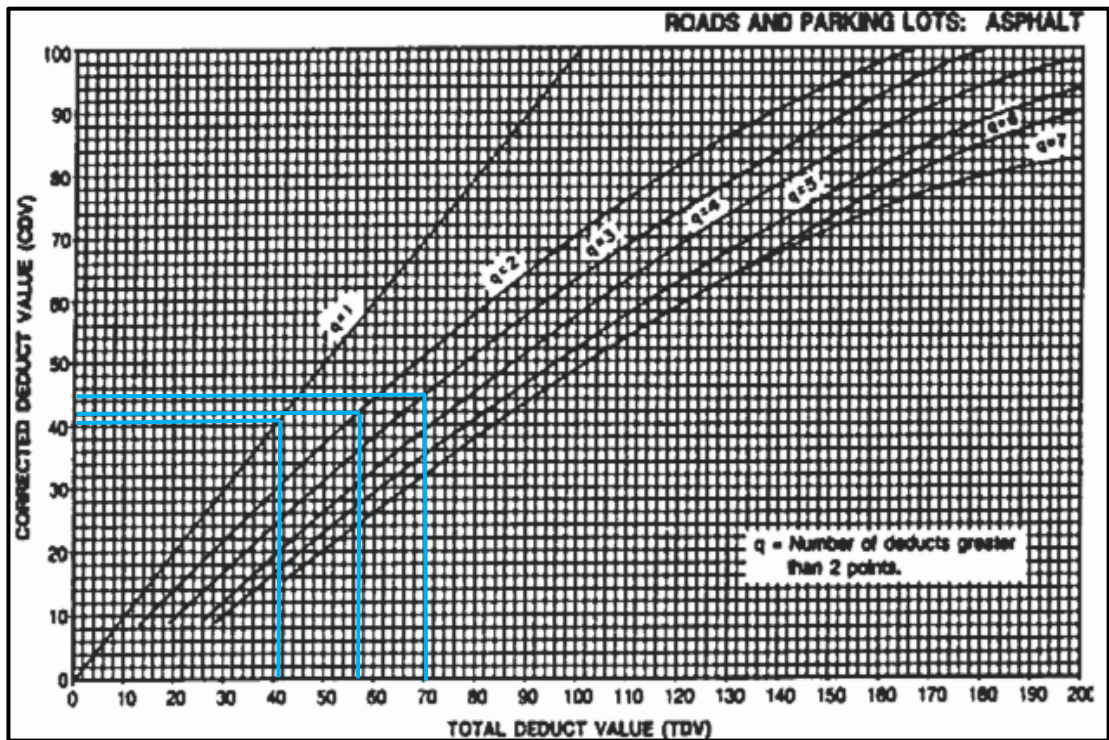
Agrietamiento Longitudinal y transversal





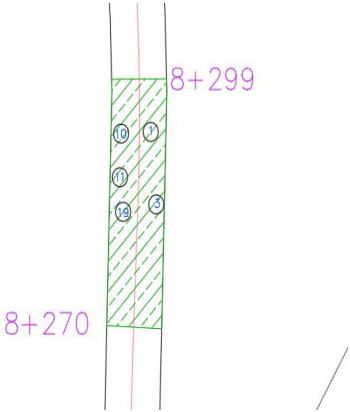
Parcheo



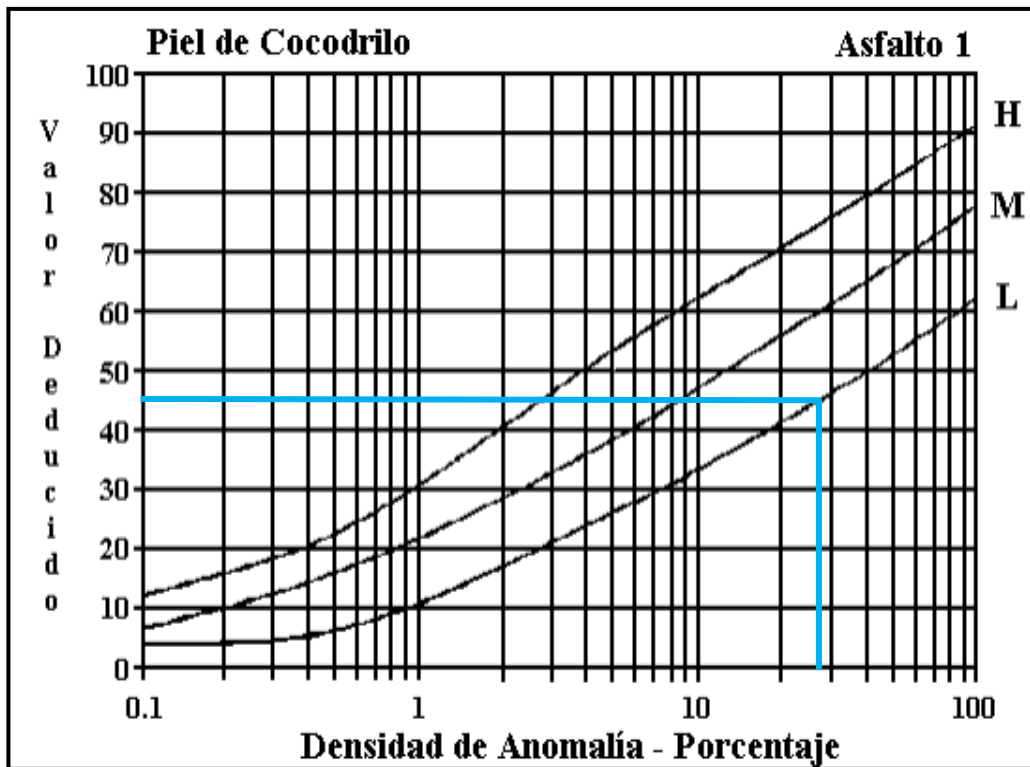
Valor deducido máximo compensado CDV



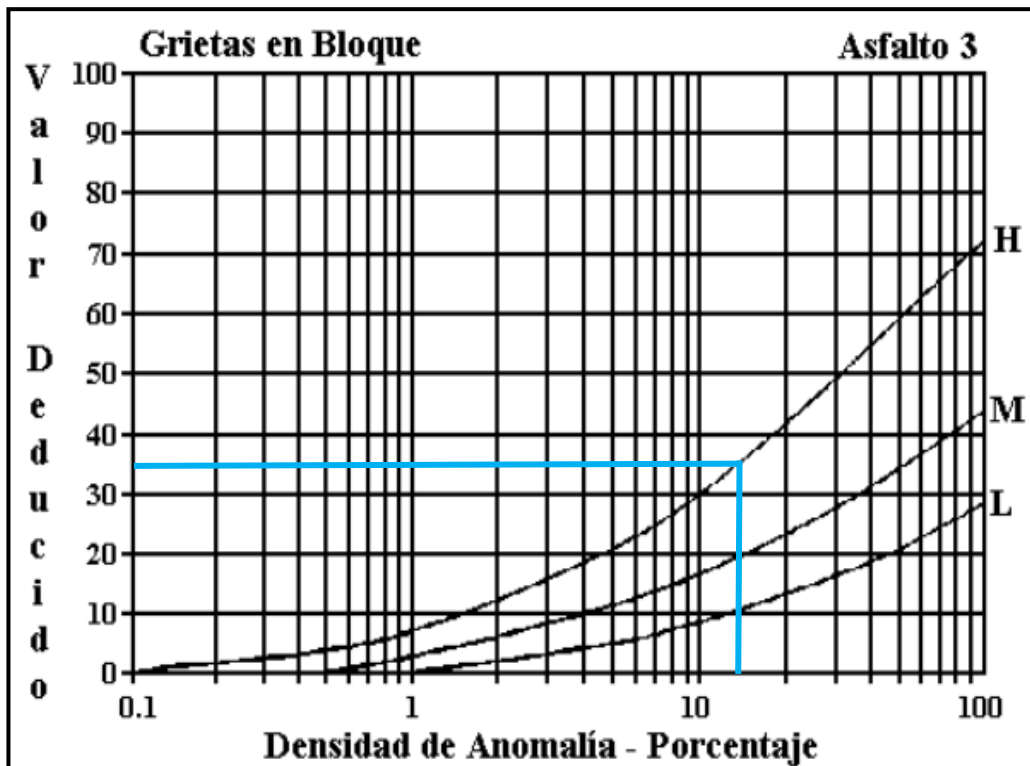
Anexo B-14: Registro de fallas PCI y determinación del valor deducido máximo compensado, de la vía Salasaka – Picaihua, Abs 4+500-9+000 (Unidad de prueba 14).

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL (PCI)								
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"										
FECHA:	26/5/2023	ABSCISA INICIAL:	8+270	ÁREA DE MUESTREO	307,4					
RESPONSABLE:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño	ABSCISA FINAL:	8+299	UNIDAD DE MUESTREO:	14					
		SECCIÓN:	2	TRAMO:	4+500 – 9+000					
NÚMERO	FALLAS									
1	Piel de cocodrilo	m2								
2	Exudación	m2								
3	Agrietamiento en Bloque	m2								
4	Bombeo y hundimientos	m								
5	Corrugación	m2								
6	Depresiones	m2								
7	Agrietamiento de Borde	m								
8	Agrietamiento reflejo de juntas	m								
9	Caída Externa de Vía/ Hombreira	m								
10	Agrietamiento longitudinal y transversal	m								
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2								
12	Pulimiento de agregados	m2								
13	Huecos	U								
14	Cruce de Ferrocarril	m2								
15	Ruteo	m2								
16	Empellones	m2								
17	Agrietamiento de media luna	m2								
18	Protuberancia	m2								
19	Intemperismo	m2								
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)							
1	X			43,79	44,95			88,74	28,87	45
3			X	30,6	16,35			46,95	15,27	34
10		X		10	10,5	5,42	5	30,92	10,06	31
11		X		1,8471	2,072			3,9191	1,27	10
19		X		26,4				26,4	8,59	18
VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):				45				VALOR DEDUCIDO TOTAL		138
NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):				6,05						
CÁLCULO DEL PCI										
Nº	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV	
1	45	34	31	18	10		138	5	72	
2	45	34	31	18	2		130	4	74	
3	45	34	31	2	2		114	3	71	
4	45	34	2	2	2		85	2	61	
5	45	2	2	2	2		53	1	53	
								CDV Max =		74
								PCI = 100-CDV Max =		26

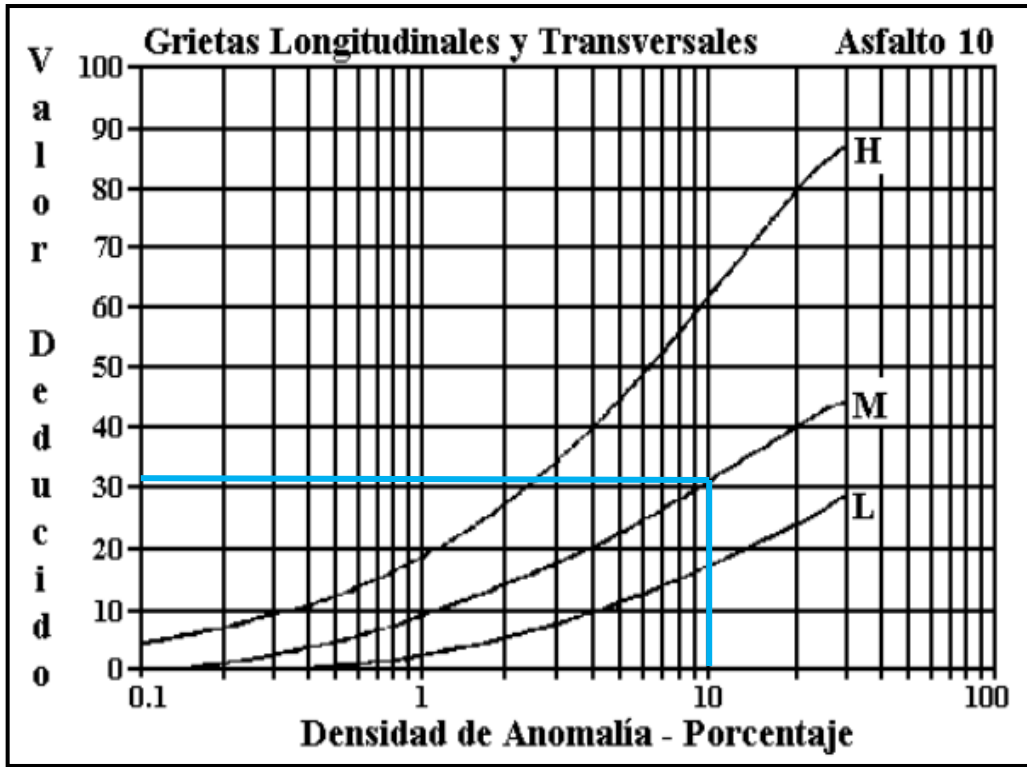
Piel de cocodrilo



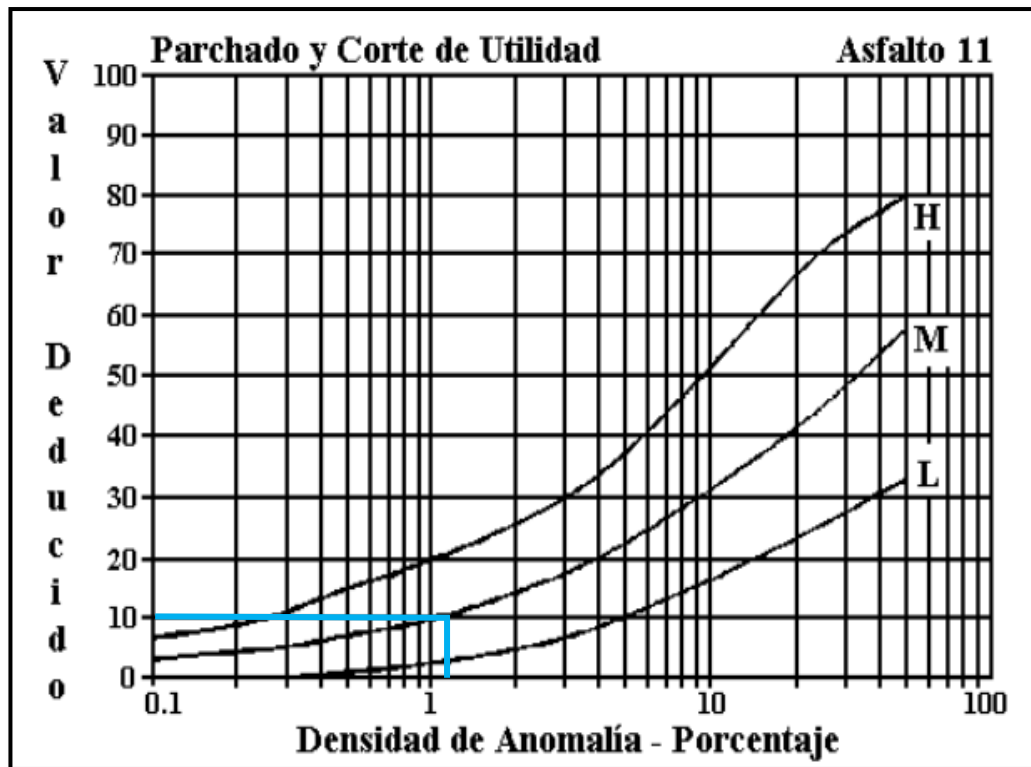
Agrietamiento en Bloque



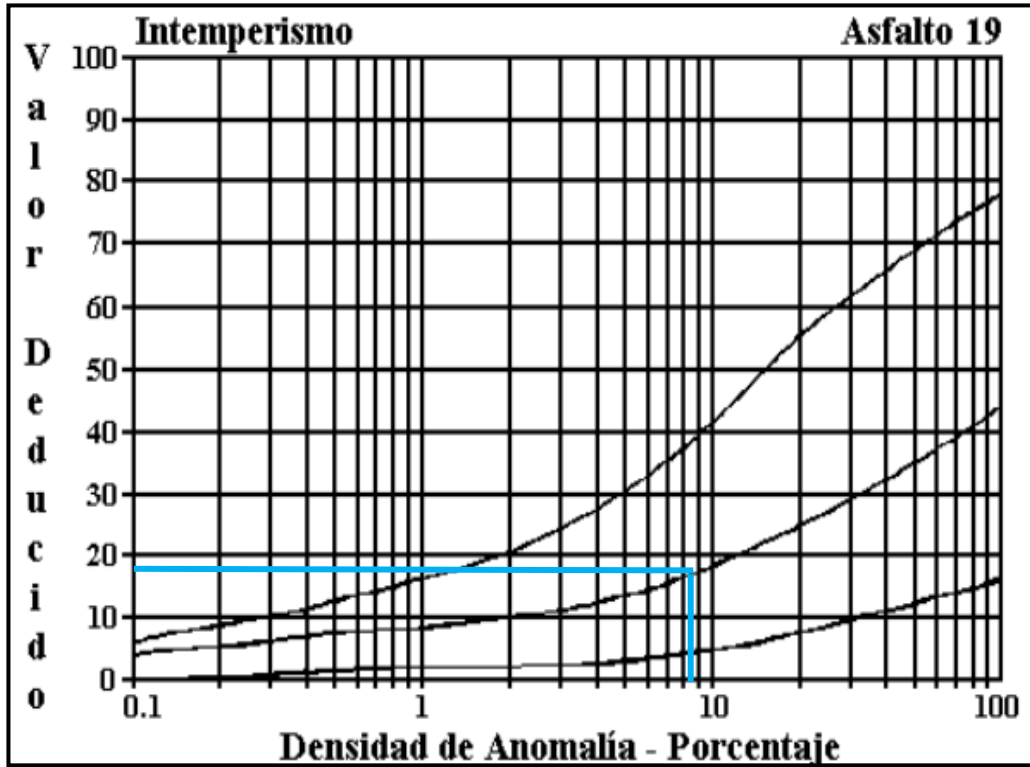
Agrietamiento longitudinal y transversal



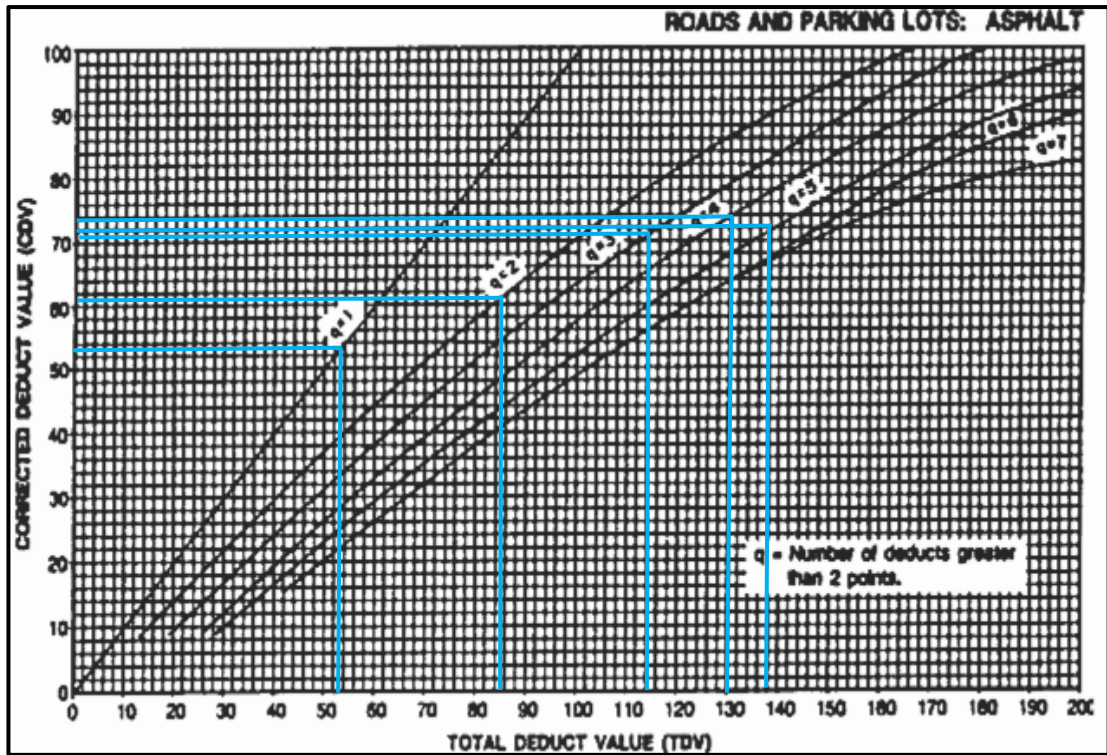
Parchado





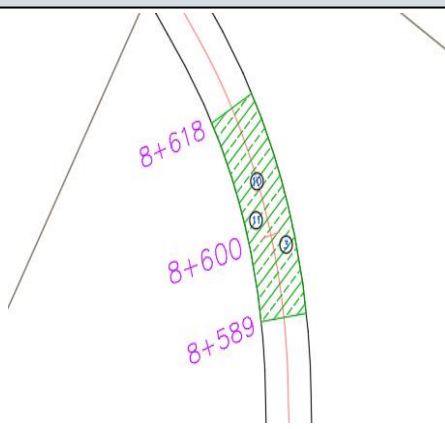
Intemperismo



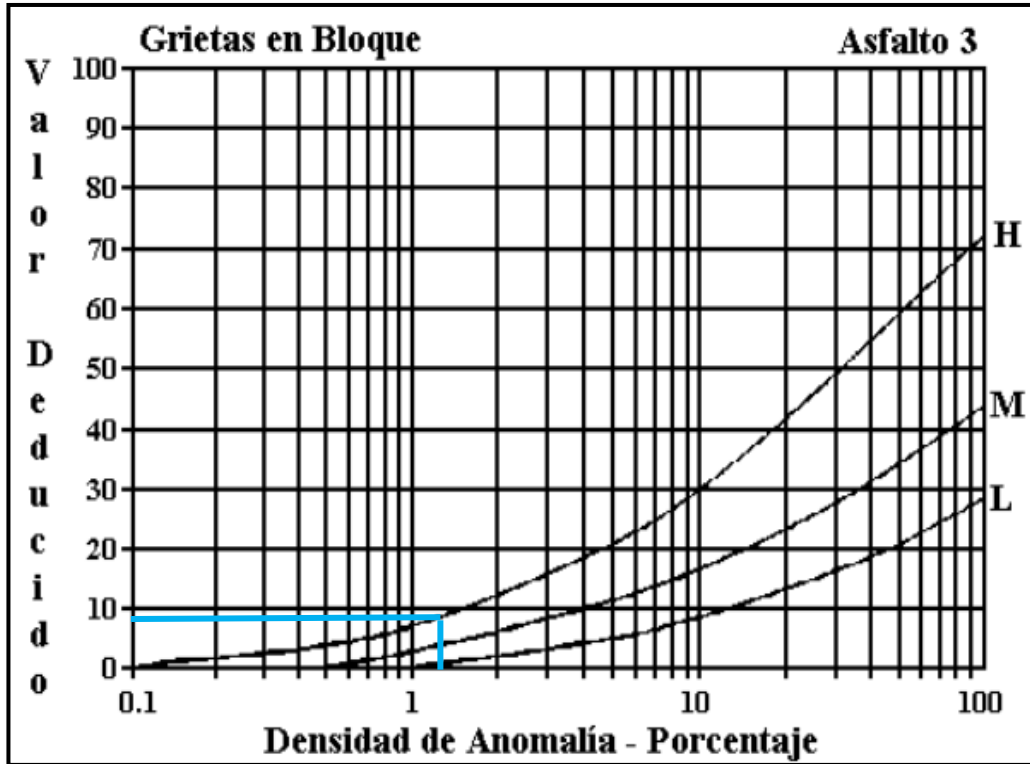
Valor deducido máximo compensado CDV



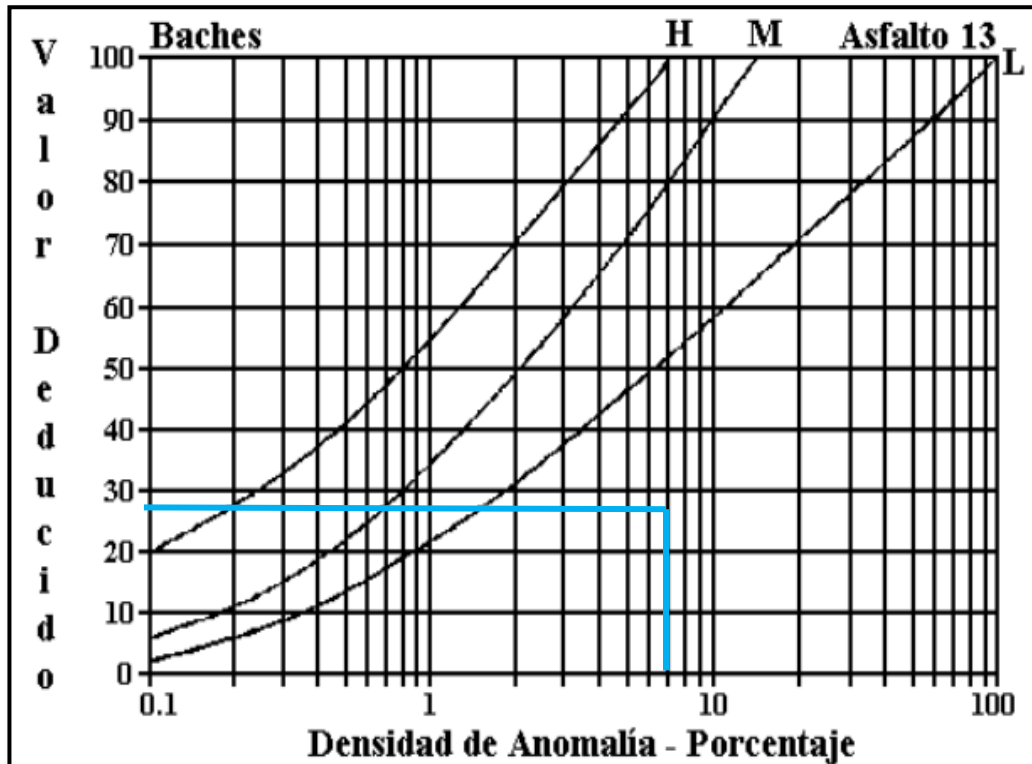
Anexo B-15: Registro de fallas PCI y determinación del valor deducido máximo compensado, de la vía Salasaka – Picaihua, Abs 4+500-9+000 (Unidad de prueba 15).

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL (PCI)							
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"									
FECHA:	26/5/2023	ABSCISA INICIAL:	8+560	ÁREA DE MUESTREO	388,6				
RESPONSABLE:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño	ABSCISA FINAL:	8+589	UNIDAD DE MUESTREO:	15				
		SECCIÓN:	2	TRAMO:	4+500 – 9+000				
NÚMERO	FALLAS								
1	Piel de cocodrilo		m2						
2	Exudación		m2						
3	Agrietamiento en Bloque		m2						
4	Bombeo y hundimientos		m						
5	Corrugación		m2						
6	Depresiones		m2						
7	Agrietamiento de Borde		m						
8	Agrietamiento reflejo de juntas		m						
9	Caída Externa de Vía/ Hombreira		m						
10	Agrietamiento longitudinal y transversal		m						
11	Parqueo y acometida de servicio público		m2						
12	Pulimiento de agregados		m2						
13	Huecos		U						
14	Cruce de Ferrocarril		m2						
15	Ruteo		m2						
16	Empellones		m2						
17	Agrietamiento de media luna		m2						
18	Protuberancia		m2						
19	Intemperismo		m2						
									
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
3		X		5,2			5,20	1,34	8
10		X		8,12	6,33	7,7	27,5	7,08	27
11		X		1,35			1,3475	0,35	7
VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):				27			VALOR DEDUCIDO TOTAL		42
NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):				7,70					
CÁLCULO DEL PCI									
N°	VALOR DEDUCIDO			TOTAL	q	CDV			
1	27	8	7	42	3	26			
2	32	8	2	42	2	31			
3	32	2	2	36	1	36			
						CDV Max =		36	
						PCI = 100-CDV Max =		64	

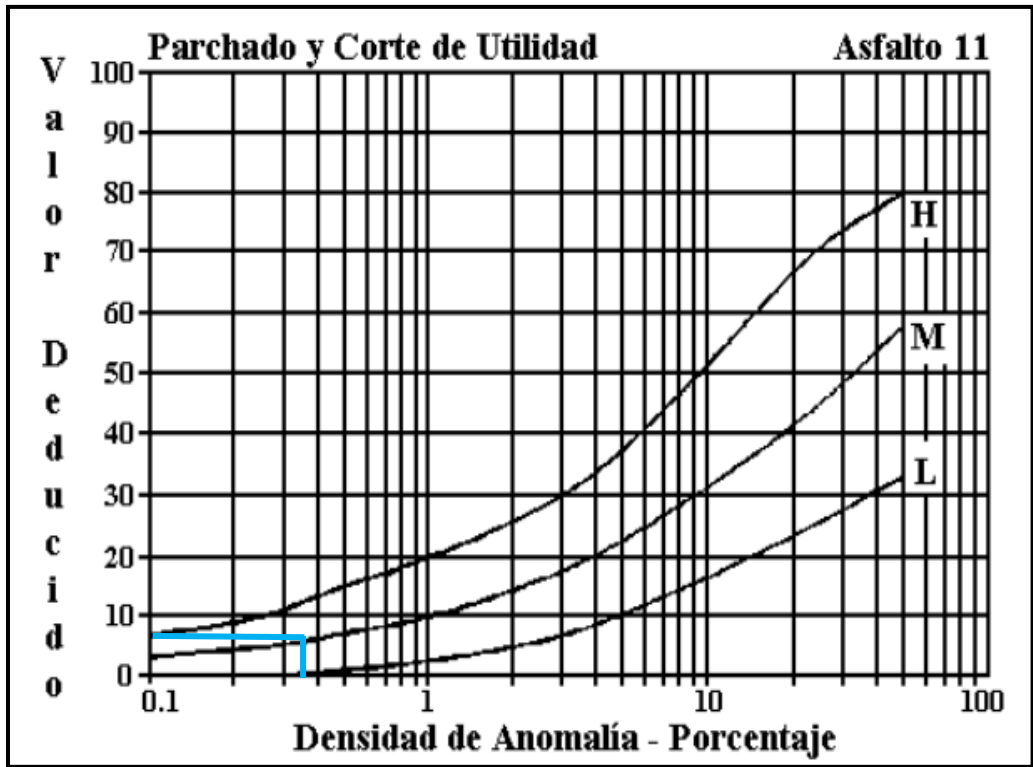
Agrietamiento en bloque



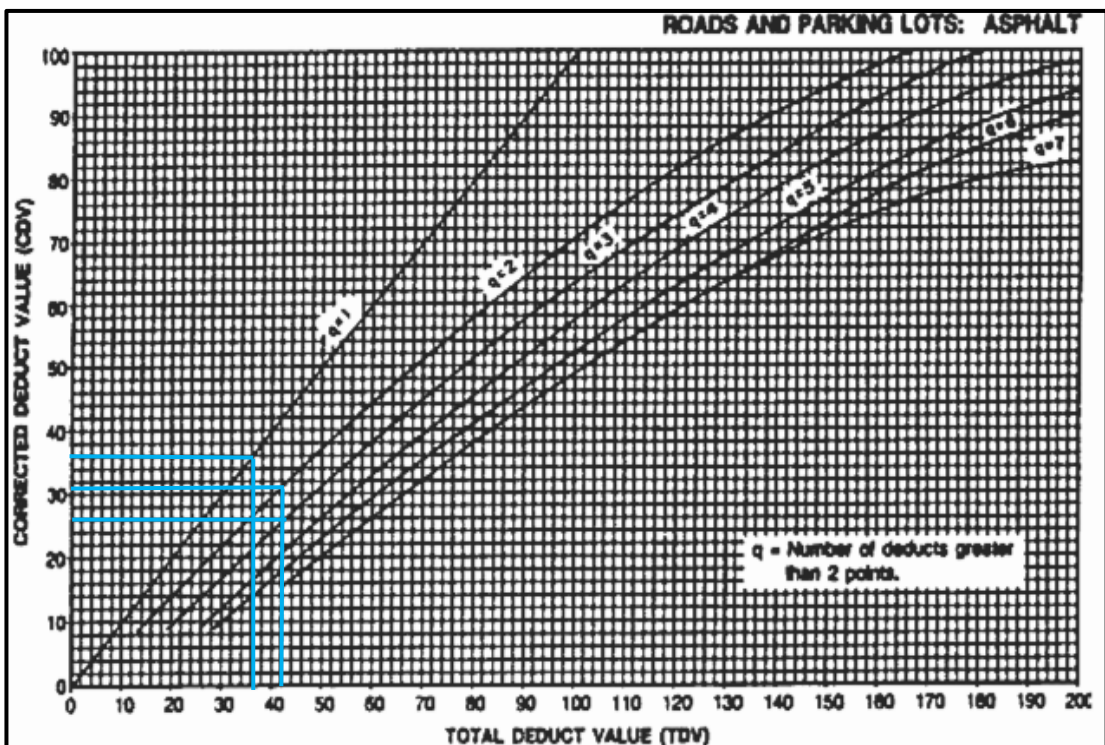
Agrietamiento longitudinal y transversal



Parcheo



Valor deducido máximo compensado CDV



ANEXO C:



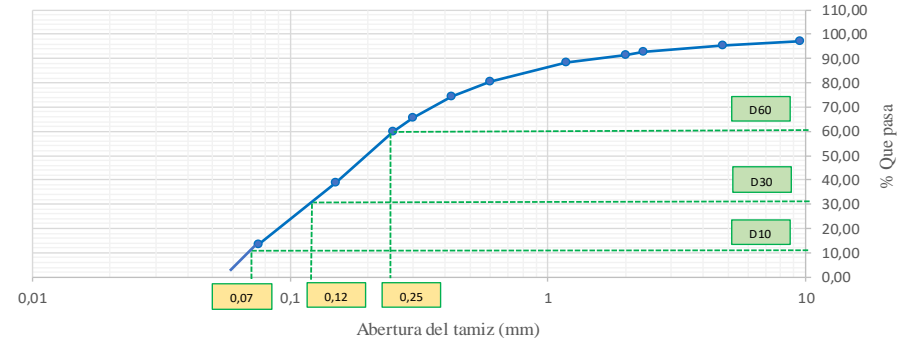
ANÁLISIS DE SUELOS

ANEXO C-1: MUESTRA N.º 1



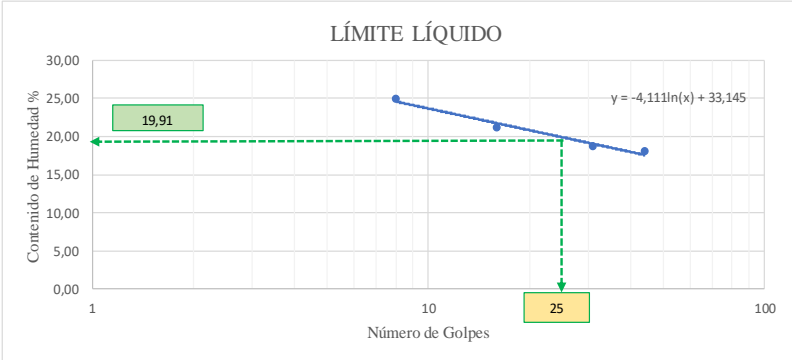
ABS: 4+500

- ✓ Análisis Granulométrico
- ✓ Límites de Atterberg
- ✓ Proctor modificado tipo B
- ✓ CBR



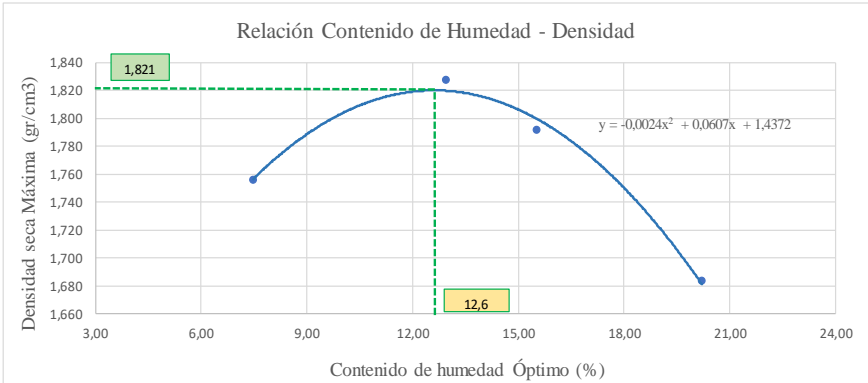
Anexo C-1: Análisis granulométrico

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS				
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"						
NORMA:	AASHTO T 88-70 / ASTM D422-63		MUESTRA:	Subrasante		
ABSCISA:	4+500		PROFUNDIDAD:	1 m		
PESO MUESTRA:	1000 gr		REALIZADO POR:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño		
GRANULOMETRÍA						
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA	
3/8	9,5	29,4	29,4	2,94	97,06	
4	4,76	18,3	47,7	4,77	95,23	
8	2,36	23,90	71,60	7,16	92,84	
10	2	12,80	84,40	8,44	91,56	
16	1,18	34,10	118,50	11,85	88,15	
30	0,6	75,30	193,80	19,38	80,62	
40	0,425	62,60	256,40	25,64	74,36	
50	0,3	86,10	342,50	34,25	65,75	
60	0,25	56,90	399,40	39,94	60,06	
100	0,15	211,50	610,90	61,09	38,91	
200	0,075	254,10	865,00	86,50	13,50	
BANDEJA		135,00	1000,00	100,00		
RESULTADOS						
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			PORCENTAJE DE MATERIAL			
D10:	0,07	mm		GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
D30:	0,12	mm	SUCS:	4,77	81,73	13,50
D60:	0,25	mm	AASHTO:	4,77	81,73	13,50
Cu:			3,57			
Cc:			0,82			
<p>Curva de distribución granulométrica</p> 						
AASHTO: A-2-4			SUCS: GP y SM Grava con Arena limosa			



Anexo C-1: Límites de Atterberg

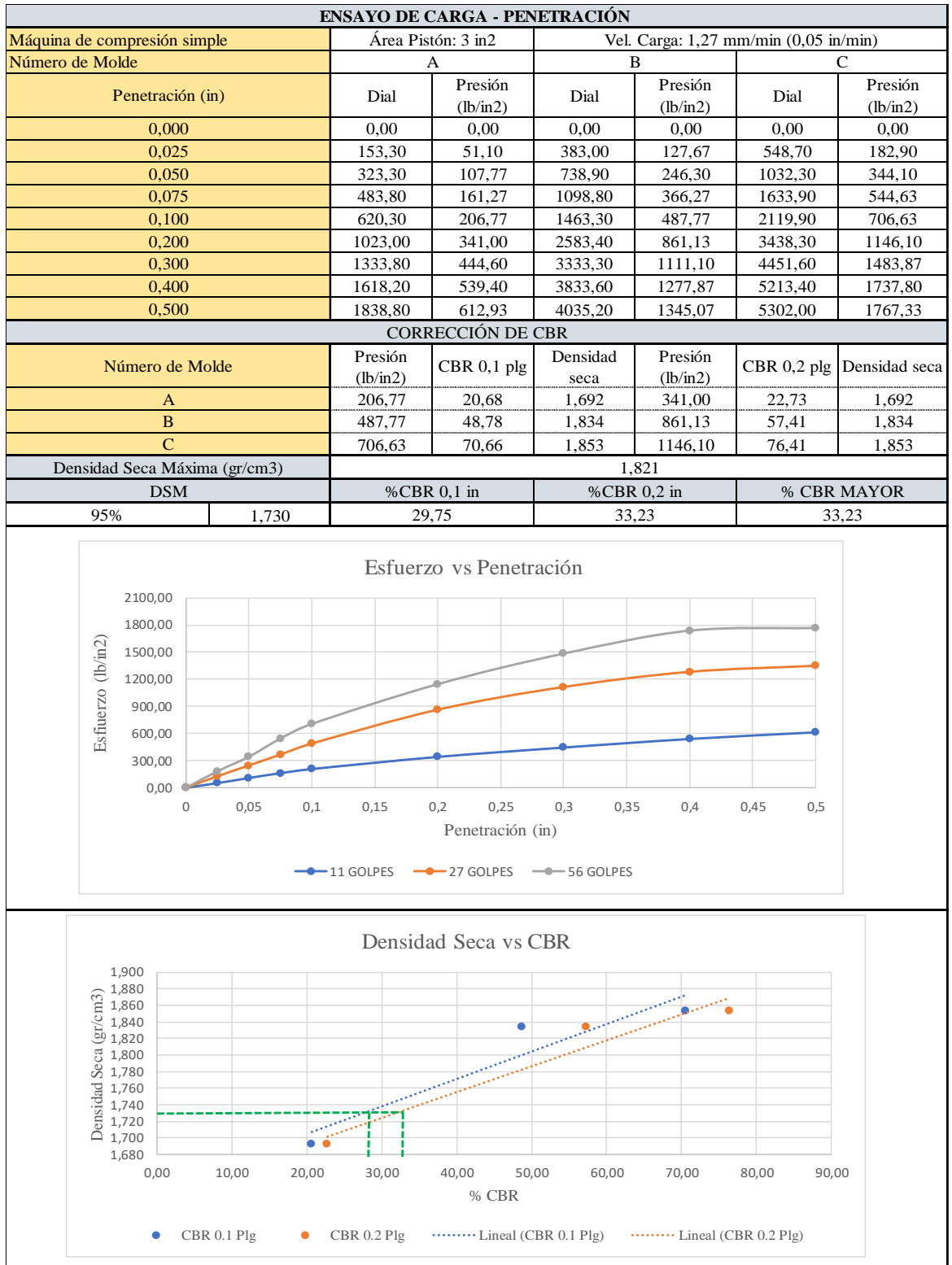
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS								
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Pícaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"										
NORMA:	AASHTO T 89 - 90/ ASTM D 4318		MUESTRA:	Subrasante						
ABSCISA:	4+500		PROFUNDIDAD:	1 m						
PESO MUESTRA:	1000 gr		REALIZADO POR:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño						
LÍMITE LÍQUIDO										
Número de muestra	1	2	3	4	8	6	7	8		
Número de recipiente	A	B	C	D	E	F	G	H		
Peso del recipiente (Wr) (gr)	11,30	11,70	11,10	11,50	11,10	11,40	11,20	10,90		
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	21,90	23,10	25,30	21,30	20,10	20,80	21,60	22,10		
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	19,80	20,80	22,80	19,60	18,60	19,40	20,00	20,40		
Peso del agua (Ww) (gr)	2,10	2,30	2,50	1,70	1,50	1,40	1,60	1,70		
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	8,50	9,10	11,70	8,10	7,50	8,00	8,80	9,50		
Contenido de humedad (W %)	24,71	25,27	21,37	20,99	20,00	17,50	18,18	17,89		
Promedio (W %)	24,99		21,18		18,75		18,04			
Número de golpes	8		16		31		44			
LÍMITE PLÁSTICO										
Número de muestra	1		2		3		4		5	
Número de recipiente	A		B		C		D		E	
Peso del recipiente (Wr) (gr)	6,10		6,00		6,20		6,10		5,90	
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	7,80		8,60		8,10		7,60		7,30	
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	7,52		8,15		7,80		7,34		7,10	
Peso del agua (Ww) (gr)	0,28		0,45		0,30		0,26		0,20	
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	1,42		2,15		1,60		1,24		1,20	
Contenido de humedad (W %)	19,72		20,93		18,75		20,97		16,67	
Promedio (W %)					19,41					
RESULTADOS										
LÍMITE LÍQUIDO (%)		LÍMITE PLÁSTICO (%)		ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)						
19,91		19,58		0,33						
										

Anexo C-1: Proctor modificado tipo B

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE SUELO					
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"							
NORMA: ASTM-D1557 / AASHTO T 180	MUESTRA: Subrasante		MOLDE				
	PROFUNDIDAD: 1 m		ALTURA: 12,50	cm			
ABSCISA: 4+500	REALIZADO POR: Bryan Fabricio Chávez Pazmiño		DIÁMETRO: 15,00	cm			
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO							
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Número de golpes	56	Altura de caída:	18 in	Peso del molde:	12738	gr	
Número de capas	5	Peso del martillo:	10 lb	Volumen del molde:	2208,93	cm ³	
Peso inicial deseado (gr)	6000		6000		6000	6000	
PROCESO DE COMPACTACIÓN							
Número de ensayo	1		2		3	4	
Humedad inicial añadida en %	4		8		12	16	
Peso molde + suelo humedo (gr)	16905,00		17297,00		17310,00	17207,00	
Peso suelo humedo (Wm) (gr)	4167,00		4559,00		4572,00	4469,00	
Peso unitario humedo (γ _m) (gr/cm ³)	1,886		2,064		2,070	2,023	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD							
Número de recipiente	1	2	3	4	6	7	8
Peso del recipiente (Wr) (gr)	24,20	24,80	32,40	30,30	25,50	27,60	32,20
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	114,20	122,80	165,90	159,30	126,40	143,70	196,00
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	107,90	116,02	151,00	144,10	112,40	128,60	167,80
Peso solidos (Ws) (gr)	83,70	91,22	118,60	113,80	86,90	101,00	135,60
Peso del agua (Ww) (gr)	6,30	6,78	14,90	15,20	14,00	15,10	28,20
Contenido de humedad (W %)	7,53	7,43	12,56	13,36	16,11	14,95	20,80
Cont. De humedad promedio (W %)	7,48		12,96		15,53		20,20
Peso volumétrico seco (γ _d) (gr/cm ³)	1,755		1,827		1,792		1,683
RESULTADOS							
Contenido de humedad Óptimo (%)				Densidad seca Máxima (gr/cm ³)			
12,600				1,821			
<div style="text-align: center;"> Relación Contenido de Humedad - Densidad </div> 							

Anexo C-1: CBR

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE SUELO					
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"							
NORMA:	ASTM-D1883	MUESTRA:		Subrasante			
		REALIZADO POR:		Bryan Fabricio Chávez Pazmiño			
ABCISA:	4+500	W ÓPTIMO:		12,6			
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)							
Molde	A		B		C		
Dimensiones	Diámetro:	15,40	Diámetro:	15,00	Diámetro:	15,20	
	Altura:	12,50	Altura:	12,40	Altura:	12,50	
PROCESO DE COMPACTACIÓN							
Número golpes	11		27		56		
Muestra húmeda + molde (gr)	13887,00		12959,00		11709,00		
Masa Molde (gr)	9342,00		8321,00		6891,00		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4545,00		4638,00		4818,00		
Volumen de lamuestra (cm3)	2328,31		2191,26		2268,23		
Peso unitario humedo (γ_m) (gr/cm3)	1,952		2,117		2,124		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	7,90	9,80	10,00	9,90	7,30	7,90	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	52,10	74,60	76,50	78,90	66,90	59,50	
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	45,80	66,60	67,30	70,00	59,20	53,00	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	37,90	56,80	57,30	60,10	51,90	45,10	
Masa del agua (Ww) (gr)	6,30	8,00	9,20	8,90	7,70	6,50	
Contenido de humedad (W %)	16,62	14,08	16,06	14,81	14,84	14,41	
Cont. De humedad promedio (W %)	15,35		15,43		14,62		
Peso volumétrico seco (γ_d) (gr/cm3)	1,692		1,834		1,853		
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Muestra húmeda + molde (gr)	13896,00		12871,00		11567,00		
Masa Molde (gr)	9342,00		8321,00		6891,00		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4554,00		4550,00		4676,00		
Volumen de lamuestra (cm3)	2328,31		2191,26		2268,23		
Peso unitario humedo (γ_m) (gr/cm3)	1,956		2,076		2,062		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	7,90	9,80	10,00	9,90	7,30	7,90	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	59,50	97,90	87,70	90,10	72,90	70,30	
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	50,90	83,50	75,50	77,70	63,60	60,40	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	43,00	73,70	65,50	67,80	56,30	52,50	
Masa del agua (Ww) (gr)	8,60	14,40	12,20	12,40	9,30	9,90	
Contenido de humedad (W %)	20,00	19,54	18,63	18,29	16,52	18,86	
Cont. De humedad promedio (W %)	19,77		18,46		17,69		
Peso volumétrico seco (γ_d) (gr/cm3)	1,633		1,753		1,752		





ANEXO C-2: MUESTRA N.º 2



ABS: 5+500

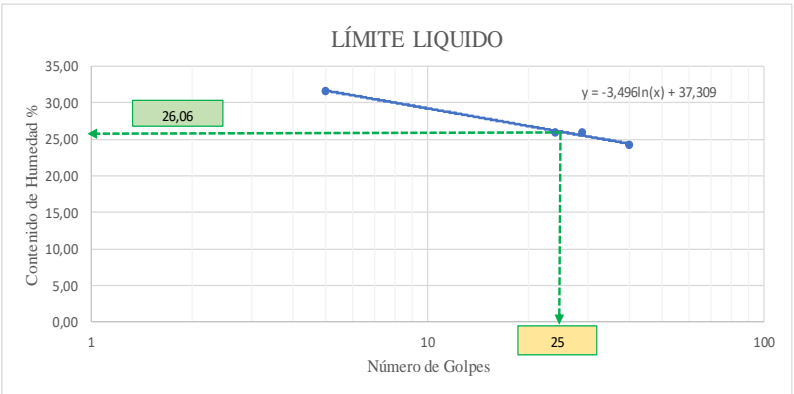
- ✓ Análisis Granulométrico
- ✓ Límites de Atterberg
- ✓ Proctor modificado tipo B
- ✓ CBR

Anexo C-2: Análisis Granulométrico

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS				
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"						
NORMA:	AASHTO T 88-70 / ASTM D422-63		MUESTRA:	Subrasante		
ABSCISA:	5+500		PROFUNDIDAD:	1 m		
PESO MUESTRA:	1000 gr		REALIZADO POR:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño		
GRANULOMETRÍA						
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA	
3/8	9,5	22,6	22,6	2,26	97,74	
4	4,76	65,6	88,2	8,82	91,18	
8	2,36	148,80	237,00	23,70	76,30	
10	2	52,30	289,30	28,93	71,07	
16	1,18	148,40	437,70	43,77	56,23	
30	0,6	112,40	550,10	55,01	44,99	
40	0,425	44,40	594,50	59,45	40,55	
50	0,3	42,50	637,00	63,70	36,30	
60	0,25	19,60	656,60	65,66	34,34	
100	0,15	79,70	736,30	73,63	26,37	
200	0,075	146,10	882,40	88,24	11,76	
BANDEJA		117,60	1000,00	100,00		
RESULTADOS						
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			PORCENTAJE DE MATERIAL			
D10:	0,07	mm		GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
D30:	0,20	mm	SUCS:	8,82	79,42	11,76
D60:	1,45	mm	AASHTO:	8,82	79,42	11,76
Cu:			20,71			
Cc:			0,39			
<p>Curva de distribución granulométrica</p>						
AASHTO: A-2-4			SUCS: GP y SM Grava con arena limosa			

Anexo C-2: Límites de Atterberg

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS							
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Pícaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"									
NORMA:	AASHTO T 89 - 90/ ASTM D 4318		MUESTRA:	Subrasante					
ABSCISA:	5+500		PROFUNDIDAD:	1 m					
PESO MUESTRA:	1000 gr		REALIZADO POR:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño					
LÍMITE LÍQUIDO									
Número de muestra	1	2	3	4	8	6	7	8	
Número de recipiente	A	B	C	D	E	F	G	H	
Peso del recipiente (Wr) (gr)	24,80	24,10	24,20	24,80	24,70	25,80	26,80	24,20	
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	31,10	31,10	29,00	29,20	29,80	30,90	32,90	29,90	
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	29,60	29,40	28,00	28,30	28,70	29,90	31,70	28,80	
Peso del agua (Ww) (gr)	1,50	1,70	1,00	0,90	1,10	1,00	1,20	1,10	
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	4,80	5,30	3,80	3,50	4,00	4,10	4,90	4,60	
Contenido de humedad (W %)	31,25	32,08	26,32	25,71	27,50	24,39	24,49	23,91	
Promedio (W %)	31,66		26,02		25,95		24,20		
Número de golpes	5		24		29		40		
LÍMITE PLÁSTICO									
Número de muestra	1					2	3	4	5
Número de recipiente	A					B	C	D	E
Peso del recipiente (Wr) (gr)	10,70					6,10	6,10	6,20	6,10
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	11,70					7,60	7,70	7,50	7,20
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	11,50					7,30	7,40	7,20	7,00
Peso del agua (Ww) (gr)	0,20					0,30	0,30	0,30	0,20
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	0,80					1,20	1,30	1,00	0,90
Contenido de humedad (W %)	25,00					25,00	23,08	30,00	22,22
Promedio (W %)						25,06			
RESULTADOS									
LÍMITE LÍQUIDO (%)		LÍMITE PLÁSTICO (%)		ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)					
26,06		25,00		1,06					



LÍMITE LIQUIDO

Contenido de Humedad %



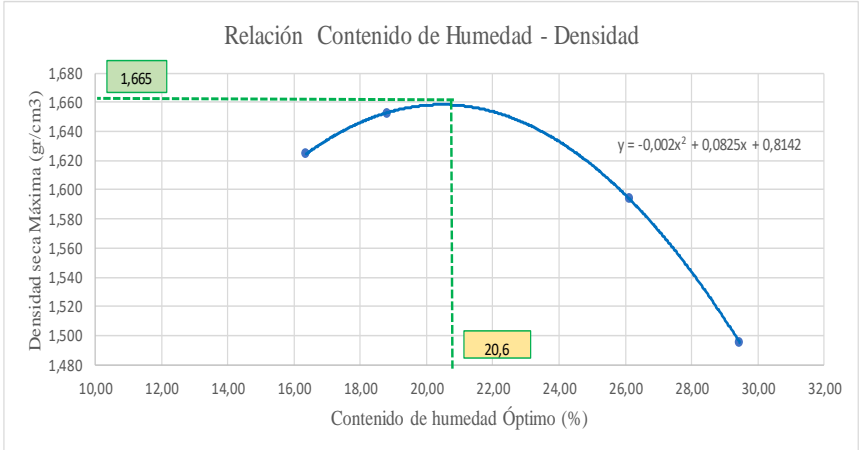
Número de Golpes

$y = -3,496\ln(x) + 37,309$



26,06

25

Anexo C-2: Proctor modificado tipo B

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE SUELO						
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"								
NORMA:	ASTM-D1557 / AASHTO T 180	MUESTRA:	Subrasante			MOLDE		
ABSCISA:	5+500	PROFUNDIDAD:	1 m			ALTURA:	12,5 cm	
		REALIZADO POR:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño			DIÁMETRO:	15 cm	
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO								
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS								
Número de golpes	56	Altura de caída:	18 in	Peso del molde:	12738	gr		
Número de capas	5	Peso del martillo:	10 lb	Volumen del molde:	2208,93	cm ³		
Peso inicial deseado (gr)	6000	6000	6000	6000	6000			
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Número de ensayo	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	16				
Peso molde + suelo humedo (gr)	16915	17075	17179	17013				
Peso suelo humedo (Wm) (gr)	4177	4337	4441	4275				
Peso unitario humedo (γm) (gr/cm ³)	1,891	1,963	2,010	1,935				
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6	7	8
Peso del recipiente (Wr) (gr)	32,70	30,00	32,70	30,00	32,50	30,80	31,90	32,20
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	170,30	175,00	170,30	172,20	187,00	173,20	236,00	246,90
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	152,20	153,30	145,20	153,30	155,00	143,70	189,60	198,00
Peso sólidos (Ws) (gr)	119,50	123,30	112,50	123,30	122,50	112,90	157,70	165,80
Peso del agua (Ww) (gr)	18,10	21,70	25,10	18,90	32,00	29,50	46,40	48,90
Contenido de humedad (W %) (gr/cm ³)	15,15	17,60	22,31	15,33	26,12	26,13	29,42	29,49
Cont. De humedad promedio (W %) (gr/cm ³)	16,37		18,82		26,13		29,46	
Peso volumétrico seco (γd) (gr/cm ³)	1,625		1,652		1,594		1,495	
RESULTADOS								
Contenido de humedad Óptimo (%)				Densidad seca Máxima (gr/cm ³)				
20,600				1,665				
<div style="text-align: center;"> Relación Contenido de Humedad - Densidad </div> 								

Anexo C-2: CBR

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE SUELO					
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"							
NORMA:	ASTM-D1883	MUESTRA:		Subrasante			
		REALIZADO POR:		Bryan Fabricio Chávez Pazmiño			
ABSCISA:	5+500	W ÓPTIMO:		20,6			
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)							
Molde	A		B		C		
Dimensiones	Diámetro:	15,40	Diámetro:	15,00	Diámetro:	15,20	
	Altura:	12,50	Altura:	12,40	Altura:	12,50	
PROCESO DE COMPACTACIÓN							
Número golpes	11		27		56		
Muestra húmeda + molde (gr)	13822,00		12635,00		11339,00		
Masa Molde (gr)	9342,00		8321,00		6891,00		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4480,00		4314,00		4448,00		
Volumen de lamuestra (cm ³)	2328,31		2191,26		2268,23		
Peso unitario humedo (γ_m) (gr/cm ³)	1,924		1,969		1,961		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	7,40	7,50	7,20	9,70	7,40	7,20	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	89,60	77,20	57,30	82,40	77,60	81,30	
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	74,30	64,20	48,50	69,10	64,80	67,70	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	66,90	56,70	41,30	59,40	57,40	60,50	
Masa del agua (Ww) (gr)	15,30	13,00	8,80	13,30	12,80	13,60	
Contenido de humedad (W %)	22,87	22,93	21,31	22,39	22,30	22,48	
Cont. De humedad promedio (W %)	22,90		21,85		22,39		
Peso volumétrico seco (γ_d) (gr/cm ³)	1,566		1,616		1,602		
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Muestra húmeda + molde (gr)	13765,00		12598,00		11302,00		
Masa Molde (gr)	9342,00		8321,00		6891,00		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4423,00		4277,00		4411,00		
Volumen de lamuestra (cm ³)	2328,31		2191,26		2268,23		
Peso unitario humedo (γ_m) (gr/cm ³)	1,900		1,952		1,945		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	7,90	9,80	10,00	9,90	7,30	7,90	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	80,60	69,40	100,40	105,80	79,30	84,30	
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	65,40	59,00	84,50	89,60	65,90	71,10	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	57,50	49,20	74,50	79,70	58,60	63,20	
Masa del agua (Ww) (gr)	15,20	10,40	15,90	16,20	13,40	13,20	
Contenido de humedad (W %)	26,43	21,14	21,34	20,33	22,87	20,89	
Cont. De humedad promedio (W %)	23,79		20,83		21,88		
Peso volumétrico seco (γ_d) (gr/cm ³)	1,535		1,615		1,596		





ANEXO C-3: MUESTRA N.º 3



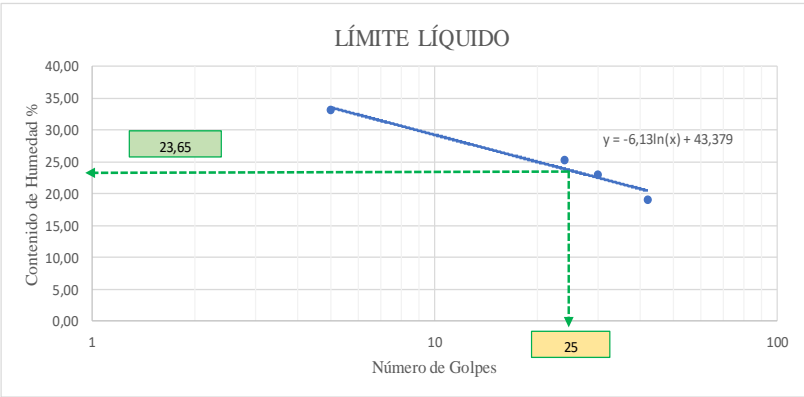
ABS: 6+500

- ✓ Análisis Granulométrico
- ✓ Límites de Atterberg
- ✓ Proctor modificado tipo B
- ✓ CBR



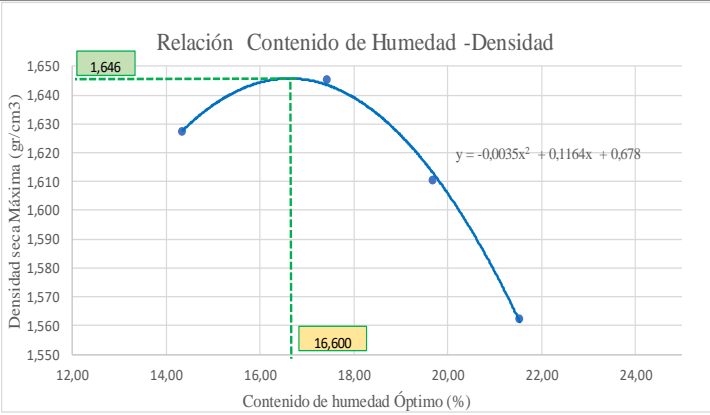
Anexo C-3: Análisis Granulométrico

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS				
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"						
NORMA:	AASHTO T 88-70 / ASTM D422-63		MUESTRA:	Subrasante		
ABSCISA:	6+500		PROFUNDIDAD:	1 m		
PESO MUESTRA:	1000 gr		REALIZADO POR:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño		
GRANULOMETRÍA						
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA	
3/8	9,5	8,6	8,6	0,86	99,14	
4	4,76	16,7	25,3	2,53	97,47	
8	2,36	24,50	49,80	4,98	95,02	
10	2	13,10	62,90	6,29	93,71	
16	1,18	45,30	108,20	10,82	89,18	
30	0,6	83,00	191,20	19,12	80,88	
40	0,425	60,00	251,20	25,12	74,88	
50	0,3	67,40	318,60	31,86	68,14	
60	0,25	36,90	355,50	35,55	64,45	
100	0,15	148,30	503,80	50,38	49,62	
200	0,075	276,50	780,30	78,03	21,97	
BANDEJA		219,70	1000,00	100,00		
RESULTADOS						
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			PORCENTAJE DE MATERIAL			
D10:	0,07	mm		GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
D30:	0,097	mm	SUCS:	2,53	75,50	21,97
D60:	0,22	mm	AASHTO:	2,53	75,50	21,97
Cu:			3,14			
Cc:			0,61			
<p>Curva de distribución granulométrica</p>						
AASHTO: A-2-4			SUCS: SM Arena limosa			



Anexo C-3: Límites de Atterberg

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaíhua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"								
NORMA:	AASHTO T 89 - 90/ ASTM D 4318			MUESTRA:	Subrasante			
ABSCISA:	6+500			PROFUNDIDAD:	1 m			
PESO MUESTRA:	1000 gr			REALIZADO POR:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño			
LÍMITE LÍQUIDO								
Número de muestra	1	2	3	4	8	6	7	8
Número de recipiente	A	B	C	D	E	F	G	H
Peso del recipiente (Wr) (gr)	11,30	11,70	11,20	10,90	11,10	11,50	11,10	11,40
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	17,20	18,70	15,30	15,70	14,90	15,20	14,10	14,00
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	15,70	17,00	14,50	14,70	14,20	14,50	13,60	13,60
Peso del agua (Ww) (gr)	1,50	1,70	0,80	1,00	0,70	0,70	0,50	0,40
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	4,40	5,30	3,30	3,80	3,10	3,00	2,50	2,20
Contenido de humedad (W %)	34,09	32,08	24,24	26,32	22,58	23,33	20,00	18,18
Promedio (W %)	33,08		25,28		22,96		19,09	
Número de golpes	5		24		30		42	
LÍMITE PLÁSTICO								
Número de muestra	1		2		3		5	
Número de recipiente	A		B		C		E	
Peso del recipiente (Wr) (gr)	10,60		10,60		10,70		10,90	
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	11,60		11,90		11,80		11,70	
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	11,40		11,65		11,60		11,55	
Peso del agua (Ww) (gr)	0,20		0,25		0,20		0,15	
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	0,80		1,05		0,90		0,65	
Contenido de humedad (W %)	25,00		23,81		22,22		23,08	
Promedio (W %)					23,58			
RESULTADOS								
LÍMITE LÍQUIDO (%)		LÍMITE PLÁSTICO (%)			ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)			
23,65		23,60			0,05			
								

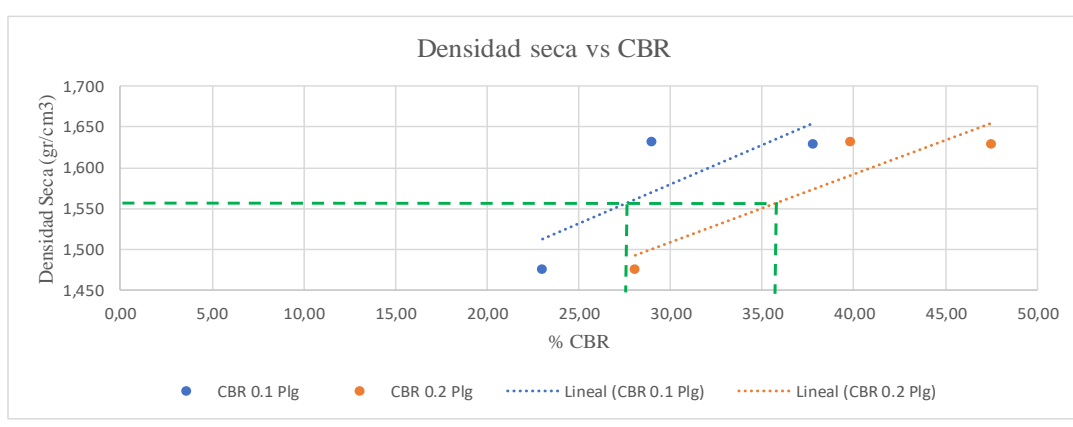
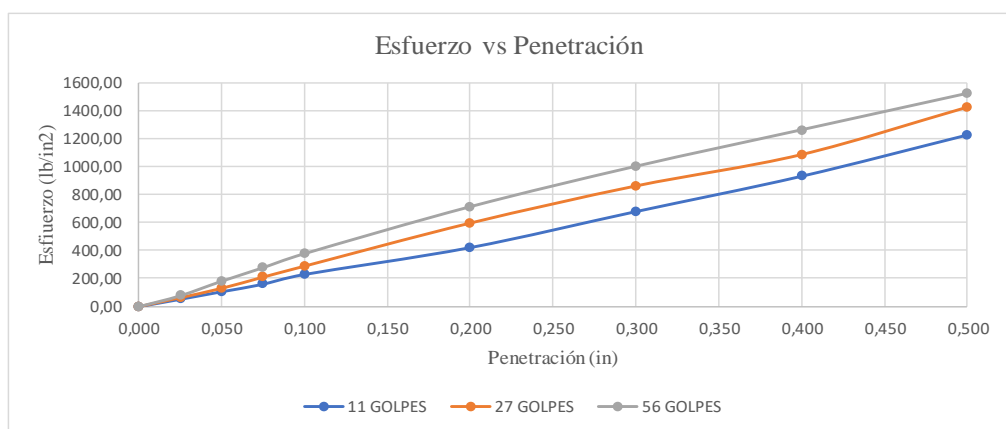
Anexo C-3: Proctor modificado tipo B

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE SUELO						
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Pícaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"								
NORMA:	ASTM-D1557 / AASHTO T 180	MUESTRA:	Subrasante			MOLDE		
ABSCISA:	6+500	PROFUNDIDAD:	1 m			ALTURA:	12,50 cm	
		REALIZADO POR:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño			DIÁMETRO:	15,00 cm	
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO								
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS								
Número de golpes	56	Altura de caída:	18 in	Peso del molde:	12738	gr		
Número de capas	5	Peso del martillo:	10 lb	Volumen del molde:	2208,93	cm ³		
Peso inicial deseado (gr)	6000		6000		6000	6000		
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Número de ensayo	1		2		3	4		
Humedad inicial añadida en %	0		3		6	9		
Peso molde + suelo húmedo (gr)	16849		17006		16996	16932		
Peso suelo húmedo (Wm) (gr)	4111,00		4268,00		4258,00	4194,00		
Peso unitario húmedo (γm) (gr/cm ³)	1,861		1,932		1,928	1,899		
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6	7	8
Peso del recipiente (Wr) (gr)	30,00	33,20	23,10	24,30	32,30	32,20	24,80	24,80
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	117,20	132,50	132,70	132,90	149,10	152,40	171,60	168,60
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	106,10	120,20	115,60	117,60	129,60	132,90	144,20	144,50
Peso sólidos (Ws) (gr)	76,10	87,00	92,50	93,30	97,30	100,70	119,40	119,70
Peso del agua (Ww) (gr)	11,10	12,30	17,10	15,30	19,50	19,50	27,40	24,10
Contenido de humedad (W %)	14,59	14,14	18,49	16,40	20,04	19,36	22,95	20,13
Cont. De humedad promedio (W %)	14,36		17,44		19,70		21,54	
Peso volumétrico seco (γd) (gr/cm ³)	1,627		1,645		1,610		1,562	
RESULTADOS								
Contenido de humedad Óptimo (%)				Densidad seca Máxima (gr/cm ³)				
16,600				1,646				
								

Anexo C-3: CBR

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE SUELO					
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"							
NORMA:	ASTM-D1883	MUESTRA:		Subrasante			
		REALIZADO POR:		Bryan Fabricio Chávez Pazmiño			
ABSCISA:	6+500	W ÓPTIMO:		16,60			
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)							
Molde	A		B		C		
Dimensiones	Diámetro:	15,40	Diámetro:	15,00	Diámetro:	15,20	
	Altura:	12,50	Altura:	12,40	Altura:	12,50	
PROCESO DE COMPACTACIÓN							
Número golpes	11		27		56		
Muestra húmeda + molde (gr)	13428,00		12572,00		11287,00		
Masa Molde (gr)	9342,00		8321,00		6891,00		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4086,00		4251,00		4396,00		
Volumen de lamuestra (cm3)	2328,31		2191,26		2268,23		
Peso unitario humedo (γ_m) (gr/cm3)	1,755		1,940		1,938		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	7,90	9,80	10,00	9,90	7,30	7,90	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	63,00	83,90	78,00	78,10	59,70	57,80	
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	54,30	72,00	67,50	67,00	51,40	49,80	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	46,40	62,20	57,50	57,10	44,10	41,90	
Masa del agua (Ww) (gr)	8,70	11,90	10,50	11,10	8,30	8,00	
Contenido de humedad (W %)	18,75	19,13	18,26	19,44	18,82	19,09	
Cont. De humedad promedio (W %)	18,94		18,85		18,96		
Peso volumétrico seco (γ_d) (gr/cm3)	1,475		1,632		1,629		
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Muestra húmeda + molde (gr)	13685,00		12676,00		11377,00		
Masa Molde (gr)	9342,00		8321,00		6891,00		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4343,00		4355,00		4486,00		
Volumen de lamuestra (cm3)	2328,31		2191,26		2268,23		
Peso unitario humedo (γ_m) (gr/cm3)	1,865		1,987		1,978		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	7,40	7,50	7,20	9,70	7,40	7,20	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	77,40	81,60	66,60	89,10	56,30	69,90	
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	62,90	67,90	55,80	74,60	47,90	59,00	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	55,50	60,40	48,60	64,90	40,50	51,80	
Masa del agua (Ww) (gr)	14,50	13,70	10,80	14,50	8,40	10,90	
Contenido de humedad (W %)	26,13	22,68	22,22	22,34	20,74	21,04	
Cont. De humedad promedio (W %)	24,40		22,28		20,89		
Peso volumétrico seco (γ_d) (gr/cm3)	1,499		1,625		1,636		

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in ²		Vel. Carga: 1,27 mm/min (0,05 in/min)			
Número de Molde	A		B		C	
Penetración (in)	Dial	Presión (lb/in ²)	Dial	Presión (lb/in ²)	Dial	Presión (lb/in ²)
0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,025	158,20	52,73	193,10	64,37	233,30	77,77
0,050	320,10	106,70	393,30	131,10	543,30	181,10
0,075	480,60	160,20	633,80	211,27	833,00	277,67
0,100	690,50	230,17	869,30	289,77	1133,30	377,77
0,200	1265,20	421,73	1793,00	597,67	2138,30	712,77
0,300	2035,60	678,53	2589,80	863,27	3003,20	1001,07
0,400	2792,00	930,67	3263,30	1087,77	3783,30	1261,10
0,500	3674,80	1224,93	4278,40	1426,13	4563,30	1521,10
CORRECCIÓN DE CBR						
Número de Molde	Presión (lb/in ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/in ²)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	230,17	23,02	1,475	421,73	28,12	1,475
B	289,77	28,98	1,632	597,67	39,84	1,632
C	377,77	37,78	1,629	712,77	47,52	1,629
Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)	1,646					
DSM	%CBR 0,1 in		%CBR 0,2 in		% CBR MAYOR	
95%	1,564	28,92	36,97	36,97	36,97	





ANEXO C-4: MUESTRA N.º 4

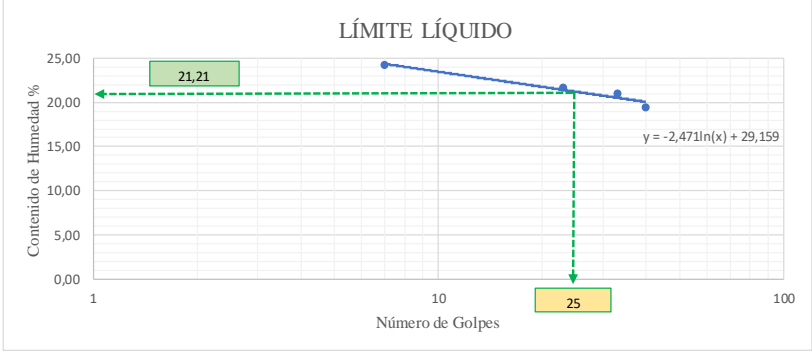
ABS: 7+500

- ✓ Análisis Granulométrico
- ✓ Límites de Atterberg
- ✓ Proctor modificado tipo B
- ✓ CBR

Anexo C-4: Límites de Atterberg

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Pícaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"								
NORMA:	AASHTO T 89 - 90/ ASTM D 4318		MUESTRA:	Subrasante				
ABSCISA:	7+500		PROFUNDIDAD:	1 m				
PESO MUESTRA:	1000 gr		REALIZADO POR:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño				
LÍMITE LÍQUIDO								
Número de muestra	1	2	3	4	8	6	7	8
Número de recipiente	A	B	C	D	E	F	G	H
Peso del recipiente (Wr) (gr)	24,80	24,10	26,80	24,20	24,70	25,80	24,20	24,80
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	29,59	30,24	29,62	27,94	27,84	28,71	28,23	28,24
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	28,65	29,05	29,10	27,30	27,30	28,20	27,55	27,70
Peso del agua (Ww) (gr)	0,94	1,19	0,52	0,64	0,54	0,51	0,68	0,54
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	3,85	4,95	2,30	3,10	2,60	2,40	3,35	2,90
Contenido de humedad (W %)	24,42	24,04	22,61	20,65	20,77	21,25	20,30	18,62
Promedio (W %)	24,23		21,63		21,01		19,46	
Número de golpes	7		23		33		40	
LÍMITE PLÁSTICO								
Número de muestra	1		2		3		5	
Número de recipiente	A		B		C		E	
Peso del recipiente (Wr) (gr)	10,66		10,76		10,63		10,60	
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	11,52		11,81		12,09		11,85	
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	11,37		11,63		11,84		11,64	
Peso del agua (Ww) (gr)	0,15		0,18		0,25		0,21	
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	0,71		0,87		1,21		1,04	
Contenido de humedad (W %)	21,13		20,69		20,66		20,19	
Promedio (W %)					20,74			
RESULTADOS								
LÍMITE LÍQUIDO (%)		LÍMITE PLÁSTICO (%)		ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)				
21,21		20,71		0,49				

LÍMITE LÍQUIDO



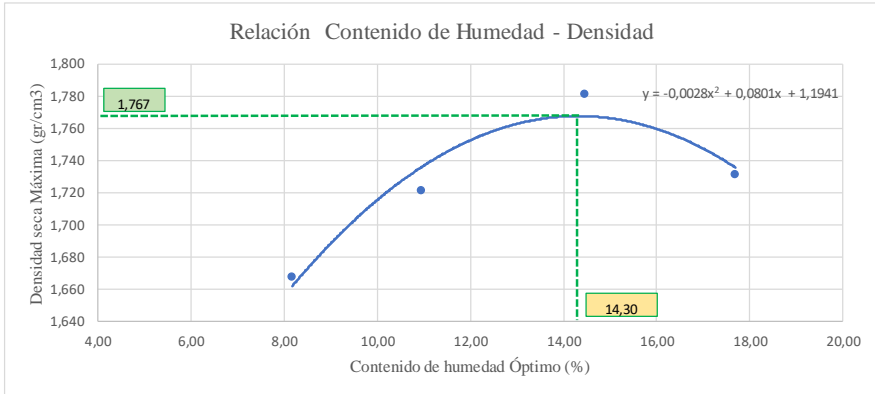


Contenido de Humedad %



Número de Golpes

$y = -2,471\ln(x) + 29,159$

Anexo C-4: Proctor Modificado tipo B

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE SUELO						
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"								
NORMA:	ASTM-D1557 / AASHTO T 180	MUESTRA:	Subrasante		MOLDE			
ABSCISA:	7+500	PROFUNDIDAD:	1 m		ALTURA:	12,50	cm	
		REALIZADO POR:	Bryan Fabricio Chávez Pazmiño		DIÁMETRO:	15,00	cm	
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO								
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS								
Número de golpes	56	Altura de caída:	18 in		Peso del molde:	12738	gr	
Número de capas	5	Peso del martillo:	10 lb		Volumen del molde:	2208,93	cm ³	
Peso inicial deseado (gr)	6000		6000		6000	6000		
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Número de ensayo	1		2		3		4	
Humedad inicial añadida en %	0		3		6		9	
Peso molde + suelo húmedo (gr)	16723		16957		17241		17238	
Peso suelo húmedo (Wm) (gr)	3985,00		4219,00		4503,00		4500,00	
Peso unitario húmedo (γ _m) (gr/cm ³)	1,804		1,910		2,039		2,037	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6	7	8
Peso del recipiente (W _r) (gr)	30,80	30,80	32,80	32,40	33,20	31,80	30,20	32,60
Peso húmedo + recipiente (W _m +W _r) (gr)	197,60	192,40	158,00	161,30	163,30	164,40	182,00	168,60
Peso seco + recipiente (W _s +W _r) (gr)	185,30	179,90	146,40	147,80	147,00	147,50	158,80	148,50
Peso sólidos (W _s) (gr)	154,50	149,10	113,60	115,40	113,80	115,70	128,60	115,90
Peso del agua (W _w) (gr)	12,30	12,50	11,60	13,50	16,30	16,90	23,20	20,10
Contenido de humedad (W %)	7,96	8,38	10,21	11,70	14,32	14,61	18,04	17,34
Cont. De humedad promedio (W %)	8,17		10,95		14,47		17,69	
Peso volumétrico seco (γ _d) (gr/cm ³)	1,668		1,721		1,781		1,731	
RESULTADOS								
Contenido de humedad Óptimo (%)				Densidad seca Máxima (gr/cm ³)				
14,300				1,767				
								

Anexo C-4: CBR

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE SUELO					
PROYECTO: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua"							
NORMA:	ASTM-D1883	MUESTRA:		Subrasante			
ABSCISA:	7+500	REALIZADO POR:		Bryan Fabricio Chávez Pazmiño			
		W ÓPTIMO:		14,30			
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)							
Molde	A		B		C		
Dimensiones	Diámetro:	15,40	Diámetro:	15,00	Diámetro:	15,20	
	Altura:	12,50	Altura:	12,40	Altura:	12,50	
PROCESO DE COMPACTACIÓN							
Número golpes	11		27		56		
Muestra húmeda + molde (gr)	13614,00		12652,00		11399,00		
Masa Molde (gr)	9342,00		8321,00		6891,00		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4272,00		4331,00		4508,00		
Volumen de lamuestra (cm3)	2328,31		2191,26		2268,23		
Peso unitario humedo (γ_m) (gr/cm3)	1,835		1,976		1,987		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	7,90	9,80	10,00	9,90	7,30	7,90	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	62,10	71,90	76,00	76,80	70,30	65,60	
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	54,50	62,90	65,90	67,00	61,10	57,30	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	46,60	53,10	55,90	57,10	53,80	49,40	
Masa del agua (Ww) (gr)	7,60	9,00	10,10	9,80	9,20	8,30	
Contenido de humedad (W %)	16,31	16,95	18,07	17,16	17,10	16,80	
Cont. De humedad promedio (W %)	16,63		17,62		16,95		
Peso volumétrico seco (γ_d) (gr/cm3)	1,573		1,680		1,699		
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Muestra húmeda + molde (gr)	13806,00		12644,00		11460,00		
Masa Molde (gr)	9342,00		8321,00		6891,00		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4464,00		4323,00		4569,00		
Volumen de lamuestra (cm3)	2328,31		2191,26		2268,23		
Peso unitario humedo (γ_m) (gr/cm3)	1,917		1,973		2,014		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	7,90	9,80	10,00	9,90	7,30	7,90	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	68,20	83,30	82,30	81,60	65,70	60,70	
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	56,80	70,50	69,60	69,00	56,10	51,40	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	48,90	60,70	59,60	59,10	48,80	43,50	
Masa del agua (Ww) (gr)	11,40	12,80	12,70	12,60	9,60	9,30	
Contenido de humedad (W %)	23,31	21,09	21,31	21,32	19,67	21,38	
Cont. De humedad promedio (W %)	22,20		21,31		20,53		
Peso volumétrico seco (γ_d) (gr/cm3)	1,569		1,626		1,671		

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in ²		Vel. Carga: 1,27 mm/min (0,05 in/min)			
Número de Molde	A		B		C	
Penetración (in)	Dial	Presión (lb/in ²)	Dial	Presión (lb/in ²)	Dial	Presión (lb/in ²)
0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,025	148,50	49,50	245,40	81,80	323,20	107,73
0,050	268,90	89,63	452,20	150,73	690,50	230,17
0,075	378,30	126,10	614,80	204,93	933,60	311,20
0,100	506,30	168,77	751,30	250,43	1178,50	392,83
0,200	883,90	294,63	1450,00	483,33	1978,30	659,43
0,300	1199,30	399,77	1954,30	651,43	2533,90	844,63
0,400	1476,50	492,17	2414,60	804,87	3032,30	1010,77
0,500	1718,60	572,87	2687,00	895,67	3673,50	1224,50
CORRECCIÓN DE CBR						
Número de Molde	Presión (lb/in ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/in ²)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	168,77	16,88	1,573	294,63	19,64	1,573
B	250,43	25,04	1,680	483,33	32,22	1,680
C	392,83	39,28	1,699	659,43	43,96	1,699
Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)	1,767					
DSM	%CBR 0,1 in		%CBR 0,2 in		% CBR MAYOR	
95%	1,679	31,02	36,56	36,56		

Esfuerzo vs Penetración

Penetración (in)	11 GOLPES (lb/in ²)	27 GOLPES (lb/in ²)	56 GOLPES (lb/in ²)
0,000	0,00	0,00	0,00
0,025	148,50	49,50	168,77
0,050	268,90	89,63	294,63
0,075	378,30	126,10	414,80
0,100	506,30	168,77	535,00
0,200	883,90	294,63	850,00
0,300	1199,30	399,77	1165,00
0,400	1476,50	492,17	1480,00
0,500	1718,60	572,87	1795,00

Densidad Seca vs CBR

% CBR	Densidad Seca (gr/cm ³) - CBR 0.1 Plg	Densidad Seca (gr/cm ³) - CBR 0.2 Plg
16,88	1,573	-
25,04	1,680	-
31,02	-	1,680
32,22	-	1,699
39,28	1,699	-
43,96	-	1,700

ANEXO D:

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

Anexo D-1: APU del Rubro 1

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO :		REPLANTEO Y NIVELACIÓN DE LA VÍA			UNIDAD : Km
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
EQUIPO TOPOGRÁFICO	1,00	10,00	10,00	13,33	142,86
HERRAMIENTA MENOR (5%M.O)					10,55
SUBTOTAL M					153,41
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2 (EOE2)	2,00	3,83	7,66	13,33	102,13
TOPÓGRAFO (EN CONSTRUCCIÓN ESTR. OC. C1)	1,00	4,29	4,29	13,33	57,20
ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2 (EOD2)	1,00	3,87	3,87	13,33	51,60
SUBTOTAL N					210,93
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
ESTACAS DE MADERA	U	50,00	0,35	17,50	
CLAVOS DE ACERO	KG	1,00	1,90	1,90	
TESTIGOS PARA TOPOGRAFÍA L=1.00M	U	50,00	0,65	32,50	
PINTURA ESMALTE VARIOS COLORES	GLN	0,80	13,00	10,40	
SUBTOTAL O				62,30	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
				0	
SUBTOTAL P				0	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					426,64
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%					85,33
OTROS INDIRECTOS 0.00%					0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					511,97
VALOR OFERTADO					511,97

Anexo D-2: APU del Rubro 2

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO :	REMOCIÓN DE PAVIMENTO ASFÁLTICO EXISTENTE				UNIDAD : m2
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5%M.O)					0,02
CORTADORA DE PISO	1,00	4,00	4,00	0,02	0,08
RETROEXCAVADORA	1,00	15,00	15,00	0,02	0,3
VOLQUETA	1,00	15,00	15,00	0,02	0,3
SUBTOTAL M					0,70
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2 (EOE2)	3,00	3,83	11,49	0,02	0,23
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1	1,00	4,29	4,29	0,02	0,09
ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2 (EOD2)	1,00	3,87	3,87	0,02	0,08
SUBTOTAL N					0,39
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O				0,00	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P				0	
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				1,09
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%				0,22
	OTROS INDIRECTOS 0.00%				0,00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				1,31
	VALOR OFERTADO				1,31

Anexo D-3: APU del Rubro 3

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO :	REMOCIÓN Y TRANSPORTE DE PIEDRA EXISTENTE.				UNIDAD : m2
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5%M.O)					0,01
RETROEXCAVADORA	1,00	15,00	15,00	0,01	0,15
VOLQUETA	1,00	15,00	15,00	0,01	0,15
SUBTOTAL M					0,31
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2 (EOE2)	2,00	3,83	7,66	0,01	0,08
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1	1,00	4,29	4,29	0,01	0,04
ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2 (EOD2)	1,00	3,87	3,87	0,01	0,04
SUBTOTAL N					0,16
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O				0,00	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P				0	
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				0,47
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%				0,09
	OTROS INDIRECTOS 0.00%				0,00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				0,56
	VALOR OFERTADO				0,56

Anexo D-4: APU del Rubro 4

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO :	MEJORAMIENTO DE LA BASE CON CLASE 2				UNIDAD : m3
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5%M.O)					0,01
MOTONIVELADORA	1,00	40,00	40,00	0,01	0,4
RODILLO LISO	1,00	30,00	30,00	0,01	0,3
TANQUERO	1,00	20,00	20,00	0,01	0,2
SUBTOTAL M					0,91
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2 (EOC2)	1,00	3,86	3,86	0,01	0,04
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1 (EOC1)	1,00	4,00	4,00	0,01	0,04
ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2 (EOD2)	1,00	3,66	3,66	0,01	0,04
ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2 (EOE2)	2,00	3,62	7,24	0,01	0,07
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1 (EOC1)	0,10	4,06	0,41	0,01	0,00
SUBTOTAL N					0,19
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
BASE CLASE 2	m3	1,00	12,00	12,00	
AGUA	m3	0,30	0,85	0,26	
SUBTOTAL O				12,26	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P				0	
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				13,36
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%				2,67
	OTROS INDIRECTOS 0.00%				0,00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				16,03
	VALOR OFERTADO				16,03

Anexo D-5: APU del Rubro 5

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO :	SUB-BASE CLASE 2				UNIDAD : m3
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5%M.O)					0,01
MOTONIVELADORA	1,00	40,00	40,00	0,01	0,4
RODILLO LISO	1,00	30,00	30,00	0,01	0,3
TANQUERO	1,00	20,00	20,00	0,01	0,2
SUBTOTAL M					0,91
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2 (EOC2)	1,00	4,09	4,09	0,01	0,04
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1 (EOC1)	2,00	4,29	8,58	0,01	0,09
ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2 (EOD2)	1,00	3,87	3,87	0,01	0,04
ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2 (EOE2)	2,00	3,83	7,66	0,01	0,08
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1 (Tanquero)	1,00	3,62	3,62	0,01	0,04
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1 (EOC1)	0,10	4,29	0,43	0,01	0,00
SUBTOTAL N					0,28
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUB-BASE CLASE 2	m3	1,25	9,80	12,25	
AGUA	m3	0,30	0,85	0,26	
SUBTOTAL O				12,51	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P				0	
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				13,70
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%				2,74
	OTROS INDIRECTOS 0.00%				0,00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				16,44
	VALOR OFERTADO				16,44

Anexo D-6: APU del Rubro 6

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO :	HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA INC. RIEGO DE IMPRIMACIÓN E= 5cm				UNIDAD : m2
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5%M.O)					0,01
RODILLO AUTOPROPULSADO - NEUMÁTICO	1,00	30,00	30,00	0,0024	0,07
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO - CAMIÓN IMPRIMA	1,00	35,00	35,00	0,0024	0,08
BARREDORA AUTOPROPULSADA	1,00	22,00	22,00	0,0024	0,05
RODILLO AUTOPROPULSADO - ESTÁTICO	1,00	30	30,00	0,0024	0,07
VOLQUETA	4,00	25	100,00	0,0024	0,24
CARGADORA FRONTAL	1,00	35	35,00	0,0024	0,08
PLANTA ASFALTICA	1,00	120	120,00	0,0024	0,28
ACABADORA DE PAVIMENTO ASFÁLTICO - FINISHER	1,00	75	75,00	0,0024	0,18
SUBTOTAL M					1,06
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2 (EOC2)	5,00	4,09	20,45	0,0024	0,05
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1 (EOC1)	6,00	4,29	25,74	0,0024	0,06
ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2 (EOD2)	2,00	3,87	7,74	0,0024	0,02
ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2 (EOE2)	8,00	3,83	30,64	0,0024	0,07
SUBTOTAL N					0,20
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
AGREGADOS TRITURADOS PARA CARPETA ASFÁLTICA	m3	0,04	14,00	0,56	
DIESEL	GALON	0,58	1,90	1,10	
ASFALTO RC 250 PARA IMPRIMACIÓN (INCLUYE TRANSPORTE)	GALON	0,18	1,45	0,26	
ASFALTO AC20 (INCLUYE TRANSPORTE)	Kg	8,00	0,38	3,04	
ARENA PARA ASFALTO	m3	0,03	10,00	0,30	
SUBTOTAL O				5,26	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P				0	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6,52
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%					1,30
OTROS INDIRECTOS 0.00%					0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7,83
VALOR OFERTADO					7,83

Anexo D-7: APU del Rubro 7

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO :	HORMIGÓN / CEMENTO PORTLAND F'C=180 PARA CUNETAS Y BORDILLOS				UNIDAD : m3
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5%M.O)					1,64
VIBRADOR MANGUERA	1,00	3,90	3,90	0,8889	3,47
SUBTOTAL M					5,11
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2	2,00	4,09	8,18	0,8889	7,27
ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2 (EOC1)	4,00	4,29	17,16	0,8889	15,25
ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2 (EOD2)	2,00	3,87	7,74	0,8889	6,88
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1 (EOC1)	1,00	3,83	3,83	0,8889	3,40
SUBTOTAL N					32,81
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
HORMIGÓN PREMESCLADO F'C = 180 KG/CM2 INC. TRANSPORTE	m3	1,00	128,15	128,15	
ENCOFRADO	UNIDAD	1,00	12,00	12,00	
CURADOR DE HORMIGON	Kg	0,25	4,89	1,22	
AGUA	m3	0,010	2,30	0,02	
SUBTOTAL O				141,40	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P				0	
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				179,31
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%				35,86
	OTROS INDIRECTOS 0.00%				0,00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				215,17
	VALOR OFERTADO				215,17









Anexo D-8: Cronograma

Rubro	Cantidad	Precio unitario	Precio total	TIEMPO EN (Semanas "S" /Meses "M")															
				M1				M2				M3				M4			
				S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
REPLANTEO Y NIVELACIÓN DE LA VÍA	1,00	511,97	\$ 511,97	1,00															
				511,97															
REMOCIÓN DE PAVIMENTO ASFÁLTICO EXISTENTE	36000,00	1,31	\$ 47.202,48	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00					
				3933,54	3933,54	3933,54	3933,54	3933,54	3933,54	3933,54	3933,54	3933,54	3933,54	3933,54	3933,54				
REMOCIÓN Y TRANSPORTE DE PIEDRA EXISTENTE.	36000,00	0,56	\$ 20.135,95							6000,00	6000,00	6000,00	6000,00	6000,00	6000,00				
										3355,99	3355,99	3355,99	3355,99	3355,99	3355,99				
MEJORAMIENTO DE LA BASE CON CLASE 2	7200,00	16,03	\$ 115.397,94													3600,00	3600,00		
																	57698,97	57698,97	
SUB-BASE CLASE 2	9000,00	16,44	\$147.977,44																
																	4500,00	4500,00	
HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA INC. RIEGO DE IMPRIMACIÓN E= 5cm	36000,00	7,83	\$281.823,94																
																			18000,00
HORMIGÓN / CEMENTO PORTLAND F' C=180 PARA CUNETAS	77,58	215,17	\$ 16.692,11																
																			8346,05
Inversión mensual			\$629.741,83	4445,51	3933,54	3933,54	3933,54	3933,54	3933,54	7289,53	7289,53	7289,53	7289,53	7289,53	7289,53	131687,69	131687,69	149258,02	149258,02
Avance parcial en %				0,71%	0,62%	0,62%	0,62%	0,62%	0,62%	1,16%	1,16%	1,16%	1,16%	1,16%	1,16%	20,91%	20,91%	23,70%	23,70%
Inversión acumulada				4445,51	8379,05	12312,59	16246,13	20179,67	24113,21	31402,74	38692,27	45981,80	53271,34	60560,87	67850,40	199538,09	331225,78	480483,80	629741,83
Avance acumulado en %				0,71%	1,33%	1,96%	2,58%	3,20%	3,83%	4,99%	6,14%	7,30%	8,46%	9,62%	10,77%	31,69%	52,60%	76,30%	100,00%

ANEXO E:

REGISTRO FOTOGRÁFICO

Anexo E-1: Fotografías en campo

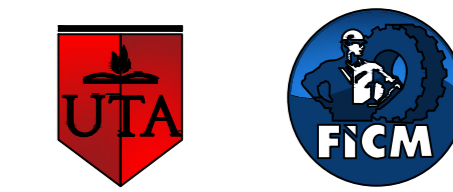
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL FALLAS ECONTRADAS Y SUS INTERVENCIONES 	
PROYECTO: “Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua”	
FOTOGRAFÍA 1: Levantamiento Topográfico	FOTOGRAFÍA 2: Conteo Vehicular
	
FOTOGRAFÍA 3: Abscisado de la vía	FOTOGRAFÍA 4: Ensayo PCI
	
FOTOGRAFÍA 5: Ensayo Viga Benkelman	FOTOGRAFÍA 6: Realización de Calicatas
	

Anexo E-2: Fotografías en laboratorio

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL FALLAS ECONTRADAS Y SUS INTERVENCIONES 	
PROYECTO: “Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Picaihua abs 4+500 – 9+000 de la provincia de Tungurahua”	
FOTOGRAFÍA 1: Ensayo de Análisis granulométrico	FOTOGRAFÍA 2: Ensayo de Límite Líquido
	
FOTOGRAFÍA 3: Ensayo de Límite Plástico	FOTOGRAFÍA 4: Ensayo de Proctor Modificado Tipo B
	
FOTOGRAFÍA 5: Ensayo de CBR	FOTOGRAFÍA 6: Materiales para ensayo CBR
	

ANEXO F:

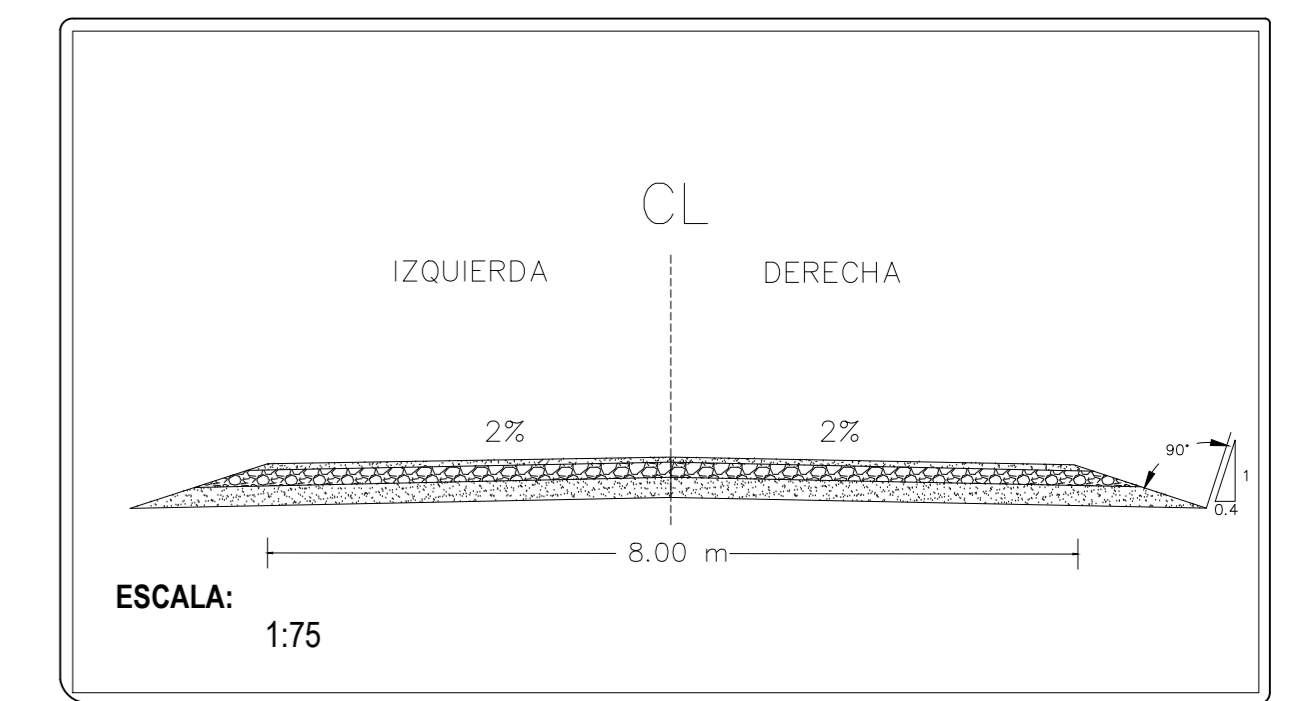
PLANOS



TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA SALASAKA - PICAIIHUA ABS 4+500 - 9+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

SECCIÓN TÍPICA



COORDENADAS:

ABS Inicial: 4+500
NORTE: 9858042 ; ESTE: 770694
ABS Final: 9+000
NORTE: 9858742; ESTE: 769024

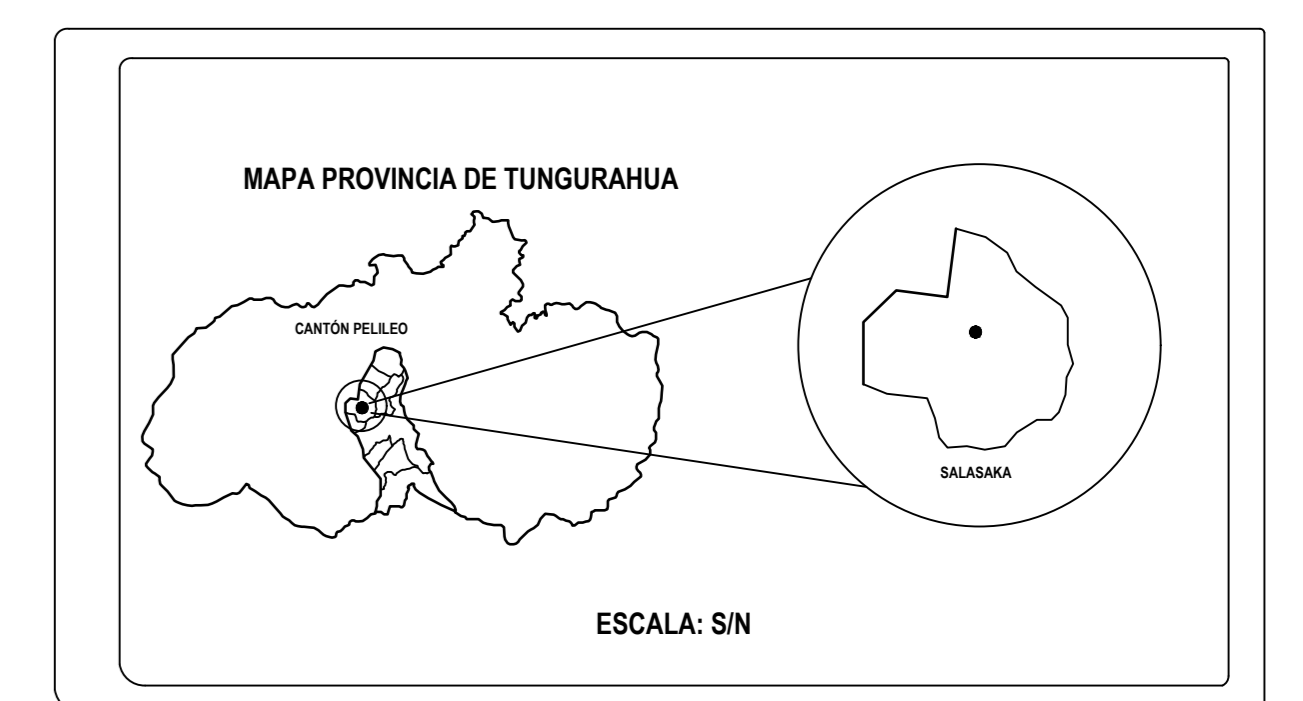
CONTENIDO

- ABCISADO DE LA VÍA SALASAKA- PICAIIHUA EN EL TRAMO 4+500 - 9+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
- CALICATAS REALIZADAS PARA EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
- UNIDADES DE PRUEBA PARA ENSAYOS PCI
- ENSAYO VIGA BENKELMAN

PROVINCIA: TUNGURAHUA ESCALA: 1:1000 FECHA: JULIO 2023

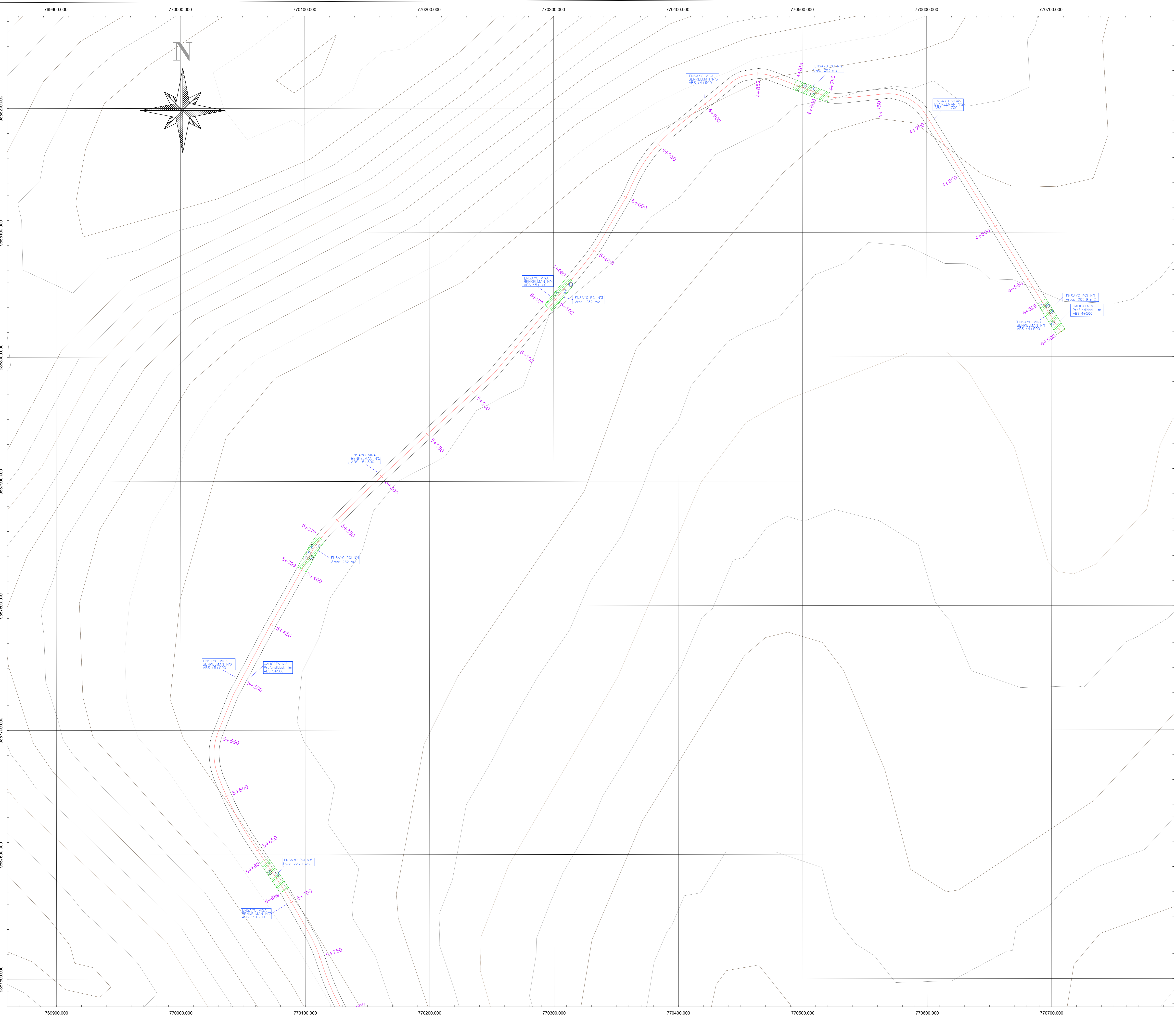
ELABORADO POR: BRYAN CHÁVEZ DOCENTE TUTOR: ING. DIEGO CHÉRREZ

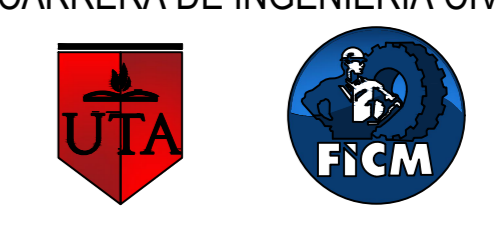
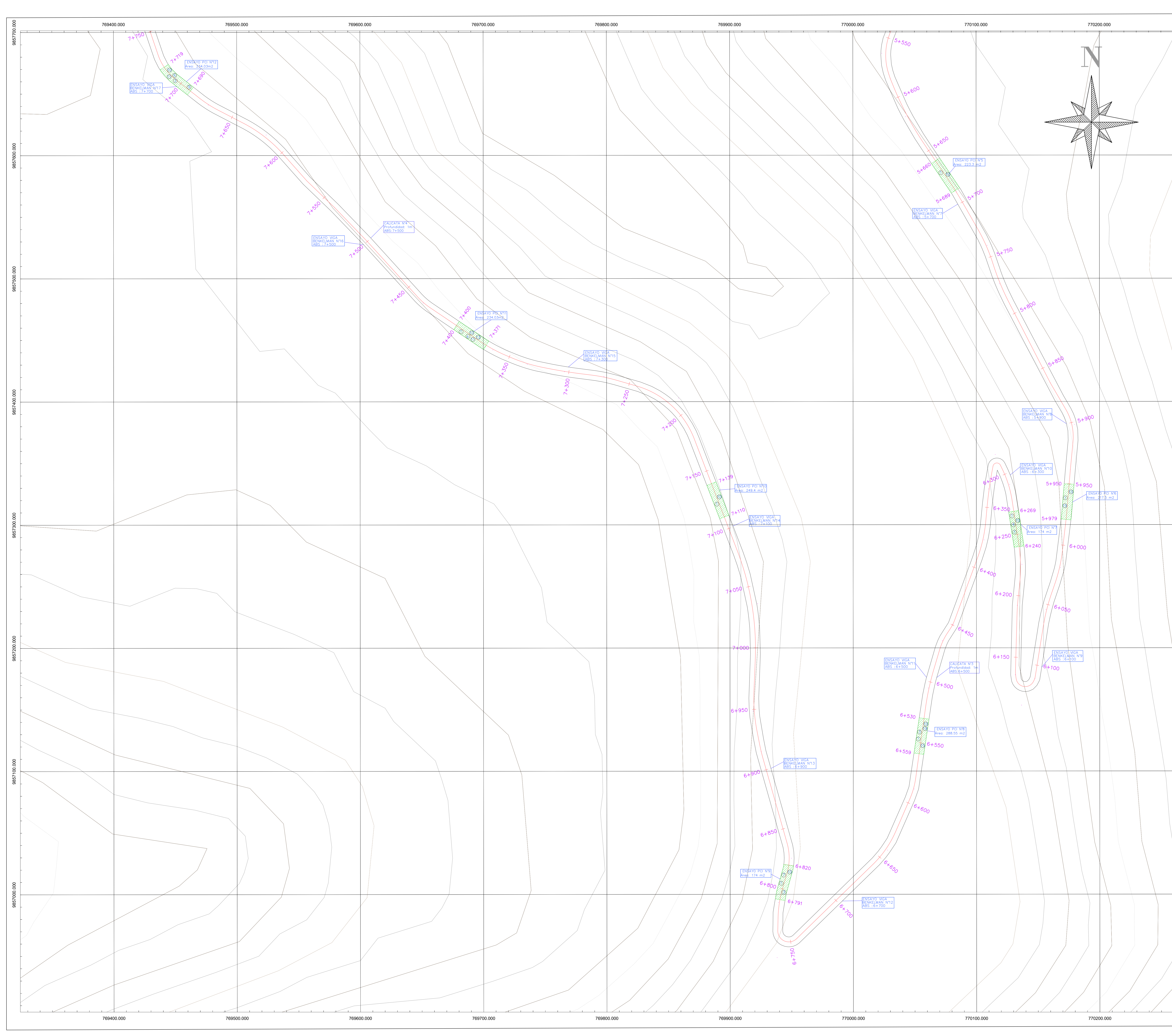
UBICACIÓN



FALLAS

NÚMERO	FALLA
1	Piel de cocodrilo
2	Exudación
3	Agrietamiento en Bloque
4	Bombeo y hundimientos
5	Corrugación
6	Depresiones
7	Agrietamiento de Borde
8	Agrietamiento reflejo de juntas
9	Caída Externa de Via/ Hombrera
10	Agrietamiento longitudinal y transversal
11	Parqueo y acometida de servicio público
12	Pulimiento de agregados
13	Huecos
14	Cruce de Ferrocarril
15	Ruteo
16	Empellones
17	Agrietamiento de media luna
18	Protuberancia
19	Intemperismo

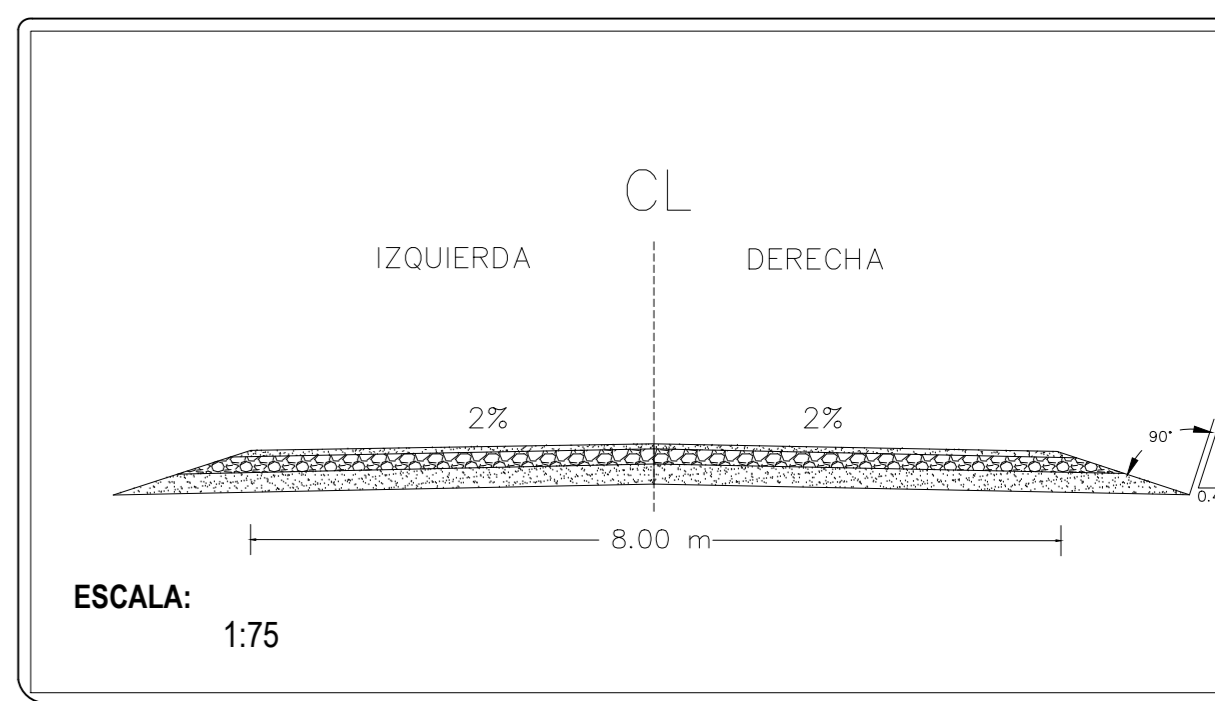




TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA SALASAKA - PICAIHUA ABS 4+500 - 9+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

SECCIÓN TÍPICA



COORDENADAS:
 ABS Inicial: 4+500
 NORTE: 9858042 ; ESTE: 770694
 ABS Final: 9+000
 NORTE: 9858742; ESTE: 769024

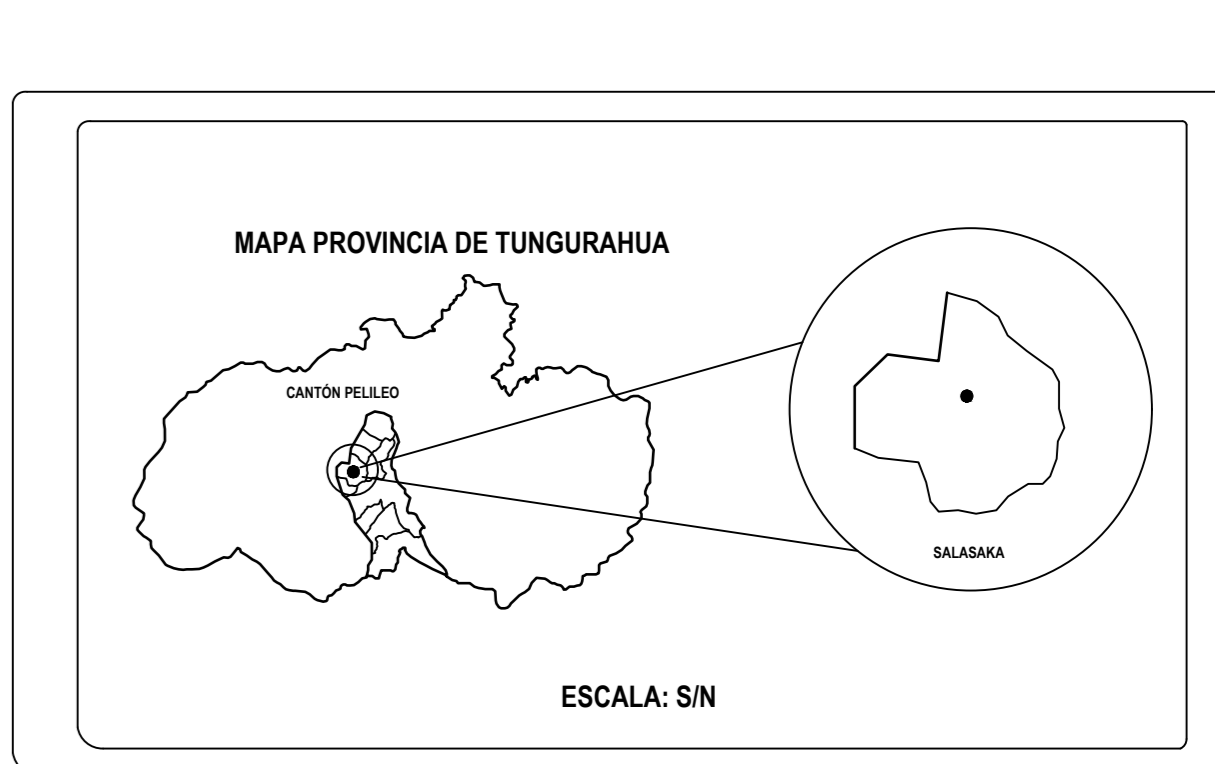
CONTENIDO

- ABCISADO DE LA VÍA SALASAKA- PICAIHUA EN EL TRAMO 4+500 - 9+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
- CALICATAS REALIZADAS PARA EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
- UNIDADES DE PRUEBA PARA ENSAYOS PCI
- ENSAYO VIGA BENKELMAN

PROVINCIA: TUNGURAHUA ESCALA: 1:1000 FECHA: JULIO 2023

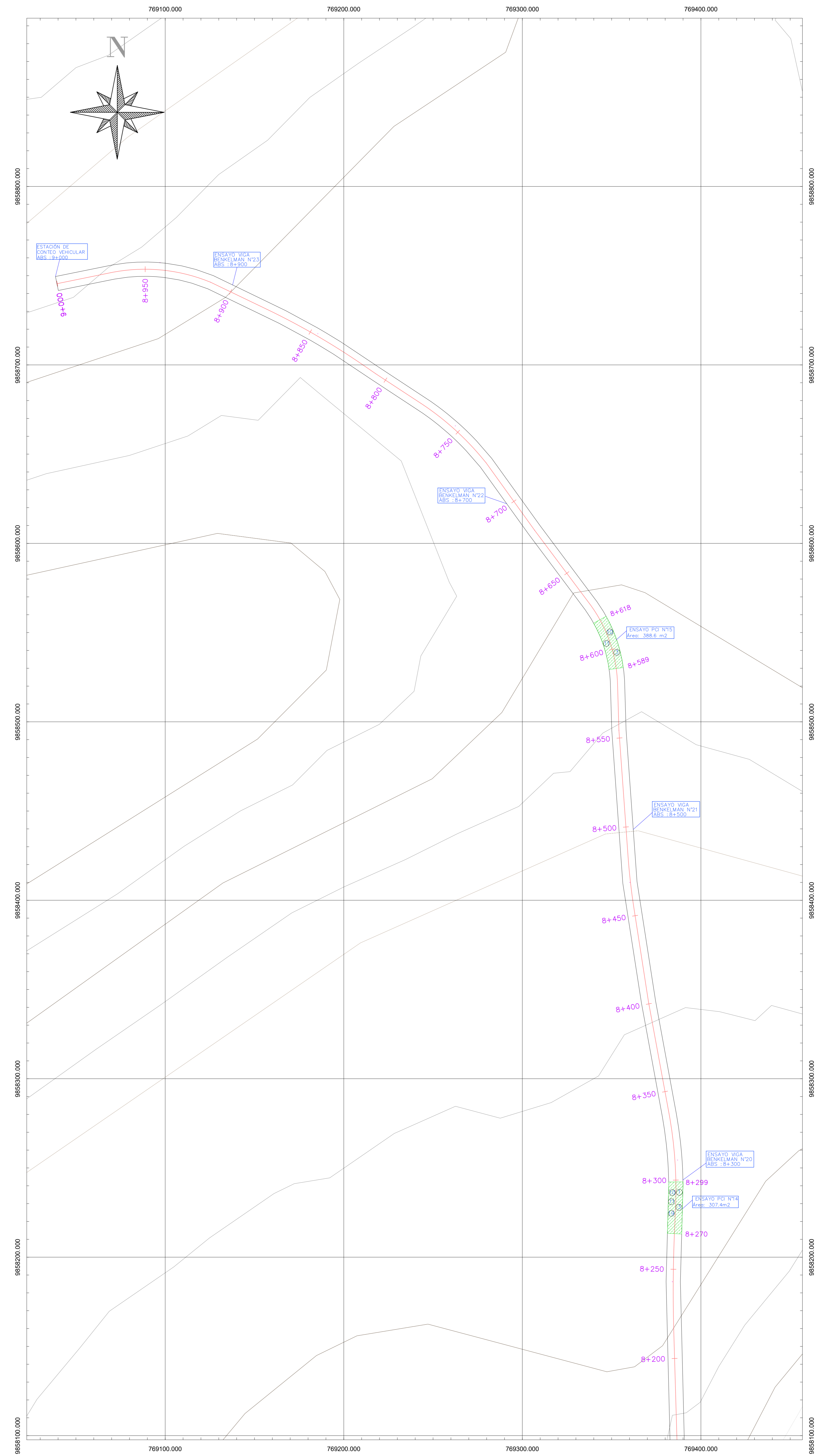
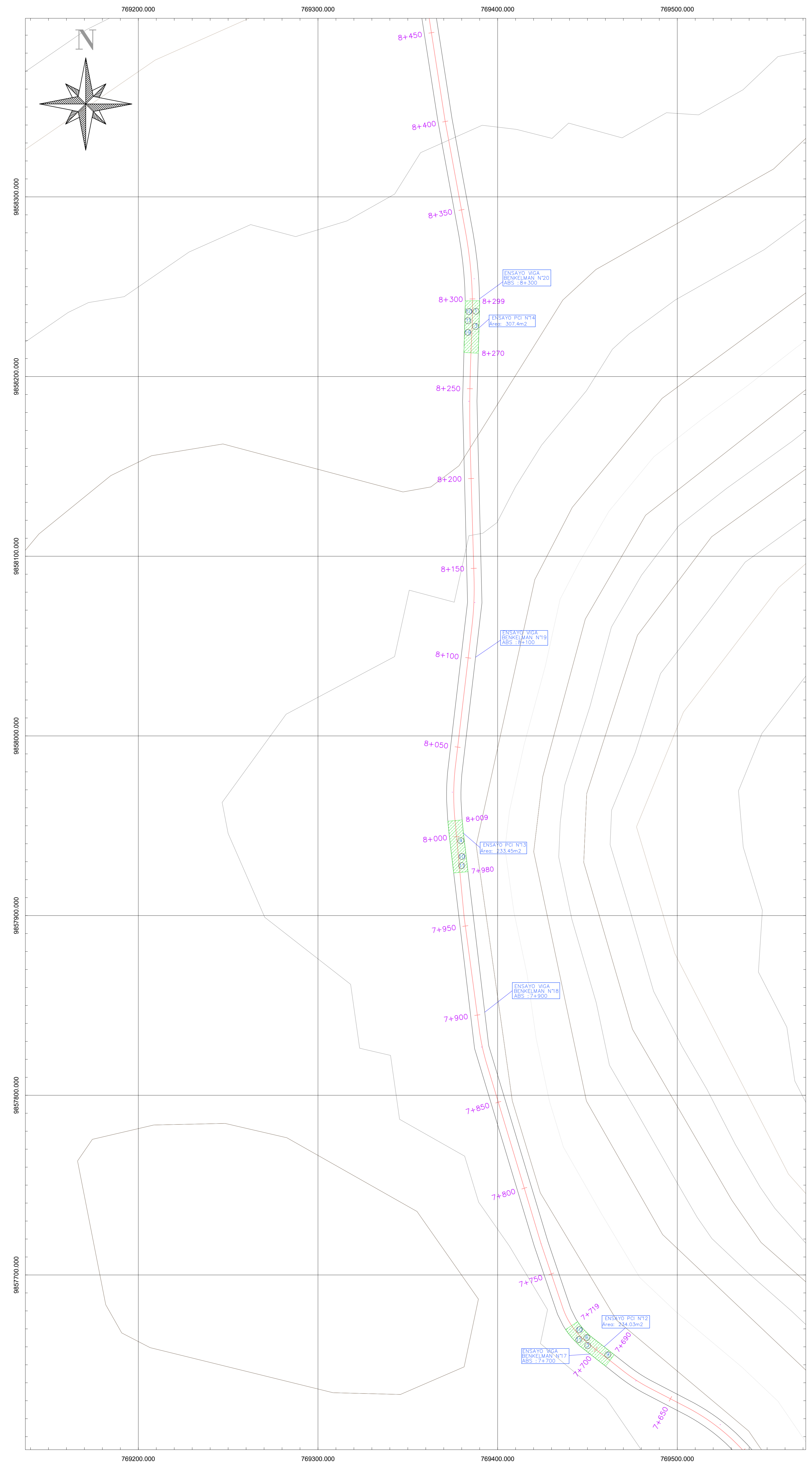
ELABORADO POR: BRYAN CHÁVEZ DOCENTE TUTOR: ING. DIEGO CHÉRREZ

UBICACIÓN



FALLAS

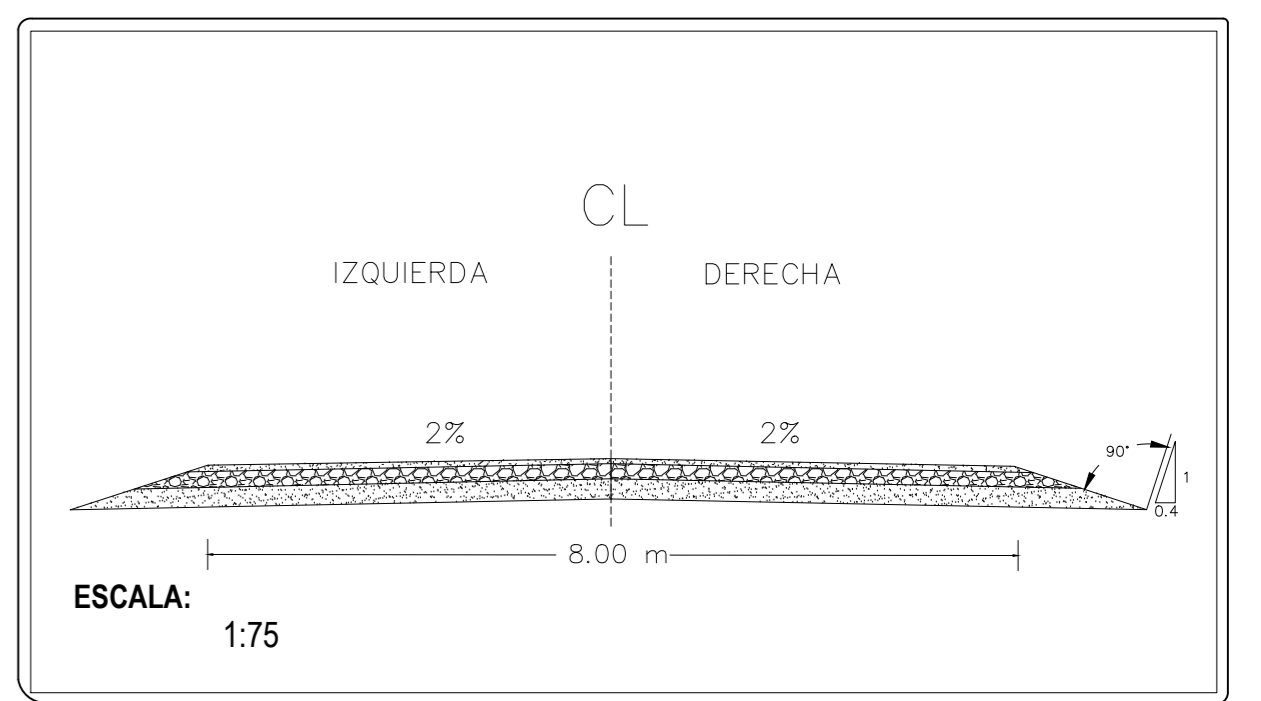
NÚMERO	FALLA
1	Piel de cocodrilo
2	Exudación
3	Agrietamiento en Bloque
4	Bombeo y hundimientos
5	Corrugación
6	Depresiones
7	Agrietamiento de Borde
8	Agrietamiento reflejo de juntas
9	Cáida Externa de Vía/ Hombreira
10	Agrietamiento longitudinal y transversal
11	Parqueo y acometida de servicio público
12	Pulimiento de agregados
13	Huecos
14	Cruce de Ferrocarril
15	Ruteo
16	Empellones
17	Agrietamiento de media luna
18	Protuberancia
19	Intemperismo



TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA SALASAKA - PICAIHUA ABS 4+500 - 9+ 000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

SECCIÓN TÍPICA



COORDENADAS:
 ABS Inicial: 4+500
 NORTE: 9858042 ; ESTE: 770694
 ABS Final: 9+000
 NORTE: 9858742; ESTE: 769024

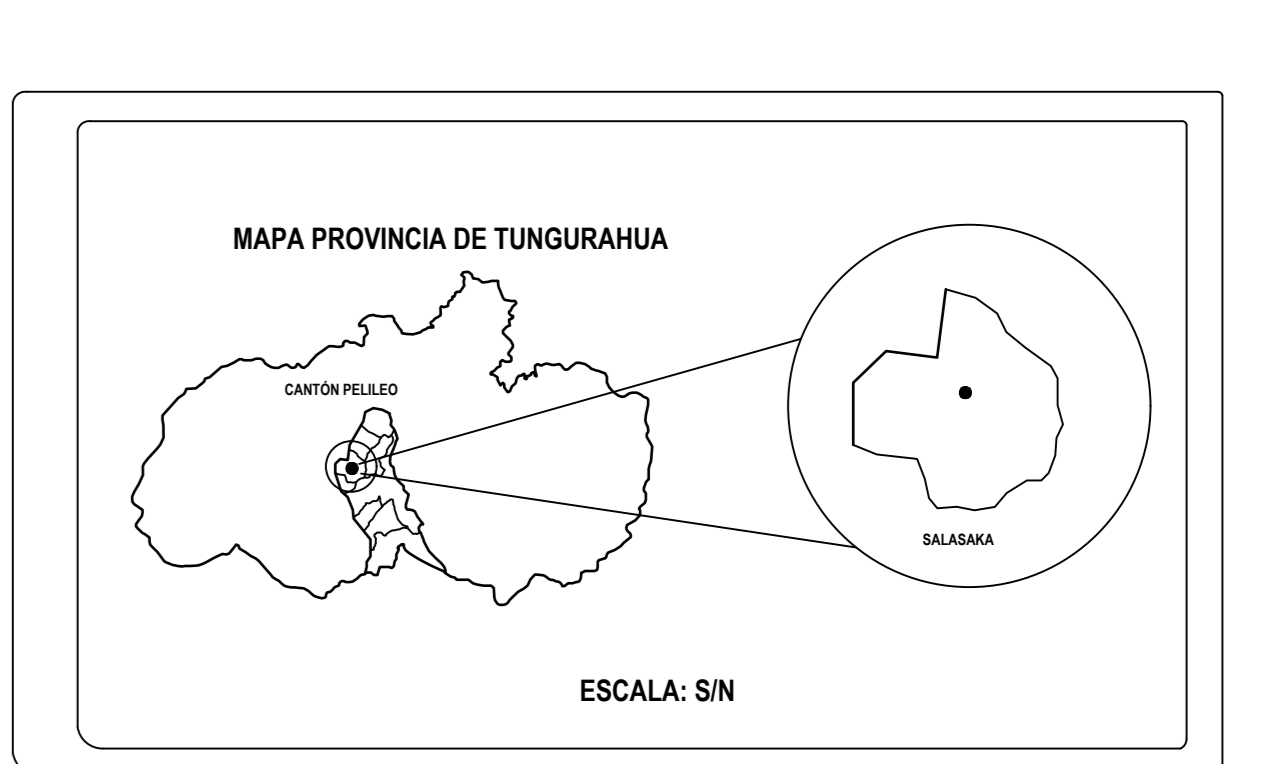
CONTENIDO

- ABCISADO DE LA VÍA SALASAKA- PICAIHUA EN EL TRAMO 4+500 - 9+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
- CALICATAS REALIZADAS PARA EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
- UNIDADES DE PRUEBA PARA ENSAYOS PCI
- ENSAYO VIGA BENKELMAN

PROVINCIA: TUNGURAHUA ESCALA: 1:1000 FECHA: JULIO 2023

ELABORADO POR: BRYAN CHÁVEZ DOCENTE TUTOR: ING. DIEGO CHÉRREZ

UBICACIÓN



FALLAS

NÚMERO	FALLA
1	Piel de cocodrilo
2	Exudación
3	Agrietamiento en Bloque
4	Bombeo y hundimientos
5	Corrugación
6	Depresiones
7	Agrietamiento de Borde
8	Agrietamiento reflejo de juntas
9	Cáida Externa de Via/ Hombrera
10	Agrietamiento longitudinal y transversal
11	Parqueo y acometida de servicio público
12	Pulimiento de agregados
13	Huecos
14	Cruce de Ferrocarril
15	Ruteo
16	Empellones
17	Agrietamiento de media luna
18	Protuberancia
19	Intemperismo