



**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 0+000 –  
4+500 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**

---

**AUTOR:** Luis Alfredo Arellano Barahona

**TUTOR:** Ing. Mg. Jorge Javier Guevara Robalino, Ph.D.

**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 – PICAÍHUA ABS 0+000 – 4+500 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por el Sr. **Luis Alfredo Arellano Barahona**, portador de la cédula de ciudadanía C.I. 1804924072, 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. Jorge Javier Guevara Robalino, Ph.D.

TUTOR

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Luis Alfredo Arellano Barahona, con C.I. 1804924072 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 0+000 – 4+500 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, septiembre 2023



**Luis Alfredo Arellano Barahona**

**C.I. 1804924072**

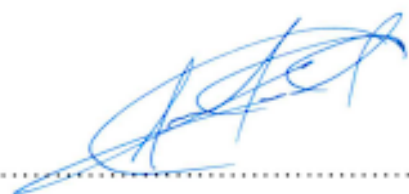
**AUTOR**

## 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



**Luis Alfredo Arellano Barahona**

**C.I. 1804924072**

**AUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueba el informe del Proyecto Técnico realizado por el estudiante Luis Alfredo Arellano Barahona 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 – PICAÍHUA ABS 0+000 – 4+500 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”.

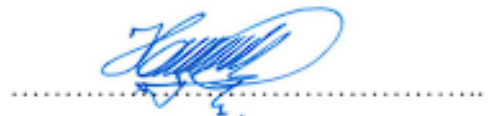
Ambato, septiembre 2023

Para constancia firma:



Ing. Mg. Ruth Lorena Pérez Maldonado

MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Mg. Galo Wilfrido Núñez Aldás

MIEMBRO CALIFICADOR

## **DEDICATORIA**

A mi Dios por bendecirme con mi familia, estudios y amigos, los cuales siempre han estado conmigo en esta trayectoria, por guiarme en cada paso y brindarme la fortaleza para siempre ser un hombre íntegro y virtuoso.

A mis padres Luis Arellano y Martha Barahona por su amor y abnegada dedicación al brindarme principios y valores a lo largo de toda mi vida.

**ARELLANO BARAHONA LUIS ALFREDO**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi Dios por Guiarme al tomar decisiones, por bendecirme con salud, sabiduría y entendimiento a lo largo de mi vida.

A mis padres quienes han sido pilares incondicionales, por su amparo, apoyo y amor en cada paso de mi vida.

A mi tutor de tesis, por su paciencia, enseñanzas e instrucciones, así como también los gratos momentos compartidos en el camino a ser ingeniero civil.

Y a la Universidad Técnica de Ambato, autoridades y a cada uno de los docentes quienes entregaron su conocimiento y amistad.

## 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.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xv
ABSTRACT .....	xvi
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO .....	1
1.1 Antecedentes Investigativos.....	1
1.2 Objetivos .....	6
1.2.2 Objetivos Específicos.....	6
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA .....	7
2.1 Materiales.....	7
2.2 Métodos.....	16
2.2.1 FASE 1: Levantamiento topográfico y estudio del tráfico vehicular.....	16
2.2.2 FASE 2: Evaluación de los componentes físicos de la vía por medio de ensayos de campo y laboratorio.....	18
2.2.3 FASE 3: Propuesta del plan de mantenimiento .....	20
2.2.4 FASE 4: Realización del presupuesto referencial .....	21



CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	22
3.1 Análisis y discusión de los resultados .....	22
3.1.1 Ubicación del Proyecto .....	22
3.1.2 Georreferenciación de la vía .....	22
3.1.3 Análisis y determinación del volumen de tráfico.....	24
3.1.3.1 Cálculo del tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) por medio del método de la trigésima Hora .....	25
3.1.3.2 Cálculo del Factor de la Hora de máxima demanda (FHMD) .....	27
3.1.3.3 Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (Método de las 30va hora) .	28
3.1.3.4 Cálculo del Tráfico atraído.....	29
3.1.3.5 Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual actual.....	30
3.1.3.6 Cálculo del tráfico futuro .....	32
3.1.3.7 Tipo de vía en base al tráfico futuro.....	34
3.1.3.8 Cálculo de los ejes equivalentes.....	35
3.1.4 Evaluación de los componentes físicos de la vía .....	37
3.1.4.1 Cálculo del Índice de condición del pavimento de la vía (PCI).....	37
3.1.4.2 Cálculo de deflexiones de la vía por medio del uso de Viga Benkelman	44
3.1.4.3 Estudio de suelos.....	57
3.1.5 Plan de Mantenimiento .....	63
3.1.5.1 Espesores para la estructura del pavimento .....	66
3.1.6 Presupuesto Referencial .....	69
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	70
4.1 Conclusiones .....	70
4.2 Recomendaciones.....	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72

ANEXOS .....75

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Tramo de la vía Salasaka – Picaihua abs 0+000 – abs 4+500.....	22
<b>Figura 2.</b>	Número de vehículos transitados por día .....	26
<b>Figura 3.</b>	Crecimiento porcentual de la vía en un periodo de 20 años .....	34
<b>Figura 4.</b>	Formato de anotación PCI.....	38
<b>Figura 5.</b>	Deflectograma de la vía .....	57
<b>Figura 6.</b>	CBR de diseño .....	62
<b>Gráfico 1.</b>	Vía Salasaka-Picahiua .....	17
<b>Gráfico 2.</b>	Estación en origen de vía para conteo vehicular.....	18
<b>Gráfico 3.</b>	Realización de calicata.....	19
<b>Gráfico 4.</b>	Materiales para ensayo de Proctor Modificado en laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato.....	20

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b>	Equipo especializado para georreferenciación. ....	7
<b>Tabla 2:</b>	Software especializado para georreferenciación.....	8
<b>Tabla 3:</b>	Materiales utilizados en ensayos in situ.....	8
<b>Tabla 4:</b>	Materiales y Equipos utilizados en ensayos en laboratorio .....	9
<b>Tabla 5:</b>	Coordenadas de los tramos iniciales y finales de la vía cada kilómetro.....	23
<b>Tabla 6:</b>	Datos obtenidos de la vía.....	24
<b>Tabla 7:</b>	Datos adicionales del levantamiento.....	24
<b>Tabla 8:</b>	Coordenadas de la ubicación de la estación sumaria de aforo periódico.....	25
<b>Tabla 9:</b>	Número de vehículos que transitan durante la semana.....	26
<b>Tabla 10:</b>	Hora de máxima demanda en conteo vehicular .....	27
<b>Tabla 11:</b>	Tráfico Promedio Diario Anual de la vía.....	29
<b>Tabla 12:</b>	Tráfico atraído de la vía .....	30
<b>Tabla 13:</b>	TPDA de la vía.....	31
<b>Tabla 14:</b>	Índice de crecimiento vehicular .....	32
<b>Tabla 15:</b>	Tráfico futuro de la vía.....	33
<b>Tabla 16:</b>	Clasificación de carreteras de acuerdo con el tráfico proyectado .....	34
<b>Tabla 17:</b>	Factores de daño en base al tipo de Vehículo .....	35
<b>Tabla 18:</b>	Cálculo de ejes equivalentes .....	36
<b>Tabla 19:</b>	Factores W18 en el carril D1 .....	36
<b>Tabla 20:</b>	Cálculo de ejes equivalentes .....	36
<b>Tabla 21:</b>	Clasificación de carreteras de acuerdo con el tráfico proyectado .....	38
<b>Tabla 22:</b>	Datos correspondientes a las unidades de prueba inspeccionadas .....	41
<b>Tabla 23:</b>	Tabla de clasificación de condición del pavimento .....	42

<b>Tabla 24:</b>	PCI encontrado en las unidades de prueba.....	43
<b>Tabla 25:</b>	Deflexiones tomadas en campo.....	44
<b>Tabla 26:</b>	Deflexiones corregidas mediante el brazo de la viga Benkelman con relación 1:2.....	46
<b>Tabla 27:</b>	Deflexiones corregidas mediante el brazo de la viga Benkelman por temperatura.....	47
<b>Tabla 28:</b>	Factores de corrección por estacionalidad (CONREVAL).....	48
<b>Tabla 29:</b>	Deflexiones corregidas mediante la estacionalidad .....	49
<b>Tabla 30:</b>	Resultados del Radio de curvatura.....	51
<b>Tabla 31:</b>	Resultados de la desviación estándar .....	52
<b>Tabla 32:</b>	Resultados de la desviación estándar .....	53
<b>Tabla 33:</b>	Tipo de deflexiones y características .....	55
<b>Tabla 34:</b>	Resultados del comportamiento y tipo de deflexión dentro del pavimento .....	56
<b>Tabla 35:</b>	Resultados de las deflexiones.....	56
<b>Tabla 36:</b>	Datos concernientes a las Calicatas .....	58
<b>Tabla 37:</b>	Datos concernientes al ensayo granulométrico .....	58
<b>Tabla 38:</b>	Datos concernientes a los límites de Atterberg .....	59
<b>Tabla 39:</b>	Resultados del Proctor Modificado tipo “B” .....	60
<b>Tabla 40:</b>	Clasificación y utilización de los suelos .....	61
<b>Tabla 41:</b>	Resultados del ensayo CBR .....	61
<b>Tabla 42:</b>	Clasificación de las muestras de suelo y CBR de diseño.....	62
<b>Tabla 43:</b>	Características del pavimento de acuerdo con el Índice de Condición de Pavimentos.....	63
<b>Tabla 44:</b>	Fallas del pavimento e intervenciones .....	64

<b>Tabla 45:</b>	Mantenimiento recomendado en base al valor del PCI.....	66
<b>Tabla 46:</b>	Espesores mínimos de acuerdo con la norma AASHTO 93 .....	66
<b>Tabla 47:</b>	Niveles de confiabilidad AASHTO 93 .....	67
<b>Tabla 48:</b>	Valores necesarios para el cálculo del número estructural (SN).....	67
<b>Tabla 49:</b>	Valores de módulos de elasticidad.....	67
<b>Tabla 50:</b>	Valores de los coeficientes estructurales.....	68
<b>Tabla 51:</b>	Números estructurales calculados .....	68
<b>Tabla 52:</b>	Espesores obtenidos .....	68
<b>Tabla 53:</b>	Espesores Propuestos .....	69
<b>Tabla 54:</b>	Volúmenes de obra para mantenimiento vial.....	69

## RESUMEN EJECUTIVO

Las vías, así como su infraestructura, proporcionan una base indispensable a nivel mundial con el propósito de brindar funcionamiento de todas las economías. Su extensión comprende millones de kilómetros por lo cual es imprescindible conservar de manera adecuada la respectiva infraestructura, esto con el fin de preservar y aumentar los beneficios económicos, sociales, culturales entre otros.

La red vial de Tungurahua conlleva a ser uno de los pilares fundamentales para el fomento de la productividad, por lo cual el proyecto generado proporcionó un plan de mantenimiento para la vía de estudio, en la cual se realizó estudios técnicos tales como el levantamiento de la vía por medio de la georreferenciación, el estudio del tráfico vehicular, así como los respectivos ensayos normados de suelos y de campo para la determinación de la condición del pavimento en la vía.

Se concluyó, basándose en la cuantificación del tráfico, que la carretera en estudio se clasifica como una colectora tipo II la cual se encuentra asentada sobre una subrasante excelente según el 21.61 por ciento del CBR, compuesta principalmente por arenas limosas con gravas mal graduadas en cuanto su estructura. Se determinó que la vía en estudio está en mal estado con una calificación de 35.87 puntos en base al PCI y presentó deflexiones tipo III en la carpeta asfáltica.

Se propuso un plan de mantenimiento, de acuerdo con los daños en la vía, proporcionando soluciones que permitan la conservación y rehabilitación de la misma, con un presupuesto de 624,668 dólares con 38 centavos.

**Palabras clave:** Georreferenciación, CBR, PCI, Deflexiones, Viga Benkelman

## **ABSTRACT**

The roads, as well as their infrastructure, provide an indispensable base worldwide in order to provide the functioning of all economies. Its extension includes millions of kilometers, which is why it is essential to adequately preserve the respective infrastructure, this in order to preserve and increase the economic, social, and cultural benefits, among others.

The Tungurahua Road network leads to being one of the fundamental pillars for the promotion of productivity, for which the generated project provided a maintenance plan for the study road, in which technical studies were carried out such as the lifting of the via georeferencing, the study of vehicular traffic, as well as the respective standardized soil and field tests to determine the condition of the pavement on the road.

It was concluded, calculating in the traffic quantification, that the road under study is classified as a type II collector which is located on an excellent subgrade according to 21.61 percent of the CBR, composed mainly of silty sands with poorly graded gravel in terms of its structure. It was calculated that the road under study is in poor condition with a rating of 35.87 points based on the PCI and presented type III deflections in the asphalt layer.

A maintenance plan was proposed, according to the damage to the road, providing solutions that allow its conservation and rehabilitation, with a budget of 624,668 dollars and 38 cents.

**Keywords:** Georeferencing, CBR, PCI, Deflections, Benkelman Beam



## **CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Antecedentes Investigativos**

Como se pronunció la Comisión Europea en base a la gran importancia de la vialidad como pilar fundamental del desarrollo económico: “El Transporte es la fuente de vida de la economía de la UE” (Comisión Europea, 2013). La infraestructura vial da paso al funcionamiento de la sustentación económica y social a nivel mundial, generando una amplia gama de actividades que abren paso al desarrollo. Son las carreteras activos públicos importantes los cuales abarcan millones de kilómetros en todo el mundo, incluso en países pequeños tales como Nueva Zelanda, la cual posee un valor de reposición amortizado cercano a los 16 mil millones de dólares (Tesorería de Nueva Zelanda 2013), no obstante, las carreteras no únicamente producen beneficios económicos, retiran restricciones de acceso y permiten la conectividad a la educación, la atención sanitaria, productividad agrícola, facilidad de transporte, entre otros. [1]

Por su parte, el Banco Mundial expresa que “El transporte es un factor crucial para impulsar el crecimiento económico, reducir la pobreza y lograr los objetivos de desarrollo del milenio (ODM -Comisión Económica para América Latina y el Caribe). Las inversiones del Banco Mundial en este sector han facilitado un comercio más eficiente y un mejor desarrollo humano a través de una mayor movilidad; existen más probabilidades de reducir la pobreza cuando las comunidades tienen acceso en todo momento y en todas las condiciones climáticas a los servicios esenciales y a los mercados”. [2]

El impacto de la conservación vial es en gran manera significativo, a medida que el tiempo avanza, la infraestructura necesita un manejo más profundo en cuanto a su estabilidad de diseño. Esta necesidad de reparación aumenta en base a factores determinantes, tales como las cargas de tráfico, así como la inclemencia del paso del tiempo, transformando las vías en caminos frágiles, vulnerables y por ende menos resilientes. [3]

Existe un promedio de 6.437.360 millones de km en los Estados Unidos con el problema de un aumento de volumen de tráfico cada año, llegando a los 3.2 trillones en 2019,

teniendo así un 18 % de aumento desde el año 2000, dichos valores desafortunadamente abren paso al creciente desgaste de las vías, dejando el 43 % de las calzadas en mal o mediocre estado. [4]

Con el tiempo se ha mejorado a nivel mundial a través de la tecnología, mejores oportunidades para el monitoreo avanzado de pavimentos, se han integrado sensores de humedad y temperatura con el propósito de recoger información sobre el estado de los pavimentos de las carreteras con una mayor rapidez, teniendo así un menor impacto en los usuarios de dichas vías, además del uso reciente de materiales de última generación y semáforos descentralizados que promueven el flujo del tráfico, convirtiéndose en soluciones prácticas e innovadoras para la recopilación de datos en campo. [4]

Por medio de un estudio realizado en base a datos de veinte países europeos durante un periodo de diecinueve años, el transporte se encuentra ligado a una gran cantidad de accidentes que, a pesar de que en Europa se cuenta con el menor índice de muertes en accidentes, 9.3 por cada 100.000 habitantes (WHO – World Health Organization, 2018), se reafirma la necesidad de intervenir con el fin de eliminar el número de víctimas en carreteras, reduciéndolas a cero para el 2050. Es por esto por lo que para la UE (Unión Europea) resulta de manera vital analizar cuáles son los factores que influyen como problemas en carreteras, siendo de los intereses más importantes el estado vial de la red. Basándose en estudios de modelos implementados en diferentes países en donde considerando los recursos económicos como uno de los factores, tales como el caso de Noruega, Fridstrom e Ingebrigsten (1991) encontrando de manera favorable concerniente al gasto en mantenimiento vial, siendo puntuales en la razón sobre la contrariedad que acarrea el no usar correctas inversiones en función de la titularidad de la vía. [5]

Desde el año 2009 lamentablemente se ha reducido de manera significativa la inversión en el mantenimiento y reconstrucción de las vías. Situado un 76% de caída en conservación y seguridad vial dentro de la red dependiente del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Las carreteras no han logrado ser objeto de interés, siendo que ofrece un amplio campo de actuación, favoreciendo la recuperación frente a la nueva crisis provocada por el Covid 19. [6]

Mientras tanto en Ecuador, las correspondientes intervenciones de mantenimiento en el sistema vial no han sido presenciadas, por lo cual acaece en las mismas costos engrandecidos los cuales han ido aumentando en la última década, no obstante a pesar de las limitaciones económicas, Ecuador ha incrementado en su patrimonio vial por medio del diseño y elaboración de tramos viales, fomentando planes de intervenciones de recuperación en los más de 9736.90 km de longitud en vías, planes que han sido manejados por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO). [7]

Ecuador se encuentra compuesto por una red vial dividida en: la Red vial Estatal con su respectiva subdivisión la cual comprende las vías primarias y secundarias, la Red Provincial con las correspondientes vías terciarias, y la Red Vial Cantonal que comprende caminos vecinales, teniendo así un aproximado de 42.800 km de longitud sin tomar en cuenta caminos locales. El 12 % de la red vial total se encuentra pavimentada, y el 57 % con superficie de rodadura afirmada, dejando así un 31 % del sistema vial sin ningún tipo de trabajo en la misma. Esto permite determinar que a pesar de la gran importancia que se debe dar a las carreteras o caminos, no se les ha sabido entregar la relevancia necesaria de diseño, conservación, mantenimiento y reparación. [8]

Con el propósito de proporcionar de manera satisfactoria la entrega de vías de calidad, Ecuador se rige bajo las disposiciones de la Norma Ecuatoriana Vial, MTO-2003, la cual establece trabajos independientes para la respectiva conservación vial. En base al Manual Internacional de Conservación de Carreteras.

La infraestructura vial en Ecuador mantiene un historial de deterioro periódico, sufriendo por un sin número de factores generados por riesgos naturales, así como el daño generado por las personas a lo cual las afectaciones adquiridas, participan de manera directa al desarrollo. Si bien es difícil el determinar la vida útil de una carretera, se considera un periodo aproximado de vida entre 10 y 30 años para el pavimento. [9]

La infraestructura vial del Ecuador necesita conservación la cual aumenta en base al tiempo, se vuelve más frágil, menos resistencia y más susceptible a sufrir contratiempos. Siendo necesario el tomar en cuenta un mantenimiento, utilizando tanto procedimientos de cálculo y determinación, así como conceptos dados para garantizar no solo durabilidad

vial, si no también entregar movilidad segura y confortable para las personas de Ecuador y del mundo.

Los Pavimentos los cuales aportan un buen rendimiento y soporte a la transitividad de vehículos sin sufrir grandes daños, provienen del correcto mantenimiento y preocupación. Es por esto que distintos métodos son utilizados detectando por medio del estudio, las fallas y el desempeño actual que poseen los pavimentos. [10]

El estudio de los diferentes métodos de análisis tradicionales, tales como : IRI, PCI,SDI, entre tantos, permite definir métodos idóneos y de bajo costo para la evaluación de las vías, teniendo como objetivo la determinación de típicas fallas, así como el respectivo tiempo de vida útil, abriendo paso al correcto mantenimiento en el momento en la cual la vía lo necesite. [10]

Dentro de los principales métodos de inspección de carreteras conforman tres categorías: manuales, automáticas y por vibraciones, siendo los más utilizados los métodos manuales y de inspección, obteniendo datos por medio del estudio en campo y en laboratorios, permitiendo determinar con gran efectividad el deterioro y estado de la condición de las vías estudiadas. [11]

Los pavimentos se encuentran sometidos a constantes agentes de cargas vehiculares, junto con las condiciones climáticas, estas perjudican a corto y largo plazo el paquete estructural, en base a los métodos se determina la severidad a la cual las vías se enfrentan.

En un estudio realizado en el pavimento flexible por medio del método PCI (índice de condición del pavimento) en Manta, Baque identificó 12 de las 19 fallas durante la inspección visual de los tramos determinados, obteniendo únicamente el 27% del total de unidades de muestra en muy buen estado, contemplando el 73 % de las unidades de muestra de la vía como un estado deplorable, exponiendo así la calidad general vial que se posee. [12]

Es por ello que el CONGOPE (Consortio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador) conjuntamente con el BID (Banco Interamericano de Desarrollo) bajo el artículo 263 de la Carta Constitucional del Ecuador, asumieron la competencia de planificar y de

mantener el sistema vial del ámbito provincial, entregando así el diseño de planes de desarrollo vial para los 23 GAD provinciales. [13]

El objetivo de estas organizaciones se encuentra dirigido a todas las provincias con el propósito de que estas cuenten con un instrumento que les ayude a realizar un mejoramiento de sus vías, incorporando criterios de accesibilidad, así como de equidad y servicios de salud como educación. [13]

En Tungurahua existe un estado regular general en las vías que lo conforman, teniendo un promedio 2,036 km de vías en mal estado, perteneciendo a este aproximado Salasaka, la cual es reconocida por su economía, áreas naturales protegidas y territorios. Es por ello que la gestión a favor de la recuperación de las vías se convierte en una necesidad, así como un reto permanente.

El pavimento por el cual se encuentra compuesto la vía de Salasaka – Picaihua es un pavimento flexible el cual sufre de un constante deterioro, por lo cual su evaluación visual, así como estructural permitirá el desarrollo de un plan adecuado de mantenimiento a fin de evidenciar el estado de la capa de rodadura y determinar la severidad que posee, definiendo la necesidad de su rehabilitación y respectiva conservación.

## **1.2 Objetivos**

Proponer un sistema de gestión de mantenimiento vial en función del deterioro de la capa asfáltica en el sector Salasaka – Picaihua, Cantón Pelileo de la provincia de Tungurahua

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Desarrollar un levantamiento topográfico en la vía Salasaka - Picaihua, Abs 0+000 – 4+500, de la provincia de Tungurahua.
- Conocer el tráfico en la vía Salasaka - Picaihua, Abs 0+000 – 4+500, de la provincia de Tungurahua.
- Evaluar los componentes físicos que se encuentren en la vía Salasaka - Picaihua, Abs 0+000 – 4+500, de la provincia de Tungurahua.
- Proponer un plan de mantenimiento en función del deterioro hallado en la vía Salasaka - Picaihua, Abs 0+000 – 4+500, de la provincia de Tungurahua.
- Determinar el presupuesto referencial para actividades de mantenimiento vial en el tramo de la vía Salasaka – Picaihua Abs 0+000 – 4+500 de la provincia de Tungurahua.´

## CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

### 2.1 Materiales

Para el desarrollo del presente proyecto se han utilizado materiales especializados para la georreferenciación, toma de muestras in situ, ensayos de laboratorio y los softwares requeridos para el dibujo de la vía en base a los objetivos específicos en los cuales han sido requeridos:

#### **Materiales utilizados durante el cumplimiento del primer objetivo.**

- Desarrollar un levantamiento topográfico en la vía Salasaka - Picaihua, Abs 0+000 – 4+500, de la provincia de Tungurahua.

**Tabla 1: Equipo especializado para georreferenciación.**

<b><i>EQUIPO</i></b>	<b><i>MODELO</i></b>	<b><i>DESCRIPCIÓN</i></b>
<i>GPS</i>	<i>Garmin Montana 610t</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Pantalla táctil de 4 pulgadas con doble orientación</i></li><li>- <i>Brújula de 3 ejes con altímetro barométrico</i></li><li>- <i>Dimensiones de 7.48 x 14.42 x 3.64 cm</i></li></ul>
<i>ESTACIÓN TOTAL</i>	<i>South N6</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Corrección Atmosférica: Auto Corrección.</i></li><li>- <i>Constante de Prisma: Entrada Manual</i></li><li>- <i>Velocidad de medición menor a 0.3 seg.</i></li></ul>

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

**Tabla 2: Software especializado para georreferenciación.**

<b>SOFTWARE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<i>Autodesk Civil 3D</i>	- <i>Versión 2023</i>
<i>Excel</i>	- <i>Versión Microsoft 365</i>
<i>Google Earth</i>	- <i>Versión 7.3.6</i>

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

**Materiales utilizados durante el cumplimiento del tercer objetivo.**

- Evaluar los componentes físicos que se encuentren en la vía Salasaka - Picaihua, Abs 0+000 – 4+500, de la provincia de Tungurahua.

**Tabla 3: Materiales utilizados en ensayos in situ**

<b>ENSAYO</b>	<b>NORMATIVA</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<i>Calicata</i>	<i>NTE INEN- ISO 10381-4 ASTM D 420</i>		- <i>Pico</i>	- <b>Tipo:</b> <i>Barra metálica del pico.</i> - <b>Tamaño:</b> <i>60 x 5 cm.</i>
			- <i>Pala</i>	- <b>Tipo:</b> <i>Mango de anilla tipo D.</i> - <b>Tamaño:</b> <i>45.5 x 5 cm.</i>
			- <i>Azadón</i>	- <b>Tipo:</b> <i>Azadón Dego.</i> - <b>Tamaño:</b> <i>50 x 8 x 12 cm</i>
			- <i>Flexómetro</i>	- <b>Tipo:</b> <i>Retráctil Stanley Tylon.</i> - <b>Tamaño:</b> <i>5m de cinta.</i>
<i>DEFLEXIÓN</i>	<i>ASTM D 4695</i>		- <i>Combo</i>	- <b>Tipo:</b> <i>Combo con mango Stanley 56-401 4 LB.</i> - <b>Tamaño:</b> <i>34.8 x 13 cm.</i>



	AASHTO T-256	- <i>Viga Benkelman</i>	- <b>Tipo:</b> <i>Viga de Doble Brazo Relación 4:1 con dial analógico</i> - <b>Tamaño:</b> <i>24.4 cm. (Primer brazo), 21.9 cm (Segundo brazo), Dial de 30 x 0.01 mm.</i>
		- <i>Volqueta</i>	- <b>Tipo:</b> <i>Hino FM8JL7D – 10 m<sup>3</sup></i> - <b>Peso Vacío:</b> <i>6.980 kg</i> - <b>Capacidad de Carga:</b> <i>19 tn</i>
		- <i>Termómetro</i>	- <b>Tipo:</b> <i>Termómetro manual Serie TTX</i>

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

**Tabla 4: Materiales y Equipos utilizados en ensayos en laboratorio**

<b>ENSAYO</b>	<b>NORMATIVA</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<i>Contenido de Humedad</i>	<i>NTE INEN 862</i>		- <i>Muestra de Suelo</i>	<i>Muestras tomadas in situ a lo largo de los 4.5 km de la vía de estudio</i>
			- <i>Recipientes metálicos</i>	- <b>Origen:</b> <i>Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato</i> - <b>Dimensiones:</b> <i>648 x 610</i> - <b>Geometría:</b> <i>redondos</i>

		- <i>Horno eléctrico</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato</li> <li>- <b>Voltaje:</b> 110 V</li> <li>- <b>Dimensiones:</b> 648 x 610 x 508 mm.</li> <li>- <b>Control de temperatura:</b> E-Series digital regulable hasta 450°F (232°C).</li> <li>- <b>Capacidad:</b> 198 litros e incluye dos parrillas.</li> </ul>
<i>Granulometría</i>	<i>NTE INEN 696 ASTM D 422 AASHTO 7 88</i>		- <i>Tamices</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato</li> <li>- <b>Material:</b> metal</li> <li>- <b>Diámetro:</b> 25 cm</li> </ul>
		- <i>Tamizadora eléctrica</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato</li> <li>- <b>Marca:</b> Controls</li> <li>- <b>Voltaje:</b> 110 a 220 V</li> <li>- <b>Temporizador:</b> hasta 99 min</li> </ul>
		- <i>Balanza electrónica</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato</li> <li>- <b>Geometría:</b> cuadrado</li> <li>- <b>Marca:</b> Camry</li> <li>- <b>Precisión:</b> 0.001gr</li> </ul>

<i>Límite Líquido</i>	<i>NTE INEN 691</i>		<i>- Muestra de Suelo</i>	<i>Muestras tomadas in situ a lo largo de los 4.5 km de la vía de estudio apróx. 200 gr</i>
	<i>ASTM D 4318 AASHTO T-89</i>		<i>- Recipientes metálicos</i>	<i>- Origen: Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato - Dimensiones: 648 x 610 - Geometría: redondos</i>
			<i>- Acanaladores</i>	<i>- Origen: Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato</i>
		<i>- Copa de Casagrande</i>		<i>- Origen: Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato - Modelo: 22-T0030/F</i>
		<i>- Balanza electrónica</i>		<i>- Origen: Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato - Geometría: cuadrado - Marca: Camry - Precisión: 0.001gr</i>
		<i>- Horno Eléctrico</i>		<i>- Origen: Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato - Voltaje: 110 V - Dimensiones: 648 x 610 x 508 mm. - Control de temperatura: E-Series digital regulable hasta 450°F (232°C).</i>

				- <b>Capacidad:</b> 198 litros e incluye dos parrillas.
<i>Límite Plástico</i>	<i>NTE INEN 692 ASTM D 4318 AASHTO T-90</i>		- <i>Muestra de Suelo</i>	<i>Muestras tomadas in situ a lo largo de los 4.5 km de la vía de estudio apróx. 150 gr</i>
			- <i>Recipientes metálicos</i>	- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato - <b>Dimensiones:</b> 648 x 610 - <b>Geometría:</b> redondos
		- <i>Mortero</i>		- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato - <b>Tipo:</b> Mortero de laboratorio Lote 44580301
		- <i>Placa de Vidrio</i>		- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato - <b>Dimensiones:</b> 20 x 20 cm
		- <i>Espátula</i>		- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato - <b>Tipo:</b> Espátula con mango de mandera - <b>Dimensiones:</b> 10 x 3 cm
		- <i>Horno Eléctrico</i>		- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato - <b>Voltaje:</b> 110 V

				<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Dimensiones:</b> 648 x 610 x 508 mm.</li> <li>- <b>Control de temperatura:</b> E-Series digital regulable hasta 450°F (232°C).</li> <li>- <b>Capacidad:</b> 198 litros e incluye dos parrillas.</li> </ul>
		- Balanza electrónica		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato</li> <li>- <b>Geometría:</b> cuadrado</li> <li>- <b>Marca:</b> Camry</li> <li>- <b>Precisión:</b> 0.001gr</li> </ul>
Proctor Modificado	ASTM D-1557  AASHTO T-180		- Muestra de Suelo	Muestras tomadas in situ a lo largo de los 4.5 km de la vía de estudio apróx. 6000 kg
			- Probeta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato</li> <li>- <b>Tipo:</b> Probeta graduada forma alta de plástico Blaubrand clase A, Boro 3.3</li> <li>- <b>Volumen nominal:</b> 200 ml</li> </ul>
			- Molde Proctor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato</li> <li>- <b>Tipo:</b> Molde Proctor modificado</li> <li>- <b>Diámetro interno:</b> 152.4 mm</li> </ul>

				<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Altura del Cuerpo:</b> 116.4 mm</li> <li>- <b>Volumen:</b> 2124 mm</li> <li>- <b>Peso:</b> 9 kg</li> </ul>
		- Martillo de 10 lb		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato</li> <li>- <b>Caida:</b> 18 pulg</li> <li>- <b>Peso:</b> 10 lb</li> <li>- <b>Tipo:</b> HM-550</li> </ul>
		- Bandejas		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato</li> <li>- <b>Dimensiones:</b> 70 x 70</li> </ul>
		- Retorta		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato</li> <li>- <b>Diámetro:</b> 25 cm</li> </ul>
		-Balanza electrónica		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato</li> <li>- <b>Geometría:</b> cuadrado</li> <li>- <b>Marca:</b> Camry</li> <li>- <b>Precisión:</b> 0.001gr</li> </ul>
		- Tamiz #4		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato</li> <li>- <b>Material:</b> metal</li> <li>- <b>Diámetro:</b> 25 cm</li> </ul>

California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D-1883  AASHTO T-193		- Muestra de Suelo	Muestras tomadas in situ a lo largo de los 4.5 km de la vía de estudio aprox. 6000 kg
			- Recipientes metálicos	- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato - <b>Dimensiones:</b> 648 x 610 - <b>Geometría:</b> redondos
		- Bandeja		- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato - <b>Dimensiones:</b> 70 x 70
		- Molde cilíndrico de metal		- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato - <b>Dimensiones:</b> 648 x 610 - <b>Geometría:</b> redondos
		- Molde Proctor		- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica - <b>Tipo:</b> Molde Proctor modificado - <b>Diámetro interno:</b> 152.4 mm - <b>Altura del Cuerpo:</b> 116.4 mm - <b>Volumen:</b> 2124 mm
		- Martillo de 10 lb		- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato - <b>Caida:</b> 18 pulg - <b>Peso:</b> 10 lb

				- <b>Tipo:</b> HM-550
		- Pesa ranurada		- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato - <b>Peso:</b> 50 gr - <b>Tipo:</b> V-11277
		- Máquina multi speed		- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato - <b>Capacidad:</b> 50 kN - <b>Tipo:</b> Multispeed para ensayos a compresión - <b>Potencia:</b> 750 W
		- Balanza electrónica		- <b>Origen:</b> Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato - <b>Geometría:</b> cuadrado - <b>Marca:</b> Camry - <b>Precisión:</b> 0.001gr

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

## **2.2 Métodos**

El presente proyecto técnico fue dividido en 4 etapas con la finalidad de cumplir con los objetivos determinados, tomando en cuenta los diferentes tipos de investigaciones en base a los requerimientos necesarios para el correcto desarrollo de dichas etapas.

### **2.2.1 FASE 1: Levantamiento topográfico y estudio del tráfico vehicular.**

Dentro de esta primera fase, la recolección de los datos preliminares fue realizado con el uso de la metodología investigativa la cual permitió una evaluación de la condición de la vía Salasaka-Picahiua por medio del estudio visual, así como la recolección de



información a través del GAD Parroquial, obteniendo así la problemática en conjunto a la respectiva necesidad de un diseño de gestión de mantenimiento por motivo de su deterioro.

Para los datos de georreferenciación del proyecto, se utilizó una investigación de campo, la cual permitió la determinación de la posición de la vía en un sistema de coordenadas, obteniendo así el sistema de origen y el sistema de destino. A través del uso de estación total y GPS, se tomó las coordenadas cada mil metros, obteniendo también el ancho de vía, cunetas, alcantarillado y vereda por medio de una cinta métrica (Gráf.1), traspasando con ello los datos a un software para trabajo Civil, y con ello el dibujo de la respectiva vía.

***Gráfico 1. Vía Salasaka-Picahiua.***



*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

Para culminar con el cumplimiento de la primera fase, se realizó por medio de la misma metodología de campo, el estudio del tráfico para el cálculo y la obtención del TPDA por medio de la metodología de la 30va hora. Se colocó una estación cercana al origen de la vía (mayor flujo vehicular) durante una semana en la cual durante 12 horas (6:00 h – 18:00) separando los intervalos de tiempo cada 15 minutos. Se contó por sentido de vía el número de vehículos que pasaron, estando entre ellos: vehículos, camionetas, busetas, motocicletas, buses (pequeños, livianos, pesados), camiones (dos, tres o más ejes) así como también vehículos como tractores o maquinaria. (Gráf.2)

*Gráfico 2. Estación en origen de vía para conteo vehicular.*



*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

### **2.2.2 FASE 2: Evaluación de los componentes físicos de la vía por medio de ensayos de campo y laboratorio**

Dentro de esta segunda fase, se abarcó la realización de los ensayos necesarios para el diseño de un plan de mantenimiento para la vía, esto por medio del uso de la investigación de campo y de laboratorio, aplicando prácticas en base a las condiciones e información levantada con anterioridad.

Para el cumplimiento de esta fase se hizo una evaluación superficial bajo la normativa ASTM D 6433-11 para la evaluación de pavimentos (PCI), obteniendo la longitud de muestreo, unidades de muestreo y los respectivos intervalos por el cual se identificó el estado de la carretera Salasaka-Picaihua, determinando el número de fallas encontradas a lo largo de los 4,5 km de longitud de la vía.

Así también mediante el método de campo se obtuvo las deflexiones en la capa de rodadura como estipula la normativa AASHTO T256 por medio del proceso de la Viga Benkelman, tomando medidas cada 200 metros, ubicando una volqueta a 90 cm desde el borde de la vía, midiendo las deflexiones a distancias de 0, 25, 50, 100, 500, 800 centímetros, permitiendo así el cálculo de la desviación estándar de temperatura, así como las deflexiones admisibles y críticas.

Para completar la segunda fase del presente proyecto se tomó en cuenta la necesidad de realizar una evaluación superficial, así como estructural, es por ello por lo que se realizó la toma de muestras de suelo por medio de calicatas aproximadamente de 1 metro cúbico (Gráf. 3), con el fin de conseguir la estratigrafía del suelo y obtener muestras útiles para la realización de los ensayos en el laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato. Se realizaron un total de 4 calicatas con el propósito de cubrir una por cada kilómetro de la vía.

*Gráfico 3. Realización de calicata*



*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

Luego de obtener las muestras de suelos (70 kg por muestra) se procedió a transportarlas a los laboratorios especializados de suelos de la Universidad Técnica de Ambato (Gráf. 4), para realizar los ensayos correspondientes para la correcta evaluación de los componentes físicos pertinentes a la vía de estudiada.

Los ensayos realizados en laboratorio fueron: Granulometría, Límites de Atterberg (Límite líquido y Límite plástico), Proctor modificado y CBR, los cuales permitieron conocer por medio de los valores obtenidos tras su realización, el estado actual de la condición del suelo para la recuperación de la vía. Todos los procesos utilizados, así como los materiales y equipos usados para llevar a cabo los ensayos fueron bajo el cumplimiento

de la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN), AASHTO, ASTM y SUCS respectivamente.

**Gráfico 4.** *Materiales para ensayo de Proctor Modificado en laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato.*



*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

### **2.2.3 FASE 3: Propuesta del plan de mantenimiento**

La tercera etapa fue realizada en base a la investigación bibliográfica, obteniendo información existente en artículos científicos, libros y Normativas, recopilando información necesaria en base a los resultados obtenidos en la primera y segunda fase.

En base a los estudios realizados con los resultados, se obtuvo un plan el cual se adecuó a la realidad de la vía, abriendo paso así a un sistema de gestión para la conservación de esta, siendo este un sistema rutinario y periódico. Esto por motivo de que las fallas encontradas en la capa de rodadura fueron de severidad media-alta.

El desarrollo del plan fue de acuerdo a la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI), correspondiente a la conservación vial, otorgando así el cumplimiento de la tercera fase o etapa un conjunto de operaciones cruciales para el mantenimiento de la vía estudiada, proponiendo actividades de reparación a los distintos tipos de fallas encontradas tales como la limpieza de la vía, sello de fisuras, pintura asfáltica, bacheo superficial y parcial para el mantenimiento rutinario, y la imprimación reforzada, reposición de la capa de rodadura y tratamiento superficial como parte del mantenimiento periódico.

#### **2.2.4 FASE 4: Realización del presupuesto referencial**

Para la culminación del presente proyecto, la etapa 4 se encargó netamente en el diseño del presupuesto referencial para las actividades de mantenimiento vial obtenidas en el plan desarrollado en la tercera fase, esto se consiguió a través de investigación proyectiva, así como investigación cualitativa y cuantitativa. Realizando el presupuesto en base a los precios unitarios conforme a los volúmenes de obra (cantidades de obra) y especificaciones técnicas, así como las respectivas tablas de cantidades para la determinación del presupuesto referencial.

## CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Análisis y discusión de los resultados

Los resultados a continuación presentados en base al análisis superficial y estructural de la vía otorgaron una ejecución completa de los objetivos del presente proyecto.

#### 3.1.1 Ubicación del Proyecto

El presente proyecto técnico se encuentra ubicado en la Provincia de Tungurahua, Salasaka – Picaihua con origen en la Calle Dos y una longitud de 4.5 kilómetros. (Fig. 1)

*Figura 1. Tramo de la vía Salasaka – Picaihua abs 0+000 – abs 4+500.*



*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

#### 3.1.2 Georreferenciación de la vía

Por medio de herramientas telemáticas se consiguió la transmisión de datos necesarios para la georreferenciación, otorgando así el conocimiento de las ubicaciones actuales de los orígenes y finales de los tramos de la vía de estudio siendo de una longitud de 1 kilómetro por tramo, exceptuando el último tramo el cual su longitud es de 500 metros.

Las coordenadas obtenidas marcan el origen y el final de la vía, así como también el inicio y fin de los 4 tramos.

**Tabla 5: Coordenadas de los tramos iniciales y finales de la vía cada kilómetro.**

<i>ABSCISA</i>	<i>NORTE</i>	<i>ESTE</i>
0+000	9854085.934	769664.373
1+000	9854886.662	770237.695
2+000	9855803.624	770635.597
3+000	9856717.472	770742.864
4+000	9857545.514	770610.018
4+500	9858023.176	770705.885

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

En base a un estudio concerniente a la evaluación de la precisión y posicionamiento de puntos, el método de posicionamiento llamado PPP (posicionamiento de punto preciso) permitió obtener una precisión de 4, 5 y 9 milímetros, alcanzando de confianza del 95%. [14]

La ingeniería entrega precisión por lo cual el uso de GPS y estación total para la realización del presente proyecto permitió tener una precisión de 3 milímetros con un nivel de confianza de 96 % otorgando un total de 540 puntos levantados, determinando una longitud total de 4.500 kilómetros y un ancho de calzada de 7.4 metros permitiendo así un levantamiento topográfico de la vía. (Anexo E)

También se realizó un estudio visual en donde se determinó la presencia de cunetas de 2.5 metros a partir de la abs 2+500 en adelante, siendo su estado bueno gracias a la limpieza de los moradores de estas. En cuanto al alcantarillado, este se encuentra presente a lo largo de toda la vía teniendo una distancia de 100 metros entre tapa.

Las veredas por otra parte, no se encuentran presentes más que en la mitad del primer kilómetro (abs 0+000 – 0+500) y en el centro del Rosario (abs 2+800 - 3255), fuera de ello la vía se vista sin la presencia de veredas.

**Tabla 6: Datos obtenidos de la vía**

<b>ANCHO PROMEDIO DE CALZADA</b>	<b>ANCHO DE CUNETAS</b>	<b>NÚMERO DE CARRILES</b>	<b>NÚMERO DE PUNTOS LEVANTADOS</b>
7.4 m	2.5	2	540

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

**Tabla 7: Datos adicionales del levantamiento**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ABSCISA</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>ESTADO</b>
Cunetas en lado izquierdo	2+500 – 3+400	900 m	Bueno
Cunetas en ambos lados	3+400 – 4+500	1100 m	Bueno
Alcantarillado	0+000 – 4+500	4500 m	Regular
Veredas	0+000 – 0+500 / 2+800 – 3+255	500 m	Bueno
Señalización Horizontal	0+000 – 4+500	4500 m	Regular
Señalización Vertical	0+000 – 4+500	4500 m	Regular

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

### **3.1.3 Análisis y determinación del volumen de tráfico**

De acuerdo con un estudio realizado en Egipto, la relación por medio de modelados por redes neuronales artificiales (ANN), brinda una mayor facilidad a la hora de estimar porcentajes de vehículos livianos, medianos o pesados, así como también el entorno separando, desiertos y sitios agrícolas, esto por medio de la colocación de 45 puntos de tangencia media entre entornos. [15]



Se usó en la presente vía un modelado estadístico de la normativa MTOP 2003, estableciendo por medio de una estación sumaria de aforo periódico durante 12 horas diarias (6:00 am – 18:00 pm) información en cuanto al volumen vehicular, para lo cual se consideró el volumen de tránsito de la vía como un volumen con variaciones generalmente rítmicas y repetitivas. [16] (Anexo A)

La estación fue colocada en el primer tramo el origen de la vía abs 0+100, puesto que se demostraba un flujo vehicular mayor al ser la entrada directa al Rosario, los datos fueron registrados de manera manual los días 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19 del mes de marzo del presente año. (Anexo E)

**Tabla 8: Coordenadas de la ubicación de la estación sumaria de aforo periódico**

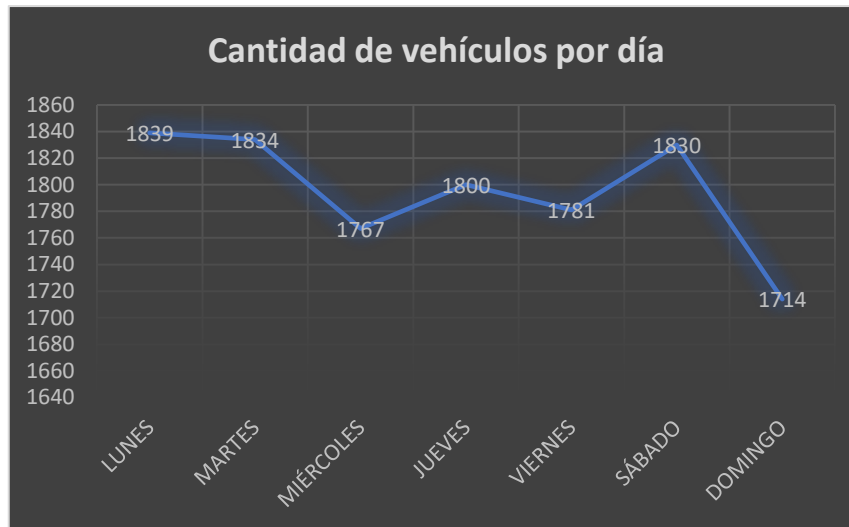
<i>ABSCISA</i>	<i>NORTE</i>	<i>ESTE</i>
0+186	9854222.675	769779.677

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

### **3.1.3.1 Cálculo del tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) por medio del método de la trigésima Hora**

Luego de realizar el conteo en la estación durante los días indicados, se obtuvo un total de 1839 vehículos en el día de mayor flujo, siendo este el lunes (Gráfico 1) . A su vez se determinó que en las horas de 6:00 am – 7:00 am generalmente fueron las horas más circuladas (horas pico), esto por motivo de que la vía es la entrada directa al Rosario, así como también el medio de conectividad más usado entre Salasaka y Picaihua.

**Figura 2.** Número de vehículos transitados por día



*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*



**Tabla 9:** Número de vehículos que transitan durante la semana

<b>DÍA</b>	<b>NÚMERO DE VEHÍCULOS</b>
<b>LUNES</b>	<b>1839</b>
MARTES	1834
MIÉRCOLES	1767
JUEVES	1800
VIERNES	1781
SÁBADO	1830
DOMINGO	1714

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

Se abrió paso luego al cálculo del tráfico vehicular Promedio Diario Anual por medio del uso del método de la trigésima hora, ocupando los valores ya antes determinados en la hora de demanda máxima como se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 10: Hora de máxima demanda en conteo vehicular

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL										
Proyecto: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"										
Fecha:	13/03/23	Ubicación:	0+100	Sentido:	Ambos Sentidos		Responsable:			
Día:	Lunes	Hoja N°:	1	Estado del tiempo:		Nublado	Luis Arellano			
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL PESADOS	TOTAL	TOTAL POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3			
6h00	6h15	48	3	2	1	0	0	3	54	199
6h15	6h30	34	2	2	2	0	0	4	40	
6h30	6h45	41	2	4	2	0	0	6	49	
6h45	7h00	50	2	4	0	0	0	4	56	
TOTAL		173	9	12	5	0	0	17	199	

Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona

### 3.1.3.2 Cálculo del Factor de la Hora de máxima demanda (FHMD)

Ecuación 1

$$FHMD_{15} = \frac{Q}{4 \cdot Q_{15}^{máx}}$$

Donde:

**Q:** Total del volumen de tráfico en la hora de máxima demanda.

**Q15max:** Volumen máximo durante el tiempo de 15 minutos en la hora de máxima demanda.

**FHMD:** Flujo máximo en 15 minutos dentro de la hora de máxima demanda (hora pico).

$$FHMD_{15} = \frac{199}{4 \cdot 56}$$

$$FHMD_{15} = 0.89$$

*Nota: para una razón de tránsito variable se utilizará el valor de FHMD = 1*

### 3.1.3.3 Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (Método de las 30va hora)

Para el presente cálculo se determinó que el factor del TPDA es del 15 % en base a la zona en la cual se encuentra ubicada la vía (Zona Rural). En cuanto al factor del TPDA, el valor de k en dichas zonas es de 12% en vías principales y 16% en vías secundarias.

*Ecuación 2*

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

**Donde:**

**TPDA actual:** El tráfico promedio Diario Anual

**VHP:** Volumen de tráfico en hora de demanda máxima

**K:** El factor del Tráfico Promedio Diario Anual en base a la zona de estudio

- **Vehículos Livianos**

$$TPDA \text{ actual} = \frac{173 \text{ Veh}}{0.15}$$
$$TPDA \text{ actual} = 1154 \text{ Veh/día}$$

- **Buses**

$$TPDA \text{ actual} = \frac{9 \text{ Veh}}{0.15}$$
$$TPDA \text{ actual} = 60 \text{ Veh/día}$$

- **Camiones**

$$TPDA \text{ actual} = \frac{17 \text{ Veh}}{0.15}$$

$$TPDA \text{ actual} = 114$$

**Tabla 11: Tráfico Promedio Diario Anual de la vía**

<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>	<b>HORA DE MÁXIMA DEMANDA</b>	<b>TPDA ACTUAL</b>
Livianos	173	1154
Buses	9	60
Camiones	17	114
<b>Total</b>	<b>199</b>	<b>1328</b>

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

### 3.1.3.4 Cálculo del Tráfico atraído

*Ecuación 3*

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

**Donde:**

*T<sub>at</sub>*: El tráfico atraído

*TPDA actual*: El Tráfico Promedio Diario Anual actual

- **Tráfico atraído para Livianos**

$$T_{at} = 0.10 * 1154$$

$$T_{at} = 116 \text{ Veh/día}$$

- **Tráfico atraído para buses**

$$T_{at} = 0.10 * 60$$

$$T_{at} = 6 \text{ Veh/día}$$

- **Tráfico atraído para camiones**

$$T_{at} = 0.10 * 114$$

$$T_{at} = 12 \text{ Veh/día}$$

**Tabla 12: Tráfico atraído de la vía**

<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>	<b>TPDA ACTUAL</b>	<b>TRÁFICO ATRAIDO</b>
Livianos	1154	116
Buses	60	6
Camiones	114	12
<b>Total</b>	<b>199</b>	<b>1328</b>

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

### 3.1.3.5 Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual actual

*Ecuación 4*

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

**Donde:**

**TPDA:** El tráfico Promedio Diario Anual

**Tac:** El tráfico actual

**Tat:** El tráfico atraído

- **TPDA para livianos**

$$TPDA = 1154 \frac{\text{veh}}{\text{día}} + 116 \frac{\text{veh}}{\text{día}}$$

$$TPDA = 1270 \frac{veh}{día}$$

- **TPDA para buses**

$$TPDA = 60 \frac{veh}{día} + 6 \frac{veh}{día}$$

$$TPDA = 66 \frac{veh}{día}$$

- **TPDA para camiones**

$$TPDA = 114 \frac{veh}{día} + 12 \frac{veh}{día}$$

$$TPDA = 126 \frac{veh}{día}$$

**Tabla 13: TPDA de la vía**

<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>	<b>TPDA ACTUAL</b>	<b>TRÁFICO ATRAIDO</b>	<b>TPDA</b>	<b>TPDA %</b>
Livianos	1154	116	1270	86.87
Buses	60	6	66	4.51
Camiones	114	12	126	8.62
<b>TOTAL</b>	<b>1328</b>	<b>194</b>	<b>1462</b>	<b>100</b>

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

Se obtuvo un total de 1462 vehículos los cuales transitan en la vía durante un día, el cual en su mayoría son livianos, teniendo un porcentaje del 86.87 % y siguiéndole los camiones con un 8.62 % para terminar con los buses con un total del 4.51 %.

### 3.1.3.6 Cálculo del tráfico futuro

Para la determinación del tráfico futuro se tomó información en base a las tasas de crecimiento proporcionadas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) el cual brinda información concerniente al crecimiento vehicular dentro de la provincia, y se realizó el cálculo con una consideración de un intervalo de tiempo de 20 años, siendo el presente año 2023 el año inicial hasta el año 2043. [17]

*Ecuación 5*

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

**Donde:**

***Tf***: Tráfico futuro

***Tac***: Tráfico actual

***i***: Índice de crecimiento

***n***: Años de proyección

***Tabla 14: Índice de crecimiento vehicular***

<b><i>TASA DE CRECIMIENTO DEL TRÁFICO</i></b>			
<b><i>PERIODO</i></b>	<b><i>LIVIANOS</i></b>	<b><i>BUSES</i></b>	<b><i>CAMIONES</i></b>
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

*Autor: Ministerio de Obras Públicas (MTO) 2003*



*Tabla 15: Tráfico futuro de la vía*

AÑO	TASA DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO			TRÁFICO FUTURO (veh/día)			TPDAf (veh/día)
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	
2023	3.57	1.78	1.74	1270	66	126	1462
2024	3.57	1.78	1.74	1315	67	128	1511
2025	3.57	1.78	1.74	1362	68	130	1561
2026	3.25	1.62	1.58	1407	69	132	1609
2027	3.25	1.62	1.58	1452	71	135	1657
2028	3.25	1.62	1.58	1499	72	137	1708
2029	3.25	1.62	1.58	1548	73	139	1760
2030	3.25	1.62	1.58	1599	74	141	1814
2031	3.25	1.62	1.58	1650	75	143	1869
2032	3.25	1.62	1.58	1704	77	146	1926
2033	3.25	1.62	1.58	1760	78	148	1985
2034	3.25	1.62	1.58	1817	79	150	2046
2035	3.25	1.62	1.58	1876	80	153	2109
2036	3.25	1.62	1.58	1937	82	155	2173
2037	3.25	1.62	1.58	2000	83	157	2240
2038	3.25	1.62	1.58	2065	84	160	2309
2039	3.25	1.62	1.58	2132	86	162	2380
2040	3.25	1.62	1.58	2201	87	165	2453
2041	3.25	1.62	1.58	2273	88	168	2529
2042	3.25	1.62	1.58	2346	90	170	2607
2043	3.25	1.62	1.58	2423	91	173	2687

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

Se determinó un tráfico futuro de 2687 vehículos en la vía como estimación a los 20 años, teniendo presente que el incremento vehicular en ese periodo de tiempo es de 1225 Vehículos, alcanzando así un 54.61 % de crecimiento desde el vigente año hasta 2043.

**Figura 3.** Crecimiento porcentual de la vía en un periodo de 20 años



*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

### 3.1.3.7 Tipo de vía en base al tráfico futuro

**Tabla 16:** Clasificación de carreteras de acuerdo con el tráfico proyectado

<b><i>FUNCIÓN</i></b>	<b><i>CLASE DE CARRETERA (MOP)</i></b>	<b><i>TPDAF (AÑO FINAL DE DISEÑO)</i></b>
Corredor Arterial	RI – RII (2)	Más de 8000
	I	De 3000 a 8000
Colectora	<b>II</b>	<b>De 1000 a 3000</b>
	III	De 300 a 1000
Vecinal	IV	De 100 a 300
	V	Menos de 100

*Autor: Ministerio de Obras Públicas (MTO) 2003*

Puesto que el TPDA a proyección de 20 años determinado se encuentra en un intervalo de 1000 - 3000 Vehículos, la vía del presente proyecto se clasificó como una vía colectora Tipo 2 en otras palabras es una carretera de mediana capacidad, siendo que esta tiene un promedio de 7.4 el ancho de la calzada, esta vía cumple con el requisito mínimo en base a la normativa MTO 2003.

### 3.1.3.8 Cálculo de los ejes equivalentes

Puesto que los ejes y su peso influyen directamente al comportamiento del pavimento en la vía, es importante el cálculo de estos mediante la determinación de la composición del tráfico realizado anteriormente, con el fin de convertirlos en ejes equivalentes. [18]

El cálculo realizado fue hecho tomando la norma AASHTO 93 (Diseño de Pavimentos), con el fin de utilizar los factores de daño proporcionados en la vía, así como también para la determinación de la deflexión admisible luego de realizar el análisis estructural de la vía, esto a través de la aplicación de la ecuación siguiente:

*Ecuación 6*

$$W18 = \left( \left( \sum_{i=1}^{i=m} FD * TPDA \right) * 365 \right) * Fd * D1$$

**Donde:**

**W18:** número de ejes equivalentes en base al periodo de diseño determinado (20 años)

**Fd:** Factor de distribución direccional

**FD:** Factor de daño

**D1:** porcentaje de W18 en el carril D1.

**Tabla 17: Factores de daño en base 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) <sup>4</sup>	Tons	(p/8.2) <sup>4</sup>	Tons	(p/15,0) <sup>4</sup>	Tons	(p/23) <sup>4</sup>	
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

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

La vía del proyecto posee dos carriles, uno para cada sentido con un porcentaje por carril del 50%, así también tendrá un porcentaje de W18 de 100% debido a que existe dos carriles, uno por cada dirección.

**Tabla 18: Cálculo de ejes equivalentes**

<i>Número de Carriles</i>	<i>VEHÍCULOS EN EL CARRIL</i>
1	50%
2	45%
3	40%

*Autor: Pavimentos, AASHTO -93*

**Tabla 19: Factores W18 en el carril D1**

<i>NÚMERO DE CARRILES EN UNA SOLA DIRECCIÓN</i>	<i>% DE W18 POR CARRIL</i>
1	100%
2	80% -100%
3	60% - 80%

*Autor: Pavimentos, AASHTO -93*

Ahora bien, para la determinación de los ejes equivalentes, es necesario tomar los valores obtenidos por el cálculo del tráfico futuro de la vía del proyecto, los cuales se muestran a continuación:

**Tabla 20: Cálculo de ejes equivalentes**

<b>AÑO</b>	<b>TRÁFICO FUTURO</b>		<b>CAMIONES</b>	<b>W18 POR CARRIL</b>	<b>W18 ACUMULADO</b>
	<b>LIVIANOS</b>	<b>BUSES</b>			
2023	1270	66	126	42110	84221
2024	1315	67	128	42770	85540
2025	1362	68	130	43429	86858
2026	1407	69	132	44089	88177
2027	1452	71	135	45173	90345
2028	1499	72	137	45832	91664
2029	1548	73	139	46491	92983

2030	1599	74	141	47151	94301
2031	1650	75	143	47810	95620
2032	1704	77	146	48894	97788
2033	1760	78	148	49553	99107
2034	1817	79	150	50213	100426
2035	1876	80	153	51107	102214
2036	1937	82	155	51956	103913
2037	2000	83	157	52616	105231
2038	2065	84	160	53510	107019
2039	2132	86	162	54359	108718
2040	2201	87	165	55253	110506
2041	2273	88	168	56147	112294
2042	2346	90	170	56997	113993
2043	2423	91	173	57891	115781

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

### **3.1.4 Evaluación de los componentes físicos de la vía**



Para poder realizar un buen mantenimiento vial, es necesario tomar en cuenta dos aspectos importantes de la misma, el aspecto superficial y el aspecto estructural, realizando estas dos intervenciones, se garantiza que el plan de mantenimiento sea realizado en base a la correcta necesidad de la vía. Es por ello por lo cual se realizó el análisis superficial mediante el método del PCI (Índice de condición de Pavimentos) y el análisis estructural mediante el ensayo de la viga Benkelman, permitiendo así conocer la serviciabilidad y estado de esta.

#### **3.1.4.1 Cálculo del Índice de condición del pavimento de la vía (PCI)**

El índice de condición de pavimento se determinó al obtener el grado numérico de evaluación superficial de la vía, esto por medio de la observación y medición del área dañada, teniendo el diferente deterioro en función de su severidad, teniendo presente los niveles bajo, medio y alto. [19]

A través de este método visual, se realizó las correspondientes inspecciones, registrando las fallas y la severidad de estas en base al formato mostrado a continuación:

**Figura 4. Formato de anotación PCI.**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL 									
Proyecto: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"									
ABS Inicial:		Área de prueba:		Fecha:					
ABS Final:		Unidad de prueba:		Inspeccionado por:					
Ancho de carril:		Tramo:		Revisado por:					
Evaluación en base al método de Índice de Condición de Pavimentos									
Nº	Fallas			Esquema					
1	Piel de Cocodrilo		m <sup>2</sup>						
2	Exudación o Sangrado		m <sup>2</sup>						
3	Agrietamiento en Bloque		m <sup>2</sup>						
4	Bombeo y Hundimientos		m						
5	Corrugación		m <sup>2</sup>						
6	Depresiones		m <sup>2</sup>						
7	Agrietamiento de borde		m <sup>2</sup>						
8	Agrietamiento Reflejo de Juntas		m						
9	Caída Externa de Vía/Habrera		m						
10	Agrietamiento Longitudinal y Transversal		m						
11	Parchados		m <sup>2</sup>						
12	Agregados Pulidos		m <sup>2</sup>						
13	Baches		Unidad						
14	Cruce de Ferrocarril		m <sup>2</sup>						
15	Ruteo		m <sup>2</sup>						
16	Empellones		m <sup>2</sup>						
17	Agrietamiento Media Luna		m <sup>2</sup>						
18	Protuberancia		m <sup>2</sup>						
19	Interperismo		m <sup>2</sup>						
FALLA Nº	Severidad			Cantidades Parciales	Total	Densidad %	Total		
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)						
Valor Deducido (VDT)									
Cálculo de PCI									
PCI:	100 - DVT	PCI:							

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

El método se realizó considerando los siguientes valores mostrados a continuación:

**Tabla 21: Clasificación de carreteras de acuerdo con el tráfico proyectado**

<b>INFORMACIÓN</b>	<b>VALOR</b>
<i>Longitud de la vía</i>	<i>4500 m</i>
<i>Ancho de vía</i>	<i>7.4 m</i>
<i>Error Admisible</i>	<i>5%</i>
<i>Desviación Estándar</i>	<i>10</i>

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

- **Longitud de la unidad de muestreo**

*Ecuación 7*

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

**Donde:**

**L:** Longitud de unidad de muestreo

**A:** Área de unidad de muestreo

**Av:** Ancho promedio de la vía

$$L = \frac{232 \pm 93}{7.4}$$

$$L+ = 43.92 \text{ m}$$

$$L- = 18.72 \text{ m}$$

$$L \text{ promedio} = \frac{43.92 + 18.72}{2}$$

$$L = 31.35 \text{ m} \approx 31 \text{ m}$$

La longitud de unidad de muestreo puede encontrarse dentro del rango entre L+ y L-, siendo su promedio un total de 31 unidades.

- **# de unidades de prueba**

*Ecuación 8*

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

**Donde:**

**N:** Número de unidades de prueba

**Lt:** Longitud Total

*L*: Longitud de unidad de muestreo

$$N = \frac{4500 \text{ m}}{31 \text{ m}}$$

$$N = 145.16 \approx 145 \text{ unidades}$$

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

*Ecuación 9*

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

*Donde:*

*n*: Número de unidades de prueba a ser inspeccionadas

*s* : Desviación estándar del PCI de las unidades de prueba en la sección

*e*: Error permisible en la estimación de la sección PCI

$$n = \frac{145 * 10^2}{\left(\frac{5^2}{4}\right) (145 - 1) + 10^2}$$

$$n = 14.50 \approx 15 \text{ unidades}$$

- **Intervalo**

*Ecuación 10*

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

*Donde:*

*i*: Intervalo de muestreo



$$i = \frac{145}{15}$$

$$i = 9.67 \text{ m} \approx 10 \text{ m}$$

Una vez obtenido el intervalo de muestreo, se prosiguió a la inspección en campo cada 10 unidades de prueba con una longitud de 31 m. Es recomendable en base al estado de la vía, el tomar una unidad adicional de muestreo, siendo que, por cálculo, una unidad de muestreo se encuentre con un daño mayor al estimado en las unidades, no obstante, no es ese el caso de la vía del presente proyecto.

**Tabla 22: Datos correspondientes a las unidades de prueba inspeccionadas**

<b>UNIDAD</b>	<b>ABS INICIAL</b>	<b>ABS FINAL</b>	<b>ANCHO PROMEDIO DE VÍA</b>	<b>ÁREA</b>
0	0+000	0+031	8.10 m	251.1
1	0+310	0+341	6.20 m	192.2
2	0+620	0+651	7 m	217
3	0+930	0+961	7 m	217
4	1+240	1+271	8.2 m	254.2
5	1+550	1+581	8 m	248
6	1+860	1+891	6.8 m	210.8
7	2+170	2+201	6.90	213.9
8	2+480	2+511	6.90	254.2
9	2+790	2+821	8.15 m	252.65
10	3+100	3+131	8.2 m	254.2
11	3+410	3+441	6 m	186
12	3+720	3+751	6.8 m	210.8
13	4+030	4+061	7.1 m	220.1
14	4+340	4+371	6.8 m	210.8

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

A continuación, tras obtener los valores correspondientes a las unidades de prueba, se dio paso al registro de las fallas mostradas y su severidad con el fin de dar paso a la obtención de la densidad, y por ende su valor deducido.

Cabe mencionar que dichos valores deducidos son obtenidos por medio del uso de nomogramas dados por el manual de anomalías PCI (Anexo II-B) en base a su severidad y valores de densidad.

- **Cálculo de la Densidad**

*Ecuación 11*

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

Los valores de la densidad cómo los respectivos valores deducidos se encuentran en los anexos

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

*Ecuación 12*

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

**Donde:**

**m:** Número aceptable de deducciones

**HDV:** Valor deducido más alto

- **Cálculo del índice de condición de pavimento (PCI)**

Luego de haber calculado los valores por cada unidad de prueba (Anexo C), se determinaron los siguientes resultados, de acuerdo con la clasificación del PCI.

Los resultados a detalle de los cálculos de todas las unidades de prueba se encuentran colocados en el Anexo B.

**Tabla 23: Tabla de clasificación de condición del pavimento**

<b>RANGO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>
100 – 85	Excelente

85 – 70	Muy bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy malo
10 - 0	Fallado

*Autor : Pavement Condition Index (PCI)*

**Tabla 24: PCI encontrado en las unidades de prueba**

<b>UNIDAD</b>	<b>ABS INICIAL (m)</b>	<b>ABS FINAL (m)</b>	<b>ÁREA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>PCI</b>	<b>CONDICIÓN</b>
0	0+000	0+031	251.1	61	Bueno
1	0+310	0+341	192.2	58	Bueno
2	0+620	0+651	217	42	Regular
3	0+930	0+961	217	20	Muy malo
4	1+240	1+271	254.2	21	Muy malo
5	1+550	1+581	248	17	Muy malo
6	1+860	1+891	210.8	35	Malo
7	2+170	2+201	213.9	31	Malo
8	2+480	2+511	254.2	36	Malo
9	2+790	2+821	252.65	28	Malo
10	3+100	3+131	254.2	27	Malo
11	3+410	3+441	186	34	Malo
12	3+720	3+751	210.8	26	Malo
13	4+030	4+061	220.1	40	Regular
14	4+340	4+371	210.8	62	Bueno
<b>Promedio:</b>				<b>35.87</b>	<b>Malo</b>

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

En base a los resultados obtenidos mediante el cálculo del PCI, se determinó el grado de condición del pavimento, siendo pobre puesto que el promedio del PCI es de 35.87, por lo cual su condición de estado es MALA. Es por ello por lo que la intervención de mantenimiento es necesaria, recomendando realizar una rehabilitación vial.



### 3.1.4.2 Cálculo de deflexiones de la vía por medio del uso de Viga Benkelman

Una vez realizado el estudio superficial de la vía, es necesario comprobar el estado estructural, esto con el propósito de determinar el causante del estado de la vía.

Actualmente el establecer dicha condición estructural se vuelve sencillo gracias a la medición de las deflexiones del pavimento, brindando de manera pronta y efectiva el estado del pavimento y la subrasante mediante el ensayo de la viga Benkelman. [20]

Ahora bien, en base al ancho promedio de la calzada (7.4), la ubicación de la viga fue de 0.9 metros a partir del borde de la vía, bajo la normativa AASHTO T 256 se realizó mediciones para separar intervalos de 0, 25, 50, 100, 500 y 800 centímetros de distancia con el fin de , medir las deflexiones al pasar dichas distancias con la volqueta. Así también se realizó este ensayo cada 200 m de acuerdo con la misma normativa. Se procedió a tomar la temperatura en cada sitio del ensayo, así como el respectivo espesor. [21]

**Tabla 25: Deflexiones tomadas en campo**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> 		<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>							
<b>Proyecto:</b> "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka - Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"									
<b>VIGA BENKELMAN</b>									
<b>Autor:</b> Luis Arellano					<b>Revisado por:</b> Ing. Jorgue Guevara				
ESTACIÓN N	ABSCISA A	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)						TEMPERATURA (°C)	ESPESOR (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	0+000	0.0	38.0	43.0	45.0	48.0	51.0	30	5
2	0+200	0.0	35.0	39.0	46.0	50.0	50.0	31	5
3	0+400	0.0	28.0	35.0	40.0	46.0	47.0	31	5
4	0+600	0.0	20.0	31.0	38.0	43.0	50.0	30	5
5	0+800	0.0	10.0	28.0	36.0	40.0	44.0	30	5
6	1+000	0.0	20.0	28.0	40.0	48.0	55.0	31	5
7	1+200	0.0	19.0	29.0	33.0	35.0	42.0	30	5
8	1+400	0.0	30.0	40.0	45.0	49.0	50.0	32	5

9	1+600	0.0	27.0	38.0	42.0	43.0	45.0	32	5
10	1+800	0.0	16.0	22.0	30.0	35.0	41.0	32	5
11	2+000	0.0	20.0	27.0	33.0	34.0	34.0	30	5
12	2+200	0.0	17.0	25.0	30.0	33.0	34.0	30	5
13	2+400	0.0	10.0	23.0	31.0	34.0	36.0	30	5
14	2+600	0.0	11.0	18.0	27.0	30.0	32.0	30	5
15	2+800	0.0	20.0	30.0	32.0	33.0	33.0	32	5
16	3+000	0.0	25.0	31.0	34.0	38.0	40.0	32	5
17	3+200	0.0	19.0	30.0	40.0	45.0	48.0	30	5
18	3+400	0.0	21.0	28.0	42.0	48.0	51.0	30	5
19	3+600	0.0	20.0	26.0	38.0	42.0	45.0	30	5
20	3+800	0.0	19.0	31.0	38.0	41.0	42.0	30	5
21	4+000	0.0	22.0	34.0	45.0	46.0	48.0	30	5
22	4+200	0.0	22.0	29.0	35.0	36.0	37.0	31	5
23	4+400	0.0	11.0	18.0	30.0	34.0	36.0	31	5

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

Tras haber realizado las respectivas mediciones de deflexiones, temperatura y espesores, se dio paso a realizar las correcciones a continuación:

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

En base a los datos obtenidos se es necesario realizar la corrección mediante la siguiente ecuación:

*Ecuación 13*

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

***Donde:***

***D:*** Deflexión Corregida



***RB:*** Relación Brazo-Viga

***Df:*** Deflexión final obtenida

***Do:*** Deflexión inicial obtenida

Se realizó el correspondiente cálculo para cada toma de muestra dada por el dial, teniendo así los respectivos resultados:

**Tabla 26: Deflexiones corregidas mediante el brazo de la viga Benkelman con relación 1:2**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> 		<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>							
<b>Proyecto:</b> "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"									
<b>VIGA BENKELMAN (CORRECCIÓN POR EL BRAZO CON RELACIÓN 1:2)</b>									
<b>Autor:</b> Luis Arellano					<b>Revisado por:</b> Ing. Jorgue Guevara				
ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)						TEMPERATURA (°C)	ESPESOR (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	0+000	102.0	26.0	16.0	12.0	6.0	0.0	30	5
2	0+200	100.0	30.0	22.0	8.0	0.0	0.0	31	5
3	0+400	94.0	38.0	24.0	14.0	2.0	0.0	31	5
4	0+600	100.0	60.0	38.0	24.0	14.0	0.0	30	5
5	0+800	88.0	68.0	32.0	16.0	8.0	0.0	30	5
6	1+000	110.0	70.0	54.0	30.0	14.0	0.0	31	5
7	1+200	84.0	46.0	26.0	18.0	14.0	0.0	30	5
8	1+400	100.0	40.0	20.0	10.0	2.0	0.0	30	5
9	1+600	90.0	36.0	14.0	6.0	4.0	0.0	30	5
10	1+800	82.0	50.0	38.0	22.0	12.0	0.0	31	5
11	2+000	68.0	28.0	14.0	2.0	0.0	0.0	31	5
12	2+200	68.0	34.0	18.0	8.0	2.0	0.0	31	5
13	2+400	72.0	52.0	26.0	10.0	4.0	0.0	30	5
14	2+600	64.0	42.0	28.0	10.0	4.0	0.0	30	5
15	2+800	66.0	26.0	6.0	2.0	0.0	0.0	30	5
16	3+000	80.0	30.0	18.0	12.0	4.0	0.0	30	5
17	3+200	96.0	58.0	36.0	16.0	6.0	0.0	30	5
18	3+400	102.0	60.0	46.0	18.0	6.0	0.0	30	5
19	3+600	90.0	50.0	38.0	14.0	6.0	0.0	30	5
20	3+800	84.0	46.0	22.0	8.0	2.0	0.0	31	5
21	4+000	96.0	52.0	28.0	6.0	4.0	0.0	31	5
22	4+200	74.0	30.0	16.0	4.0	2.0	0.0	32	5
23	4+400	72.0	50.0	36.0	12.0	4.0	0.0	32	5

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

- **Corrección por medio de la temperatura**

La temperatura varía un aproximado de más menos 1° de los 30° que se anotaron en campo, es por ello por lo que se realizó una corrección en base a la temperatura por medio de la presente ecuación:

*Ecuación 14*

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

**Donde:**

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



**$D_0$ :** Deflexión inicial corregida por brazo - viga

**$t$ :** Temperatura anotada

**$h$ :** Espesor de la carpeta asfáltica

Se realizó el correspondiente cálculo teniendo así los respectivos resultados:

**Tabla 27: Deflexiones corregidas mediante el brazo de la viga Benkelman por temperatura**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> 		<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>							
<b>Proyecto:</b> "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"									
<b>VIGA BENKELMAN (CORRECCIÓN POR TEMPERATURA)</b>									
<b>Autor:</b> Luis Arellano					<b>Revisado por:</b> Ing. Jorgue Guevara				
ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)						TEMPERATURA (°C)	ESPESOR (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	0+000	97.1	24.8	15.2	11.4	5.7	0.0	30	5
2	0+200	94.8	28.4	20.9	7.6	0.0	0.0	31	5

3	0+400	89.1	36.0	22.7	13.3	1.9	0.0	31	5
4	0+600	95.2	57.1	36.2	22.9	13.3	0.0	30	5
5	0+800	83.8	64.8	30.5	15.2	7.6	0.0	30	5
6	1+000	104.3	66.4	51.2	28.4	13.3	0.0	31	5
7	1+200	80.0	43.8	24.8	17.1	13.3	0.0	30	5
8	1+400	95.2	38.1	19.0	9.5	1.9	0.0	30	5
9	1+600	85.7	34.3	13.3	5.7	3.8	0.0	30	5
10	1+800	77.7	47.4	36.0	20.9	11.4	0.0	31	5
11	2+000	64.5	26.5	13.3	1.9	0.0	0.0	31	5
12	2+200	64.5	32.2	17.1	7.6	1.9	0.0	31	5
13	2+400	68.6	49.5	24.8	9.5	3.8	0.0	30	5
14	2+600	61.0	40.0	26.7	9.5	3.8	0.0	30	5
15	2+800	62.9	24.8	5.7	1.9	0.0	0.0	30	5
16	3+000	76.2	28.6	17.1	11.4	3.8	0.0	30	5
17	3+200	91.4	55.2	34.3	15.2	5.7	0.0	30	5
18	3+400	97.1	57.1	43.8	17.1	5.7	0.0	30	5
19	3+600	85.7	47.6	36.2	13.3	5.7	0.0	30	5
20	3+800	79.6	43.6	20.9	7.6	1.9	0.0	31	5
21	4+000	91.0	49.3	26.5	5.7	3.8	0.0	31	5
22	4+200	69.8	28.3	15.1	3.8	1.9	0.0	32	5
23	4+200	67.9	47.2	34.0	11.3	3.8	0.0	32	5

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

- **Corrección por estacionalidad**

Para la realización de esta corrección, se tomó en cuenta parámetros necesarios de acuerdo con el Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREVAL) para el estudio de rehabilitación de carreteras capítulo VI, volumen C, el cual brinda los factores de corrección. [22]

**Tabla 28: Factores de corrección por estacionalidad (CONREVAL)**

<b>TIPO DE SUELO</b>	<b>ESTACIÓN LLUVIOSA</b>	<b>ESTACIÓN SECA</b>
<b>Arenosa Permeable</b>	1.0	<b>1.1 – 1.3</b>
Arcillosa Sensible al agua	1.0	1.2 – 1.4

*Autor: Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREVAL)*



El material encontrado en la vía del proyecto es Arenosa Permeable, y en la medición de cada estación, el clima se mantuvo despejado teniendo así una estación seca, por ende, el factor de corrección de acuerdo con la estacionalidad implementada por la CONREVAL es de 1.1 – 1.3 siendo el valor primero el utilizado en el cálculo.

*Ecuación 15*

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

**Donde:**

**D:** Deflexión corregida por estacionalidad

**D<sub>20 °C</sub>:** Deflexión corregida inicial por temperatura

Los valores obtenidos mediante esta corrección se presentan a continuación:

**Tabla 29: Deflexiones corregidas mediante la estacionalidad**

<b>Proyecto:</b> "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"									
<b>VIGA BENKELMAN (CORRECCIÓN POR ESTACIONALIDAD)</b>									
<b>Autor:</b> Luis Arellano					<b>Revisado por:</b> Ing. Jorge Guevara				
ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)						TEMPERATURA (°C)	ESPESOR (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	0+000	106.9	27.2	16.8	12.6	6.3	0.0	30	5
2	0+200	104.3	31.3	22.9	8.3	0.0	0.0	31	5
3	0+400	98.0	39.6	25.0	14.6	2.1	0.0	31	5
4	0+600	104.8	62.9	39.8	25.1	14.7	0.0	30	5
5	0+800	92.2	71.2	33.5	16.8	8.4	0.0	30	5
6	1+000	114.7	73.0	56.3	31.3	14.6	0.0	31	5
7	1+200	88.0	48.2	27.2	18.9	14.7	0.0	30	5
8	1+400	104.8	41.9	21.0	10.5	2.1	0.0	30	5

9	1+600	94.3	37.7	14.7	6.3	4.2	0.0	30	5
10	1+800	85.5	52.1	39.6	22.9	12.5	0.0	31	5
11	2+000	70.9	29.2	14.6	2.1	0.0	0.0	31	5
12	2+200	70.9	35.5	18.8	8.3	2.1	0.0	31	5
13	2+400	75.4	54.5	27.2	10.5	4.2	0.0	30	5
14	2+600	67.0	44.0	29.3	10.5	4.2	0.0	30	5
15	2+800	69.1	27.2	6.3	2.1	0.0	0.0	30	5
16	3+000	83.8	31.4	18.9	12.6	4.2	0.0	30	5
17	3+200	100.6	60.8	37.7	16.8	6.3	0.0	30	5
18	3+400	106.9	62.9	48.2	18.9	6.3	0.0	30	5
19	3+600	94.3	52.4	39.8	14.7	6.3	0.0	30	5
20	3+800	87.6	48.0	22.9	8.3	2.1	0.0	31	5
21	4+000	100.1	54.2	29.2	6.3	4.2	0.0	31	5
22	4+200	76.8	31.1	16.6	4.2	2.1	0.0	32	5
23	4+400	74.7	51.9	37.4	12.5	4.2	0.0	32	5

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

- **Cálculo del radio de curvatura**

Al realizar el ensayo se debe tomar en cuenta la relación que existe entre las deflexiones y el comportamiento del pavimento, es por ello por lo que se determinó dicha relación (radio de curvatura) mediante la presente fórmula.

*Ecuación 16*

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

**Donde:**

**Rc:** Radio de curvatura

**D<sub>0</sub>:** Deflexión máxima a los 0 m

**D<sub>25</sub>:** Deflexión a los 0.25 centímetros

Los resultados del cálculo se muestran en la presente tabla:

**Tabla 30: Resultados del Radio de curvatura**

<b>Proyecto:</b> "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"				
<b>RADIO DE CURVATURA</b>				
<b>ESTACIÓN</b>	<b>ABSCISA</b>	<b>LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)</b>		<b>RADIO DE CURVATURA (m)</b>
		<b>D0</b>	<b>D25</b>	
1	0+000	106.9	27.2	39.2
2	0+200	104.3	31.3	42.8
3	0+400	98.0	39.6	53.5
4	0+600	104.8	62.9	74.6
5	0+800	92.2	71.2	149.1
6	1+000	114.7	73.0	74.9
7	1+200	88.0	48.2	78.5
8	1+400	104.8	41.9	49.7
9	1+600	94.3	37.7	55.2
10	1+800	85.5	52.1	93.7
11	2+000	70.9	29.2	74.9
12	2+200	70.9	35.5	88.2
13	2+400	75.4	54.5	149.1
14	2+600	67.0	44.0	135.6
15	2+800	69.1	27.2	74.6
16	3+000	83.8	31.4	59.7
17	3+200	100.6	60.8	78.5
18	3+400	106.9	62.9	71.0
19	3+600	94.3	52.4	74.6
20	3+800	87.6	48.0	78.9
21	4+000	100.1	54.2	68.1
22	4+200	76.8	31.1	68.4
23	4+400	74.7	51.9	136.9
<b>PROMEDIO</b>		90.1	46.4	81.3

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

- **Cálculo de las deflexiones características**

Con el resultado promedio dado por la relación de la deformación y comportamiento del pavimento, se procedió a realizar el cálculo de la desviación estándar mediante la siguiente ecuación:

*Ecuación 17*

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

**Donde:**

**$\sigma$ :** Desviación estándar

**$D_i$ :** Deflexión máxima corregida

**$\bar{D}$ :** Deflexión media

**$n$ :** Cantidad total de datos

Los resultados del cálculo se muestran en la presente tabla:

**Tabla 31: Resultados de la desviación estándar**

DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA				
ESTACIÓN	ABSCISA	D0	(Dm-D0)	(Dm-D0)^2
1	0+000	106.9	-16.79	282.04
2	0+200	104.3	-14.20	201.70
3	0+400	98.0	-7.95	63.14
4	0+600	104.8	-14.70	216.05
5	0+800	92.2	-2.13	4.53
6	1+000	114.7	-24.63	606.58
7	1+200	88.0	2.06	4.26
8	1+400	104.8	-14.70	216.05
9	1+600	94.3	-4.22	17.83

10	1+800	85.5	4.57	20.84
11	2+000	70.9	19.16	367.21
12	2+200	70.9	19.16	367.21
13	2+400	75.4	14.63	214.17
14	2+600	67.0	23.02	529.71
15	2+800	69.1	20.92	437.66
16	3+000	83.8	6.25	39.11
17	3+200	100.6	-10.51	110.42
18	3+400	106.9	-16.79	282.04
19	3+600	94.3	-4.22	17.83
20	3+800	87.6	2.48	6.15
21	4+000	100.1	-10.03	100.63
22	4+200	76.8	13.27	176.11
23	4+400	74.7	15.35	235.51
<b>PROMEDIO (D):</b>		90.06	<b>SUMA</b>	4516.79
<b>DESVIACIÓN</b>		14.33		

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

Teniendo presente el porcentaje del área total, la presente tabla indica la probabilidad del área de estudio que tiende a sufrir deflexiones mayores, el Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREVAL) sugiere trabajar con un 95%.

**Tabla 32: Resultados de la desviación estándar**

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

*Autor: Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREVAL)*

Teniendo presente el porcentaje, así como la respectiva fórmula y área, se realizó el cálculo pertinente.

*Ecuación 18*

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

**Donde:**

$\sigma$ : Desviación estándar

$\bar{D}$ : Deflexión media

$$D_c = 90.06 + 1.645 * 14.13$$

$$D_c = 113.30 \times 10^{-2} mm$$

- **Cálculo de deflexión Admisible**

La deflexión admisible se calculó usando datos de los ejes equivalentes previamente obtenidos, por medio de la siguiente ecuación:

*Ecuación 19*

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

**Donde:**

$D_{adm}$ : Deflexión característica admisible en millones

$W_{18}$ : Número de ejes equivalentes acumulados

$$D_{adm} = \left( \frac{1.15}{0.04211} \right)^{\frac{1}{4}} * 100$$

$$D_{adm} = 228.60 \times 10^{-2} mm$$

- **Cálculo de deflexión Crítica**

Este cálculo se realizó con el número de los ejes equivalentes, aplicándose la siguiente ecuación:

*Ecuación 20*

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

**Donde:**

**$D_{cr}$ :** Deflexión crítica en millones

**$W_{18}$ :** Número de ejes equivalentes

$$D_{adm} = \left(\frac{1.90}{0.04211}\right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

$$D_{adm} = 205.18 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

En base a los resultados anteriormente calculados (Radio de curvatura, deflexiones) se es posible el determinar la clase de deflexión presente en la vía del proyecto, esto se hizo en base a la tabla mostrada a continuación adquirida del Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREDVIAL).

**Tabla 33: Tipo de deflexiones y características**

<b>TIPO DE DEFLEXIÓN</b>	<b>COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE</b>	<b>COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO</b>
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 → $R_c < 100$

*Autor: Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREVAL)*

**Tabla 34: Resultados del comportamiento y tipo de deflexión dentro del pavimento**

<b>TIPO DE DEFLEXIÓN</b>									
ESTACIÓN	ABSCISA	(X10e-2 mm)				RADIO DE CURVATURA (m)	COMPORTAMIENTO		TIPO DE DEFLEXIÓN
		D0	Dc	Dadm	Dcr		SUBRASANTE	PAVIMENTO	
1	0+000	106.86	113.63	228.60	205.18	39.2	BUENO	MALO	TIPO III
2	0+200	104.27	135.67	228.60	205.18	42.8	BUENO	MALO	TIPO III
3	0+400	98.01	135.67	228.60	205.18	53.5	BUENO	MALO	TIPO III
4	0+600	104.76	135.67	228.60	205.18	74.6	BUENO	MALO	TIPO III
5	0+800	92.19	135.67	228.60	205.18	149.1	BUENO	BUENO	TIPO I
6	1+000	114.69	135.67	228.60	205.18	74.9	BUENO	MALO	TIPO III
7	1+200	88.00	135.67	228.60	205.18	78.5	BUENO	MALO	TIPO III
8	1+400	104.76	135.67	228.60	205.18	49.7	BUENO	MALO	TIPO III
9	1+600	94.29	135.67	228.60	205.18	55.2	BUENO	MALO	TIPO III
10	1+800	85.50	135.67	228.60	205.18	93.7	BUENO	MALO	TIPO III
11	2+000	70.90	135.67	228.60	205.18	74.9	BUENO	MALO	TIPO III
12	2+200	70.90	135.67	228.60	205.18	88.2	BUENO	MALO	TIPO III
13	2+400	75.43	135.67	228.60	205.18	149.1	BUENO	BUENO	TIPO I
14	2+600	67.05	135.67	228.60	205.18	135.6	BUENO	BUENO	TIPO I
15	2+800	69.14	135.67	228.60	205.18	74.6	BUENO	MALO	TIPO III
16	3+000	83.81	135.67	228.60	205.18	59.7	BUENO	MALO	TIPO III
17	3+200	100.57	135.67	228.60	205.18	78.5	BUENO	MALO	TIPO III
18	3+400	106.86	135.67	228.60	205.18	71.0	BUENO	MALO	TIPO III
19	3+600	94.29	135.67	228.60	205.18	74.6	BUENO	MALO	TIPO III
20	3+800	87.58	135.67	228.60	205.18	78.9	BUENO	MALO	TIPO III
21	4+000	100.09	135.67	228.60	205.18	68.1	BUENO	MALO	TIPO III
22	4+200	76.79	135.67	228.60	205.18	68.4	BUENO	MALO	TIPO III
23	4+400	74.72	135.67	228.60	205.18	136.9	BUENO	BUENO	TIPO I
<b>PROMEDIO</b>		90.06	135.67	228.60	205.18	81.3	BUENO	MALO	TIPO III

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

**Tabla 35: Resultados de las deflexiones**

<b>TABLA DE RESULTADOS</b>	
<b>Deflexión promedio (<math>\bar{D}</math>)</b>	90.06
<b>Desviación estándar (<math>\sigma</math>)</b>	14.33
<b>Deflexión característica (<math>D_c</math>)</b>	113.30

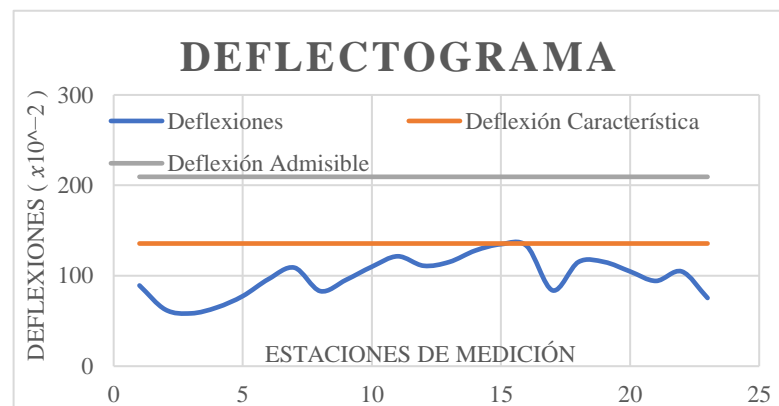


<b>Deflexión admisible (Dadm)</b>	228.60
<b>Deflexión crítica (Dcr)</b>	205.18
<b>Radio de curvatura promedio (Rc)</b>	81.3
<b>COMPORTAMIENTO</b>	
<b>SUBRASANTE:</b>	$D_c < D_{adm} \rightarrow 113,30 < 228.60$
<b>PAVIMENTO:</b>	$R_c < 100 \rightarrow 81.3 < 100$
<b>DEFLEXIÓN:</b>	Tipo III

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

Los resultados mostrados (tabla 35) permiten determinar que las deflexiones de la vía son de Tipo III, indicando que la subrasante posee un comportamiento correcto, mientras que el pavimento tiende a fallar gracias al radio de curvatura menor a 100, siendo uno de los problemas el hecho de tener un espesor inadecuado.

**Figura 5. Deflectograma de la vía**



*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

### 3.1.4.3 Estudio de suelos

Cuando se realiza análisis estructurales de un pavimento es importante tener presente que las fallas en las vías no dependen únicamente de la composición estructural del asfalto, sino también del suelo sobre la cual se edifica la vía, es por ello por lo que el recurrir a estudio de suelos es indispensable para poder determinar las propiedades que posee dicho suelo.

Para la realización de los diferentes ensayos, se realizó 4 calicatas de 1 m<sup>3</sup> de profundidad con el propósito de llevar al laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato con el fin de ensayarlos. Dichas calicatas fueron realizadas en puntos en los cuales fuese fácil extraer 70 kg por calicata.

**Tabla 36: Datos concernientes a las Calicatas**

<b>ABSCISA</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>
0+465	9854405.291	769983.896	1 m <sup>3</sup>
1+767	9855598.777	770543.189	1 m <sup>3</sup>
2+325	9856114.197	770691.531	1 m <sup>3</sup>
3+751	9857329.185	770690.058	1 m <sup>3</sup>

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

- **Ensayo Granulométrico**

El fraccionamiento granulométrico del suelo se basa en la separación de las partículas de diferentes tamaños, difiriendo en su composición mineralógica, estructura y función, es por ello por lo que es necesario tener presente el tipo de material del cual se compone el suelo. [23]

Este ensayo se realizó de acuerdo con la norma ASTM 422 y AASHTO T 88, normas que indican la manera de realizar el ensayo granulométrico ordenando los tamices de mayor a menor abertura, con el fin de que pasen las partículas hasta quedar las más finas en el fondo.

La clasificación del suelo fue bajo el método de la norma AASHTO y SUCS.

**Tabla 37: Datos concernientes al ensayo granulométrico**

<b>MUESTRAS DE SUELO</b>			
1	2	3	4
GRAVA			
1.88%	7.23%	2.32%	0.93%

ARENA			
86.24%	82.81%	83.11%	60.29%
FINOS			
11.88%	9.96%	14.56%	38.78%
CLASIFICACIÓN			
AASHTO			
A - 2 - 4	A - 2 - 4	A - 2 - 4	A - 2 - 4
SUCS			
SM arena limosa	SM- GP Grava con arena limosa	SM arena limosa	SM arena limosa

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

- **Límites de Atterberg**

Con el contenido que pasa del tamiz #40, se realizó los límites líquidos y plásticos del suelo, con una cantidad de 1000 gramos de muestra, esto en base a la norma ASTM D 4318.

La presente tabla indica los resultados de dichos ensayos realizados:

**Tabla 38: Datos concernientes a los límites de Atterberg**

<i>MUESTRA DE SUELO</i>	<i>LÍMITE LÍQUIDO (%)</i>	<i>LÍMITE PLÁSTICO (%)</i>	<i>ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)</i>
1	20	18.37	1.63
2	25	24.32	0.68
3	22	19.35	2.65
4	19	18.88	0.12

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

Se obtuvo en base al ensayo que el tipo de suelo que se encuentra en la vía es una arena Limosa con grava.

- **Proctor Modificado tipo “B”**

La necesidad del estudio de los suelos invita a poder determinar sus propiedades, es por ello que determinar la relación óptima entre la masa unitaria seca y la húmeda es indispensable, en el caso vial, esta relación se puede determinar por medio del Ensayo de compactación Proctor Modificado. [24]

El presente ensayo que se realizó permitió obtener la humedad óptima de compactación, así como la relación con la densidad máxima, se lo hizo bajo el uso de la norma AASHTO T 180, en donde se usó el método modificado tipo B, con moldes de Proctor más grandes para poder colocar las 5 capas cómo está normado.

***Tabla 39: Resultados del Proctor Modificado tipo “B”***

<b><i>MUESTRA DE SUELO</i></b>	<b><i>DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</i></b>	<b><i>HUMEDAD ÓPTIMA (%)</i></b>
1	1.342	12.73
2	1.188	20.1
3	1.284	15
4	1.224	14.7

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

- **Capacidad de Soporte (CBR)**

Se hizo el ensayo de CBR con el propósito de determinar la capacidad de la subrasante de la vía, esto de acuerdo a la norma ASTM D 1883 y AASHTO T -180 en donde se instruye la necesidad de compactar el suelo con 3 moldes con su respectiva carga para determinar la clasificación de las muestras en base a la tabla dada por la norma, el CBR es semejante al ensayo de Proctor en la metodología con la diferencia del número de golpes, 5 capas con cada cantidad de golpes (11, 27 y 56) y poder someterlo a saturación de agua como simulación al caso más crítico.

**Tabla 40: Clasificación y utilización de los suelos**

<b>CBR</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>USO</b>
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

*Autor: Norma AASHTO - 93*

Con el fin de comprobar las características mecánicas de las muestras de suelos tomadas con anterioridad, se determinó la capacidad de carga de estos por medio de la determinación del CBR de diseño, siendo obtenido mediante el ordenamiento de menor a mayor los valores de las cuatro muestras de suelo en el sector de estudio, la determinación para cada valor de CBR el número de valores mayores o iguales de las muestras y convertirlos en una representación porcentual y en base al porcentaje escoger el CBR de diseño para el sector del proyecto.

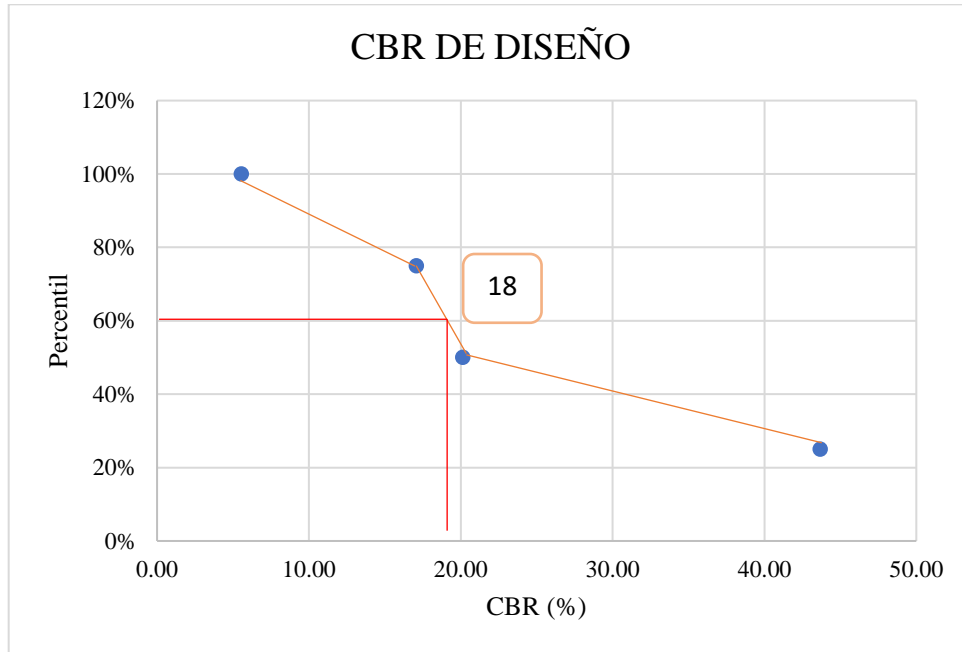
A continuación, se presenta las tablas con los resultados, así como un gráfico de dispersión con el valor del CBR de diseño:

**Tabla 41: Resultados del ensayo CBR**

<b>Ensayo N.°</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Menor a Mayor CBR (%)</b>	<b>Valores mayores o iguales</b>	<b>Percentil</b>
1	0+465	5.55	4	100%
2	1+767	17.08	3	75%
3	2+325	20.13	2	50%
4	3+751	43.67	1	25%

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

**Figura 6. CBR de diseño**



*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

**Tabla 42: Clasificación de las muestras de suelo y CBR de diseño**

<b>MUESTRA DE SUELO</b>	<b>CBR</b>	<b>USO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>
<b>1</b>	43.67	Subbase	Buena
<b>2</b>	5.55	Subrasante	Mala
<b>3</b>	17.08	Subrasante	Regular - Buena
<b>4</b>	20.13	Subrasante	Excelente
<b>CBR de diseño (%)</b>	<b>18%</b>		

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

El resultado de la capacidad de soporte del suelo dio un total de 18 % que en comparación a la tabla de clasificación de los suelos por parte de la norma AASHTO – 93, este es una subrasante regular - buena.

### 3.1.5 Plan de Mantenimiento

Con los resultados otorgados por los ensayos tanto visuales como estructurales, se prosiguió con la determinación del plan de mantenimiento de toda la vía, dicho plan se propuso garantizando un nivel de serviciabilidad alto, así como seguridad para los usuarios.

En la vía Las Retamas – Puente Los ángeles (Perú) se llevó a cabo el mismo procedimiento, teniendo en cuenta que para el correcto plan de mantenimiento es importante una evaluación económica de cada alternativa siendo la más conveniente, la técnica de tratamiento superficial, ayudando así en una vía de un valor de 62 en la escala de PCI la cual está como “buena”. Es por ello por lo que incluyen en su plan, aplicación de ligante bituminoso combinado a mantenimiento de rutina. [25]

Ahora bien, acorde a los resultados obtenidos y las características de pavimento en función del índice de condición de pavimentos, se determinó la acción a tomar para el mejoramiento de la vía.

**Tabla 43: Características del pavimento de acuerdo con el Índice de Condición de Pavimentos**

<i>PCI</i>	<i>CARACTERÍSTICA</i>
70 ± 4	Pavimento necesita mantenimiento menor
55 ± 7	Óptima Rehabilitación
40 ± 6	Se requiere acciones de mantenimiento mayor

*Autor: Augusto Jugo (Manual de mantenimiento de pavimentos flexibles)*

Siendo dichas acciones las siguientes presentadas en función del PCI, como se observa en la siguiente tabla:

**Tabla 44: Fallas del pavimento e intervenciones**

<b>Proyecto:</b> "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"						
FALLA	ABS		SEVERIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	SOLUCIÓN
	INICIAL	FINAL				
Piel de Cocodrilo	0+620	0+651	MEDIA	12.56	m <sup>2</sup>	PARCHADO PARCIAL
	1+240	1+271	MEDIA	3.5		PARCHADO PARCIAL
	1+240	1+271	ALTA	28.24		PARCHADO COMPLETO
	1+550	1+581	ALTA	61.2		PARCHADO COMPLETO
	1+860	1+891	MEDIA	15.6		PARCHADO PARCIAL
	2+170	2+201	ALTA	138		PARCHADO COMPLETO
	2+480	2+511	ALTA	252.2		PARCHADO COMPLETO
	2+790	2+821	ALTA	24.79		PARCHADO COMPLETO
	3+100	3+131	MEDIA	12.6		PARCHADO PARCIAL
	3+410	3+441	BAJA	133.3		SELLO SUPERFICIAL
	3+410	3+441	MEDIA	1.92		PARCHADO PARCIAL
	3+720	3+751	BAJA	96		SELLO SUPERFICIAL
	4+030	4+061	BAJA	12		SELLO SUPERFICIAL
	4+030	4+061	MEDIA	5.8		PARCHADO PARCIAL
Agrietamiento en Bloque	0+310	0+341	MEDIA	46.89	m <sup>2</sup>	SELLAR GRIETAS
	0+620	0+651	MEDIA	8.27		SELLAR GRIETAS
	0+930	0+961	MEDIA	18.18		SELLAR GRIETAS
	1+240	1+271	BAJA	4.77		SELLO SUPERFICIAL
	1+240	1+271	MEDIA	73.97		SELLAR GRIETAS
	1+860	1+891	MEDIA	34.18		SELLAR GRIETAS
	1+860	1+891	ALTA	23.8		ESCARIFICAR EN CALIENTE Y RECUBIR
	2+170	2+201	ALTA	57.6		ESCARIFICAR EN CALIENTE Y RECUBIR
	2+790	2+821	MEDIA	125.62		SELLAR GRIETAS
	3+100	3+131	MEDIA	48.7		SELLAR GRIETAS
4+340	4+371	MEDIA	11.47	SELLAR GRIETAS		
Depresiones	1+550	1+581	BAJA	1.62	m <sup>2</sup>	NADA
	2+170	2+201	MEDIA	0.27		PARCHADO PROFUNDO SUPERFICIAL
Agrietamiento de borde	3+410	3+441	BAJA	1.4	m	NADA
Caída externa de vía/Hombarrera	1+240	1+271	BAJA	9	m	RELLENAR LAS HOMBRRERAS HASTA EMPAREJAR CON EL BORDE DEL PAVIMENTO
	1+550	1+581	BAJA	0.7		
	1+550	1+581	MEDIA	31		



	1+860	1+891	MEDIA	15		
	1+860	1+891	ALTA	15		
	2+170	2+201	MEDIA	9		
	3+410	3+441	BAJA	10.2		
Agrietamiento longitudinal y Transversal	0+000	0+031	MEDIA	45.2	m	SELLADO DE GRIETAS
	0+310	0+341	MEDIA	19.3		SELLADO DE GRIETAS
	0+620	0+651	MEDIA	23.5		SELLADO DE GRIETAS
	0+930	0+961	BAJA	5.5		NADA
	0+930	0+961	MEDIA	44.7		SELLADO DE GRIETAS
	1+240	1+271	BAJA	1.8		NADA
	1+240	1+271	MEDIA	13.1		SELLADO DE GRIETAS
	1+550	1+581	BAJA	1.5		NADA
	1+550	1+581	MEDIA	3.6		SELLADO DE GRIETAS
	1+860	1+891	MEDIA	7.7		SELLADO DE GRIETAS
	2+790	2+821	BAJA	1		NADA
	2+790	2+821	MEDIA	1.52		SELLADO DE GRIETAS
	3+100	3+131	MEDIA	12.4		SELLADO DE GRIETAS
	3+100	3+131	ALTA	12.92		PARCHADO PROFUNDO SUPERFICIAL
	3+720	3+751	BAJA	6		NADA
	3+720	3+751	MEDIA	22.54		SELLADO DE GRIETAS
4+030	4+061	MEDIA	5.8	SELLADO DE GRIETAS		
Parchados	0+930	0+961	BAJA	0.53	m <sup>2</sup>	NADA
	1+860	1+891	BAJA	1.09		NADA
	2+480	2+511	MEDIA	0.49		REEMPLAZAR EL PARCHADO
	2+790	2+821	MEDIA	9.49		REEMPLAZAR EL PARCHADO
	3+410	3+441	BAJA	2.9		NADA
	4+340	4+371	MEDIA	11.47		REEMPLAZAR EL PARCHADO
Baches	2+170	2+201	ALTA	8.4	U	PARCHADO PROFUNDO TOTAL
	2+480	2+511	ALTA	0.61		PARCHADO PROFUNDO TOTAL
	3+720	3+751	BAJA	5.71		NADA
	4+340	4+371	BAJA	1.7		NADA
Intemperismo	0+930	0+961	MEDIA	82.97	m <sup>2</sup>	SELLO SUPERFICIAL
	0+930	0+961	ALTA	18.25		RECUBRIMIENTO
	2+480	2+511	ALTA	15.5		RECUBRIMIENTO
	4+340	4+371	MEDIA	15.4		SELLO SUPERFICIAL

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

**Tabla 45: Mantenimiento recomendado en base al valor del 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

*Autor: Norma ASTM D 6433*

El valor del PCI es de 35,87 lo que indica de acuerdo con la tabla normada que la vía necesita de rehabilitación.

### **3.1.5.1 Espesores para la estructura del pavimento**

Puesto que para la recuperación de la vía se es necesario una rehabilitación, antes de tener en cuenta el presupuesto referencial se debe tener en claro la necesidad de aumentar los espesores en la estructura del pavimento.

Bajo la norma AASHTO 93 se propone el utilizar los presentes espesores de acuerdo con el número de ejes equivalentes.

**Tabla 46: Espesores mínimos de acuerdo con la norma AASHTO 93**

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

*Autor: Norma ASSHTO 93*

Con el propósito de determinar los números estructurales del pavimento se tomó el número de ejes equivalentes obtenidos previamente, dando como resultado de 5 cm para el concreto asfáltico y de 10 cm para la base granular. No obstante, para brindar un

correcto plan de mantenimiento, se determinó los números estructurales (SN) mediante lo especificado en la norma AASHTO 93.

Para ello se tomó en cuenta un promedio de 85% en la confiabilidad recomendada en base al tipo de camino en la zona en la cual se encuentra la vía del proyecto.

**Tabla 47: Niveles de confiabilidad AASHTO 93**

<b>TIPO DE CAMINO</b>	<b>CONFIABILIDAD RECOMENDADA</b>	
	<b>ZONA URBANA</b>	<b>ZONA RURAL</b>
Rutas interestatales y autopistas	85 – 99.9	85 – 99.9
Arterias principales	80 – 99	75 – 99
<b>Colectoras</b>	80 – 95	<b>75 – 95</b>
Locales	50 - 80	50 - 80

**Tabla 48: Valores necesarios para el cálculo del número estructural (SN)**

<b>DATOS OBTENIDOS EN BASE A CÁLCULOS PREVIOS DE LA VÍA</b>	
Tipo de Pavimento	Flexible
Clase de vía	Colectora tipo II
Periodo de diseño	20 años
Confiabilidad (R)	85%
Desviación estándar normal (Zr)	-1.037
Distribuidor de Tráfico (Dt)	50%
Desviación estándar Global (So)	0.44
CBR de la Subrasante	21.61%
Serviciabilidad Inicial (Po)	4.2
Serviciabilidad Final (Pt)	2
Tráfico Actual	1462
Tráfico Futuro	2687
Ejes equivalentes (W18)	57891

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

**Tabla 49: Valores de módulos de elasticidad**

<b>MÓDULOS DE ELASTICIDAD</b>	
Carpeta Asfáltica (1800lb)	400000 psi
Subrasante (CBR: 21,61 %)	13535.47 psi

Base	28300 psi
Subbase	14900 psi

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

Para el respectivo cálculo se utilizó los valores mínimos recomendados por la norma siendo así una base del 80% así como una subbase del 30% obteniendo así los valores presentados en la presente tabla.

**Tabla 50: Valores de los coeficientes estructurales**

<b>COEFICIENTES ESTRUCTURALES</b>	
Para Asfalto (a1)	0,430
Para Base (a2)	0,130
Para Subbase (a3)	0,108

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

En base a los datos de la anterior tabla, se determinó los números estructurales (SN) los cuales se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 51: Números estructurales calculados**

<b>NÚMEROS ESTRUCTURALES CALCULADOS</b>	
Para Asfalto (SN1)	1.18
Para Base (SN2)	1.56
Para Subbase (SN3)	1.63

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

Ya con los números estructurales determinados se obtuvo los espesores correspondientes a la base, subbase y la capa de rodadura.

**Tabla 52: Espesores obtenidos**

<b>ESPESORES OBTENIDOS</b>	
Para Base (D3)	18.06 cm
Para Subbase (D2)	13.29 cm
Para Capa de Rodadura (D1)	6.97 cm

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

El colocar espesores menores o iguales al mínimo requerido no resulta ser práctico o económico, es por ello por lo que el colocar espesores por encima de los valores en norma garantiza mayor estabilidad, esto con el fin de mantener la estructura del pavimento evitando el daño por agentes externos. Es por esta razón que en base a lo anterior mencionado se ha determinado espesores por encima de los obtenidos para garantizar un buen mantenimiento.

**Tabla 53: Espesores Propuestos**

<b>ESPESORES OBTENIDOS</b>	
Para Base (D3)	25 cm
Para Subbase (D2)	20 cm
Para Capa de Rodadura (D1)	5 cm

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

### 3.1.6 Presupuesto Referencial

El presupuesto necesario para poder realizar la obra de mantenimiento vial se basa en la siguiente tabla la cual contiene los rubros correspondientes para la rehabilitación de la vía:

**Tabla 54: Volúmenes de obra para mantenimiento vial**

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	33300	1.31	\$ 43,662.29
3	REMOCIÓN Y TRANSPORTE DE PIEDRA EXISTENTE.	m2	33300	0.56	\$ 18,625.76
4	MEJORAMIENTO DE LA BASE CON CLASE 2	m3	6660	16.03	\$ 106,743.09
5	SUB-BASE CLASE 2	m3	8325	16.44	\$ 136,879.13
6	HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA INC. RIEGO DE IMPRIMACIÓN E= 5cm	m2	33300	7.83	\$ 260,687.15
7	HORMIGÓN / CEMENTO PORTLAND F'C=180 PARA CUNETAS Y BORDILLOS	m3	267.5	215.17	\$ 57,558.99
				<b>TOTAL=</b>	<b>\$ 624,668.38</b>

*Autor: Luis Alfredo Arellano Barahona*

El valor final que se calculó para la realización de las actividades necesarias para el desarrollo de la rehabilitación vial es de \$ 624,668.38. Valor que abarca las diferentes actividades a realizar para el mantenimiento encontrados en el anexo D.

## CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- El levantamiento de la zona de estudio permitió determinar la presencia de cunetas las cuales se encontraban a partir de la abscisa 2+000 estando las mismas en buenas condiciones , así también permitió observar alcantarillado cada 100 metros de distancia a lo largo de toda la vía, un ancho de calzada de 7.4 como promedio y veredas en los primeros 500 metros, así como en la abscisa 2+800 – 3+255 pertenecientes al Rosario.
- Se determinó la movilidad vehicular de la vía, obteniendo así un total de 1839 vehículos en la hora de máxima demanda, estimando en un período de 20 años un aumento de 1225 vehículos, alcanzando un 54.61% de crecimiento hasta el año 2043.
- En base a los componentes físicos evaluados de la zona de proyecto, se determinó que el estado de la vía posee un aspecto superficial del pavimento en condición mala, teniendo un 35.87 en la escala del PCI, en cuanto al análisis estructural, se obtuvo que las deflexiones de la vía son de tipo III, lo cual indica que el resultado de la capacidad portante del suelo es de una subrasante excelente puesto que su promedio es de 21.61%. No obstante, el pavimento falla gracias al radio de curvatura el cual es menor a 100 por motivo de ser de un espesor inadecuado.
- Luego de haber realizado los correspondientes ensayos superficiales y estructurales se determinó que el pavimento necesita ser rehabilitado siendo esto la remoción o levantamiento de la carpeta asfáltica de toda la vía, así como el respectivo aumento de espesores de las capas.
- El presupuesto referencial que se necesita para realizar el mantenimiento vial de la presente vía es de 624,668 dólares con 38 ctvs.

#### **4.2 Recomendaciones**

- Se recomienda realizar los ensayos de suelo una vez sean obtenidos por medio de las calicatas, esto con el propósito de no alterar en gran manera las propiedades de las muestras.
- Se recomienda a los laboratorios de suelo, hacer gestión para obtener más número de equipos y materiales con el fin de garantizar a los estudiantes el uso de estos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] W. R. A. M. D. L. ROUTE, «Importancia de la Conservación de Carreteras,» 92055 La Défense cedex, FRANCE, 2013.
- [2] C. F., E. D. y M. C., «Relación entre la red nacional de carreteras y el desarrollo económico nacional. Caso América Latina y el Caribe,» *Espacios*, vol. 38, nº 61, p. 9, 2017.
- [3] D. f. Transport, «Action for Roads: A network for the 21st century,» The Stationery Office Limited, Londres, 2013.
- [4] A. S. o. C. Engineers, «Roads (Infrastructure Report Card),» ASCE's, 2021. [En línea]. Available: [www.infrastructurereportcard.org](http://www.infrastructurereportcard.org). [Último acceso: Miércoles Abril 2023].
- [5] C. F., N. J. y J. d. Oña, «EFECTO DE LOS RECURSOS ECONÓMICOS INVERTIDOS EN CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE CARRETERAS SOBRE LA ACCIDENTABILIDAD EN EUROPA,» Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Granada, 2021.
- [6] R. T. d. l. A. e. d. l. carretera, «Una llave para la recuperación,» *Carreteras*, vol. 4, nº 229, p. 100, 2020.
- [7] T. R., «EVALUACIÓN EX - POST DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO VIAL POR NIVELES DE SERVICIO EN LA RED VIAL ESTATAL DEL ECUADOR,» Universidad Católica del Ecuador, QUITO, 2016.
- [8] M. L., P. G, C. A., C. M., P. J., P. F. y B. B-}, MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE CARRETERAS, Primera edición ed., vol. 2, ALICANTE: ISBN, 2018, p. 135.



- [9] S. D. I. D. T. -. M. D. T. Y. O. P. D. ECUADOR, Norma para estudios y diseños viales, vol. 2, Quito: NEVI 12, 2013, p. 382.
- [10] C. L., M. S. y P. J., «Tecnologías empleadas en la evaluación de pavimentos e impacto que han generado,» *Llamkasum*, vol. 2, n° 1, p. 17, 2021.
- [11] T. L., A. M., D. J. y H. F., «Evaluación de daños en pavimento flexible usando fotogrametría terrestre y redes neuronales,» *Tecnologías*, vol. 24, n° 50, p. 13, 2020.
- [12] B. S., «Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método PCI de la carretera - aeropuerto (Tramo II) Manta. Provincia de Manabí,» vol. 6, p. 25, 2020.
- [13] C. d. G. A. P. d. B. I. d. D. Ecuador, «Plan Vial Integral Provincia de TUNGURAHUA,» vol. 1, n° 1, p. 134, 209.
- [14] M. A. Galala, M. Rabah, M. Kaloop y Z. Zidan, «Assessment of the accuracy and convergence period of Precise Point Positioning,» *Alexandria Engineering Journal*, vol. 57, n° 3, pp. 1721-1726, 2018.
- [15] A. M. Semeida, «New models to evaluate the level of service and capacity for rural multi-lane highways in Egypt,» *Alexandria Engineering Journal*, vol. 61, n° 9, pp. 7129-7139, 2022.
- [16] M. d. T. y. O. P. (MTOPI), *Normas de diseo geométrico de carreteras*, 2003.
- [17] M. d. T. y. O. Públicas, *Normas de diseño geométrico de carreteras*, Ecuador, 2003.
- [18] S. Barreto, J. Banguera y J. Córdova, «ANÁLISIS COMPARATIVO DE EJES EQUIVALENTES OBTENIDOS MEDIANTE MÉTODO AASHTO 93 Y LOS PROPORCIONADOS POR PESAJE EN BALANZA FIJA DE VEHÍCULOS,» *Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos*, vol. 10, n° 1, p. 10, 2018.

- [19] B. Oblitas, I. Medina y C. Paredes, «Índice de regularidad internacional e índice de condición de pavimento para definir niveles de serviciabilidad de pavimentos,» *Revista ITECKNE*, vol. 18, n° 2, pp. 170 - 175, Julio 2021.
- [20] C. Neto, I. Machado y J. Rufino, «Metodología del análisis de la condición del pavimento a partir del cuenco de deflexión,» *Revista Infraestructura Vial*, vol. 17, n° 29, pp. 24-32, Junio 2015.
- [21] A. D. T. 256-01, «Standar Method of Test for Pavement Deflection Measurements».
- [22] M. d. T. y. C. (. G. d. T. Terrestre), «Estudio de Rehabilitación de Carreteras en el País,» Peru.
- [23] S. Palacios, G. Lara y L. Perucca, «Comparación de dos métodos de fracción de Fraccionamiento Físico de la Materia Orgánica del Suelo,» *Andean Geology*, vol. 48, n° 2, p. 14, 2021.
- [24] J. Heyman, J. Rincón, R. Contreras y D. Alejandro, «ENSAYO NORMAL DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO MÉTODO B,» Colombia.
- [25] D. Ramírez y L. Valenzuela, «Plan de mantenimiento periódico del pavimento en el tramo Paradero Las Retamas - Puente Los Ángeles,» *Revista Infraestructura Vial*, vol. 25, n° 44, p. 13, 2023.

ANEXOS

ANEXO A:  
CONTEO  
VEHICULAR



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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

Fecha:	13/03/23	Ubicación:	0+186	Sentido:	Ambos Sentidos	Responsable:				
Día:	Lunes	Hoja N°:	1	Estado del tiempo:	Nublado		Luis Arellano			
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL PESADOS	TOTAL	TOTAL POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3			
6h00	6h15	48	3	2	1	0	0	3	54	199
6h15	6h30	34	2	2	2	0	0	4	40	
6h30	6h45	41	2	4	2	0	0	6	49	
6h45	7h00	50	2	4	0	0	0	4	56	
7h00	7h15	39	2	4	0	0	0	4	45	191
7h15	7h30	43	3	0	1	1	0	2	48	
7h30	7h45	45	3	2	0	0	0	2	50	
7h45	8h00	42	2	2	2	0	0	4	48	
8h00	8h15	41	4	1	0	0	0	1	46	168
8h15	8h30	43	2	2	1	0	0	3	48	
8h30	8h45	39	2	0	0	0	0	0	41	
8h45	9h00	28	3	2	0	0	0	2	33	
9h00	9h15	28	2	1	1	0	0	2	32	146
9h15	9h30	34	3	2	0	0	0	2	39	
9h30	9h45	38	1	1	0	1	0	2	41	
9h45	10h00	32	1	1	0	0	0	1	34	
10h00	10h15	28	2	0	1	0	0	1	31	129
10h15	10h30	25	1	2	2	0	0	4	30	
10h30	10h45	31	2	1	1	0	0	2	35	
10h45	11h00	26	2	4	0	1	0	5	33	
11h00	11h15	28	2	2	0	0	0	2	32	135
11h15	11h30	27	2	4	1	0	0	5	34	
11h30	11h45	30	2	4	0	0	0	4	36	
11h45	12h00	29	2	0	2	0	0	2	33	
12h00	12h15	36	3	1	0	0	0	1	40	147
12h15	12h30	33	2	1	0	0	0	1	36	
12h30	12h45	29	2	0	2	0	0	2	33	
12h45	13h00	37	1	0	0	0	0	0	38	
13h00	13h15	27	2	2	0	0	0	2	31	131
13h15	13h30	28	2	0	0	0	0	0	30	
13h30	13h45	30	3	2	0	1	0	3	36	
13h45	14h00	31	2	1	0	0	0	1	34	
14h00	14h15	42	3	2	0	0	0	2	47	155
14h15	14h30	38	1	1	1	0	0	2	41	
14h30	14h45	29	2	1	0	0	0	1	32	
14h45	15h00	30	4	1	0	0	0	1	35	
15h00	15h15	26	2	2	0	0	0	2	30	126
15h15	15h30	23	1	1	0	0	0	1	25	
15h30	15h45	29	3	1	0	0	0	1	33	
15h45	16h00	33	2	2	1	0	0	3	38	
16h00	16h15	36	1	1	0	0	0	1	38	162
16h15	16h30	33	2	2	1	0	0	3	38	
16h30	16h45	40	2	1	2	0	0	3	45	
16h45	17h00	36	4	0	0	1	0	1	41	
17h00	17h15	33	2	1	1	0	0	2	37	150
17h15	17h30	35	2	3	0	0	0	3	40	
17h30	17h45	31	2	0	0	0	0	0	33	
17h45	18h00	34	2	2	2	0	0	4	40	
<b>TOTAL</b>		<b>1628</b>	<b>104</b>	<b>75</b>	<b>27</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>107</b>	<b>1839</b>	



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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

Fecha:	14/03/23	Ubicación:	0+186	Sentido:	Ambos Sentidos	Responsable:	Luis Arellano			
Día:	Martes	Hoja N°:	2	Estado del tiempo:	soleado					
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL PESADOS	TOTAL	TOTAL POR HORA	
			C-2P	C-2G	C-3	C>3				
6h00	6h15	41	2	2	2	0	0	4	47	173
6h15	6h30	36	2	1	2	0	0	3	41	
6h30	6h45	33	2	4	1	0	0	5	40	
6h45	7h00	38	2	5	0	0	0	5	45	
7h00	7h15	43	2	4	0	0	0	4	49	189
7h15	7h30	39	3	2	0	0	0	2	44	
7h30	7h45	41	2	0	0	1	0	1	44	
7h45	8h00	45	2	3	2	0	0	5	52	
8h00	8h15	32	3	1	0	0	0	1	36	146
8h15	8h30	36	2	2	0	0	0	2	40	
8h30	8h45	29	2	1	0	0	0	1	32	
8h45	9h00	35	1	2	0	0	0	2	38	
9h00	9h15	28	2	2	1	0	0	3	33	141
9h15	9h30	35	2	0	0	0	0	0	37	
9h30	9h45	34	1	1	1	0	0	2	37	
9h45	10h00	31	1	1	0	1	0	2	34	
10h00	10h15	24	2	2	1	0	0	3	29	138
10h15	10h30	25	2	0	2	0	0	2	29	
10h30	10h45	33	2	1	1	0	0	2	37	
10h45	11h00	36	2	5	0	0	0	5	43	
11h00	11h15	32	4	4	0	0	0	4	40	170
11h15	11h30	33	3	2	0	0	0	2	38	
11h30	11h45	36	2	0	0	1	0	1	39	
11h45	12h00	45	2	4	2	0	0	6	53	
12h00	12h15	36	3	1	0	0	0	1	40	152
12h15	12h30	32	2	2	0	0	0	2	36	
12h30	12h45	29	2	1	0	0	0	1	32	
12h45	13h00	44	0	0	0	0	0	0	44	
13h00	13h15	42	2	2	0	1	0	3	47	153
13h15	13h30	38	2	0	0	0	0	0	40	
13h30	13h45	27	2	3	0	0	0	3	32	
13h45	14h00	31	2	1	0	0	0	1	34	
14h00	14h15	35	3	2	0	0	0	2	40	134
14h15	14h30	33	1	1	1	0	0	2	36	
14h30	14h45	25	2	1	0	0	0	1	28	
14h45	15h00	29	1	0	0	0	0	0	30	
15h00	15h15	26	2	2	0	0	0	2	30	135
15h15	15h30	31	3	1	0	0	0	1	35	
15h30	15h45	34	1	2	0	0	0	2	37	
15h45	16h00	30	2	0	1	0	0	1	33	
16h00	16h15	43	4	1	0	0	0	1	48	164
16h15	16h30	27	2	2	1	0	0	3	32	
16h30	16h45	40	1	1	2	0	0	3	44	
16h45	17h00	36	2	1	0	1	0	2	40	
17h00	17h15	33	2	1	0	0	0	1	36	139
17h15	17h30	26	3	1	1	0	0	2	31	
17h30	17h45	27	2	2	0	0	0	2	31	
17h45	18h00	34	2	3	2	0	0	5	41	
<b>TOTAL</b>		1628	98	80	23	5	0	108	1834	



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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua  
 ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

Fecha:		15/03/23	Ubicación:		0+186	Sentido:		Ambos Sentidos		Responsable:	
Día:		Miércoles	Hoja N°:		3	Estado del tiempo:		soleado		Luis Arellano	
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL PESADOS	TOTAL	TOTAL POR HORA	
				C-2P	C-2G	C-3	C>3				
6h00	6h15	39	3	2	2	0	0	4	46	174	
6h15	6h30	42	4	1	2	0	0	3	49		
6h30	6h45	35	2	4	1	0	0	5	42		
6h45	7h00	34	1	2	0	0	0	2	37		
7h00	7h15	43	1	3	0	0	0	3	47	174	
7h15	7h30	42	4	2	0	0	0	2	48		
7h30	7h45	38	2	0	0	1	0	1	41		
7h45	8h00	31	3	2	2	0	0	4	38		
8h00	8h15	29	2	1	0	0	0	1	32	133	
8h15	8h30	32	2	1	0	0	0	1	35		
8h30	8h45	28	2	2	0	0	0	2	32		
8h45	9h00	30	2	2	0	0	0	2	34		
9h00	9h15	31	1	2	1	0	0	3	35	134	
9h15	9h30	27	3	2	0	0	0	2	32		
9h30	9h45	33	1	1	1	0	0	2	36		
9h45	10h00	26	2	2	0	1	0	3	31		
10h00	10h15	24	2	2	1	0	0	3	29	121	
10h15	10h30	22	2	1	2	0	0	3	27		
10h30	10h45	24	2	1	1	0	0	2	28		
10h45	11h00	31	2	4	0	0	0	4	37		
11h00	11h15	21	2	4	0	0	0	4	27	138	
11h15	11h30	26	1	2	0	0	0	2	29		
11h30	11h45	34	2	3	0	1	0	4	40		
11h45	12h00	36	2	2	2	0	0	4	42		
12h00	12h15	36	2	1	0	0	0	1	39	156	
12h15	12h30	41	2	2	0	0	0	2	45		
12h30	12h45	35	2	0	0	0	0	0	37		
12h45	13h00	33	2	0	0	0	0	0	35		
13h00	13h15	31	0	2	0	1	0	3	34	132	
13h15	13h30	36	2	0	0	0	0	0	38		
13h30	13h45	28	3	2	0	0	0	2	33		
13h45	14h00	24	2	1	0	0	0	1	27		
14h00	14h15	22	1	0	0	0	0	0	23	138	
14h15	14h30	38	1	1	1	0	0	2	41		
14h30	14h45	33	1	1	0	0	0	1	35		
14h45	15h00	36	3	0	0	0	0	0	39		
15h00	15h15	31	2	1	0	0	0	1	34	136	
15h15	15h30	29	1	1	0	0	0	1	31		
15h30	15h45	34	1	2	0	0	0	2	37		
15h45	16h00	31	2	0	1	0	0	1	34		
16h00	16h15	39	2	1	0	0	0	1	42	163	
16h15	16h30	36	2	2	1	0	0	3	41		
16h30	16h45	44	2	1	2	0	0	3	49		
16h45	17h00	27	3	0	0	1	0	1	31		
17h00	17h15	33	3	1	0	0	0	1	37	168	
17h15	17h30	41	3	0	1	0	0	1	45		
17h30	17h45	37	2	2	0	0	0	2	41		
17h45	18h00	38	2	3	2	0	0	5	45		
TOTAL		1571	96	72	23	5	0	100	1767		



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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

Fecha:	16/03/23	Ubicación:	0+186	Sentido:	Ambos Sentidos	Responsable:	Luis Arellano			
Día:	Jueves	Hoja N°:	4	Estado del tiempo:	nublado					
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL PESADOS	TOTAL	TOTAL POR HORA	
			C-2P	C-2G	C-3	C>3				
6h00	6h15	41	2	2	0	0	0	2	45	168
6h15	6h30	44	2	1	1	0	0	2	48	
6h30	6h45	31	2	2	1	0	0	3	36	
6h45	7h00	35	2	2	0	0	0	2	39	
7h00	7h15	42	2	2	0	0	0	2	46	184
7h15	7h30	44	3	2	1	0	0	3	50	
7h30	7h45	39	2	0	0	0	0	0	41	
7h45	8h00	40	1	4	1	1	0	6	47	
8h00	8h15	45	3	1	0	0	0	1	49	157
8h15	8h30	33	2	2	0	0	0	2	37	
8h30	8h45	36	2	0	1	0	0	1	39	
8h45	9h00	28	2	2	0	0	0	2	32	
9h00	9h15	30	2	2	2	0	0	4	36	143
9h15	9h30	46	2	0	0	0	0	0	48	
9h30	9h45	28	1	1	0	0	0	1	30	
9h45	10h00	27	2	0	0	0	0	0	29	
10h00	10h15	27	3	2	1	0	0	3	33	142
10h15	10h30	30	2	0	0	0	0	0	32	
10h30	10h45	32	2	1	1	0	0	2	36	
10h45	11h00	36	2	3	0	0	0	3	41	
11h00	11h15	32	4	3	0	0	0	3	39	132
11h15	11h30	33	1	2	1	0	0	3	37	
11h30	11h45	29	2	1	0	0	0	1	32	
11h45	12h00	20	2	2	0	0	0	2	24	
12h00	12h15	25	3	1	1	0	0	2	30	126
12h15	12h30	32	2	0	0	0	0	0	34	
12h30	12h45	34	2	1	1	1	0	3	39	
12h45	13h00	21	1	1	0	0	0	1	23	
13h00	13h15	30	2	2	0	0	0	2	34	138
13h15	13h30	38	1	3	2	0	0	5	44	
13h30	13h45	27	2	1	0	0	0	1	30	
13h45	14h00	28	2	0	0	0	0	0	30	
14h00	14h15	29	3	2	0	0	0	2	34	138
14h15	14h30	25	1	1	0	0	0	1	27	
14h30	14h45	33	2	0	1	0	0	1	36	
14h45	15h00	36	4	1	0	0	0	1	41	
15h00	15h15	40	3	1	0	0	0	1	44	151
15h15	15h30	36	2	1	0	0	0	1	39	
15h30	15h45	35	1	2	0	0	0	2	38	
15h45	16h00	28	1	0	1	0	0	1	30	
16h00	16h15	43	2	1	0	0	0	1	46	168
16h15	16h30	40	2	2	1	0	0	3	45	
16h30	16h45	35	2	1	0	1	0	2	39	
16h45	17h00	33	2	3	0	0	0	3	38	
17h00	17h15	33	2	1	0	0	0	1	36	153
17h15	17h30	37	3	2	1	0	0	3	43	
17h30	17h45	31	2	0	0	0	0	0	33	
17h45	18h00	33	3	3	2	0	0	5	41	
TOTAL		1610	100	67	20	3	0	90	1800	



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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

Fecha:	17/03/23	Ubicación:	0+186	Sentido:	Ambos Sentidos	Responsable:	Luis Arellano			
Día:	Viernes	Hoja N°:	5	Estado del tiempo:	soleado					
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL PESADOS	TOTAL	TOTAL POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3			
6h00	6h15	38	3	2	1	0	0	3	44	164
6h15	6h30	41	2	1	2	0	0	3	46	
6h30	6h45	28	2	1	0	0	0	1	31	
6h45	7h00	39	2	2	0	0	0	2	43	
7h00	7h15	33	3	3	0	1	0	4	40	158
7h15	7h30	28	3	2	1	0	0	3	34	
7h30	7h45	37	1	0	0	0	0	0	38	
7h45	8h00	40	2	2	2	0	0	4	46	
8h00	8h15	40	1	2	0	0	0	2	43	155
8h15	8h30	42	2	1	0	0	0	1	45	
8h30	8h45	33	2	1	0	0	0	1	36	
8h45	9h00	27	2	2	0	0	0	2	31	
9h00	9h15	28	2	2	0	0	0	2	32	134
9h15	9h30	29	2	1	0	0	0	1	32	
9h30	9h45	34	2	2	1	1	0	4	40	
9h45	10h00	27	2	1	0	0	0	1	30	
10h00	10h15	36	2	2	1	0	0	3	41	159
10h15	10h30	42	2	0	0	0	0	0	44	
10h30	10h45	35	2	1	1	0	0	2	39	
10h45	11h00	30	2	3	0	0	0	3	35	
11h00	11h15	30	3	2	1	0	0	3	36	141
11h15	11h30	27	4	2	0	0	0	2	33	
11h30	11h45	25	1	1	0	0	0	1	27	
11h45	12h00	38	2	3	2	0	0	5	45	
12h00	12h15	45	1	2	0	0	0	2	48	152
12h15	12h30	33	2	1	0	0	0	1	36	
12h30	12h45	32	3	1	0	0	0	1	36	
12h45	13h00	29	1	1	1	0	0	2	32	
13h00	13h15	41	2	2	0	1	0	3	46	167
13h15	13h30	40	2	0	0	0	0	0	42	
13h30	13h45	35	2	0	0	0	0	0	37	
13h45	14h00	39	2	1	0	0	0	1	42	
14h00	14h15	33	3	2	0	0	0	2	38	132
14h15	14h30	31	1	1	1	0	0	2	34	
14h30	14h45	28	1	0	0	0	0	0	29	
14h45	15h00	29	1	0	0	1	0	1	31	
15h00	15h15	20	2	1	0	0	0	1	23	125
15h15	15h30	31	2	1	0	0	0	1	34	
15h30	15h45	35	1	1	0	0	0	1	37	
15h45	16h00	28	2	0	1	0	0	1	31	
16h00	16h15	27	3	1	0	0	0	1	31	142
16h15	16h30	29	2	0	1	0	0	1	32	
16h30	16h45	40	1	1	0	0	0	1	42	
16h45	17h00	35	1	1	0	0	0	1	37	
17h00	17h15	30	2	1	0	0	0	1	33	152
17h15	17h30	33	3	1	1	0	0	2	38	
17h30	17h45	38	1	1	0	0	0	1	40	
17h45	18h00	37	2	2	0	0	0	2	41	
TOTAL		1605	94	61	17	4	0	82	1781	





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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

Fecha:	18/03/23	Ubicación:	0+186	Sentido:	Ambos Sentidos	Responsable:	Luis Arellano			
Día:	Sábado	Hoja N°:	6	Estado del tiempo:	soleado					
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL PESADOS	TOTAL	TOTAL POR HORA	
			C-2P	C-2G	C-3	C>3				
6h00	6h15	35	2	2	2	0	0	4	41	180
6h15	6h30	33	1	1	2	0	0	3	37	
6h30	6h45	41	2	4	1	0	0	5	48	
6h45	7h00	45	2	5	2	0	0	7	54	
7h00	7h15	42	1	4	0	0	0	4	47	176
7h15	7h30	41	3	2	1	0	0	3	47	
7h30	7h45	39	2	0	0	1	0	1	42	
7h45	8h00	33	2	4	1	0	0	5	40	
8h00	8h15	30	2	1	0	0	0	1	33	135
8h15	8h30	28	2	2	1	0	0	3	33	
8h30	8h45	36	1	1	1	0	0	2	39	
8h45	9h00	27	1	2	0	0	0	2	30	
9h00	9h15	24	2	2	1	0	0	3	29	131
9h15	9h30	22	1	0	0	0	0	0	23	
9h30	9h45	36	1	1	1	0	0	2	39	
9h45	10h00	35	1	1	2	1	0	4	40	
10h00	10h15	38	2	2	1	0	0	3	43	172
10h15	10h30	40	1	0	2	0	0	2	43	
10h30	10h45	34	1	1	1	0	0	2	37	
10h45	11h00	41	2	5	1	0	0	6	49	
11h00	11h15	32	2	4	0	0	0	4	38	158
11h15	11h30	40	3	2	1	0	0	3	46	
11h30	11h45	36	2	0	0	1	0	1	39	
11h45	12h00	29	1	4	1	0	0	5	35	
12h00	12h15	27	1	1	0	0	0	1	29	160
12h15	12h30	38	2	2	0	0	0	2	42	
12h30	12h45	43	2	1	1	0	0	2	47	
12h45	13h00	41	0	0	1	0	0	1	42	
13h00	13h15	35	3	2	0	1	0	3	41	162
13h15	13h30	29	1	0	0	0	0	0	30	
13h30	13h45	37	2	3	0	0	0	3	42	
13h45	14h00	46	1	1	1	0	0	2	49	
14h00	14h15	35	2	2	0	0	0	2	39	134
14h15	14h30	29	1	1	1	0	0	2	32	
14h30	14h45	31	1	1	0	0	0	1	33	
14h45	15h00	28	1	0	1	0	0	1	30	
15h00	15h15	31	2	2	0	0	0	2	35	125
15h15	15h30	33	2	1	0	0	0	1	36	
15h30	15h45	25	2	2	1	0	0	3	30	
15h45	16h00	21	2	0	1	0	0	1	24	
16h00	16h15	26	2	1	0	0	0	1	29	149
16h15	16h30	34	2	2	1	0	0	3	39	
16h30	16h45	31	1	1	1	0	0	2	34	
16h45	17h00	44	1	1	0	1	0	2	47	
17h00	17h15	34	2	1	0	0	0	1	37	148
17h15	17h30	39	3	1	1	0	0	2	44	
17h30	17h45	25	1	2	0	0	0	2	28	
17h45	18h00	34	2	3	0	0	0	3	39	
<b>TOTAL</b>		1633	79	81	32	5	0	118	1830	



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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

Fecha:	19/03/23	Ubicación:	0+186	Sentido:	Ambos Sentidos	Responsable:	Luis Arellano			
Día:	Domingo	Hoja N°:	7	Estado del tiempo:	soleado					
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL PESADOS	TOTAL	TOTAL POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3			
6h00	6h15	34	1	0	1	0	0	1	36	148
6h15	6h30	33	0	1	0	0	0	1	34	
6h30	6h45	25	1	1	2	0	0	3	29	
6h45	7h00	47	0	2	0	0	0	2	49	
7h00	7h15	43	1	0	0	0	0	0	44	149
7h15	7h30	29	1	2	1	0	0	3	33	
7h30	7h45	28	2	1	0	0	0	1	31	
7h45	8h00	36	1	1	3	0	0	4	41	
8h00	8h15	35	3	1	0	1	0	2	40	145
8h15	8h30	30	2	2	1	0	0	3	35	
8h30	8h45	39	1	1	0	0	0	1	41	
8h45	9h00	28	1	0	0	0	0	0	29	
9h00	9h15	28	1	2	0	0	0	2	31	112
9h15	9h30	25	2	0	1	0	0	1	28	
9h30	9h45	21	1	1	0	0	0	1	23	
9h45	10h00	29	1	0	0	0	0	0	30	
10h00	10h15	38	2	0	0	0	0	0	40	143
10h15	10h30	41	1	1	2	0	0	3	45	
10h30	10h45	29	2	1	2	0	0	3	34	
10h45	11h00	22	1	0	1	0	0	1	24	
11h00	11h15	33	0	1	1	0	0	2	35	149
11h15	11h30	38	1	2	0	0	0	2	41	
11h30	11h45	41	2	0	1	0	0	1	44	
11h45	12h00	25	2	2	0	0	0	2	29	
12h00	12h15	26	2	0	0	0	0	0	28	148
12h15	12h30	35	3	2	1	0	0	3	41	
12h30	12h45	28	1	1	3	0	0	4	33	
12h45	13h00	45	1	0	0	0	0	0	46	
13h00	13h15	22	1	1	1	0	0	2	25	142
13h15	13h30	45	1	0	2	0	0	2	48	
13h30	13h45	31	2	2	1	0	0	3	36	
13h45	14h00	30	2	1	0	0	0	1	33	
14h00	14h15	39	1	1	0	0	0	1	41	134
14h15	14h30	28	0	1	1	0	0	2	30	
14h30	14h45	24	2	1	1	0	0	2	28	
14h45	15h00	32	3	0	0	0	0	0	35	
15h00	15h15	33	0	0	0	0	0	0	33	142
15h15	15h30	31	1	1	0	0	0	1	33	
15h30	15h45	29	1	2	2	0	0	4	34	
15h45	16h00	40	2	0	0	0	0	0	42	
16h00	16h15	23	2	1	0	0	0	1	26	160
16h15	16h30	38	3	1	0	0	0	1	42	
16h30	16h45	46	0	1	1	0	0	2	48	
16h45	17h00	42	1	1	0	0	0	1	44	
17h00	17h15	33	1	0	0	0	0	0	34	142
17h15	17h30	38	0	1	0	0	0	1	39	
17h30	17h45	29	0	2	0	0	0	2	31	
17h45	18h00	37	1	0	0	0	0	0	38	
<b>TOTAL</b>		<b>1581</b>	<b>61</b>	<b>42</b>	<b>29</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>72</b>	<b>1714</b>	

ANEXO B:  
ÍNDICE DE  
CONDICIÓN  
DEL  
PAVIMENTO



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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Pícañhua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>ABS Inicial:</b>	0+000	<b>Área de prueba:</b>	251.1	<b>Fecha:</b>	26/03/2023
<b>ABS Final:</b>	0+031	<b>Unidad de prueba:</b>	1	<b>Inspeccionado por:</b>	Luis Arellano
<b>Ancho de carril:</b>	8.10 m	<b>Tramo:</b>	1	<b>Revisado por:</b>	Ing. Jorge Guevara

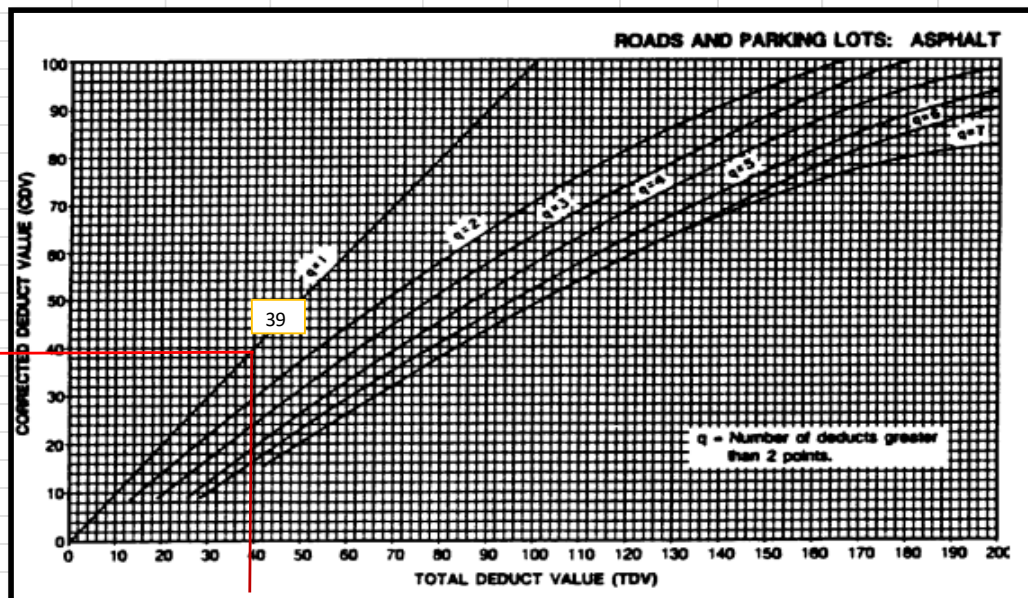
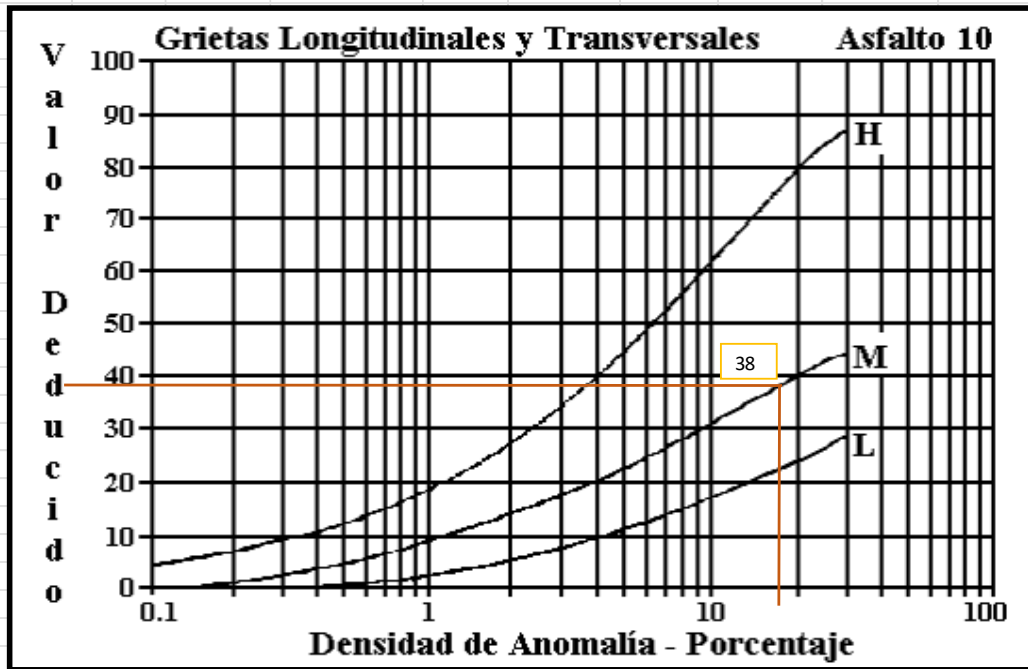
Evaluación en base al método de Índice de Condición de Pavimentos

N°	Fallas	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	
2	Exudación o Sangrado	
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/Hombreira	
10	Agrietamiento Longitudinal y Transversal	
11	Parchados	
12	Agregados Pulidos	
13	Baches	
14	Cruce de Ferrocarril	
15	Ruteo	
16	Empellones	
17	Agrietamiento Media Luna	
18	Protuberancia	
19	Interperismo	

FALLA N°	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Total
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
10		x		12	3.2	16	14	45.2	18.00%	38
<b>VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):</b>				38				<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL</b>		38
<b>NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):</b>				6.69						

**CÁLCULO DEL PCI**

N°	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV
1	38				38	1	39
						<b>CDV Max =</b>	39
						<b>PCI = 100-CDV Max =</b>	61





**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>ABS Inicial:</b>	0+310	<b>Área de prueba:</b>	192.2	<b>Fecha:</b>	26/03/2023
<b>ABS Final:</b>	0+341	<b>Unidad de prueba:</b>	2	<b>Inspeccionado por:</b>	Luis Arellano
<b>Ancho de carril:</b>	6.20 m	<b>Tramo:</b>	1	<b>Revisado por:</b>	Ing. Jorge Guevara

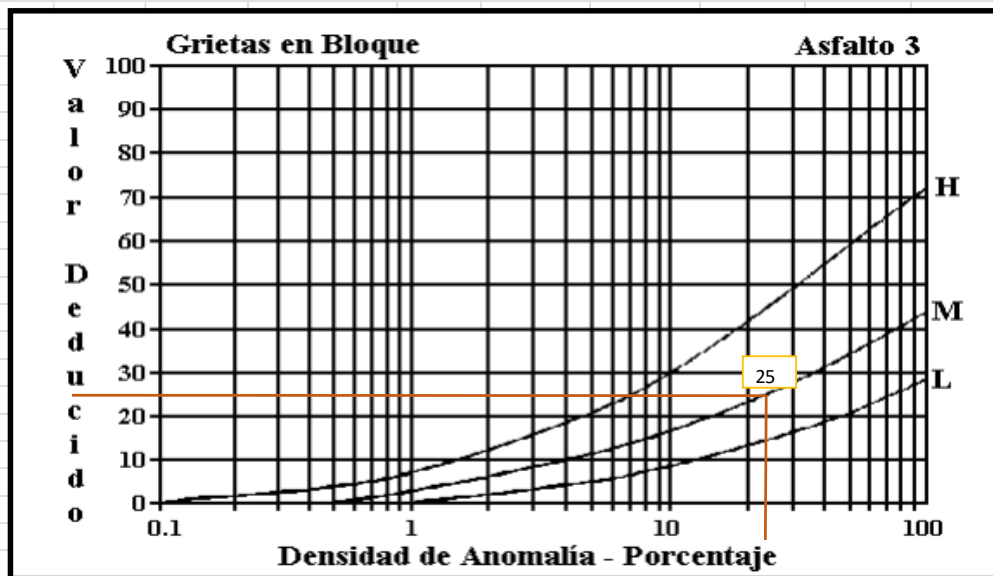
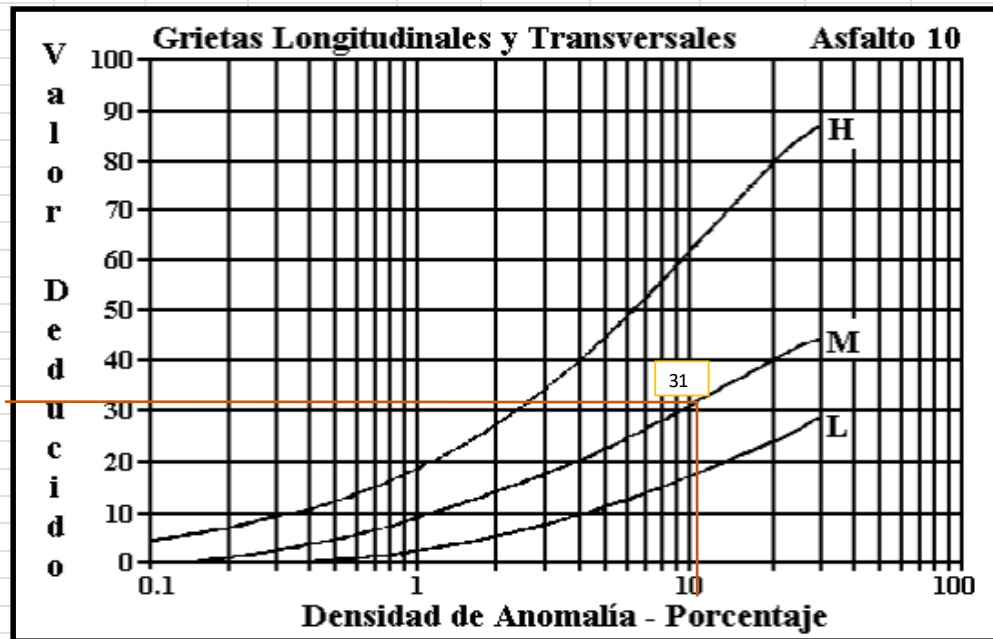
Evaluación en base al método de Índice de Condición de Pavimentos

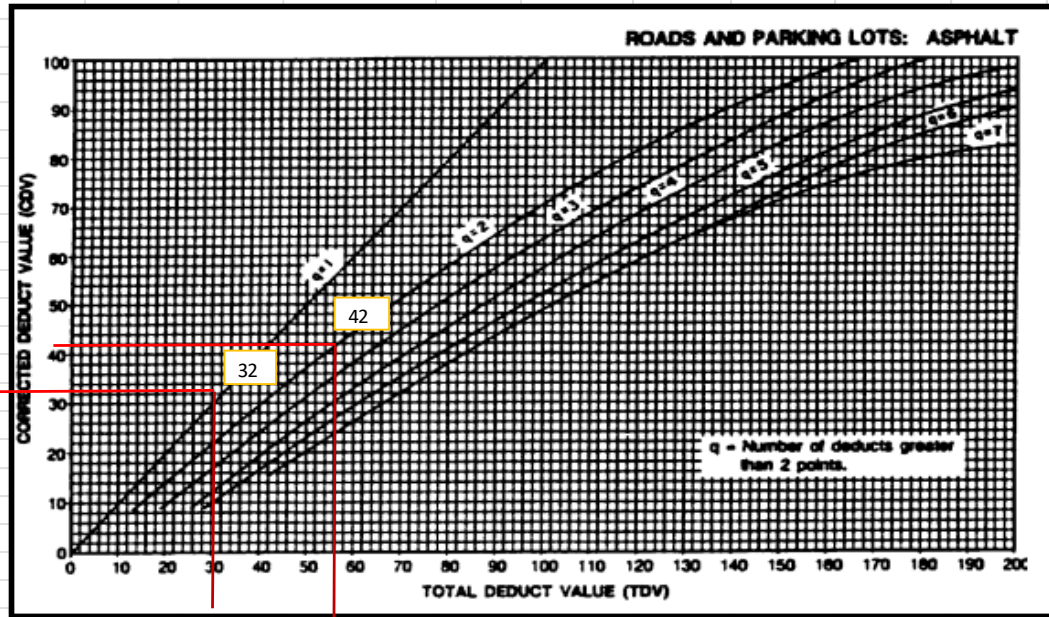
N°	Fallas	m <sup>2</sup>	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	m <sup>2</sup>	
2	Exudación o Sangrado	m <sup>2</sup>	
3	Agrietamiento en Bloque	m <sup>2</sup>	
4	Bombeo y Hundimientos	m	
5	Corrugación	m <sup>2</sup>	
6	Depresiones	m <sup>2</sup>	
7	Agrietamiento de borde	m <sup>2</sup>	
8	Agrietamiento Reflejo de Juntas	m	
9	Caída Externa de Vía/Hombrera	m	
10	Agrietamiento longitudinal y transversal	m	
11	Parchados	m <sup>2</sup>	
12	Agregados Pulidos	m <sup>2</sup>	
13	Baches	Unidad	
14	Cruce de Ferrocarril	m <sup>2</sup>	
15	Ruteo	m <sup>2</sup>	
16	Empellones	m <sup>2</sup>	
17	Agrietamiento Media Luna	m <sup>2</sup>	
18	Protuberancia	m <sup>2</sup>	
19	Interperismo	m <sup>2</sup>	

FALLA N°	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Total
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)	9	2.2	2.5	5.6			
10		x		9	2.2	2.5	5.6	19.3	10.04%	31
3		x		10.14	1.35	5.4	30	46.89	24.40%	25
<b>VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):</b>				31				<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL</b>		56
<b>NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):</b>				7.34						

**CÁLCULO DEL PCI**

N°	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV
1	31	25			56	2	42
2	31	2			33	1	32
						<b>CDV Max =</b>	42
						<b>PCI = 100-CDV Max =</b>	58









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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Pícañhua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>ABS Inicial:</b>	0+620	<b>Área de prueba:</b>	217	<b>Fecha:</b>	26/03/2023
<b>ABS Final:</b>	0+651	<b>Unidad de prueba:</b>	3	<b>Inspeccionado por:</b>	Luis Arellano
<b>Ancho de carril:</b>	7 m	<b>Tramo:</b>	1	<b>Revisado por:</b>	Ing. Jorge Guevara

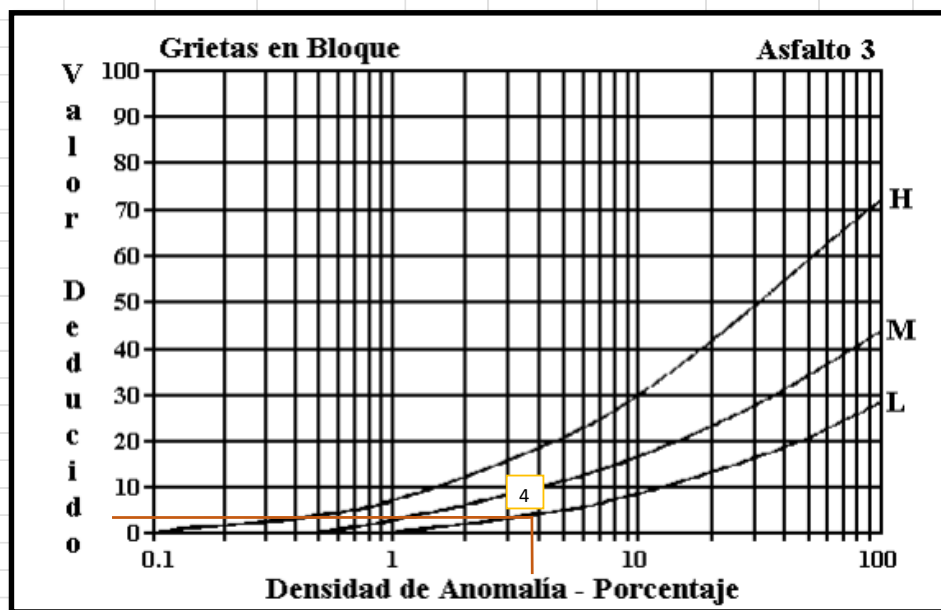
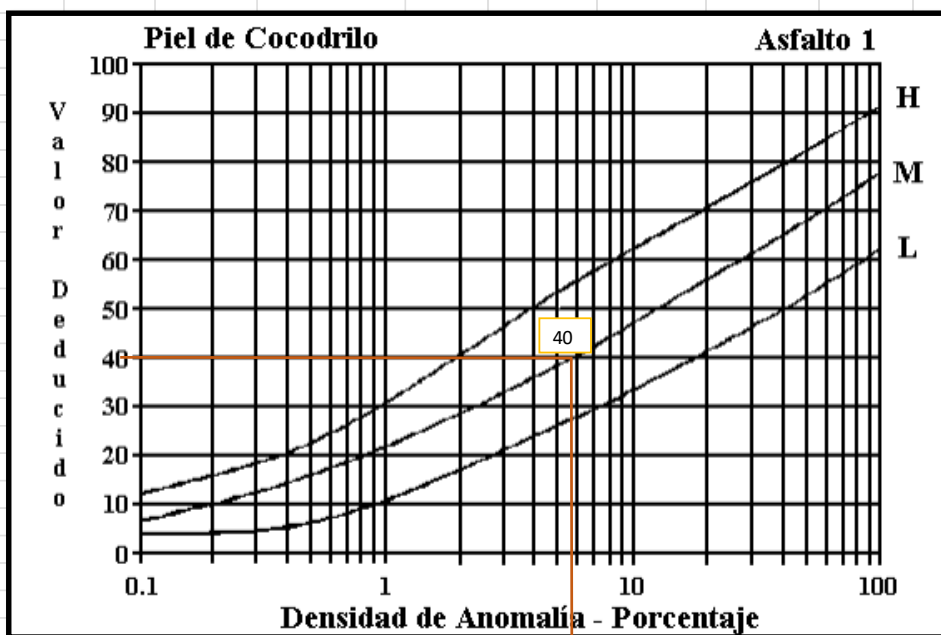
Evaluación en base al método de Índice de Condición de Pavimentos

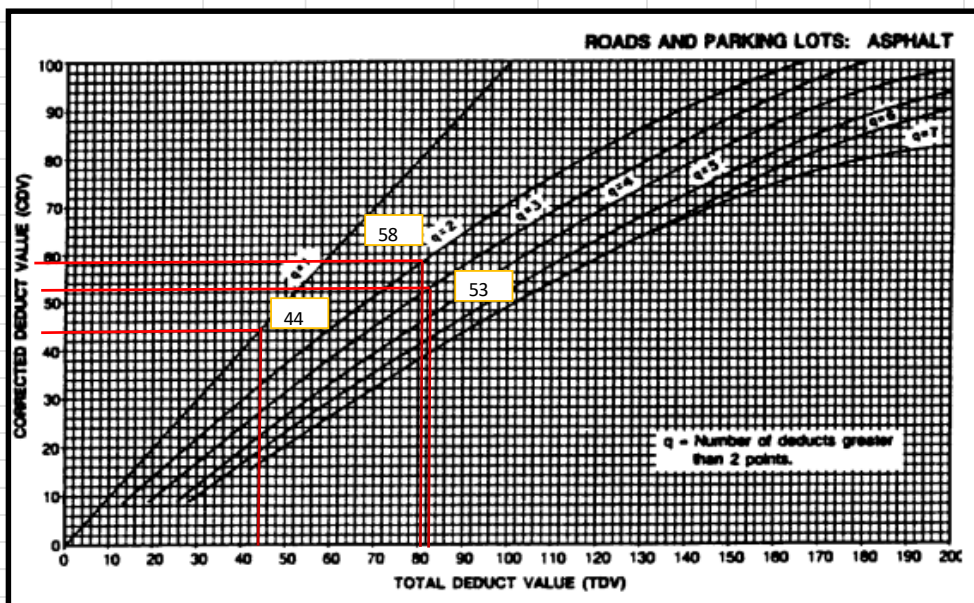
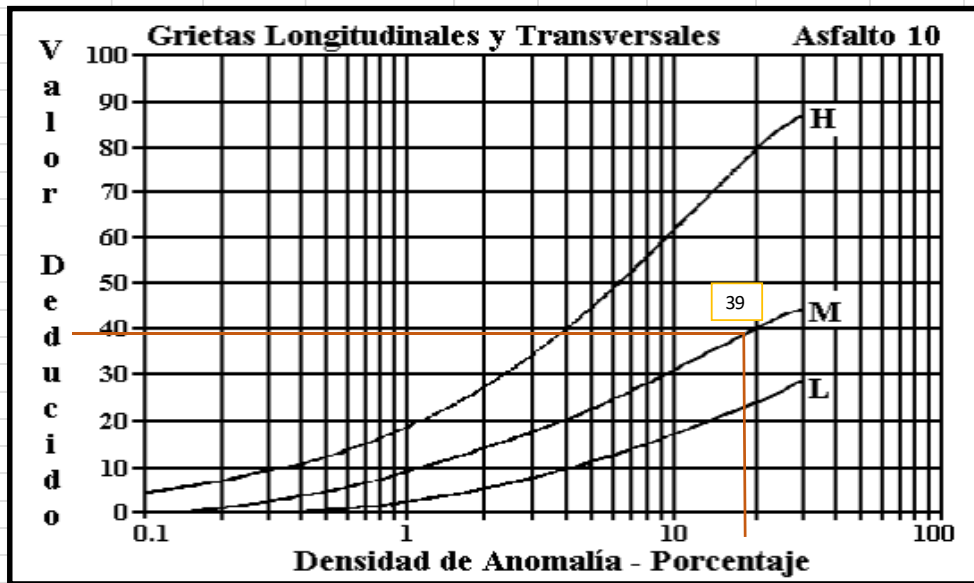
N°	Fallas	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	
2	Exudación o Sangrado	
3	Agrietamiento en Bloque	
4	Bombeo y Hundimientos	
5	Corrugación	
6	Depresiones	
7	Agrietamiento de borde	
8	Agrietamiento Reflejo de Juntas	
9	Caída Externa de Vía/Hombreira	
10	Agrietamiento longitudinal y transversal	
11	Parchados	
12	Agregados Pulidos	
13	Baches	
14	Cruce de Ferrocarril	
15	Ruteo	
16	Empellones	
17	Agrietamiento Media Luna	
18	Protuberancia	
19	Interperísimo	

FALLA N°	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Total
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
1		x		12.56				12.56	5.79%	40
3		x		5.64	1.3	1.12	0.21	8.27	3.81%	4
10		x		4.8	5	5	8.7	23.5	10.83%	39
<b>VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):</b>				40				<b>VALOR DEDUCIDO</b>		83
<b>NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):</b>				6.51				<b>TOTAL</b>		

**CÁLCULO DEL PCI**

N°	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV
1	40	39	4		83	3	53
2	40	39	2		81	2	58
3	40	2	2		44	1	44
<b>CDV Max =</b>							58
<b>PCI = 100-CDV Max =</b>							42







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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>ABS Inicial:</b>	0+930	<b>Área de prueba:</b>	217	<b>Fecha:</b>	26/03/2023
<b>ABS Final:</b>	0+961	<b>Unidad de prueba:</b>	4	<b>Inspeccionado por:</b>	Luis Arellano
<b>Ancho de carril:</b>	7 m	<b>Tramo:</b>	1	<b>Revisado por:</b>	Ing. Jorge Guevara

Evaluación en base al método de Índice de Condición de Pavimentos

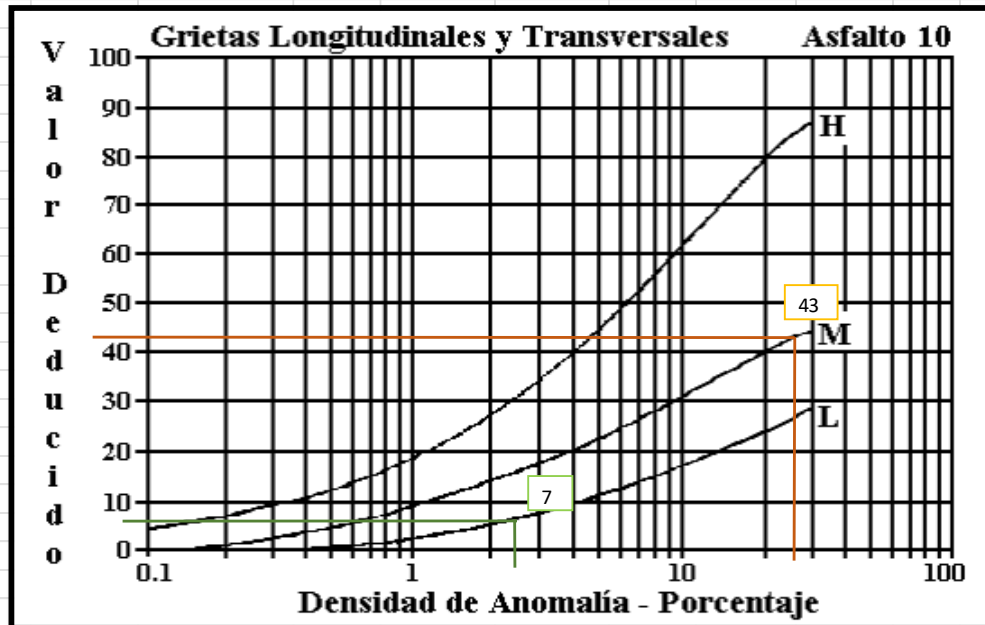
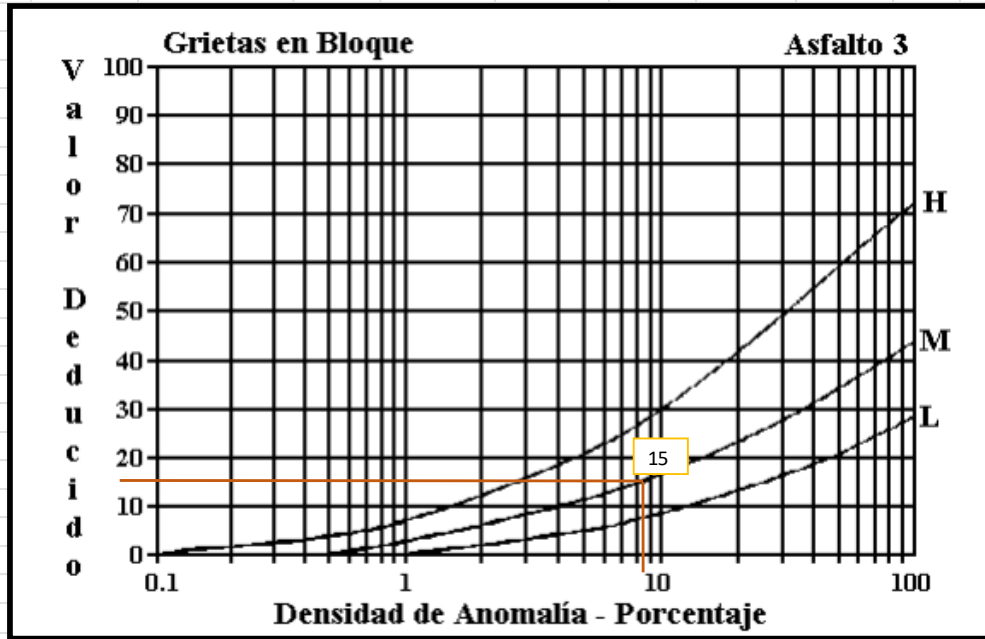
N°	Fallas	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	
2	Exudación o Sangrado	
3	Agrietamiento en Bloque	
4	Bombeo y Hundimientos	
5	Corrugación	
6	Depresiones	
7	Agrietamiento de borde	
8	Agrietamiento Reflejo de Juntas	
9	Caída Externa de Vía/Hombrera	
10	Agrietamiento longitudinal y transversal	
11	Parchados	
12	Agregados Pulidos	
13	Baches	
14	Cruce de Ferrocarril	
15	Ruteo	
16	Empellones	
17	Agrietamiento Media Luna	
18	Protuberancia	
19	Interperismo	

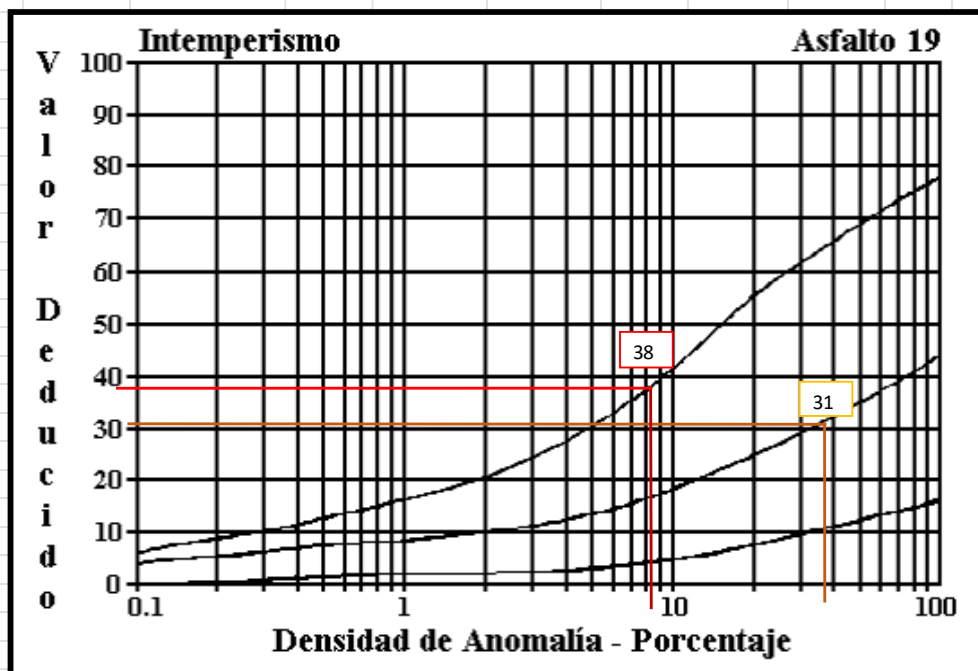
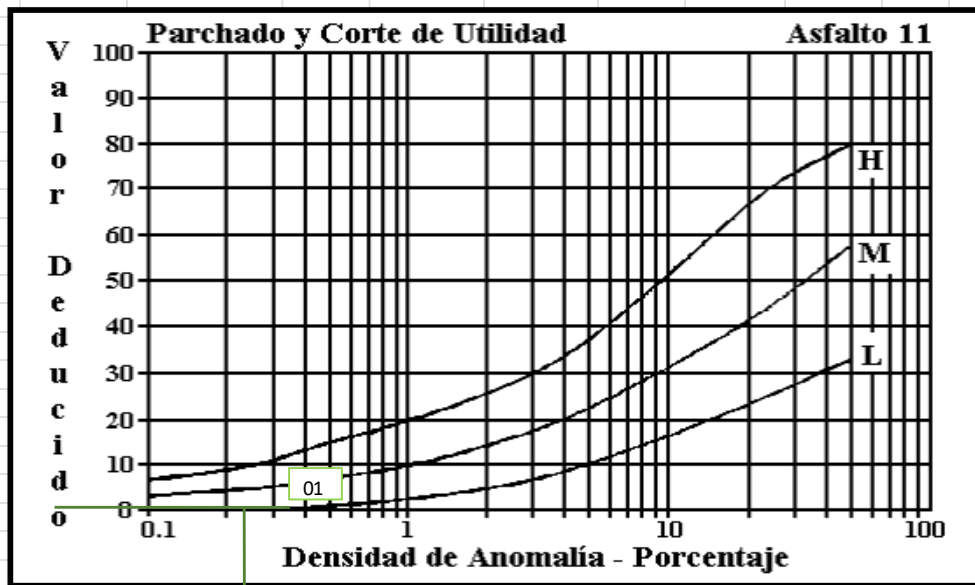
FALLA N°	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Total
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
3		x		4.68	13.5			18.18	8.38%	15
10	x			3	2.5			5.5	2.53%	7
10		x		5	4.9	6.8	28	44.7	20.60%	43
11	x			0.53				0.53	0.24%	0.1
19		x		30.95	52.02			82.97	38.24%	31
19			x	18.25				18.25	8.41%	38

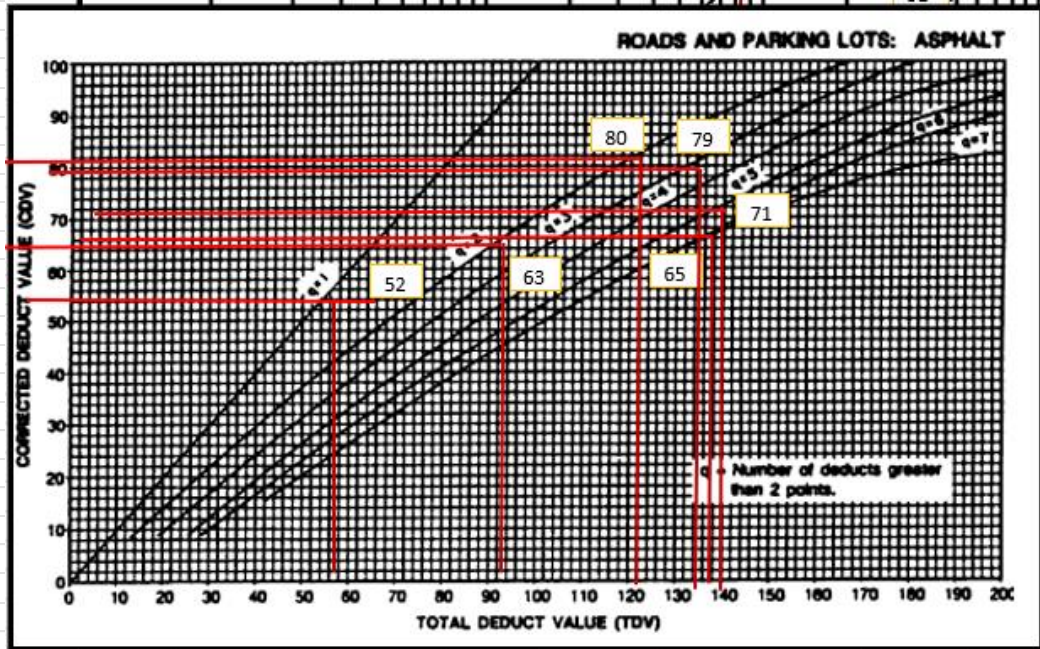
<b>VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):</b>	43	<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL</b>	134.1
<b>NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):</b>	6.23		

**CÁLCULO DEL PCI**

N°	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV
1	43	38	31	15	7	0.1	134.1	6	65
2	43	38	31	15	7	2	136	5	71
3	43	38	31	15	2	2	131	4	79
4	43	38	31	2	2	2	118	3	80
5	43	38	2	2	2	2	89	2	63
6	43	2	2	2	2	2	53	1	52
								<b>CDV Max =</b>	80
								<b>CI = 100-CDV Max</b>	20









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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>ABS Inicial:</b>	1+240	<b>Área de prueba:</b>	254.2	<b>Fecha:</b>	26/03/2023
<b>ABS Final:</b>	1+271	<b>Unidad de prueba:</b>	5	<b>Inspeccionado por:</b>	Luis Arellano
<b>Ancho de carril:</b>	8.2 m	<b>Tramo:</b>	2	<b>Revisado por:</b>	Ing. Jorge Guevara

Evaluación en base al método de Índice de Condición de Pavimentos

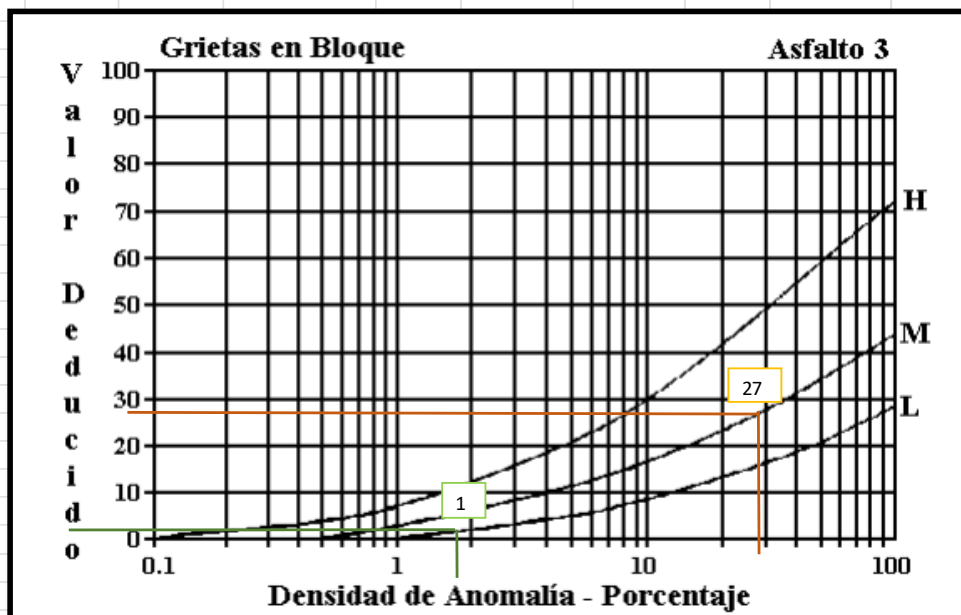
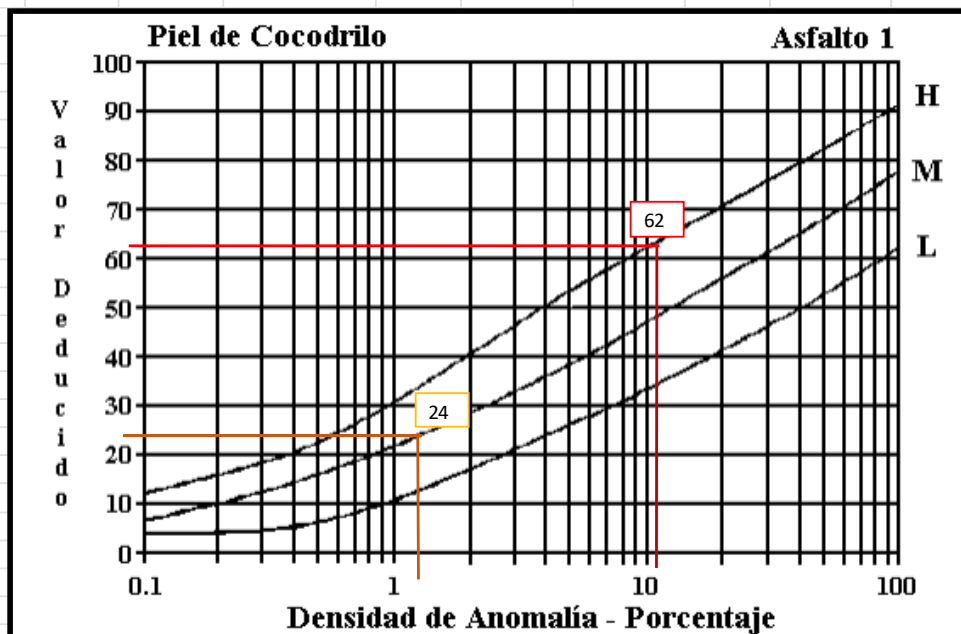
N°	Fallas	m <sup>2</sup>	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	m <sup>2</sup>	
2	Exudación o Sangrado	m <sup>2</sup>	
3	Agrietamiento en Bloque	m <sup>2</sup>	
4	Bombeo y Hundimientos	m	
5	Corrugación	m <sup>2</sup>	
6	Depresiones	m <sup>2</sup>	
7	Agrietamiento de borde	m <sup>2</sup>	
8	Agrietamiento Reflejo de Juntas	m	
9	Caída Externa de Vía/Hombreira	m	
10	Agrietamiento longitudinal y transversal	m	
11	Parchados	m <sup>2</sup>	
12	Agregados Pulidos	m <sup>2</sup>	
13	Baches	Unidad	
14	Cruce de Ferrocarril	m <sup>2</sup>	
15	Ruteo	m <sup>2</sup>	
16	Empellones	m <sup>2</sup>	
17	Agrietamiento Media Luna	m <sup>2</sup>	
18	Protuberancia	m <sup>2</sup>	
19	Interperismo	m <sup>2</sup>	

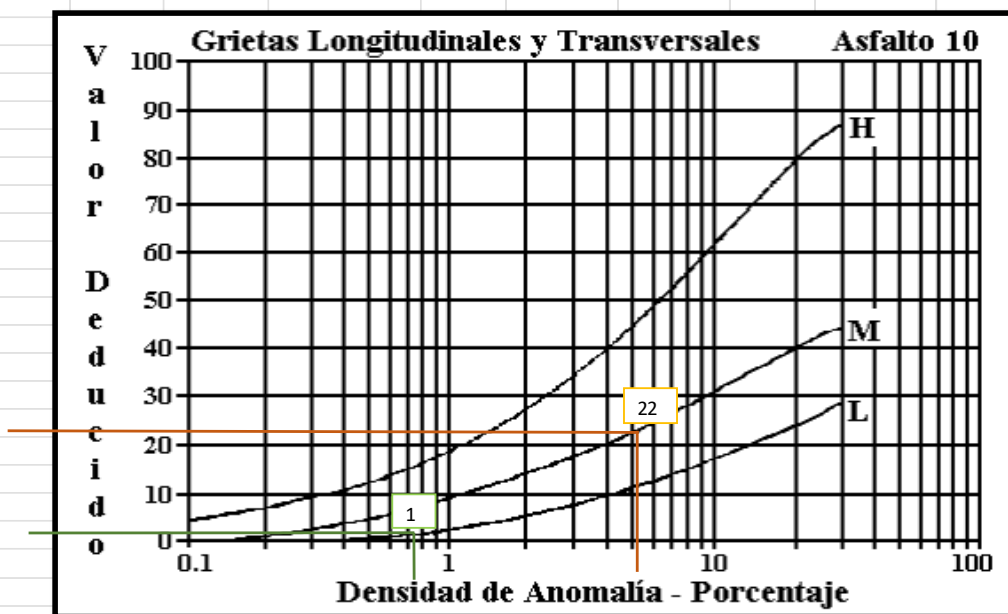
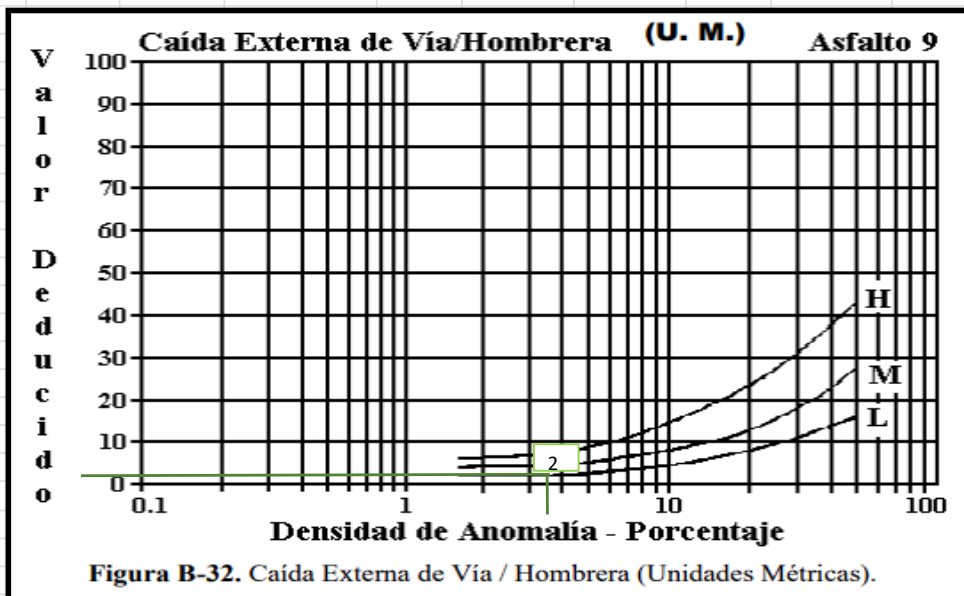
FALLA N°	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Total
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
1		x		3.5				3.5	1.38%	24
1			x	9.84	18.4			28.24	11.11%	62
3	x			2.07	2.7			4.77	1.88%	1
3		x		6.76	5.59	4.92	56.7	73.97	29.10%	27
9	x			9				9	3.54%	2
10	x			1	0.8			1.8	0.71%	1
10		x		3.3	4.1	2.7	3	13.1	5.15%	22
<b>VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):</b>				62				<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL</b>		139
<b>NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m)</b>				4.49						

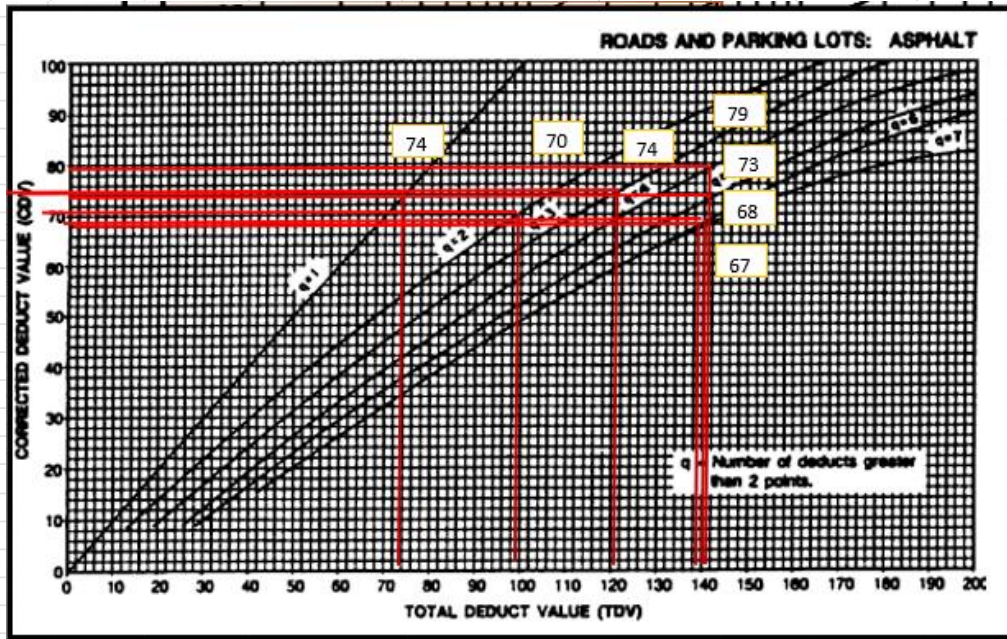
**CÁLCULO DEL PCI**

N°	VALOR DEDUCIDO							TOTAL	q	CDV
1	62	27	24	22	2	1	1	139	7	67
2	62	27	24	22	2	1	2	140	6	68
3	62	27	24	22	2	2	2	141	5	73
4	62	27	24	22	2	2	2	141	4	79
5	62	27	24	2	2	2	2	121	3	74
6	62	27	2	2	2	2	2	99	2	70
7	62	2	2	2	2	2	2	74	1	74
								<b>CDV Max =</b>		79
								<b>PCI = 100-CDV Max =</b>		21











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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>ABS Inicial:</b>	1+550	<b>Área de prueba:</b>	248	<b>Fecha:</b>	26/03/2023
<b>ABS Final:</b>	1+581	<b>Unidad de prueba:</b>	6	<b>Inspeccionado por:</b>	Luis Arellano
<b>Ancho de carril:</b>	8 m	<b>Tramo:</b>	2	<b>Revisado por:</b>	Ing. Jorge Guevara

Evaluación en base al método de Índice de Condición de Pavimentos

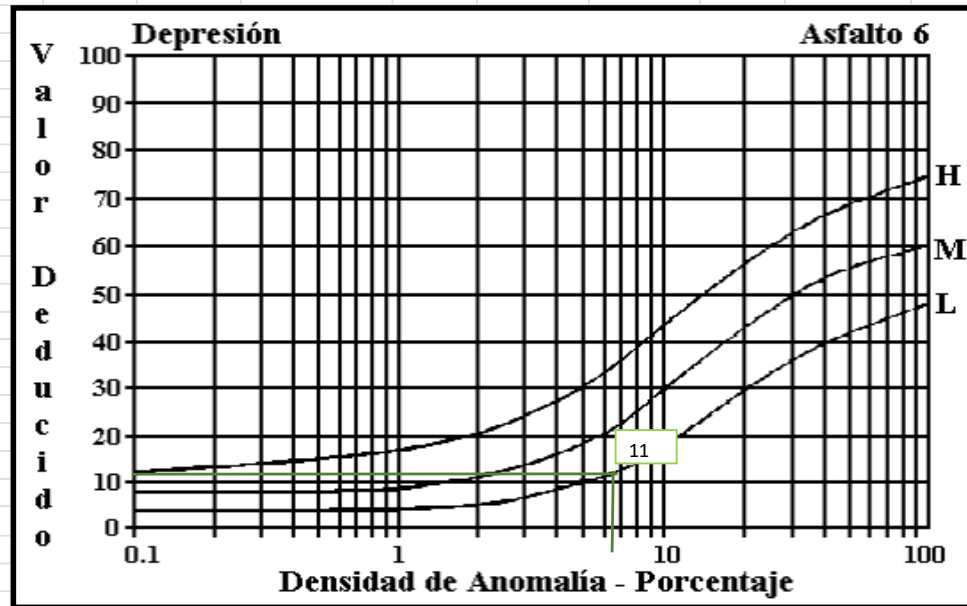
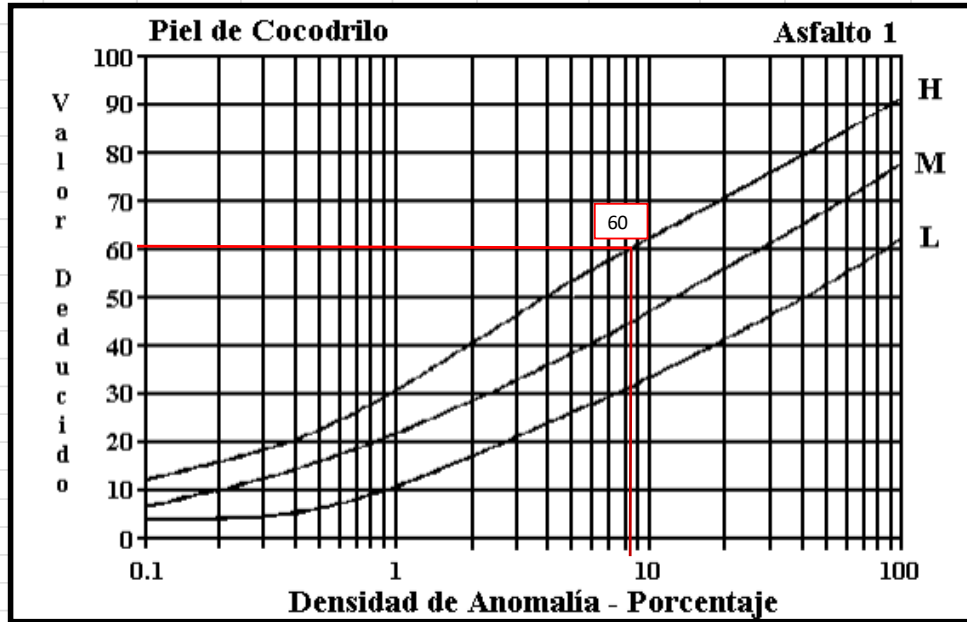
N°	Fallas	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	
2	Exudación o Sangrado	
3	Agrietamiento en Bloque	
4	Bombeo y Hundimientos	
5	Corrugación	
6	Depresiones	
7	Agrietamiento de borde	
8	Agrietamiento Reflejo de Juntas	
9	Caída Externa de Vía/Hombreira	
10	Agrietamiento longitudinal y transversal	
11	Parchados	
12	Agregados Pulidos	
13	Baches	
14	Cruce de Ferrocarril	
15	Ruteo	
16	Empellones	
17	Agrietamiento Media Luna	
18	Protuberancia	
19	Interperismo	

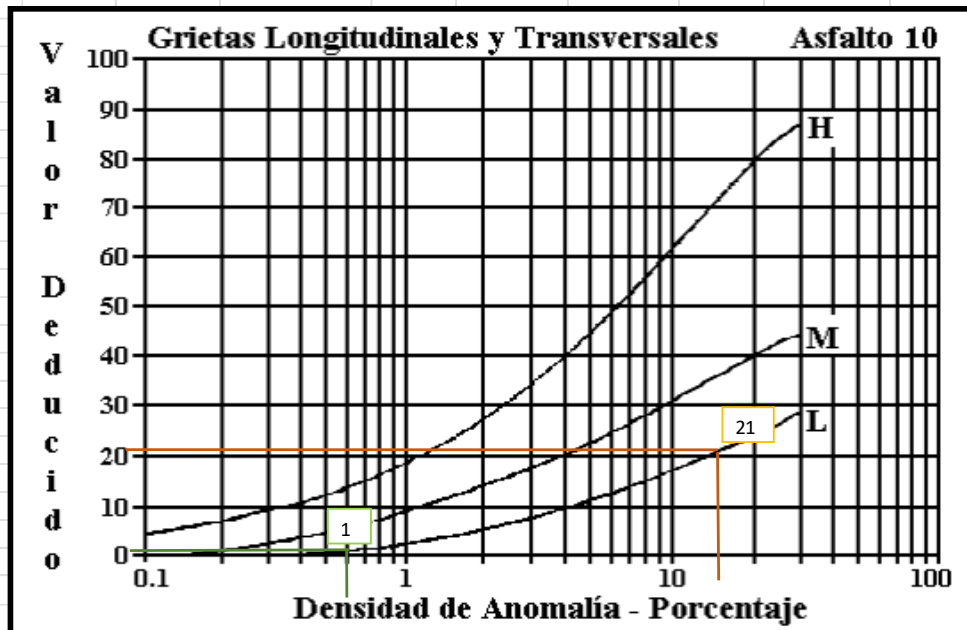
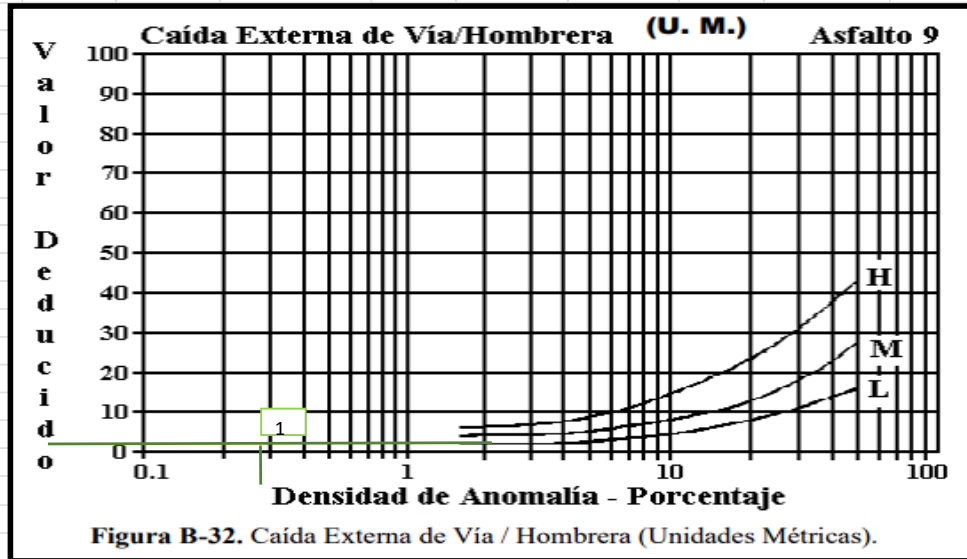
FALLA N°	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Total
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
1			x	7.5	7.4	4.2	1.1	20.2	8.15%	60
6	x			5.9	3.54	6.72		16.16	6.52%	11
9	x			0.7				0.7	0.28%	1
9			x	31	20	18	18	87	35.08%	35
10	x			1.5				1.5	0.60%	1
10		x		12	10.5	8.1	9.2	39.8	16.05%	21

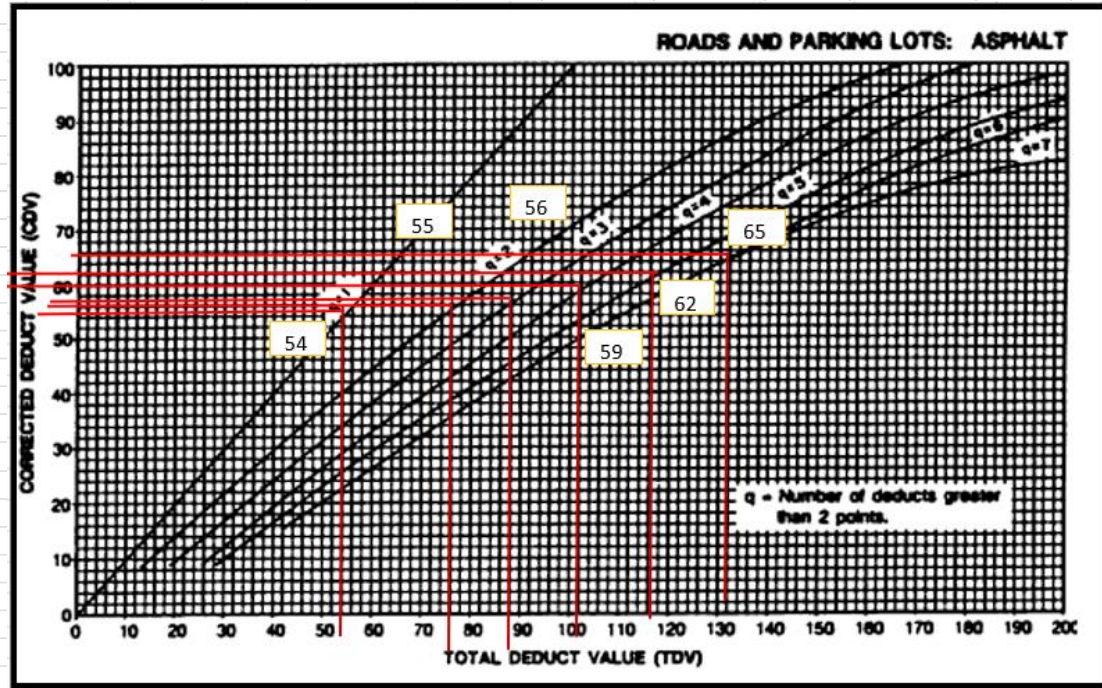
<b>VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):</b>	35	<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL</b>	129
<b>NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m)</b>	6.97		

**CÁLCULO DEL PCI**

N°	VALOR DEDUCIDO			TOTAL	q	CDV			
1	60	35	21	11	1	1	129	6	65
2	60	35	21	11	1	2	114	5	62
3	60	35	21	11	2	2	100	4	59
4	60	35	21	2	2	2	88	3	56
5	60	35	2	2	2	2	76	2	55
6	60	2	2	2	2	2	52	1	54
							<b>CDV Max =</b>		65
							<b>PCI = 100-CDV Max =</b>		35









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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>ABS Inicial:</b>	1+860	<b>Área de prueba:</b>	210.8	<b>Fecha:</b>	26/03/2023
<b>ABS Final:</b>	1+891	<b>Unidad de prueba:</b>	7	<b>Inspeccionado por:</b>	Luis Arellano
<b>Ancho de carril:</b>	6.8 m	<b>Tramo:</b>	2	<b>Revisado por:</b>	Ing. Jorge Guevara

Evaluación en base al método de Índice de Condición de Pavimentos

Nº	Fallas	m <sup>2</sup>	<p align="center"><b>Esquema</b></p>
1	Piel de Cocodrilo	m <sup>2</sup>	
2	Exudación o Sangrado	m <sup>2</sup>	
3	Agrietamiento en Bloque	m <sup>2</sup>	
4	Bombeo y Hundimientos	m	
5	Corrugación	m <sup>2</sup>	
6	Depresiones	m <sup>2</sup>	
7	Agrietamiento de borde	m <sup>2</sup>	
8	Agrietamiento Reflejo de Juntas	m	
9	Caída Externa de Vía/Hombrera	m	
10	Agrietamiento longitudinal y transversal	m	
11	Parchados	m <sup>2</sup>	
12	Agregados Pulidos	m <sup>2</sup>	
13	Baches	Unidad	
14	Cruce de Ferrocarril	m <sup>2</sup>	
15	Ruteo	m <sup>2</sup>	
16	Empellones	m <sup>2</sup>	
17	Agrietamiento Media Luna	m <sup>2</sup>	
18	Protuberancia	m <sup>2</sup>	
19	Interperísimo	m <sup>2</sup>	

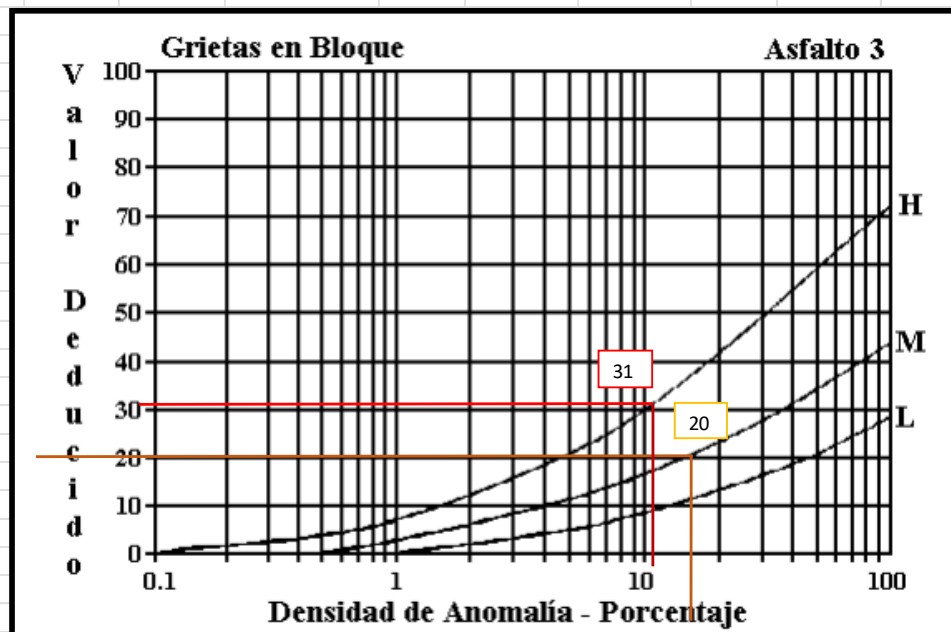
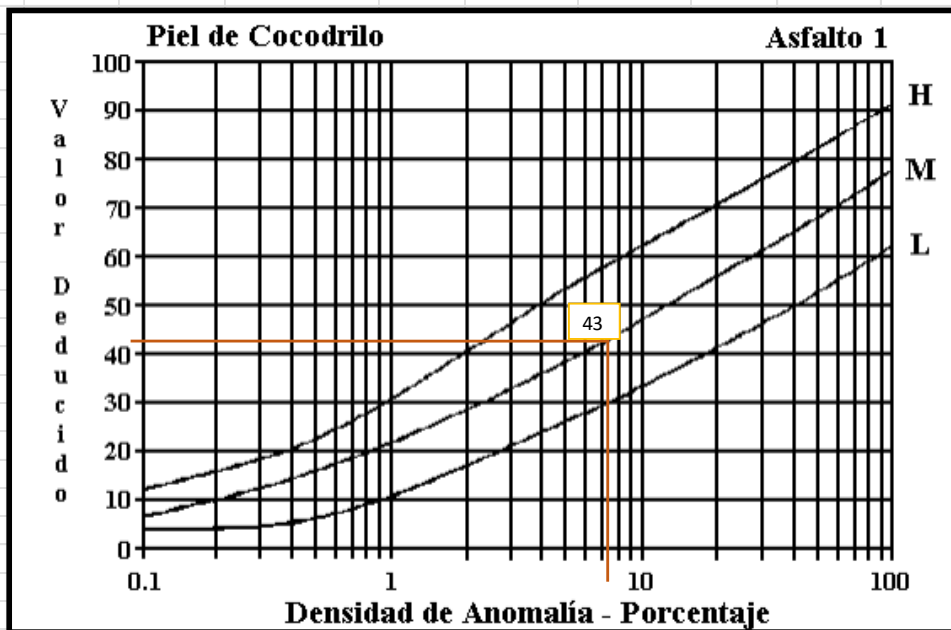
FALLA Nº	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Total
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
1		x		15.6				15.6	7.40%	43
3		x		7.56	19	7.62		34.18	16.21%	20
3			x	23.8				23.8	11.29%	31
9		x		15				15	7.12%	7
9			x	15				15	7.12%	11
10		x		4.8	2.1	0.8		7.7	3.65%	19
11	x			1.09				1.09	0.52%	1

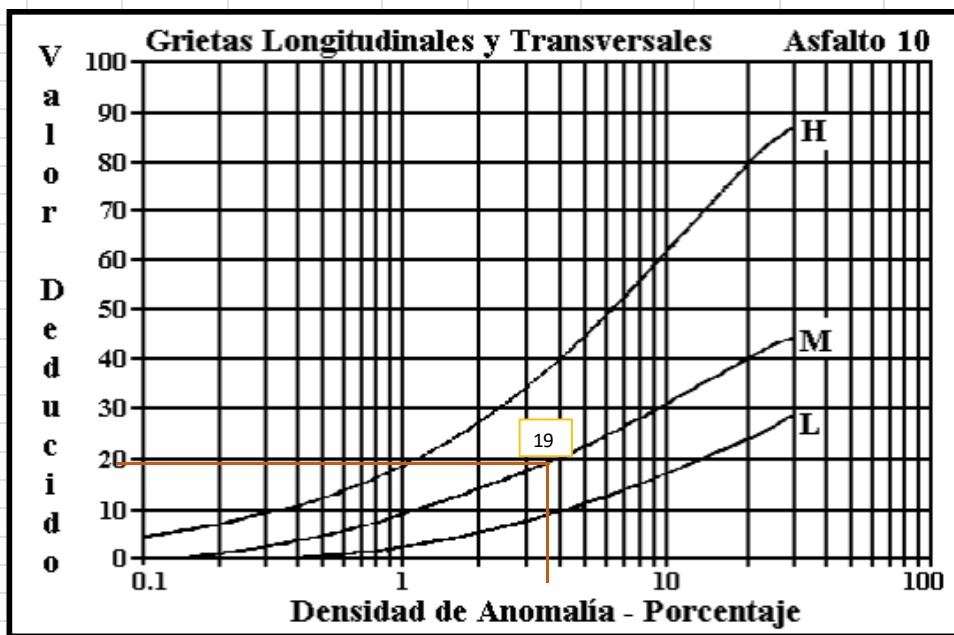
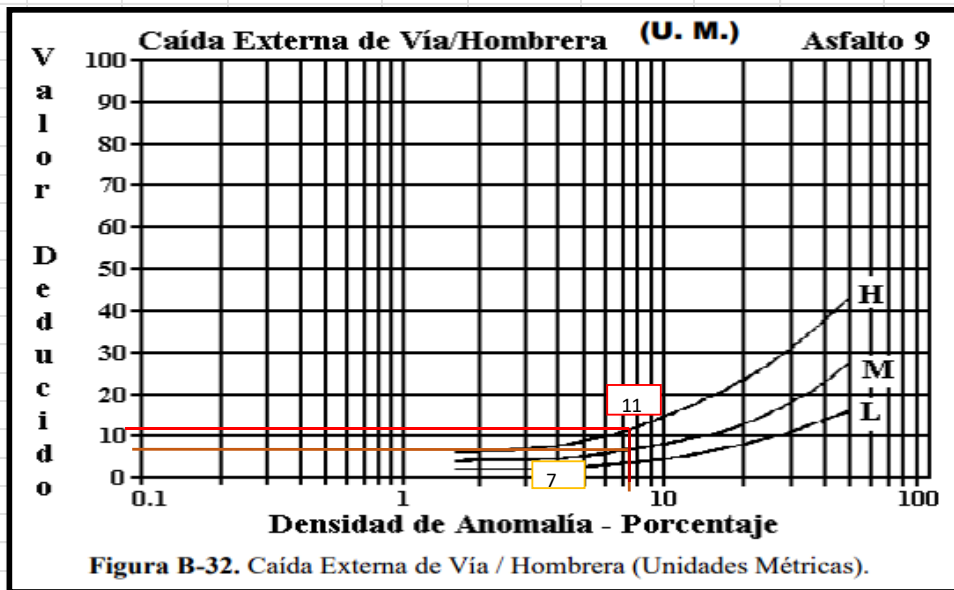
<b>VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):</b>	43	<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL</b>	132
<b>NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):</b>	6.23		

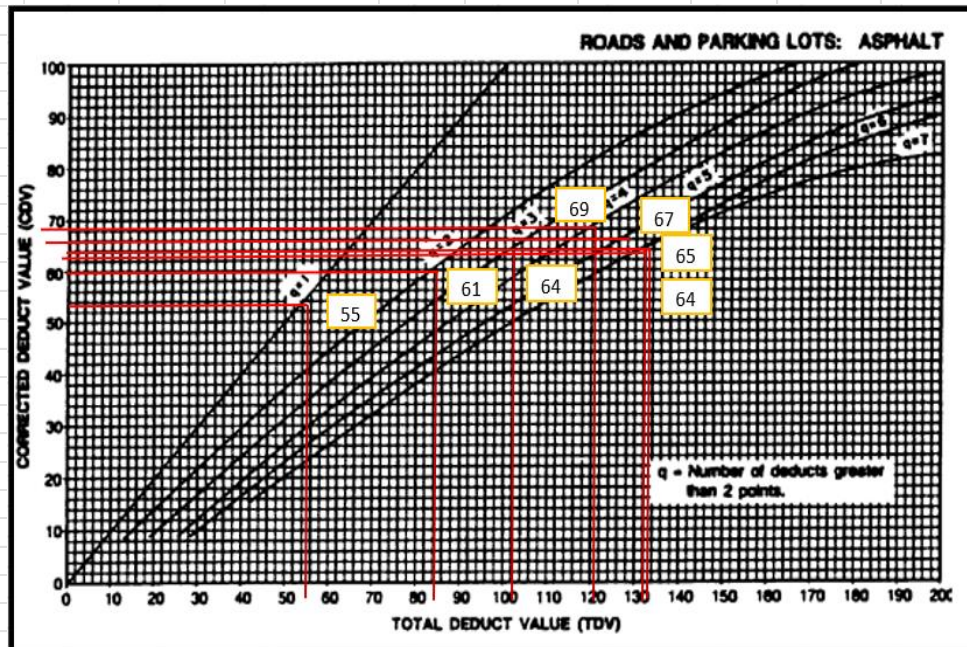
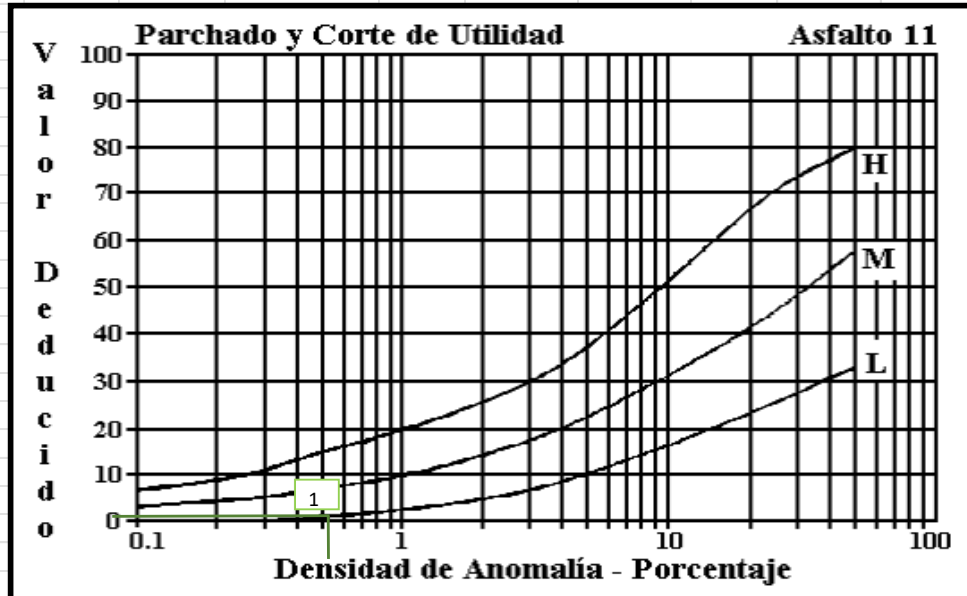
**CÁLCULO DEL PCI**

Nº	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV
1	43	31	20	19	11	7	1	132	7	64	
2	43	31	20	19	11	7	2	133	6	65	
3	43	31	20	19	11	2	2	128	5	67	
4	43	31	20	19	11	2	2	128	4	69	
5	43	31	20	2	2	2	2	102	3	64	
6	43	31	2	2	2	2	2	84	2	61	
7	43	2	2	2	2	2	2	55	1	55	
								<b>CDV Max =</b>		69	
								<b>PCI = 100-CDV Max =</b>		31	











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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Pícañhua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>ABS Inicial:</b>	2+170	<b>Área de prueba:</b>	213.9	<b>Fecha:</b>	27/03/2023
<b>ABS Final:</b>	2+201	<b>Unidad de prueba:</b>	8	<b>Inspeccionado por:</b>	Luis Arellano
<b>Ancho de carril:</b>	6.90	<b>Tramo:</b>	3	<b>Revisado por:</b>	Ing. Jorge Guevara

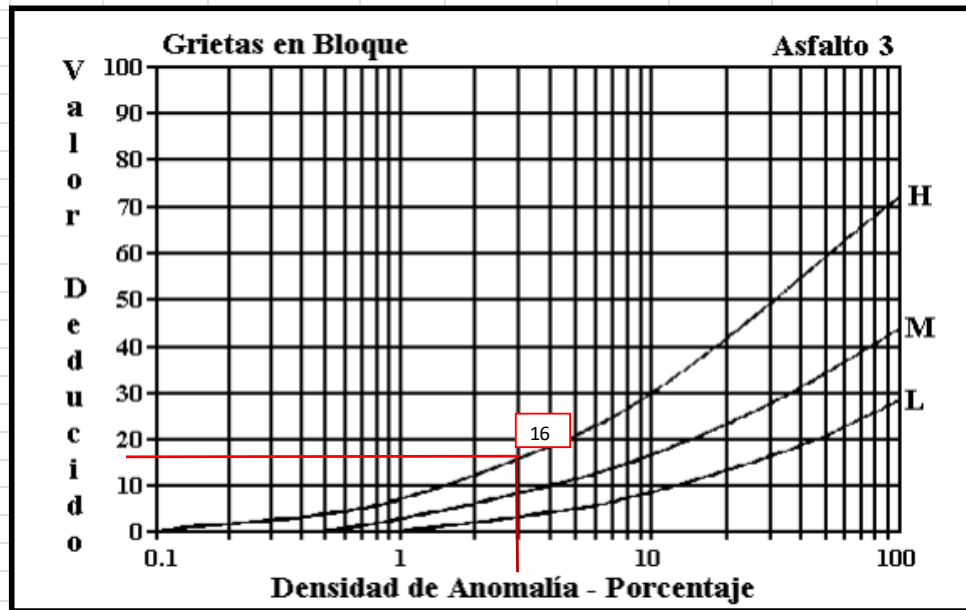
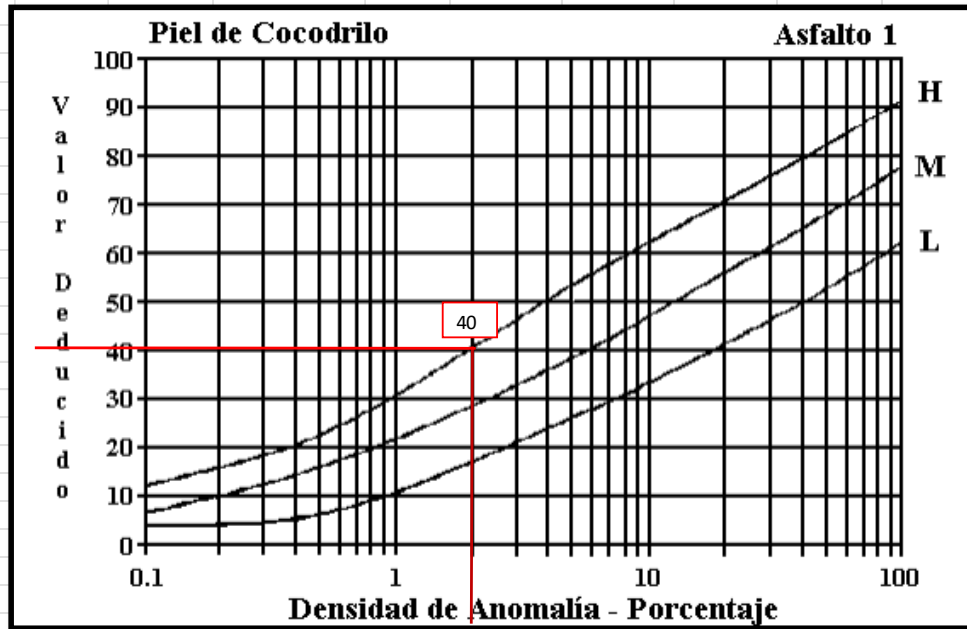
Evaluación en base al método de Índice de Condición de Pavimentos

Nº	Fallas	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	
2	Exudación o Sangrado	
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/Hombarrera	
10	Agrietamiento longitudinal y transversal	
11	Parchados	
12	Agregados Pulidos	
13	Baches	
14	Cruce de Ferrocarril	
15	Ruteo	
16	Empellones	
17	Agrietamiento Media Luna	
18	Protuberancia	
19	Interperismo	

FALLA Nº	Severidad			Cantidades Parciales	Total	Densidad %	Total
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)				
1			x	4.5		2.10%	40
3			x	6.5		3.04%	16
6		x		0.27		0.13%	8
9		x		9		4.21%	5
13			x	1.5		0.70%	47
<b>VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):</b>				47	<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL</b>		
<b>NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):</b>				5.87	116		

**CÁLCULO DEL PCI**

Nº	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV
1	47	40	16	8	5		116	5	64
2	47	40	16	8	2		113	4	64
3	47	40	16	2	2		107	3	63
4	47	40	2	2	2		93	2	64
5	47	2	2	2	2		55	1	56
							<b>CDV Max =</b>		64
							<b>PCI = 100-CDV Max =</b>		36



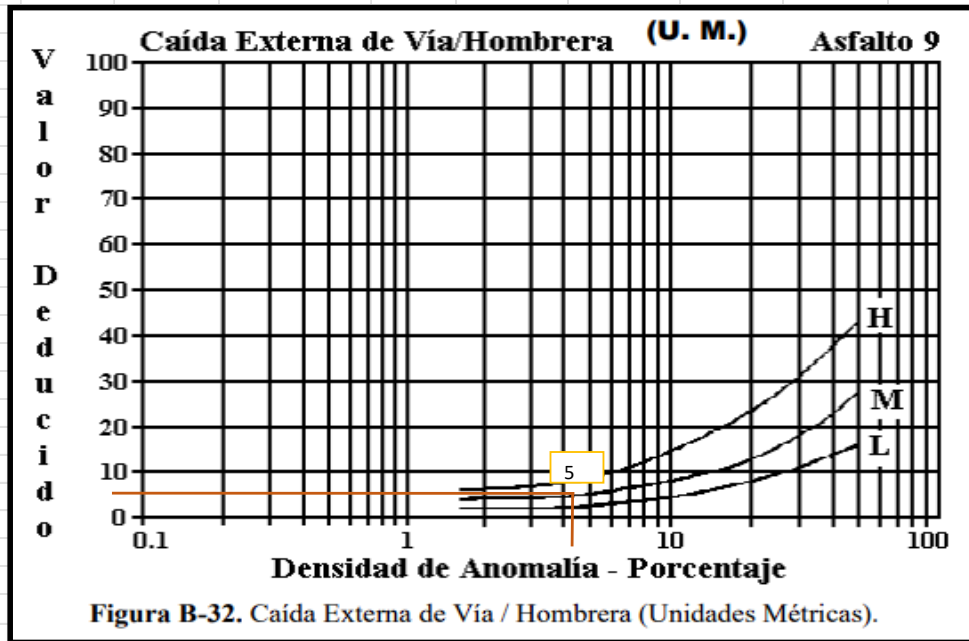
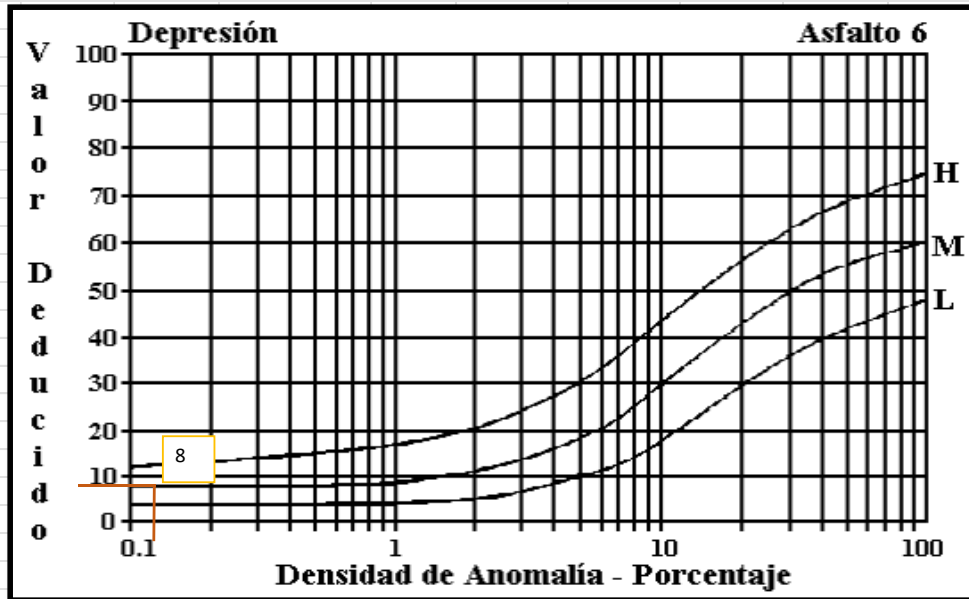
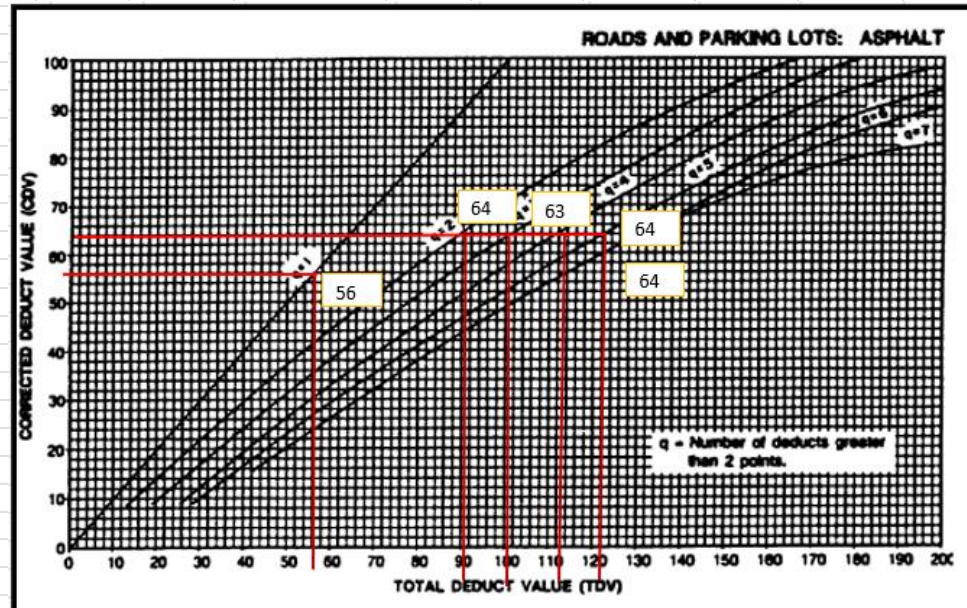
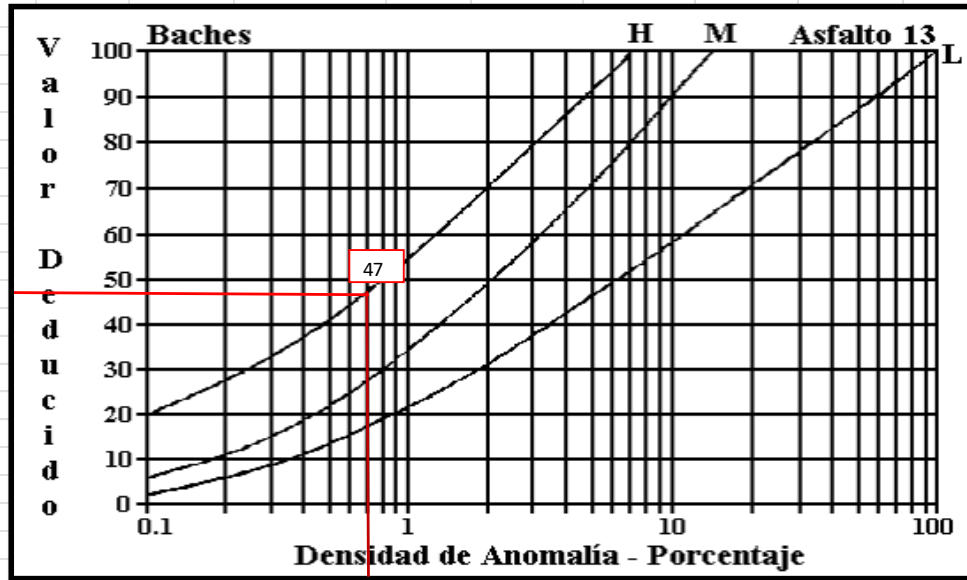


Figura B-32. Caída Externa de Vía / Hombrera (Unidades Métricas).





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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>ABS Inicial:</b>	2+480	<b>Área de prueba:</b>	254.2	<b>Fecha:</b>	27/03/2023
<b>ABS Final:</b>	2+511	<b>Unidad de prueba:</b>	9	<b>Inspeccionado por:</b>	Luis Arellano
<b>Ancho de carril:</b>	6.90	<b>Tramo:</b>	3	<b>Revisado por:</b>	Ing. Jorge Guevara

Evaluación en base al método de Índice de Condición de Pavimentos

N°	Fallas	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	
2	Exudación o Sangrado	
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/Hombreira	
10	Agrietamiento longitudinal y transversal	
11	Parchados	
12	Agregados Pulidos	
13	Baches	
14	Cruce de Ferrocarril	
15	Ruteo	
16	Empellones	
17	Agrietamiento Media Luna	
18	Protuberancia	
19	Interperísimo	

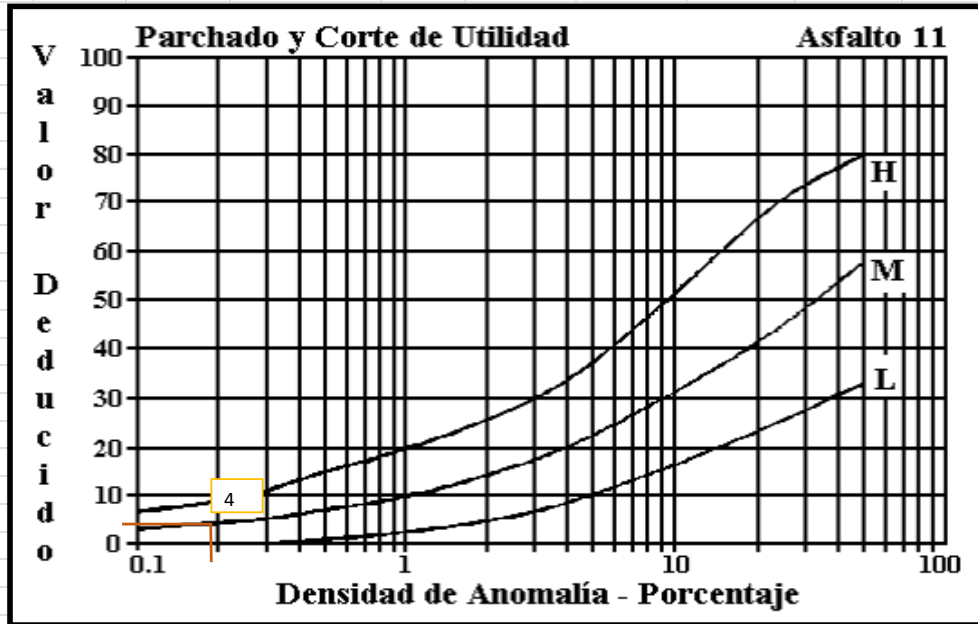
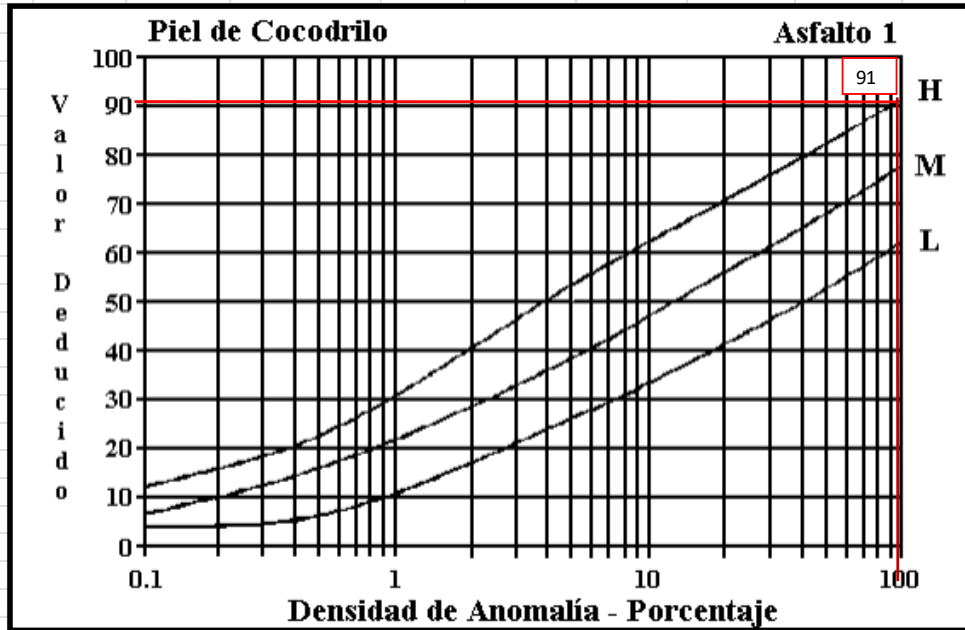
FALLA N°	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Total
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
1			x	125.1	127.1			252.2	99.21%	91
11		x		0.35	0.14			0.49	0.19%	4
13			x	0.13	0.48			0.61	0.29%	32
19			x	15.5				15.5	7.35%	37

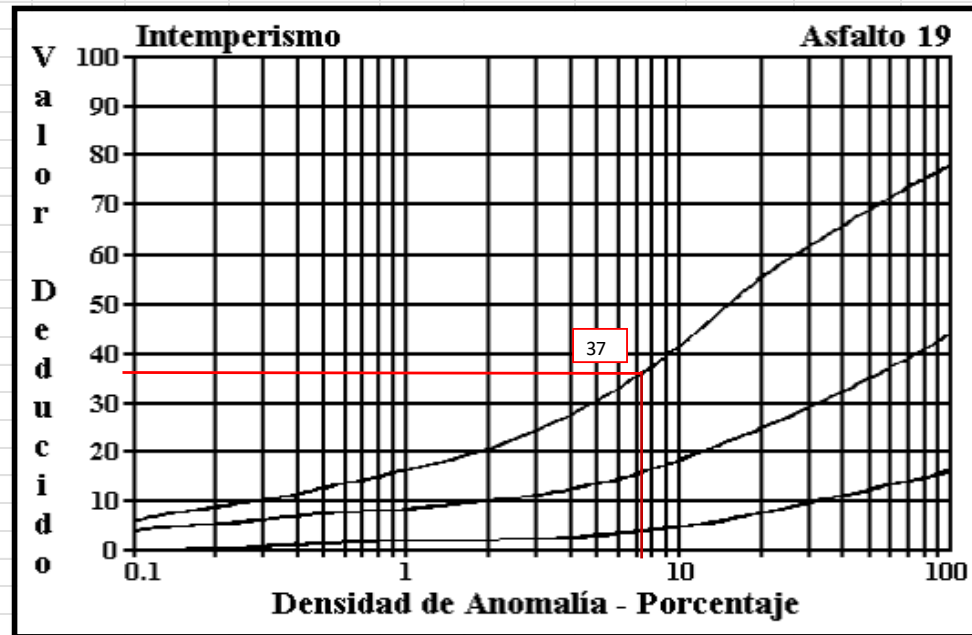
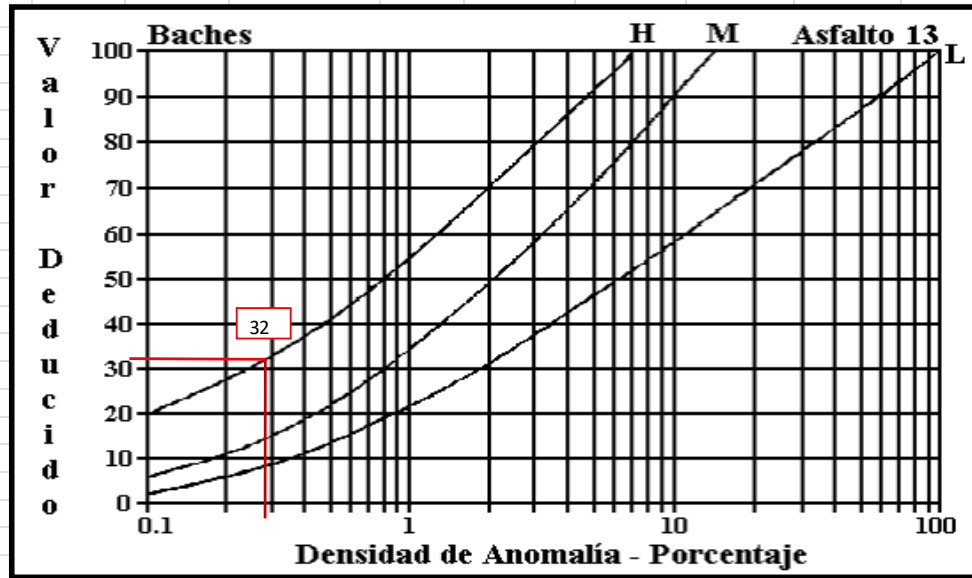
<b>VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):</b>	91	<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL</b>	164
<b>NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):</b>	1.83		

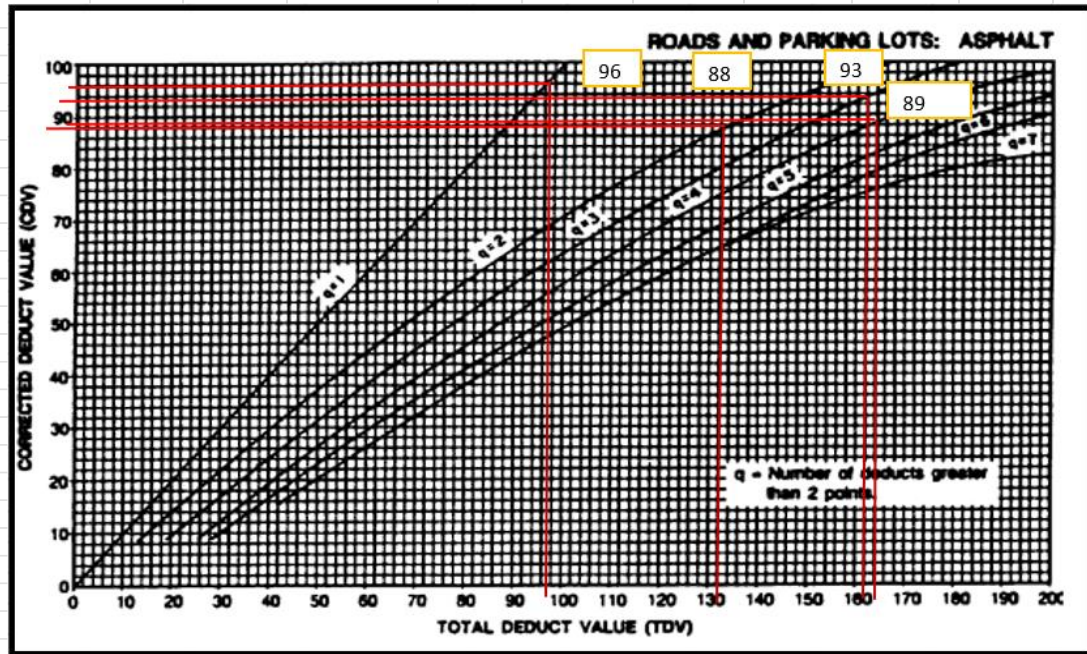
**CÁLCULO DEL PCI**

N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	91	37	32	4		164	4	89
2	91	37	32	2		162	3	93
3	91	37	2	2		132	2	88
4	91	2	2	2		97	1	96
							<b>CDV Max =</b>	96
							<b>PCI = 100-CDV Max =</b>	4











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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picahua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>ABS Inicial:</b>	2+790	<b>Área de prueba:</b>	252.65	<b>Fecha:</b>	27/03/2023
<b>ABS Final:</b>	2+821	<b>Unidad de prueba:</b>	10	<b>Inspeccionado por:</b>	Luis Arellano
<b>Ancho de carril:</b>	8.15 m	<b>Tramo:</b>	3	<b>Revisado por:</b>	Ing. Jorge Guevara

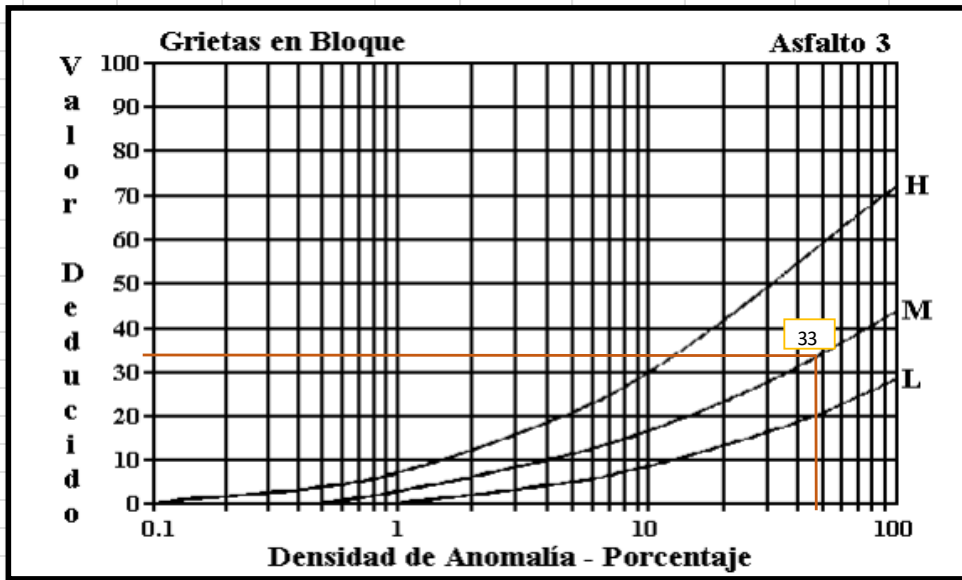
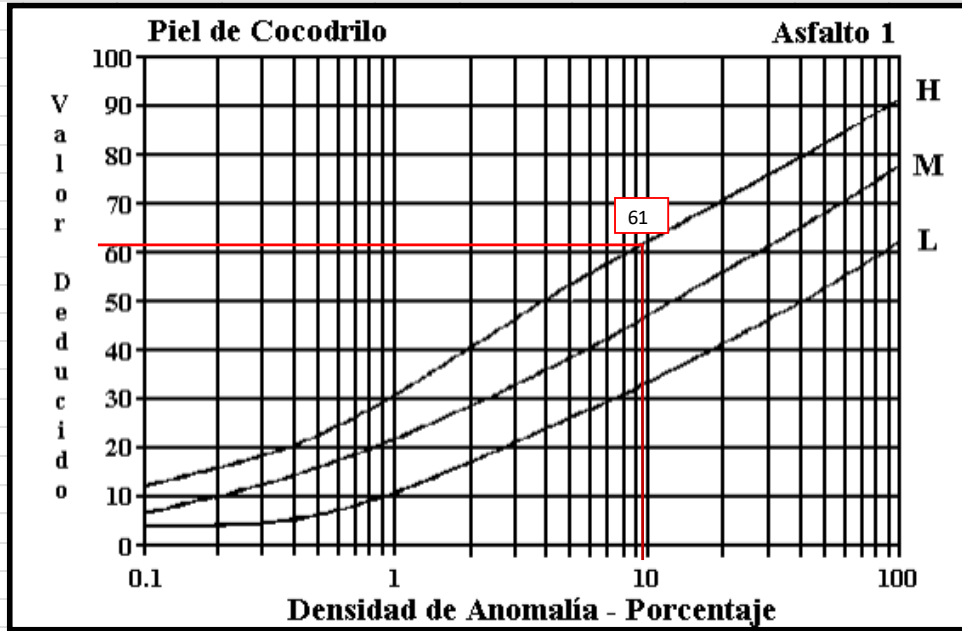
Evaluación en base al método de Índice de Condición de Pavimentos

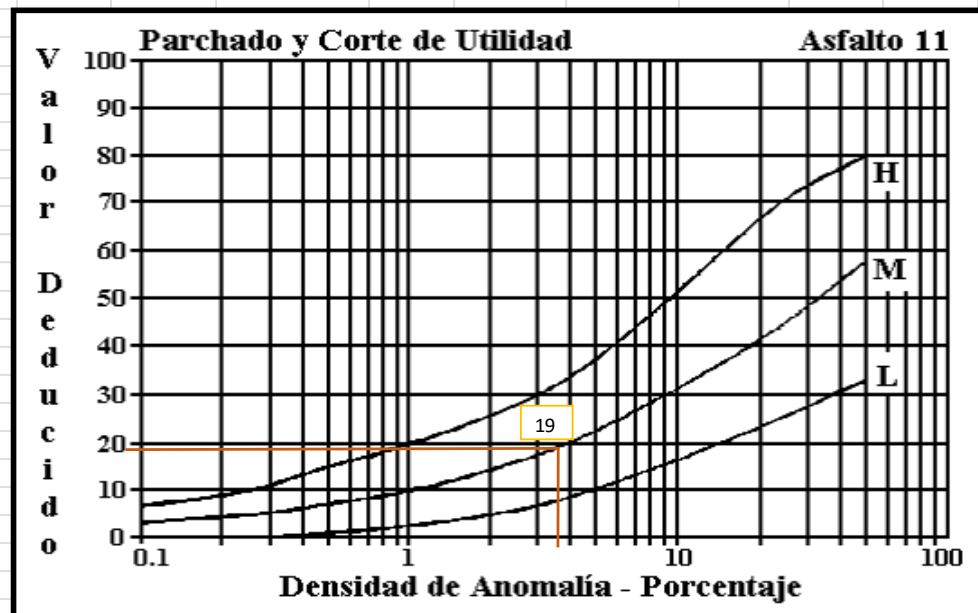
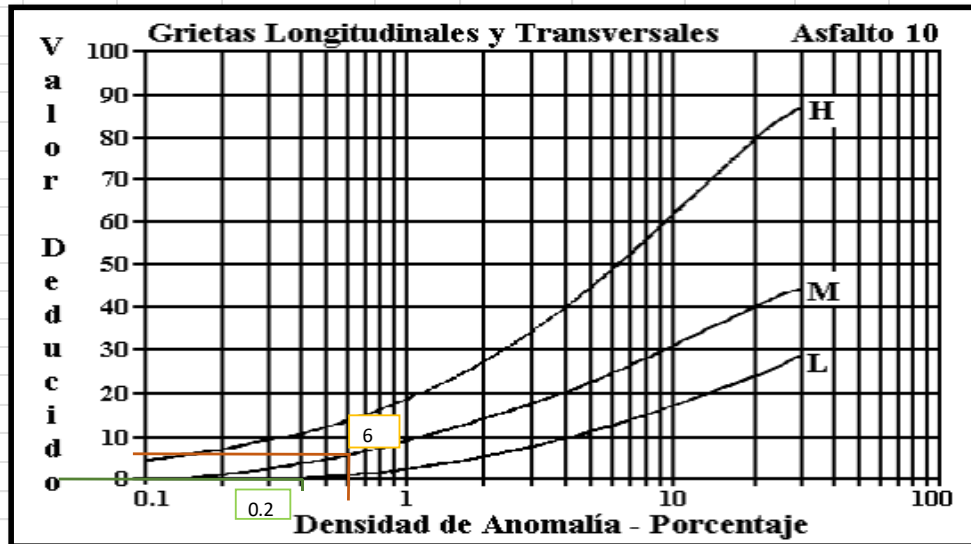
Nº	Fallas	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	
2	Exudación o Sangrado	
3	Agrietamiento en Bloque	
4	Bombeo y Hundimientos	
5	Corrugación	
6	Depresiones	
7	Agrietamiento de borde	
8	Agrietamiento Reflejo de Juntas	
9	Caída Externa de Vía/Hombarrera	
10	Agrietamiento longitudinal y transversal	
11	Parchados	
12	Agregados Pulidos	
13	Baches	
14	Cruce de Ferrocarril	
15	Ruteo	
16	Empellones	
17	Agrietamiento Media Luna	
18	Protuberancia	
19	Interperismo	

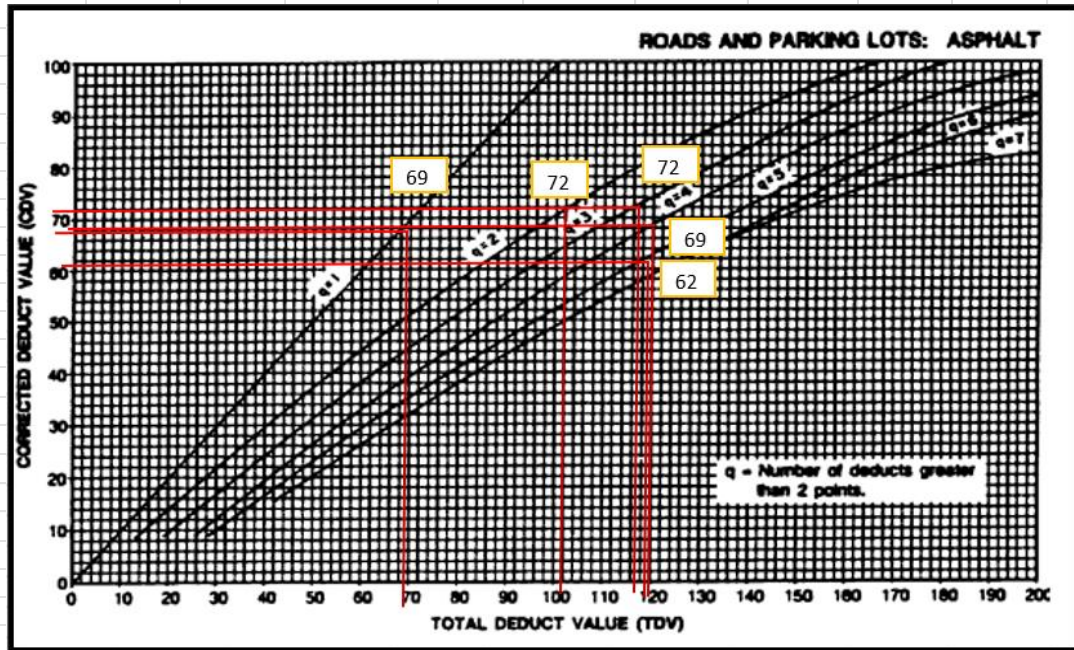
FALLA Nº	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Total
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
1			x	1.87	1.84	2.48	18.6	24.79	9.81%	61
3		x		18.6	25.42	81.6		125.62	49.72%	33
10	x			0.4	0.3	0.3		1	0.40%	0.2
10		x		0.8	0.72			1.52	0.60%	6
11		x		6.3	3.19			9.49	3.76%	19
<b>VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):</b>				33				<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL</b>		119.2
<b>NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):</b>				7.15						

**CÁLCULO DEL PCI**

Nº	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV
1	61	33	19	6	0.2		119.2	5	62
2	61	33	19	6	2		121	4	69
3	61	33	19	2	2		117	3	72
4	61	33	2	2	2		100	2	72
5	61	2	2	2	2		69	1	69
							<b>CDV Max =</b>		72
							<b>PCI = 100-CDV Max =</b>		28









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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picahua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>ABS Inicial:</b>	3+100	<b>Área de prueba:</b>	254.2	<b>Fecha:</b>	27/03/2023
<b>ABS Final:</b>	3+131	<b>Unidad de prueba:</b>	11	<b>Inspeccionado por:</b>	Luis Arellano
<b>Ancho de carril:</b>	8.2 m	<b>Tramo:</b>	4	<b>Revisado por:</b>	Ing. Jorge Guevara

Evaluación en base al método de Índice de Condición de Pavimentos

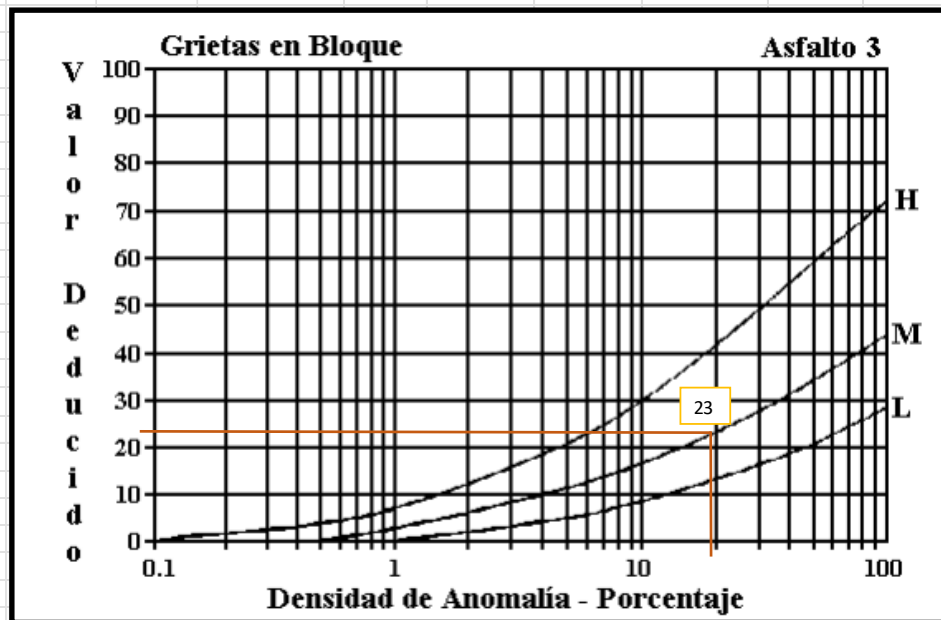
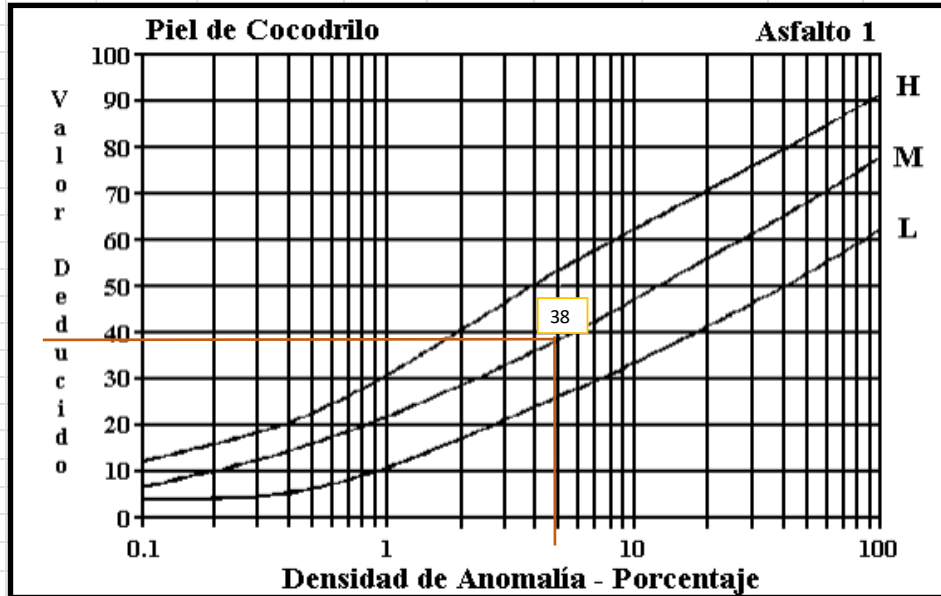
N°	Fallas	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	
2	Exudación o Sangrado	
3	Agrietamiento en Bloque	
4	Bombeo y Hundimientos	
5	Corrugación	
6	Depresiones	
7	Agrietamiento de borde	
8	Agrietamiento Reflejo de Juntas	
9	Caída Externa de Vía/Hombreira	
10	Agrietamiento longitudinal y transversal	
11	Parchados	
12	Agregados Pulidos	
13	Baches	
14	Cruce de Ferrocarril	
15	Ruteo	
16	Empellones	
17	Agrietamiento Media Luna	
18	Protuberancia	
19	Interperísimo	

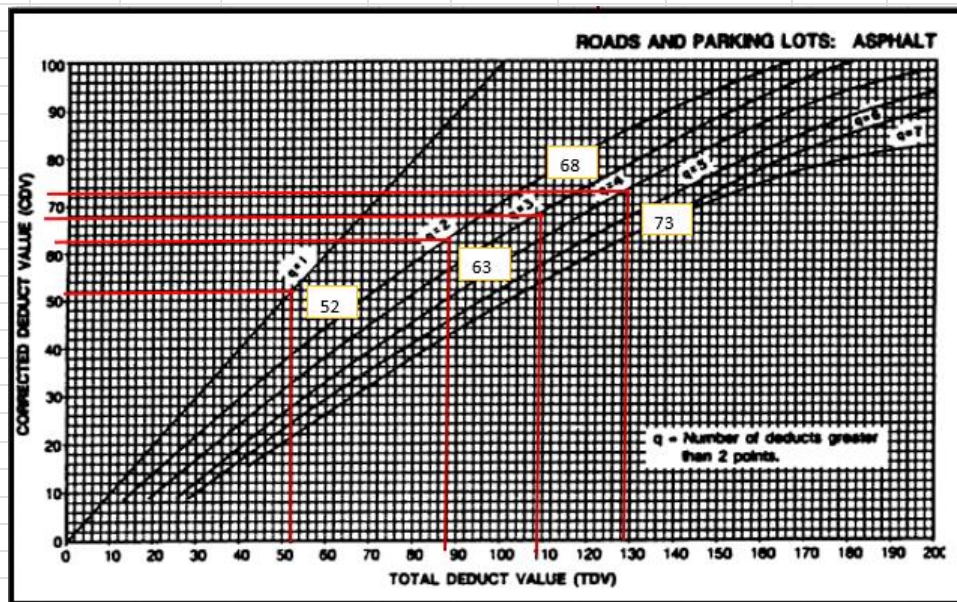
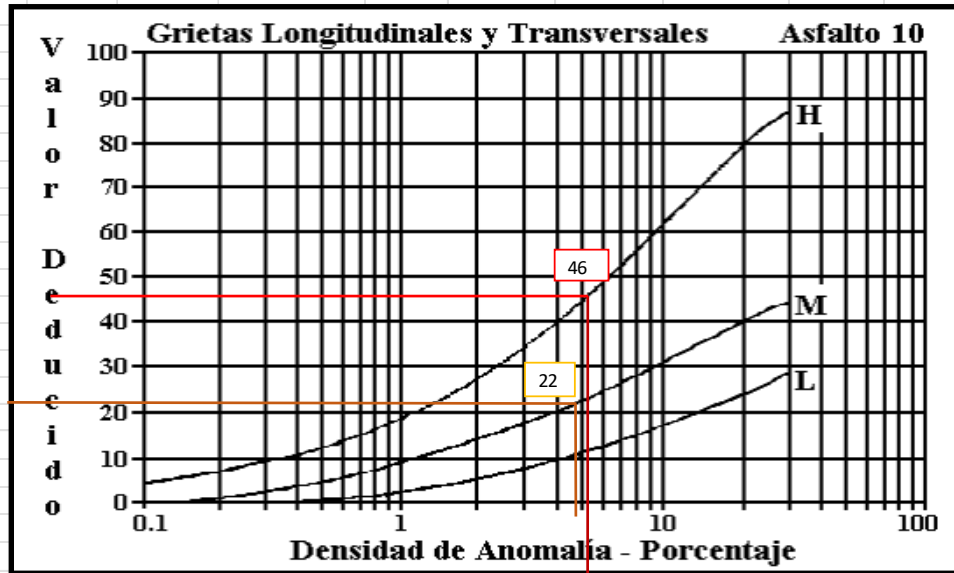
FALLA N°	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Total
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
1		x		12.6				12.6	4.96%	38
3		x		3.6	45.1			48.7	19.16%	23
10		x		3.9	5	1.8	1.7	12.4	4.88%	22
10			x	4.1	5.7	1.5	1.62	12.92	5.08%	46
<b>VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):</b>				46				<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL</b>		129
<b>NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):</b>				5.96						

**CÁLCULO DEL PCI**

N°	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV
1	46	38	23	22	129	4	73
2	46	38	23	2	109	3	68
3	46	38	2	2	88	2	63
4	46	2	2	2	52	1	52
<b>CDV Max =</b>							73
<b>PCI = 100-CDV Max =</b>							27









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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picahua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>ABS Inicial:</b>	3+410	<b>Área de prueba:</b>	186	<b>Fecha:</b>	27/03/2023
<b>ABS Final:</b>	3+441	<b>Unidad de prueba:</b>	12	<b>Inspeccionado por:</b>	Luis Arellano
<b>Ancho de carril:</b>	6 m	<b>Tramo:</b>	4	<b>Revisado por:</b>	Ing. Jorge Guevara

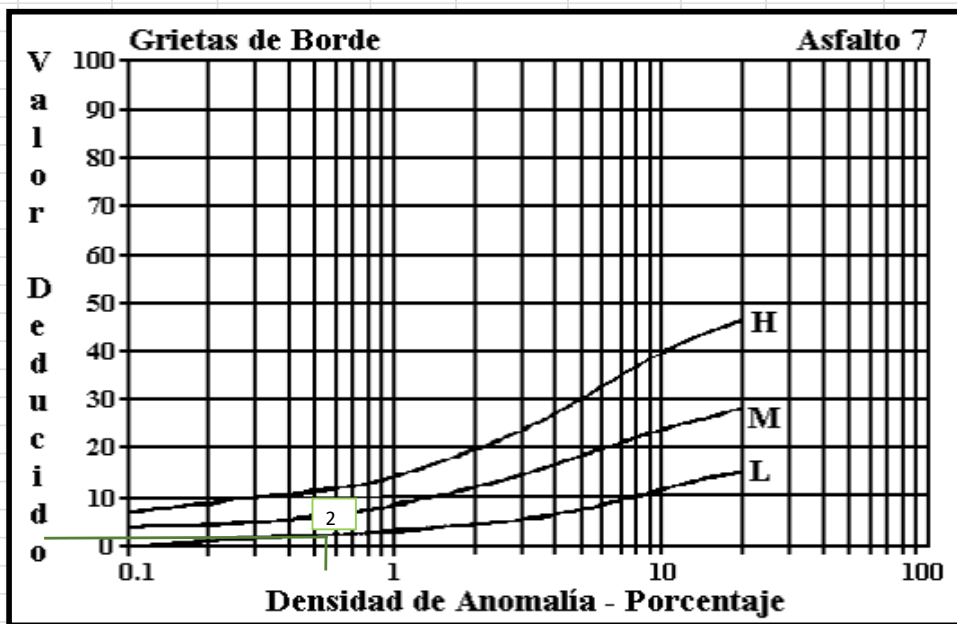
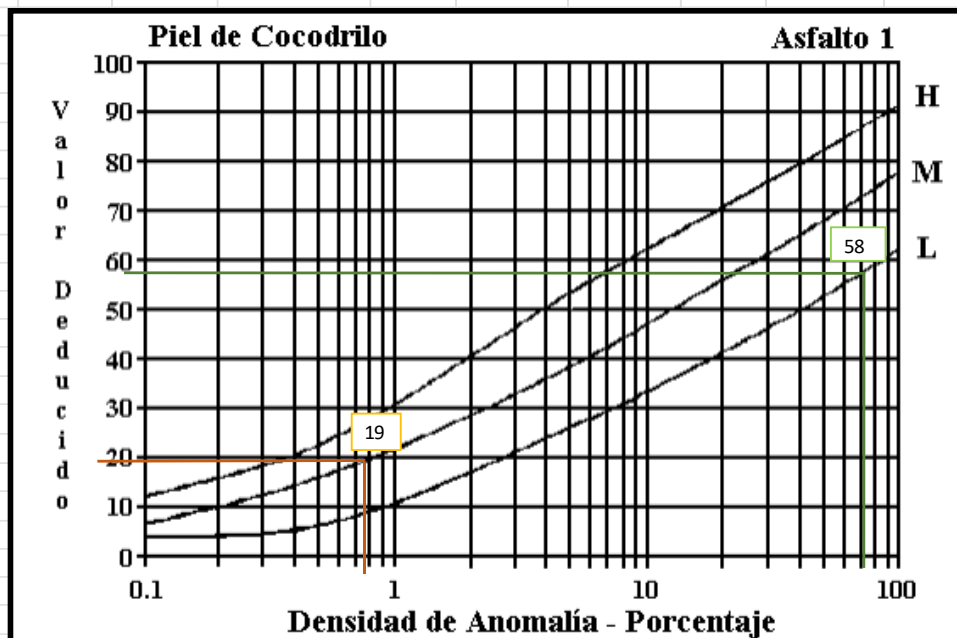
Evaluación en base al método de Índice de Condición de Pavimentos

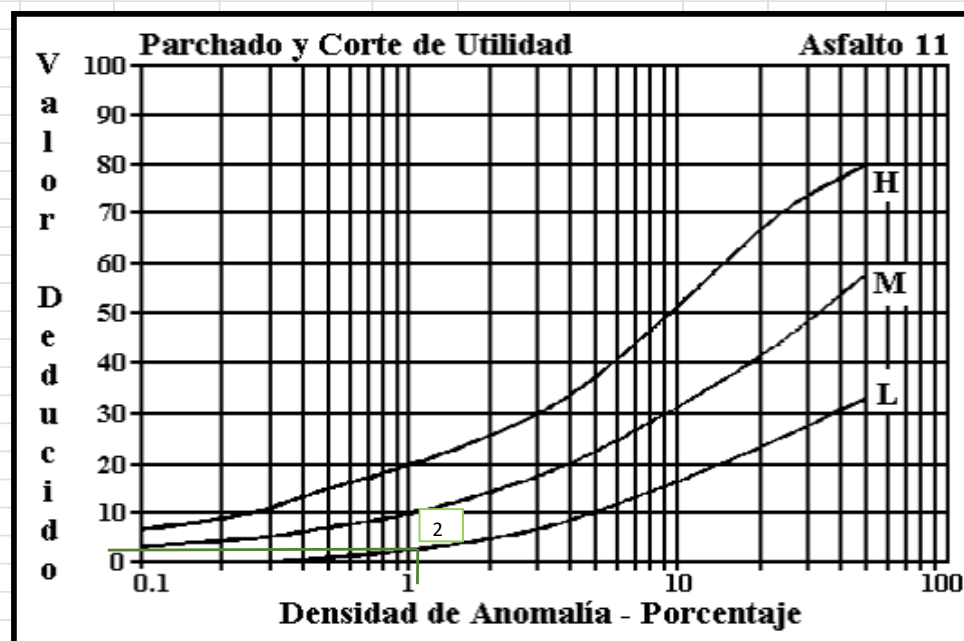
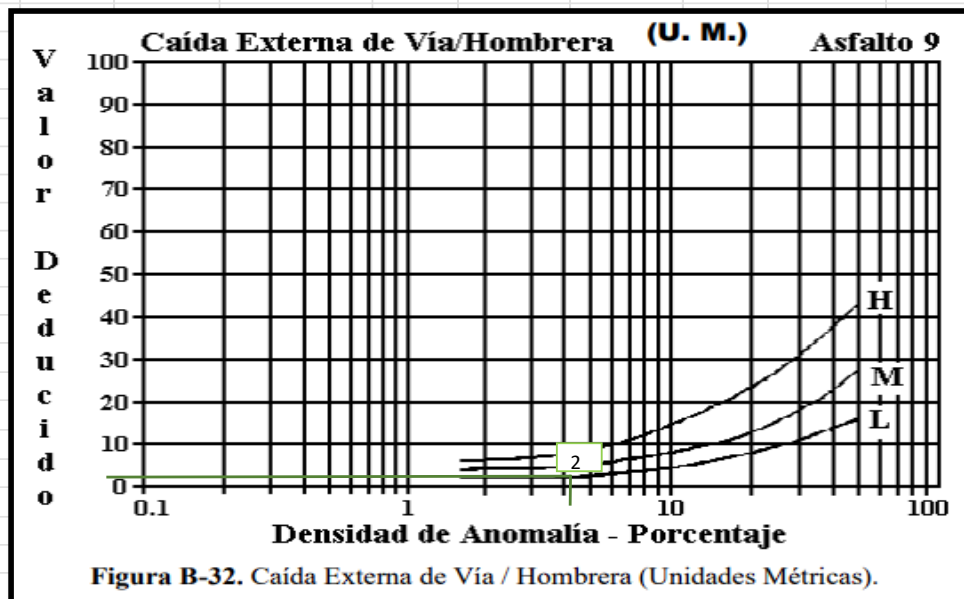
N°	Fallas	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	
2	Exudación o Sangrado	
3	Agrietamiento en Bloque	
4	Bombeo y Hundimientos	
5	Corrugación	
6	Depresiones	
7	Agrietamiento de borde	
8	Agrietamiento Reflejo de Juntas	
9	Caída Externa de Vía/Hombarrera	
10	Agrietamiento longitudinal y transversal	
11	Parchados	
12	Agregados Pulidos	
13	Baches	
14	Cruce de Ferrocarril	
15	Ruteo	
16	Empellones	
17	Agrietamiento Media Luna	
18	Protuberancia	
19	Interperismo	

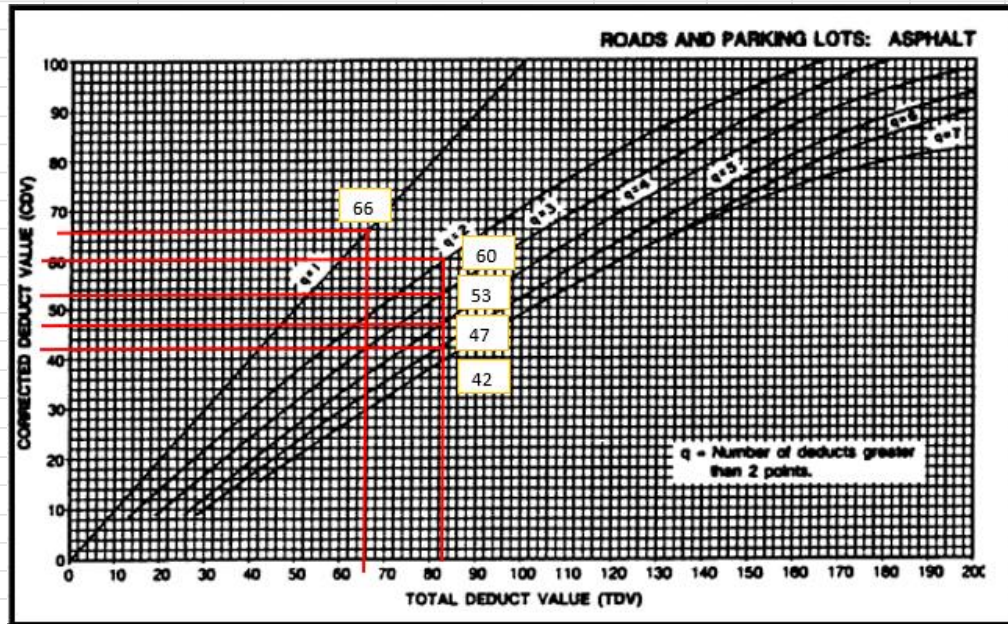
FALLA N°	Severidad			Cantidades Parciales	Total	Densidad %	Total	
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)					
1	x			133.3		133.3	71.67%	58
1		x		1.92		1.92	0.76%	19
7	x			1.4		1.4	0.55%	2
9	x			10.2		10.2	4.04%	2
11	x			2.9		2.9	1.15%	2
<b>VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):</b>				19	<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL</b>			83
<b>NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):</b>				8.44				

**CÁLCULO DEL PCI**

N°	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV
1	58	19	2	2	2	2	83	5	42
2	58	19	2	2	2	2	83	4	47
3	58	19	2	2	2	2	83	3	53
4	58	19	2	2	2	2	83	2	60
5	58	2	2	2	2	2	66	1	66
							<b>CDV Max =</b>		66
							<b>PCI = 100-CDV Max =</b>		34









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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>ABS Inicial:</b>	3+720	<b>Área de prueba:</b>	210.8	<b>Fecha:</b>	27/03/2023
<b>ABS Final:</b>	3+751	<b>Unidad de prueba:</b>	13	<b>Inspeccionado por:</b>	Luis Arellano
<b>Ancho de carril:</b>	6.8 m	<b>Tramo:</b>	4	<b>Revisado por:</b>	Ing. Jorge Guevara

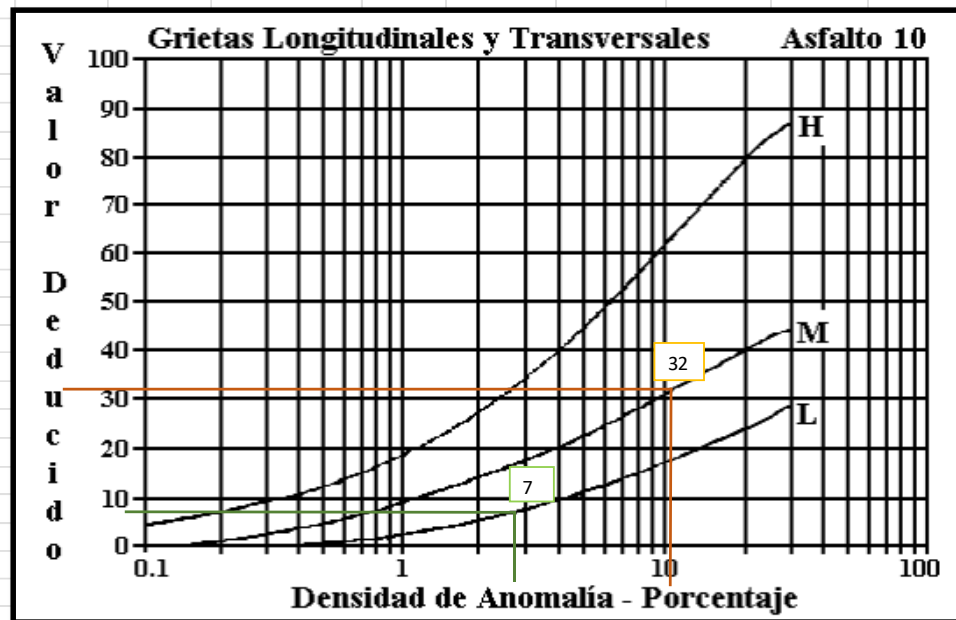
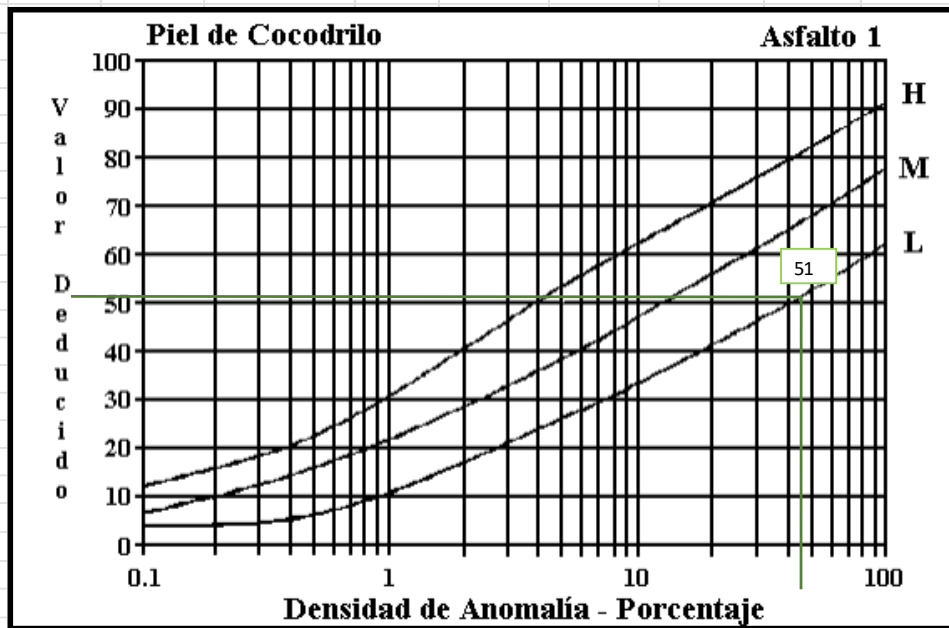
Evaluación en base al método de Índice de Condición de Pavimentos

Nº	Fallas	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	
2	Exudación o Sangrado	
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/Hombreira	
10	Agrietamiento longitudinal y transversal	
11	Parchados	
12	Agregados Pulidos	
13	Baches	
14	Cruce de Ferrocarril	
15	Ruteo	
16	Empellones	
17	Agrietamiento Media Luna	
18	Protuberancia	
19	Interperismo	

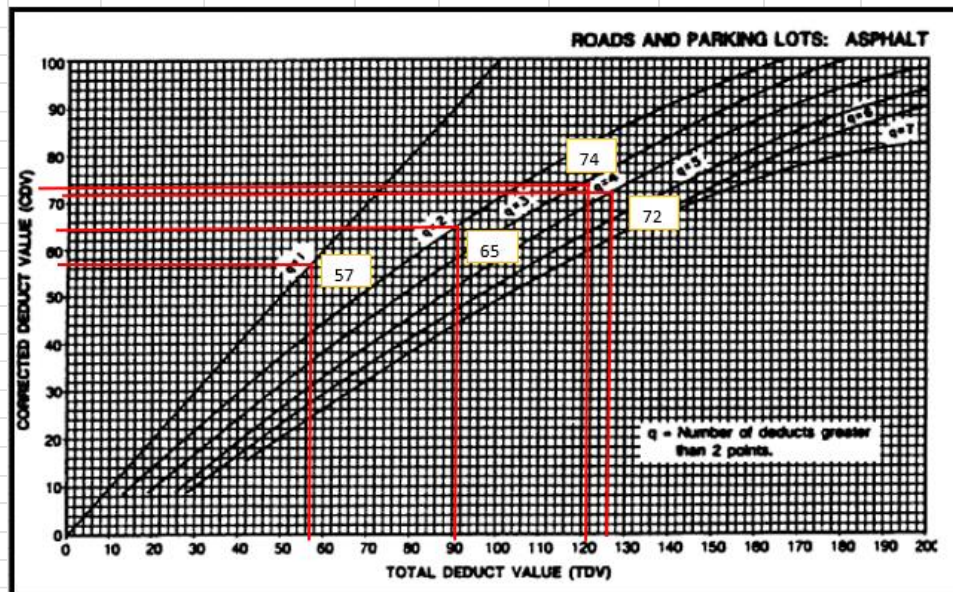
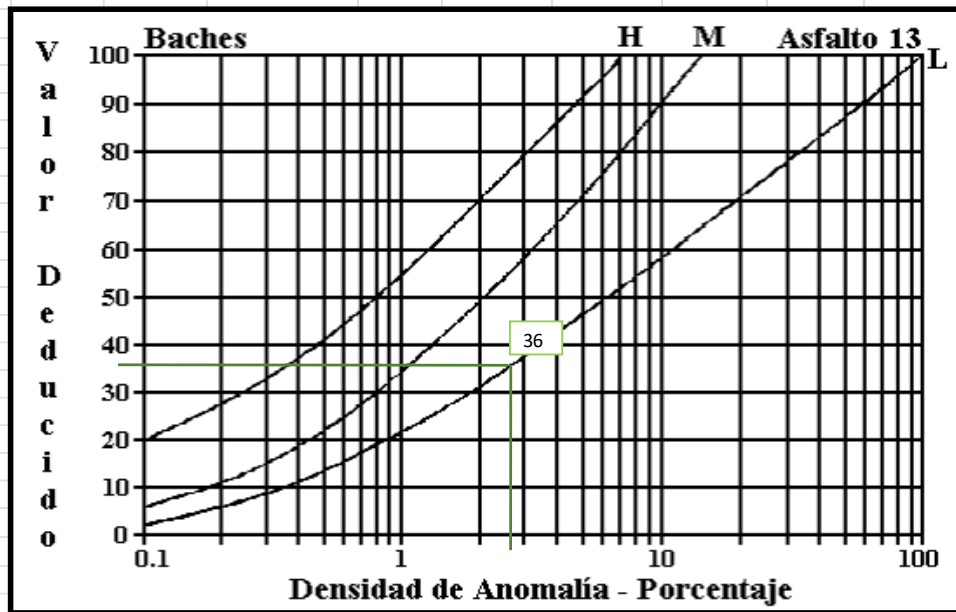
FALLA Nº	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Total
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
1	x			96				96	45.54%	51
10	x			2.4	1.3	1.1	1.2	6	2.85%	7
10		x		2.7	8	7.3	4.54	22.54	10.69%	32
13	x			5.71				5.71	2.71%	36
<b>VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):</b>				51				<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL</b>		126
<b>NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):</b>				5.50						

**CÁLCULO DEL PCI**

Nº	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV
1	51	36	32	7	126	4	72
2	51	36	32	2	121	3	74
3	51	36	2	2	91	2	65
4	51	2	2	2	57	1	57
					<b>CDV Max =</b>		74
					<b>PCI = 100-CDV Max =</b>		26









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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>ABS Inicial:</b>	4+030	<b>Área de prueba:</b>	220.1	<b>Fecha:</b>	27/03/2023
<b>ABS Final:</b>	4+061	<b>Unidad de prueba:</b>	14	<b>Inspeccionado por:</b>	Luis Arellano
<b>Ancho de carril:</b>	7.1 m	<b>Tramo:</b>	5	<b>Revisado por:</b>	Ing. Jorge Guevara

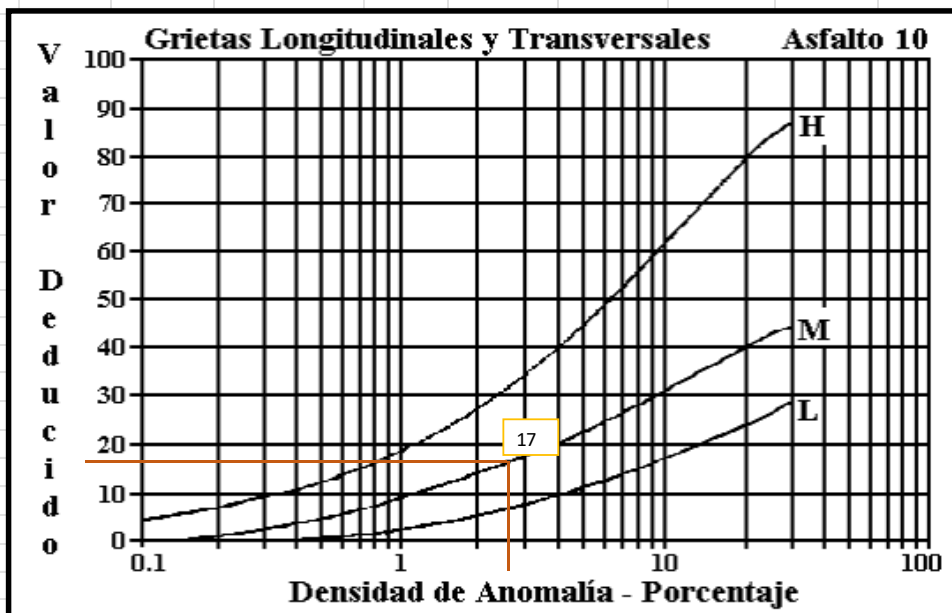
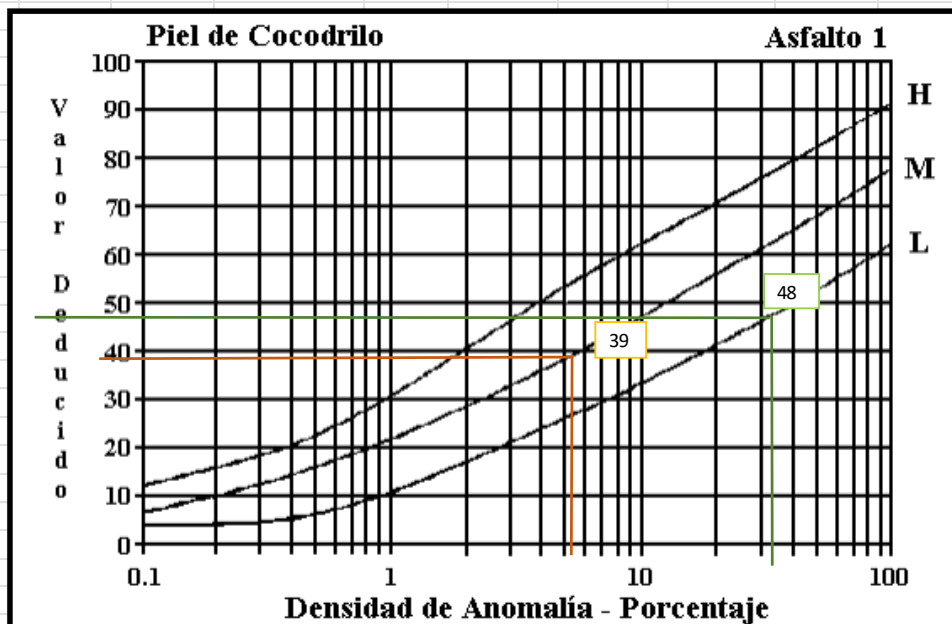
Evaluación en base al método de Índice de Condición de Pavimentos

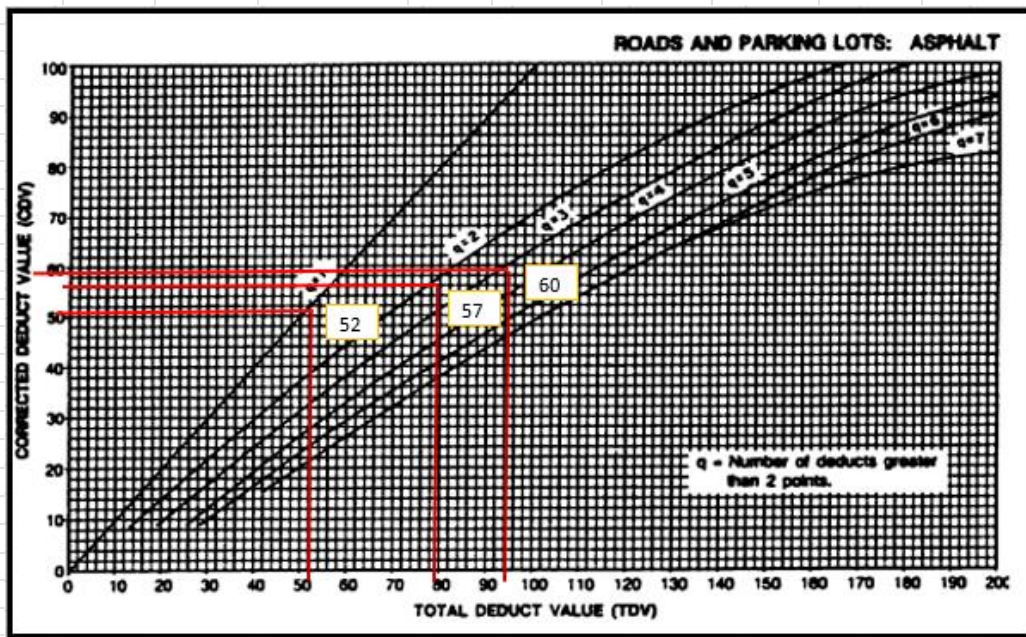
N°	Fallas	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	
2	Exudación o Sangrado	
3	Agrietamiento en Bloque	
4	Bombeo y Hundimientos	
5	Corrugación	
6	Depresiones	
7	Agrietamiento de borde	
8	Agrietamiento Reflejo de Juntas	
9	Caída Externa de Vía/Hombreira	
10	Agrietamiento longitudinal y transversal	
11	Parchados	
12	Agregados Pulidos	
13	Baches	
14	Cruce de Ferrocarril	
15	Ruteo	
16	Empellones	
17	Agrietamiento Media Luna	
18	Protuberancia	
19	Interperísimo	

FALLA N°	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Total
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
1	x			75.3				75.3	34.21%	48
1		x		7.2	4.8			12	5.45%	39
10		x		3.2	1.5	1.1		5.8	2.64%	17
<b>VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV):</b>				48				<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL</b>	104	
<b>NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):</b>				5.78						

**CÁLCULO DEL PCI**

N°	VALOR DEDUCIDO			TOTAL	q	CDV
1	48	29	17	94	3	60
2	48	29	2	79	2	57
3	48	2	2	52	1	52
				<b>CDV Max =</b>		60
				<b>PCI = 100-CDV Max =</b>		40







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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>ABS Inicial:</b>	4+340	<b>Área de prueba:</b>	210.8	<b>Fecha:</b>	27/03/2023
<b>ABS Final:</b>	4+371	<b>Unidad de prueba:</b>	15	<b>Inspeccionado por:</b>	Luis Arellano
<b>Ancho de carril:</b>	6.8 m	<b>Tramo:</b>	5	<b>Revisado por:</b>	Ing. Jorge Guevara

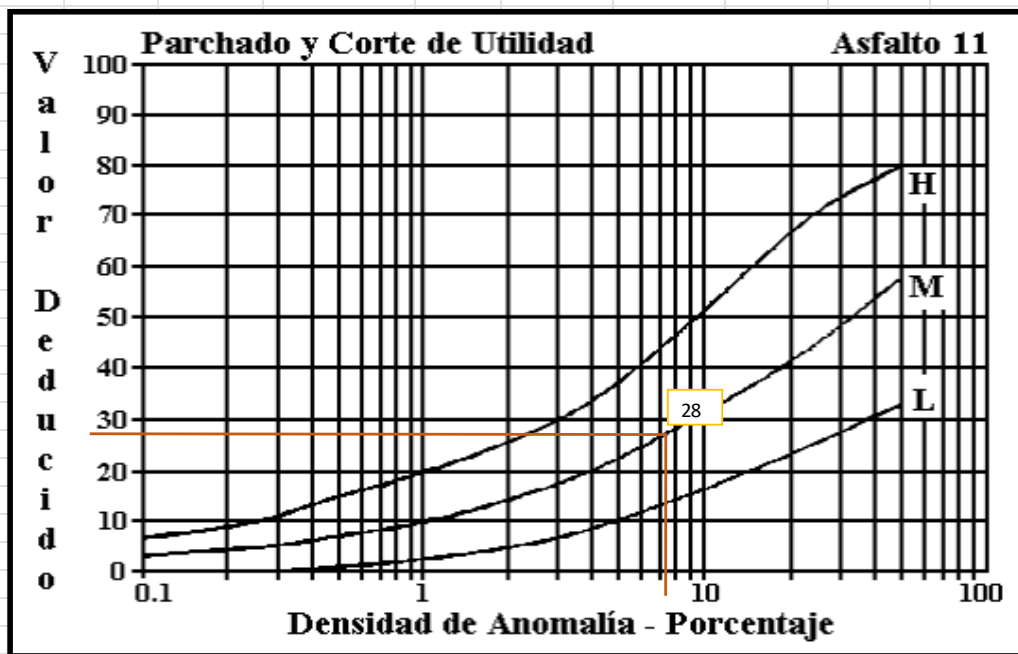
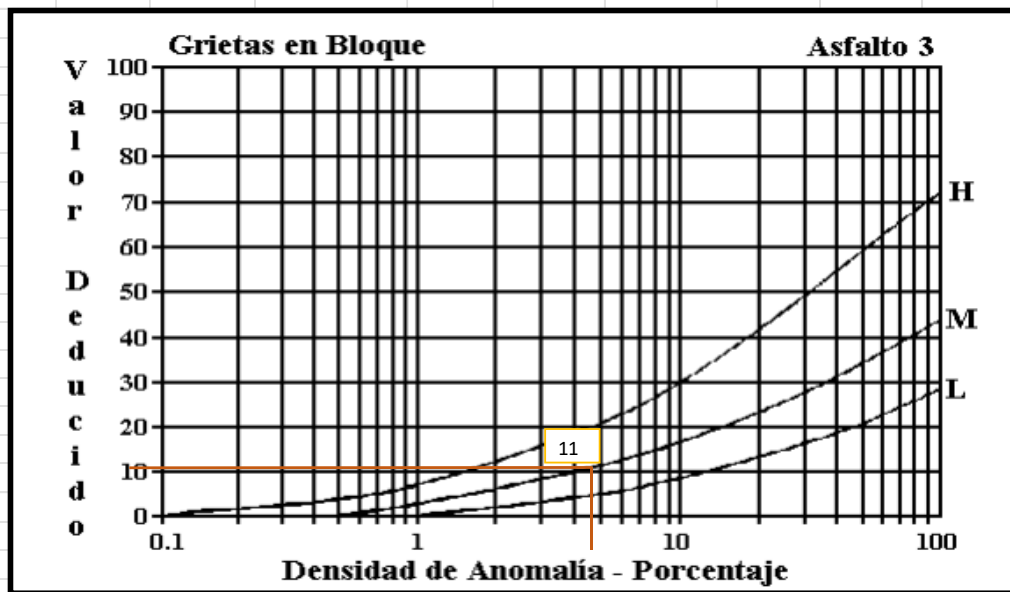
Evaluación en base al método de Índice de Condición de Pavimentos

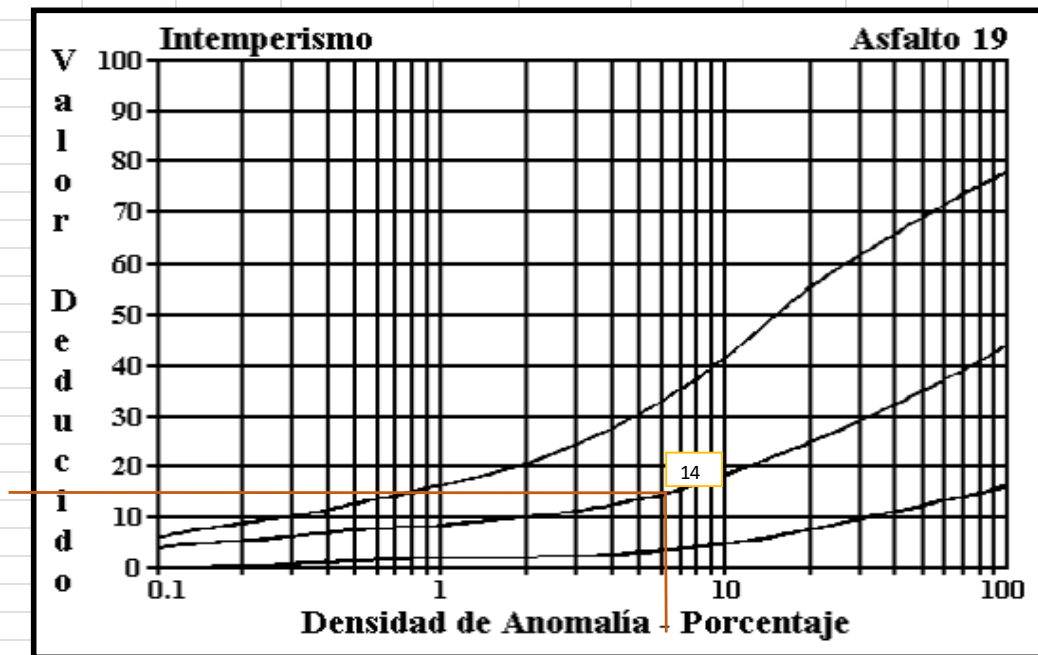
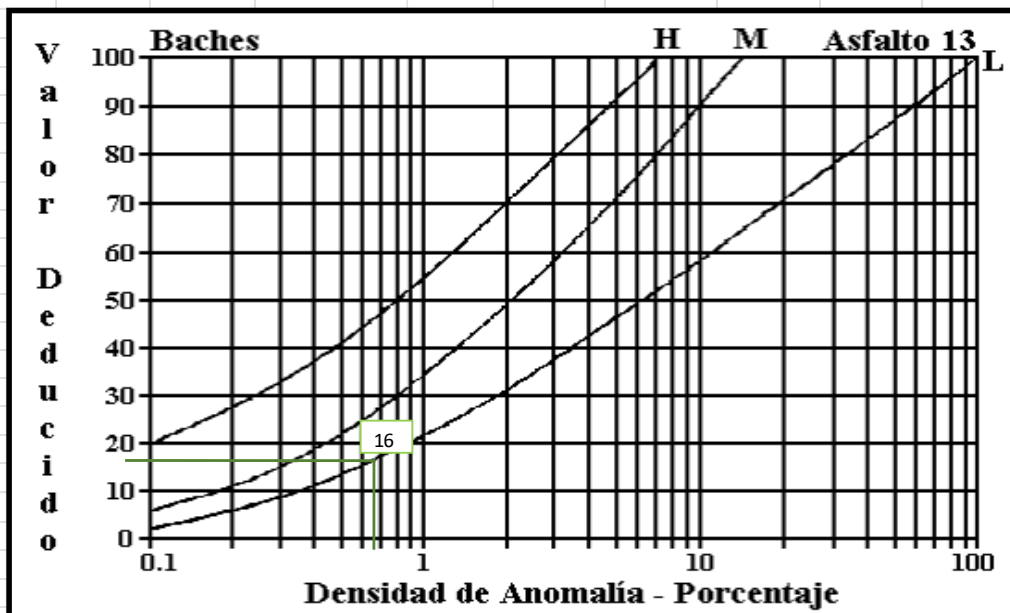
Nº	Fallas	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	
2	Exudación o Sangrado	
3	Agrietamiento en Bloque	
4	Bombeo y Hundimientos	
5	Corrugación	
6	Depresiones	
7	Agrietamiento de borde	
8	Agrietamiento Reflejo de Juntas	
9	Caída Externa de Vía/Hombreira	
10	Agrietamiento longitudinal y transversal	
11	Parchados	
12	Agregados Pulidos	
13	Baches	
14	Cruce de Ferrocarril	
15	Ruteo	
16	Empellones	
17	Agrietamiento Media Luna	
18	Protuberancia	
19	Interperismo	

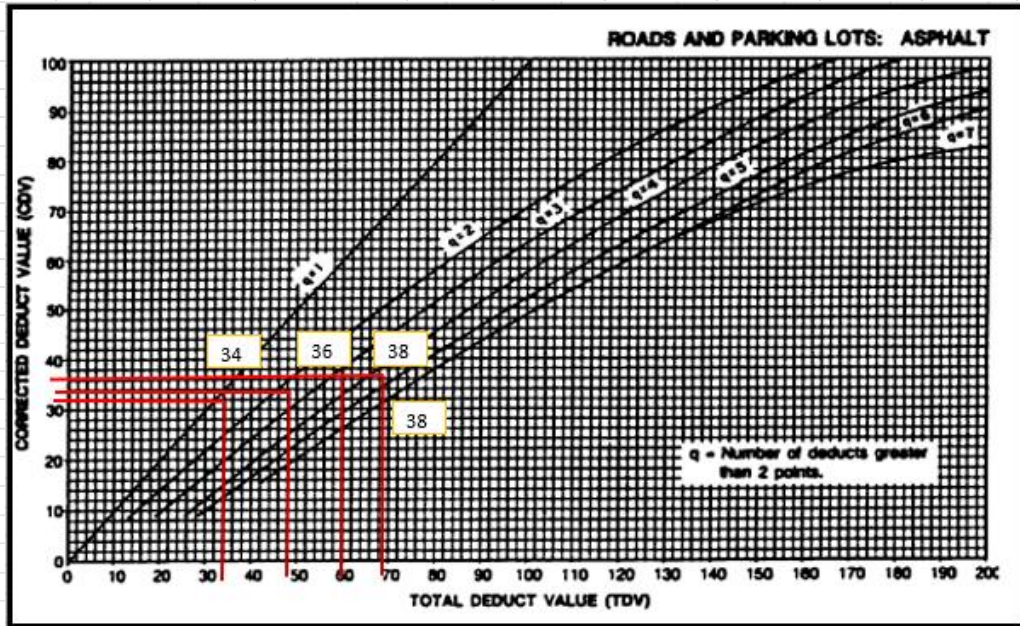
FALLA Nº	Severidad			Cantidades Parciales			Total	Densidad %	Total
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)						
3		x		11.47			11.47	4.63%	11
11		x		13.88	4.4		18.28	7.37%	28
13	x			1.7			1.7	0.67%	16
19		x		15.4			15.4	6.06%	14
<b>VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (HDV):</b>				28			<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL</b>		69
<b>NÚMERO ACEPTABLE DE DEDUCCIONES (m):</b>				7.61					

**CÁLCULO DEL PCI**

Nº	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	28	16	14	11		69	4	38
2	28	16	14	2		60	3	38
3	28	16	2	2		48	2	36
4	28	2	2	2		34	1	34
							<b>CDV Max =</b>	38
							<b>PCI = 100-CDV Max =</b>	62









# ANEXO C:

# ESTUDIO DE

# SUELOS

MUESTRA DE SUELO N° 1

- A. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
- B. LÍMITES DE ATTERBERG
- C. PROCTOR MODIFICADO TIPO B
- D. CBR
- E. ANÁLISIS CARGA VS PENETRACIÓN PARA CBR



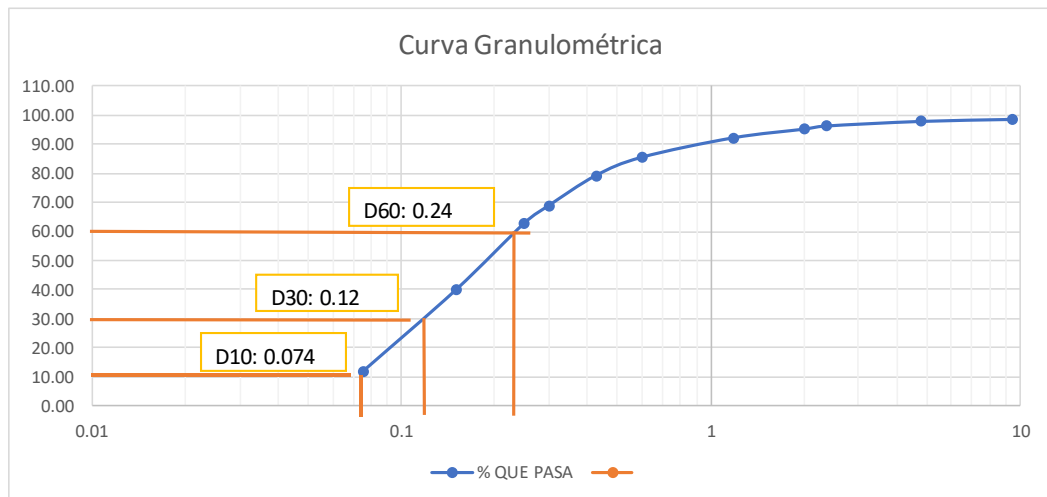
**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

**ENSAYO GRANULOMÉTRICO (TRAMO 1)**

<b>Abscisa:</b>	0+465	<b>Peso de Muestra:</b>	1000 gr	<b>Elaborado por:</b>	Luis Arellano
<b>Profundidad:</b>	1 m	<b>Norma:</b>	AASHTO T-88 / ASTM D422	<b>Revisado por:</b>	Ing. Lorena Pérez
<b># TAMIZ</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO (gr)</b>	<b>PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)</b>	<b>% RETENIDO ACUMULADO (gr)</b>	<b>% QUE PASA</b>
3/8	9.5	11.80	11.80	1.18	98.82
4	4.76	7.00	18.80	1.88	98.12
8	2.36	15.80	34.60	3.47	96.53
10	2	10.80	45.40	4.55	95.45
16	1.18	30.00	75.40	7.55	92.45
30	0.6	66.40	141.80	14.20	85.80
40	0.425	63.50	205.30	20.56	79.44
50	0.3	102.90	308.20	30.87	69.13
60	0.25	60.50	368.70	36.93	63.07
100	0.15	230.30	599.00	60.00	40.00
200	0.075	280.80	879.80	88.12	11.88
BANDEJA		118.60	998.40	100.00	0.00

**RESULTADOS**

<b>COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA</b>			<b>PORCENTAJE DE MATERIAL</b>			
D10:	0.074	mm		GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
D30:	0.12	mm	SUCS:	1.88	86.24	11.88
D60:	0.24	mm	AASHTO:			
Cu:	3.243		A - 2 - 4		SM arena limosa	
Cc:	0.81					





**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>Abscisa:</b>	0+465	<b>Peso de Muestra:</b>	1000 gr	<b>Elaborado por:</b>	Luis Arellano
<b>Profundidad:</b>	1 m	<b>Norma:</b>	AASHTO T-89; ASTM D 4318/AASHTO T-90; ASTM D 4318	<b>Revisado por:</b>	Ing. Lorena Pérez

**LÍMITE LÍQUIDO (TRAMO 1)**

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)	12.70	10.80	11.20	10.90	11.10	11.20	10.90	11.40
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	21.40	19.20	18.80	19.10	19.00	20.00	20.30	20.47
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	19.00	17.60	17.40	17.80	17.60	19.00	18.70	19.80
Peso del agua (Ww) (gr)	2.40	1.60	1.40	1.30	1.40	1.00	1.60	0.67
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	6.30	6.80	6.20	6.90	6.50	7.80	7.80	8.40
Contenido de humedad (W %)	38.10	23.53	22.58	18.84	21.54	12.82	20.51	7.98
Promedio (W %)	30.81		20.71		17.18		14.24	
Número de golpes	8		20		26		42	

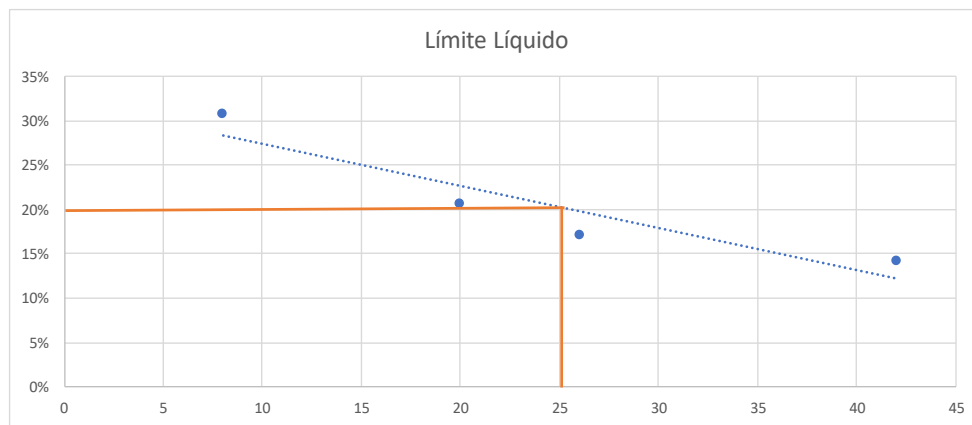
**LÍMITE PLÁSTICO (TRAMO 1)**

Número de muestra	1	2	3	4	5
Número de recipiente	A	B	C	D	E
Peso del recipiente (Wr) (gr)	10.50	10.60	10.60	10.50	10.70
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	11.40	11.70	11.70	12.20	11.70
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	11.25	11.55	11.50	12.00	11.50
Peso del agua (Ww) (gr)	0.15	0.15	0.20	0.20	0.20
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	0.75	0.95	0.90	1.50	0.80
Contenido de humedad (W %)	20.00	15.79	22.22	13.33	25.00
Promedio (W %)	19.27				

**RESULTADOS**

LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)
20.00	18.37	1.63

**RESULTADOS**





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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>Abscisa:</b>	0+465	<b>Peso de Muestra:</b>	1000 gr	<b>Elaborado por:</b>	Luis Arellano
<b>Profundidad:</b>	1 m	<b>Norma:</b>	AASHTO T-180 / ASTM D 1557	<b>Revisado por:</b>	Ing. Lorena Pérez

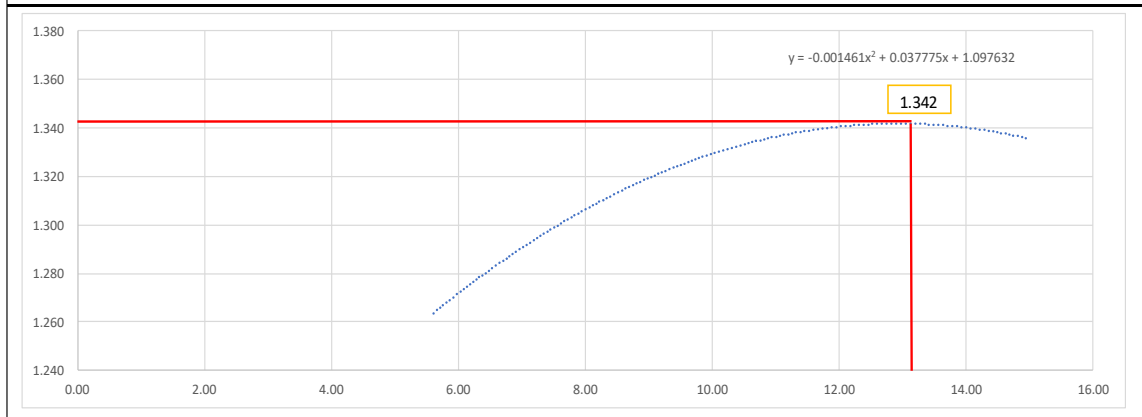
**PROCTOR MODIFICADO (TRAMO 1)**

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				MOLDE				
NÚMERO DE GOLPES:	56	ALTURA DE CAÍDA:	18"	D =	15	H =	17	
NÚMERO DE CAPAS:	5	PESO DEL MARTILLO:	10 lb	PESO DEL MOLDE + RETORTA (gr):	13290			
ENERGÍA DE COMPACTACIÓN:	PESO DEL MOLDE (gr):		6000	VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> ):		3004.15		
PESO INICIAL DESEADO:	6000	6000	6000	PESO DEL MOLDE (gr):		6249		
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>								
# DE PROCTOR	1	2	3	4				
HUMEDAD AÑADIDA (%)	4%	8%	12%	16%				
HUMEDAD AÑADIDA (ml)	240	480	720	960				
P.MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	17320	17539	17890	17873				
PESO SUELO HÚMEDO W <sub>m</sub> (gr)	4030	4249	4600	4583				
PESO HUMITARIO HÚMEDO γ <sub>d</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	1.341	1.414	1.531	1.526				
<b>DETERMINACIÓN DE COTENIDOS DE HUMEDAD</b>								
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE (W <sub>r</sub> )	25.8	24.6	24.8	23.2	24.5	24.2	24.7	24.7
PESO SUELO HÚMEDO + PESO RECIPIENTE (W <sub>m</sub> +W <sub>r</sub> )	134.6	145.1	137.1	120.3	140.9	123.2	141.6	149.4
PESO SUELO SECO + PESO RECIPIENTE (W <sub>s</sub> + W <sub>s</sub> )	128.9	138.6	128.2	112.1	128.8	111.8	125.7	133.9
PESO DE AGUA (W <sub>w</sub> )	5.7	6.5	8.9	8.2	12.1	11.4	15.9	15.5
PESO MUESTRA SECA (W <sub>s</sub> )	103.1	114	103.4	88.9	104.3	87.6	101	109.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (w%)	6%	6%	9%	9%	12%	13%	16%	14%
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD w%	5.62%		8.92%		12.31%		14.97%	
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD w	5.62		8.92		12.31		14.97	
PESO VOLUMÉTRICO SECO γ <sub>d</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	1.270		1.299		1.363		1.327	

**RESULTADOS**

Densidad Seca Máxima (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.342
Humedad Óptima:	12.73

**GRÁFICO DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA**





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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>Abscisa:</b>	0+465	<b>Peso de Muestra:</b>	1000 gr	<b>Elaborado por:</b>	Luis Arellano
<b>Profundidad:</b>	1 m	<b>Norma:</b>	AASHTO T-193 / ASTM D 1883	<b>Revisado por:</b>	Ing. Lorena Pérez

**ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) TRAMO 1**

Molde	A		B		c	
Dimensiones	Diámetro:	15.08	Diámetro:	15.11	Diámetro:	15.22
	Altura:	12.94	Altura:	12.93	Altura:	12.86

**PROCESO DE COMPACTACIÓN**

	11	27	56
Número golpes			
Muestra húmeda + molde (gr)	12457.00	12207.00	14269.00
Masa Molde (gr)	8601.00	8102.00	9625.00
Masa de la muestra húmeda (gr)	3856.00	4105.00	4644.00
Volumen de lamuestra (cm3)	2311.14	2318.55	2339.70
Peso unitario humedo ( $\gamma_m$ ) (gr/cm3)	1.668	1.770	1.985

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (Wr) (gr)	7.30	7.50	7.60	7.60	9.70	9.90
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr)	59.60	62.40	58.20	72.00	69.00	82.20
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	45.80	47.60	48.60	51.30	51.30	64.20
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	38.50	40.10	41.00	43.70	41.60	54.30
Masa del agua (Ww) (gr)	13.80	14.80	9.60	20.70	17.70	18.00
Contenido de humedad (W %)	35.84	36.91	23.41	47.37	42.55	33.15
Cont. De humedad promedio (W %)	36.38		35.39		37.85	
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ ) (gr/cm3)	1.223		1.308		1.440	

**DESPÚES DE LA SATURACIÓN**

Muestra húmeda + molde (gr)	12769.00	12419.00	14373.00
Masa Molde (gr)	8601.00	8102.00	9625.00
Masa de la muestra húmeda (gr)	4168.00	4317.00	4748.00
Volumen de lamuestra (cm3)	2311.14	2318.55	2339.70
Peso unitario humedo ( $\gamma_m$ ) (gr/cm3)	1.803	1.862	2.029

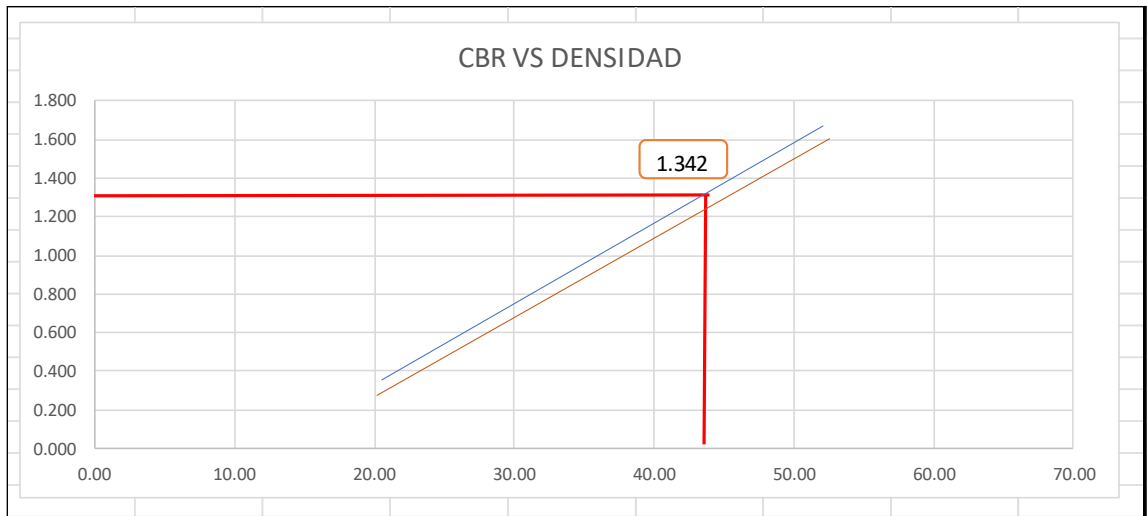
**CONTENIDO DE HUMEDAD**

	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (Wr) (gr)	7.30	7.50	7.60	7.60	9.70	9.90
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr)	73.40	94.70	78.60	80.40	103.30	121.40
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	52.60	68.30	59.80	55.30	80.40	103.70
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	45.30	60.80	52.20	47.70	70.70	93.80
Masa del agua (Ww) (gr)	20.80	26.40	18.80	25.10	22.90	17.70
Contenido de humedad (W %)	45.92	43.42	36.02	52.62	32.39	18.87
Cont. De humedad promedio (W %)	44.67		44.32		25.63	
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ ) (gr/cm3)	1.247		1.290		1.615	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in <sup>2</sup>		Vel. Carga: 1.27 mm/min (0,05 in/min)			
Número de Molde	A		B		C	
Penetración (pulg)	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	255.10	85.03	556.30	185.43	43.10	210.00
0.050	406.30	135.43	932.60	310.87	262.10	352.20
0.075	523.60	174.53	1216.50	405.50	617.00	493.20
0.100	603.00	201.00	1458.60	486.20	1158.20	612.30
0.150	723.60	241.20	1833.60	611.20	2187.90	783.68
0.200	829.00	276.33	2153.60	717.87	2913.30	971.10
0.250	919.30	306.43	2426.20	808.73	3430.50	1143.50
0.300	993.60	331.20	2630.30	876.77	3912.20	1304.07
0.400	1133.30	377.77	3109.50	1016.30	4420.90	1473.63
0.500	1245.20	415.07	3150.00	1050.00	4678.90	1559.63
CORRECCIÓN DE CBR						
Número de Molde	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	201.00	20.10	1.247	276.33	18.42	1.247
B	486.20	48.62	1.290	717.87	47.86	1.290
C	612.30	61.23	1.615	971.10	64.74	1.615
Densidad Seca Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.342					
DSM	% CBR 0,1 in		% CBR 0,2 in		% CBR MAYOR	
95%	1.315	43.32	43.67	43.67	43.67	

Penetración (pulg)	Presión (lb/in <sup>2</sup> ) - Molde A	Presión (lb/in <sup>2</sup> ) - Molde B	Presión (lb/in <sup>2</sup> ) - Molde C
0.000	0.00	0.00	0.00
0.025	255.10	85.03	210.00
0.050	406.30	135.43	352.20
0.075	523.60	174.53	493.20
0.100	603.00	201.00	612.30
0.150	723.60	241.20	783.68
0.200	829.00	276.33	971.10
0.250	919.30	306.43	1143.50
0.300	993.60	331.20	1304.07
0.400	1133.30	377.77	1473.63
0.500	1245.20	415.07	1559.63



MUESTRA DE SUELO N° 2

- A. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
- B. LÍMITES DE ATTERBERG
- C. PROCTOR MODIFICADO TIPO B
- D. CBR
- E. ANÁLISIS CARGA VS PENETRACIÓN PARA CBR





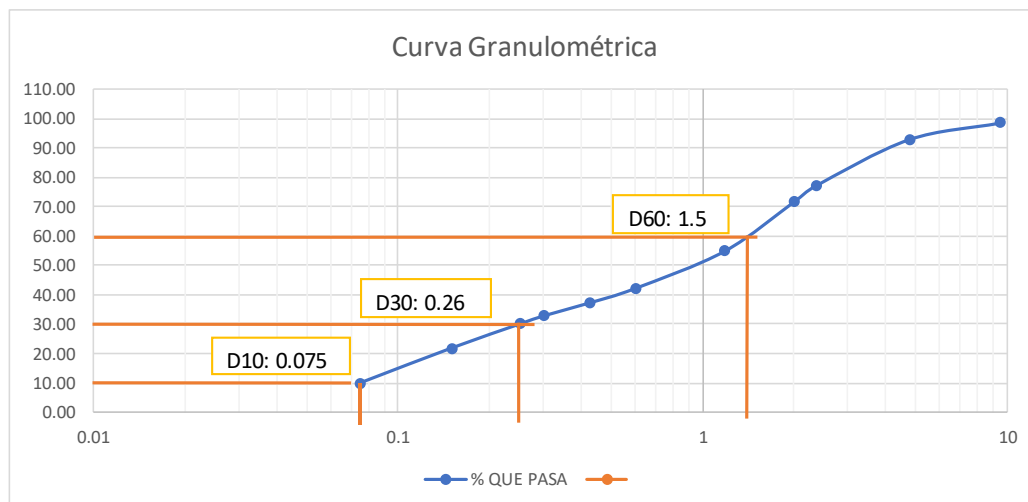
**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

### ENSAYO GRANULOMÉTRICO (TRAMO 2)

<b>Abscisa:</b>	1+767	<b>Peso de Muestra:</b>	1000 gr	<b>Elaborado por:</b>	Luis Arellano
<b>Profundidad:</b>	1 m	<b>Norma:</b>	AASHTO T-88 / ASTM D422	<b>Revisado por:</b>	Ing. Lorena Pérez
<b># TAMIZ</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO (gr)</b>	<b>PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)</b>	<b>% RETENIDO ACUMULADO (gr)</b>	<b>% QUEPASA</b>
3/8	9.5	15.30	15.30	1.53	98.47
4	4.76	56.90	72.20	7.23	92.77
8	2.36	156.60	228.80	22.92	77.08
10	2	54.30	283.10	28.36	71.64
16	1.18	168.60	451.70	45.24	54.76
30	0.6	126.40	578.10	57.90	42.10
40	0.425	49.10	627.20	62.82	37.18
50	0.3	44.20	671.40	67.25	32.75
60	0.25	27.90	699.30	70.04	29.96
100	0.15	80.90	780.20	78.15	21.85
200	0.075	118.80	899.00	90.04	9.96
BANDEJA		98.80	997.80	99.94	

#### RESULTADOS

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			PORCENTAJE DE MATERIAL			
D10:	0.08	mm		GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
D30:	0.26	mm	SUCS:	7.23	82.81	9.96
D60:	1.50	mm	AASHTO:			
Cu:	20		A - 2 - 4		SM - GP Grava con arena limosa	
Cc:	0.60					





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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>Abscisa:</b>	1+767	<b>Peso de Muestra:</b>	1000 gr	<b>Elaborado por:</b>	Luis Arellano
<b>Profundidad:</b>	1 m	<b>Norma:</b>	AASHTO T-89; ASTM D 4318/AASHTO T-90; ASTM D 4318	<b>Revisado por:</b>	Ing. Lorena Pérez

**LÍMITE LÍQUIDO (TRAMO 2)**

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	10.90	11.40	11.50	17.50	17.70	17.70	17.90
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	15.20	15.10	14.90	15.00	20.60	22.20	21.80	21.30
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	14.30	14.20	14.20	14.30	19.90	21.50	21.20	20.60
Peso del agua (Ww) (gr)	0.90	0.90	0.70	0.70	0.70	0.70	0.60	0.70
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	3.00	3.30	2.80	2.80	2.40	3.80	3.50	2.70
Contenido de humedad (W %)	30.00	27.27	25.00	25.00	29.17	18.42	17.14	25.93
Promedio (W %)	28.64		25.00		23.79		21.53	
Número de golpes	8		23		32		38	

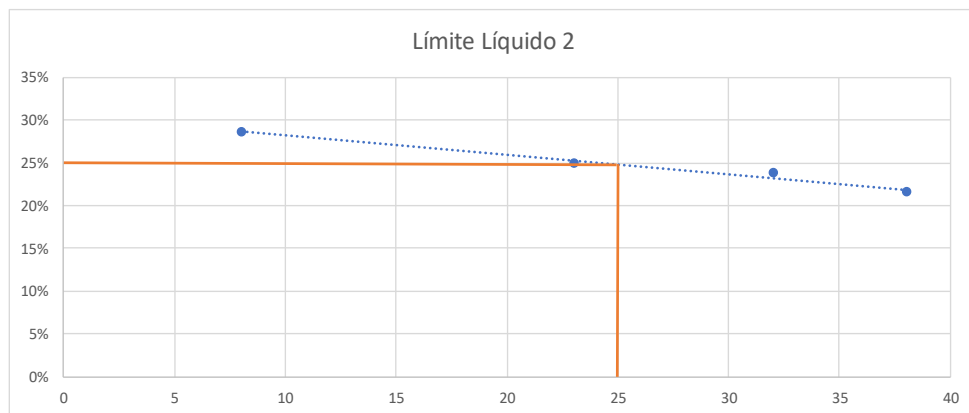
**LÍMITE PLÁSTICO (TRAMO 2)**

Número de muestra	1	2	3	4	5
Número de recipiente	A	B	C	D	E
Peso del recipiente (Wr) (gr)	10.70	10.60	10.80	10.70	10.80
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	11.50	11.60	11.60	11.70	11.80
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	11.40	11.40	11.40	11.50	11.60
Peso del agua (Ww) (gr)	0.10	0.20	0.20	0.20	0.20
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	0.70	0.80	0.60	0.80	0.80
Contenido de humedad (W %)	14.29	25.00	33.33	25.00	25.00
Promedio (W %)	24.52				

**RESULTADOS**

LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)
25.00	24.32	0.68

**RESULTADOS**





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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>Alcisa:</b>	1+767	<b>Peso de Muestra:</b>	1000 gr	<b>Elaborado por:</b>	Luis Arellano
<b>Profundidad:</b>	1 m	<b>Norma:</b>	AASHTO T-180 / ASTM D 1557	<b>Revisado por:</b>	Ing. Lorena Pérez

**PROCTOR MODIFICADO (TRAMO 1)**

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				MOLDE	
				D =	15
NÚMERO DE GOLPES:	56			PESO DEL MOLDE + RETORTA (gr):	13290
NÚMERO DE CAPAS:	5	ALTURA DE CAÍDA:	18"	VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> ):	3004.15
ENERGÍA DE COMPACTACIÓN:		PESO DEL MARTILLO:	10 lb	PESO DEL MOLDE (gr):	6249
PESO INICIAL DESEADO:	6000	6000		6000	6000

**PROCESO DE COMPACTACIÓN**

# DE PROCTOR	1	2	3	4
HUMEDAD AÑADIDA (%)	0%	4%	8%	12%
HUMEDAD AÑADIDA (ml)	0	240	480	720
P.MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	17125	17326	17698	17623
PESO SUELO HUMEDO Wm (gr)	3835	4036	4408	4333
PESO HUMITARIO HÚMEDO $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1.28	1.34	1.47	1.44

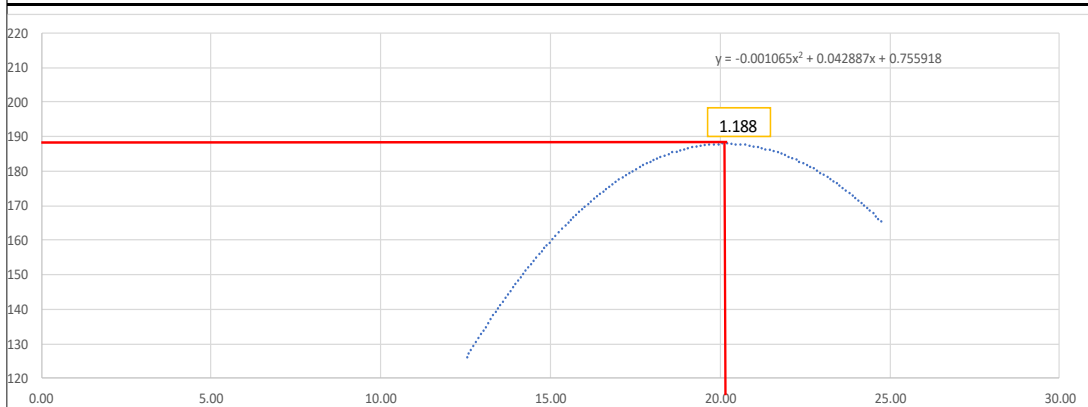
**DETERMINACIÓN DE COTENIDOS DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE (W <sub>r</sub> )	32.9	30.3	33.2	33.2	32.4	31.5	30.7	32.5
PESO SUELO HÚMEDO + PESO RECIPIENTE (W <sub>m</sub> +W <sub>r</sub> )	162.4	158.5	177.2	173.1	196.2	206.2	264.2	273.3
PESO SUELO SECO + PESO RECIPIENTE (W <sub>s</sub> + W <sub>s</sub> )	148	144.2	156.2	153.1	168.2	176.1	215.3	228.2
PESO DE AGUA (W <sub>w</sub> )	14.4	14.3	21	20	28	30.1	48.9	45.1
PESO MUESTRA SECA (W <sub>s</sub> )	115.1	113.9	123	119.9	135.8	144.6	184.6	195.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (w%)	13%	13%	17%	17%	21%	21%	26%	23%
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD w%	12.53%		16.88%		20.72%		24.77%	
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD w	12.53		16.88		20.72		24.77	
PESO VOLUMÉTRICO SECO $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1.134		1.149		1.215		1.156	

**RESULTADOS**

Densidad Seca Máxima (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.188
Humedad Óptima:	20.1

**GRÁFICO DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA**





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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>Abscisa:</b>	1+767	<b>Peso de Muestra:</b>	1000 gr	<b>Elaborado por:</b>	Luis Arellano
<b>Profundidad:</b>	1 m	<b>Norma:</b>	AASHTO T-193 / ASTM D 1883	<b>Revisado por:</b>	Ing. Lorena Pérez

**ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) TRAMO 2**

Molde	A		B		c	
Dimensiones	Diámetro:	15.08	Diámetro:	15.11	Diámetro:	15.22
	Altura:	12.94	Altura:	12.93	Altura:	12.86

**PROCESO DE COMPACTACIÓN**

Número golpes	11	27	56
Muestra húmeda + molde (gr)	12679.00	12145.00	14078.00
Masa Molde (gr)	8401.00	7860.00	9625.00
Masa de la muestra húmeda (gr)	4278.00	4285.00	4453.00
Volumen de lamuestra (cm3)	2311.14	2318.55	2339.70
Peso unitario humedo ( $\gamma_m$ ) (gr/cm3)	1.851	1.848	1.903

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (Wr) (gr)	7.30	7.50	7.60	7.60	9.70	9.90
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr)	74.50	104.00	54.20	61.30	87.20	102.00
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	62.00	85.80	45.60	51.30	72.70	84.80
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	54.70	78.30	38.00	43.70	63.00	74.90
Masa del agua (Ww) (gr)	12.50	18.20	8.60	10.00	14.50	17.20
Contenido de humedad (W %)	22.85	23.24	22.63	22.88	23.02	22.96
Cont. De humedad promedio (W %)	23.05		22.76		22.99	
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ ) (gr/cm3)	1.504		1.506		1.547	

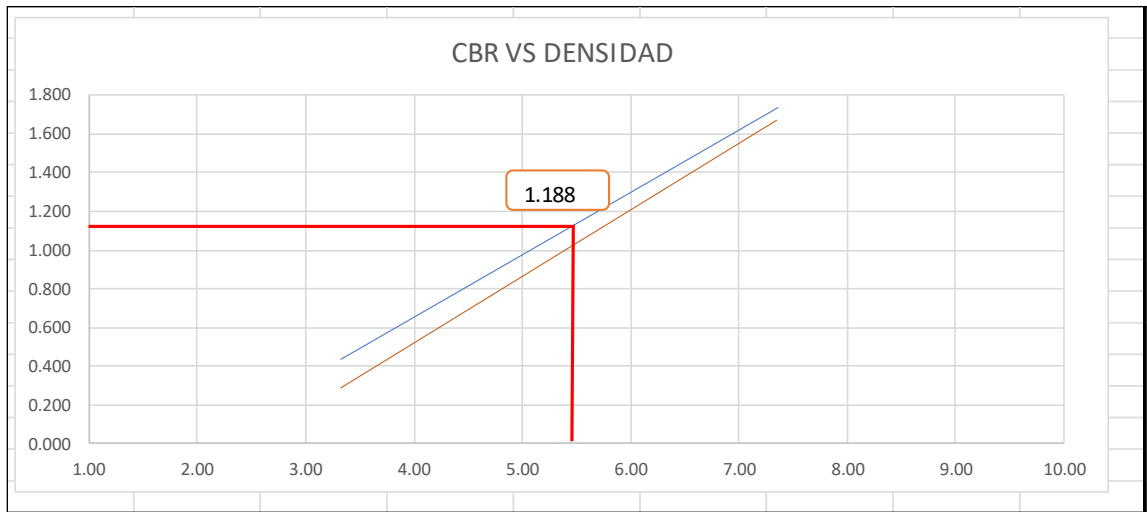
**DESPÚES DE LA SATURACIÓN**

Muestra húmeda + molde (gr)	12644.00	12106.00	14036.00
Masa Molde (gr)	8401.00	7860.00	9625.00
Masa de la muestra húmeda (gr)	4243.00	4246.00	4411.00
Volumen de lamuestra (cm3)	2311.14	2318.55	2339.70
Peso unitario humedo ( $\gamma_m$ ) (gr/cm3)	1.836	1.831	1.885

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (Wr) (gr)	7.30	7.50	7.60	7.60	9.70	9.90
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr)	82.50	95.80	92.90	79.90	115.30	103.70
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	68.60	79.50	76.70	67.20	95.20	87.40
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	61.30	72.00	69.10	59.60	85.50	77.50
Masa del agua (Ww) (gr)	13.90	16.30	16.20	12.70	20.10	16.30
Contenido de humedad (W %)	22.68	22.64	23.44	21.31	23.51	21.03
Cont. De humedad promedio (W %)	22.66		22.38		22.27	
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ ) (gr/cm3)	1.497		1.496		1.542	





MUESTRA DE SUELO N° 3

- A. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
- B. LÍMITES DE ATTERBERG
- C. PROCTOR MODIFICADO TIPO B
- D. CBR
- E. ANÁLISIS CARGA VS PENETRACIÓN PARA CBR



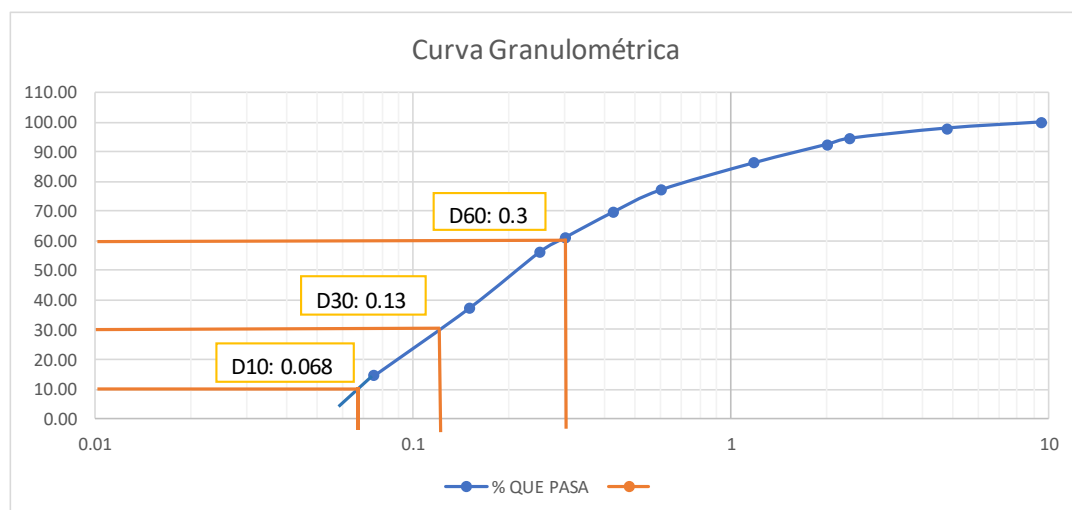
**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

### ENSAYO GRANULOMÉTRICO (TRAMO 3)

<b>Abscisa:</b>	2+325	<b>Peso de Muestra:</b>	1000 gr	<b>Elaborado por:</b>	Luis Arellano
<b>Profundidad:</b>	1 m	<b>Norma:</b>	AASHTO T-88 / ASTM D422	<b>Revisado por:</b>	Ing. Lorena Pérez
<b># TAMIZ</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO (gr)</b>	<b>PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)</b>	<b>% RETENIDO ACUMULADO (gr)</b>	<b>% QUEPASA</b>
3/8	9.5	2.60	2.60	0.26	99.74
4	4.76	20.60	23.20	2.32	97.68
8	2.36	34.10	57.30	5.74	94.26
10	2	20.40	77.70	7.78	92.22
16	1.18	61.60	139.30	13.95	86.05
30	0.6	90.91	230.21	23.06	76.94
40	0.425	74.20	304.41	30.49	69.51
50	0.3	85.10	389.51	39.01	60.99
60	0.25	48.00	437.51	43.82	56.18
100	0.15	188.40	625.91	62.69	37.31
200	0.075	227.10	853.01	85.44	14.56
BANDEJA		145.30	998.31	99.99	

#### RESULTADOS

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			PORCENTAJE DE MATERIAL			
D10:	0.07	mm	SUCS: AASHTO:	GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
D30:	0.13	mm		2.32	83.11	14.56
D60:	0.30	mm				
Cu:	4.412		A - 2 - 4	SM arena limosa		
Cc:	0.83					







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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>Abscisa:</b>	2+325	<b>Peso de Muestra:</b>	1000 gr	<b>Elaborado por:</b>	Luis Arellano
<b>Profundidad:</b>	1 m	<b>Norma:</b>	AASHTO T-89; ASTM D 4318/AASHTO T-90; ASTM D 4318	<b>Revisado por:</b>	Ing. Lorena Pérez

**LÍMITE LÍQUIDO (TRAMO 3)**

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)	11.10	11.20	10.90	11.40	11.20	10.90	12.70	10.80
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	15.10	14.80	14.30	14.70	15.30	14.90	17.00	15.10
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	14.30	14.10	13.80	14.00	14.60	14.30	16.20	14.60
Peso del agua (Ww) (gr)	0.80	0.70	0.50	0.70	0.70	0.60	0.80	0.50
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	3.20	2.90	2.90	2.60	3.40	3.40	3.50	3.80
Contenido de humedad (W %)	25.00	24.14	17.24	26.92	20.59	17.65	22.86	13.16
Promedio (W %)	24.57		22.08		19.12		18.01	
Número de golpes	8		22		33		43	

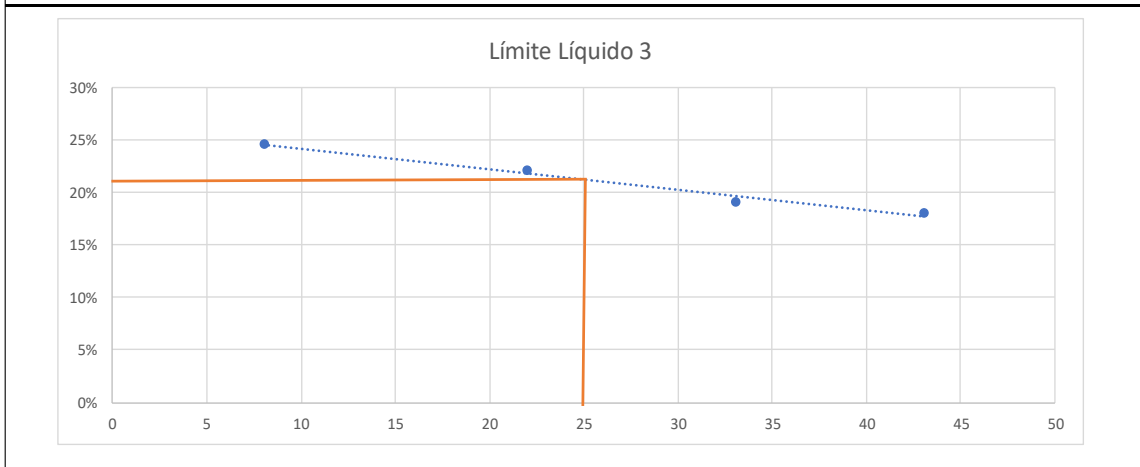
**LÍMITE PLÁSTICO (TRAMO 3)**

Número de muestra	1	2	3	4	5
Número de recipiente	A	B	C	D	E
Peso del recipiente (Wr) (gr)	10.70	10.50	10.70	10.70	10.70
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	11.50	11.10	11.60	11.30	11.50
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	11.40	11.00	11.40	11.20	11.40
Peso del agua (Ww) (gr)	0.10	0.10	0.20	0.10	0.10
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	0.70	0.50	0.70	0.50	0.70
Contenido de humedad (W %)	14.29	20.00	28.57	20.00	14.29
Promedio (W %)	19.43				

**RESULTADOS**

LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)
22.00	19.35	2.65

**RESULTADOS**





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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picahua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>Abscisa:</b>	2+325	<b>Peso de Muestra:</b>	1000 gr	<b>Elaborado por:</b>	Luis Arellano
<b>Profundidad:</b>	1 m	<b>Norma:</b>	AASHTO T-180 / ASTM D 1557	<b>Revisado por:</b>	Ing. Lorena Pérez

**PROCTOR MODIFICADO (TRAMO 1)**

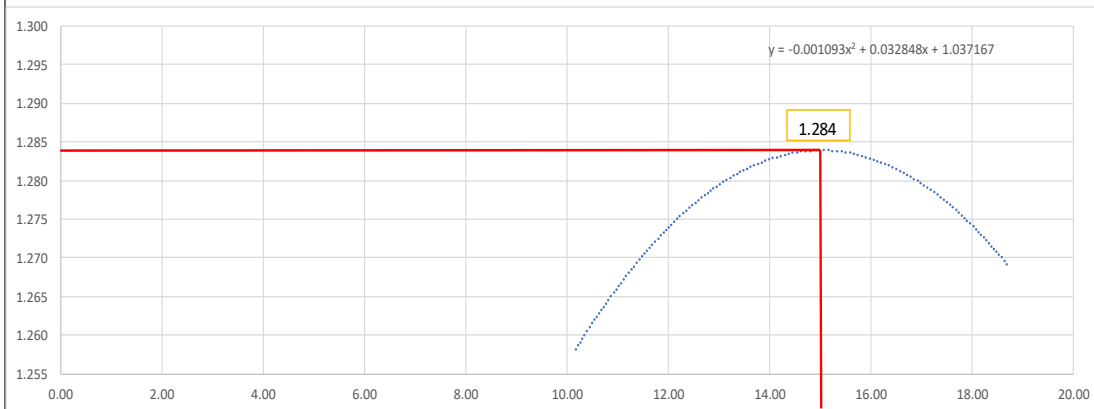
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				MOLDE	
NÚMERO DE GOLPES:	56	ALTIMETRO:	18"	D =	15
NÚMERO DE CAPAS:	5	PESO DEL MARTILLO:	10 lb	H =	17
ENERGÍA DE COMPACTACIÓN:	PESO DEL MOLDE + RETORTA (gr):		13290	VOLUMEN DEL MOLDE (cm3):	3004.15
PESO INICIAL DESEADO:	6000	PESO DEL MOLDE (gr):	6249		

PROCESO DE COMPACTACIÓN				
# DE PROCTOR	1	2	3	4
HUMEDAD AÑADIDA (%)	4%	8%	12%	16%
HUMEDAD AÑADIDA (ml)	240	480	720	960
P.MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	17466	17608	17806	17800
PESO SUELO HUMEDO Wm (gr)	4176	4318	4516	4510
PESO HUMITARIO HÚMEDO $\gamma_d$ (gr/cm3)	1.39	1.44	1.50	1.50

DETERMINACIÓN DE COTENIDOS DE HUMEDAD								
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE (Wr)	24.9	23.3	24.8	24.7	24.2	27.6	32.3	32.5
PESO SUELO HÚMEDO + PESO RECIPIENTE (Wm+Wr)	132.9	119.8	135.5	125.3	143.1	148.3	186.3	182.4
PESO SUELO SECO + PESO RECIPIENTE (Ws+ Ws)	122.8	111	122.8	113.3	126.6	131.6	161.6	159.2
PESO DE AGUA (Ww)	10.1	8.8	12.7	12	16.5	16.7	24.7	23.2
PESO MUESTRA SECA (Ws)	97.9	87.7	98	88.6	102.4	104	129.3	126.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (w%)	10%	10%	13%	14%	16%	16%	19%	18%
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD w%	10.18%		13.25%		16.09%		18.71%	
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD w	10.18		13.25		16.09		18.71	
PESO VOLUMÉTRICO SECO $\gamma_d$ (gr/cm3)	1.262		1.269		1.295		1.265	

RESULTADOS	
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):	1.284
Humedad Óptima:	15

**GRÁFICO DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA**





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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>Abscisa:</b>	2+325	<b>Peso de Muestra:</b>	1000 gr	<b>Elaborado por:</b>	Luis Arellano
<b>Profundidad:</b>	1 m	<b>Norma:</b>	AASHTO T-193 / ASTM D 1883	<b>Revisado por:</b>	Ing. Lorena Pérez

**ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) TRAMO 3**

Molde	A		B		c	
Dimensiones	Diámetro:	15.08	Diámetro:	15.11	Diámetro:	15.22
	Altura:	12.94	Altura:	12.93	Altura:	12.86

**PROCESO DE COMPACTACIÓN**

	11	27	56
Número golpes			
Muestra húmeda + molde (gr)	12847.00	14159.00	12404.00
Masa Molde (gr)	8401.00	9625.00	7860.00
Masa de la muestra húmeda (gr)	4446.00	4534.00	4544.00
Volumen de lamuestra (cm3)	2311.14	2318.55	2339.70
Peso unitario humedo ( $\gamma_m$ ) (gr/cm3)	1.924	1.956	1.942

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (Wr) (gr)	7.30	7.50	7.60	7.60	9.70	9.90
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	56.20	97.10	78.50	83.10	94.50	115.20
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	49.00	83.00	67.40	71.40	81.20	98.40
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	41.70	75.50	59.80	63.80	71.50	88.50
Masa del agua (Ww) (gr)	7.20	14.10	11.10	11.70	13.30	16.80
Contenido de humedad (W %)	17.27	18.68	18.56	18.34	18.60	18.98
Cont. De humedad promedio (W %)	17.97		18.45		18.79	
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ ) (gr/cm3)	1.631		1.651		1.635	

**DESPÚES DE LA SATURACIÓN**

	12914.00	14222.00	12438.00
Muestra húmeda + molde (gr)			
Masa Molde (gr)	8401.00	9625.00	7860.00
Masa de la muestra húmeda (gr)	4513.00	4597.00	4578.00
Volumen de lamuestra (cm3)	2311.14	2318.55	2339.70
Peso unitario humedo ( $\gamma_m$ ) (gr/cm3)	1.953	1.983	1.957

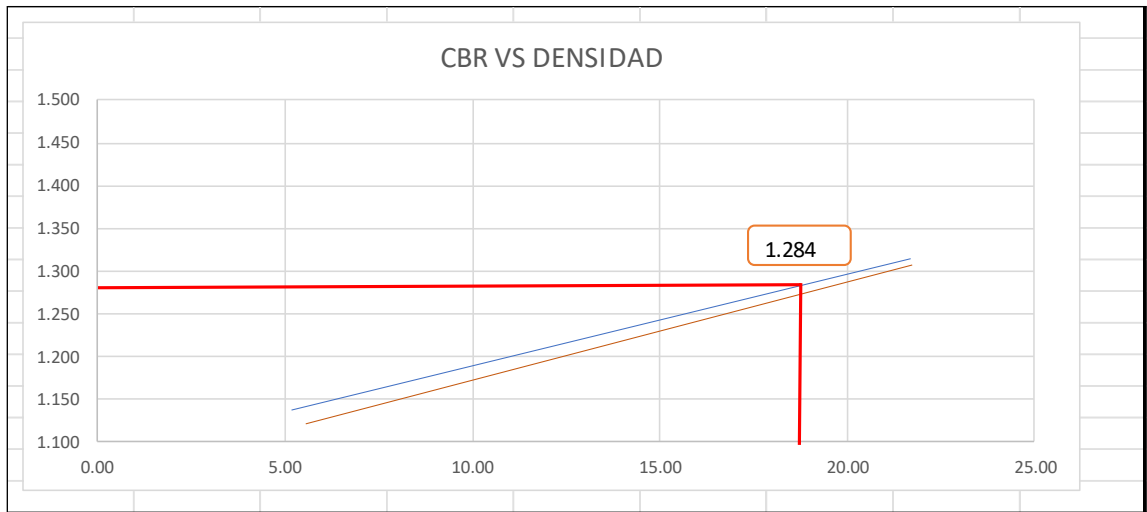
**CONTENIDO DE HUMEDAD**

	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (Wr) (gr)	7.30	7.50	7.60	7.60	9.70	9.90
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	82.10	79.90	92.50	96.60	115.00	118.30
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	68.90	67.20	78.50	80.10	97.50	100.40
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	61.60	59.70	70.90	72.50	87.80	90.50
Masa del agua (Ww) (gr)	13.20	12.70	14.00	16.50	17.50	17.90
Contenido de humedad (W %)	21.43	21.27	19.75	22.76	19.93	19.78
Cont. De humedad promedio (W %)	21.35		21.25		19.86	
Peso volumétrico seco ( $\gamma_d$ ) (gr/cm3)	1.609		1.635		1.633	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in <sup>2</sup>		Vel. Carga: 1,27 mm/min (0,05 in/min)			
Número de Molde	A		B		C	
Penetración (pulg)	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	93.90	31.30	125.60	41.87	163.60	54.53
0.050	133.30	44.43	193.80	64.60	323.30	107.77
0.075	183.50	61.17	278.80	92.93	472.30	157.43
0.100	253.50	84.50	343.60	114.53	613.30	204.43
0.150	383.60	127.87	503.20	167.73	903.80	301.27
0.200	519.80	173.27	653.60	217.87	1132.90	377.63
0.250	663.90	221.30	806.80	268.93	1353.30	451.10
0.300	813.60	271.20	946.60	315.53	1570.60	523.53
0.400	1090.00	363.33	1230.00	410.00	1993.30	664.43
0.500	1390.00	463.33	1513.30	504.43	2393.80	797.93
CORRECCIÓN DE CBR						
Número de Molde	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	84.50	8.45	1.631	173.27	11.55	1.631
B	114.53	11.45	1.651	217.87	14.52	1.651
C	204.43	20.44	1.635	377.63	25.18	1.635
Densidad Seca Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.284					
DSM	% CBR 0,1 in	% CBR 0,2 in	% CBR MAYOR			
95%	1.220	13.45	17.08	17.08		

Penetración (pulg)	Presión (lb/in <sup>2</sup> ) - Molde A	Presión (lb/in <sup>2</sup> ) - Molde B	Presión (lb/in <sup>2</sup> ) - Molde C
0.000	0.00	0.00	0.00
0.025	93.90	31.30	21.43
0.050	133.30	44.43	31.33
0.075	183.50	61.17	44.43
0.100	253.50	84.50	61.17
0.150	383.60	127.87	92.93
0.200	519.80	173.27	127.87
0.250	663.90	221.30	173.27
0.300	813.60	271.20	221.30
0.400	1090.00	363.33	298.33
0.500	1390.00	463.33	398.33



MUESTRA DE SUELO N° 4

- A. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
- B. LÍMITES DE ATTERBERG
- C. PROCTOR MODIFICADO TIPO B
- D. CBR
- E. ANÁLISIS CARGA VS PENETRACIÓN PARA CBR



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

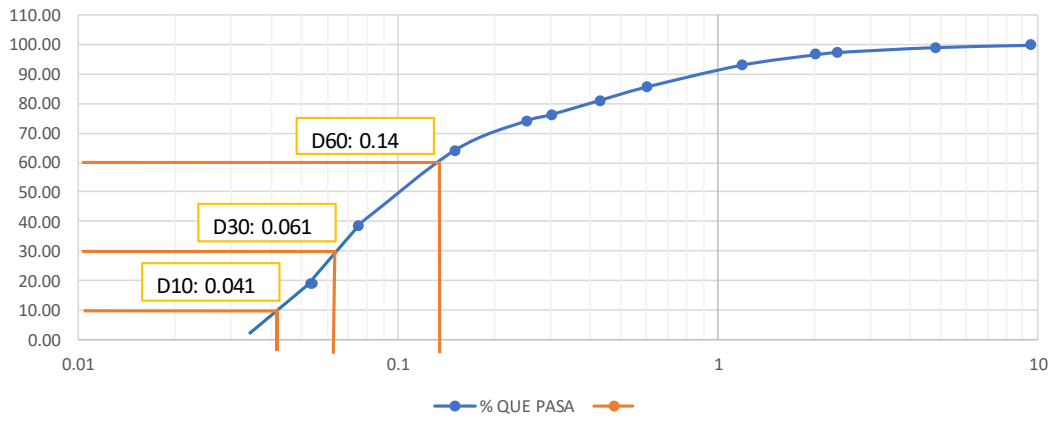
**ENSAYO GRANULOMÉTRICO (TRAMO 4)**

<b>Abscisa:</b>	3+751	<b>Peso de Muestra:</b>	1000 gr	<b>Elaborado por:</b>	Luis Arellano
<b>Profundidad:</b>	1 m	<b>Norma:</b>	AASHTO T-88 / ASTM D422	<b>Revisado por:</b>	Ing. Lorena Pérez
<b># TAMIZ</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO (gr)</b>	<b>PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)</b>	<b>% RETENIDO ACUMULADO (gr)</b>	<b>% QUEPASA</b>
3/8	9.5	1.50	1.50	0.15	99.85
4	4.76	7.80	9.30	0.93	99.07
8	2.36	16.70	26.00	2.60	97.40
10	2	8.20	34.20	3.43	96.57
16	1.18	35.20	69.40	6.95	93.05
30	0.6	73.30	142.70	14.29	85.71
40	0.425	46.50	189.20	18.95	81.05
50	0.3	48.10	237.30	23.77	76.23
60	0.25	21.60	258.90	25.93	74.07
100	0.15	99.60	358.50	35.91	64.09
200	0.075	252.70	611.20	61.22	38.78
BANDEJA		387.20	998.40	100.00	

**RESULTADOS**

<b>COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVA TURA</b>			<b>PORCENTAJE DE MATERIAL</b>			
D10:	0.041	mm		GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
D30:	0.061	mm	<b>SUCS:</b>	0.93	60.29	38.78
D60:	0.14	mm	<b>AASHTO:</b>			
Cu:	3.414634146		<b>A - 2 - 4</b>		<b>SM arena limosa</b>	
Cc:	0.65					

Título del gráfico





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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>Abscisa:</b>	3+751	<b>Peso de Muestra:</b>	1000 gr	<b>Elaborado por:</b>	Luis Arellano
<b>Profundidad:</b>	1 m	<b>Norma:</b>	AASHTO T-89; ASTM D 4318/AASHTO T-90; ASTM D 4318	<b>Revisado por:</b>	Ing. Lorena Pérez

**LÍMITE LÍQUIDO (TRAMO 4)**

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	10.90	11.40	11.50	17.50	17.70	17.70	17.90
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	14.17	14.16	15.08	15.60	21.13	21.80	20.72	21.62
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	13.60	13.60	14.40	14.90	20.60	21.10	20.30	21.10
Peso del agua (Ww) (gr)	0.57	0.56	0.68	0.70	0.53	0.70	0.42	0.52
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	2.30	2.70	3.00	3.40	3.10	3.40	2.60	3.20
Contenido de humedad (W %)	24.78	20.74	22.67	20.59	17.10	20.59	16.15	16.25
Promedio (W %)	22.76		21.63		18.84		16.20	
Número de golpes	7		20		32		40	

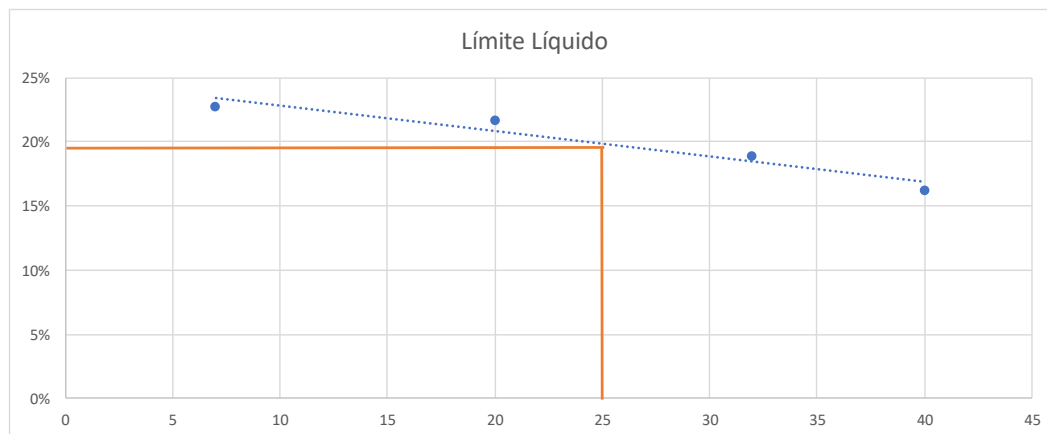
**LÍMITE PLÁSTICO (TRAMO 4)**

Número de muestra	1	2	3	4	5
Número de recipiente	A	B	C	D	E
Peso del recipiente (Wr) (gr)	10.70	10.40	10.60	10.50	10.70
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	11.20	11.10	11.20	11.30	11.50
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	11.10	11.00	11.10	11.16	11.40
Peso del agua (Ww) (gr)	0.10	0.10	0.10	0.14	0.10
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	0.40	0.60	0.50	0.66	0.70
Contenido de humedad (W %)	25.00	16.67	20.00	21.21	14.29
Promedio (W %)	19.43				

**RESULTADOS**

<b>LÍMITE LÍQUIDO (%)</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO (%)</b>	<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)</b>
19.00	18.88	0.12

**RESULTADOS**







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



**Proyecto:** "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"

<b>Alcisa:</b>	3+751	<b>Peso de Muestra:</b>	1000 gr	<b>Elaborado por:</b>	Luis Arellano
<b>Profundidad:</b>	1 m	<b>Norma:</b>	AASHTO T-180 / ASTM D 1557	<b>Revisado por:</b>	Ing. Lorena Pérez

**PROCTOR MODIFICADO (TRAMO 1)**

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				MOLDE	
NÚMERO DE GOLPES:	56			D =	15
NÚMERO DE CAPAS:	5	ALTURA DE CAÍDA:	18"	H =	17
ENERGÍA DE COMPACTACIÓN:	PESO DEL MARTILLO:		10 lb	PESO DEL MOLDE + RETORTA (gr):	13290
				VOLUMEN DEL MOLDE (cm3):	3004.15
PESO INICIAL DESEADO:	6000	6000		PESO DEL MOLDE (gr):	6249

**PROCESO DE COMPACTACIÓN**

# DE PROCTOR	1	2	3	4
HUMEDAD AÑADIDA (%)	4%	8%	12%	16%
HUMEDAD AÑADIDA (ml)	240	480	720	960
P.MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	17213	17370	17591	17604
PESO SUELO HÚMEDO Wm (gr)	3923	4080	4301	4314
PESO HUMITARIO HÚMEDO $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1.31	1.36	1.43	1.44

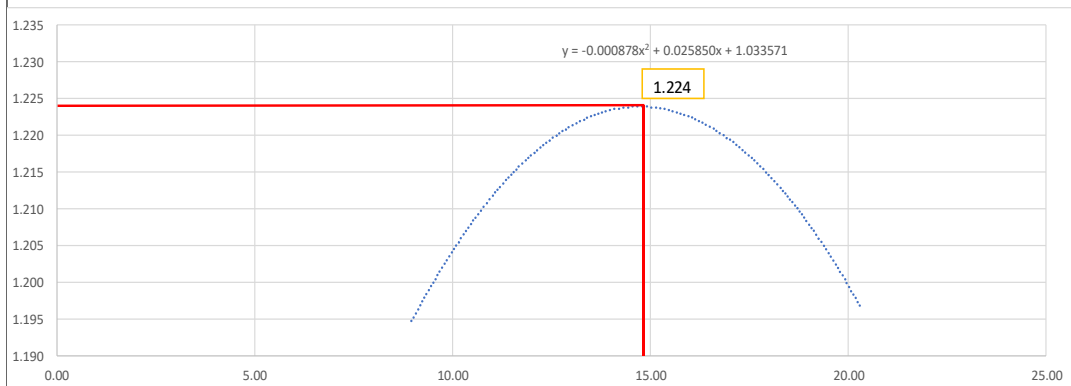
**DETERMINACIÓN DE COTENIDOS DE HUMEDAD**



RECIPIENTE N°	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE (Wr)	29.9	32.7	33.6	25.7	24.5	33.1	31.5	32.6
PESO SUELO HÚMEDO + PESO RECIPIENTE (Wm+Wr)	161.6	173.4	162.8	123.7	137.8	169.7	169.2	183.2
PESO SUELO SECO + PESO RECIPIENTE (Ws+ Ws)	150.9	161.7	148.5	113	121.4	151.2	145.4	158.4
PESO DE AGUA (Ww)	10.7	11.7	14.3	10.7	16.4	18.5	23.8	24.8
PESO MUESTRA SECA (Ws)	121	129	114.9	87.3	96.9	118.1	113.9	125.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (w%)	9%	9%	12%	12%	17%	16%	21%	20%
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD w%	8.96%		12.35%		16.29%		20.30%	
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD w	8.96		12.35		16.29		20.30	
PESO VOLUMÉTRICO SECO $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1.199		1.209		1.231		1.194	

**RESULTADOS**

Densidad Seca Máxima (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.224
Humedad Óptima:	14.7

**GRÁFICO DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA**

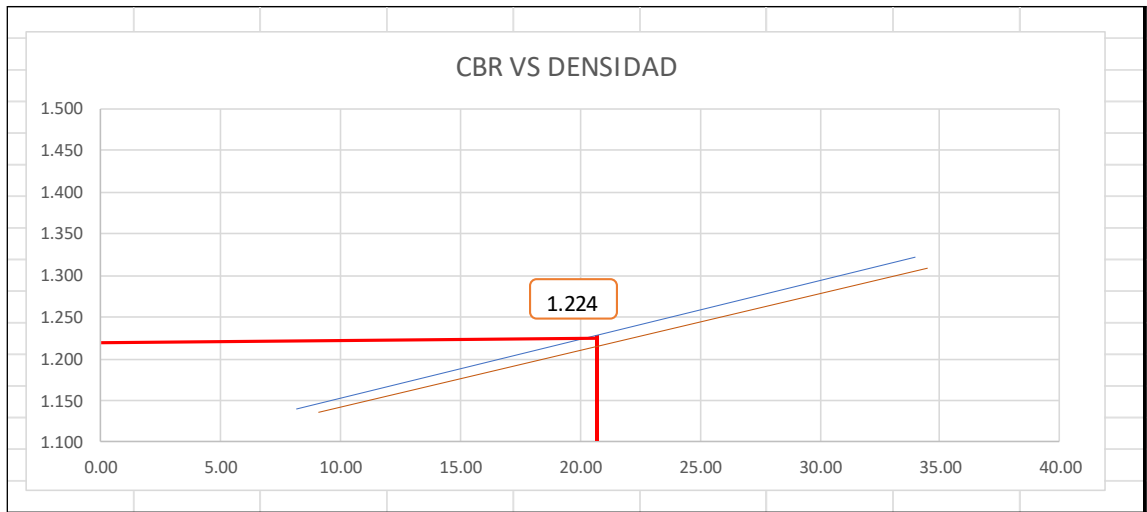


		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL					
<b>Proyecto:</b> "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Salasaka-Picaihua ABS 0+000 - 4+500 de la provincia de Tungurahua"							
<b>Abscisa:</b>	3+751	<b>Peso de Muestra:</b>	1000 gr		<b>Elaborado por:</b>	Luis Arellano	
<b>Profundidad:</b>	1 m	<b>Norma:</b>	AASHTO T-193 / ASTM D 1883		<b>Revisado por:</b>	Ing. Lorena Pérez	
<b>ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) TRAMO 4</b>							
<b>Molde</b>	A		B		c		
<b>Dimensiones</b>	<b>Diámetro:</b>	15.08	<b>Diámetro:</b>	15.11	<b>Diámetro:</b>	15.22	
	<b>Altura:</b>	12.94	<b>Altura:</b>	12.93	<b>Altura:</b>	12.86	
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>							
<b>Número golpes</b>	11		27		56		
<b>Muestra húmeda + molde (gr)</b>	12262.00		11864.00		13997.00		
<b>Masa Molde (gr)</b>	8401.00		7860.00		9625.00		
<b>Masa de la muestra húmeda (gr)</b>	3861.00		4004.00		4372.00		
<b>Volumen de lamuestra (cm3)</b>	2311.14		2318.55		2339.70		
<b>Peso unitario humedo (γm) (gr/cm3)</b>	1.671		1.727		1.869		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	
<b>Número de recipiente</b>	1	2	3	4	8	6	
<b>Masa del recipiente (Wr) (gr)</b>	7.30	7.50	7.80	9.30	7.70	7.60	
<b>Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)</b>	57.80	73.90	63.50	78.20	73.40	89.60	
<b>Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)</b>	50.10	63.80	52.00	67.90	46.50	77.20	
<b>Masa del suelo seco (Ws) (gr)</b>	42.80	56.30	44.20	58.60	38.80	69.60	
<b>Masa del agua (Ww) (gr)</b>	7.70	10.10	11.50	10.30	26.90	12.40	
<b>Contenido de humedad (W %)</b>	17.99	17.94	26.02	17.58	69.33	17.82	
<b>Cont. De humedad promedio (W %)</b>	17.97		21.80		43.57		
<b>Peso volumétrico seco (γd) (gr/cm3)</b>	1.416		1.418		1.302		
<b>DESPÚES DE LA SATURACIÓN</b>							
<b>Muestra húmeda + molde (gr)</b>	12575.00		12142.00		14162.00		
<b>Masa Molde (gr)</b>	8401.00		7860.00		9625.00		
<b>Masa de la muestra húmeda (gr)</b>	4174.00		4282.00		4537.00		
<b>Volumen de lamuestra (cm3)</b>	2311.14		2318.55		2339.70		
<b>Peso unitario humedo (γm) (gr/cm3)</b>	1.806		1.847		1.939		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
	<b>Superior</b>	<b>Inferior</b>	<b>Superior</b>	<b>Inferior</b>	<b>Superior</b>	<b>Inferior</b>	
<b>Número de recipiente</b>	1	2	3	4	8	6	
<b>Masa del recipiente (Wr) (gr)</b>	7.30	7.50	7.80	9.30	7.70	7.60	
<b>Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)</b>	80.50	66.90	81.70	76.20	104.00	75.20	
<b>Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)</b>	64.00	53.40	65.20	61.20	81.80	61.00	
<b>Masa del suelo seco (Ws) (gr)</b>	56.70	45.90	57.40	51.90	74.10	53.40	
<b>Masa del agua (Ww) (gr)</b>	16.50	13.50	16.50	15.00	22.20	14.20	
<b>Contenido de humedad (W %)</b>	29.10	29.41	28.75	28.90	29.96	26.59	
<b>Cont. De humedad promedio (W %)</b>	29.26		28.82		28.28		
<b>Peso volumétrico seco (γd) (gr/cm3)</b>	1.397		1.434		1.512		

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in <sup>2</sup>		Vel. Carga: 1,27 mm/min (0,05 in/min)			
Número de Molde	A		B		C	
Penetración (pulg)	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/in <sup>2</sup> )
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	93.80	31.27	203.30	67.77	383.30	127.77
0.050	143.40	47.80	323.30	107.77	613.60	204.53
0.075	193.20	64.40	425.20	141.73	883.60	294.53
0.100	226.20	75.40	503.60	167.87	1093.00	364.33
0.150	278.20	92.73	639.60	213.20	1403.80	467.93
0.200	310.30	103.43	763.50	254.50	1643.10	547.70
0.250	360.10	120.03	893.30	297.77	1868.80	622.93
0.300	395.60	131.87	1003.00	334.33	2063.50	687.83
0.400	459.60	153.20	1213.60	404.53	2433.30	811.10
0.500	519.00	173.00	1493.30	497.77	2700.00	900.00
CORRECCIÓN DE CBR						
Número de Molde	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/in <sup>2</sup> )	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	75.40	7.54	1.416	103.43	6.90	1.416
B	167.87	16.79	1.418	254.50	16.97	1.418
C	364.33	36.43	1.302	547.70	36.51	1.302
Densidad Seca Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.224					
DSM	% CBR 0,1 in	% CBR 0,2 in	% CBR MAYOR			
95%	1.163	20.25	20.13	20.13		

Penetración (pulg)	Presión (lb/in <sup>2</sup> ) - Molde A	Presión (lb/in <sup>2</sup> ) - Molde B	Presión (lb/in <sup>2</sup> ) - Molde C
0.000	0.00	0.00	0.00
0.025	31.27	67.77	127.77
0.050	47.80	107.77	204.53
0.075	64.40	141.73	294.53
0.100	75.40	167.87	364.33
0.150	92.73	213.20	467.93
0.200	103.43	254.50	547.70
0.250	120.03	297.77	622.93
0.300	131.87	334.33	687.83
0.400	153.20	404.53	811.10
0.500	173.00	497.77	900.00



ANEXO D:  
ANÁLISIS DE  
PRECIOS  
UNITARIOS (APUS)

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO :		REPLANTEO Y NIVELACIÓN DE LA VÍA			UNIDAD : Km
<b>EQUIPOS</b>					
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
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>153.41</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNAL/H R 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
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>210.93</b>
<b>MATERIALES</b>					
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	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>62.30</b>	
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>426.64</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%</b>					<b>85.33</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>511.97</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>511.97</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO :	REMOCIÓN DE PAVIMENTO ASFÁLTICO EXISTENTE				UNIDAD : m2
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENT O 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
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.70</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENT O 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
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.39</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.00</b>	
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>1.09</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%</b>					<b>0.22</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1.31</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>1.31</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO :		REMOCIÓN Y TRANSPORTE DE PIEDRA EXISTENTE.			UNIDAD : m2
<b>EQUIPOS</b>					
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
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.31</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
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
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.16</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.00</b>	
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>0.47</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%</b>					<b>0.09</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>0.56</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>0.56</b>



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO :	MEJORAMIENTO DE LA BASE CON CLASE 2				UNIDAD : m3
<b>EQUIPOS</b>					
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
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.91</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
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
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.19</b>
<b>MATERIALES</b>					
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	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>12.26</b>	
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>13.36</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%</b>					<b>2.67</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>16.03</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>16.03</b>

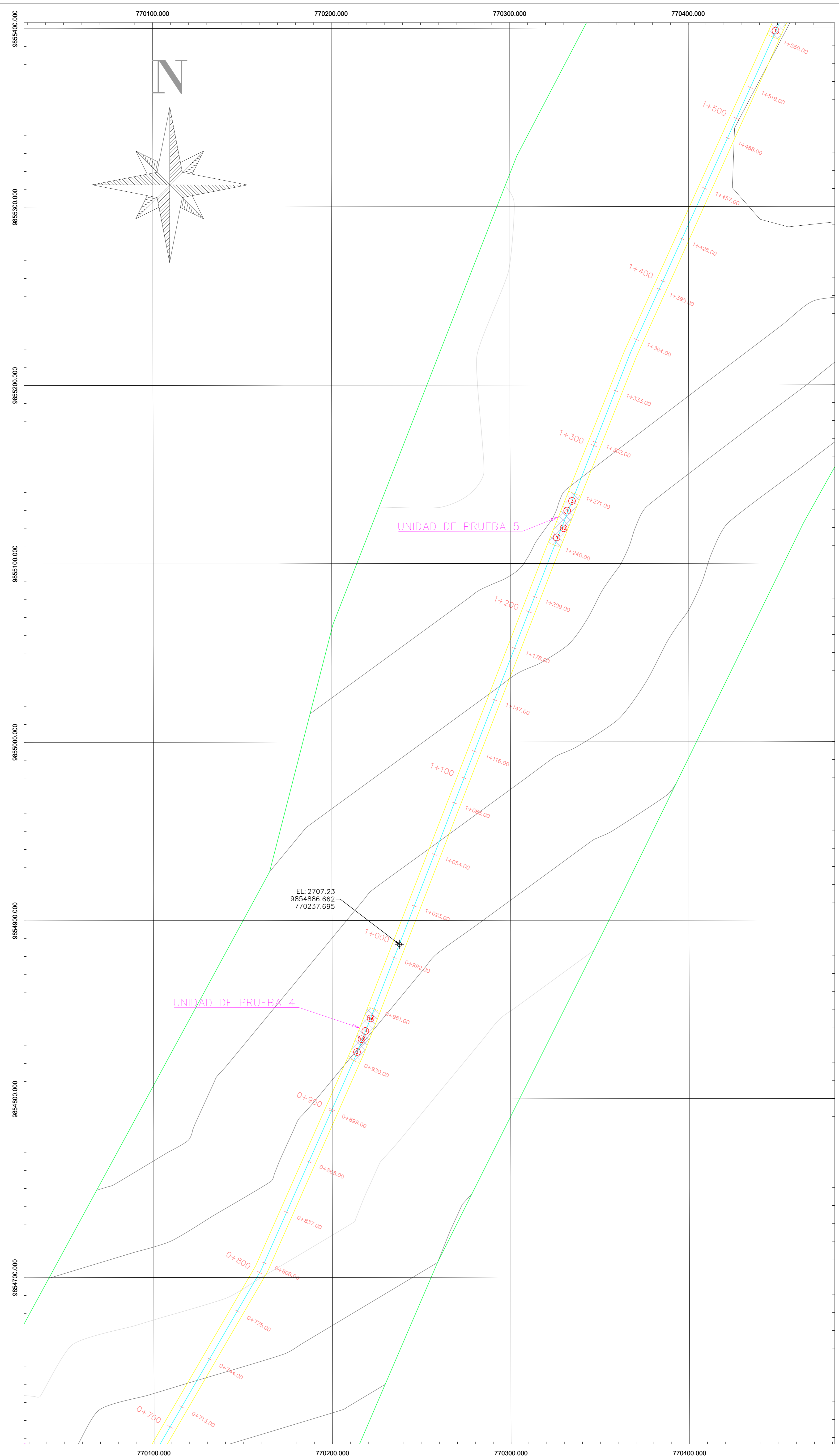
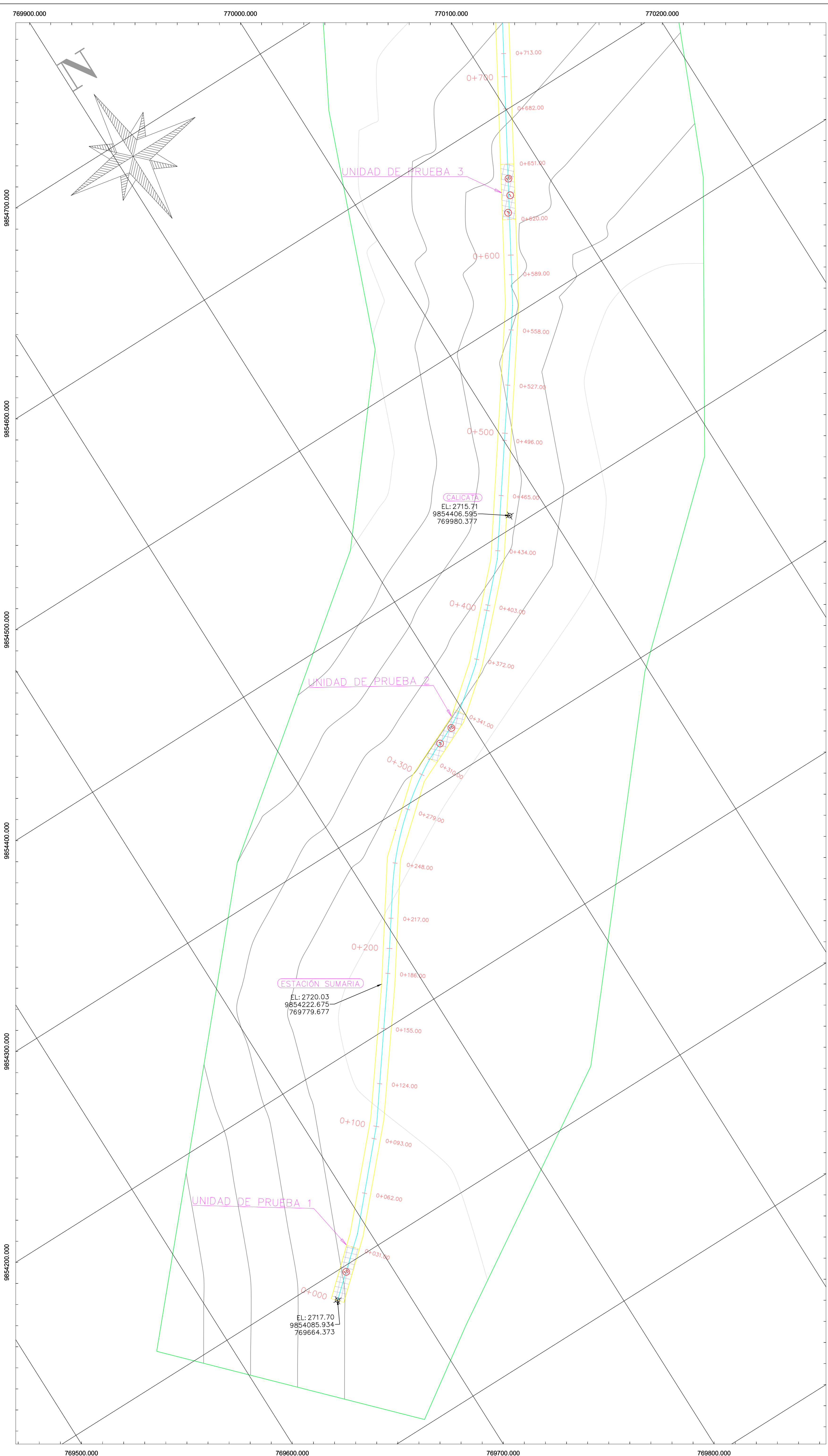
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO :	SUB-BASE CLASE 2				UNIDAD : m3
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5%M.O)					0.01
MOTONIVELADORA	1.00	40.00	40.00	0.01	0.4
RODILLO LISO	1.00	30.00	30.00	0.01	0.3
TANQUERO	1.00	20.00	20.00	0.01	0.2
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.91</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
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
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.28</b>
<b>MATERIALES</b>					
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	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>12.51</b>	
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>13.70</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%</b>					<b>2.74</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>16.44</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>16.44</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO :	HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA INC. RIEGO DE IMPRIMACIÓN E= 5cm				UNIDAD : m2
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO O 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 - FINISHE	1.00	75	75.00	0.0024	0.18
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.06</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO O 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
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.20</b>
<b>MATERIALES</b>					
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	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>5.26</b>	
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>6.52</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%</b>					<b>1.30</b>
<b>OTROS INDIRECTOS 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>7.83</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>7.83</b>

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	33300.00	1.31	43662.29	2775.00	2775.00	2775.00	2775.00	2775.00	2775.00	2775.00	2775.00	2775.00	2775.00	2775.00	2775.00	2775.00	2775.00	2775.00	
				3638.52	3638.52	3638.52	3638.52	3638.52	3638.52	3638.52	3638.52	3638.52	3638.52	3638.52	3638.52	3638.52	3638.52	3638.52	
REMOCIÓN Y TRANSPORTE DE PIEDRA EXISTENTE.	33300.00	0.56	18625.76						5550.00	5550.00	5550.00	5550.00	5550.00	5550.00	5550.00	5550.00	5550.00	5550.00	
									3104.29	3104.29	3104.29	3104.29	3104.29	3104.29	3104.29	3104.29	3104.29	3104.29	
MEJORAMIENTO DE LA BASE CON CLASE 2	6660.00	16.03	106743.09													3330.00	3330.00		
																53371.55	53371.55		
SUB-BASE CLASE 2	8325.00	16.44	136879.13													4162.50	4162.50		
																68439.56	68439.56		
HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA INC. RIEGO DE IMPRIMACIÓN E= 5cm	33300.00	7.83	260687.15															16650.00	
																		130343.57	
HORMIGÓN / CEMENTO PORTLAND F' C=180 PARA CUNETAS	267.50	215.17	57558.99															133.75	
																		28779.50	
Inversión mensual			624668.378	4150.5	3638.5	3638.5	3638.5	3638.5	3638.5	6742.8	6742.8	6742.8	6742.8	6742.8	6742.8	12181.1	12181.1	159123.1	
Avance parcial en %				0.66%	0.58%	0.58%	0.58%	0.58%	0.58%	1.08%	1.08%	1.08%	1.08%	1.08%	1.08%	19.50%	19.50%	25.47%	
Inversión acumulada				4150.5	7789.0	11427.5	15066.1	18704.6	22343.1	29085.9	35828.7	42571.6	49314.4	56057.2	62800.0	18461.1	306422.2	465545.3	
Avance acumulado en %				0.66%	1.25%	1.83%	2.41%	2.99%	3.58%	4.66%	5.74%	6.82%	7.89%	8.97%	10.05%	29.55%	49.05%	74.53%	

# ANEXO E:

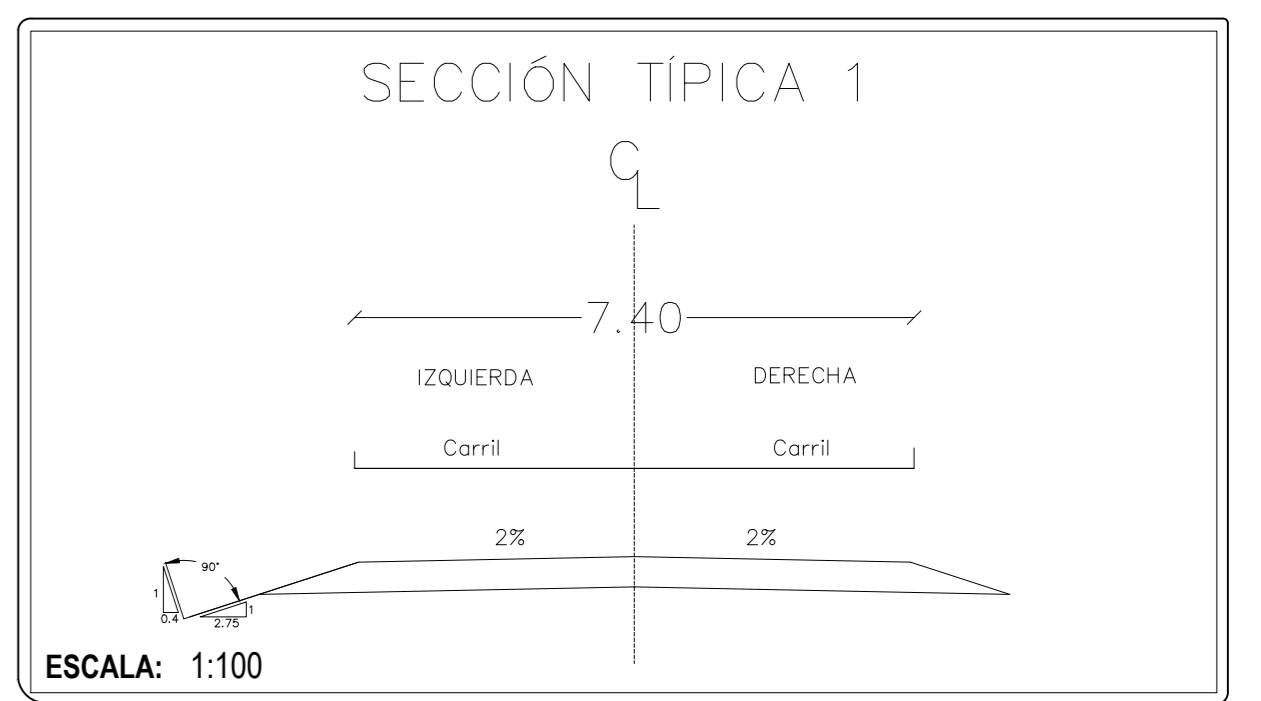
# PLANOS



**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 - PICAIHUA ABS 0+000 - 4+500 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

**SECCIÓN TÍPICA**



**COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 17 SUR:**  
 Abs Inicial: 0+000  
 NORTE: 9854085.934; ESTE: 769964.373  
 Abs Final: 4+500  
 NORTE: 9858023.176; ESTE: 770705.885

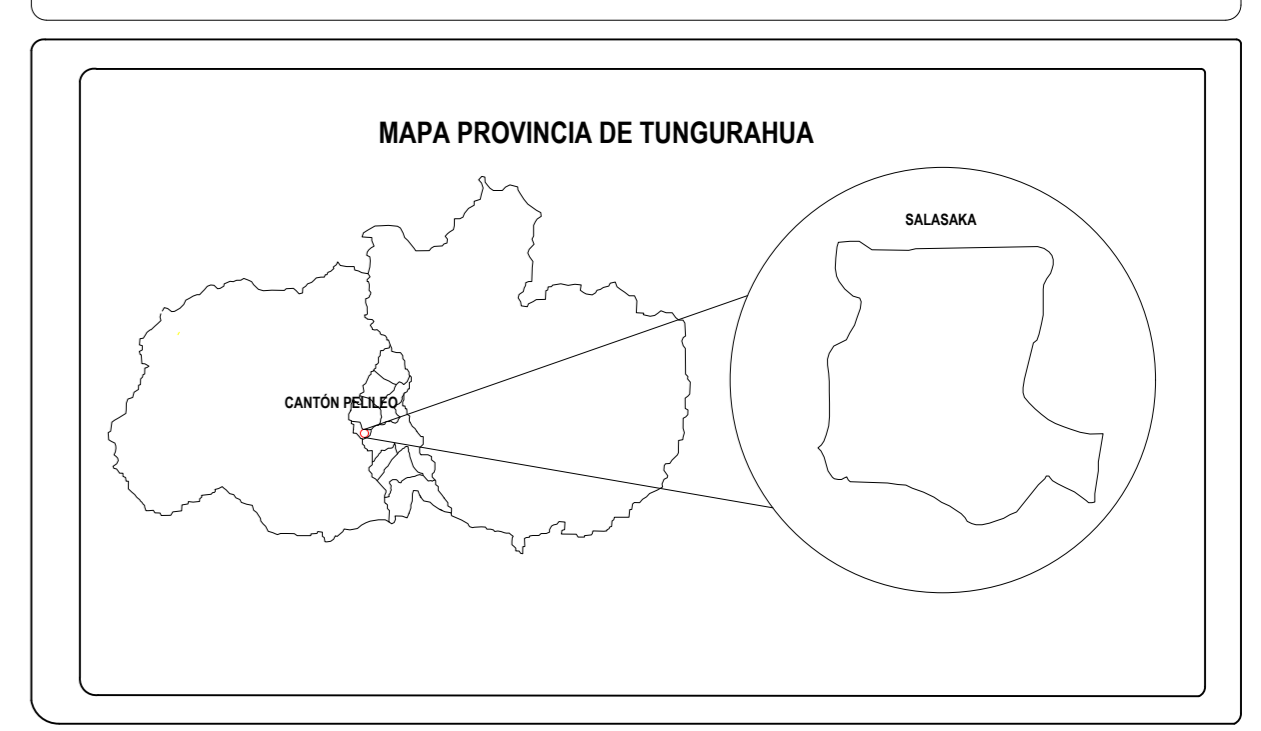
**CONTENIDO**

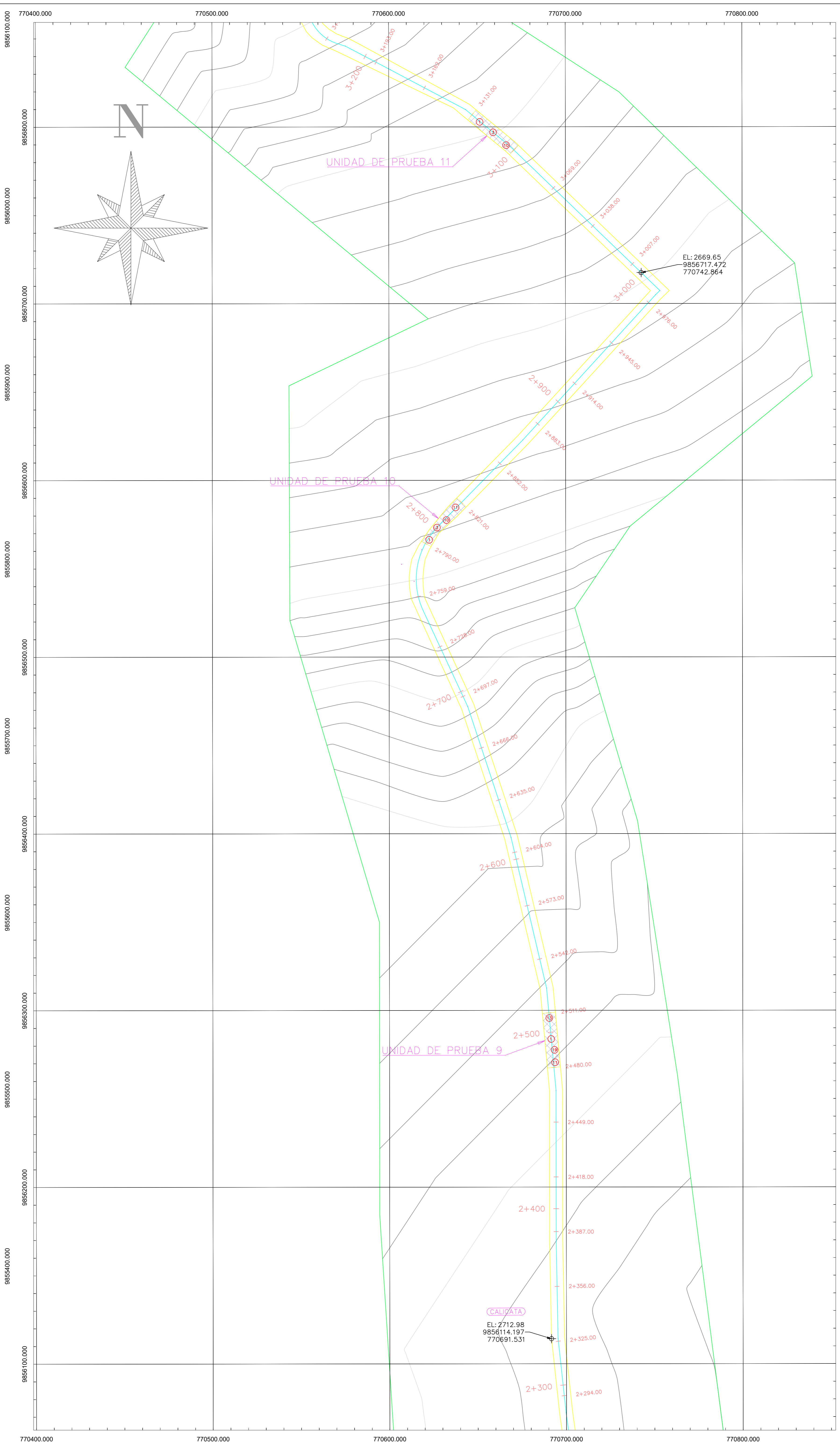
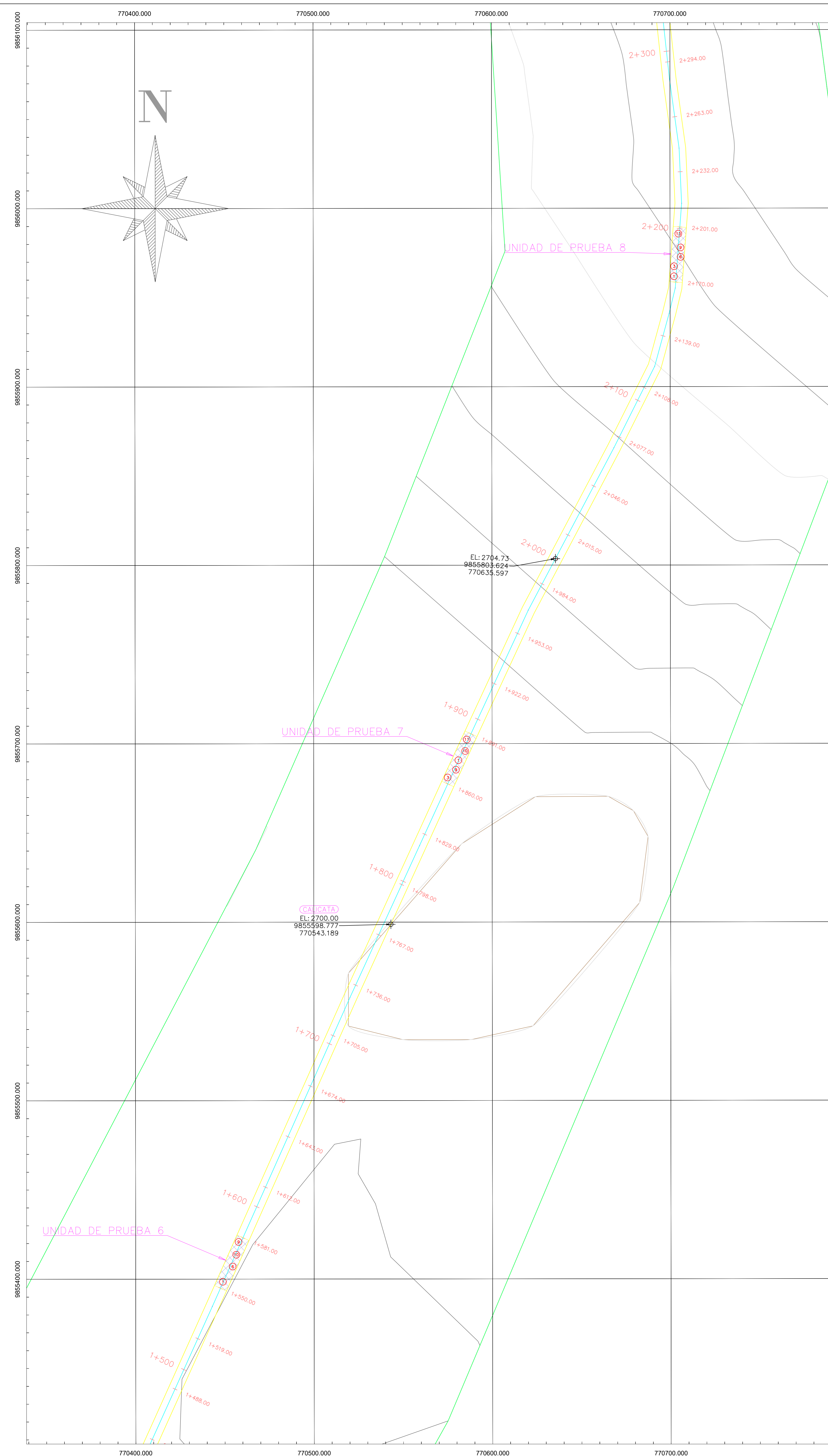
- ABCISADO DE LA VÍA SALASAKA - PICAIHUA EN EL TRAMO 0+000 - 4+500 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
- COORDENADAS DE CALICATAS REALIZADAS PARA EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
- COORDENADA DE ESTACIÓN SUMARIA PARA EL CONTEO VEHICULAR
- UNIDADES DE MUESTREO PARA ENSAYOS PCI
- FALLAS EN LAS UNIDADES DE MUESTREO

PROVINCIA: TUNGURAHUA    ESCALA: 1:1000    FECHA: 18 JULIO 2023  
 ELABORADO POR: LUIS ARELLANO    DOCENTE TUTOR: ING. JORGE GUEVARA  
 LÁMINA 1 DE 3

NÚMERO	FALLA
1	Piel de Cocodrilo
2	Exudación
3	Agrietamiento de bloque
4	Abultamientos y hundimientos
5	Corrugación
6	Depresión
7	Grietas de borde
8	Grieta de reflexión de juntas
9	Desnivel del carril /Berma
10	Grietas longitudinales y transversales
11	Parqueo
12	Pulimiento de agregados
13	Baches
14	Cruce de vía férrea
15	Ahuellamiento
16	Desplazamiento
17	Grietas Parabólicas
18	Hinchamiento
19	Desprendimiento de agregados

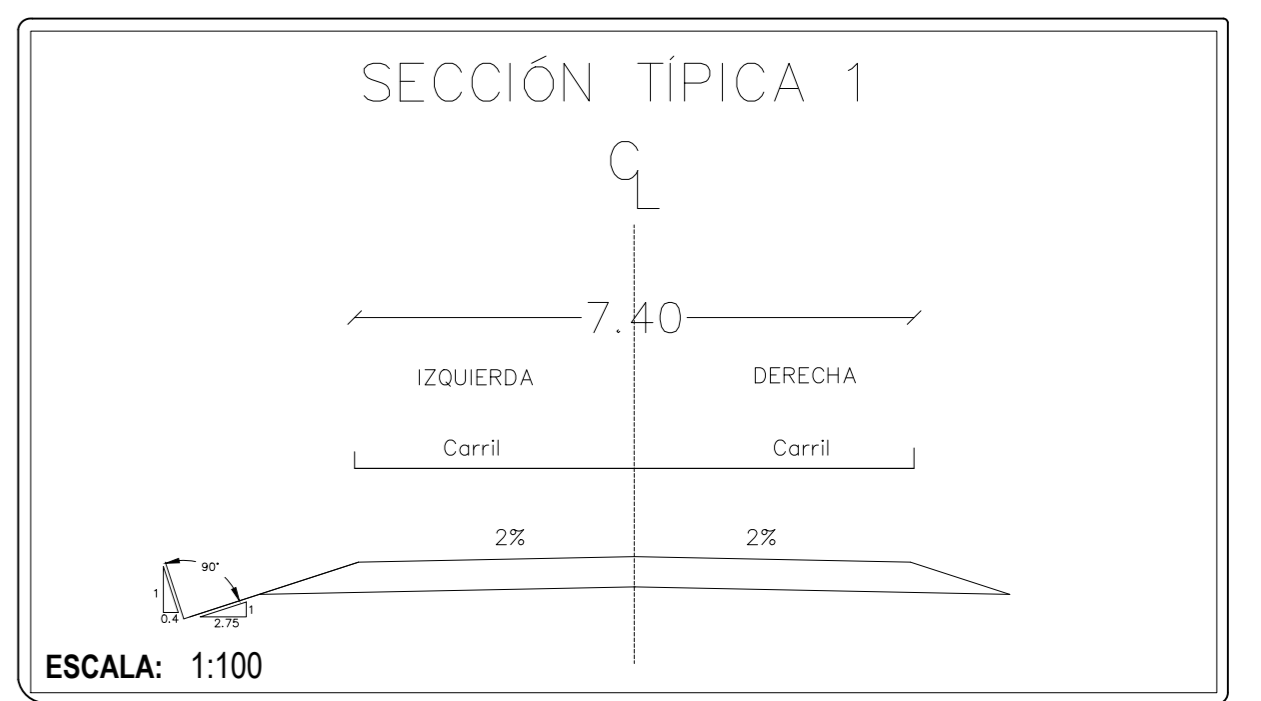
**UBICACIÓN**





**TEMA:** "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA SALASAKA - PICAIHUA ABS 0+000 - 4+500 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

**SECCIÓN TÍPICA**



**COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 17 SUR:**  
 Abs Inicial: 0+000  
 NORTE: 9854085.934; ESTE: 769664.373  
 Abs Final: 4+500  
 NORTE: 9858023.176; ESTE: 770705.885

**CONTENIDO**

- ABCISADO DE LA VÍA SALASAKA - PICAIHUA EN EL TRAMO 0+000 - 4+500 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
- COORDENADAS DE CALICATAS REALIZADAS PARA EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
- UNIDADES DE MUESTREO PARA ENSAYOS PCI
- FALLAS EN LAS UNIDADES DE MUESTREO

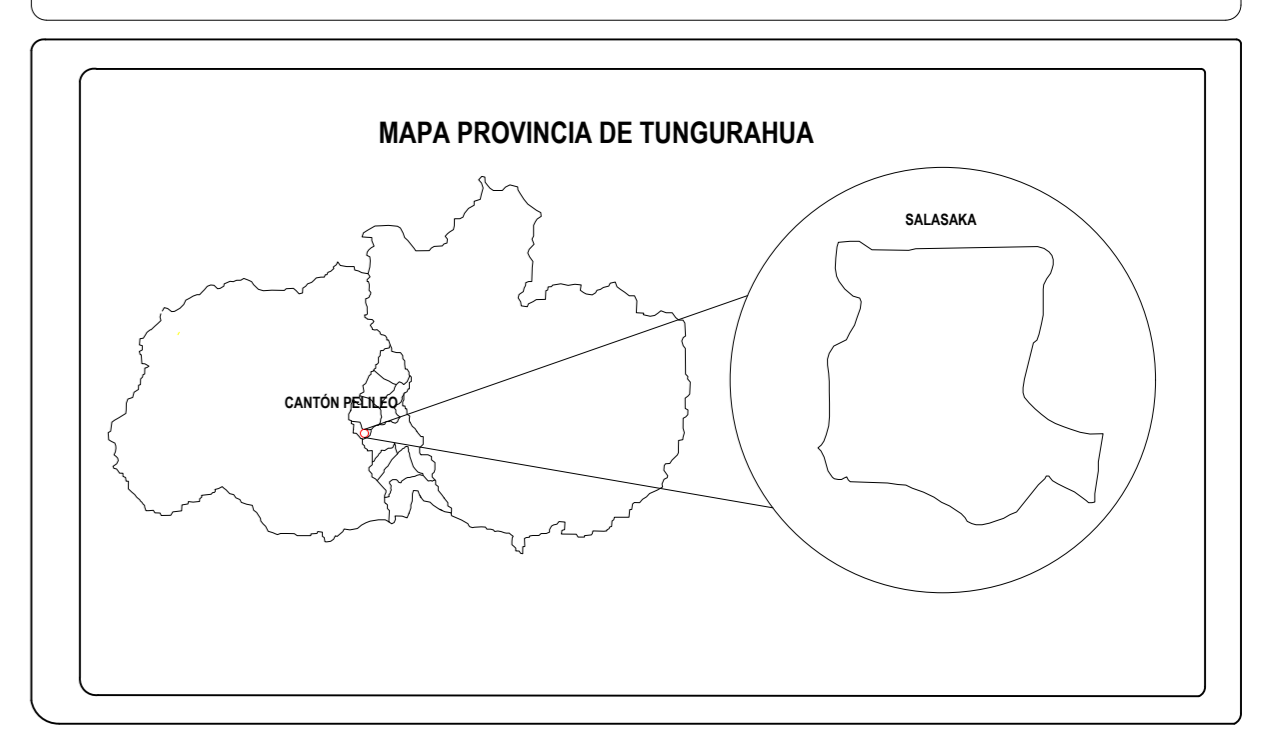
**PROVINCIA:** TUNGURAHUA    **ESCALA:** 1:1000    **FECHA:** 18 JULIO 2023

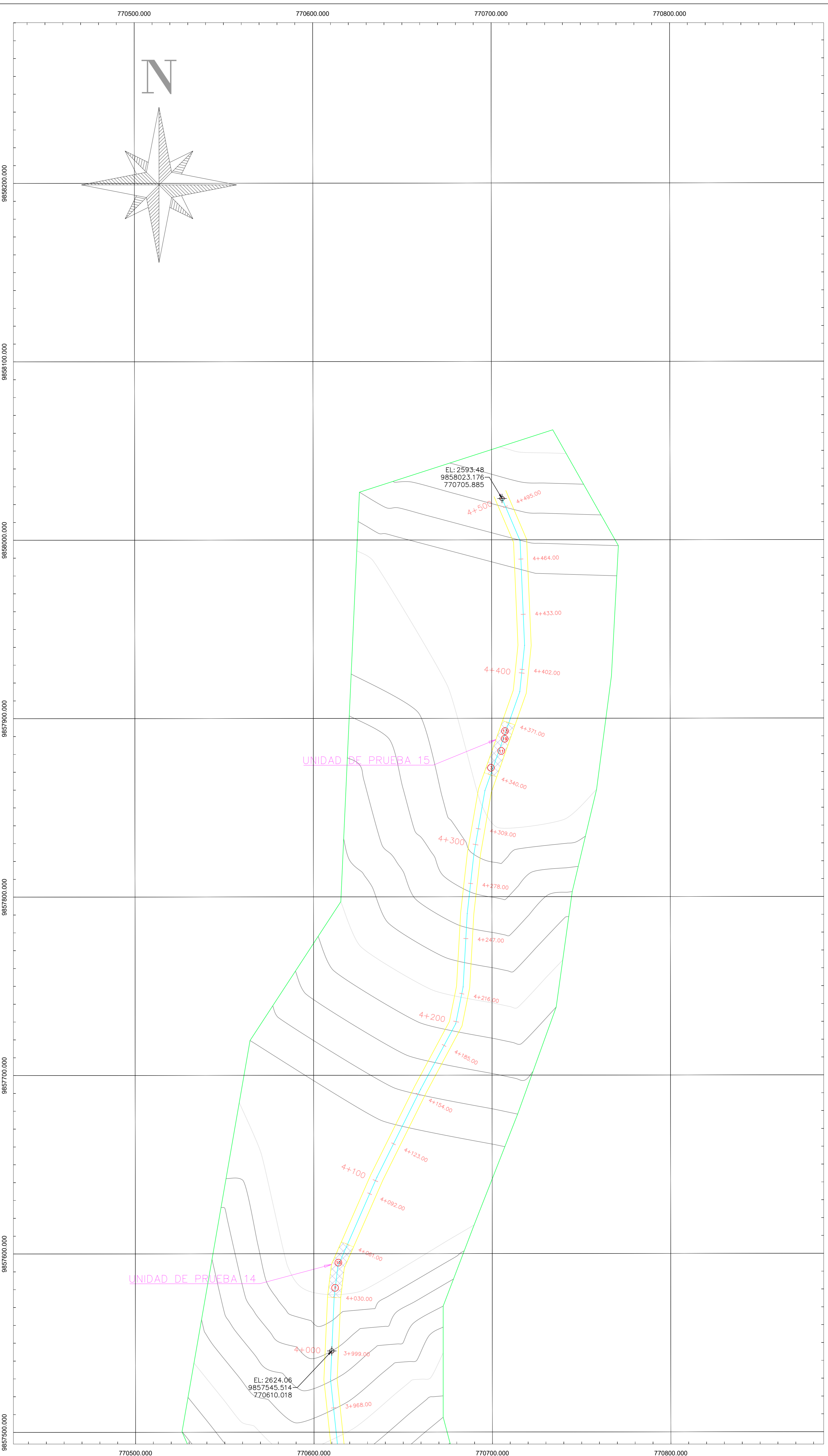
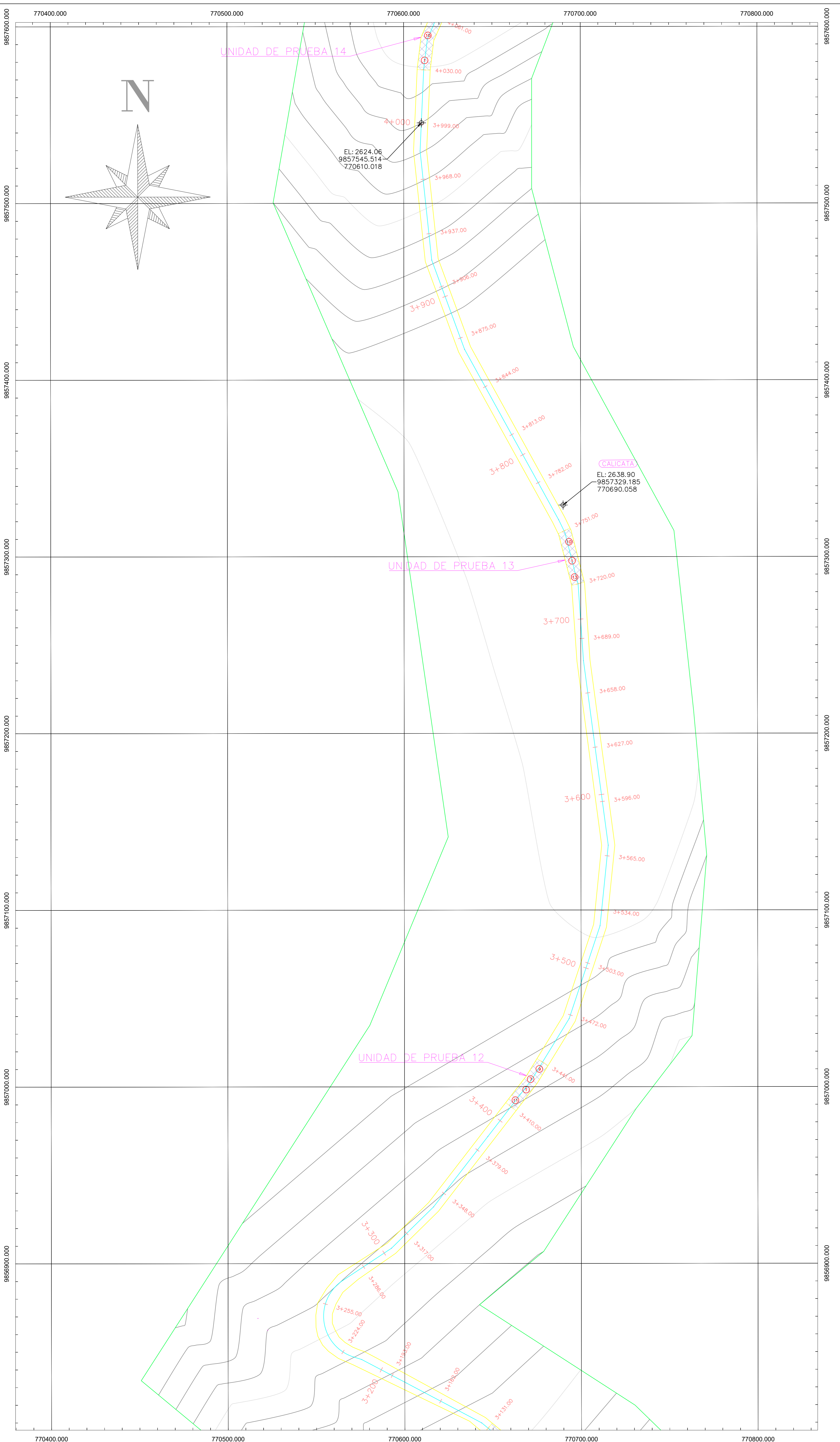
**ELABORADO POR:** LUIS ARELLANO    **DOCENTE TUTOR:** ING. JORGE GUEVARA

LÁMINA 2 DE 3

NÚMERO	FALLA
1	Piel de Cocodrilo
2	Exudación
3	Agrietamiento de bloque
4	Abultamientos y hundimientos
5	Corrugación
6	Depresión
7	Grietas de borde
8	Grieta de reflexión de juntas
9	Desnivel del carril /Berma
10	Grietas longitudinales y transversales
11	Parqueo
12	Pulimiento de agregados
13	Baches
14	Cruce de vía férrea
15	Ahuellamiento
16	Desplazamiento
17	Grietas Parabólicas
18	Hinchamiento
19	Desprendimiento de agregados

**UBICACIÓN**

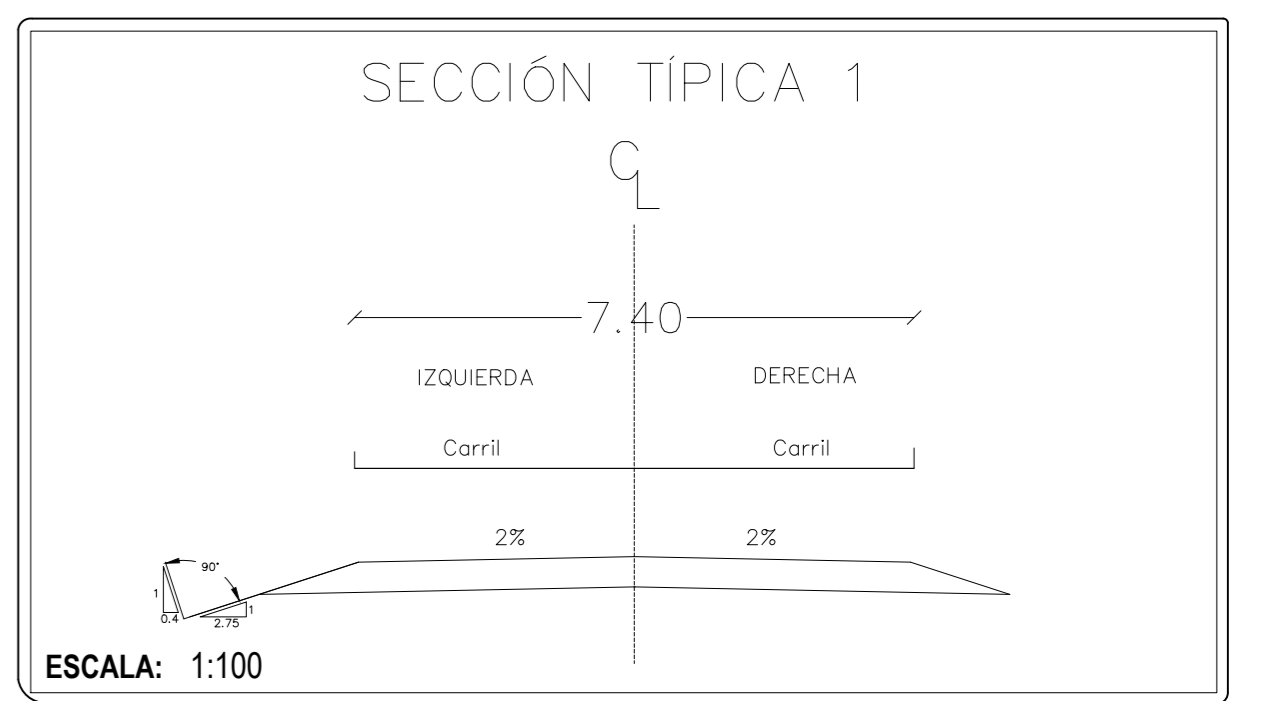




**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**TEMA:** "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA SALASAKA - PICAIHUA ABS 0+000 - 4+500 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

**SECCIÓN TÍPICA**



**COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 17 SUR:**  
 Abs Inicial: 0+000  
 NORTE: 9854085.934; ESTE: 769664.373  
 Abs Final: 4+500  
 NORTE: 9858023.176; ESTE: 770705.885

**CONTENIDO**

- ABCISADO DE LA VÍA SALASAKA - PICAIHUA EN EL TRAMO 0+000 - 4+500 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
- COORDENADAS DE CALICATAS REALIZADAS PARA EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
- UNIDADES DE MUESTREO PARA ENSAYOS PCI
- FALLAS EN LAS UNIDADES DE MUESTREO

PROVINCIA: TUNGURAHUA    ESCALA: 1:1000    FECHA: 18 JULIO 2023

ELABORADO POR: LUIS ARELLANO    DOCENTE TUTOR: ING. JORGE GUEVARA

LÁMINA 3 DE 3

NÚMERO	FALLA
1	Piel de Cocodrilo
2	Exudación
3	Agrietamiento de bloque
4	Abultamientos y hundimientos
5	Corrugación
6	Depresión
7	Grietas de borde
8	Grieta de reflexión de juntas
9	Desnivel del carril /Berma
10	Grietas longitudinales y transversales
11	Parqueo
12	Pulimiento de agregados
13	Baches
14	Cruce de vía férrea
15	Ahuellamiento
16	Desplazamiento
17	Grietas Parabólicas
18	Hinchamiento
19	Desprendimiento de agregados

**UBICACIÓN**

