



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

PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL

TEMA:

“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 4+700 – 8+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”

Autora: María Isabel Almeida Domínguez

Tutor: Ing. Alex Gustavo López Arboleda Mg.

AMBATO – ECUADOR

Septiembre – 2022

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 8+200 – 11+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por el Sr. Julio Armando Tuston Pico, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1600565046, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

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

Ambato, septiembre 2022



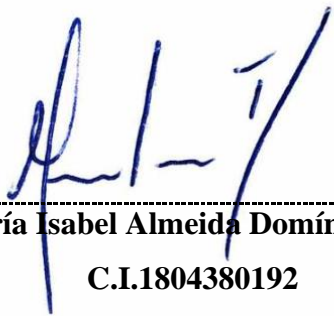
Ing. Mg. Alex Gustavo López Arboleda

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **María Isabel Almeida Domínguez**, con C.I. 1804380192 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Proyecto Técnico con el tema **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 4+700 – 8+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**, así como también los gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autora del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, septiembre 2022



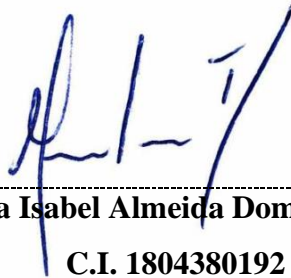
María Isabel Almeida Domínguez
C.I.1804380192
AUTOR

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 2022



María Isabel Almeida Domínguez

C.I. 1804380192

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO


Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Julio Armando Tuston Pico de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 8+200 HASTA 11+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

Ambato, septiembre 2022

Para constancia firman:



Ing. Milton Rodrigo Aldas Sánchez PhD.
MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Mg. Diego Sebastián Chérrez Gavilanes
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

A Dios por brindarme fuerza necesaria cada día para seguir adelante cumpliendo mis metas y objetivos.

A mis padres Jorge e Isabel, por darme su apoyo, comprensión e incentivarme día a día a ser mejor.

A mis hermanos Jorge y Javier por ser mi ejemplo de superación y perseverancia y darme ánimos para seguir siempre adelante.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por ser el pilar fundamental en mi vida y quien me ha brindado el apoyo necesario para cumplir este objetivo.

A mis docentes por haberme brindado los conocimientos necesarios para desarrollar el presente proyecto, de manera especial a mi tutor el Ing. Alex López quien me guio en el proceso para culminar el presente trabajo.

A la Universidad Técnica de Ambato, a la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por abrirme las puertas y permitirme estudiar en esta prestigiosa institución.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

A. PÁGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes investigativos.....	1
1.1.1. Fundamentación Teórica.....	2
1.2 Objetivos.....	13
1.2.1 Objetivo General.....	13
1.2.2 Objetivos Específicos.....	13
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	14
2.1 Materiales.....	14
2.2 Métodos.....	17
2.2.1 Investigación bibliográfica.....	17
2.2.2 Investigación de campo.....	17
2.2.3 Investigación de laboratorio.....	17
2.2.4 Plan de recolección de información.....	18
2.2.5 Procesamiento de información.....	20
2.2.6 Plan para análisis de Resultados.....	24
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
3.1 Análisis y Discusión de los Resultados.....	26
3.1.1 Ubicación del Proyecto.....	26
3.1.2 Georreferenciación de la vía.....	26
3.1.3 Análisis de tráfico.....	27
3.1.3.1 Determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) por medio de la trigésima hora.....	28

3.1.3.2	Cálculo del Tráfico promedio diario Anual (TPDA)	30
3.1.3.3	Cálculo del tráfico atraído.....	32
3.1.3.4	Cálculo del tráfico promedio diario anual total	33
3.1.3.5	Cálculo del tráfico futuro	34
3.1.3.6	Tipo de vía en Función al tráfico Futuro (TPDAf)	35
3.1.4	Cálculo del índice de Condición del Pavimento (PCI).....	36
3.1.4.1	Longitud de la Unidad de Muestreo	37
3.1.4.2	Unidad Totales de Muestreo	37
3.1.4.3	Unidades Mínimas de Muestro	38
3.1.4.4	Intervalos para la Muestra.....	38
3.1.4.5	Cálculo de la densidad	39
3.1.4.6	Cálculo del valor deducido	39
3.1.4.7	Cálculo del PCI para la vía Patate – Baños en las Abscisas 4+700 a la 8+200 40	
3.1.5	Evaluación de deflexiones en la capa de rodadura.....	41
3.1.5.1	Corrección por el brazo con relación 1:2 de la viga Benkelman	41
3.1.5.2	Corrección de las deflexiones por temperatura.....	43
3.1.5.3	Corrección por estacionalidad	44
3.1.5.4	Radio de curvatura	46
3.1.5.5	Deflexión Característica	47
3.1.5.6	Cálculo de Ejes Equivalentes	49
3.1.6	Estudio de Suelos.....	56
3.1.6.1	Análisis Granulométrico.....	57
3.1.6.2	Límites de Atterberg.....	57
3.1.6.3	Proctor Modificado Tipo B	57
3.1.6.4	Ensayo de Relación de Soporte California (CBR)	58
3.1.7	Plan de Conservación Vial	58
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		63
4.1	Conclusiones	63
4.2	Recomendaciones	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Especificación de tamices.....	8
Tabla 2: Clasificación de suelos según el CBR	9
Tabla 3: Rango de Clasificación PCI.....	11
Tabla 4: Longitud de unidades de muestreo	13
Tabla 5: Materiales y equipo para levantamiento georreferenciado	14
Tabla 6: Materiales y equipo para propiedades de la vía.....	15
Tabla 7: Especificaciones de materiales y equipo para propiedades de la vía.....	16
Tabla 8: Plan de recolección de información.....	19
Tabla 9: Ensayos y normativas	22
Tabla 10: Coordenadas del proyecto.....	26
Tabla 11: Georreferenciación de la Vía.....	27
Tabla 12: Coordenadas de la estación de conteo vehicular	27
Tabla 13: Número de vehículos que circulan por día	29
Tabla 14: Conteo Vehicular: Hora pico.....	30
Tabla 15: Conteo Vehicular: Vehículos pesados	31
Tabla 16: TPDA actual de la Vía Patate – Baños	31
Tabla 17: Tráfico atraído de la Vía Patate – Baños	33
Tabla 18: TPDA de la Vía Patate – Baños.....	34
Tabla 19: Tasa de crecimiento vehicular Tungurahua	34
Tabla 20: Tráfico futuro en la vía Patate - Baños	35
Tabla 21: Clasificación de carreteras según el TPDAf	36
Tabla 22: Datos para el PCI.....	36
Tabla 23: Datos de las Unidades de Muestreo	39
Tabla 24: PCI de la vía Patate – Baños abs 4+700 - 8+200.....	40
Tabla 25: Deflexiones de la vía Patate – Baños abs 4+700 - 8+200.....	41
Tabla 26: Deflexiones corregidas por el brazo con relación 1:2.....	42
Tabla 27: Deflexiones corregidas por temperatura	44
Tabla 28: Factores de corrección por estacionalidad	44
Tabla 29: Deflexiones corregidas estacionalidad.....	45
Tabla 30: Radio de curvatura.....	47
Tabla 31: Desviación estándar de las deflexiones máximas obtenidas.....	48
Tabla 32: Ecuaciones de deflexiones características	49
Tabla 33: Factor de daño según el Tipo de Vehículo.	50
Tabla 34: Factor de distribución direccional (Fd).....	50
Tabla 35: Cálculo de ejes equivalentes	51
Tabla 36: Tipos de deflexiones	53
Tabla 37: Deflexiones de la via Patate – Baños Abs 4+700 – 8+200 Corregidas	53
Tabla 38: Resultados ensayo Viga Benkelman.....	54
Tabla 39: Deflexiones proyectadas.....	55
Tabla 40: Muestras de suelo	56
Tabla 41: Resultados Granulometría	57
Tabla 42: Resultados límites de Atterberg.....	57
Tabla 43: Resultados Proctor Modificado	58
Tabla 44: Resultados CBR.....	58
Tabla 45: Resumen de fallas con sus soluciones	59

Tabla 46: Clasificación de intervenciones según PCI.....	60
Tabla 47: Intervenciones según el IDU	61
Tabla 48: Resumen del plan de mantenimiento vial	62

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Curva de deflexiones	10
Gráfico 2: Formato de hoja de campo para el método PCI.....	12
Gráfico 3: Formato de hoja de campo para conteo vehicular	21
Gráfico 4: Formato de hoja de campo para inspección visual PCI.....	23
Gráfico 5: Formato de hoja de campo para deflexiones de la capa de rodadura.....	24
Gráfico 6: Vía Patate – Baños Km 4+700 – 8+200	26
Gráfico 7: Estación de conteo vehicular	28
Gráfico 8: Número de vehículos que circulan por día	29
Gráfico 9: Deflectograma	55
Gráfico 10: Deflexiones proyectadas.....	56

RESUMEN

Debido a la necesidad de brindar seguridad y facilidad de acceso a los usuarios de la vía Patate Baños y con la finalidad de promover la economía de estos dos cantones. Se realizó un levantamiento georreferenciado utilizando un receptor satelital GPS, obteniendo un modelo digital de la carretera, se ejecutó una estación de conteo vehicular de doce horas por siete días, se analizó la movilidad vehicular, se calculó el Trafico Futuro con una proyección de 20 años y se clasificó a la carretera como colectora clase II según el (MTOPI). Para estudiar el estado actual del pavimento se empleó un ensayo visual a través del Método de Condición del Pavimento, identificando el tipo de falla y grado de severidad. Se obtuvo el promedio del PCI de 78.54 por ciento indicando que la calidad del pavimento es “Muy Buena”. Se midieron las deflexiones generadas empleando la Viga Benkelman, lo cual permitió clasificar a las deflexiones presentes como Tipo I. Por otra parte, se ejecutó el estudio de suelos de la zona, tomando muestras alteradas in situ para su análisis de laboratorio, como resultado el suelo se clasificó como arena limosa resultando CBR promedio de 18.66 por ciento que pertenece a una subrasante de calidad “Regular – Buena”. Considerando los resultados se propone el empleo de un plan de mantenimiento de tipo periódico.

Palabras clave: Deflexiones, Estudio de suelos, Georreferenciación, Mantenimiento periódico, Viga Benkelman

ABSTRACT

Due to the need to provide security and ease of access to users of the Patate-Baños road and in order to promote the economy of these two cantons. A georeferenced survey was carried out using a GPS satellite receiver, obtaining a digital model of the road, a twelve-hour vehicle counting station was carried out for seven days, vehicle mobility was analyzed, Future Traffic was calculated with a projection of 20 years and the road was classified as a class II collector according to (MTO). To study the current state of the pavement, a visual test was used through the Pavement Condition Method, identifying the type of failure and degree of severity. The PCI average of 78.54 percent was obtained, indicating that the quality of the pavement is "Very Good". The deflections generated were measured using the Benkelman Beam, which allowed classifying the deflections present as Type I. On the other hand, the study of soils in the area was carried out, taking altered samples in situ for laboratory analysis, as a result the soil was classified as silty sand, resulting in an average CBR of 18.66 percent, which belongs to a "Regular - Good" quality subgrade. Considering the results, the use of a periodic type maintenance plan is proposed.

Keywords: Deflections, Soil study, Georeferencing, Periodic maintenance, Benkelman beam

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

En los países desarrollados existe un gran interés por la rehabilitación vial, es por esto que las vías terrestres se han ido convirtiendo en elementos esenciales en todo el mundo a lo largo de los últimos años, permitiendo el desarrollo económico y social de la humanidad. Por otra parte, en muchos de los países del mundo no cuentan con mantenimientos apropiados para la conservación de la capa de rodadura que permitan un funcionamiento adecuado brindando seguridad y eficiencia a la movilidad humana.

Estudios previos han demostrado que el mantenimiento vial es indispensable para un camino diseñado, ya que este impide el deterioro la capa de rodadura teniendo en cuenta que el pavimento tiende a desgastarse a partir de su puesta en servicio, de manera lenta al principio y acelerándose significativamente con el pasar del tiempo. Las entidades competentes al realizar mantenimientos viales deben considerar que la conservación de las carreteras conlleva organización, financiamiento y herramientas técnicas acordes para obtener resultados eficaces que cumplan con el objetivo inicial que es brindar una movilidad libre y adecuada a los usuarios. [1]

Un gran ejemplo de avance en la rehabilitación vial es la ciudad de Bogotá que ha implementado nuevos mecanismos de rehabilitación vial como es el uso de una maquina especializada fabricada por la firma británica Velocity UK, dicho aparato permite realizar parches de forma rápida y eficiente sin la necesidad de un gran número de personal, según ensayos realizadas el aparato es capaz de ejecutar un parche o relleno de vía en diez minutos y no es necesario más de 3 trabajadores para realizar la actividad. [2]

En el Ecuador existe una gran preocupación por las vías terrestres y la libre movilidad de los usuarios. En el año 2019 Ecuador se situó en el puesto 35 de 141 países de un ranking mundial de calidad de carreteras, como consecuencia se percibió que las carreteras tienen gran importancia e influencia en varios aspectos de relevancia como la economía. [3]

Es importante mencionar que dentro de un sistema de transporte se mueven mecanismos de circulación del capital, por lo tanto, se constituye como un núcleo estratégico de la producción de una zona es por ello que se ha tomado en consideración

la vía Patate – Baños. Estos cantones cuentan con un alto nivel de comercio, turismo y producción agrícola, los cuales pueden ser potenciados a través del mejoramiento al acceso a estas ciudades. [4]

1.1.1. Fundamentación Teórica

Para llevar a cabo la investigación sobre la implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate – Baños en las abscisas 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua es indispensable tener en cuenta las definiciones de términos básicos que se englobarán a lo largo del desarrollo del presente proyecto.

1.1.1.1. Vías terrestres y su estructura

Las vías terrestres son consideradas estructuras conformadas a partir de capas superpuestas de materiales seleccionados, diseñadas con el fin de soportar las distintas cargas producidas por el tráfico, así como las condiciones ambientales a las que se encuentre expuesta, las carreteras deben ofrecer un servicio confortable y seguro a sus beneficiarios. Existen varias capas de rodadura de las cuales dependen la estructura que precede a cada una de ellas, sin embargo, en cuanto a pavimentos estas pueden englobarse en dos grandes grupos: Pavimentos rígidos y pavimentos flexibles. [5]

- **Pavimento Flexible:** Consiste en una capa de mezcla asfáltica en caliente que contiene agregados finos y gruesos colocada sobre capas granulares de menor rigidez. [5] [6]

La estructura de un pavimento flexible está compuesta en primera instancia por un terreno natural, también denominado subrasante, cabe mencionar que este suelo puede ser mejorado en ciertas ocasiones dependiendo de las características que tenga el material en sitio, sobre esta se asienta la Subbase que tiene como función primordial transmitir las cargas aplicadas al pavimento a la subrasante, este material deberá cumplir con las especificaciones técnicas para una subbase. Por arriba de la subbase se coloca la capa base cuya función principal es transmitir y distribuir de manera uniforme los esfuerzos que recibe la capa de rodadura a la subbase, este material deberá cumplir con las especificaciones técnicas de una base. [7]

- **Pavimento Rígido:** Capa conformada por losas de hormigón de espesor entre 18 a 30 cm, que se encargan de distribuir las cargas producida por el tráfico a las capas inferiores de la estructura. [6]

La estructura que se encuentra por debajo de las losas que conforman el pavimento rígido es principalmente la subrasante que puede ser terreno natural o mejorado al igual que en un pavimento flexible, seguido por una capa de base o subbase según los requerimientos de diseño y finalmente la capa de rodadura que será las losas de hormigón hidráulico antes explicadas.

1.1.1.2. Tipos de fallas en pavimentos flexibles

Al realizarse evaluaciones por inspecciones visuales del estado actual de una carretera se debe determinar principalmente los tipos, niveles de severidad y magnitudes de las fallas presentes sobre la capa de rodadura, principalmente la severidad puede ser medida a partir de tres clasificaciones: [8]

- **LOW – BAJO (L):** No causan incomodidad al usuario al momento de atravesarlas, no son significativas, por lo tanto, no es necesaria la reducción de velocidad del vehículo. [9]
- **MEDIUM – MEDIO (M):** Causan incomodidad y vibraciones significativas al usuario al momento de atravesarlas por lo que es necesaria una reducción de velocidad del vehículo.[9]
- **HIGH – ALTO (H):** Causan incomodidad y vibraciones excesivas al usuario de tal manera que se debe reducir significativamente la velocidad del vehículo. [9]

Las fallas que se presentan en este tipo de pavimento son:

- **Piel de cocodrilo:** Son una serie de grietas originadas por la fatiga de la carpeta asfáltica, este tipo de falla ocurre en las áreas en donde las cargas de tráfico son ocasionadas de manera repetitiva, usualmente este tipo de anomalía se encuentra acompañado por un ahuellamiento. El área afectada por este tipo de falla es evaluada en metros cuadrados (m²). [9]
- **Exudación:** Generada por el exceso de asfalto en la mezcla, es una película del ligante asfáltico sobre la superficie de la capa de rodadura que forma una superficie brillante y pegajosa, este tipo de falla se mide en metros cuadrados (m²). [10] [6]

- **Agrietamiento en bloque:** Grietas que fraccionan al pavimento en bloques que tiene unas dimensiones entre 0.3 m X 0.3 m - 3.0 m X 3.0 m, son causadas por los cambios bruscos de temperatura que ocasionan que el pavimento se contraiga formando estos bloques. La unidad de medición de esta falla es el metro cuadrado (m²). [9]
- **Abultamiento y hundimiento:** Se presentan como desplazamientos hacia arriba y hacia debajo de la superficie del pavimento provocando un rebote en el vehículo al pasar por dicha falla. Es medida en metros lineales. [10][9]
- **Corrugación:** Esta falla se presenta como depresiones y cimas en serie que están de manera reiterativa sobre la capa de rodadura con una frecuencia de 3 m de distancia aproximadamente, es causada por los esfuerzos que produce el tráfico en combinación con una carpeta asfáltica inestable. Las corrugaciones se miden en metros cuadrados (m²). [9]
- **Depresión:** Se presentan ligeros hundimientos en el pavimento, en algunas ocasiones las depresiones son notorias únicamente cuando se presentan lluvias, sin embargo, también pueden ser identificada como manchas ocasionadas por el empozamiento del agua lluvia, son medidos en metros cuadrados (m²). [9]
- **Grieta de borde:** Ubicadas a una distancia aproximada de 0.3 – 0.6 m del borde del pavimento, las grietas tienden a ser longitudinales, son ocasionadas por la falta de confinamiento del pavimento, a la falta de bordillos o bermas que brinden soporte a la estructura. Este tipo de falla es medida en metros cuadrados (m²). [6]
- **Desnivel de carril/ berma:** Se describe como la diferencia de niveles existentes entre la berma y el pavimento, los niveles de severidad dependen del desnivel existente: Bajo si el desnivel esta entre 25 mm y 50mm, Medio si el desnivel esta entre 50 mm y 100 mm y Alto si el valor medido es mayor a 100 mm. Esta falla es medida en metros lineales.[9][10]
- **Grietas longitudinales y transversales:** Se presentan como discontinuidades en el pavimento en dirección transversal al tráfico o paralela a él, existen varias causas por las que este tipo de fallas se puede presentar, entre ellas está la fatiga de la estructura, riego de liga escaso, espesor insuficiente en la capa de rodadura, entre otros. Este tipo de falla es medido en metros lineales (m). [6]
- **Parcheo:** Material nuevo colocado sobre fallas existentes con el fin de reparar la capa de rodadura. Se mide en metros cuadrados. [9]

- **Pulimento de agregados:** Los agregados empleados en el pavimento se tornan suaves al tacto y al pasar los vehículos las llantas no muestran una adherencia significativa. No existe niveles de severidad para este tipo de falla, el pulimento de agregados debe ser significativo para considerarlo dentro de la evaluación PCI. [9]
- **Huecos:** Los huecos presentes en el pavimento usualmente tiene un radio igual o menor a 0.45 m, estos huecos pueden agrandarse por varias causas, pero la principal se debe a la acumulación de agua en su interior. La medición de este tipo de falla se la realiza a través de un conteo según la severidad que presente cada hueco. [9]
- **Ahuellamiento:** Se puede decir como una depresión en el sitio por donde circulan las llantas de los automóviles, el ahuellamiento es causado por deformaciones que se encuentran de manera permanente en alguna de las capas de la estructura del pavimento. Esta falla es medida en metros cuadrados (m²). [6]
- **Hinchamiento:** Desplazamientos hacia arriba de la superficie de la capa de rodadura con una longitud mayor a 3.0 metros. Es medido en metros cuadrados [9]
- **Desprendimiento de agregados:** Pérdida de las partículas de agregado por ausencia de material ligante. Puede ser causado por el tránsito de ciertos vehículos o a su vez por mala calidad del material empleado en la capa de rodadura. Se mide en metros cuadrados.[9]

1.1.1.3. Tipos de fallas en pavimentos rígidos

Algunas de las fallas que se presentan en este tipo de pavimento también se presentan en pavimentos flexibles como es el caso de: Grietas longitudinales y transversales, baches, grietas de borde, entre otras. Para evaluar las fallas en este tipo de pavimento se mantiene el criterio antes visto respecto a los grados de severidad (Low, Medium y High).

- **Losas Divididas:** Esta falla se debe a al exceso de cagas presentes sobre la carpeta asfáltica, consiste en la división de la losa en 4 o más bloques. Su medición se la realiza únicamente a través de un conteo. [9]
- **Daño del sello de la junta:** Se define como la condición que permita que basura, agregados u otros materiales se acumulen en la junta, inclusive puede permitir la

infiltración de agua, impidiendo que la losa trabaje de manera adecuada ocasionando la aparición de otros tipos de falla. Esta falla es evaluada en la condición total del área estudiada. [9]

- **Punzonamiento:** Sección específica de la losa que se encuentra partida en varios pedazos de distintas figuras, el daño es causado por la aplicación repetida de cargas pesadas sobre la losa. Es medido a través del conteo. [9]
- **Descascaramiento de esquina:** Se presenta como una rotura a unos 0.6 m de la esquina de la losa, generalmente este tipo de fallas intercepta la junta de la losa. Se evalúa a través de los niveles de severidad y utilizando un conteo. [9]
- **Descascaramiento de junta:** Es la fractura de las orillas de la losa a una distancia aproximada de 0.60 m de la junta, es originada por el uso de concreto débil en las juntas o por la aplicación de esfuerzos excesivos del tráfico. [9]

1.1.1.4. El tránsito

- **Volumen de Tránsito:** El estudio del volumen de tráfico no es más que el análisis del número de vehículos que circulan por un punto específico de la carretera en estudio a lo largo de un intervalo de tiempo determinado. Estos datos se levantan con el fin de datos reales de la movilidad vehicular sobre la carretera a estudiarse. [11]
- **Tráfico Promedio Diario Anual:** Es igual al número de vehículos que circula durante un año calendario dividido para 365, en otras palabras, este número representa el volumen de tráfico promedio en un día. Para la obtención de este dato se aplicará la siguiente ecuación: [11]

$$TPDA = TPDA \text{ actual} + Tat$$

Ecuación 1

Donde:

TPDA: Tráfico promedio diario anual

TPDA actual: Tráfico promedio diario anual actual

Tat: Tráfico atraído = 10% de TE.

- **Volumen de la hora pico:** Este valor corresponde al volumen de tráfico que transita en aquella hora que el tráfico es más intenso. Para la determinación de este valor interviene el factor k, que depende de la zona en la cual se esté llevando a cabo el estudio. [12] [8]

$$VHP = k * TE$$

Ecuación 2

Donde:

VHP: Volumen de la hora pico

TE: Tráfico existente

K: Factor de la relación entre el volumen de la 30va hora y TE. (K = 0.08 para zonas urbanas, 0.12 para zonas rurales secundarias y 0.16 para zonas rurales principales)

- **Proyección de tránsito:** Llamado también tráfico futuro, es en lo que se debe basar el diseño de una carretera, ya que consiste en el tráfico que se espera recibir en la vía en el último año de su vida útil, sabiendo que el volumen esperado para cada año se incrementa en relación con el último año. El tráfico futuro se determina a partir de la siguiente ecuación: [12]

$$T_f = Ta * (1 + n)^n$$

Ecuación 3

Donde:

T_f : Tráfico Futuro

Ta: Tráfico actual o TPDA

n: Número de Años proyectados

1.1.1.5. Granulometría

El ensayo de granulometría consiste en obtener la composición en porcentajes de los distintos tamaños de agregados que conforman una muestra de suelo, esto se obtiene pasando la muestra por una serie de tamices de distintos tamaños, en los cuales los agregados pasan o se quedan retenidos, estos son pesados y presentados en un porcentaje parcial de cada tamaño de agregado presente en la muestra. [13]

Tabla 1: Especificación de tamices

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)
3"	76.20
2 ½"	63.50
2"	50.80
1 ½"	38.10
1"	25.40
¾"	19.05
½"	12.70
3/8"	9.53
Nº 4	4.75
Nº 10	2.00
Nº 20	0.84
Nº 40	0.42
Nº 50	0.297
Nº 60	0.25
Nº 70	0.21
Nº 80	0.18
Nº 100	0.149
Nº 200	0.075

Fuente: Deterioro de pavimentos flexibles y rígidos, 2010.

La determinación de este parámetro resulta de gran importancia debido a que el tamaño de los agregados presentes en un material puede afectar la trabajabilidad, porosidad, resistencia, economía, durabilidad, entre otros factores, lo óptimo es que un material tenga una buena distribución granulométrica que permita el desarrollo adecuado de las funciones para lo que el material ha sido diseñado y estudiado. [13]

1.1.1.6. CBR

El California Bearing Ratio es la carga que se necesita para penetrar en un suelo un pistón, este valor es expresado en porcentaje de una carga necesaria para penetrar el pistón a una igual profundidad de un material de referencia (carga unitaria patrón), este ensayo se lo realiza con la finalidad de obtener la capacidad portante del suelo a partir

de diferentes grados de compactación y empleando una humedad óptima, usualmente se elaboran 3 muestras a diferentes grados de compactación (comúnmente 56, 25 y 10 golpes). Este ensayo es útil principalmente para valorar la calidad del suelo para ser empleado dentro de la estructura del pavimento ya sea como base o subbase, inclusive puede evaluarse la calidad de la subrasante existente en el área. [14] [15]

Este ensayo presenta una clasificación según el porcentaje de CBR obtenido:

Tabla 2: Clasificación de suelos según el CBR

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

Fuente: Normativa AASHTO-93

La ecuación que define al California Bearing Ratio:

$$\% CBR = \frac{\text{Carga unitaria del ensayo}}{\text{Carga unitaria patrón}} * 100$$

Ecuación 4

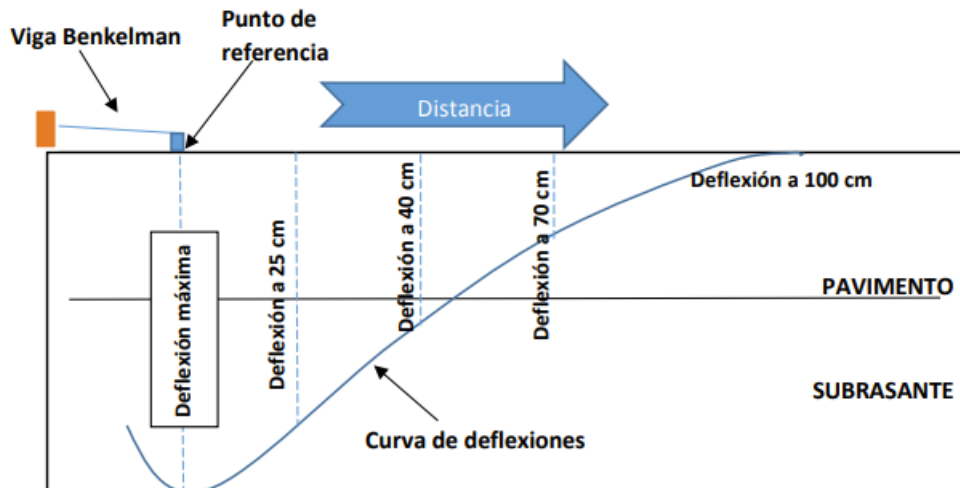
1.1.1.7. Viga Benkelman

La Viga Benkelman es un instrumento con el cual es posible medir las deflexiones existentes en la capa de rodadura. Las deflexiones en el pavimento se presentan a través de valores que son el resultado de la aplicación de cargas verticales fuertes, estas cargas hacen referencia a las aplicadas por efecto del tráfico. A través de las deflexiones puede evaluarse la capacidad estructural de un pavimento, se considera que la capacidad estructural del modelo de un pavimento eficiente es cuando la deflexión medida es baja. [16]

Para realizar las mediciones por medio de la viga Benkelman se requiere una carga de 1800 lb obtenida de los neumáticos dobles posteriores de un vehículo, las mediciones

se las realiza en un punto de inicio de referencia y a cada distancia conforme va avanzando el vehículo, con la finalidad de crear una curva de deflexiones. [17]

Gráfico 1: Curva de deflexiones



Fuente: Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicada a un pavimento, 2017.

1.1.1.8. Método PCI

El Método Paviment Condition Index PCI a través de inspecciones visuales permite determinar la condición en la cual se encuentra un pavimento, identificando la cantidad de fallas existentes en una unidad de prueba, así como su tipo y su severidad. Este método no requiere de la aplicación de herramientas específicas para su ejecución. [17]

Este método ha introducido los denominados valores deducidos, que permiten indicar la afectación presente en el pavimento de acuerdo con cada combinación de falla, severidad y cantidad. El PCI es representado a través de un número que varía de 0 a 100, existen rangos de valores en los cuales se puede identificar la condición cualitativa de la capa de rodadura: [9]

Tabla 3: Rango de Clasificación PCI

RANGO	CLASIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Fuente: Paviment Condition Index PCI para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras, 2002

La evaluación del pavimento a partir del método PCI consta de varias etapas. La primera se basa en un trabajo de campo en donde de manera visual se identifican los daños existentes en el pavimento, registrando la información en hojas de campo con un formato adecuado. Para realizar el trabajo de campo es necesario dividir al área de estudio en unidades de muestreo, en carreteras de capa de rodadura asfáltica y con un ancho de 7.30 m el área de la unidad de muestreo debe estar comprendida entre $230 \pm 93 \text{ m}^2$. Para determinar el área de una unidad de muestreo se aplica: [9]

$$A = L * A_1$$

Ecuación 5

Donde:

A: Área de la unidad de muestreo

L: Longitud de la unidad de muestreo

A_1 : Ancho de la unidad de muestreo

También es necesario determinar un número específico de las unidades de muestreo, en algunos proyectos es necesario evaluar todas las unidades de prueba sin embargo esto puede resultar demorado y los recursos a emplearse pueden resultar costosos. Existe una ecuación que ayudará a determinar el número mínimo de unidades de

prueba a evaluarse, cabe mencionar que conlleva a obtener un PCI con un error del ± 5 . [9]

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

Ecuación 6

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo.

e: Error admisible en el PCI (e = 5%)

σ : Desviación estándar del PCI (generalmente se asume un valor de 10 para pavimentos flexibles y 15 para pavimentos rígidos)

Gráfico 2: Formato de hoja de campo para el método PCI

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA		
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
INSPECCIONADA POR		FECHA				
<input type="text"/>		<input type="text"/>				
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo.	11	Parcheo.			
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.			
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.			
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.			
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.			
6	Depresión.	16	Desplazamiento.			
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.			
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long y transversal.					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido

Fuente: Fuente: Paviment Condition Index PCI para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras, 2002

Tabla 4: Longitud de unidades de muestreo

ANCHO DE LA CALZADA (m)	LONGITUD DE LA UNIDAD DE MUESTREO (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3	31.5

Fuente: Paviment Condition Index PCI para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras, 2002

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Proponer un sistema de gestión de conservación vial en función de las características físicas de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Disponer de un levantamiento topográfico georreferenciado de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.
- Conocer la movilidad vehicular en la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.
- Evaluar cada uno de los componentes físico de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.


CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Se debe tomar en cuenta los ensayos a realizarse para determinar todos los materiales y equipos a utilizarse durante el desarrollo del presente proyecto con el fin de obtener resultados válidos en cada una de las practicas.

- **Levantamiento georreferenciado:**

Tabla 5: Materiales y equipo para levantamiento georreferenciado

ENSAYOS	MATERIALES	EQUIPO
Georreferenciación	Pintura, Cinta métrica	Receptor Satelital GPS Marca: Garmin Versión: etex 10 

Fuente: Autor

- **Movilidad vehicular:**

Para conocer la movilidad vehicular no es necesario portar equipos especializados, los datos se procesan a través del software Excel con el fin de facilitar la obtención de resultados.

- **Propiedades de la vía Patate – Baños:**

Tabla 6: Materiales y equipo para propiedades de la vía.

ENSAYOS	MATERIALES	EQUIPO
Muestreo	Costales, pala, pico, flexómetro	
Granulometría	Muestra de suelo	Tamices, tamizador, balanza, recipientes para pesar las muestras.
Límite Plástico	Muestra de suelo que pasa por el tamiz N ^o 40, agua	Placa de vidrio, recipientes, mortero de porcelana, horno, espátula
Límite Líquido	Muestra de suelo que pasa por el tamiz N ^o 40, agua	Copa de Casagrande, recipientes, acanalador, horno, balanza, espátula
Proctor Modificado	Muestra de suelo, agua	Moldes cilíndricos de metal, bandejas, recipientes, martillo compactador, palustre, balanza, horno
CBR	Muestra de suelo, agua	Pesa anular, maquina multispeed, pesa ranurada, moldes cilíndricos de metal, bandejas, recipientes, martillo compactador, palustre, balanza, horno
Medición de deflexiones	Tiza, agua, cinta métrica, combo	Viga Benkelman, volqueta, flexómetro, termómetro

Fuente: Autor

Tabla 7: Especificaciones de materiales y equipo para propiedades de la vía.

Tamices	Tamizador	Balanza
<p>Marca: Humboldt Versión: 2011</p> 	<p>Marca: Controls Versión: 15-d0407/BZ</p> 	<p>Marca: México</p> 
Horno	Copa de Casagrande	Molde cilíndrico
<p>Marca: Sin Marca</p> 	<p>Marca: Sin Marca</p> 	<p>Marca: Sin marca</p> 
Máquina Multispeed	Martillo Compactador	Viga Benkelman
<p>Marca: Controls Versión: 34V1174</p> 	<p>Marca: Controls Versión: 33T 0075</p> 	<p>Marca: Controls Versión: 80-B0180</p> 

Fuente: Autor

Los equipos utilizados para el desarrollo del presente trabajo de titulación fueron facilitados por los laboratorios de Topografía y Mecánica de suelos de la Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

2.2 Métodos

2.2.1 Investigación bibliográfica

La investigación bibliográfica hace uso de documentos existentes, ya sean físicos o digitales que ayudan a obtener información del tema en estudio dando sustento a lo investigado previamente o a su vez es posible darle una perspectiva diferente al problema planteado de tal manera que despierte interés en lectores. [18]

Este tipo de investigación forma parte de una etapa fundamental en cualquier proyecto, puede ser muy extensa y para su ejecución se debe tener a disposición material informativo reconocido (revistas científicas, libros, sitios webs confiables, entre otros), sin embargo, debe llevarse a cabo una búsqueda minuciosa de información que garantice información útil y relevante para el tema de estudio. La información recolectada debe ser organizada de manera sistemática de tal manera que permita facilitar el análisis de la información obtenida. [19]

En el presente proyecto este tipo de investigación se utilizó para justificar y sustentar los conceptos y teorías necesarios para el desarrollo de ensayos y cálculos que permitan obtener resultados apropiados.

2.2.2 Investigación de campo

La investigación de campo o exploratoria es realizada en el sitio del cual se está llevando a cabo la investigación, su principal objetivo es reconocer y familiarizarse del lugar de estudio y palpar de manera directa ciertas características que ayuden a dar una visión rápida del estado actual del área involucrada, este tipo de investigación precede a los demás tipos de investigación, de tal manera que es complementada con los otros estudios a realizarse. [18]

Mediante la investigación de campo fue posible obtener un dato certero de la movilidad vehicular en el sitio, un levantamiento georreferenciado de la vía en estudio, además de muestreos de la subrasante para su posterior ensayo.

2.2.3 Investigación de laboratorio

Este tipo de investigación permite el estudio en condiciones controladas de las muestras obtenidas del lugar de estudio empleando equipo y materiales adecuados con el fin de obtener resultados coherentes y reales de los ensayos ejecutados, permitiendo realizar un análisis que permita tener un diagnóstico de las características y

propiedades que componen el material recolectado a través de un muestreo alterado. Los resultados obtenidos en una investigación de laboratorio son de gran sustento para plantear la solución del problema detectado en el proyecto de investigación. [18]

Se empleó la investigación de laboratorio para el desarrollo de los ensayos de granulometría, límite líquido, límite plástico, proctor y CBR, con el fin de conocer las características de la subrasante del sitio y obtener resultados que permitan realizar comparaciones con la normativa adecuada.

2.2.4 Plan de recolección de información

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos en el presente proyecto se realizará la recolección de información empleando la información presentada en la Tabla 8.

Tabla 8: Plan de recolección de información

INTERROGANTES	DESCRIPCIÓN
¿Qué se evalúa?	El estado actual del pavimento y la estructura que lo compone, además de sus características físicas y mecánicas.
¿Para qué se evalúa?	Para generar un plan de conservación de la capa de rodadura adecuado para las condiciones a las que se encuentra la vía en estudio.
¿Cómo se evalúa?	Llevando a cabo los diferentes tipos de investigación: Investigación bibliográfica, de campo, descriptiva y de laboratorio
¿Quién evalúa?	Srta. María Isabel Almeida Domínguez Ing. Alex López. M.g
¿Dónde se evalúa?	En la vía Patate – Baños en las Abs 4+700 – 8+200 de la Provincia de Tungurahua.
¿Qué aspectos se evalúa?	Tipo de fallas existentes en la capa de rodadura, así como su severidad y su cantidad, además de la calidad de los materiales utilizados en la construcción.

Fuente: Autor

Se detalla el proceso de recolección de datos para cada una de las fases del proyecto:

- **FASE 1: Levantamiento Topográfico:**

Se levantó la información en campo mediante el uso de un receptor satelital GPS, los puntos fueron tomados en una distancia establecida a lo largo del tramo en estudio, para lograr precisión y resultados favorables.

- **FASE 2: Movilidad Vehicular:**

Se ejecutó una estación de conteo manual fija en la abscisa 8+200 de la vía en estudio, en la cual se contabilizó cada uno de los vehículos que circulaban en la carretera dentro de un horario establecido (7h00-19h00), clasificándolos a su vez según su tipo.

- **FASE 3: Componentes Físicos:**

- ✓ Se extrajeron muestras de subrasante de la vía, realizando calicatas de 1x1x1m que facilitaron la toma de muestras alteradas para su posterior análisis.
- ✓ Se realizaron inspecciones visuales a través del método PCI para identificar los tipos de falla existentes en el pavimento, así como su nivel de severidad, para ello se definieron 14 unidades de muestreo de 40 metros de longitud a lo largo de la vía en estudio.
- ✓ Al igual que en las inspecciones visuales, se usaron unidades de muestreo cada 200 metro, con el fin de obtener las deflexiones del pavimento a lo largo de todo el tramo de vía, empleando la Viga Benkelman y con ayuda de una volqueta con capacidad total de 8 m³.

2.2.5 Procesamiento de información

El procesamiento de datos necesarios para el desarrollo del presente proyecto se describe a continuación.

- **FASE 1: Levantamiento Topográfico:**

Una vez obtenida la información levantada en campo, por medio del software Civil 3D se genera un resultado visual de la vía Patate – Baños en la abs 4+700 – 8+700.

- **FASE 2: Movilidad Vehicular:**

Mediante el empleo de hojas de campo y el software Excel se ordena la información obtenida en la estación de conteo vehicular, dichos datos serán empleados para el cálculo del TPDA bajo la normativa propuesta por el Ministerio de Transporte y Obras Publicas MTOP, datos necesarios para el desarrollo del presente proyecto.

Gráfico 3: Formato de hoja de campo para conteo vehicular

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				Total Pesados	TOTAL	ACUMULADO POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3			
7h00	7h15									
7h15	7h30									
7h30	7h45									
7h45	8h00									
8h00	8h15									
8h15	8h30									
8h30	8h45									
8h45	9h00									
...	...									
...	...									
...	...									
...	...									
17h00	17h15									
17h15	17h30									
17h30	17h45									
17h45	18h00									
18h00	18h15									
18h15	18h30									
18h30	18h45									
18h45	19h00									
TOTAL										

Fuente: Autor

- ✓ **Sección 1:** Datos informativos del proyecto.
 - ✓ **Sección 2:** Intervalos de tiempo en los cuales se registra el paso de los vehículos
 - ✓ **Sección 3:** Clasificación de vehículos que circulan en una carretera, pueden ser livianos, buses y pesados. Los vehículos pesados cuentan con una subclasificación que depende de sus ejes y se representa de la siguiente forma: dos ejes C-2P, tres ejes C-2G, cuatro ejes C-3, más de cuatro ejes $C > 3$.
 - ✓ **Sección 4:** Esta sección cuenta con el total de vehículos pesados, total de vehículos que circulan en 15 minutos y total de vehículos que circulan acumulados en una hora.
 - ✓ **Sección 5:** Total de vehículos que circulan durante 12 horas según su tipo.
- **FASE 3: Componentes Físicos:**
 - ✓ De las muestras extraídas en distintos sitios a lo largo de la carretera se procede a realizar los siguientes ensayos bajo las normativas respectivas:

Tabla 9: Ensayos y normativas

ENSAYO	NORMATIVA
Límites de atterberg	AASHTO: T-90-70
Granulometría	AASHTO: 7-87-70 ASTM: D421-58
Proctor Modificado	AASHTO T 180 ASTM-D 1557
CBR	ASTM D-1883

Fuente: Autor

- ✓ Para el método PCI, se ordenó los datos levantados en hojas de campo para su posterior cálculo empleando diagramas establecidos según corresponda a cada tipo de falla, obteniéndose el valor del PCI en cada una de las unidades de muestreo.

Gráfico 4: Formato de hoja de campo para inspección visual PCI

NÚMERO		FALLAS		ESQUEMA			
1	Piel de cocodrilo	m2					
2	Exudación	m2					
3	Agrietamiento en Bloque	m2					
4	Abultamientos y hundimientos	m					
5	Corrugación	m2					
6	Depresión	m2					
7	Grieta de Borde	m2					
8	Grieta de reflexión de junta	m					
9	Desnivel Carril/Berma	m					
10	Grietas longitudinales y transversales	m					
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2					
12	Pulimiento de agregados	m2					
13	Huecos	U					
14	Cruce de Vía ferrea	m2					
15	Ahuellamiento	m2					
16	Desplazamiento	m2					
17	Grietas parabólicas	m2					
18	Hunchamiento	m2					
19	Desprendimiento de agregados	m2					
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)				
					VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		
					PCI = 100-VDT=		



Fuente: Autor

La hoja de campo a utilizarse para la inspección visual por el método PCI se ha dividido en 4 secciones fundamentales, cuyas funciones se describen a continuación:

- ✓ **Sección 1:** Datos informativos del proyecto.
- ✓ **Sección 2:** Tipos de fallas que pueden presentarse en la vía en estudio
- ✓ **Sección 3:** Esquema de la unidad de muestreo y las fallas presentes.
- ✓ **Sección 4:** Datos correspondientes al valor deducido y al PCI.

Una vez obtenidas las deflexiones en campo se ordenó la información por medio de hojas de campo, posteriormente se realizaron los cálculos respectivos para identificar los tipos de deflexiones presentes en la vía de estudio.

Gráfico 5: Formato de hoja de campo para deflexiones de la capa de rodadura

 		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-left: 10px;">1</div>						
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua."								
ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)						TEMPERATURA (°C)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800	
1								
2								
3	2				3			2
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Fuente: Autor

La hoja de campo para la medición de las deflexiones de la capa de rodadura por medio de la viga Benkelman cuenta con 3 secciones principales:

- ✓ **Sección 1:** Datos informativos del proyecto.
- ✓ **Sección 2:** Datos sobre el área de medición
- ✓ **Sección 3:** Datos de las deflexiones tomadas.

2.2.6 Plan para análisis de Resultados

- **FASE 1: Levantamiento Topográfico:**

El resultado obtenido son los planos de la vía Patate – Baños en las abscisas 4+700 – 8+200, en donde consta el abscisado, ancho y curvas del tramo mencionado.

- **FASE 2: Movilidad Vehicular:**

Se obtiene el valor numérico del TPDA, a partir del cual se puede clasificar la carretera según la normativa propuesta por el Ministerio de Transporte y Obras

públicas MTOP, estos datos son de gran importancia al momento de generar el plan de mantenimiento y rehabilitación vial.

- **FASE 3: Componentes Físicos:**

- ✓ Se realizó gráficos y cuadros resumen que representen los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio, que permitan realizar comparaciones y faciliten el análisis de resultados.
- ✓ Se obtuvo el valor numérico
- ✓ PCI, a través del cual se pudo clasificar de manera cualitativa el estado actual de la capa de rodadura de la vía Patate – Baños en las abscisas 4+700 – 8+200.
- ✓ Mediante el valor de las deflexiones obtenido, se clasificó a las mismas según su tipo.

Los resultados obtenidos en cada una de las fases presentadas fueron útiles para generar una alternativa de mantenimiento vial acorde a las solicitudes de la vía Patate – Baños en las Abs 4+700 – 8+200 que permita brindar a los usuarios libre movilidad y confort al disponer de la carretera. Además de plantear conclusiones que satisfagan los objetivos propuestos para el presente proyecto.

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y Discusión de los Resultados

3.1.1 Ubicación del Proyecto

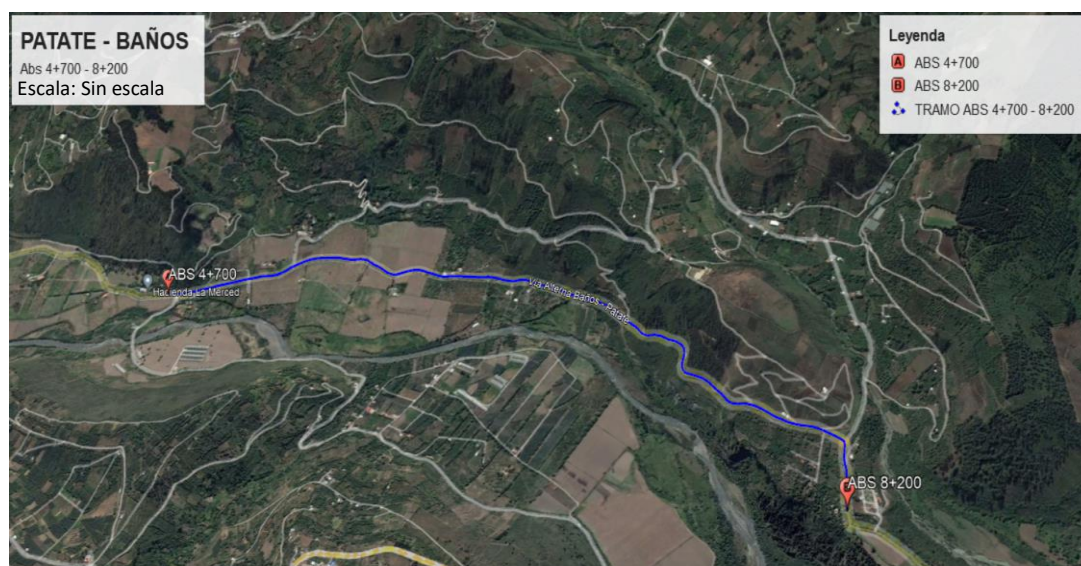
El estudio del presente proyecto está ubicado en la provincia de Tungurahua, la vía se encarga de conectar los cantones Patate – Baños, este trabajo está enfocado al análisis del km 4+700 al km 8+200 de la vía mencionada, teniendo un tramo de estudio de 3.5 kilómetros de longitud.

Tabla 10: Coordenadas del proyecto

ABSCISA	SUR	ESTE
4+700	9851094.66	778165.16
8+200	9848230.04	779191.79

Fuente: Autor

Gráfico 6: Vía Patate – Baños Km 4+700 – 8+200



Fuente: Google Earth Pro

3.1.2 Georreferenciación de la vía

Mediante el uso de un receptor satelital GPS se pudo obtener la georreferenciación de la vía Patate – Baños en el tramo de las Abscisa 4+700 a la 8+200, realizando toma de puntos cada 25 metros de distancia en el extremo derecho e izquierdo de la vía, así como en su eje. Posteriormente los datos levantados se procesaron en el software

AutoCad Civil 3D dando como resultado el anexo E que contiene la representación digital de la vía en estudio. Además, se evidenciaron los datos presentados en la Tabla 11:

Tabla 11: Georreferenciación de la Vía

Ancho promedio de la calzada	Número de Carriles	Número de puntos levantados
5.2 m	2	510

Fuente: Autor

3.1.3 Análisis de tráfico

Mediante la ejecución de un conteo vehicular manual se realizó el análisis del tráfico existente en la vía Patate – Baños, teniendo en cuenta el tipo y número de vehículos que circulan por la carretera en estudio. La estación de conteo fue ubicada en el km 8+200 y fue realizada por 7 días consecutivos durante 12 horas diarias, los días 25, 26, 27, 28, 29, 30 de abril y el 01 de mayo del 2022 desde las 7h00 hasta las 19h00 en ambos sentidos de la vía. Para realizar el conteo vehicular se utilizaron las hojas de campo presentadas anteriormente en el Grafico 3.

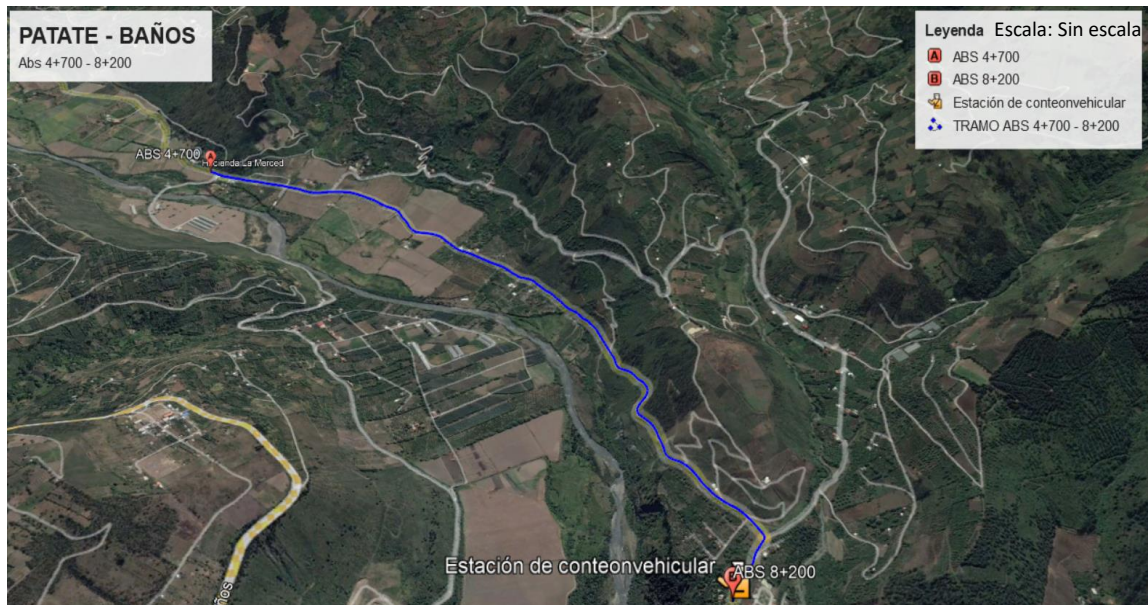
Los datos obtenidos del conteo vehicular se presentan en el anexo A.

Tabla 12: Coordenadas de la estación de conteo vehicular

ABSCISA	SUR	ESTE
8+200	9848230.04 m	779191.79 m

Fuente: Autor

Gráfico 7: Estación de conteo vehicular



Fuente: Google Earth Pro

3.1.3.1 Determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) por medio de la trigésima hora.

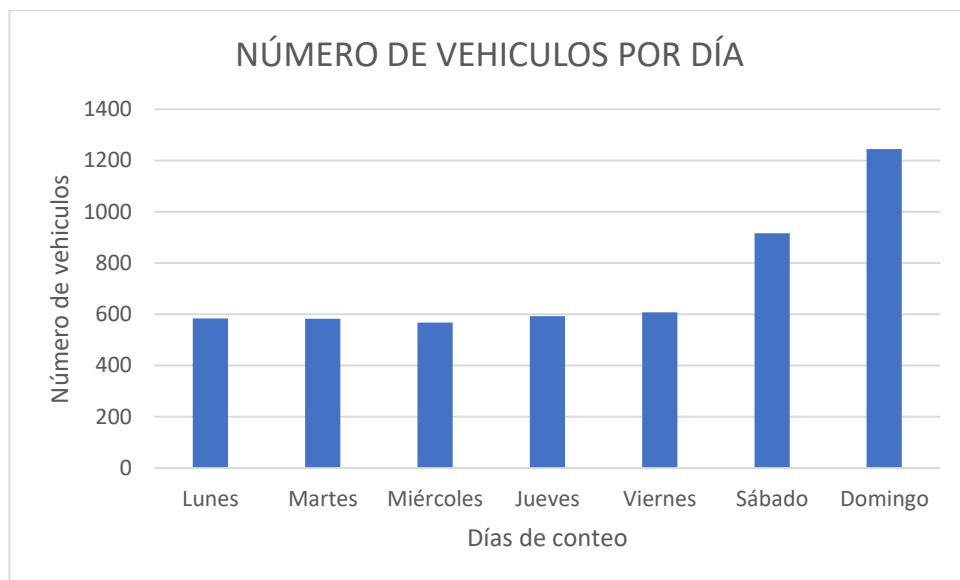
Una vez finalizado el conteo vehicular de la vía Patate – Baños en la abscisa 8+200 se calcula el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), tomando en cuenta que el domingo 01/05/2022 fue el día con mayor número de vehículos circulantes en el tramo de estudio con un total de 206 vehículos, a continuación, se presentan los datos registrados durante los siete días de estudio de tráfico.

Tabla 13: Número de vehículos que circulan por día

DÍA	NÚMERO DE VEHICULOS
Lunes	584
Martes	582
Miércoles	567
Jueves	592
Viernes	607
Sábado	916
Domingo	1244

Fuente: Autor

Gráfico 8: Número de vehículos que circulan por día



Fuente: Autor

El día 01 de mayo del 2022 se registra mayor flujo vehicular como se muestra en la gráfica 8 y en la tabla 13, además durante este día la hora pico o trigésima hora es

desde las 12h00 hasta las 13h00 teniendo un valor de 206 vehículos circulantes, como se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14: Conteo Vehicular: Hora pico

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL	ACUMULADO POR
				C-2P	C-2G	C-3	C>3	Total		
12h00	12h15	35	0	0	0	0	0	0	35	206
12h15	12h30	43	0	0	0	0	0	0	43	
12h30	12h45	55	0	0	0	0	0	0	55	
12h45	13h00	72	1	0	0	0	0	0	73	
TOTAL		205	1	0	0	0	0	0	206	

Fuente: Autor

3.1.3.2 Cálculo del Tráfico promedio diario Anual (TPDA)

$$TPDA_{actual} = \frac{VHP}{k}$$

Ecuación 7

Donde:

TPDA actual: Tráfico promedio diario anual actual

VHP: Volumen de tráfico en la hora pico

k: Factor del TPDA según la zona de estudio. (Zona Urbana 8% - 12%, Zona Rural 12% - 18%)

- **TPDA actual para vehículos Livianos**

$$TPDA_{actual} = \frac{205 Veh}{0.15}$$

Datos: (Tabla 10)

$$TPDA_{actual} = 1367 \frac{Veh}{día}$$

- **TPDA actual para vehículos Buses**

$$TPDA_{actual} = \frac{1 Veh}{0.15}$$



Datos: (Tabla 10)

$$TPDA_{actual} = 7 \frac{Veh}{día}$$

- **TPDA actual para vehículos Pesados**

Se puede observar que en la hora pico (Tabla 14) no circulan vehículos pesados, por lo que se ha tomado el valor mayor de vehículos pesados que han circulado en una hora el domingo para el cálculo en este apartado.

Tabla 15: Conteo Vehicular: Vehículos pesados

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		CONTEO VEHICULAR				
 										
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.										
Fecha: 01/05/2022				Ubicación: Vía Patate - Baños Abs 8+200						
Hoja #: 07				Sentido: Ambos sentidos						
Responsable: María Isabel Almeida Domínguez										
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL	ACUMULADO POR	
			C-2P	C-2G	C-3	C>3	Total			
16h00	16h15	24	1	2	0	0	0	2	27	136
16h15	16h30	51	0	0	0	0	0	0	51	
16h30	16h45	31	0	1	0	0	0	1	32	
16h45	17h00	24	0	2	0	0	0	2	26	
TOTAL		130	1	5	0	0	0	5	136	

Fuente: Autor

$$TPDA_{actual} = \frac{5 Veh}{0.15}$$

Datos: (Tabla 11)

$$TPDA_{actual} = 34 \frac{Veh}{día}$$

En la tabla 16, se muestran los valores obtenidos del TPDA actual.

Tabla 16: TPDA actual de la Vía Patate – Baños

TIPO DE VEHICULO	VEHICULOS EN LA HORA PICO (veh)	TPDA ACTUAL (veh/día)
Livianos	205	1367
Buses	1	7
Pesados	5	34
TOTAL TPDA actual:		1408

Fuente: Autor

3.1.3.3 Cálculo del tráfico atraído

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

Ecuación 8

Donde:

T at: Tráfico atraído

TPDA actual: Tráfico promedio diario anual actual

- **Tráfico atraído para vehículos Livianos**

$$T_{at} = 10\% * 1367$$

Datos: (Tabla 12)

$$T_{at} = 137 \frac{Veh}{día}$$

- **Tráfico atraído para vehículos Buses**

$$T_{at} = 10\% * 7$$

Datos: (Tabla 12)

$$T_{at} = 1 \frac{Veh}{día}$$

- **Tráfico atraído para vehículos Pesados**

$$T_{at} = 10\% * 34$$

Datos: (Tabla 12)

$$T_{at} = 4 \frac{Veh}{día}$$

A continuación, se muestran los valores obtenidos del tráfico atraído para cada tipo de vehículo.

Tabla 17: Tráfico atraído de la Vía Patate – Baños

TIPO DE VEHICULO	TPDA ACTUAL (veh/día)	TRÁFICO ATRAIDO (veh/día)
Livianos	1367	137
Buses	7	1
Pesados	34	4
TOTAL T at:		142

Fuente: Autor

3.1.3.4 Cálculo del tráfico promedio diario anual total

Para realizar este cálculo se hace uso de la Ecuación 1.

- **TPDA para vehículos Livianos**

$$TPDA = TPDA \text{ actual} + T_{at}$$

$$TPDA = 1367 \frac{Veh}{día} + 137 \frac{Veh}{día}$$

Datos: (Tabla 13)

$$TPDA = 1504 \frac{Veh}{día}$$

- **TPDA para vehículos Buses**

$$TPDA = 7 \frac{Veh}{día} + 1 \frac{Veh}{día}$$

Datos: (Tabla 13)

$$TPDA = 8 \frac{Veh}{día}$$

- **TPDA para vehículos Pesados**

$$TPDA = 34 \frac{Veh}{día} + 4 \frac{Veh}{día}$$

Datos: (Tabla 13)

$$TPDA = 38 \frac{Veh}{día}$$

En la Tabla 18, se muestran los resultados del Tráfico promedio diario anual (TPDA)

Tabla 18: TPDA de la Vía Patate – Baños

TIPO DE VEHICULO	TPDA ACTUAL (veh/día)	TRÁFICO ATRAIDO (veh/día)	TPDA (veh/día)	TPDA (%)
Livianos	1367	137	1504	97,032
Buses	7	1	8	0,516
Pesados	34	4	38	2,451
TOTAL			1550	100

Fuente: Autor

3.1.3.5 Cálculo del tráfico futuro

El cálculo del tráfico futuro para el presente proyecto se lo realiza en base a un periodo de 20 años el cual inicia en el presente año 2022 y culmina en el año 2042.

Los datos empleados para el cálculo del tráfico futuro se han obtenido previamente, en el caso de la tasa de crecimiento vehicular para la provincia de Tungurahua se hizo uso de datos proporcionados por el INEC de los vehículos matriculados a lo largo de los años obteniéndose las siguientes tasas de crecimiento:

Tabla 19: Tasa de crecimiento vehicular Tungurahua

PERIODO	TASA DE CRECIMIENTO %
2021-2026	0,81
2026-2031	0,66
2031-2036	0,55
2036-2041	0,47
2041-2046	0,42

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)

Para realizar este cálculo se utiliza la *Ecuación 3*, obteniéndose:

Tabla 20: Tráfico futuro en la vía Patate - Baños

AÑO	TASA DE CRECIMIENTO (%)	TRÁFICO FUTURO (veh/día)			TPD Af (veh/día)
		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	
2022	0,81	1504	8	38	1550
2023	0,81	1516	8	38	1563
2024	0,81	1528	8	39	1575
2025	0,81	1541	8	39	1588
2026	0,81	1553	8	39	1601
2027	0,66	1566	8	40	1614
2028	0,66	1576	8	40	1625
2029	0,66	1587	8	40	1635
2030	0,66	1597	9	41	1646
2031	0,66	1608	9	41	1657
2032	0,55	1618	9	41	1668
2033	0,55	1627	9	42	1677
2034	0,55	1636	9	42	1687
2035	0,55	1645	9	42	1696
2036	0,55	1654	9	43	1706
2037	0,47	1663	9	43	1715
2038	0,47	1671	9	43	1723
2039	0,47	1679	9	44	1732
2040	0,47	1687	9	44	1740
2041	0,47	1695	9	44	1748
2042	0,42	1703	9	45	1757

Fuente: Autor

3.1.3.6 Tipo de vía en Función al tráfico Futuro (TPDAf)

El Ministerio de Transporte y Obras públicas en la Norma propuesta en el año 2003 presenta una clasificación de carreteras en función al tráfico proyectado:

Tabla 21: Clasificación de carreteras según el TPDAf

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

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

El valor calculado del tráfico futuro para el presente proyecto es igual a 1757 vehículos por día, por lo que esta carretera se clasifica como una Colectora II, se debe tomar en cuenta que este tipo de carreteras tendrá un ancho de calzada de 6.5 a 7.3 metros, además de un espaldón de 2 metros y para su diseño se considera una velocidad de 50 a 70 km/h según la Norma MOP 2003.

3.1.4 Cálculo del índice de Condición del Pavimento (PCI)

Mediante inspecciones visuales y utilizando el Índice de Condición del Pavimento se identificaron las fallas presentes en la carretera Patate – Baños en las abs 4+700 a la 8+200 lo cual permite obtener un diagnóstico del estado actual de la capa de rodadura.

Para realizar el estudio del PCI se consideran los datos presentados en la Tabla 22:

Tabla 22: Datos para el PCI

DATOS	VALORES
Ancho Promedio de la vía (An)	5.2 m
Longitud del tramo (Lt)	3500 m
Área del tramo (A)	$230 \pm 93 m^2$
Error admisible estimado para el PCI (e)	5 %
Desviación estandar del PCI (σ)	10

Fuente: Autor

3.1.4.1 Longitud de la Unidad de Muestreo

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

Ecuación 9

Donde:

L: Longitud de la unidad de Muestreo

A: Área máxima de la unidad de muestreo

Av: Ancho promedio de la vía

$$L = \frac{230 \text{ m}^2 \pm 93 \text{ m}^2}{5.20 \text{ m}}$$

$$L = \frac{230 \text{ m}^2 + 93 \text{ m}^2}{5.20 \text{ m}}$$

$$L = 62.12 \text{ m}$$

$$L = \frac{230 \text{ m}^2 - 93 \text{ m}^2}{5.20 \text{ m}}$$

$$L = 26.35 \text{ m}$$

Con estos resultados se dice que la longitud de muestreo puede ir de 26.35 m hasta 62.12 m, para el presente proyecto se realizó un promedio de los resultados obtenidos tomando una longitud de 40 m para cada unidad de muestreo.

3.1.4.2 Unidad Totales de Muestreo

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

Ecuación 10

Donde:

N: Número total de Unidades de muestreo

Lt: Longitud total del tramo en estudio

L: Longitud de la unidad de muestreo

$$N = \frac{3500 \text{ m}}{40 \text{ m}}$$

$$N = 87 \text{ Unidades}$$

3.1.4.3 Unidades Mínimas de Muestro

Para realizar el cálculo del número mínimo de unidades de muestreo se hace uso de la *Ecuación 6*.

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (1 + n) + \sigma^2}$$

$$n = \frac{87 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (87 - 1) + 10^2}$$

$$n = 13.78 \approx 14 \text{ Unidades de muestreo}$$

3.1.4.4 Intervalos para la Muestra

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

Ecuación 11

Donde:

i: Intervalo de muestreo

N: Número total de Unidades de muestreo

n: Número mínimo de Unidades de muestreo

$$i = \frac{87}{14}$$

$$i = 6.21 \approx 6 \text{ Unidades de muestreo}$$

Con este resultado se resuelve realizar una unidad de muestreo cada seis, es decir cada 240 m. En la Tabla 23 se muestran los datos de cada una de las unidades de muestreo.

Tabla 23: Datos de las Unidades de Muestreo

# UNIDAD	ABSCISA (m)		ANCHO PROMEDIO (m)	ÁREA (m ²)
	INICIAL	FINAL		
1	4+700	4+740	6,60	264,00
2	4+940	4+980	6,40	256,00
3	5+180	5+220	6,20	248,00
4	5+420	5+460	6,10	244,00
5	5+660	5+700	5,85	234,00
6	5+900	5+940	5,85	234,00
7	6+140	6+180	6,20	248,00
8	6+380	6+420	5,03	201,20
9	6+620	6+660	3,95	158,00
10	6+860	6+900	4,30	172,00
11	7+100	7+140	4,80	192,00
12	7+340	7+380	6,40	256,00
13	7+580	7+620	6,20	248,00
14	7+820	7+860	5,10	204,00

Fuente: Autor

Una vez obtenidos los datos de las unidades de muestreo se realiza visitas de campo para realizar la inspección visual del pavimento utilizando el método PCI, para la recolección de datos se hizo uso de la hoja de campo presentada en el **Gráfico 4**.

3.1.4.5 Cálculo de la densidad

La densidad en el método PCI intervienen los valores del área del daño medido en campo y el área total de la unidad de muestreo, este valor es presentado en porcentaje.

$$Densidad \% = \frac{\text{Área total de la falla}}{\text{Área de la unidad de muestreo}} * 100$$

Ecuación 12

3.1.4.6 Cálculo del valor deducido

Utilizando los valores obtenidos en las densidades de cada falla, se determina el valor deducido utilizando monogramas específicos según cada tipo de falla proporcionados por el manual de Paviment Condition Index (PCI). Los resultados obtenidos de cada unidad de muestreo se presentan en el anexo B.

3.1.4.7 Cálculo del PCI para la vía Patate – Baños en las Abscisas 4+700 a la 8+200

El valor del PCI para cada unidad de muestreo se obtiene empleando la ecuación mostrada a continuación.

$$PCI = 100 - VDT$$

Ecuación 13

Donde:

PCI: Paviment Condition Index

VDT: Valor deducido total

Una vez realizados los cálculos pertinentes para la obtención del valor del PCI para cada unidad de muestreo se obtienen los resultados presentados en la siguiente tabla, además se clasifica cada tramo de manera cualitativa según la Tabla 2.

Tabla 24: PCI de la vía Patate – Baños abs 4+700 - 8+200

# UNIDAD	ÁREA	PCI	CALIDAD DEL PAVIMENTO
1	264	74,00	Muy Bueno
2	256	98,7	Excelente
3	248	99	Excelente
4	244	67,00	Bueno
5	234	95,50	Excelente
6	234	73,60	Bueno
7	248	98,00	Excelente
8	201,2	88,00	Excelente
9	158	57,00	Bueno
10	172	64,00	Bueno
11	192	53,50	Regular
12	256	76,00	Muy Bueno
13	248	85,20	Excelente
14	204	70,00	Muy Bueno
PROMEDIO PCI		78,54	Muy Bueno



Fuente: Autor

Realizada la evaluación del pavimento mediante el método PCI en las 14 unidades de muestreo, se obtiene un valor promedio del PCI igual a 78.54 clasificando de manera general al pavimento de la vía en estudio como Muy Bueno.

3.1.5 Evaluación de deflexiones en la capa de rodadura

De acuerdo con el ancho promedio de la vía en estudio corresponde realizar las lecturas de deflexión del pavimento a una distancia de 0.9 metros del borde de la vía hacia el eje, se tomaron datos a cinco distancias diferentes a partir del punto inicial. A continuación, se muestran las deflexiones obtenidas mediante el empleo de la Viga Benkelman.

Tabla 25: Deflexiones de la vía Patate – Baños abs 4+700 - 8+200

		 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DEFLEXIONES DE LA CAPA DE RODADURA 							
Proyecto: “Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.									
ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)						TEMPERATURA (°C)	ESPESOR (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	4+700	0,0	7,0	11,0	14,0	21,0	23,0	23	5
2	4+900	0,0	7,0	13,0	15,0	23,0	24,0	25	5
3	5+100	0,0	5,0	10,0	17,0	22,0	25,0	24	5
4	5+300	0,0	8,0	12,0	22,0	29,0	33,0	24	5
5	5+500	0,0	6,0	8,0	19,0	27,0	31,0	25	5
6	5+700	0,0	12,0	16,0	27,0	33,0	34,0	23	5
7	5+900	0,0	15,0	19,0	29,0	35,0	35,0	24	5
8	6+100	0,0	17,0	21,0	33,0	38,0	38,0	25	5
9	6+300	0,0	11,0	13,0	17,0	21,0	25,0	25	5
10	6+500	0,0	6,0	11,0	15,0	20,0	24,0	23	5
11	6+700	0,0	8,0	10,0	16,0	26,0	29,0	22	5
12	6+900	0,0	7,0	9,0	19,0	28,0	33,0	21	5
13	7+100	0,0	9,0	12,0	18,0	25,0	28,0	23	5
14	7+300	0,0	10,0	14,0	21,0	31,0	35,0	24	5
15	7+500	0,0	10,0	16,0	24,0	36,0	36,0	24	5
16	7+700	0,0	14,0	19,0	26,0	34,0	35,0	25	5
17	7+900	0,0	15,0	17,0	28,0	39,0	39,0	25	5
18	8+100	0,0	12,0	14,0	20,0	27,0	29,0	22	5

Fuente: Autor

A partir de los valores leídos en campo, es necesario realizar correcciones para obtenerse los valores reales de las deflexiones producidas en el pavimento.

3.1.5.1 Corrección por el brazo con relación 1:2 de la viga Benkelman

Se aplica la siguiente ecuación para la corrección:

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

Ecuación 14

Donde:

D: Deflexión corregida

RB: Relación brazo – viga

Df: Deflexión Final

Do: Deflexión inicial

- Para la primera estación:

$$D = 2 * (23 \times 10^{-2} - 0)$$

$$D = 46 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

En la siguiente tabla se muestran los resultados de las deflexiones corregidas empleando el proceso mostrado:

Tabla 26: Deflexiones corregidas por el brazo con relación 1:2

Corrección por el brazo con relación 1:2									
ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)						TEMPERATURA (°C)	ESPESOR (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	4+700	46,0	32,0	24,0	18,0	4,0	0,0	23	5
2	4+900	48,0	34,0	22,0	18,0	2,0	0,0	25	5
3	5+100	50,0	40,0	30,0	16,0	6,0	0,0	24	5
4	5+300	66,0	50,0	42,0	22,0	8,0	0,0	24	5
5	5+500	62,0	50,0	46,0	24,0	8,0	0,0	25	5
6	5+700	68,0	44,0	36,0	14,0	2,0	0,0	23	5
7	5+900	70,0	40,0	32,0	12,0	0,0	0,0	24	5
8	6+100	76,0	42,0	34,0	10,0	0,0	0,0	25	5
9	6+300	50,0	28,0	24,0	16,0	8,0	0,0	25	5
10	6+500	48,0	36,0	26,0	18,0	8,0	0,0	23	5
11	6+700	58,0	42,0	38,0	26,0	6,0	0,0	22	5
12	6+900	66,0	52,0	48,0	28,0	10,0	0,0	21	5
13	7+100	56,0	38,0	32,0	20,0	6,0	0,0	23	5
14	7+300	70,0	50,0	42,0	28,0	8,0	0,0	24	5
15	7+500	72,0	52,0	40,0	24,0	0,0	0,0	24	5
16	7+700	70,0	42,0	32,0	18,0	2,0	0,0	25	5
17	7+900	78,0	48,0	44,0	22,0	0,0	0,0	25	5
18	8+100	58,0	34,0	30,0	18,0	4,0	0,0	22	5

Fuente: Autor

3.1.5.2 Corrección de las deflexiones por temperatura

A lo largo de la toma de deflexiones en campo se presentaron cambios de temperatura, por lo que es necesario realizar una corrección de las deflexiones empleando una temperatura estándar de 20 °C, empleando la siguiente ecuación:

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

Ecuación 15

Donde:

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

D_0 : Deflexión inicial corregida por brazo 1:2

t : Temperatura en sitio

h : Espesor de la carpeta asfáltica

A partir de los datos obtenidos en la Tabla 26 se realiza el cálculo.

- Para la primera estación:

$$D_{20\text{ C}} = \frac{46}{0.001 * (23 - 20\text{ C}) * (5) + 1}$$

$$D_{20\text{ C}} = 45.32 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 27: Deflexiones corregidas por temperatura

Corrección por Temperatura									
ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)						TEMPERATURA (°C)	ESPESOR (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	4+700	45,3	31,5	23,6	17,7	3,9	0,0	23	5
2	4+900	46,8	33,2	21,5	17,6	2,0	0,0	25	5
3	5+100	49,0	39,2	29,4	15,7	5,9	0,0	24	5
4	5+300	64,7	49,0	41,2	21,6	7,8	0,0	24	5
5	5+500	60,5	48,8	44,9	23,4	7,8	0,0	25	5
6	5+700	67,0	43,3	35,5	13,8	2,0	0,0	23	5
7	5+900	68,6	39,2	31,4	11,8	0,0	0,0	24	5
8	6+100	74,1	41,0	33,2	9,8	0,0	0,0	25	5
9	6+300	48,8	27,3	23,4	15,6	7,8	0,0	25	5
10	6+500	47,3	35,5	25,6	17,7	7,9	0,0	23	5
11	6+700	57,4	41,6	37,6	25,7	5,9	0,0	22	5
12	6+900	65,7	51,7	47,8	27,9	10,0	0,0	21	5
13	7+100	55,2	37,4	31,5	19,7	5,9	0,0	23	5
14	7+300	68,6	49,0	41,2	27,5	7,8	0,0	24	5
15	7+500	70,6	51,0	39,2	23,5	0,0	0,0	24	5
16	7+700	68,3	41,0	31,2	17,6	2,0	0,0	25	5
17	7+900	76,1	46,8	42,9	21,5	0,0	0,0	25	5
18	8+100	57,4	33,7	29,7	17,8	4,0	0,0	22	5

Fuente: Autor

3.1.5.3 Corrección por estacionalidad

Según CONREVIAl existen parámetros de estacionalidad para realizar esta corrección, las mismas que se muestran en la Tabla 28:

Tabla 28: Factores de corrección por estacionalidad

TIPO DE SUELO (SUBRASANTE)	ESTACIÓN LLUVIOSA	ESTACIÓN SECA
Arenosa - permeable	1.0	1.1 a 1.3
Arcillosa – sensible al agua	1.0	1.2 a 1.4

Fuente: CONREVIAl, 2014

El suelo presente en la vía de estudio corresponde a un material arenoso – permeable, sin embargo, las estaciones de lectura fueron realizadas en un día lluvioso por lo que se toma el valor de 1.0 para este factor de corrección, el cual se emplea en la siguiente ecuación:

$$D = 1.0 * D_{20 C}$$

Ecuación 16

Donde:

D: Deflexión corregida por estacionalidad

$D_{20 C}$: Deflexión inicial corregida por temperatura

Haciendo uso de los datos obtenidos en la **Tabla 27** se realiza el cálculo.

- Para la primera estación:

$$D = 1.0 * 45.32 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D = 45.32 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Debido al valor del factor de estacionalidad que es igual a 1.0 los valores de deflexión se mantienen:

Tabla 29: Deflexiones corregidas estacionalidad

Corrección por Estacionalidad									
ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)						TEMPERATURA (°C)	ESPESOR (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	4+700	45,3	31,5	23,6	17,7	3,9	0,0	23	5
2	4+900	46,8	33,2	21,5	17,6	2,0	0,0	25	5
3	5+100	49,0	39,2	29,4	15,7	5,9	0,0	24	5
4	5+300	64,7	49,0	41,2	21,6	7,8	0,0	24	5
5	5+500	60,5	48,8	44,9	23,4	7,8	0,0	25	5
6	5+700	67,0	43,3	35,5	13,8	2,0	0,0	23	5
7	5+900	68,6	39,2	31,4	11,8	0,0	0,0	24	5
8	6+100	74,1	41,0	33,2	9,8	0,0	0,0	25	5
9	6+300	48,8	27,3	23,4	15,6	7,8	0,0	25	5
10	6+500	47,3	35,5	25,6	17,7	7,9	0,0	23	5
11	6+700	57,4	41,6	37,6	25,7	5,9	0,0	22	5
12	6+900	65,7	51,7	47,8	27,9	10,0	0,0	21	5
13	7+100	55,2	37,4	31,5	19,7	5,9	0,0	23	5
14	7+300	68,6	49,0	41,2	27,5	7,8	0,0	24	5
15	7+500	70,6	51,0	39,2	23,5	0,0	0,0	24	5
16	7+700	68,3	41,0	31,2	17,6	2,0	0,0	25	5
17	7+900	76,1	46,8	42,9	21,5	0,0	0,0	25	5
18	8+100	57,4	33,7	29,7	17,8	4,0	0,0	22	5

Fuente: Autor

3.1.5.4 Radio de curvatura

El radio de curvatura permite establecer una relación entre las deflexiones y el comportamiento del pavimento de la vía en estudio a través de la siguiente ecuación:

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

Ecuación 17

Donde:

Rc: Radio de curvatura (m)

D_o : Deflexión máxima a los 0 metros.

D_{25} : Deflexión a los 0.25 metros.

Utilizando los datos de la **Tabla 29** se realiza el cálculo.

- Para la primera estación:

$$Rc = \frac{3125}{43.3 - 31.5}$$

$$Rc = 226.56 \text{ m}$$

Tabla 30: Radio de curvatura

ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)		RADIO DE CURVATURA (m)
		D0	D25	
1	4+700	45,3	31,5	226,56
2	4+900	46,8	33,2	228,79
3	5+100	49,0	39,2	318,75
4	5+300	64,7	49,0	199,22
5	5+500	60,5	48,8	266,93
6	5+700	67,0	43,3	132,16
7	5+900	68,6	39,2	106,25
8	6+100	74,1	41,0	94,21
9	6+300	48,8	27,3	145,60
10	6+500	47,3	35,5	264,32
11	6+700	57,4	41,6	197,27
12	6+900	65,7	51,7	224,33
13	7+100	55,2	37,4	176,22
14	7+300	68,6	49,0	159,38
15	7+500	70,6	51,0	159,38
16	7+700	68,3	41,0	114,40
17	7+900	76,1	46,8	106,77
18	8+100	57,4	33,7	131,51
PROMEDIO		60,6	41,1	180,67

Fuente: Autor

3.1.5.5 Deflexión Característica

La deflexión característica es un valor representativo de deflexión en una sección determinada de estudio, para ello es necesario calcular la desviación estándar utilizando los datos de la **Tabla 30** correspondiente a las deflexiones máximas: [21]

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

Ecuación 18

Donde:

σ : Desviación estándar

D_i : Deflexión máxima corregida

\bar{D} : Deflexión media

n : Número de datos

$$\sigma = \sqrt{\frac{1718.62}{(18 - 1)}}$$

$$\sigma = 10.05$$

Tabla 31: Desviación estándar de las deflexiones máximas obtenidas

ESTACIÓN	ABSCISA	D0	(Dm-D0)	(Dm-D0)^2
1	4+700	45,3	15,32	234,67
2	4+900	46,8	13,81	190,71
3	5+100	49,0	11,62	135,01
4	5+300	64,7	-4,07	16,54
5	5+500	60,5	0,15	0,02
6	5+700	67,0	-6,36	40,40
7	5+900	68,6	-7,99	63,81
8	6+100	74,1	-13,51	182,44
9	6+300	48,8	11,86	140,63
10	6+500	47,3	13,35	178,18
11	6+700	57,4	3,21	10,33
12	6+900	65,7	-5,03	25,33
13	7+100	55,2	5,47	29,88
14	7+300	68,6	-7,99	63,81
15	7+500	70,6	-9,95	98,98
16	7+700	68,3	-7,65	58,58
17	7+900	76,1	-15,46	238,96
18	8+100	57,4	3,21	10,33
PROMEDIO		60,6	SUMA	1718,62

Fuente: Autor

El método CONREVIAL propone diferentes ecuaciones para el cálculo de deflexiones características:

Tabla 32: Ecuaciones de deflexiones características

VALOR DE DISEÑO (%)	DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA D_c	EXTENSIÓN DEL PAVIMENTO $\bar{D} > D_c$
50	\bar{D}	50
75	$\bar{D} + 0.674 * \sigma$	25
85	$\bar{D} + \sigma$	15
90	$\bar{D} + 1.3 * \sigma$	10
95	$\bar{D} + 1.645 * \sigma$	5
98	$\bar{D} + 2 * \sigma$	2
99	$\bar{D} + 2.33 * \sigma$	1
99.9	$\bar{D} + 3 * \sigma$	0.1

Fuente: CONREVIAL, 2014

El método CONREVIAL recomienda el uso de deflexión característica a la ecuación que emplea un valor de diseño del 95 % [21]

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

Ecuación 19

Donde:

σ : Desviación estándar

\bar{D} : Deflexión media

$$D_c = 60.6 + 1.645 * 10.05$$

$$D_c = 77.13 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

3.1.5.6 Cálculo de Ejes Equivalentes

Con el fin de obtener ejes equivalentes de los vehículos pesados que circulan por la vía Patate - Baños se emplea la siguiente ecuación:

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

Ecuación 20

Donde:

W_{18} : Valor de los ejes equivalente

FD: Factor de daño

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

Fd: Factor de distribución direccional

DI: Porcentaje de W_{18} en el carril DI

Tabla 33: Factor de daño según el Tipo de Vehículo.

FACTOR DE DAÑO SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULO									
TIPO	Simple		Doble		Tándem		Trídem		Factor de daño (FD)
	Tons	$(p/6.6)^4$	Tons	$(p/8.2)^4$	Tons	$(p/15.0)^4$	Tons	$(p/23)^4$	
Bus	4	0,135	8	0,906	-	-	-	-	1,041
C-2P	2,5	0,021	-	-	-	-	-	-	1,286
C-2G	7	1,265	-	-	-	-	-	-	
	6	0,683	11	3,238	-	-	-	-	3,921
C-3	6	0,683	-	-	18	2,074	-	-	2,757

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO93

El factor de distribución está en función del número de carriles de una carretera, estos datos se presentan en la Tabla 34:

Tabla 34: Factor de distribución direccional (Fd)

NÚMERO DE CARRILES EN UNA DIRECCIÓN	PORCENTAJE DE W_{18} EN UN CARRIL (%)
1	100
2	80 – 100
3	60 - 80

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO93

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el cálculo de ejes equivalentes empleando la Ecuación 14 y los datos obtenidos en el cálculo del Tráfico Futuro de la vía Patate – Baños.

Ejemplo año 2022:

$$W_{18} = ((8 * 1.041 + 38 * 1.286) * 365) * 1 * 0.5$$

$$W_{18} = 10438 \text{ ejes equivalentes}$$

Tabla 35: Cálculo de ejes equivalentes

AÑO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES C2-P	TOTAL CAMIONES	W18 POR CARRIL	W18 ACUMULADO
2022	1504	8	38	38	10438	20877
2023	1516	8	38	38	10523	21046
2024	1528	8	39	39	10608	21216
2025	1541	8	39	39	10694	21388
2026	1553	8	39	39	10781	21561
2027	1566	8	40	40	10868	21736
2028	1576	8	40	40	10956	21912
2029	1587	8	40	40	11045	22089
2030	1597	9	41	41	11134	22268
2031	1608	9	41	41	11224	22449
2032	1618	9	41	41	11315	22631
2033	1627	9	42	42	11407	22814
2034	1636	9	42	42	11499	22999
2035	1645	9	42	42	11592	23185
2036	1654	9	43	43	11686	23373
2037	1663	9	43	43	11781	23562
2038	1671	9	43	43	11876	23753
2039	1679	9	44	44	11973	23945
2040	1687	9	44	44	12070	24139
2041	1695	9	44	44	12167	24335
2042	1703	9	45	45	12266	24532

Fuente: Autor

- **Deflexión Admisible:**

Empleando la siguiente ecuación y el dato de ejes equivalentes calculado anteriormente se calcula la deflexión admisible:

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

Ecuación 21

Donde:

D_{adm} : Deflexión admisible en millones

W_{18} : Número de ejes equivalentes

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{0.0104} \right)^{\frac{1}{4}} * 100$$

$$D_{adm} = 324.28 \times 10^{-2} \quad D_{adm} = 324.28 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

- **Deflexión Crítica:**

Se calcula la deflexión crítica por medio de la ecuación presentada a continuación:

$$D_{cr} = \left(\frac{1.9}{W_{18}} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

Ecuación 22

Donde:

D_{cr} : Deflexión crítica en millones

W_{18} : Número de ejes equivalentes

$$D_{cr} = \left(\frac{1.9}{0.0104} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

$$D_{cr} = 266.96 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Con los datos calculados de los radios de curvatura y las deflexiones es posible determinar el tipo de deflexión presente en la vía, esta clasificación es propuesta por el método de CONREVIAL: [21]

Tabla 36: Tipos de deflexiones

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

Fuente: CONREVIAl, 2014

Con los cálculos realizados se obtiene:

Tabla 37: Deflexiones de la vía Patate – Baños Abs 4+700 – 8+200 Corregidas

ESTACIÓN	ABSCISA	(X10e-2 mm)
		D0
1	4+700	45,32
2	4+900	46,83
3	5+100	49,02
4	5+300	64,71
5	5+500	60,49
6	5+700	67,00
7	5+900	68,63
8	6+100	74,15
9	6+300	48,78
10	6+500	47,29
11	6+700	57,43
12	6+900	65,67
13	7+100	55,17
14	7+300	68,63
15	7+500	70,59
16	7+700	68,29
17	7+900	76,10
18	8+100	57,43
PROMEDIO		60,64

Fuente: Autor

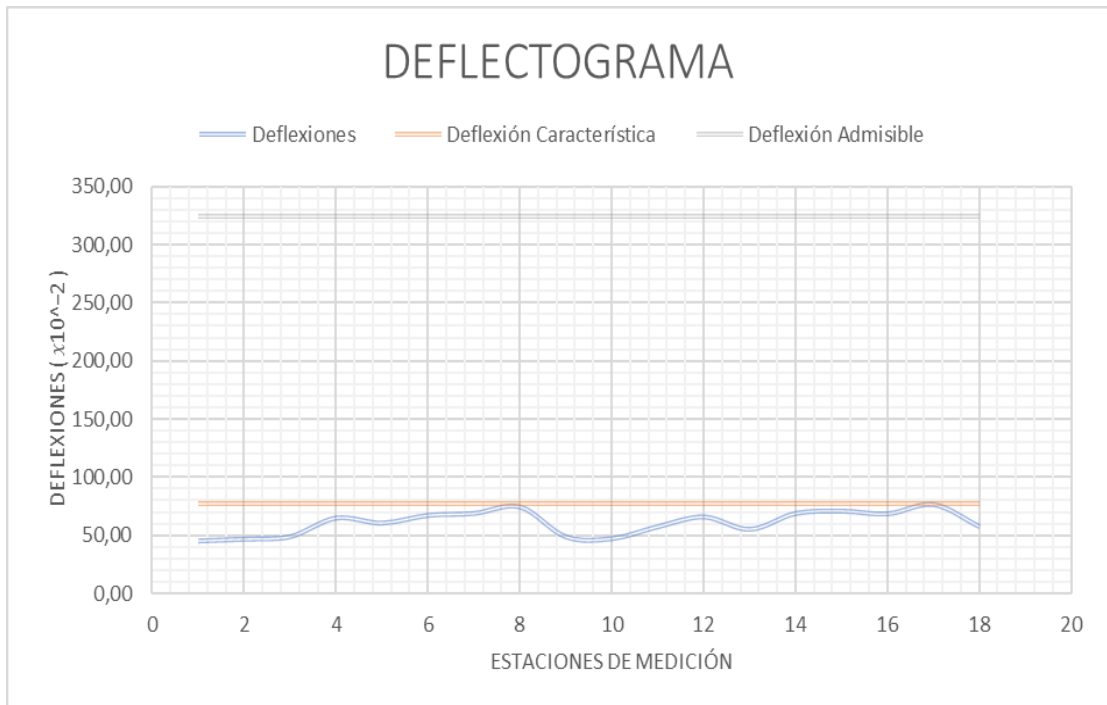
Tabla 38: Resultados ensayo Viga Benkelman

RESULTADOS DEFLEXIONES	
Deflexión promedio (Dm)	$60.64 \times 10^{-2} \text{ mm}$
Desviación estándar (Dm)	10.05
Deflexión característica (Dc)	$77.13 \times 10^{-2} \text{ mm}$
Deflexión admisible (D adm)	$324.28 \times 10^{-2} \text{ mm}$
Deflexión crítica (Dcr)	$266.96 \times 10^{-2} \text{ mm}$
Radio de Curvatura (Rc)	180.64 m
CLASIFICACIÓN	
Comportamiento de la Subrasante	
$D_c < D_a$	$77.13 \times 10^{-2} < 324.28 \times 10^{-2}$
Comportamiento del pavimento	
$R_c > 100$	$180.64 > 100$
TIPO DE DEFLEXIÓN	Tipo I: curva corta poco pronunciada clasificada

Fuente: Autor

Con el tipo de deflexión obtenida mediante los cálculos realizados se observa que la estructura de la capa de rodadura estudiada tiene comportamiento favorable, a continuación, se muestra una representación gráfica de las deflexiones presentes en el estudio:

Gráfico 9: Deflectograma



Fuente: Autor

A partir de la gráfica 9, se puede comparar las deflexiones obtenidas después de las correcciones realizadas, la deflexión crítica tiene un valor superior a la deflexión admisible por lo que únicamente se considera la admisible para las relaciones pertinentes.

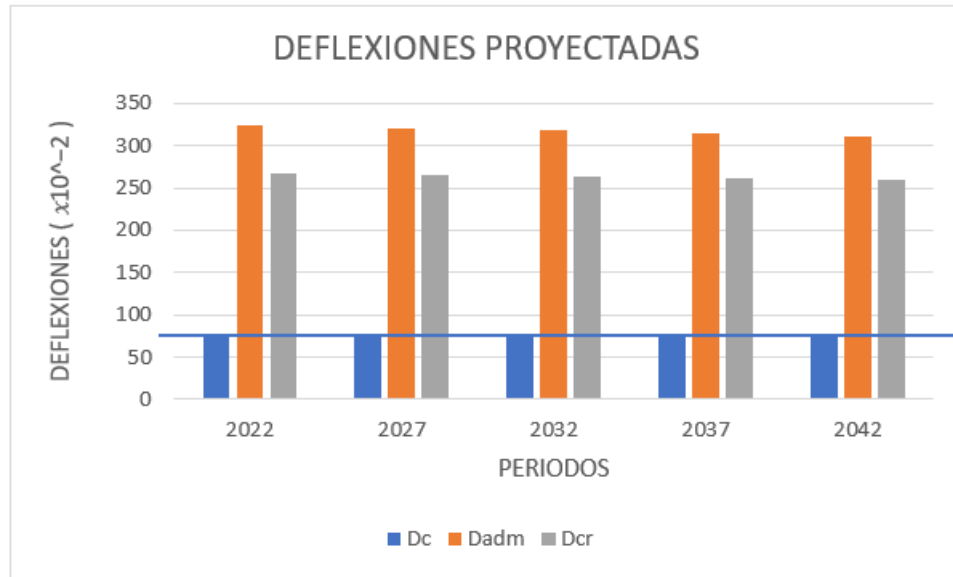
Con el fin de obtener un acercamiento al comportamiento de la capa de rodadura a futuro se realizó el cálculo de las deflexiones en la carretera Patate – Baños en las abscisas 4+700 a la 8+200 con proyección a 20 años, en la Tabla 39 se muestra los valores obtenidos en periodos de 5 años.

Tabla 39: Deflexiones proyectadas

AÑO	W18	Dc	Dadm	Dcr
2022	10438	77,13	324,28	266,96
2027	10868	77,13	320,73	264,93
2032	11315	77,13	317,51	262,92
2037	11781	77,13	314,32	260,93
2042	12266	77,13	311,17	258,95

Fuente: Autor

Gráfico 10: *Deflexiones proyectadas*



Fuente: Autor

En la Gráfica 10 se observa el comportamiento de las deflexiones en 20 años, las cuales no indican generar cambios bruscos que alteren la estabilidad y el funcionamiento de la carretera, debido a que la deflexión característica no supera a las deflexiones admisibles en los próximos años, por lo que se puede garantizar un comportamiento satisfactorio de la estructura del pavimento.

3.1.6 Estudio de Suelos

El estudio de suelos realizado permite conocer las propiedades físicas de la subrasante existente en la vía en estudio, para lo cual se extrajo muestras de suelo en las siguientes ubicaciones:

Tabla 40: *Muestras de suelo*

MUESTRA NÚMERO	ABSCISA	PROFUNDIDAD
1	4+800	1.0 m
2	5+500	1.2 m
3	7+000	1.0 m

Fuente: Autor

3.1.6.1 Análisis Granulométrico

Haciendo uso de la normativa AASHTO M 145/ ASSTM D-421-58 fue posible clasificar las muestras de suelo posterior a realizarse el ensayo granulométrico mostrado en el anexo C.

Tabla 41: Resultados Granulometría

MUESTRA	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	CLASIFICACIÓN	
				AASHTO	SUCS
1	0,00	94,00	6,00	A-3	SUCS: SP-SM Arena mal graduada con limo
2	0,00	86,00	14,00	A-2-4	SUCS: SM Arena Limosa
3	0,00	83,00	17,00	A-2-4	SUCS: SM Arena Limosa

Fuente: Autor

3.1.6.2 Límites de Atterberg

Empleando las muestras de suelo extraídas y posteriormente tamizadas por el tamiz # 40 se realiza los ensayos de limite líquido y limite plástico empleando la normativa AASHTO T-90-70 obteniéndose los resultados presentados en el anexo c.

Tabla 42: Resultados límites de Atterberg

MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)
1	25,334	24,156	1,178
2	19,434	18,926	0,508
3	27,948	26,439	1,509

Fuente: Autor

3.1.6.3 Proctor Modificado Tipo B

Con el fin de obtener la densidad seca máxima y la humedad optima del suelo en estudio se realiza el ensayo de Proctor modificado tipo B bajo la normativa AAASHTO T-180, estos datos también son indispensables para realizar el ensayo CBR. Los resultados obtenidos se muestran a detalle en el anexo C.

Tabla 43: Resultados Proctor Modificado

MUESTRA	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
1	1,697	11,880
2	1,727	13,410
3	1,732	10,510

Fuente: Autor

3.1.6.4 Ensayo de Relación de Soporte California (CBR)

Se realiza el ensayo CBR para obtener la capacidad portante del suelo de la vía en estudio, con los resultados obtenidos se ha clasificado el suelo según la Tabla 2 presentada previamente:

Tabla 44: Resultados CBR

MUESTRA	CBR (%)	CLASIFICACIÓN	USOS
1	29,963	EXCELENTE	SUBRASANTE
2	10,995	REGULAR - BUENA	SUBRASANTE
3	15,009	REGULAR - BUENA	SUBRASANTE

Fuente: Autor

Utilizando un promedio de los resultados obtenidos, el suelo empleado en el ensayo se clasifica como una Subrasante Regular – Buena con un CBR igual a 18.66 %.

Los resultados a detalle se muestran en el anexo C.

3.1.7 Plan de Conservación Vial

En base a los resultados obtenidos de los ensayos de Índice de condición de pavimento (PCI) y la Viga Benkelman se presenta el plan de conservación vial en los diferentes tramos pertenecientes a la vía Patate – Baños en las abs 4+700 a la 8+200. Para ello se ha considerado el tráfico proyectado calculado, así como las características definidas a través del estudio de suelos con el fin de brindar un plan de mantenimiento eficiente que satisfaga las condiciones de la carretera y genere mejor calidad de movilidad a los usuarios de la vía mencionada:

Tabla 45: Resumen de fallas con sus soluciones

TIPO DE FALLA	UNIDAD	ABSCISA (m)		CANTIDAD A INTERVENIR	TIPO DE DEFLEXIÓN	SOLUCIÓN
		INICIAL	FINAL			
Piel de cocodrilo	m2	6+631	6+638	6,30	DEFLEXIÓN TIPO I	Sello superficial
		5+440	5+450	18,00		
Agrietamiento en Bloque	m2	4+700	4+716,1	19,32		Sellado de grietas, Sello superficial
		4+731	4+735	2,80		
		5+205	5+206	0,50		
		7+100	7+104,7	9,87		
		8+200	8+214,5	37,70		
Abultamientos y hundimientos	m2	5+903	5+910,4	7,40		Parcheo
		6+860	6+865,7	5,70		
		7+110	7+124,3	14,30		
		7+345	7+362	17,00		
Corrugación	m2	8+185	8+206,5	12,90		Sello superficial
Grieta de Borde	m2	6+865	6+866,4	0,56		sellado de grietas, Parcheo
		6+868	6+875,2	2,88		
Grietas longitudinales y transversales	m	4+935	4+938,8	3,80		Sellado de Grietas
		4+943	4+948,7	5,70		
		5+180	5+183,2	3,20		
		5+185	5+189,6	4,60		
		5+202	5+205,5	3,50		
		5+420	5+426	6,00		
		5+666	5+669,5	3,50		
		5+673	5+682,3	9,30		
		5+675	5+677,7	2,70		
		6+169	6+170,8	1,80		
		6+985	7+000	15,00		
		7+105	7+125,4	20,40		
7+344	7+347,7	3,70				
Parcheo y acometida de servicio público	m2	7+342	7+347,5	3,85	Cambio de parche	
Pulimiento de agregados	m2	5+693	5+699,2	9,30	Sello superficial	
		6+140	6+163	16,10		
		6+620	6+660	158,00		
		8+165	8+185	60,00		
Huecos	U	4+731		1,00	Parcheo	
Desprendimiento de agregados	m2	5+900	5+917,4	22,62	Sello superficial	
		5+900	5+940	104,00		
		6+402	6+420	91,80		
		6+862	6+869,6	150,50		
		6+865	6+900	150,50		
		7+340	7+363	55,20		
		7+580	7+600	68,00		
		7+610	7+620	34,00		

Fuente: Autor

Con la finalidad de obtener un criterio de comparación se analizó la ciudad de Bogotá donde se ejecutan mantenimientos para vías de pavimentos asfálticos en base al Índice de Condición de Pavimento PCI y de acuerdo con los tipos de deflexiones existentes en la carretera, para ello el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) de Bogotá presenta una clasificación de actividades de acuerdo con el valor obtenido de PCI. [22]

Tabla 46: Clasificación de intervenciones según PCI

RANGO PCI	CÓDIGO	TIPO DE INTERVENCIÓN
100-86	Verde	Mantenimiento rutinario
85-56	Amarillo	Mantenimiento Periodico
55-26	Naranja	Rehabilitación
25-0	Rojo	Reconstrucción

Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá, 2008

Los mantenimientos viales se dividen en dos grandes grupos según el IDU, los cuales son: mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico. Se refiere a mantenimiento rutinario a aquel que se realiza regularmente y su elaboración no necesita de inversiones económicas significativas, además permite mejorar el funcionamiento de un pavimento basándose en un conjunto de actividades que disminuyen el desgaste de la capa de rodadura a través de emplear tratamientos superficiales. Por otra parte, los mantenimientos periódicos son aquellos que requieren mayor inversión económica y por lo general son realizados en periodos de un año, tienen la capacidad de prolongar la vida de un pavimento, subsanando definitivamente fallas superficiales significativas a corto plazo. [22]

En la Tabla 47 se muestran las actividades de conservación de la capa de rodadura propuestas por el IDU de manera didáctica haciendo uso de colores y letras los cuales representan los valores obtenidos por el método Visual PCI, además se emplean números que representan los tipos de deflexión presentes en la vía. [22]

Tabla 47: Intervenciones según el IDU

CÓDIGO DE CLASE	MANTENIMIENTO											REHABILITACIÓN	RECONSTRUCCIÓN
	RUTINARIO		PERIODICO										
	Mantenimiento de tuberías, box, y estructuras de alcantarillado	Sello de grietas de pavimento asfáltico	Lechadas asfálticas. (mezcla no estructural)	Sello de arena Asfalto. (mezcla no estructural)	Tratamiento superficial simple (mezcla no estructural)	Micro aglomerado en caliente. (mezcla no estructural)	Reparación superficial de pavimento asfáltico. (Parqueo)	Reparación profunda de pavimento asfáltico (Bacheo)	Fresado de pavimento asfáltico	Mezcla densa en caliente (Para restauración de carpeta de rodadura) y cuando aplique previo sello de fisuras e intervenciones de Parqueo y Bacheo			
1A	x	x											
1B	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
1C	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
1D	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
2A	x										x	x	
2B	x										x	x	
2C	x										x	x	
2D	x										x	x	
3A	x											x	
3B	x											x	
3C	x											x	
3D	x											x	
4A	x												x
4B	x												x
4C	x												x
4D	x												x

Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá,2008

Según lo propuesto por el IDU de Bogotá y considerando el valor del PCI obtenido y el tipo de deflexión presente en la vía Patate – Baños en el tramo de las abscisas 4+700 – 8+200, se debería implementar un mantenimiento periódico ya que dichos valores se ubican en el rango codificado con el color amarillo según la **Tabla 46**. Las actividades propuestas en el plan de mantenimiento vial mostrado en la **Tabla 45** concuerdan con las planteadas en la Tabla 47 por la IDU.

Para prolongar la vida útil del pavimento de la vía en estudio se propone el plan de mantenimiento vial, el cual después de haberse analizado y comparado con estudios similares se resume de la siguiente manera:

Tabla 48: Resumen del plan de mantenimiento vial

ACTIVIDAD	CANTIDAD A INTERVENIR	UNIDAD
Sellado Superficial	1027,41	m2
Sellado de grietas	83,20	m
Parcheo	49,25	m2
Limpieza general de la vía	3,50	Km

Fuente: Autor

En base al anexo B se justifican los valores presentados en la tabla 48, estas cantidades pueden verse sujetas a variaciones con el paso del tiempo debido al deterioro continuo de la carretera.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se elaboró un modelo digital del tramo de la vía Patate- Baños en las abscisas 4+700 a la 8 +200, mediante la toma de puntos georreferenciados con el uso de un receptor satelital GPS y con el apoyo de herramientas tecnológicas como Civil 3D y Excel. Mediante la información recolectada se evidenció un ancho promedio de la vía de 5.2 metros y cuenta con la presencia de cunetas en el lado izquierdo a lo largo del tramo.
- El estudio de la movilidad vehicular a través del Tráfico promedio diario anual (TPDA) del año 2022 otorgó un valor equivalente a 1408 vehículos/día. Empleando la normativa MTOP Volumen 2 fue posible determinar el Tráfico futuro con una proyección de 20 años dando como resultado 1757 vehículos/día, por lo que la vía estudiada se clasifica como una colector tipo II para el año 2042, de acuerdo por los parámetros establecidos por la normativa se debe considerar una ampliación de la vía a un ancho de 7.30 a 6.50 metros.
- Se analizaron las fallas presentes en la capa de rodadura mediante el método de Índice de Condición de Pavimento (PCI), empleando 14 unidades de muestro que permitieron obtener un valor de PCI promedio igual a 78.54 %, clasificando al pavimento como MUY BUENO e indicando que el mantenimiento necesario en la vía es de tipo periódico.
- Con el uso la Viga Benkelman se identificaron las deflexiones presentes en el pavimento, obteniendo un valor promedio igual a $60.64 \times 10^{-2} mm$. Además, se calcularon las deflexiones críticas, admisibles y características, a partir de dicha información se obtuvo que las deflexiones presentes son de curva corta poco pronunciada clasificadas como TIPO I. Además, fue posible calcular las deflexiones proyectadas para 20 años en las cuales se observa que la deflexión característica no supera a las deflexiones admisibles por lo que se puede garantizar un comportamiento satisfactorio de la estructura del pavimento.
- Mediante el estudio realizado a la subrasante, se clasificó al suelo según las normativas AASHTO y SUCS como una Arena limosa. Se determinó que el suelo presente es una subrasante REGULAR – BUENA a partir de los resultados obtenidos por los ensayos de CBR y Proctor modificado, por lo tanto, no se considera necesario realizar un mejoramiento de suelo.

4.2 Recomendaciones

- Intervenir oportunamente en los mantenimientos necesarios en las carreteras del país, con el fin de evitar daños prematuros en la capa de rodadura que generen mal estar a los usuarios de las vías.
- A las entidades competentes, se recomienda destinar un presupuesto para la ejecución de mantenimientos en las carreteras, para promover el desarrollo económico contando con una infraestructura vial adecuada que permita fácil acceso a los diferentes sectores productivos del país.
- Realizar estudios constantes del estado de las carreteras del Ecuador para proponer mantenimientos eficientes que permitan brindar confort y seguridad a la población.
- Instruirse sobre el uso de los equipos empleados en los diferentes ensayos y verificar su correcto funcionamiento, para obtener resultados certeros sobre la investigación y evitar el daño de estos.
- Utilizar equipo de protección e identificación como casco y chaleco reflectivo durante la ejecución de trabajos de campo, con el fin de precautelar la integridad del investigador en la carretera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. J. Sosa, F. Wulff, J. Kogan, and J. C. Saavedra, “Mantenimiento cial. Informe sectorial. Serie de informes sectoriales. Infreestructura,” 2010, Accessed: Apr. 09, 2022. [Online]. Available: www.caf.com/publicaciones.
- [2] S. Montañez, “EVALUACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA PRESERVACIÓN, MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL BOGOTÁ-COLOMBIA 2015.”
- [3] N. Caspa, “La política de transportes en Ecuador, 1925-1962 La carretera Manta-Quevedo,” 2020.
- [4] J. A. Flores Rangel, “Infraestructura carretera: construcción, financiamiento y resistencia en México y América Latina,” *Rev. Transp. y Territ.*, vol. 13, pp. 122–148, 2015, [Online]. Available: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3430207>.
- [5] F. A. Rondon Quintana, Hugo Alexander Reyes Lizcano, *Pavimentos Materiales, construccion y diseño*. 2015.
- [6] R. Miranda, “Deterioros En Pavimentos Flexibles Y Rígidos Indice De Materias,” *Univ. Austral Chile*, p. 85, 2010.
- [7] M. T. Mata Montenegro, “Guía básica para la conformación de bases y subbases para carreteras en El Salvador,” *San Salvador. El Salvador Univ. del El Salvador*, pp. 1–277, 2010.
- [8] R. F. C. Cifuentes, “Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Ambato – Quisapincha En El Tramo De La Abcisa 0+000 Hasta La Abcisa 3+200 De La Provincia De Tungurahua.,” p. 6, 2021.
- [9] L. R. VÁSQUEZ, “Pavement Condition Index (Pci) Para Pavimentos Asfálticos Y De Concreto En Carreteras,” *Ingepav*, p. 90, 2002.
- [10] E. D. Rodriguez Velasquez, “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla,” *Univ. Piura*, pp. 1–167,

- 2009, [Online]. Available: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1350/ICI_180.pdf.
- [11] B. Gordillo, Darwin Migitama, “Dererminación de los factores de mayoración del tráfico promedio diario anual (TPDA) partiendo de datos históricos de zonas representativas de la ciudad de Cuenca,” UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2018.
- [12] Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, “Norma Ecuatoriana Vial NEVI -12 - MTOP,” 2013.
- [13] J. Toirac, “Caracterización granulométrica de las plantas productoras de arena en la República Dominicana, su impacto en la calidad y costo del hormigón,” *Cienc. Soc.*, vol. 37, no. 3, pp. 293–334, 2012.
- [14] F. Rivera and A. Flores, “Análisis comparativo entre los resultados de los ensayos California Bearing Ratio (CBR) y Valor Impacto de Clegg (VIC) ejecutados en especímenes de suelo fabricados con material del banco ‘Material de Celda’, ubicado en la Mina Orosí, municipio de La Libe,” Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, 2009.
- [15] P. J. Morales Cárdenas, O. Chávez Arévalo, and L. López Poveda, “Efectos de la alta compactación de la capa de base en pavimentos flexibles,” *Univ. Ing. Fac. la Tecnol. la Construcción*, pp. 1–90, 2009, [Online]. Available: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0b/Efectos_de_la_alta_compactación_de_la_capa_de_base_en_pavimentos_flexibles.pdf.
- [16] S. F. Carrasco Cantos, “Evaluación estructural vial para Azogues mediante el análisis de deflexiones aplicando la viga Benkelman,” UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2019.
- [17] J. I. Balarezo Zapata, “Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicada a un pavimento,” 2017.
- [18] R. Hernandez, C. Fernández, and P. Baptista, *Metodología de la Investigación*, Sexta Edición. Mexico: Mc Graw Hill Education, 2014.
- [19] E. Gómez, D. Navas, G. Aponte, and L. A. Betancourt, “Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través

de su estructuración y sistematización,” *Dyna*, vol. 81, no. 184, pp. 158–163, 2014.



- [20] MTOP, “Normas de Diseño Geometrico de Carreteras,” *Mtop*, vol. 2, p. 475, 2003, [Online]. Available: https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf.
- [21] M. Fernandez, “Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera cajamarca-celendín-balsas, tramo chaquilpampa-santa rosa de chaquil, mediante el análisis deflectométrico,” 2020.
- [22] D. A. Espinosa Rodriguez, “Guia de mantenimiento para pavimentos asfálticos de vías locales en Bogotá DC,” 2009.

ANEXO A:
CONTEO
VEHICULAR



Anexo A-1. Conteo vehicular de la vía Patate – Baños abs 4+700 – 8+200, lunes 25 de abril del 2022

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	ADO POR HORA	
				C-2P	C-2G	C-3	C>3	Total		
7h00	7h15	13	1	2	0	0	0	2	16	55
7h15	7h30	12	0	1	1	0	0	2	14	
7h30	7h45	19	0	0	0	0	0	0	19	
7h45	8h00	5	0	1	0	0	0	1	6	
8h00	8h15	3	0	1	0	0	0	1	4	50
8h15	8h30	8	0	1	1	0	0	2	10	
8h30	8h45	18	0	1	0	0	0	1	19	
8h45	9h00	17	0	0	0	0	0	0	17	
9h00	9h15	19	0	2	0	0	0	2	21	57
9h15	9h30	14	0	0	1	0	0	1	15	
9h30	9h45	11	1	0	0	0	0	0	12	
9h45	10h00	9	0	0	0	0	0	0	9	
10h00	10h15	3	0	0	0	0	0	0	3	25
10h15	10h30	7	0	0	0	0	0	0	7	
10h30	10h45	9	0	0	0	0	0	0	9	
10h45	11h00	6	0	0	0	0	0	0	6	
11h00	11h15	11	0	2	0	0	0	2	13	79
11h15	11h30	29	0	1	0	0	0	1	30	
11h30	11h45	25	0	1	1	0	0	2	27	
11h45	12h00	8	0	1	0	0	0	1	9	
12h00	12h15	7	0	1	0	0	0	1	8	44
12h15	12h30	17	0	0	0	0	0	0	17	
12h30	12h45	11	0	1	0	0	0	1	12	
12h45	13h00	6	0	1	0	0	0	1	7	
13h00	13h15	11	0	1	0	0	0	1	12	33
13h15	13h30	5	0	1	0	0	0	1	6	
13h30	13h45	9	0	0	0	0	0	0	9	
13h45	14h00	3	0	3	0	0	0	3	6	
14h00	14h15	12	0	1	0	0	0	1	13	47
14h15	14h30	11	0	0	0	0	0	0	11	
14h30	14h45	14	0	1	0	0	0	1	15	
14h45	15h00	8	0	0	0	0	0	0	8	
15h00	15h15	7	0	0	0	0	0	0	7	37
15h15	15h30	8	0	0	1	0	0	1	9	
15h30	15h45	6	1	2	0	0	0	2	9	
15h45	16h00	12	0	0	0	0	0	0	12	
16h00	16h15	9	0	2	0	0	0	2	11	45
16h15	16h30	16	0	1	0	0	0	1	17	
16h30	16h45	11	0	0	0	0	0	0	11	
16h45	17h00	5	0	1	0	0	0	1	6	
17h00	17h15	19	0	0	0	0	0	0	19	63
17h15	17h30	7	0	1	0	0	0	1	8	
17h30	17h45	22	0	0	0	0	0	0	22	
17h45	18h00	13	0	1	0	0	0	1	14	
18h00	18h15	9	0	0	0	0	0	0	9	49
18h15	18h30	15	0	0	0	0	0	0	15	
18h30	18h45	11	0	0	0	0	0	0	11	
18h45	19h00	13	0	1	0	0	0	1	14	
TOTAL		543	3	33	5	0	0	38	584	

Anexo A-2. Conteo vehicular de la vía Patate – Baños abs 4+700 – 8+200, martes 26 de abril del 2022

				UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTEO VEHICULAR						
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua."										
Fecha: 26/04/2022 Hoja #: 02			Ubicación: Vía Patate - Baños Abs 8+200 Sentido: Ambos sentidos Responsable: María Isabel Almeida Domínguez							
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL	ACUMULADO POR
				C-2P	C-2G	C-3	C>3	Total		
7h00	7h15	17	0	0	0	0	0	0	17	60
7h15	7h30	16	1	1	0	0	0	1	18	
7h30	7h45	15	0	1	0	0	0	1	16	
7h45	8h00	9	0	0	0	0	0	0	9	
8h00	8h15	5	0	2	0	0	0	2	7	48
8h15	8h30	7	0	0	0	0	0	0	7	
8h30	8h45	12	0	1	1	0	0	2	14	
8h45	9h00	16	0	3	1	0	0	4	20	
9h00	9h15	25	0	0	0	0	0	0	25	61
9h15	9h30	15	0	3	0	0	0	3	18	
9h30	9h45	12	0	1	0	0	0	1	13	
9h45	10h00	4	0	1	0	0	0	1	5	
10h00	10h15	5	0	0	0	0	0	0	5	33
10h15	10h30	10	0	0	0	0	0	0	10	
10h30	10h45	11	0	1	0	0	0	1	12	
10h45	11h00	6	0	0	0	0	0	0	6	
11h00	11h15	13	0	5	0	0	0	5	18	75
11h15	11h30	23	0	0	0	0	0	0	23	
11h30	11h45	23	0	1	0	0	0	1	24	
11h45	12h00	10	0	0	0	0	0	0	10	
12h00	12h15	5	0	0	0	0	0	0	5	35
12h15	12h30	12	0	2	0	0	0	2	14	
12h30	12h45	5	0	2	0	0	0	2	7	
12h45	13h00	8	0	1	0	0	0	1	9	
13h00	13h15	14	0	1	0	0	0	1	15	31
13h15	13h30	2	0	0	0	0	0	0	2	
13h30	13h45	7	0	2	0	0	0	2	9	
13h45	14h00	5	0	0	0	0	0	0	5	
14h00	14h15	10	0	0	0	0	0	0	10	45
14h15	14h30	6	0	0	0	0	0	0	6	
14h30	14h45	18	2	0	0	0	0	0	20	
14h45	15h00	9	0	0	0	0	0	0	9	
15h00	15h15	4	0	1	0	0	0	1	5	38
15h15	15h30	5	0	0	0	0	0	0	5	
15h30	15h45	10	0	0	0	0	0	0	10	
15h45	16h00	17	0	1	0	0	0	1	18	
16h00	16h15	10	0	1	0	0	0	1	11	43
16h15	16h30	12	0	2	0	0	0	2	14	
16h30	16h45	10	0	0	0	0	0	0	10	
16h45	17h00	8	0	0	0	0	0	0	8	
17h00	17h15	16	0	4	0	0	0	4	20	56
17h15	17h30	10	0	0	0	0	0	0	10	
17h30	17h45	14	0	4	0	0	0	4	18	
17h45	18h00	8	0	0	0	0	0	0	8	
18h00	18h15	12	0	0	0	0	0	0	12	57
18h15	18h30	17	0	1	0	0	0	1	18	
18h30	18h45	15	0	0	0	0	0	0	15	
18h45	19h00	11	0	1	0	0	0	1	12	
TOTAL		534	3	43	2	0	0	45	582	

Anexo A-3. Conteo vehicular de la vía Patate – Baños abs 4+700 – 8+200, miércoles 27 de abril del 2022

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		CONTEO VEHICULAR			
											
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.											
Fecha: 27/04/2022				Ubicación: Vía Patate - Baños Abs 8+200							
Hoja #: 03				Sentido: Ambos sentidos							
				Responsable: María Isabel Almeida Domínguez							
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL	ACUMULADO POR		
			C-2P	C-2G	C-3	C>3	Total				
7h00	7h15	12	1	1	0	0	0	1	14	55	
7h15	7h30	13	0	0	0	0	0	0	13		
7h30	7h45	19	0	2	0	0	0	2	21		
7h45	8h00	7	0	0	0	0	0	0	7		
8h00	8h15	8	0	0	0	0	0	0	8	54	
8h15	8h30	7	0	1	0	0	0	1	8		
8h30	8h45	16	1	0	0	0	0	0	17		
8h45	9h00	21	0	0	0	0	0	0	21		
9h00	9h15	17	0	1	0	0	0	1	18	59	
9h15	9h30	13	0	0	0	0	0	0	13		
9h30	9h45	19	0	1	0	0	0	1	20		
9h45	10h00	7	0	1	0	0	0	1	8		
10h00	10h15	9	0	1	0	0	0	1	10	31	
10h15	10h30	7	0	1	0	0	0	1	8		
10h30	10h45	5	0	0	0	0	0	0	5		
10h45	11h00	8	0	0	0	0	0	0	8		
11h00	11h15	12	0	1	0	0	0	1	13	55	
11h15	11h30	15	0	1	0	0	0	1	16		
11h30	11h45	17	0	2	0	0	0	2	19		
11h45	12h00	7	0	0	0	0	0	0	7		
12h00	12h15	8	0	1	0	0	0	1	9	41	
12h15	12h30	7	0	1	0	0	0	1	8		
12h30	12h45	9	0	0	0	0	0	0	9		
12h45	13h00	13	0	2	0	0	0	2	15		
13h00	13h15	18	0	0	0	0	0	0	18	39	
13h15	13h30	11	0	0	0	0	0	0	11		
13h30	13h45	9	0	0	0	0	0	0	9		
13h45	14h00	1	0	0	0	0	0	0	1		
14h00	14h15	7	0	0	0	0	0	0	7	39	
14h15	14h30	9	0	0	0	0	0	0	9		
14h30	14h45	14	2	0	0	0	0	0	16		
14h45	15h00	7	0	0	0	0	0	0	7		
15h00	15h15	6	0	1	0	0	0	1	7	43	
15h15	15h30	7	0	0	0	0	0	0	7		
15h30	15h45	12	0	0	0	0	0	0	12		
15h45	16h00	17	0	0	0	0	0	0	17		
16h00	16h15	16	0	0	0	0	0	0	16	49	
16h15	16h30	7	0	0	0	0	0	0	7		
16h30	16h45	13	0	2	0	0	0	2	15		
16h45	17h00	10	0	1	0	0	0	1	11		
17h00	17h15	17	0	0	0	0	0	0	17	51	
17h15	17h30	11	0	2	0	0	0	2	13		
17h30	17h45	14	0	1	0	0	0	1	15		
17h45	18h00	5	0	1	0	0	0	1	6		
18h00	18h15	9	0	0	0	0	0	0	9	51	
18h15	18h30	11	0	0	0	0	0	0	11		
18h30	18h45	18	0	0	0	0	0	0	18		
18h45	19h00	13	0	0	0	0	0	0	13		
TOTAL		538	4	25	0	0	0	25	567		



Anexo A-4. Conteo vehicular de la vía Patate – Baños abs 4+700 – 8+200, jueves 28 de abril del 2022

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL	ACUMULADO POR
				C-2P	C-2G	C-3	C>3	Total		
7h00	7h15	11	0	0	0	0	0	0	11	59
7h15	7h30	14	0	0	0	0	0	0	14	
7h30	7h45	19	0	0	0	0	0	0	19	
7h45	8h00	14	0	1	0	0	0	1	15	
8h00	8h15	3	1	1	0	0	0	1	5	37
8h15	8h30	9	0	1	0	0	0	1	10	
8h30	8h45	11	0	1	0	0	0	1	12	
8h45	9h00	10	0	0	0	0	0	0	10	
9h00	9h15	18	0	2	1	0	0	3	21	59
9h15	9h30	19	1	1	0	0	0	1	21	
9h30	9h45	11	0	3	0	0	0	3	14	
9h45	10h00	2	0	1	0	0	0	1	3	
10h00	10h15	3	0	2	0	0	0	2	5	40
10h15	10h30	7	0	1	0	0	0	1	8	
10h30	10h45	14	1	0	0	0	0	0	15	
10h45	11h00	11	0	1	0	0	0	1	12	
11h00	11h15	13	0	5	0	0	0	5	18	75
11h15	11h30	23	0	0	0	0	0	0	23	
11h30	11h45	23	0	1	0	0	0	1	24	
11h45	12h00	10	0	0	0	0	0	0	10	
12h00	12h15	7	0	1	0	0	0	1	8	36
12h15	12h30	9	0	0	0	0	0	0	9	
12h30	12h45	8	0	0	0	0	0	0	8	
12h45	13h00	11	0	0	0	0	0	0	11	
13h00	13h15	16	0	1	0	0	0	1	17	36
13h15	13h30	5	0	1	0	0	0	1	6	
13h30	13h45	9	0	0	0	0	0	0	9	
13h45	14h00	3	0	1	0	0	0	1	4	
14h00	14h15	12	0	3	0	0	0	3	15	55
14h15	14h30	9	0	0	1	0	0	1	10	
14h30	14h45	15	2	0	0	0	0	0	17	
14h45	15h00	13	0	0	0	0	0	0	13	
15h00	15h15	6	0	0	0	0	0	0	6	41
15h15	15h30	7	0	0	0	0	0	0	7	
15h30	15h45	9	0	0	0	0	0	0	9	
15h45	16h00	19	0	0	0	0	0	0	19	
16h00	16h15	11	0	2	0	0	0	2	13	43
16h15	16h30	14	0	2	0	0	0	2	16	
16h30	16h45	8	0	0	0	0	0	0	8	
16h45	17h00	6	0	0	0	0	0	0	6	
17h00	17h15	18	0	0	0	0	0	0	18	57
17h15	17h30	16	0	0	0	0	0	0	16	
17h30	17h45	10	0	1	0	0	0	1	11	
17h45	18h00	11	0	1	0	0	0	1	12	
18h00	18h15	17	0	1	0	0	0	1	18	54
18h15	18h30	15	0	1	0	0	0	1	16	
18h30	18h45	12	0	0	0	0	0	0	12	
18h45	19h00	7	0	1	0	0	0	1	8	
TOTAL		548	5	37	2	0	0	39	592	



Anexo A-5. Conteo vehicular de la vía Patate – Baños abs 4+700 – 8+200, viernes 29 de abril del 2022

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL	ACUMULADO POR
				C-2P	C-2G	C-3	C>3	Total		
7h00	7h15	13	0	0	0	0	0	0	13	58
7h15	7h30	16	0	0	0	0	0	0	16	
7h30	7h45	17	0	0	0	0	0	0	17	
7h45	8h00	11	1	0	0	0	0	0	12	
8h00	8h15	9	0	2	0	0	0	2	11	55
8h15	8h30	8	0	1	0	0	0	1	9	
8h30	8h45	13	0	1	1	0	0	2	15	
8h45	9h00	18	0	1	1	0	0	2	20	
9h00	9h15	19	0	1	0	0	0	1	20	60
9h15	9h30	17	1	2	0	0	0	2	20	
9h30	9h45	11	0	2	0	0	0	2	13	
9h45	10h00	7	0	0	0	0	0	0	7	
10h00	10h15	10	0	0	0	0	0	0	10	37
10h15	10h30	14	0	0	0	0	0	0	14	
10h30	10h45	7	0	1	0	0	0	1	8	
10h45	11h00	5	0	0	0	0	0	0	5	
11h00	11h15	12	0	1	0	0	0	1	13	62
11h15	11h30	21	0	0	0	0	0	0	21	
11h30	11h45	14	0	1	0	0	0	1	15	
11h45	12h00	12	0	1	0	0	0	1	13	
12h00	12h15	6	0	2	0	0	0	2	8	43
12h15	12h30	15	0	0	0	0	0	0	15	
12h30	12h45	8	0	0	0	0	0	0	8	
12h45	13h00	12	0	0	0	0	0	0	12	
13h00	13h15	13	0	2	0	0	0	2	15	47
13h15	13h30	6	0	1	0	0	0	1	7	
13h30	13h45	9	1	1	0	0	0	1	11	
13h45	14h00	14	0	0	0	0	0	0	14	
14h00	14h15	11	0	0	0	0	0	0	11	44
14h15	14h30	9	0	0	1	0	0	1	10	
14h30	14h45	8	0	0	0	0	0	0	8	
14h45	15h00	15	0	0	0	0	0	0	15	
15h00	15h15	7	0	1	0	0	0	1	8	47
15h15	15h30	9	0	0	0	0	0	0	9	
15h30	15h45	11	0	0	0	0	0	0	11	
15h45	16h00	18	0	1	0	0	0	1	19	
16h00	16h15	9	0	1	0	0	0	1	10	41
16h15	16h30	13	0	1	0	0	0	1	14	
16h30	16h45	11	0	0	0	0	0	0	11	
16h45	17h00	6	0	0	0	0	0	0	6	
17h00	17h15	13	0	2	0	0	0	2	15	52
17h15	17h30	11	0	1	0	0	0	1	12	
17h30	17h45	9	0	1	0	0	0	1	10	
17h45	18h00	15	0	0	0	0	0	0	15	
18h00	18h15	13	0	1	0	0	0	1	14	61
18h15	18h30	15	0	1	0	0	0	1	16	
18h30	18h45	12	0	0	0	0	0	0	12	
18h45	19h00	19	0	0	0	0	0	0	19	
TOTAL		571	3	30	3	0	0	33	607	

Anexo A-6. Conteo vehicular de la vía Patate – Baños abs 4+700 – 8+200, sábado 30 de abril del 2022

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		CONTEO VEHICULAR	
												
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.												
Fecha: 01/05/2022			Ubicación: Vía Patate - Baños Abs 8+200									
Hoja #: 06			Sentido: Ambos sentidos									
			Responsable: María Isabel Almeida Domínguez									
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL	ACUMULADO POR			
			C-2P	C-2G	C-3	C>3	Total					
7h00	7h15	7	0	0	0	0	0	7	13			
7h15	7h30	3	0	0	0	0	0	3				
7h30	7h45	1	0	0	0	0	0	1				
7h45	8h00	2	0	0	0	0	0	2				
8h00	8h15	4	0	0	0	0	0	4	16			
8h15	8h30	2	0	0	0	0	0	2				
8h30	8h45	5	0	0	0	0	0	5				
8h45	9h00	5	0	0	0	0	0	5				
9h00	9h15	7	0	0	0	0	0	7	35			
9h15	9h30	8	0	0	0	0	0	8				
9h30	9h45	11	0	0	0	0	0	11				
9h45	10h00	9	0	0	0	0	0	9				
10h00	10h15	5	0	0	0	0	0	5	27			
10h15	10h30	8	0	0	0	0	0	8				
10h30	10h45	7	0	0	0	0	0	7				
10h45	11h00	7	0	0	0	0	0	7				
11h00	11h15	8	0	0	0	0	0	8	51			
11h15	11h30	13	0	0	0	0	0	13				
11h30	11h45	16	0	0	0	0	0	16				
11h45	12h00	14	0	0	0	0	0	14				
12h00	12h15	18	0	0	0	0	0	18	152			
12h15	12h30	29	1	0	0	0	0	30				
12h30	12h45	44	0	0	0	0	0	44				
12h45	13h00	59	1	0	0	0	0	60				
13h00	13h15	51	0	0	0	0	0	51	187			
13h15	13h30	57	1	1	0	0	1	59				
13h30	13h45	40	0	0	0	0	0	40				
13h45	14h00	37	0	0	0	0	0	37				
14h00	14h15	17	0	1	0	0	0	18	90			
14h15	14h30	21	1	1	0	0	1	23				
14h30	14h45	18	0	0	0	0	0	18				
14h45	15h00	31	0	0	0	0	0	31				
15h00	15h15	17	0	0	0	0	0	17	99			
15h15	15h30	21	0	0	0	0	0	21				
15h30	15h45	26	0	1	0	0	1	27				
15h45	16h00	33	1	0	0	0	0	34				
16h00	16h15	22	0	0	0	0	0	22	105			
16h15	16h30	36	0	0	0	0	0	36				
16h30	16h45	27	0	1	0	0	1	28				
16h45	17h00	19	0	0	0	0	0	19				
17h00	17h15	17	0	0	0	0	0	17	78			
17h15	17h30	32	0	0	0	0	0	32				
17h30	17h45	16	0	0	0	0	0	16				
17h45	18h00	13	0	0	0	0	0	13				
18h00	18h15	11	0	0	0	0	0	11	63			
18h15	18h30	25	0	0	0	0	0	25				
18h30	18h45	15	0	0	0	0	0	15				
18h45	19h00	12	0	0	0	0	0	12				
TOTAL		906	5	5	0	0	0	5	916			

Anexo A-7. Conteo vehicular de la vía Patate – Baños abs 4+700 – 8+200, domingo 1 de mayo del 2022

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		CONTEO VEHICULAR	
												
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.												
Fecha: 01/05/2022				Ubicación: Vía Patate - Baños Abs 8+200								
Hoja #: 07				Sentido: Ambos sentidos								
				Responsable: María Isabel Almeida Domínguez								
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL	ACUMULADO POR			
			C-2P	C-2G	C-3	C>3	Total					
7h00	7h15	5	0	0	0	0	0	5	19			
7h15	7h30	4	0	1	0	0	0	5				
7h30	7h45	2	0	0	0	0	0	2				
7h45	8h00	7	0	0	0	0	0	7				
8h00	8h15	5	0	0	0	0	0	5	26			
8h15	8h30	8	0	0	0	0	0	8				
8h30	8h45	7	0	0	0	0	0	7				
8h45	9h00	6	0	0	0	0	0	6				
9h00	9h15	9	0	1	0	0	0	10	45			
9h15	9h30	7	0	0	0	0	0	7				
9h30	9h45	12	0	1	0	0	0	13				
9h45	10h00	15	0	0	0	0	0	15				
10h00	10h15	7	0	0	0	0	0	7	36			
10h15	10h30	13	0	0	0	0	0	13				
10h30	10h45	9	0	0	0	0	0	9				
10h45	11h00	7	0	0	0	0	0	7				
11h00	11h15	11	0	0	0	0	0	11	67			
11h15	11h30	16	0	0	0	0	0	16				
11h30	11h45	17	0	0	0	0	0	17				
11h45	12h00	23	0	0	0	0	0	23				
12h00	12h15	35	0	0	0	0	0	35	206			
12h15	12h30	43	0	0	0	0	0	43				
12h30	12h45	55	0	0	0	0	0	55				
12h45	13h00	72	1	0	0	0	0	73				
13h00	13h15	55	0	0	0	0	0	55	204			
13h15	13h30	63	0	1	0	0	0	64				
13h30	13h45	36	0	0	0	0	0	36				
13h45	14h00	49	0	0	0	0	0	49				
14h00	14h15	29	0	1	0	0	0	30	139			
14h15	14h30	33	1	1	0	0	0	35				
14h30	14h45	29	0	0	0	0	0	29				
14h45	15h00	45	0	0	0	0	0	45				
15h00	15h15	37	0	0	0	0	0	37	152			
15h15	15h30	28	0	0	0	0	0	28				
15h30	15h45	39	0	0	0	0	0	39				
15h45	16h00	48	0	0	0	0	0	48				
16h00	16h15	24	1	2	0	0	0	27	136			
16h15	16h30	51	0	0	0	0	0	51				
16h30	16h45	31	0	1	0	0	0	32				
16h45	17h00	24	0	2	0	0	0	26				
17h00	17h15	27	0	0	0	0	0	27	110			
17h15	17h30	43	0	1	0	0	0	44				
17h30	17h45	21	0	0	0	0	0	21				
17h45	18h00	18	0	0	0	0	0	18				
18h00	18h15	27	0	0	0	0	0	27	104			
18h15	18h30	36	0	1	0	0	0	37				
18h30	18h45	22	0	0	0	0	0	22				
18h45	19h00	18	0	0	0	0	0	18				
TOTAL		1228	3	13	0	0	0	13	1244			



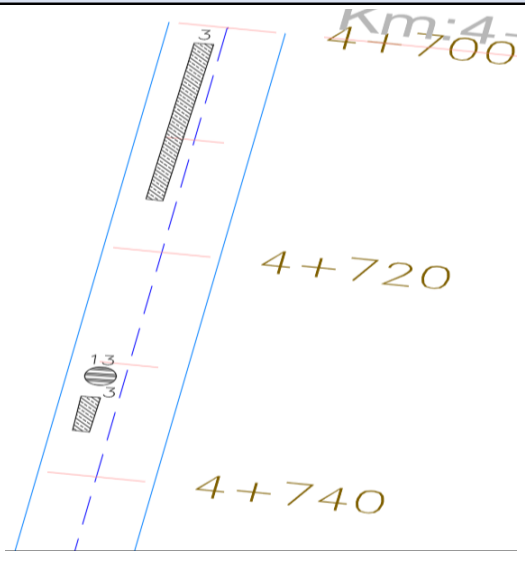
ANEXO B:

ÍNDICE DE

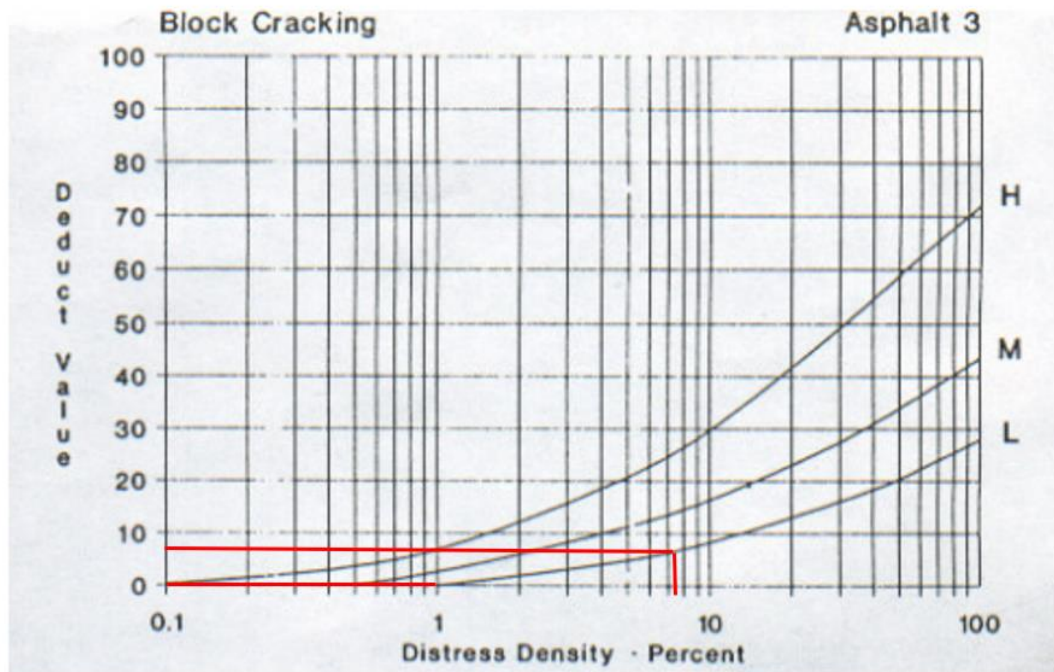
CONDICIÓN DEL

PAVIMENTO (PCI)

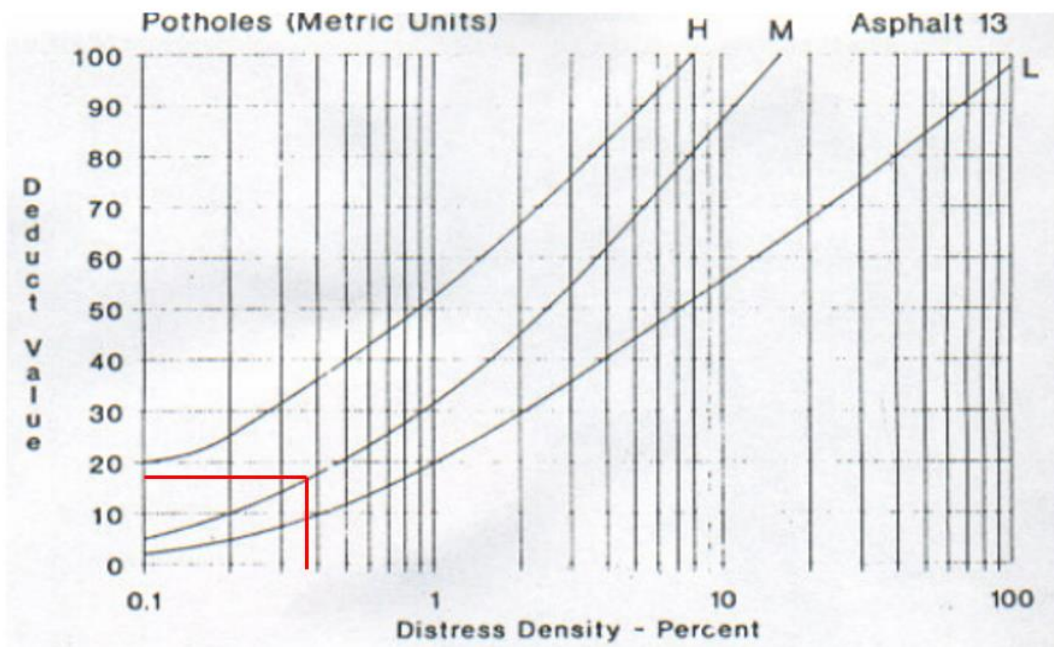
Anexo B-1. Registro visual PCI y curvas para determinación del valor deducido de la vía Patate – Baños abs 4+700 – 8+200, Unidad de muestreo #1

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL PCI							
Proyecto: “Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.									
ABS Inicial: 4+700 ABS Final: 4+740 Ancho del carril: 6,60 m		Área de muestreo: 264 m ² Unidad de muestreo: #1 Tramo: 4+700 -8+200		Fecha: 22/05/2022					
NÚMERO	FALLAS		ESQUEMA						
1	Piel de cocodrilo	m2							
2	Exudación	m2							
3	Agrietamiento en Bloque	m2							
4	Abultamientos y hundimientos	m							
5	Corrugación	m2							
6	Depresión	m2							
7	Grieta de Borde	m2							
8	Grieta de reflexión de junta	m							
9	Desnivel Carril/Berma	m							
10	Grietas longitudinales y transversales	m							
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2							
12	Pulimiento de agregados	m2							
13	Huecos	U							
14	Cruce de Vía ferrea	m2							
15	Ahuellamiento	m2							
16	Desplazamiento	m2							
17	Grietas parabólicas	m2							
18	Hunchamiento	m2							
19	Desprendimiento de agregados	m2							
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
3	X			16,10	1,20		19,32	7,32	8,00
13		X		1,00			1,00	0,38	18,00
3	X			4,00	0,70		2,80	1,06	0,00
							VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		26,00
							PCI = 100-VDT=		74,00



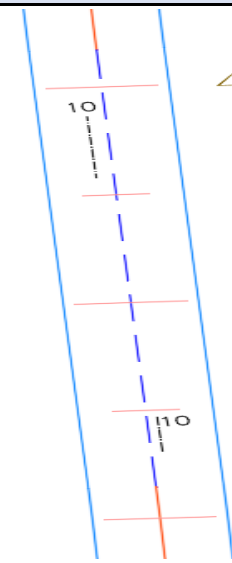
AGRIETAMIENTO EN BLOQUE



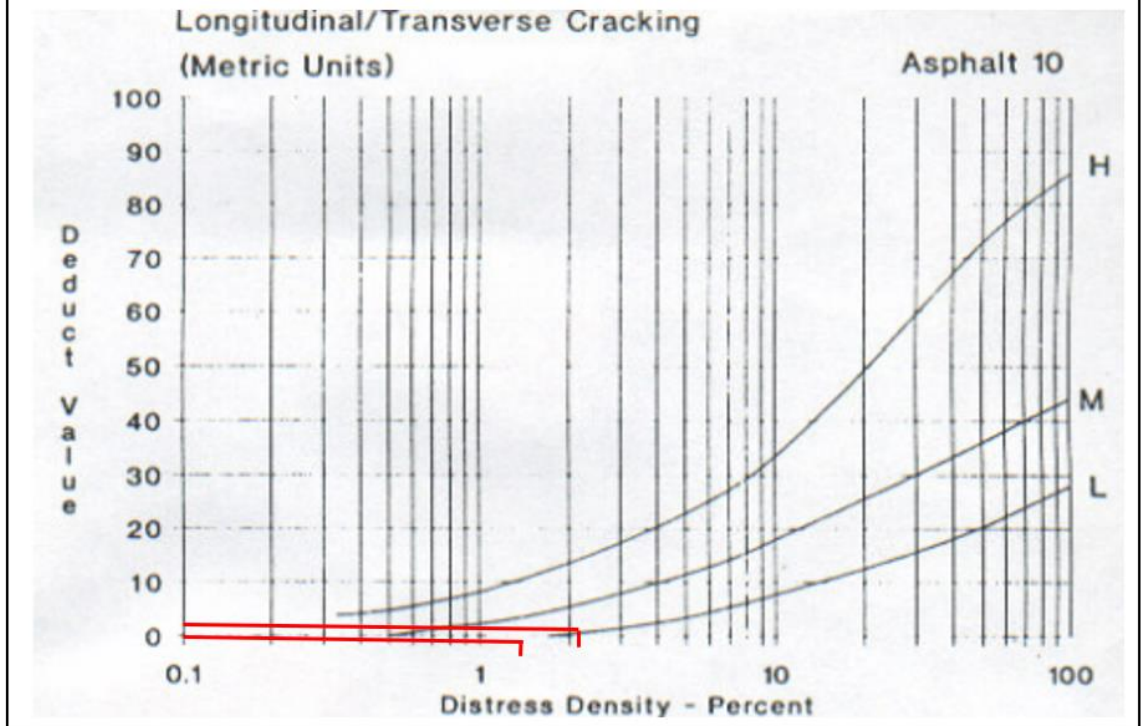
HUECOS





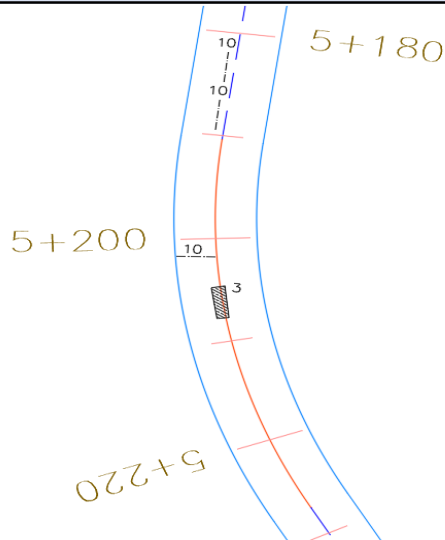
Anexo B-2. Registro visual PCI y curvas para determinación del valor deducido de la vía Patate – Baños abs 4+700 – 8+200, Unidad de muestreo # 2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL PCI					
Proyecto: “Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.							
ABS Inicial: 4+940		Área de muestreo: 256 m ²		Fecha: 22/05/2022			
ABS Final: 4+980		Unidad de muestreo: #2					
Ancho del carril: 6,40 m		Tramo: 4+700 -8+200					
NÚMERO	FALLAS		ESQUEMA				
1	Piel de cocodrilo	m2					
2	Exudación	m2					
3	Agrietamiento en Bloque	m2					
4	Abultamientos y hundimientos	m					
5	Corrugación	m2					
6	Depresión	m2					
7	Grieta de Borde	m2					
8	Grieta de reflexión de junta	m					
9	Desnivel Carril/Berma	m					
10	Grietas longitudinales y transversales	m					
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2					
12	Pulimiento de agregados	m2					
13	Huecos	U					
14	Cruce de Vía ferrea	m2					
15	Ahuellamiento	m2					
16	Desplazamiento	m2					
17	Grietas parabólicas	m2					
18	Hunchamiento	m2					
19	Desprendimiento de agregados	m2					
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)				
10	X			5,70		2,23	1,30
10	X			3,80		1,48	0,00
					VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		1,30
					PCI = 100-VDT=		98,7

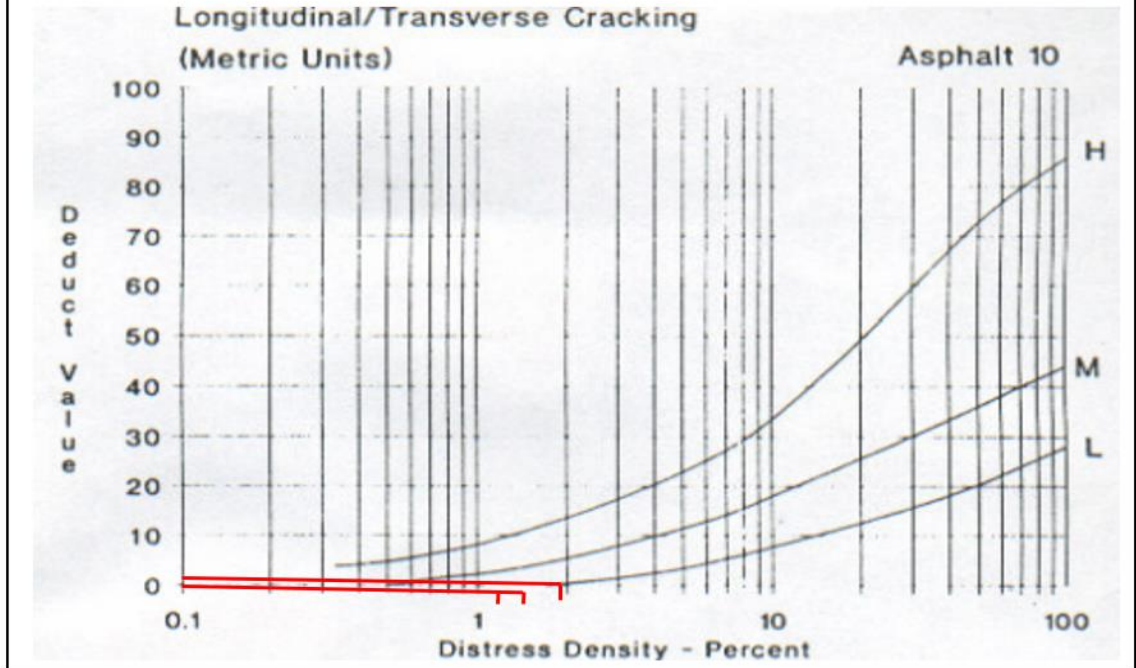
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES



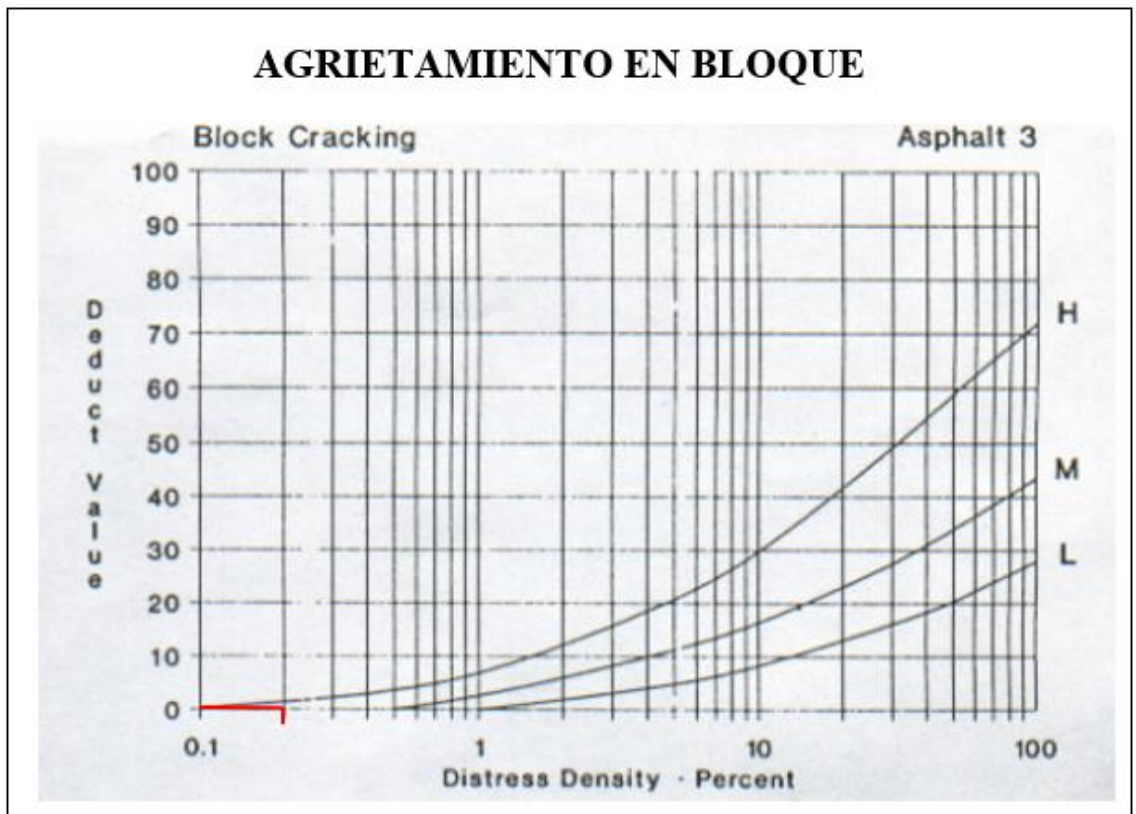
Anexo B-3. Registro visual PCI y curvas para determinación del valor deducido de la vía Patate – Baños abs 4+700 – 8+200, Unidad de muestreo # 3.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL PCI						
Proyecto: “Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.								
ABS Inicial: 5+180		Área de muestreo: 248 m ²		Fecha: 22/05/2022				
ABS Final: 5+220		Unidad de muestreo: #3						
Ancho del carril: 6,20 m		Tramo: 4+700 -8+200						
NÚMERO	FALLAS		ESQUEMA					
1	Piel de cocodrilo	m ²						
2	Exudación	m ²						
3	Agrietamiento en Bloque	m ²						
4	Abultamientos y hundimientos	m						
5	Corrugación	m ²						
6	Depresión	m ²						
7	Grieta de Borde	m ²						
8	Grieta de reflexión de junta	m						
9	Desnivel Carril/Berma	m						
10	Grietas longitudinales y transversales	m						
11	Parcheo y acometida de servicio público	m ²						
12	Pulimiento de agregados	m ²						
13	Huecos	U						
14	Cruce de Vía ferrea	m ²						
15	Ahuellamiento	m ²						
16	Desplazamiento	m ²						
17	Grietas parabólicas	m ²						
18	Hunchamiento	m ²						
19	Desprendimiento de agregados	m ²						
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)					
10	X			3,20		3,20	1,29	0,00
10	X			4,60		4,60	1,85	1,00
10	X			3,50		3,50	1,41	0,00
3	X			1,00	0,50	0,50	0,20	0,00
						VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		1,00
						PCI = 100-VDT=		99



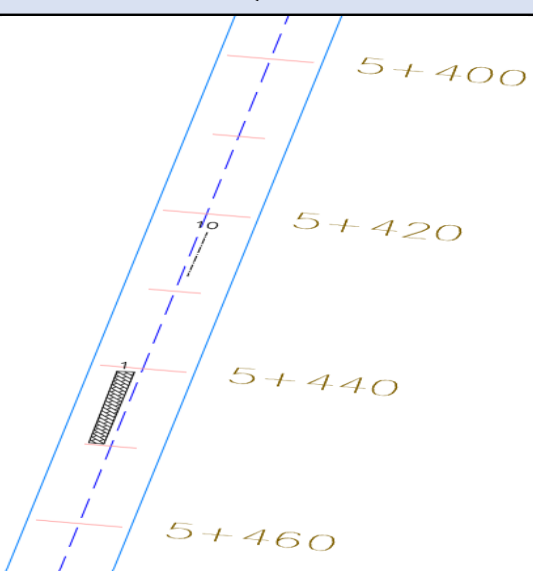
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES



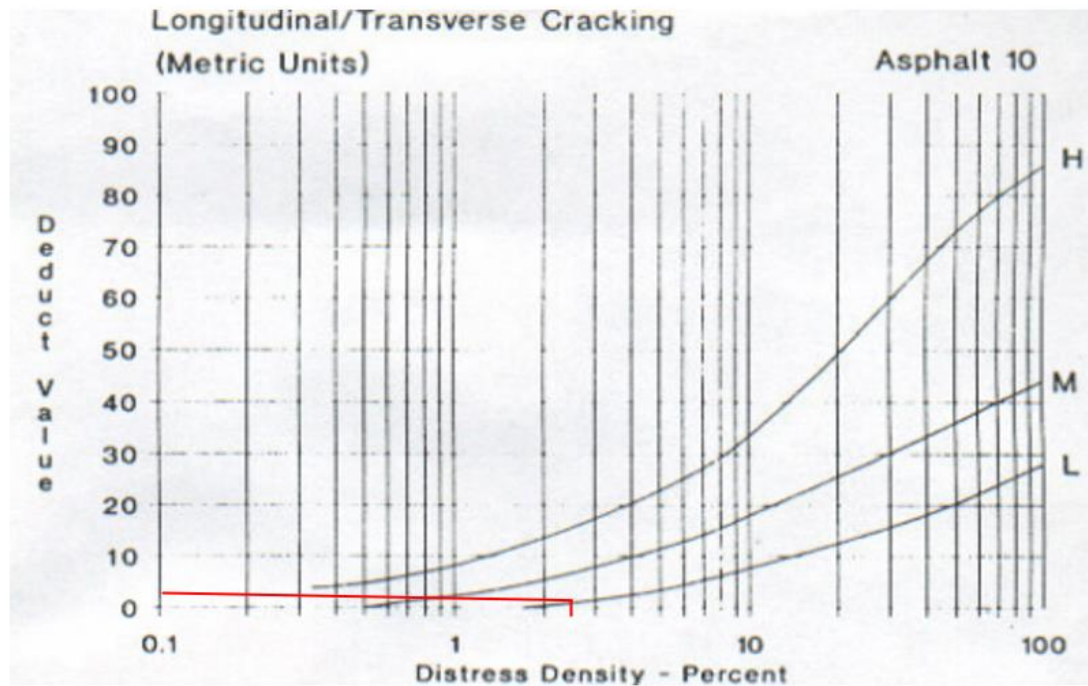
AGRIETAMIENTO EN BLOQUE



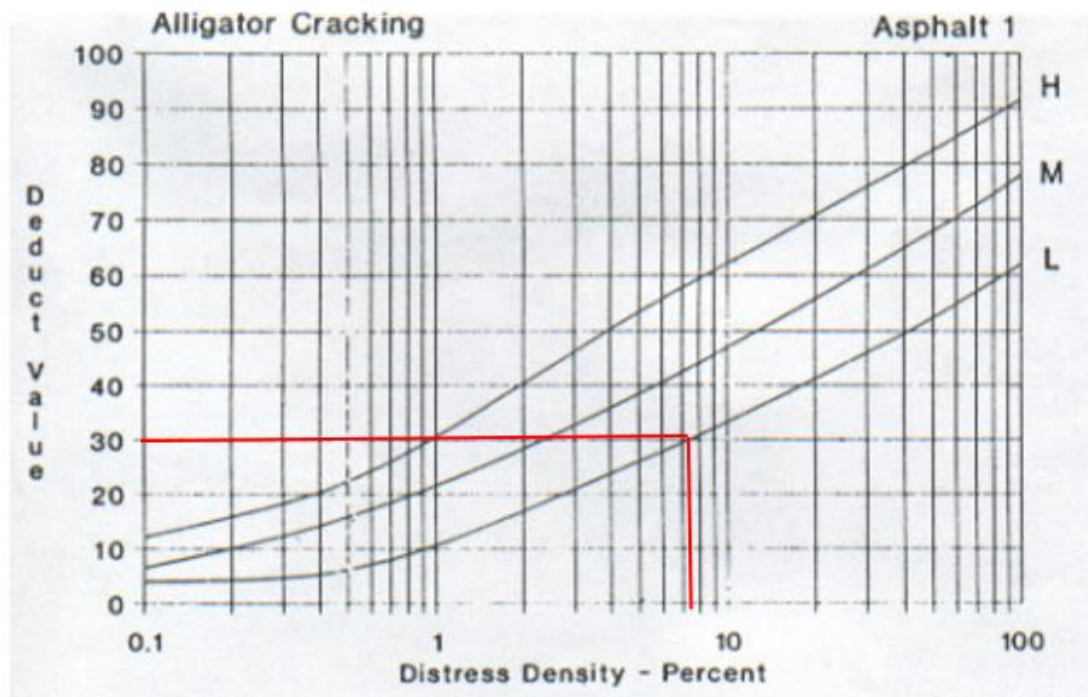
Anexo B-4. Registro visual PCI y curvas para determinación del valor deducido de la vía Patate – Baños abs 4+700 – 8+200, Unidad de muestreo # 4.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL PCI						
Proyecto: “Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.								
ABS Inicial: 5+420 ABS Final: 5+460 Ancho del carril: 6,10 m		Área de muestreo: 244 m ² Unidad de muestreo: #4 Tramo: 4+700 -8+200		Fecha: 22/05/2022				
NÚMERO	FALLAS		ESQUEMA					
1	Piel de cocodrilo	m ²						
2	Exudación	m ²						
3	Agrietamiento en Bloque	m ²						
4	Abultamientos y hundimientos	m						
5	Corrugación	m ²						
6	Depresión	m ²						
7	Grieta de Borde	m ²						
8	Grieta de reflexión de junta	m						
9	Desnivel Carril/Berma	m						
10	Grietas longitudinales y transversales	m						
11	Parcheo y acometida de servicio público	m ²						
12	Pulimiento de agregados	m ²						
13	Huecos	U						
14	Cruce de Vía ferrea	m ²						
15	Ahuellamiento	m ²						
16	Desplazamiento	m ²						
17	Grietas parabólicas	m ²						
18	Hunchamiento	m ²						
19	Desprendimiento de agregados	m ²						
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)					
10	X			6,00		2,46	3,00	
1	X			10,00	1,80	7,38	30,00	
						VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		33,00
						PCI = 100-VDT=		67,00



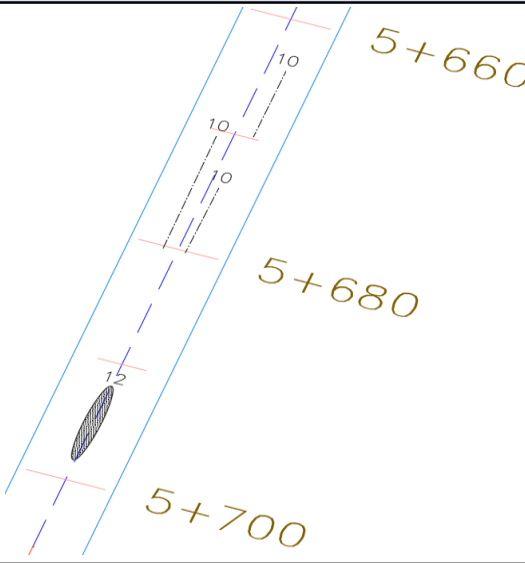
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES



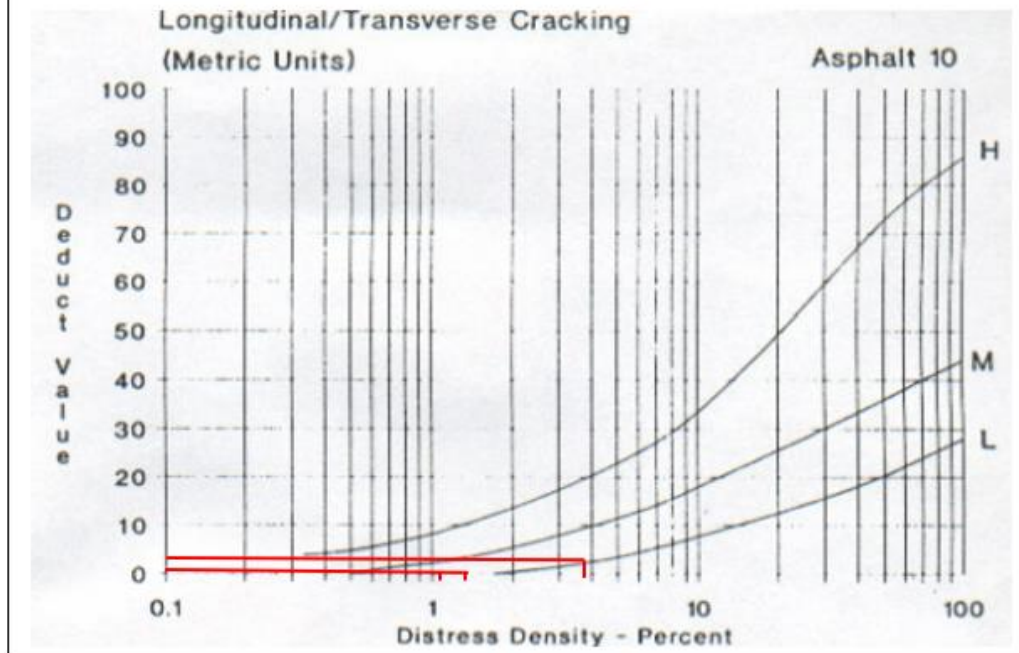
PIEL DE COCODRILO



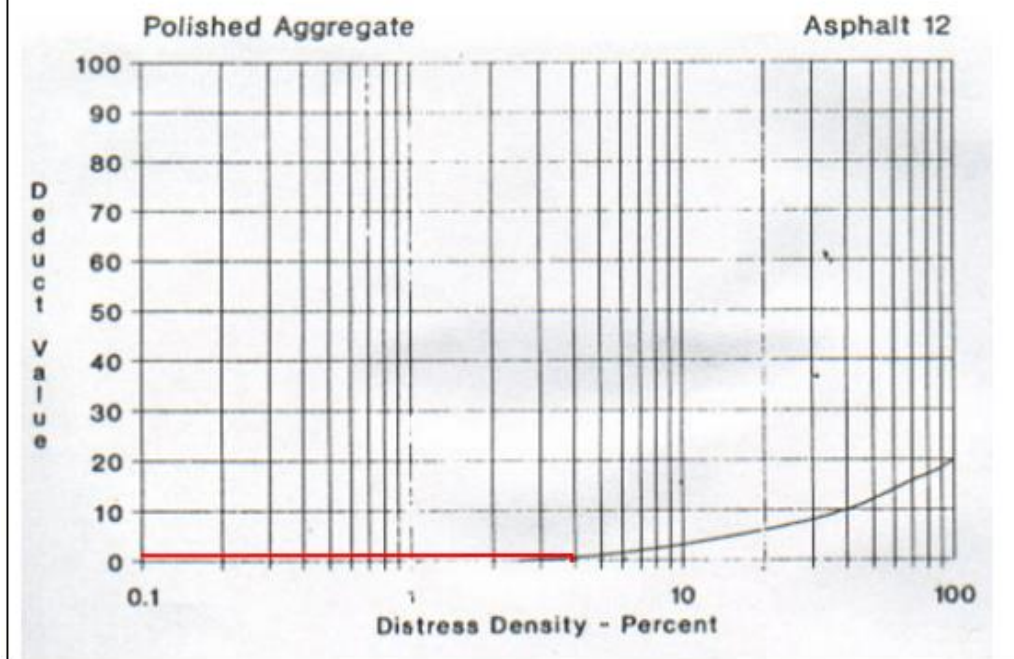
Anexo B-5. Registro visual PCI y curvas para determinación del valor deducido de la vía Patate – Baños abs 4+700 – 8+200, Unidad de muestreo # 5.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL PCI							
Proyecto: “Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.									
ABS Inicial: 5+660 ABS Final: 5+700 Ancho del carril: 5,85 m		Área de muestreo: 234 m ² Unidad de muestreo: #5 Tramo: 4+700 -8+200		Fecha: 22/05/2022					
NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA							
1	Piel de cocodrilo								
2	Exudación								
3	Agrietamiento en Bloque								
4	Abultamientos y hundimientos								
5	Corrugación								
6	Depresión								
7	Grieta de Borde								
8	Grieta de reflexión de junta								
9	Desnivel Carril/Berma								
10	Grietas longitudinales y transversales								
11	Parcheo y acometida de servicio público								
12	Pulimiento de agregados								
13	Huecos								
14	Cruce de Vía ferrea								
15	Ahuellamiento								
16	Desplazamiento								
17	Grietas parabólicas								
18	Hunchamiento								
19	Desprendimiento de agregados								
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
10	X			3,50			3,50	1,50	0,00
10	X			2,70			2,70	1,15	0,00
10	X			9,30			9,30	3,97	4,00
12	X			6,20	1,50		9,30	3,97	0,50
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):								4,50	
PCI = 100-VDT=								95,50	



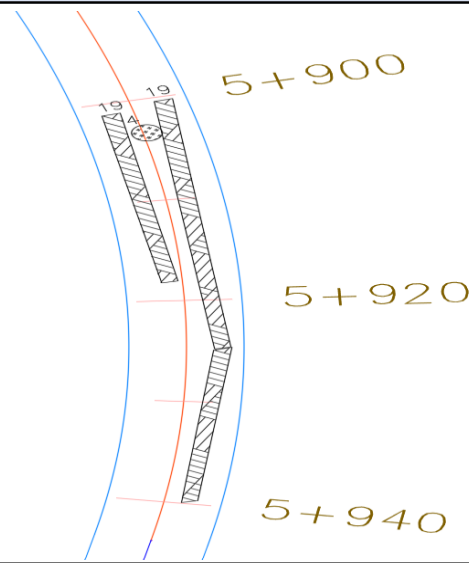
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES



PULIMENTO DE AGREGADOS



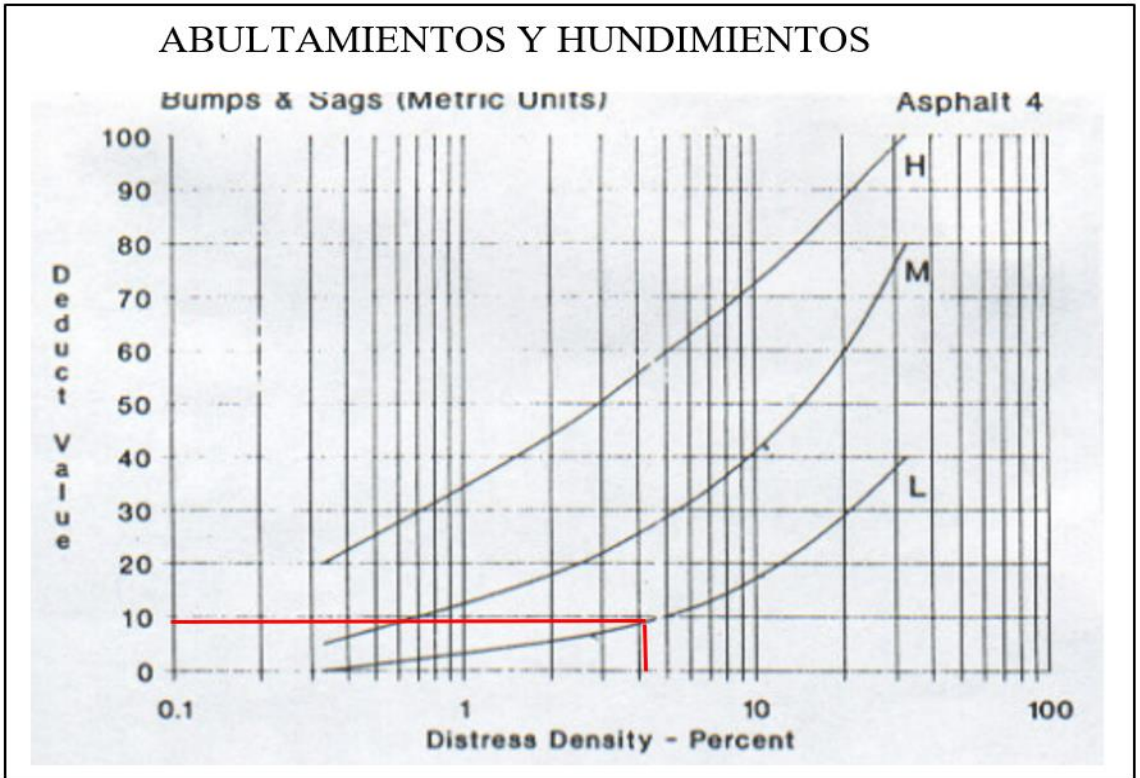
Anexo B-6. Registro visual PCI y curvas para determinación del valor deducido de la vía Patate – Baños abs 4+700 – 8+200, Unidad de muestreo # 6.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL PCI							
Proyecto: “Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.									
ABS Inicial: 5+900 ABS Final: 5+940 Ancho del carril: 5,85 m		Área de muestreo: 234 m ² Unidad de muestreo: #6 Tramo: 4+700 -8+200		Fecha: 22/05/2022					
NÚMERO	FALLAS		ESQUEMA						
1	Piel de cocodrilo	m2							
2	Exudación	m2							
3	Agrietamiento en Bloque	m2							
4	Abultamientos y hundimientos	m							
5	Corrugación	m2							
6	Depresión	m2							
7	Grieta de Borde	m2							
8	Grieta de reflexión de junta	m							
9	Desnivel Carril/Berma	m							
10	Grietas longitudinales y transversales	m							
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2							
12	Pulimiento de agregados	m2							
13	Huecos	U							
14	Cruce de Vía ferrea	m2							
15	Ahuellamiento	m2							
16	Desplazamiento	m2							
17	Grietas parabólicas	m2							
18	Hunchamiento	m2							
19	Desprendimiento de agregados	m2							
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
19	X			17,40	1,30		22,62	9,67	5,00
4	X			7,40			7,40	3,16	9,90
19	X			40,00	2,60		104,00	44,44	11,50
						VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		26,40	
						PCI = 100-VDT=		73,60	



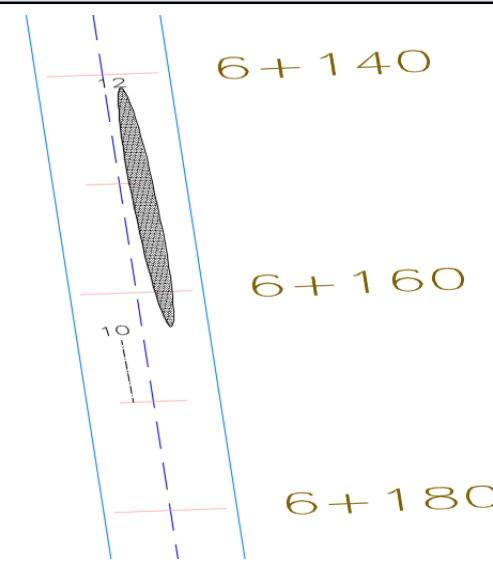
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS



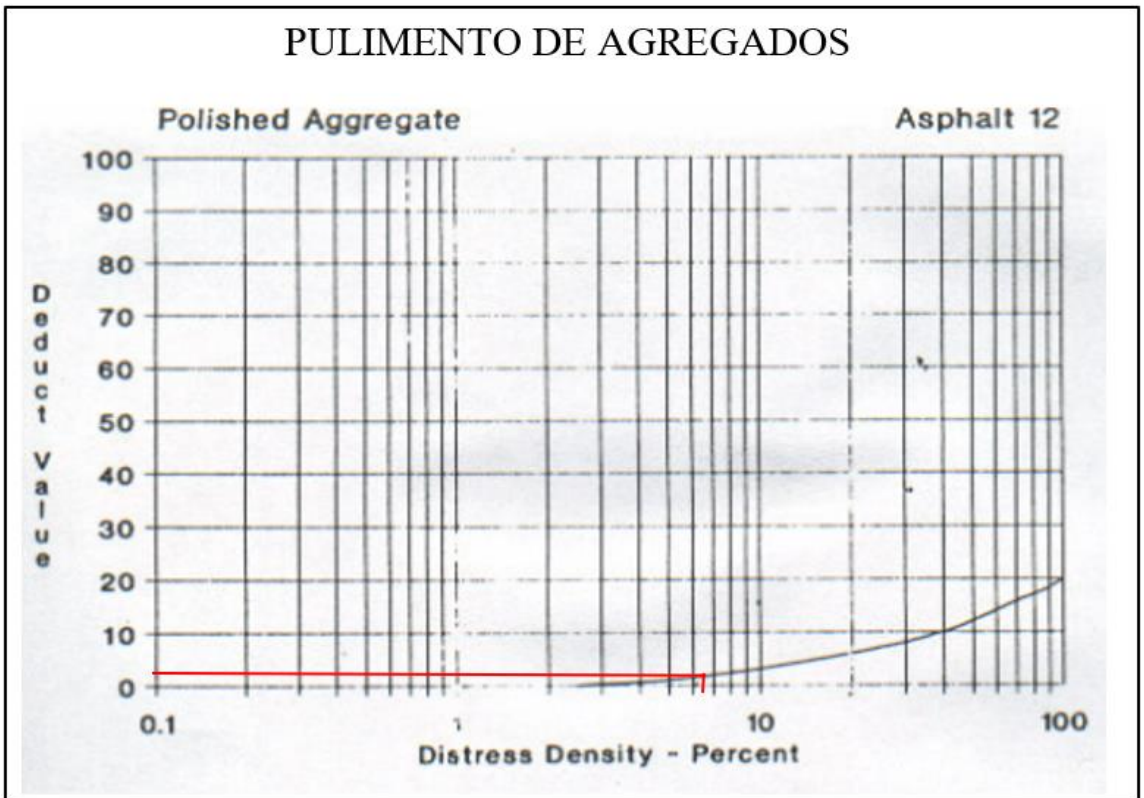
ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS



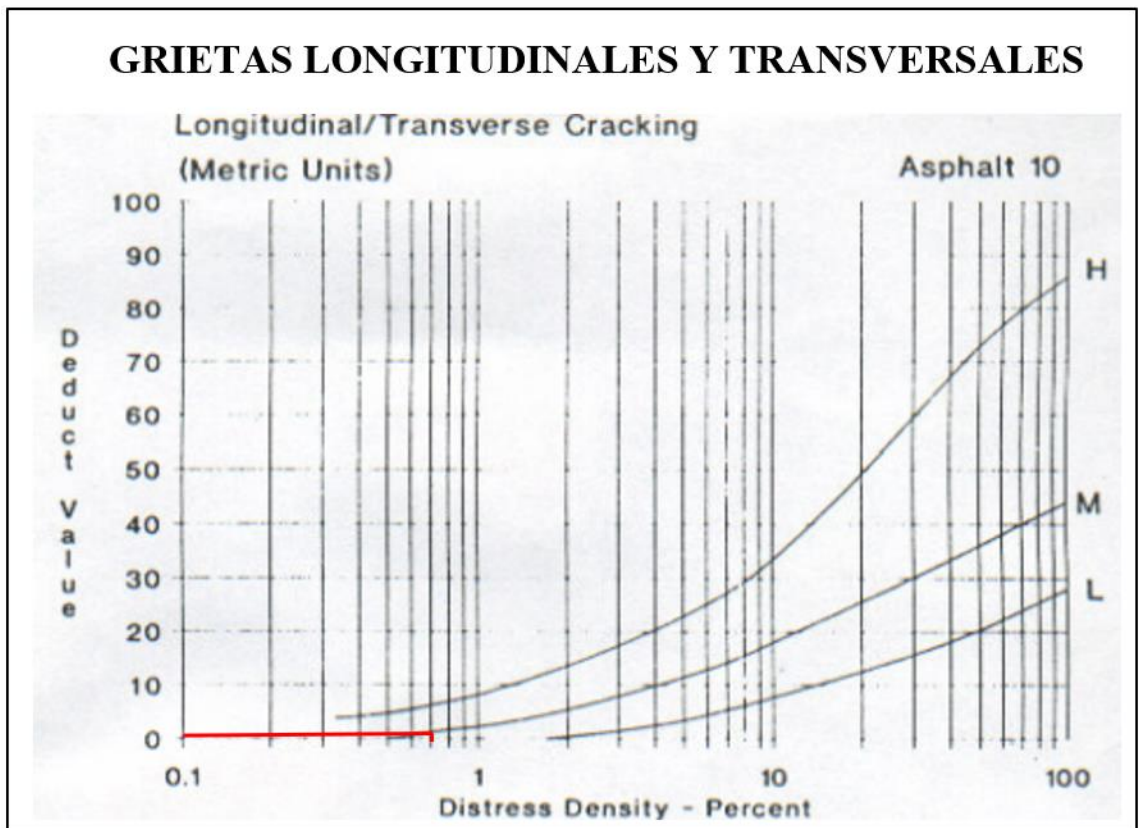
Anexo B-7. Registro visual PCI y curvas para determinación del valor deducido de la vía Patate – Baños abs 4+700 – 8+200, Unidad de muestreo # 7.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL PCI							
Proyecto: “Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.									
ABS Inicial: 6+140 ABS Final: 6+180 Ancho del carril: 6,20 m		Área de muestreo: 248 m ² Unidad de muestreo: #7 Tramo: 4+700 -8+200		Fecha: 22/05/2022					
NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA							
1	Piel de cocodrilo	m2							
2	Exudación	m2							
3	Agrietamiento en Bloque	m2							
4	Abultamientos y hundimientos	m							
5	Corrugación	m2							
6	Depresión	m2							
7	Grieta de Borde	m2							
8	Grieta de reflexión de junta	m							
9	Desnivel Carril/Berma	m							
10	Grietas longitudinales y transversales	m							
11	Parcheo y acometida de servicio público	m2							
12	Pulimiento de agregados	m2							
13	Huecos	U							
14	Cruce de Vía ferrea	m2							
15	Ahuellamiento	m2							
16	Desplazamiento	m2							
17	Grietas parabólicas	m2							
18	Hunchamiento	m2							
19	Desprendimiento de agregados	m2							
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
12	X			23,00	0,70		16,10	6,49	2,00
10	X			1,80			1,80	0,73	0,00
							VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		2,00
							PCI = 100-VDT=		98,00



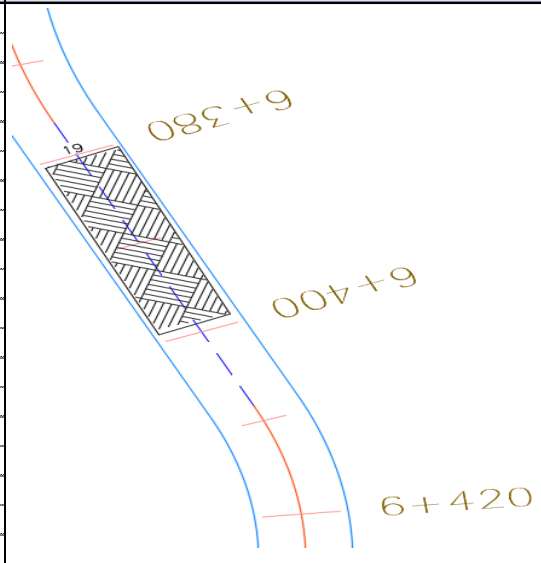
PULIMENTO DE AGREGADOS



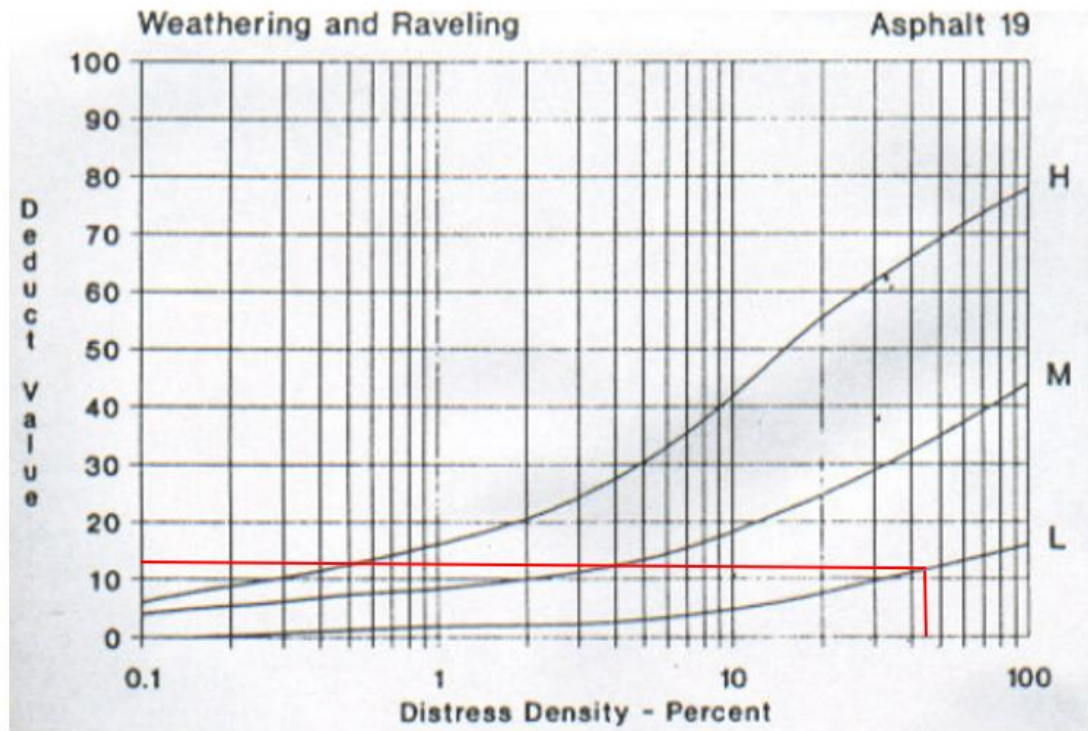
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES





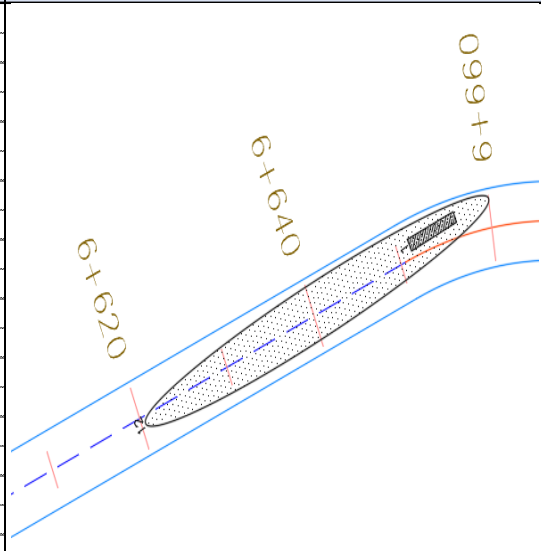
Anexo B-8. Registro visual PCI y curvas para determinación del valor deducido de la vía Patate – Baños abs 4+700 – 8+200, Unidad de muestreo # 8.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL PCI							
Proyecto: “Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.									
ABS Inicial: 6+380 ABS Final: 6+420 Ancho del carril: 5,03 m		Área de muestreo: 201,2 m ² Unidad de muestreo: #8 Tramo: 4+700 -8+200		Fecha: 22/05/2022					
NÚMERO	FALLAS		ESQUEMA						
1	Piel de cocodrilo	m2							
2	Exudación	m2							
3	Agrietamiento en Bloque	m2							
4	Abultamientos y hundimientos	m							
5	Corrugación	m2							
6	Depresión	m2							
7	Grieta de Borde	m2							
8	Grieta de reflexión de junta	m							
9	Desnivel Carril/Berma	m							
10	Grietas longitudinales y transversales	m							
11	Parcheo y acometida de servicio público	m2							
12	Pulimiento de agregados	m2							
13	Huecos	U							
14	Cruce de Vía ferrea	m2							
15	Ahuellamiento	m2							
16	Desplazamiento	m2							
17	Grietas parabólicas	m2							
18	Hunchamiento	m2							
19	Desprendimiento de agregados	m2							
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
19	X			18,00	5,10		91,80	45,63	12,00
							VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		12,00
							PCI = 100-VDT=		88,00

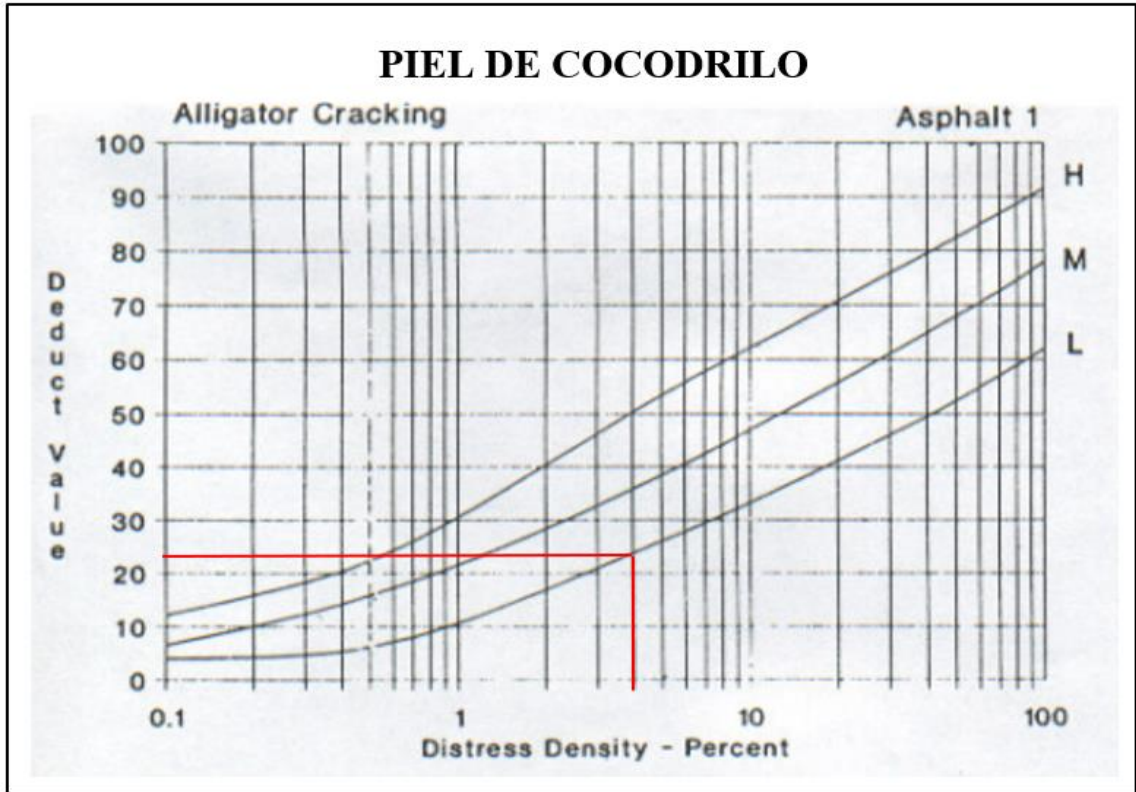
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS



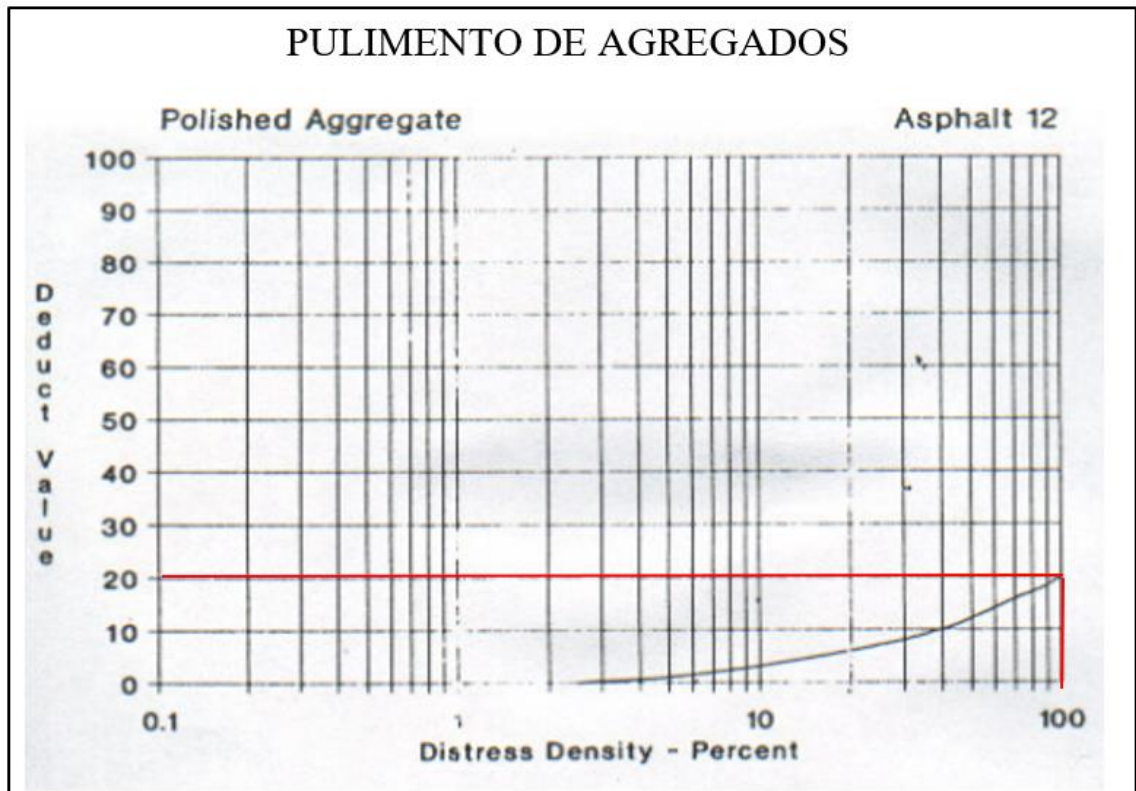
Anexo B-9. Registro visual PCI y curvas para determinación del valor deducido de la vía Patate – Baños abs 4+700 – 8+200, Unidad de muestreo # 9.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL PCI							
Proyecto: “Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.									
ABS Inicial: 6+620 ABS Final: 6+660 Ancho del carril: 3,95 m		Área de muestreo: 158 m ² Unidad de muestreo: #9 Tramo: 4+700 -8+200		Fecha: 22/05/2022					
NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA							
1	Piel de cocodrilo								
2	Exudación								
3	Agrietamiento en Bloque								
4	Abultamientos y hundimientos								
5	Corrugación								
6	Depresión								
7	Grieta de Borde								
8	Grieta de reflexión de junta								
9	Desnivel Carril/Berma								
10	Grietas longitudinales y transversales								
11	Parcheo y acometida de servicio público								
12	Pulimiento de agregados								
13	Huecos								
14	Cruce de Vía ferrea								
15	Ahuellamiento								
16	Desplazamiento								
17	Grietas parabólicas								
18	Hunchamiento								
19	Desprendimiento de agregados								
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
1	X			7,00	0,90		6,30	3,99	23,00
12	X			40,00	3,95		158,00	100,00	20,00
							VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		43,00
							PCI = 100-VDT=		57,00



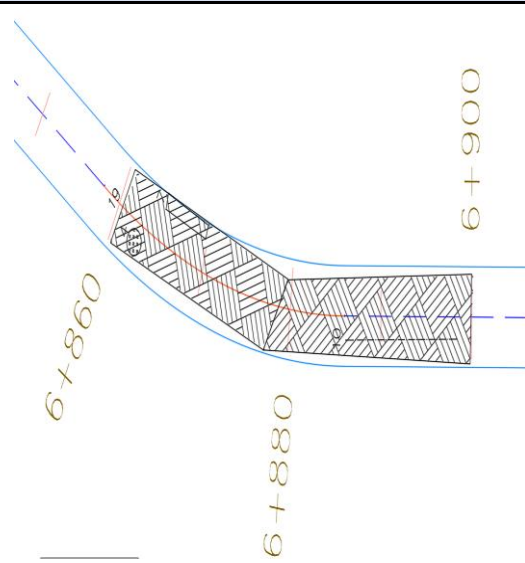
PIEL DE COCODRILO



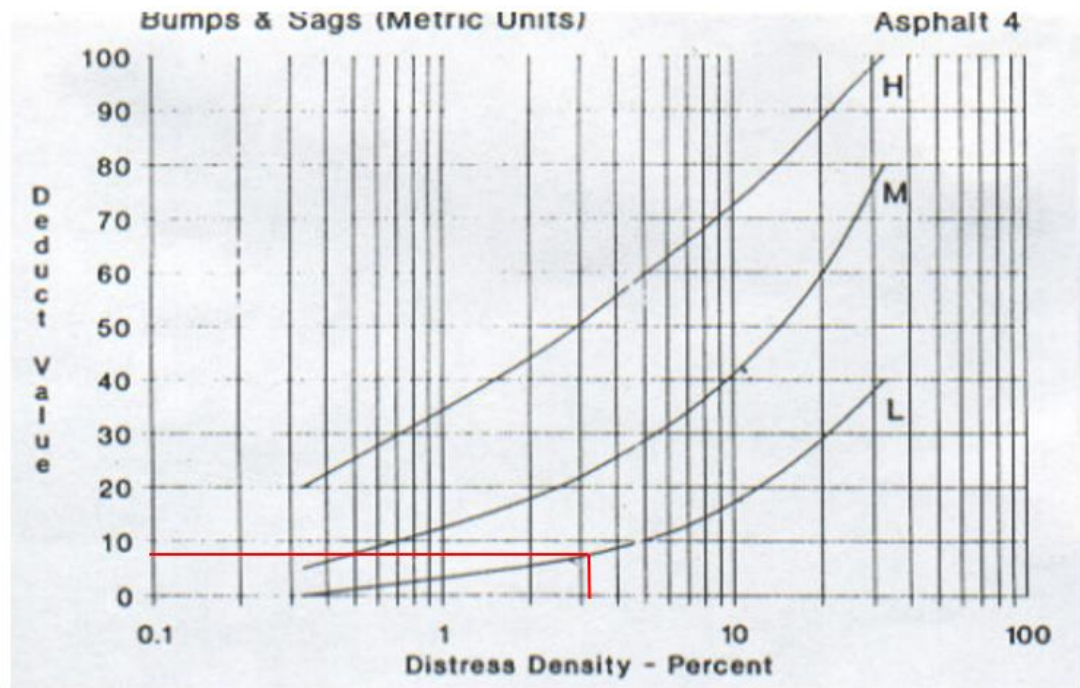
PULIMENTO DE AGREGADOS



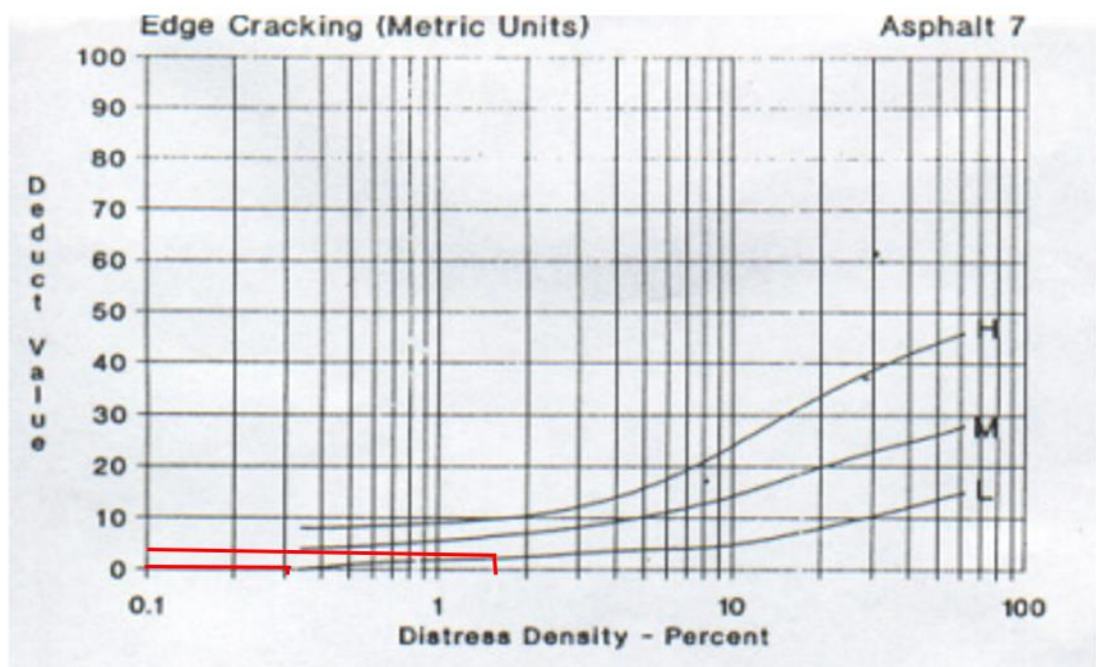
Anexo B-10. Registro visual PCI y curvas para determinación del valor deducido de la vía Patate – Baños abs 4+700 – 8+200, Unidad de muestreo # 10.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL PCI							
Proyecto: “Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.									
ABS Inicial: 6+860 ABS Final: 6+900 Ancho del carril: 4,30 m		Área de muestreo: 172 m ² Unidad de muestreo: #10 Tramo: 4+700 -8+200		Fecha: 22/05/2022					
NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA							
1	Piel de cocodrilo	m2							
2	Exudación	m2							
3	Agrietamiento en Bloque	m2							
4	Abultamientos y hundimientos	m							
5	Corrugación	m2							
6	Depresión	m2							
7	Grieta de Borde	m2							
8	Grieta de reflexión de junta	m							
9	Desnivel Carril/Berma	m							
10	Grietas longitudinales y transversales	m							
11	Parcheo y acometida de servicio público	m2							
12	Pulimiento de agregados	m2							
13	Huecos	U							
14	Cruce de Vía ferrea	m2							
15	Ahuellamiento	m2							
16	Desplazamiento	m2							
17	Grietas parabólicas	m2							
18	Hunchamiento	m2							
19	Desprendimiento de agregados	m2							
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
4	X			5,70			5,70	3,31	8,50
7	X			1,40	0,40		0,56	0,33	0,00
7	X			7,20	0,40		2,88	1,67	3,50
10	X			15,00			15,00	8,72	8,00
19	X			35,00	4,30		150,50	87,50	16,00
							VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		36,00
							PCI = 100-VDT=		64,00

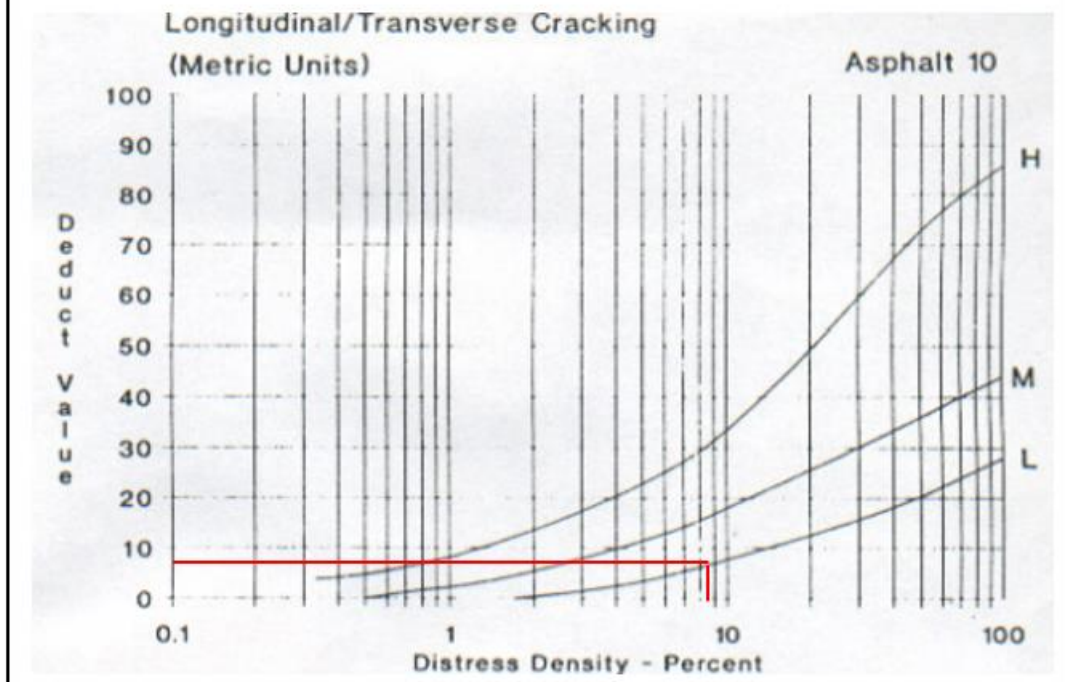
ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS



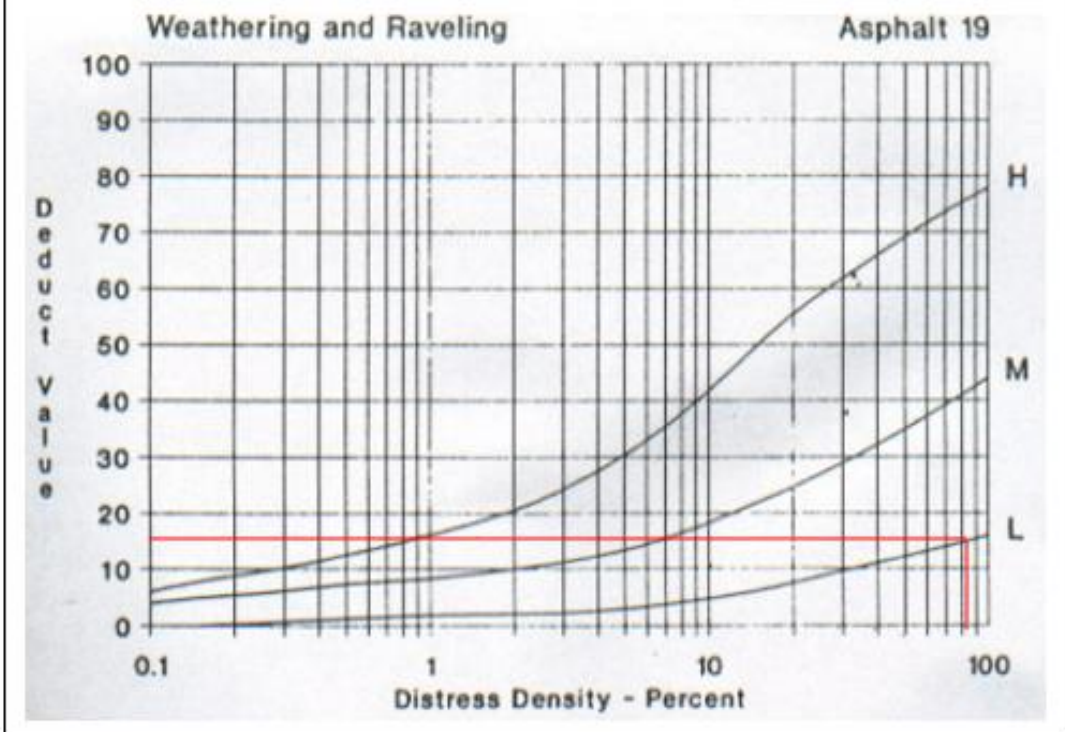
GRIETAS DE BORDE





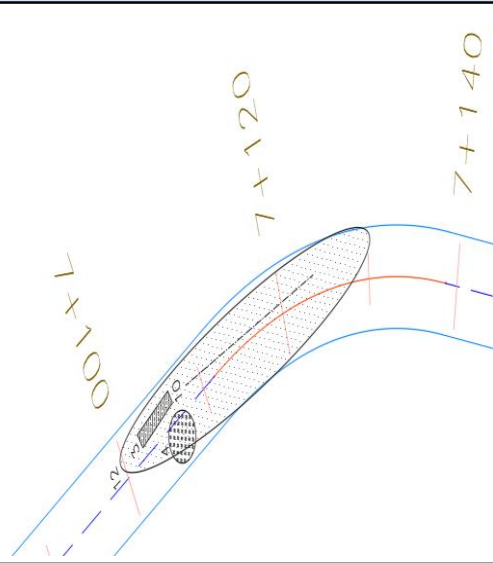
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES



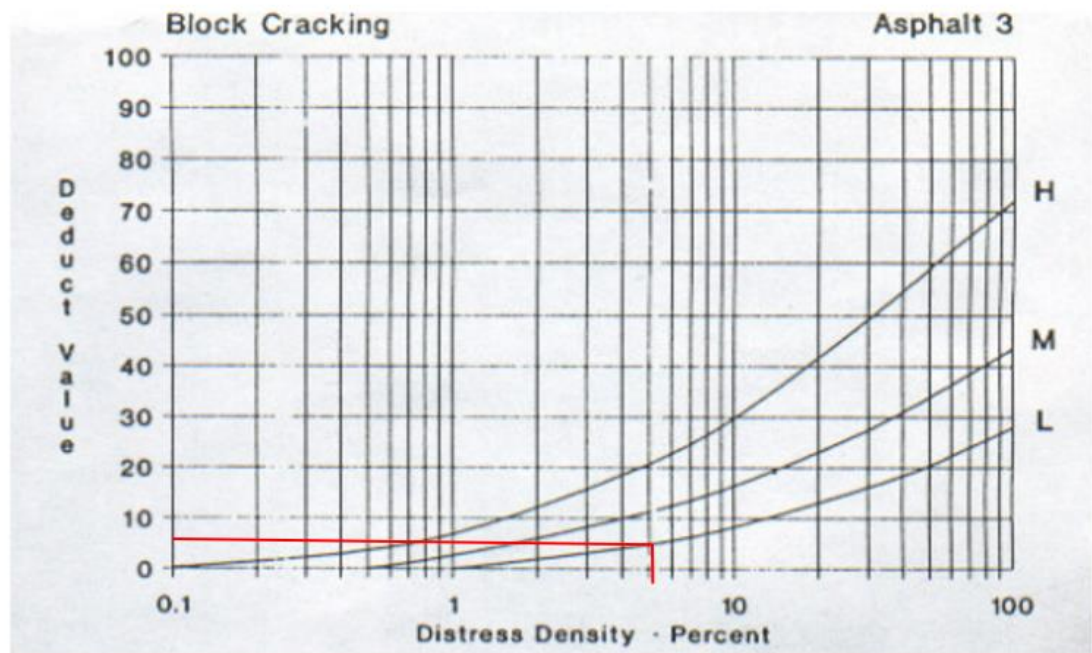
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS



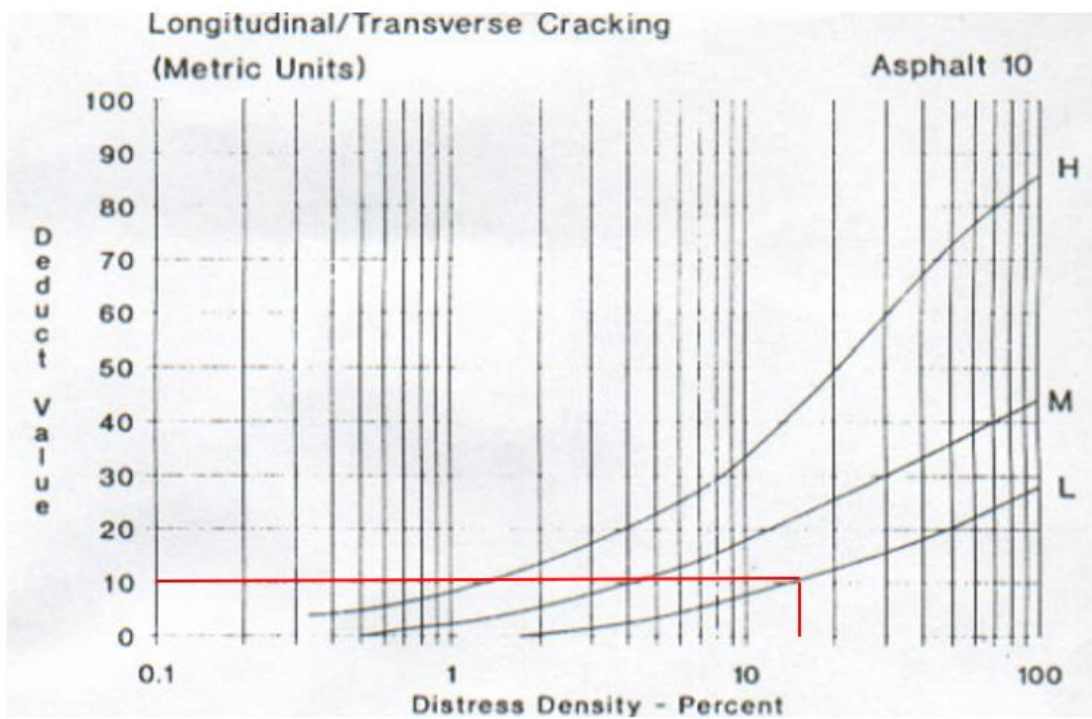
Anexo B-11. Registro visual PCI y curvas para determinación del valor deducido de la vía Patate – Baños abs 4+700 – 8+200, Unidad de muestreo # 11.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL PCI							
Proyecto: “Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.									
ABS Inicial: 7+100		Área de muestreo: 192 m ²		Fecha: 22/05/2022					
ABS Final: 7+140		Unidad de muestreo: #11							
Ancho del carril: 4,8 m		Tramo: 4+700 -8+200							
NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA							
1	Piel de cocodrilo								
2	Exudación								
3	Agrietamiento en Bloque								
4	Abultamientos y hundimientos								
5	Corrugación								
6	Depresión								
7	Grieta de Borde								
8	Grieta de reflexión de junta								
9	Desnivel Carril/Berma								
10	Grietas longitudinales y transversales								
11	Parqueo y acometida de servicio público								
12	Pulimiento de agregados								
13	Huecos								
14	Cruce de Vía ferrea								
15	Ahuellamiento								
16	Desplazamiento								
17	Grietas parabólicas								
18	Hunchamiento								
19	Desprendimiento de agregados								
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
3	X			4,70	2,10		9,87	5,14	5,50
10	X			20,40			20,40	10,63	10,00
4	X			14,30			14,30	7,45	13,00
12	X			33,00	4,80		158,40	82,50	18,00
							VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		46,50
							PCI = 100-VDT=		53,50

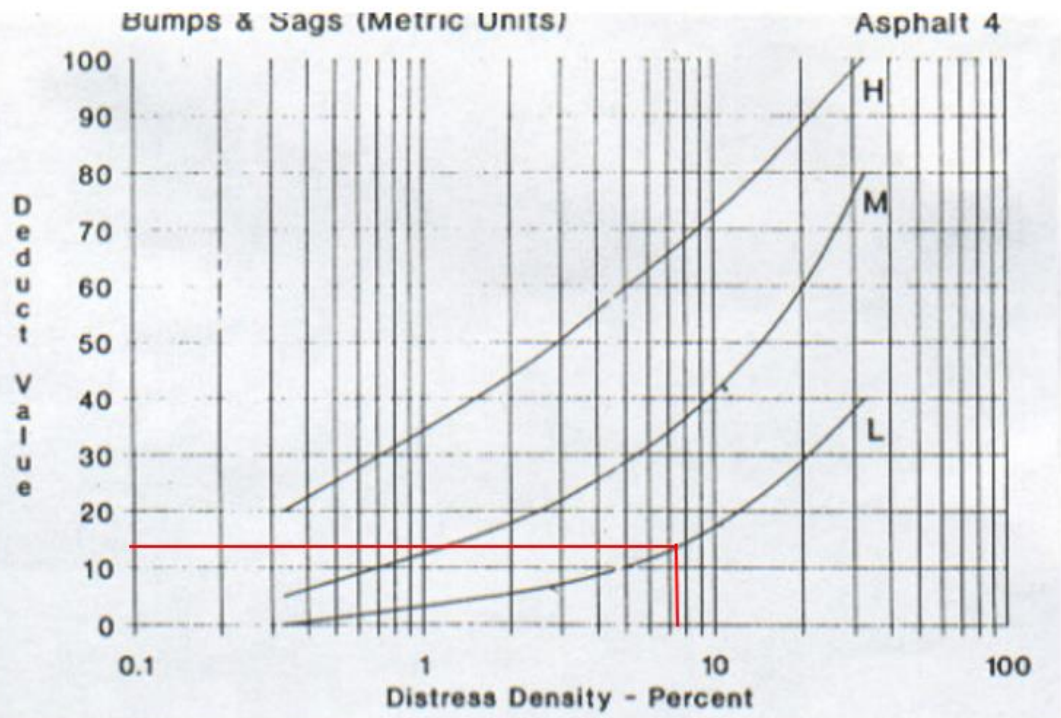
AGRIETAMIENTO EN BLOQUE



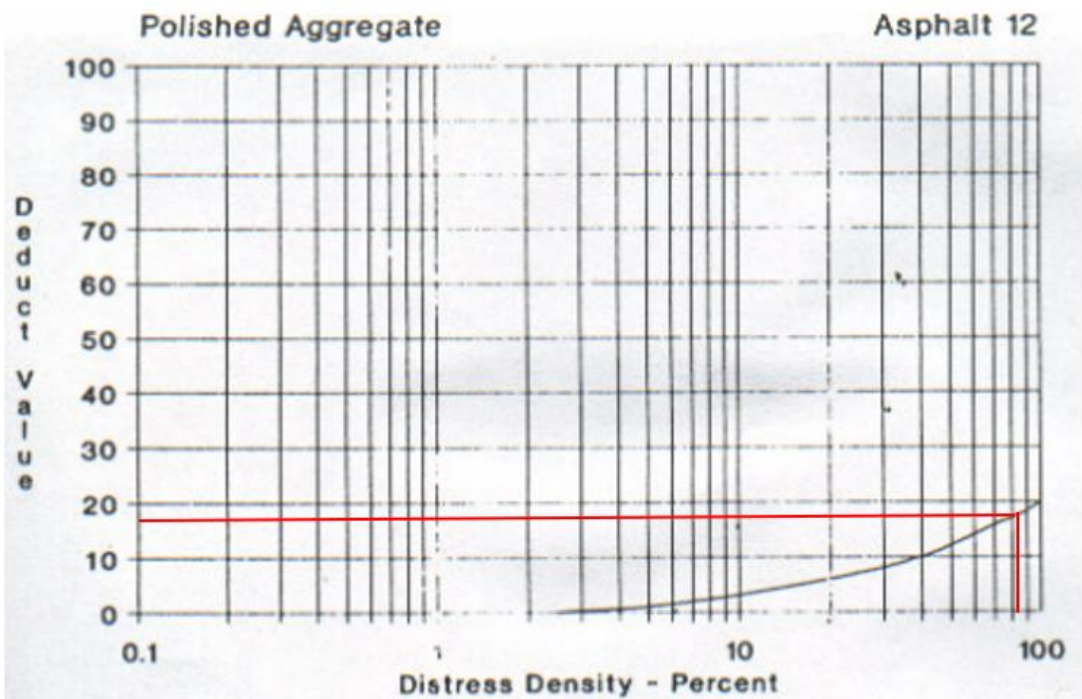
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES





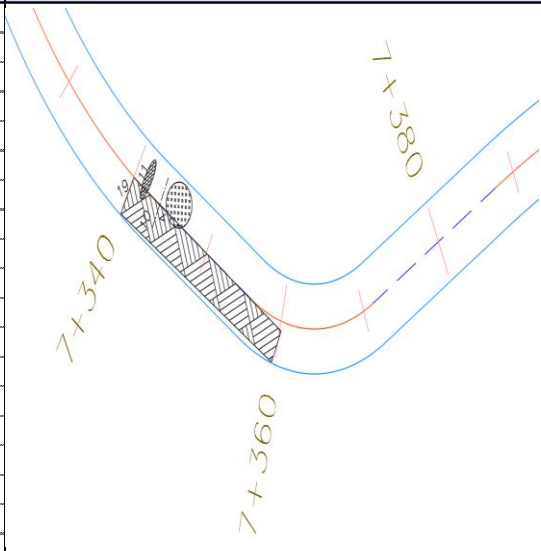
ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS



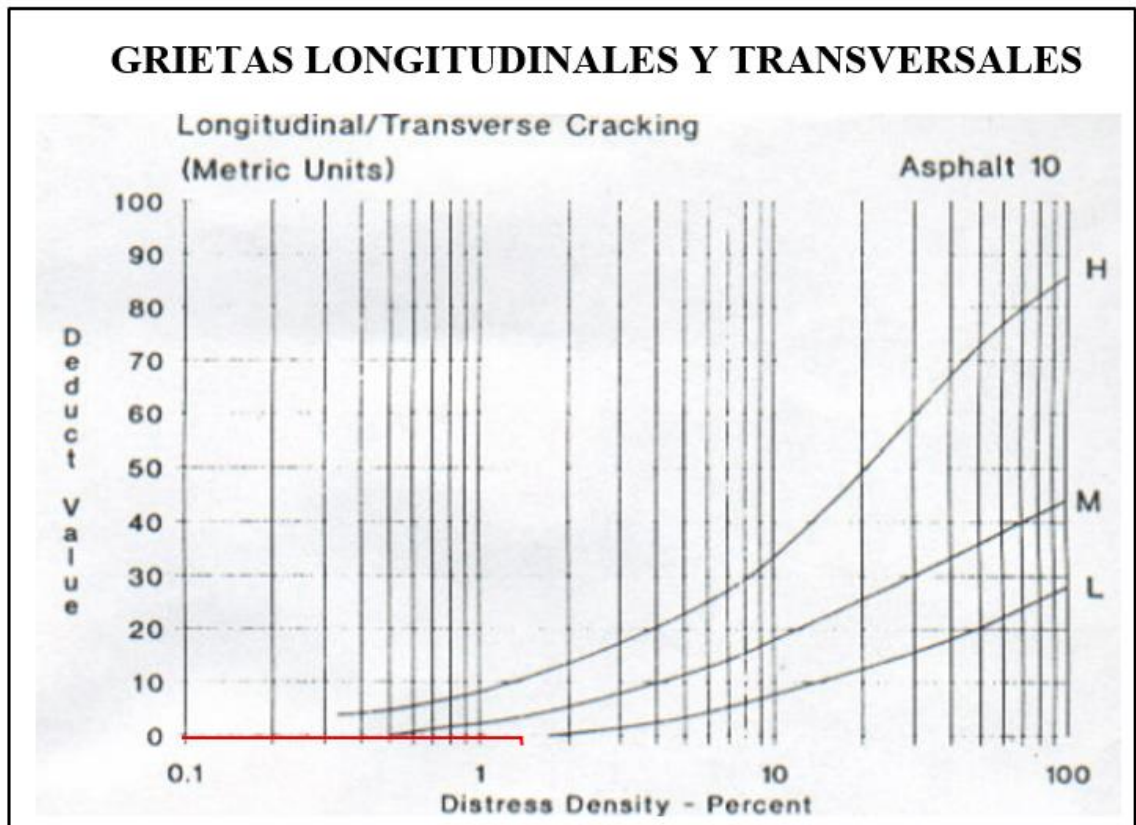
PULIMENTO DE AGREGADOS



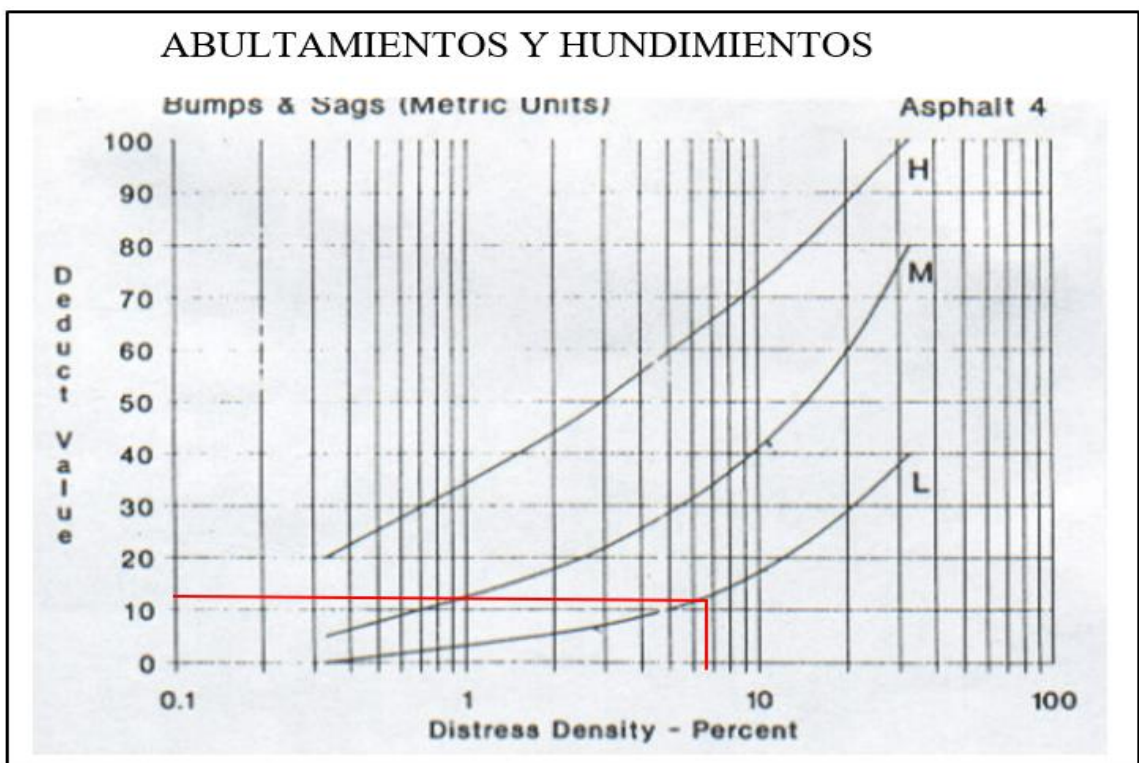
Anexo B-12. Registro visual PCI y curvas para determinación del valor deducido de la vía Patate – Baños abs 4+700 – 8+200, Unidad de muestreo # 12.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL PCI						
Proyecto: “Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.								
ABS Inicial: 7+340 ABS Final: 7+380 Ancho del carril: 6,40 m		Área de muestreo: 256 m ² Unidad de muestreo: #12 Tramo: 4+700 -8+200		Fecha: 22/05/2022				
NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA						
1	Piel de cocodrilo	m ²						
2	Exudación	m ²						
3	Agrietamiento en Bloque	m ²						
4	Abultamientos y hundimientos	m						
5	Corrugación	m ²						
6	Depresión	m ²						
7	Grieta de Borde	m ²						
8	Grieta de reflexión de junta	m						
9	Desnivel Carril/Berma	m						
10	Grietas longitudinales y transversales	m						
11	Parcheo y acometida de servicio público	m ²						
12	Pulimiento de agregados	m ²						
13	Huecos	U						
14	Cruce de Vía ferrea	m ²						
15	Ahuellamiento	m ²						
16	Desplazamiento	m ²						
17	Grietas parabólicas	m ²						
18	Hunchamiento	m ²						
19	Desprendimiento de agregados	m ²						
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)					
10	X			3,70		3,70	1,45	0,00
4	X			17,00		17,00	6,64	11,00
19	X			23,00	2,40	55,20	21,56	9,00
11	X			5,50	0,70	3,85	1,50	4,00
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):						24,00		
PCI = 100-VDT=						76,00		

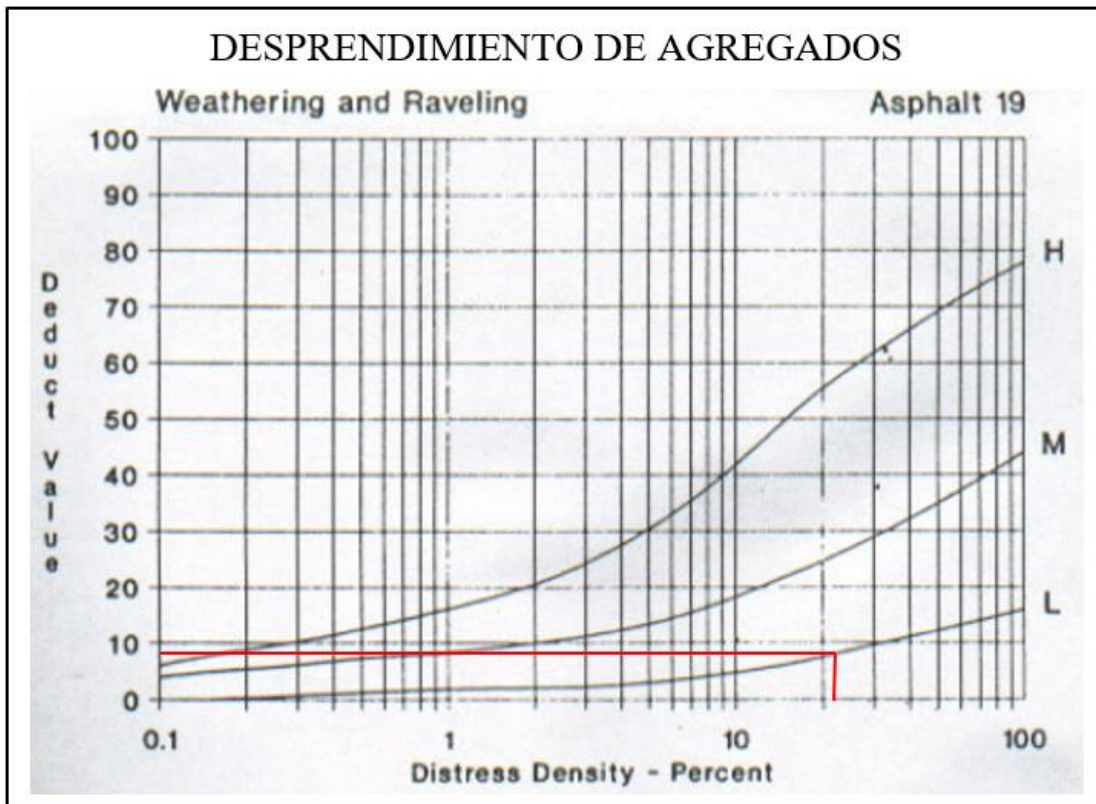
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES





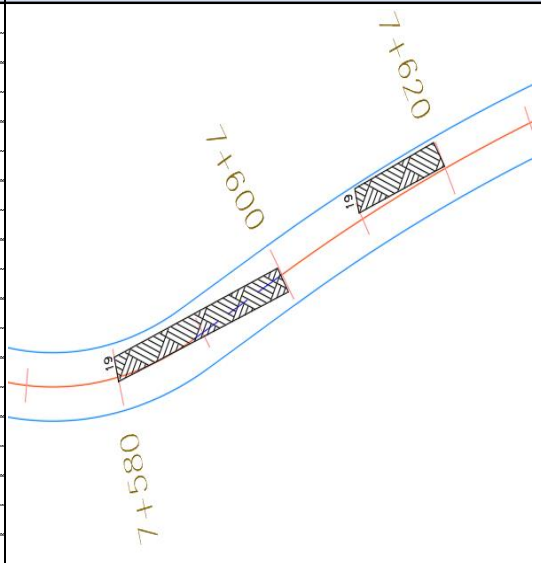
ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS



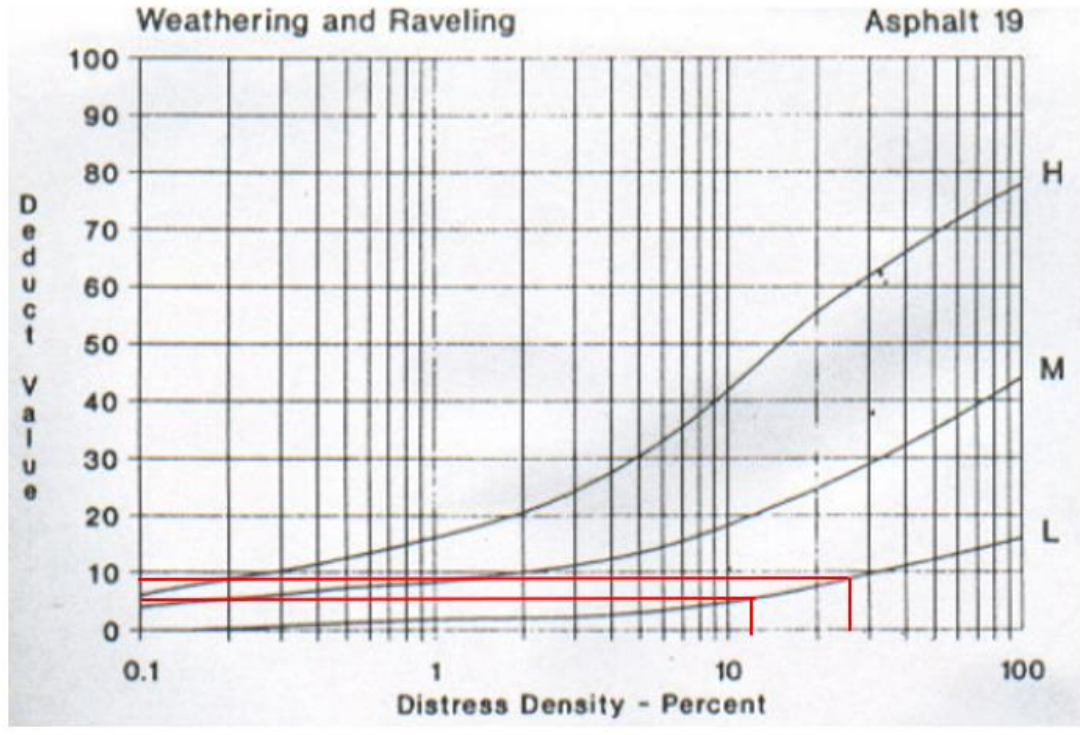
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS





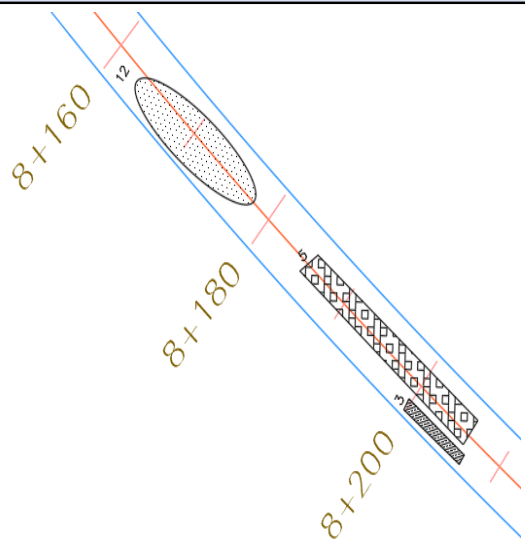
Anexo B-13. Registro visual PCI y curvas para determinación del valor deducido de la vía Patate – Baños abs 4+700 – 8+200, Unidad de muestreo # 13.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL PCI							
Proyecto: “Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.									
ABS Inicial: 7+580 ABS Final: 7+620 Ancho del carril: 6,20 m		Área de muestreo: 248 m ² Unidad de muestreo: #13 Tramo: 4+700 -8+200		Fecha: 22/05/2022					
NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA							
1	Piel de cocodrilo								
2	Exudación								
3	Agrietamiento en Bloque								
4	Abultamientos y hundimientos								
5	Corrugación								
6	Depresión								
7	Grieta de Borde								
8	Grieta de reflexión de junta								
9	Desnivel Carril/Berma								
10	Grietas longitudinales y transversales								
11	Parcheo y acometida de servicio público								
12	Pulimiento de agregados								
13	Huecos								
14	Cruce de Vía ferrea								
15	Ahuellamiento								
16	Desplazamiento								
17	Grietas parabólicas								
18	Hunchamiento								
19	Desprendimiento de agregados								
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
19	X			20,00	3,40		68,00	27,42	9,80
19	X			10,00	3,40		34,00	13,71	5,00
							VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		14,80
							PCI = 100-VDT=		85,20

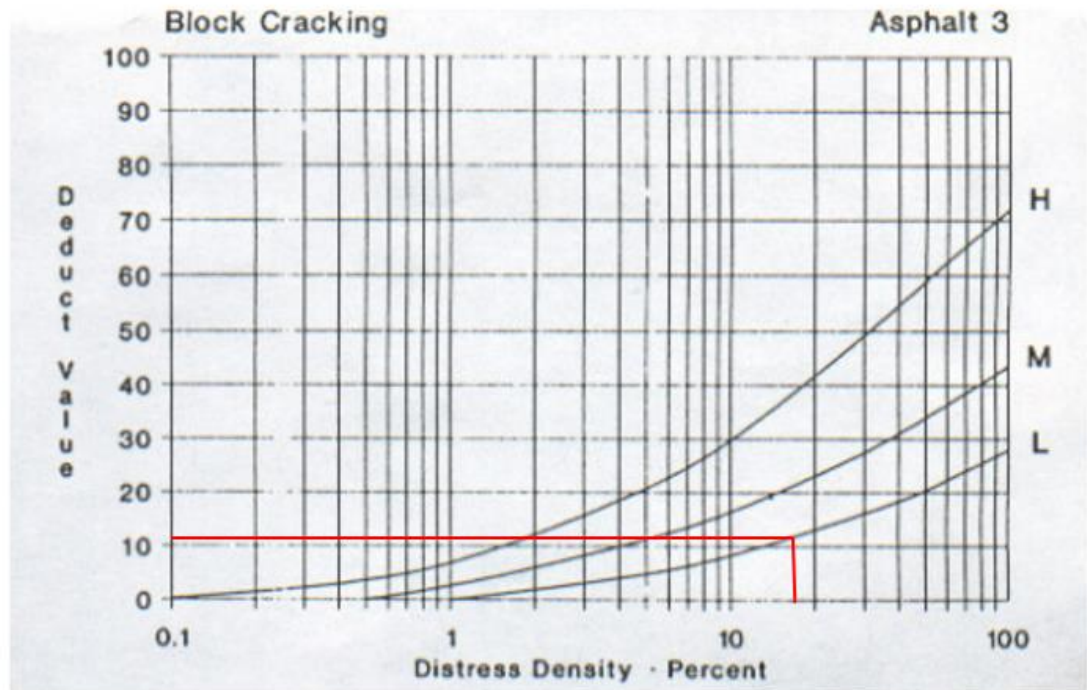
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS



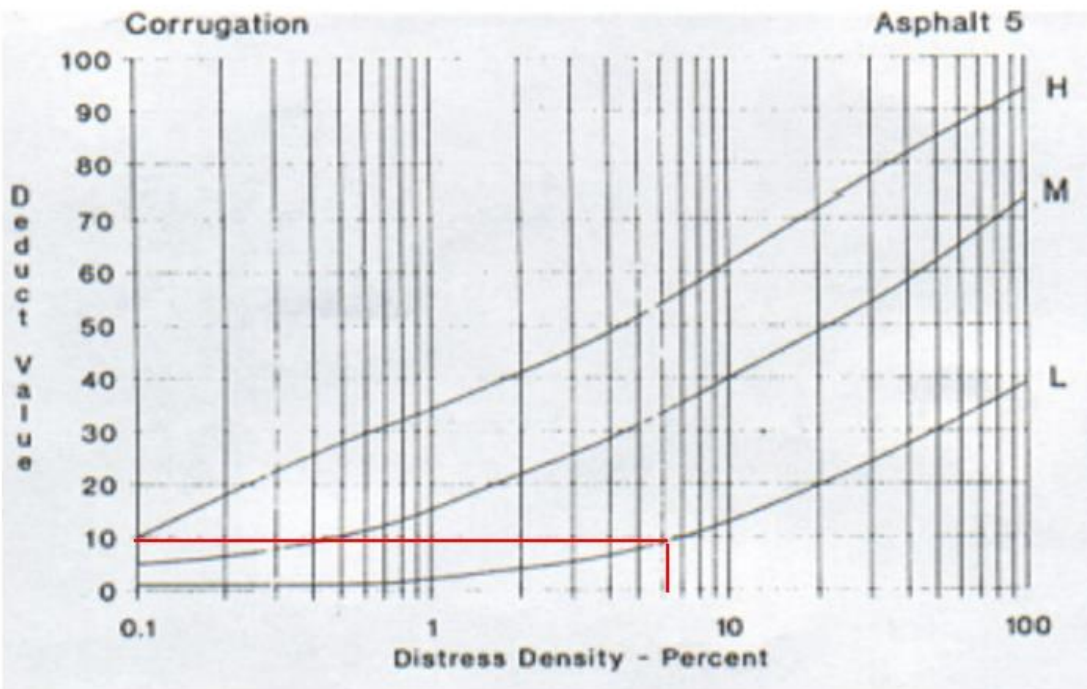
Anexo B-14. Registro visual PCI y curvas para determinación del valor deducido de la vía Patate – Baños abs 4+700 – 8+200, Unidad de muestreo # 14.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INSPECCIÓN VISUAL PCI							
Proyecto: “Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.									
ABS Inicial: 7+820 ABS Final: 7+860 Ancho del carril: 5,1 m		Área de muestreo: 204 m ² Unidad de muestreo: #14 Tramo: 4+700 -8+200		Fecha: 22/05/2022					
NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA							
1	Piel de cocodrilo								
2	Exudación								
3	Agrietamiento en Bloque								
4	Abultamientos y hundimientos								
5	Corrugación								
6	Depresión								
7	Grieta de Borde								
8	Grieta de reflexión de junta								
9	Desnivel Carril/Berma								
10	Grietas longitudinales y transversales								
11	Parcheo y acometida de servicio público								
12	Pulimiento de agregados								
13	Huecos								
14	Cruce de Vía ferrea								
15	Ahuellamiento								
16	Desplazamiento								
17	Grietas parabólicas								
18	Hunchamiento								
19	Desprendimiento de agregados								
FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
3	X			14,50	2,60		37,70	18,48	11,00
5	X			21,50	0,60		12,90	6,32	10,00
12	X			20,00	3,00		60,00	29,41	9,00
							VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		30,00
							PCI = 100-VDT=		70,00

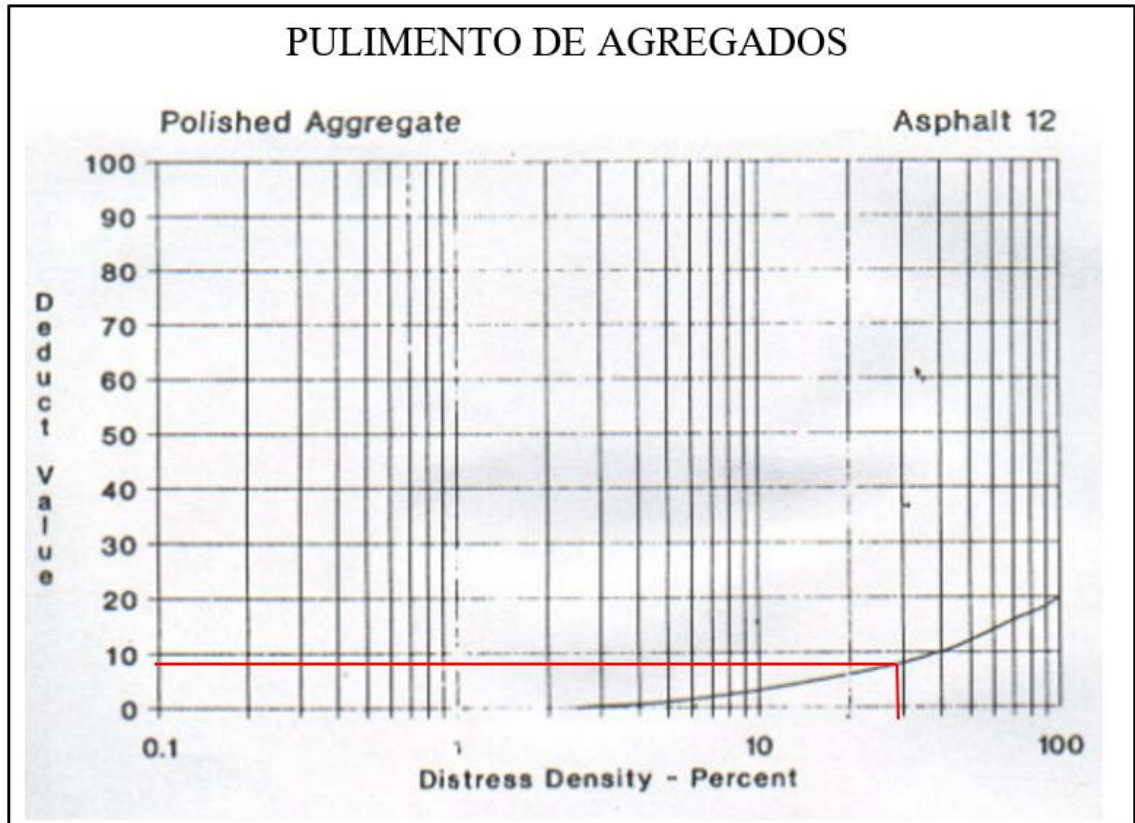
AGRIETAMIENTO EN BLOQUE



CORRUGACIÓN



PULIMENTO DE AGREGADOS



ANEXO C: ESTUDIO DE SUELOS

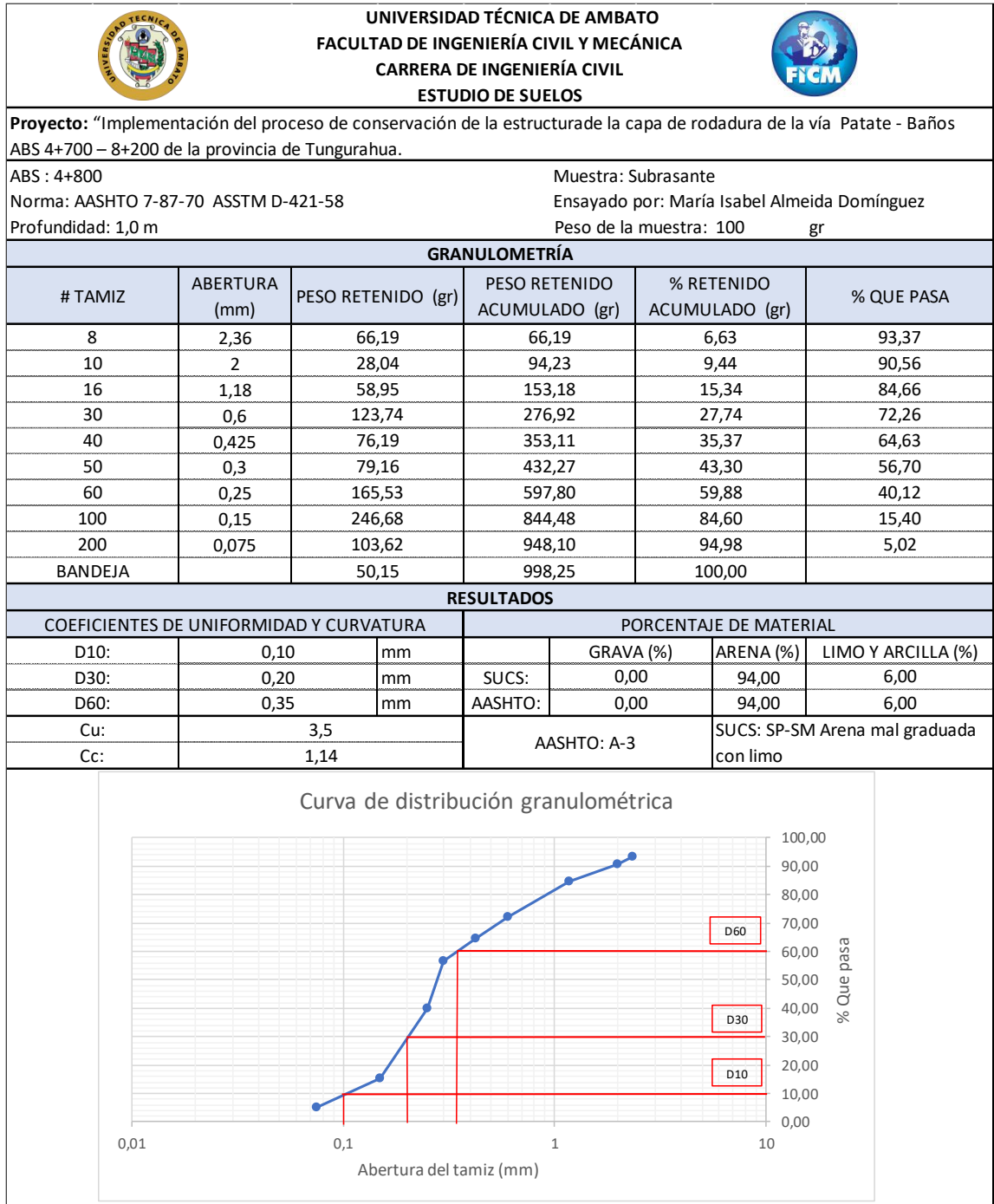
ANEXO C1: MUESTRA #1

SUBRASANTE



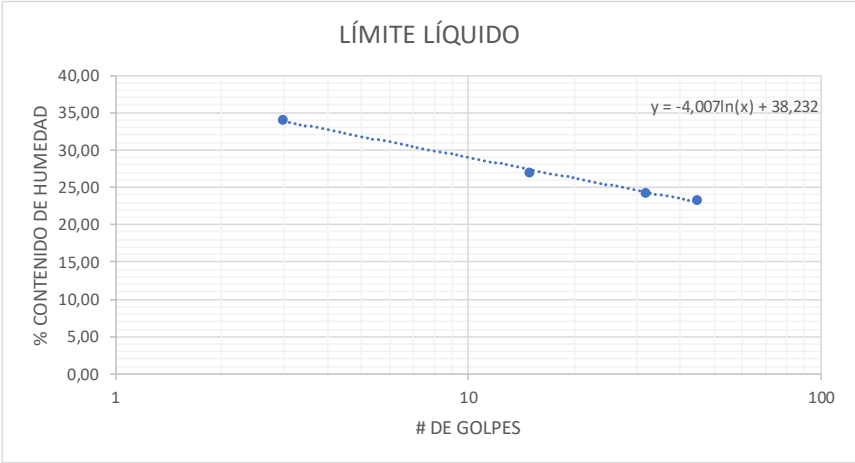
Ubicación: Abscisa 4+800

- Granulometría
- Límites de Atterberg
- Proctor modificado tipo B
- CBR



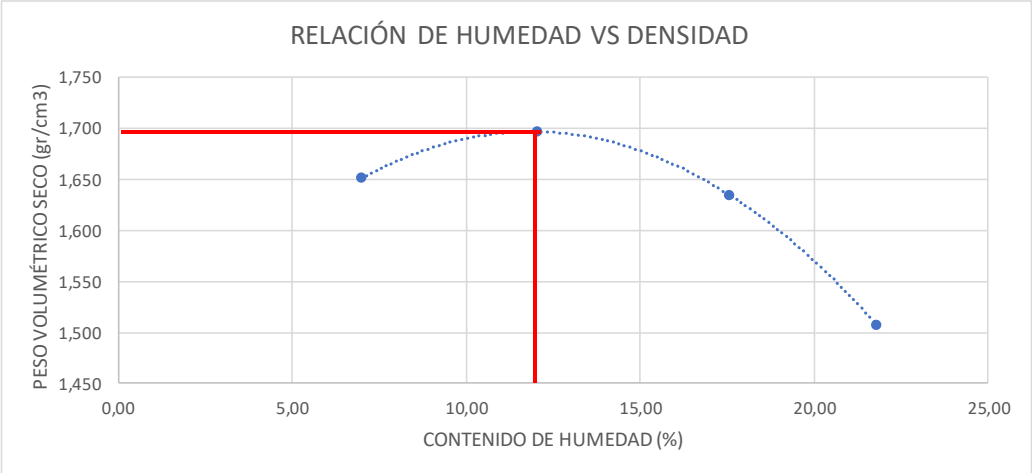
Anexo C-1. Granulometría





Anexo C-1. Límites de Atterberg

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua."								
ABS : 4+800 Norma: AASHTO T - 90-70 Profundidad: 1,0 m			Muestra: Subrasante Ensayado por: María Isabel Almeida Domínguez					
LÍMITE LÍQUIDO								
Número de muestra	1	2	3	4	8	6	7	8
Número de recipiente	A	B	C	D	E	F	G	H
Peso del recipiente (Wr) (gr)	11,66	12,12	11,40	11,39	10,61	10,84	11,49	11,14
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	19,27	20,44	22,67	20,76	24,12	23,49	25,19	24,25
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	17,33	18,34	20,27	18,77	21,47	21,03	22,59	21,79
Peso del agua (Ww) (gr)	1,94	2,10	2,40	1,99	2,65	2,46	2,60	2,46
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	5,67	6,22	8,87	7,38	10,86	10,19	11,10	10,65
Contenido de humedad (W %)	34,22	33,76	27,06	26,96	24,40	24,14	23,42	23,10
Promedio (W %)	33,99		27,01		24,27		23,26	
Número de golpes	3		15		32		45	
LÍMITE PLÁSTICO								
Número de muestra	1	2	3	4	5			
Número de recipiente	A	B	C	D	E			
Peso del recipiente (Wr) (gr)	10,76	10,71	10,74	10,56	10,68			
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	13,27	13,28	13,02	12,55	13,10			
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	12,78	12,77	12,60	12,16	12,62			
Peso del agua (Ww) (gr)	0,49	0,51	0,42	0,39	0,48			
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	2,02	2,06	1,86	1,60	1,94			
Contenido de humedad (W %)	24,26	24,76	22,58	24,38	24,74			
Promedio (W %)	24,14							
RESULTADOS								
LÍMITE LÍQUIDO (%)		LÍMITE PLÁSTICO (%)		ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)				
25,334		24,156		1,178				
<div style="text-align: center;"> LÍMITE LÍQUIDO </div> 								

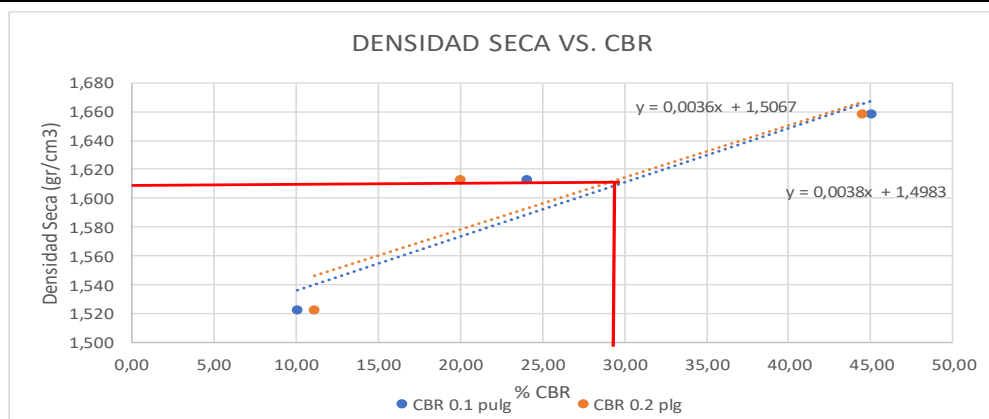
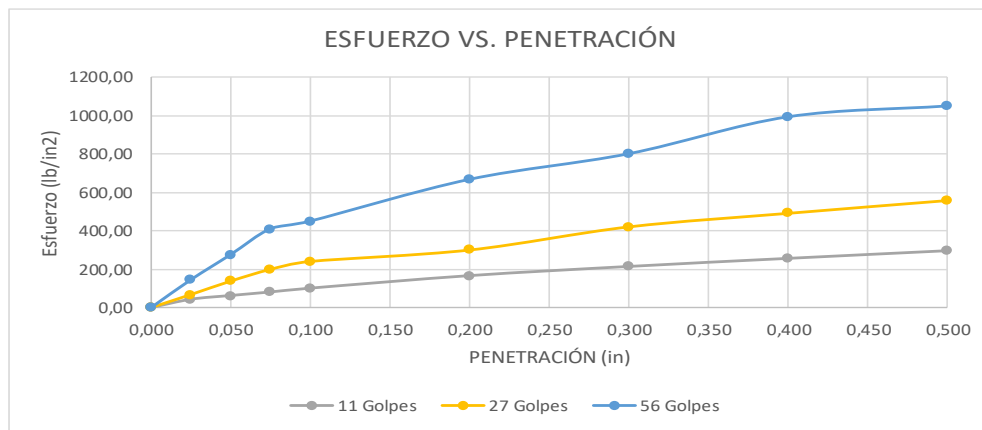
Anexo C-1. Proctor modificado tipo B

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua."								
ABS : 4+800 Norma: ASTM-D1557 / AASHTO T 180 Profundidad: 1,0 m				Muestra: Subrasante Ensayado por: María Isabel Almeida Domínguez Diámetro: 15,12 cm Altura: 12,96 cm				
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO								
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS								
Número de golpes	56	Altura de caída:	18 in	Peso del molde:	12755	gr		
Número de capas	5,00	Peso del martillo:	10 lb	Volumen del molde:	2327,01	cm ³		
Peso inicial deseado	6000,00		6000,00		6000,00		6000,00	
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Número de ensayo	1		2		3		4	
Humedad inicial añadida en %	5,00		10,00		15,00		20,00	
Peso molde + suelo humedo (gr)	16866,00		17180,00		17227,00		17028,00	
Peso suelo humedo (Wm) (gr)	4111,00		4425,00		4472,00		4273,00	
Peso unitario humedo (γ _m) (gr/cm ³)	1,767		1,902		1,922		1,836	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6	7	8
Peso del recipiente (Wr) (gr)	32,22	33,41	28,81	23,79	26,98	24,04	30,83	30,97
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	133,52	121,78	95,16	105,56	117,85	105,16	121,06	122,24
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	126,87	116,02	88,02	96,76	104,07	93,20	104,87	105,92
Peso sólidos (Ws) (gr)	94,65	82,61	59,21	72,97	77,09	69,16	74,04	74,95
Peso del agua (Ww) (gr)	6,65	5,76	7,14	8,80	13,78	11,96	16,19	16,32
Contenido de humedad (W %)	7,03	6,97	12,06	12,06	17,88	17,29	21,87	21,77
Cont. De humedad promedio (W %)	7,00		12,06		17,58		21,82	
Peso volumétrico seco (γ _d) (gr/cm ³)	1,651		1,697		1,634		1,507	
RESULTADOS								
Contenido de humedad Óptimo (%)				Densidad seca Máxima (gr/cm ³)				
11,880				1,697				
<div style="text-align: center;"> RELACIÓN DE HUMEDAD VS DENSIDAD </div> 								

Anexo C-1. CBR

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS 						
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.						
ABS :			Muestra: Subrasante			
Norma: ASTM D- 1883			Ensayado por: María Isabel Almeida Domínguez			
Profundidad:			W óptimo: 11,88			
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
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)	10252,00		11257,00		10268,00	
Masa Molde (gr)	6274,00		7006,00		5766,00	
Masa de la muestra húmeda (gr)	3978,00		4251,00		4502,00	
Volumen de la muestra (cm ³)	2311,14		2318,55		2339,70	
Peso unitario húmedo (γ _m) (gr/cm ³)	1,721		1,833		1,924	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (W _r) (gr)	32,24	33,43	26,99	24,06	28,82	23,80
Masa suelo húmedo + recip. (W _m +W _r) (gr)	105,89	72,33	100,14	108,81	102,26	68,13
Masa suelo seco + recip (W _s +W _r) (gr)	97,20	67,93	91,33	98,57	92,10	62,00
Masa del suelo seco (W _s) (gr)	64,96	34,50	64,34	74,51	63,28	38,20
Masa del agua (W _w) (gr)	8,69	4,40	8,81	10,24	10,16	6,13
Contenido de humedad (W %)	13,38	12,75	13,69	13,74	16,06	16,05
Cont. De humedad promedio (W %)	13,07		13,72		16,05	
Peso volumétrico seco (γ _d) (gr/cm ³)	1,522		1,612		1,658	
DESPUÉS DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	10325,00		11409,00		10515,00	
Masa Molde (gr)	6274,00		7006,00		5766,00	
Masa de la muestra húmeda (gr)	4051,00		4403,00		4749,00	
Volumen de la muestra (cm ³)	2311,14		2318,55		2339,70	
Peso unitario húmedo (γ _m) (gr/cm ³)	1,753		1,899		2,030	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (W _r) (gr)	30,35	30,84	32,53	32,97	24,67	26,36
Masa suelo húmedo + recip. (W _m +W _r) (gr)	121,77	139,88	154,57	175,04	111,43	101,22
Masa suelo seco + recip (W _s +W _r) (gr)	103,63	117,82	132,79	151,47	97,80	89,01
Masa del suelo seco (W _s) (gr)	73,28	86,98	100,26	118,50	73,13	62,65
Masa del agua (W _w) (gr)	18,14	22,06	21,78	23,57	13,63	12,21
Contenido de humedad (W %)	24,75	25,36	21,72	19,89	18,64	19,49
Cont. De humedad promedio (W %)	25,06		20,81		19,06	
Peso volumétrico seco (γ _d) (gr/cm ³)	1,402		1,572		1,705	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in2		Vel. Carga: 1,27 mm/min (0,05 in/min)			
Número de Molde	A		B		C	
Penetración (in)	Dial	Presión (lb/in2)	Dial	Presión (lb/in2)	Dial	Presión (lb/in2)
0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,025	129,90	43,30	204,10	68,03	435,60	145,20
0,050	188,60	62,87	415,30	138,43	828,70	276,23
0,075	243,80	81,27	599,80	199,93	1231,60	410,53
0,100	303,80	101,27	723,20	241,07	1350,50	450,17
0,200	499,90	166,63	902,50	300,83	2002,20	667,40
0,300	643,70	214,57	1265,70	421,90	2402,10	800,70
0,400	770,30	256,77	1478,60	492,87	2978,40	992,80
0,500	890,30	296,77	1678,90	559,63	3147,80	1049,27
CORRECCIÓN DE CBR						
Número de Molde	Presión (lb/in2)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/in2)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	101,27	10,13	1,522	166,63	11,11	1,522
B	241,07	24,11	1,612	300,83	20,06	1,612
C	450,17	45,02	1,658	667,40	44,49	1,658
Densidad Seca Máxima (gr/cm3)	1,697					
DSM	%CBR 0,1 in	%CBR 0,2 in	% CBR MAYOR			
95%	1,612	29,96	28,51	29,96		



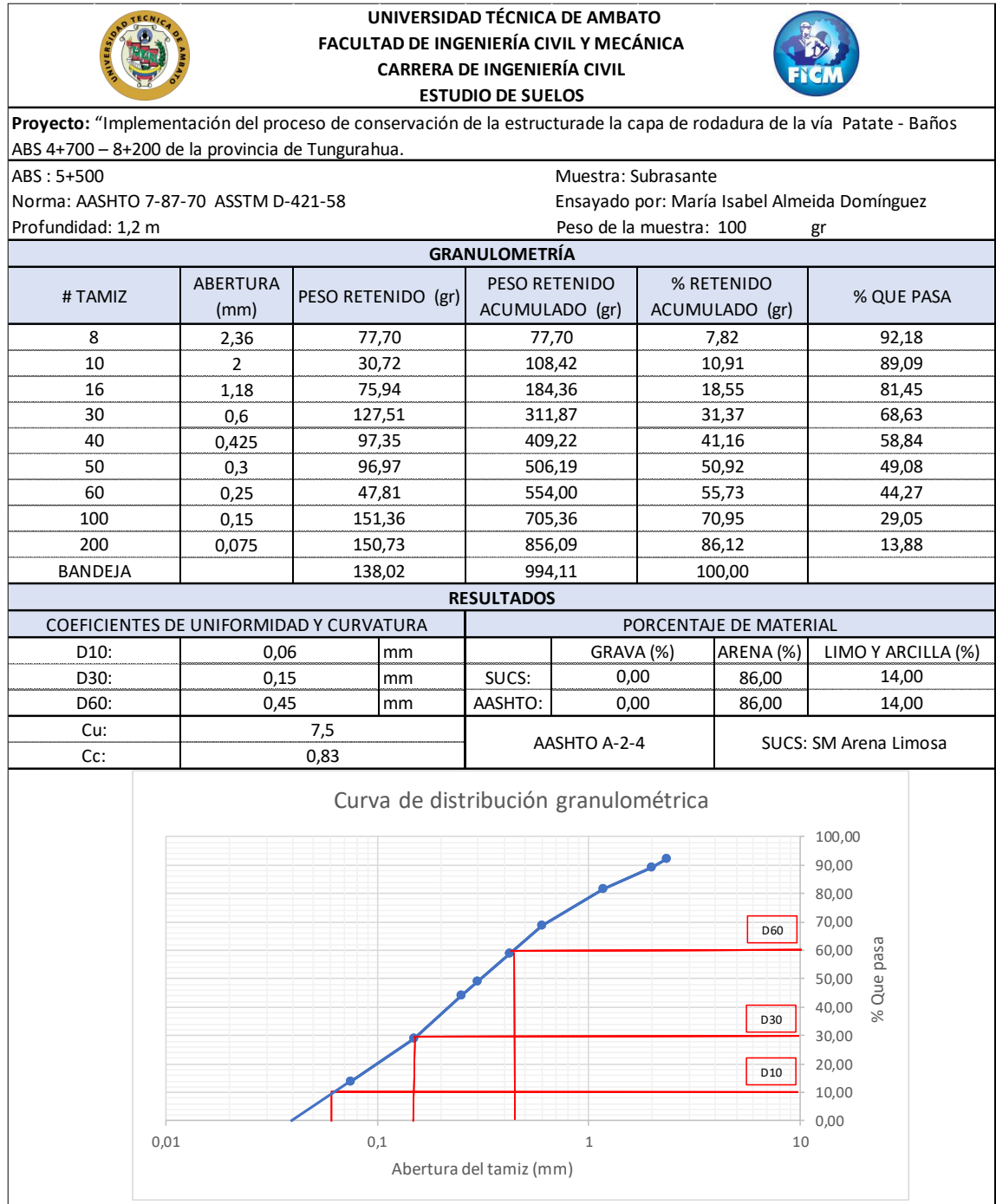
ANEXO C2: MUESTRA #2

SUBRASANTE



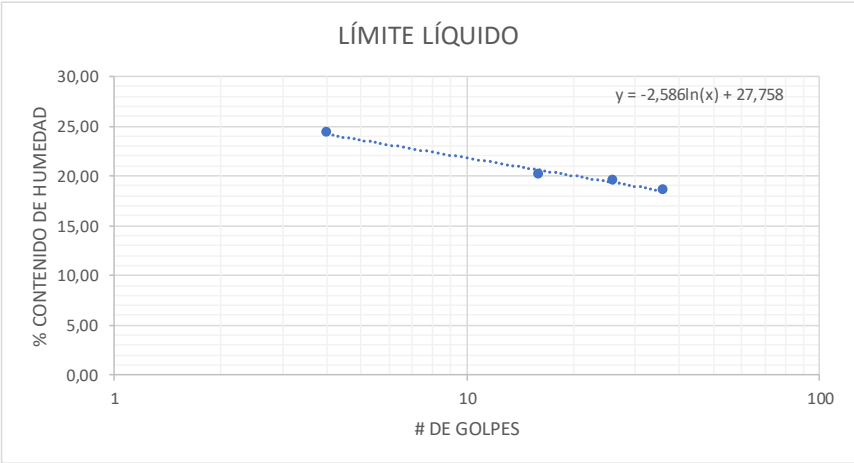
Ubicación: Abscisa 5+500

- Granulometría
- Límites de Atterberg
- Proctor modificado tipo B
- CBR



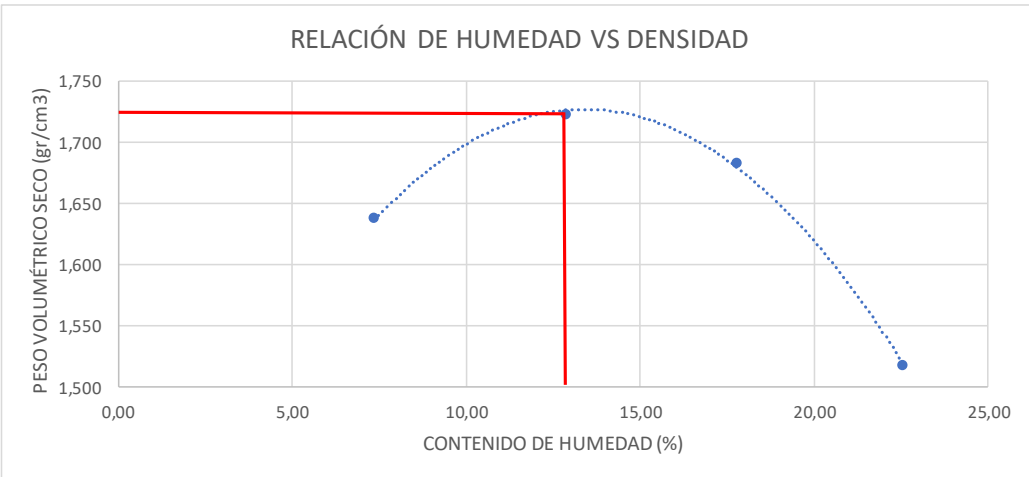
Anexo C-2. Granulometría





Anexo C-2. Límites de Atterberg

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.								
ABS : 5+500 Norma: AASHTO T - 90-70 Profundidad: 1,2 m			Muestra: Subrasante Ensayado por: María Isabel Almeida Domínguez					
LÍMITE LÍQUIDO								
Número de muestra	1	2	3	4	8	6	7	8
Número de recipiente	A	B	C	D	E	F	G	H
Peso del recipiente (Wr) (gr)	11,83	11,09	11,10	11,28	11,22	11,20	11,39	11,39
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	24,92	24,33	22,72	22,77	17,32	22,61	21,46	21,46
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	22,35	21,75	20,78	20,84	16,32	20,75	19,88	19,88
Peso del agua (Ww) (gr)	2,57	2,58	1,94	1,93	1,00	1,86	1,58	1,58
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	10,52	10,66	9,68	9,56	5,10	9,55	8,49	8,49
Contenido de humedad (W %)	24,43	24,20	20,04	20,19	19,61	19,48	18,61	18,61
Promedio (W %)	24,32		20,11		19,54		18,61	
Número de golpes	4		16		26		36	
LÍMITE PLÁSTICO								
Número de muestra	1	2	3	4	5			
Número de recipiente	A	B	C	D	E			
Peso del recipiente (Wr) (gr)	10,88	10,64	10,78	10,70	10,74			
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	12,64	12,48	12,53	12,38	12,57			
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	12,36	12,19	12,25	12,12	12,27			
Peso del agua (Ww) (gr)	0,28	0,29	0,28	0,26	0,30			
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	1,48	1,55	1,47	1,42	1,53			
Contenido de humedad (W %)	18,92	18,71	19,05	18,31	19,61			
Promedio (W %)	18,92							
RESULTADOS								
LÍMITE LÍQUIDO (%)		LÍMITE PLÁSTICO (%)		ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)				
19,434		18,926		0,508				
<div style="text-align: center;"> <h3>LÍMITE LÍQUIDO</h3>  </div>								

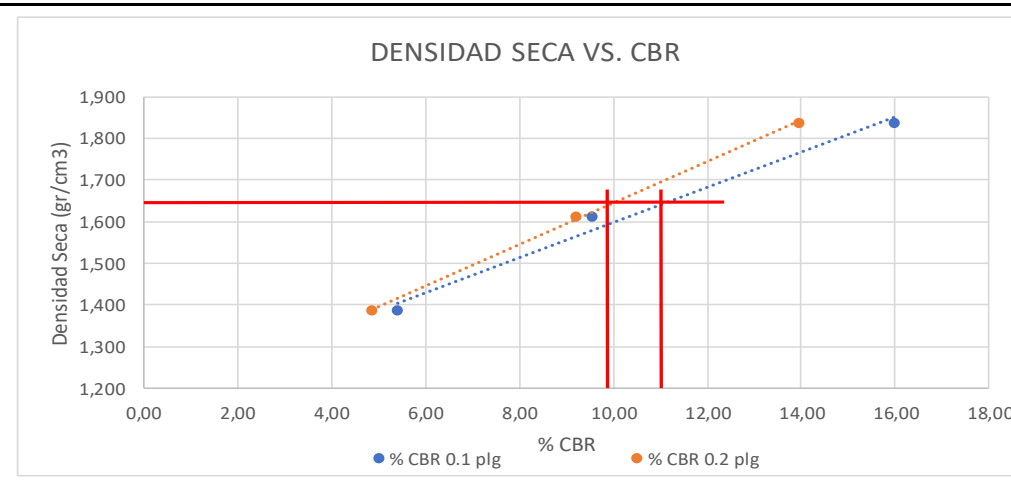
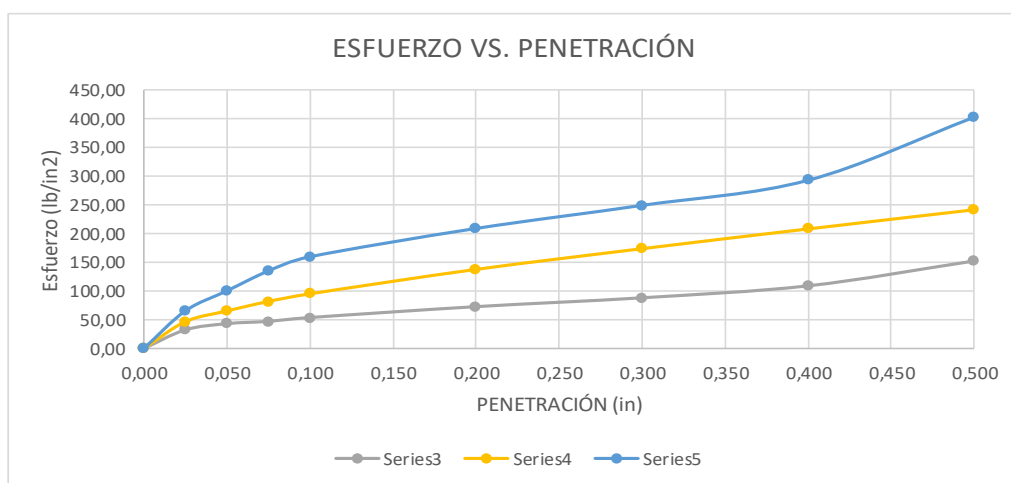
Anexo C-2. Proctor modificado tipo B

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua."								
ABS : 5+500 Norma: ASTM-D1557 / AASHTO T 180 Profundidad: 1,2 m				Muestra: Subrasante Ensayado por: María Isabel Almeida Domínguez Diámetro: 15,23 cm Altura: 12,78 cm				
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO								
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS								
Número de golpes	56	Altura de caída:	18 in	Peso del molde:	1333	gr		
Número de capas	5,00	Peso del martillo:	10 lb	Volumen del molde:	2328,20	cm ³		
Peso inicial deseado	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00			
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Número de ensayo	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	5,00	10,00	15,00	20,00				
Peso molde + suelo humedo (gr)	17427,00	17861,00	17950,00	17645,00				
Peso suelo humedo (Wm) (gr)	4094,00	4528,00	4617,00	4332,00				
Peso unitario humedo (γ _m) (gr/cm ³)	1,758	1,945	1,983	1,861				
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6	7	8
Peso del recipiente (Wr) (gr)	31,64	32,67	27,64	25,53	31,01	30,75	30,65	33,21
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	152,12	158,53	101,58	120,89	120,63	130,01	210,82	176,21
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	143,95	149,81	93,04	110,15	106,84	115,28	177,61	149,91
Peso sólidos (Ws) (gr)	112,31	117,14	65,40	84,62	75,83	84,53	146,96	116,70
Peso del agua (Ww) (gr)	8,17	8,72	8,54	10,74	13,79	14,73	33,21	26,30
Contenido de humedad (W %)	7,27	7,44	13,06	12,69	18,19	17,43	22,60	22,54
Cont. De humedad promedio (W %)	7,36		12,88		17,81		22,57	
Peso volumétrico seco (γ _d) (gr/cm ³)	1,638		1,723		1,683		1,518	
RESULTADOS								
Contenido de humedad Óptimo (%)				Densidad seca Máxima (gr/cm ³)				
13,410				1,727				
<div style="text-align: center;"> RELACIÓN DE HUMEDAD VS DENSIDAD </div> 								

Anexo C-2. CBR

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS 						
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.						
ABS : 5+500			Muestra: Subrasante			
Norma: ASTMD- 1883			Ensayado por: María Isabel Almeida Domínguez			
Profundidad: 1,2 m			W óptimo: 13,41			
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
Molde	A		B		c	
Dimensiones	Diámetro:	15,06	Diámetro:	15,14	Diámetro:	15,17
	Altura:	12,97	Altura:	12,95	Altura:	12,90
PROCESO DE COMPACTACIÓN						
Número golpes	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	9984,00		10253,00		10723,00	
Masa Molde (gr)	6276,00		5834,00		5764,00	
Masa de la muestra húmeda (gr)	3708,00		4419,00		4959,00	
Volumen de lamuestra (cm3)	2310,36		2331,37		2331,58	
Peso unitario humedo (γm) (gr/cm3)	1,605		1,895		2,127	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (Wr) (gr)	30,58	30,89	30,72	30,30	23,11	24,85
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	101,31	117,04	111,10	101,80	120,62	106,36
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	91,98	104,95	99,02	91,11	107,20	95,39
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	61,40	74,06	68,30	60,81	84,09	70,54
Masa del agua (Ww) (gr)	9,33	12,09	12,08	10,69	13,42	10,97
Contenido de humedad (W %)	15,20	16,32	17,69	17,58	15,96	15,55
Cont. De humedad promedio (W %)	15,76		17,63		15,76	
Peso volumétrico seco (γd) (gr/cm3)	1,386		1,611		1,837	
DESPUÉS DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	10153,00		10305,00		10580,00	
Masa Molde (gr)	6276,00		5834,00		5764,00	
Masa de la muestra húmeda (gr)	3877,00		4471,00		4816,00	
Volumen de lamuestra (cm3)	2310,36		2331,37		2331,58	
Peso unitario humedo (γm) (gr/cm3)	1,678		1,918		2,066	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (Wr) (gr)	30,32	31,91	30,90	31,14	23,09	24,54
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	138,70	151,62	108,19	114,83	103,23	129,04
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	120,00	129,68	94,19	99,22	90,32	110,37
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	89,68	97,77	63,29	68,08	67,23	85,83
Masa del agua (Ww) (gr)	18,70	21,94	14,00	15,61	12,91	18,67
Contenido de humedad (W %)	20,85	22,44	22,12	22,93	19,20	21,75
Cont. De humedad promedio (W %)	21,65		22,52		20,48	
Peso volumétrico seco (γd) (gr/cm3)	1,379		1,565		1,714	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in ²		Vel. Carga: 1,27 mm/min (0,05 in/min)			
Número de Molde	A		B		C	
Penetración (in)	Dial	Presión (lb/in ²)	Dial	Presión (lb/in ²)	Dial	Presión (lb/in ²)
0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,025	97,70	32,57	140,20	46,73	196,60	65,53
0,050	130,10	43,37	196,60	65,53	301,40	100,47
0,075	142,20	47,40	246,50	82,17	405,70	135,23
0,100	162,10	54,03	286,40	95,47	479,90	159,97
0,200	219,20	73,07	414,30	138,10	627,90	209,30
0,300	265,60	88,53	522,90	174,30	748,70	249,57
0,400	328,20	109,40	626,40	208,80	879,80	293,27
0,500	458,20	152,73	726,80	242,27	1209,40	403,13
CORRECCIÓN DE CBR						
Número de Molde	Presión (lb/in ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/in ²)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	54,03	5,40	1,386	73,07	4,87	1,386
B	95,47	9,55	1,611	138,10	9,21	1,611
C	159,97	16,00	1,837	209,30	13,95	1,837
Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)	1,727					
DSM	%CBR 0,1 in		%CBR 0,2 in		% CBR MAYOR	
95%	1,641		11,00		9,93	





ANEXO C3: MUESTRA #3

SUBRASANTE



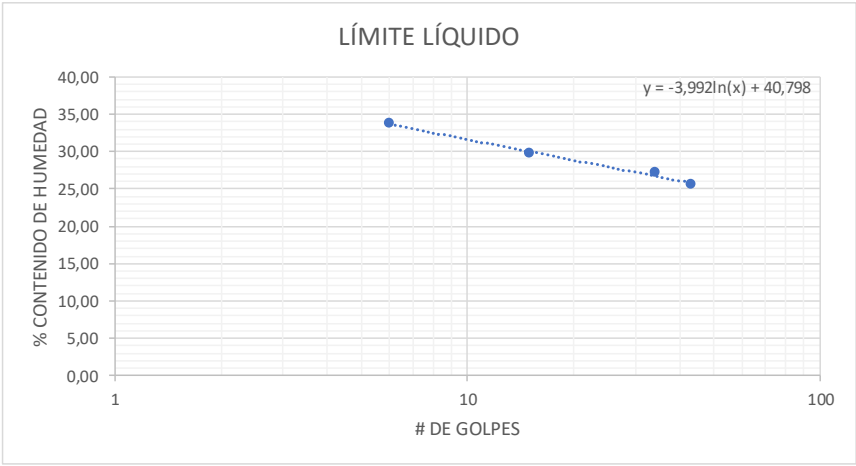
Ubicación: Abscisa 7+000

- Granulometría
- Límites de Atterberg
- Proctor modificado tipo B
- CBR



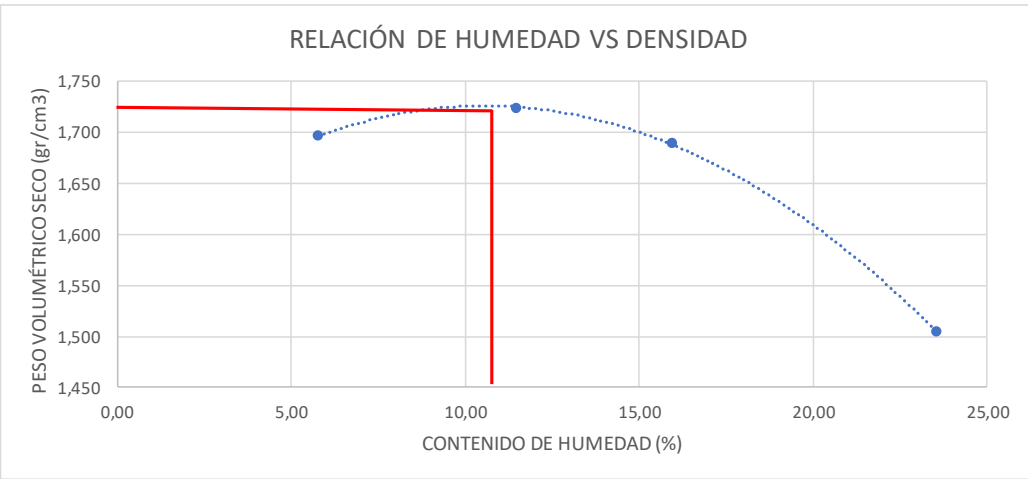
Anexo C-3. Granulometría

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS				
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.						
ABS : 7+000 Norma: AASHTO 7-87-70 ASSTM D-421-58 Profundidad: 1,0 m			Muestra: Subrasante Ensayado por: María Isabel Almeida Domínguez Peso de la muestra: 100 gr			
GRANULOMETRÍA						
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA	
8	2,36	76,27	76,27	7,66	92,34	
10	2	43,20	119,47	12,00	88,00	
16	1,18	109,07	228,54	22,95	77,05	
30	0,6	138,07	366,61	36,82	63,18	
40	0,425	72,48	439,09	44,10	55,90	
50	0,3	74,88	513,97	51,62	48,38	
60	0,25	28,75	542,72	54,50	45,50	
100	0,15	114,60	657,32	66,01	33,99	
200	0,075	178,60	835,92	83,95	16,05	
BANDEJA		159,81	995,73	100,00		
RESULTADOS						
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			PORCENTAJE DE MATERIAL			
D10:	0,06	mm		GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
D30:	0,13	mm	SUCS:	0,00	83,00	17,00
D60:	0,50	mm	AASHTO:	0,00	83,00	17,00
Cu:	9,09		AASHTO A-2-4		SUCS: SM Arena Limosa	
Cc:	0,61					
Curva de distribución granulométrica						



Anexo C-3. Límites de Atterberg

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua."								
ABS : 7+000 Norma: AASHTO T - 90-70 Profundidad:1,0 m			Muestra: Subrasante Ensayado por: María Isabel Almeida Domínguez					
LÍMITE LÍQUIDO								
Número de muestra	1	2	3	4	8	6	7	8
Número de recipiente	A	B	C	D	E	F	G	H
Peso del recipiente (Wr) (gr)	11,19	11,39	11,56	11,28	10,61	11,45	11,66	11,27
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	21,93	22,34	22,13	19,23	24,17	24,29	20,17	20,47
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	19,23	19,57	19,69	17,42	21,22	21,60	18,44	18,60
Peso del agua (Ww) (gr)	2,70	2,77	2,44	1,81	2,95	2,69	1,73	1,87
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	8,04	8,18	8,13	6,14	10,61	10,15	6,78	7,33
Contenido de humedad (W %)	33,58	33,86	30,01	29,48	27,80	26,50	25,52	25,51
Promedio (W %)	33,72		29,75		27,15		25,51	
Número de golpes	6		15		34		43	
LÍMITE PLÁSTICO								
Número de muestra	1	2	3	4	5			
Número de recipiente	A	B	C	D	E			
Peso del recipiente (Wr) (gr)	10,79	10,54	10,79	10,81	10,71			
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	11,97	11,99	12,41	12,14	12,16			
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	11,72	11,69	12,07	11,86	11,86			
Peso del agua (Ww) (gr)	0,25	0,30	0,34	0,28	0,30			
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	0,93	1,15	1,28	1,05	1,15			
Contenido de humedad (W %)	26,88	26,09	26,56	26,67	26,09			
Promedio (W %)	26,46							
RESULTADOS								
LÍMITE LÍQUIDO (%)		LÍMITE PLÁSTICO (%)		ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)				
27,948		26,439		1,509				
<div style="text-align: center;"> LÍMITE LÍQUIDO </div> 								

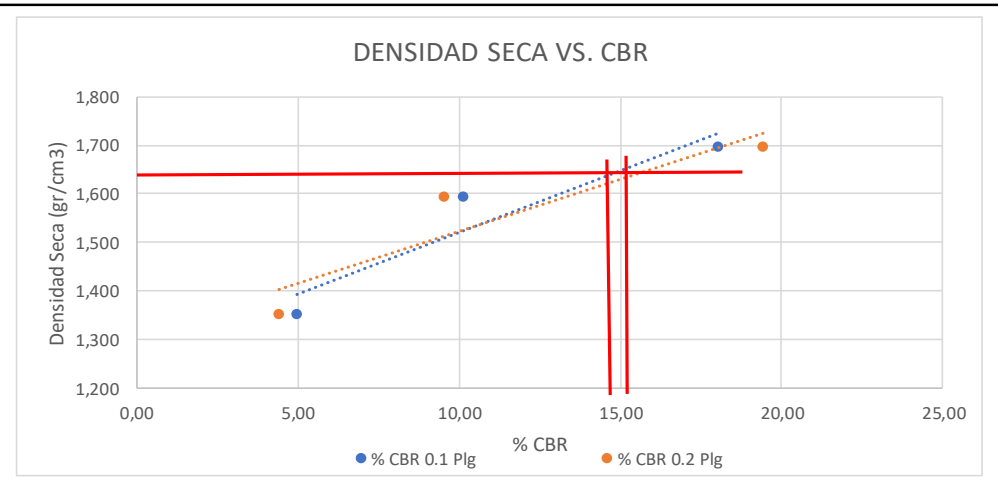
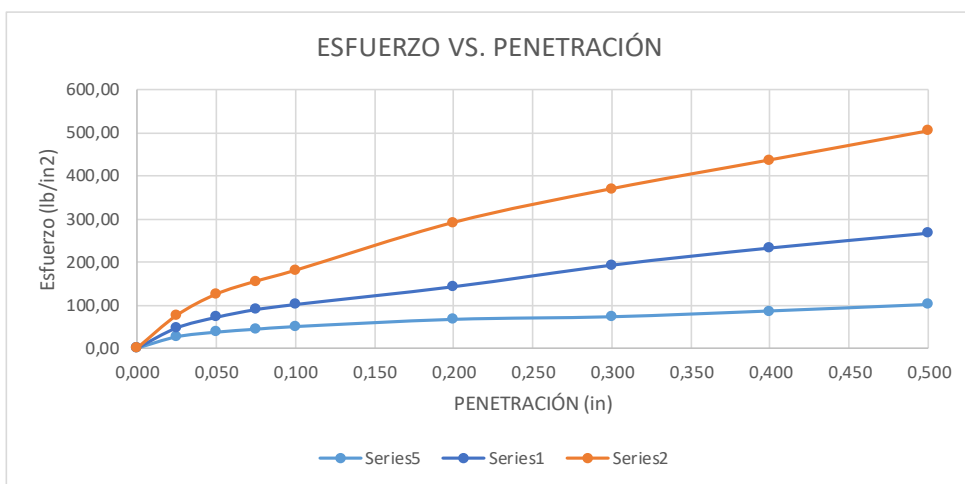
Anexo C-3. Proctor modificado tipo B

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS					
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua."							
ABS : 7+000 Norma: ASTM-D1557 / AASHTO T 180 Profundidad: 1,0 m			Muestra: Subrasante Ensayado por: María Isabel Almeida Domínguez Diámetro: 15,21 cm Altura: 12,80 cm				
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO							
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Número de golpes	56	Altura de caída:	18 in	Peso del molde:	13343 gr		
Número de capas	5,00	Peso del martillo:	10 lb	Volumen del molde:	2325,73 cm ³		
Peso inicial deseado	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00		
PROCESO DE COMPACTACIÓN							
Número de ensayo	1	2	3	4			
Humedad inicial añadida en %	5,00	10,00	15,00	20,00			
Peso molde + suelo humedo (gr)	17518,00	17812,00	17899,00	17665,00			
Peso suelo humedo (Wm) (gr)	4175,00	4469,00	4556,00	4322,00			
Peso unitario humedo (γ _m) (gr/cm ³)	1,795	1,922	1,959	1,858			
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD							
Número de recipiente	1	2	3	4	6	7	8
Peso del recipiente (Wr) (gr)	31,55	32,87	27,54	24,89	30,47	30,78	30,25
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	160,25	168,25	115,47	125,41	125,23	135,67	215,89
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	152,98	161,08	106,23	115,26	112,68	120,71	183,46
Peso sólidos (Ws) (gr)	121,43	128,21	78,69	90,37	82,21	89,93	153,21
Peso del agua (Ww) (gr)	7,27	7,17	9,24	10,15	12,55	14,96	32,43
Contenido de humedad (W %)	5,99	5,59	11,74	11,23	15,27	16,64	21,17
Cont. De humedad promedio (W %)	5,79		11,49		15,95		23,57
Peso volumétrico seco (γ _d) (gr/cm ³)	1,697		1,724		1,689		1,504
RESULTADOS							
Contenido de humedad Óptimo (%)			Densidad seca Máxima (gr/cm ³)				
10,510			1,732				
<div style="text-align: center;"> RELACIÓN DE HUMEDAD VS DENSIDAD </div> 							

Anexo C-3. CBR

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS 						
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.						
ABS : 7+000			Muestra: Subrasante			
Norma: ASTM D- 1883			Ensayado por: María Isabel Almeida Domínguez			
Profundidad: 1,0 m			W óptimo: 0			
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
Molde	A		B		c	
Dimensiones	Diámetro:	15,14	Diámetro:	15,08	Diámetro:	15,14
	Altura:	12,97	Altura:	12,95	Altura:	12,84
PROCESO DE COMPACTACIÓN						
Número golpes	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	10058,00		10297,00		10408,00	
Masa Molde (gr)	6302,00		5894,00		5768,00	
Masa de la muestra húmeda (gr)	3756,00		4403,00		4640,00	
Volumen de la muestra (cm ³)	2334,97		2312,93		2311,57	
Peso unitario húmedo (γ _m) (gr/cm ³)	1,609		1,904		2,007	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (W _r) (gr)	30,74	30,15	30,63	30,27	23,18	24,87
Masa suelo húmedo + recip. (W _m +W _r) (gr)	104,89	120,47	115,47	106,78	125,47	110,78
Masa suelo seco + recip (W _s +W _r) (gr)	93,12	105,99	101,93	94,01	110,16	97,07
Masa del suelo seco (W _s) (gr)	62,38	75,84	71,30	63,74	86,98	72,20
Masa del agua (W _w) (gr)	11,77	14,48	13,54	12,77	15,31	13,71
Contenido de humedad (W %)	18,87	19,09	18,99	20,03	17,60	18,99
Cont. De humedad promedio (W %)	18,98		19,51		18,30	
Peso volumétrico seco (γ _d) (gr/cm ³)	1,352		1,593		1,697	
DESPUÉS DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	10058,00		10248,00		10348,00	
Masa Molde (gr)	6302,00		5894,00		5768,00	
Masa de la muestra húmeda (gr)	3756,00		4354,00		4580,00	
Volumen de la muestra (cm ³)	2334,97		2312,93		2311,57	
Peso unitario húmedo (γ _m) (gr/cm ³)	1,609		1,882		1,981	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (W _r) (gr)	30,28	31,47	30,25	31,02	23,47	24,51
Masa suelo húmedo + recip. (W _m +W _r) (gr)	140,25	155,36	111,47	119,48	105,23	133,42
Masa suelo seco + recip (W _s +W _r) (gr)	120,69	132,84	98,64	104,79	93,14	116,02
Masa del suelo seco (W _s) (gr)	90,41	101,37	68,39	73,77	69,67	91,51
Masa del agua (W _w) (gr)	19,56	22,52	12,83	14,69	12,09	17,40
Contenido de humedad (W %)	21,63	22,22	18,76	19,91	17,35	19,01
Cont. De humedad promedio (W %)	21,93		19,34		18,18	
Peso volumétrico seco (γ _d) (gr/cm ³)	1,319		1,577		1,676	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in2		Vel. Carga: 1,27 mm/min (0,05 in/min)			
Número de Molde	A		B		C	
Penetración (in)	Dial	Presión (lb/in2)	Dial	Presión (lb/in2)	Dial	Presión (lb/in2)
0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,025	78,20	26,07	140,70	46,90	227,40	75,80
0,050	110,30	36,77	214,60	71,53	375,40	125,13
0,075	130,50	43,50	268,70	89,57	465,20	155,07
0,100	148,90	49,63	304,20	101,40	541,10	180,37
0,200	198,70	66,23	428,50	142,83	874,10	291,37
0,300	216,60	72,20	578,60	192,87	1108,60	369,53
0,400	256,60	85,53	698,30	232,77	1308,70	436,23
0,500	301,40	100,47	801,40	267,13	1510,70	503,57
CORRECCIÓN DE CBR						
Número de Molde	Presión (lb/in2)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/in2)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	49,63	4,96	1,352	66,23	4,42	1,352
B	101,40	10,14	1,593	142,83	9,52	1,593
C	180,37	18,04	1,697	291,37	19,42	1,697
Densidad Seca Máxima (gr/cm3)	1,732					
DSM	%CBR 0,1 in	%CBR 0,2 in	% CBR MAYOR			
95%	1,645	14,49	15,01	15,01		



ANEXO D: FOTOGRAFÍAS



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



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.

ANEXO FOTOGRÁFICO



FOTOGRAFÍA 1: Medición de anchos de la carretera.



FOTOGRAFÍA 2: Toma de deflexiones en la capa de rodadura ABS 4+700



FOTOGRAFÍA 3: Identificación de las unidades de muestreo para la ejecución del PCI



FOTOGRAFÍA 4: Conteo vehicular.



Proyecto: “Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 4+700 – 8+200 de la provincia de Tungurahua.

ANEXO FOTOGRÁFICO



FOTOGRAFÍA 5: Colocación del suelo en el molde de proctor para su compactación .



FOTOGRAFÍA 6: Ejecución del ensayo límite líquido.



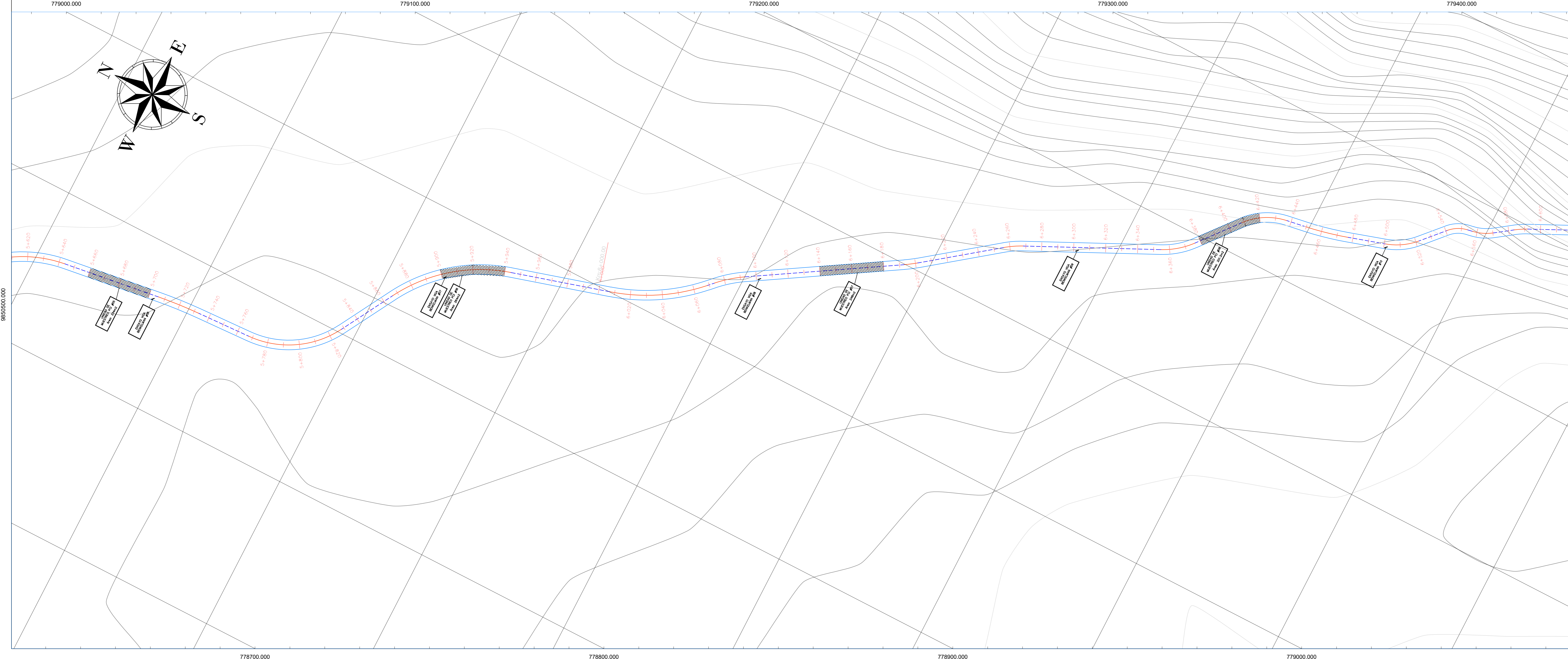
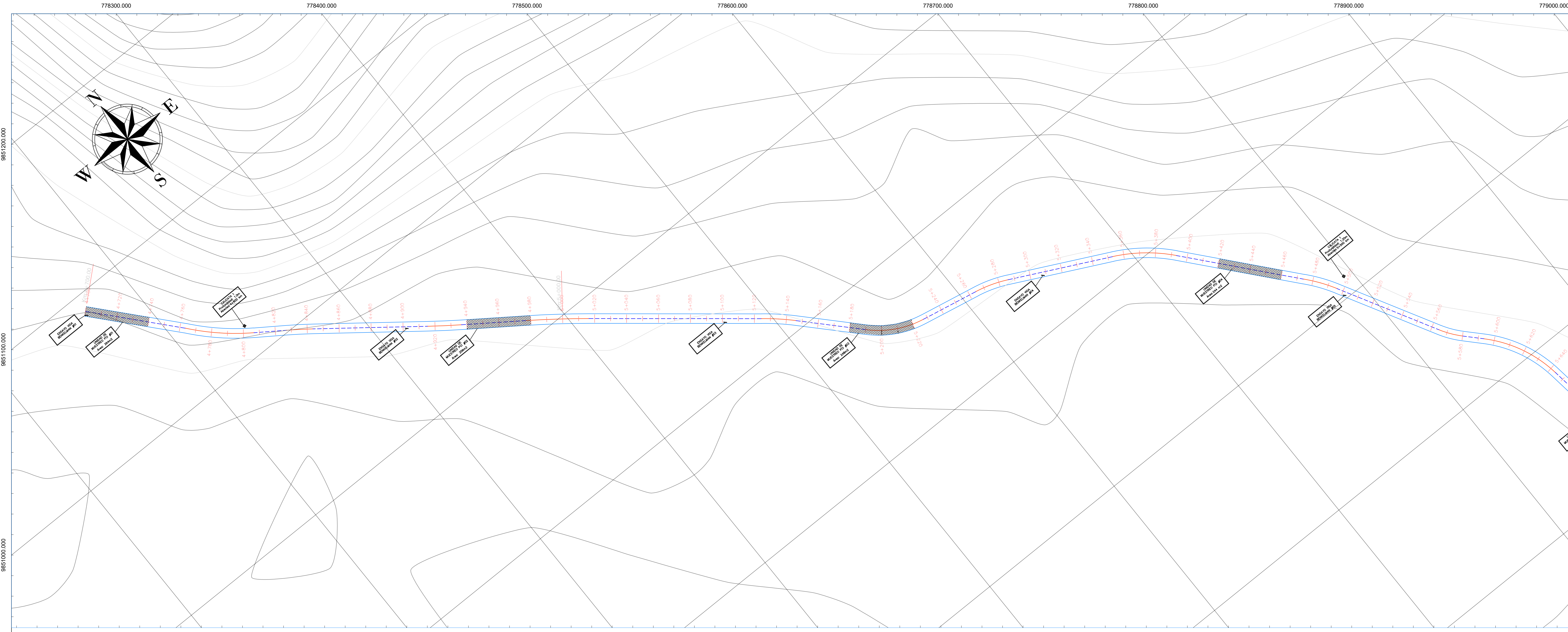
FOTOGRAFÍA 7: Ejecución del ensayo de proctor modificado.



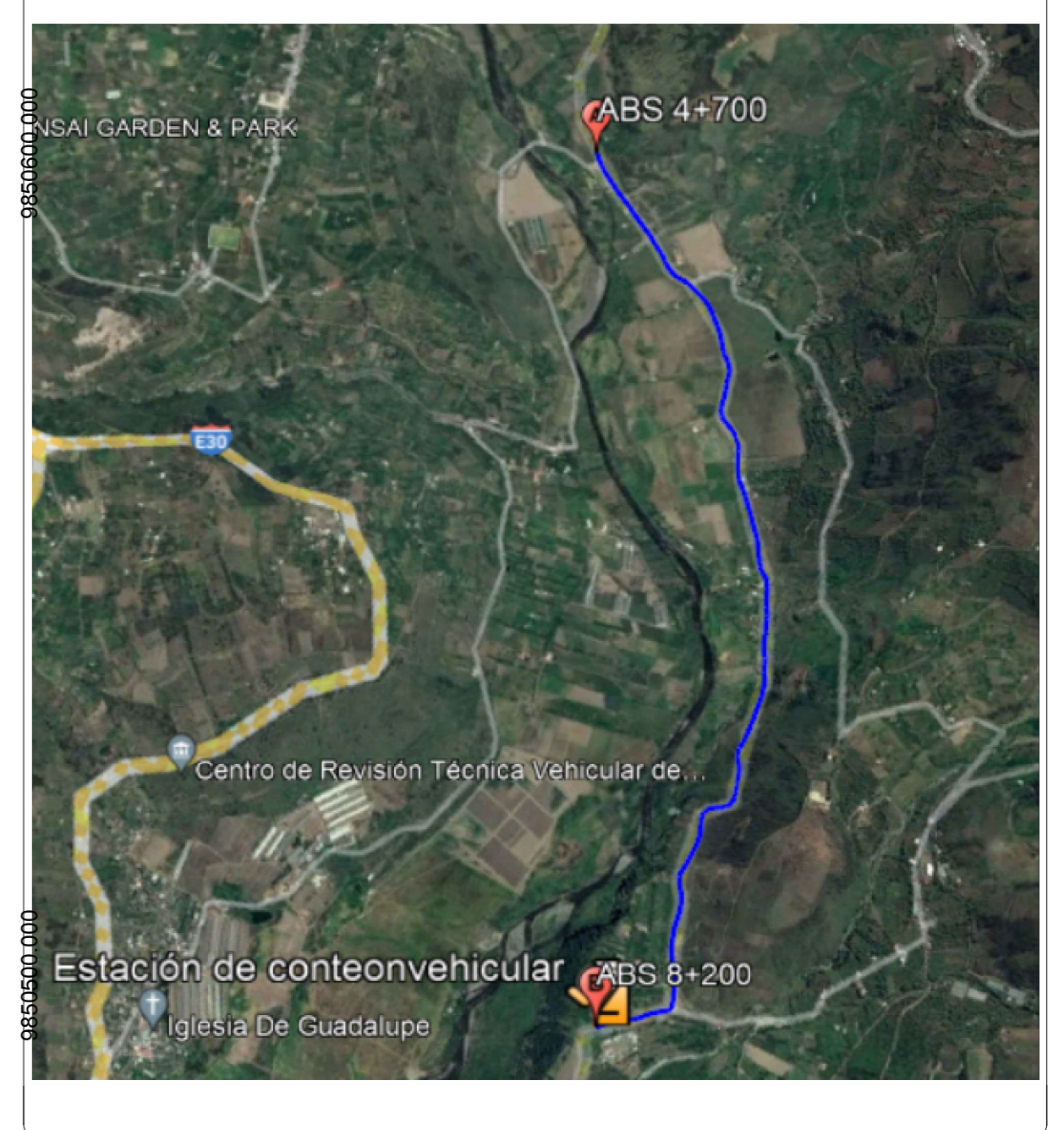
FOTOGRAFÍA 8: Uso del tamizador para el ensayo de granulometría .

ANEXO E:

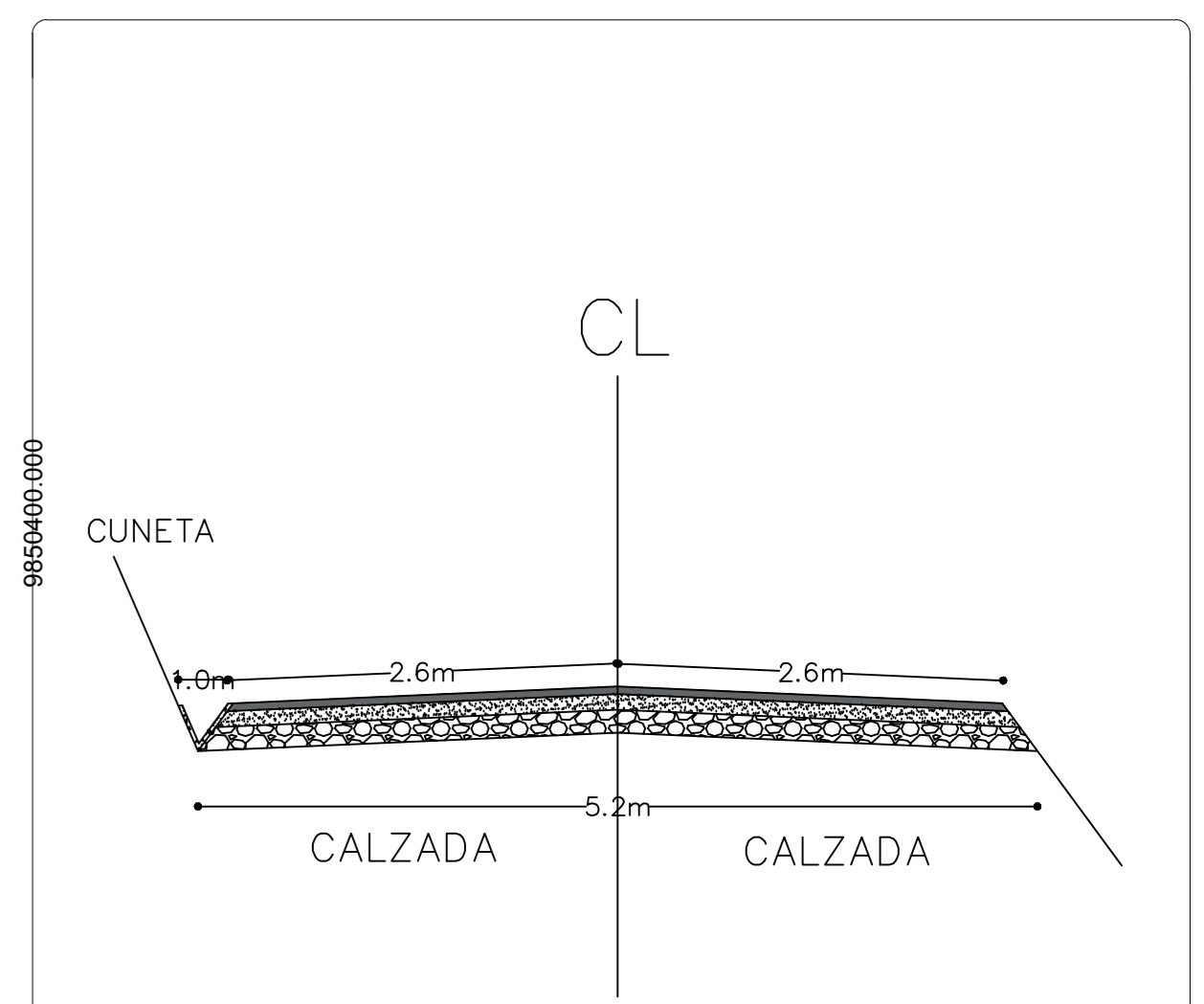
PLANOS



UBICACIÓN



SECCIÓN TÍPICA



ESCALA: 1:50

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

PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 4+700 - 8+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

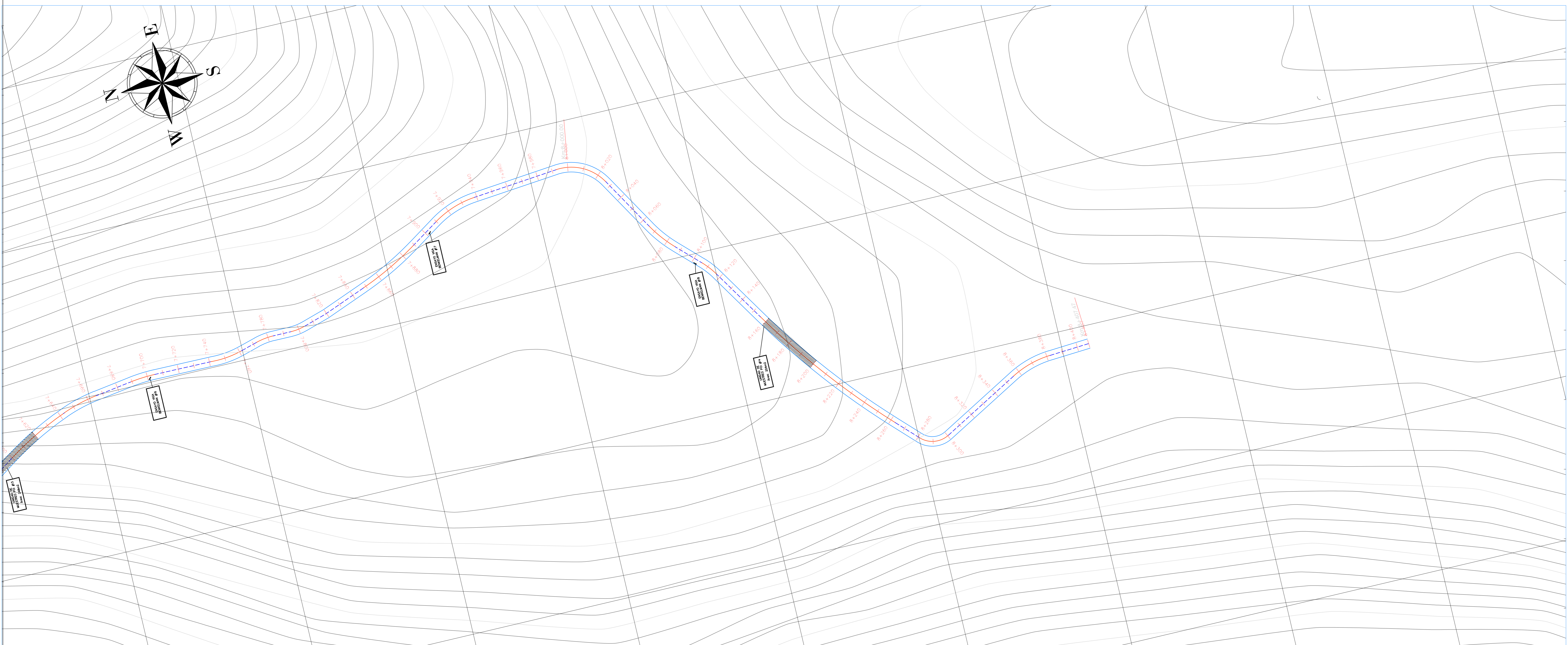
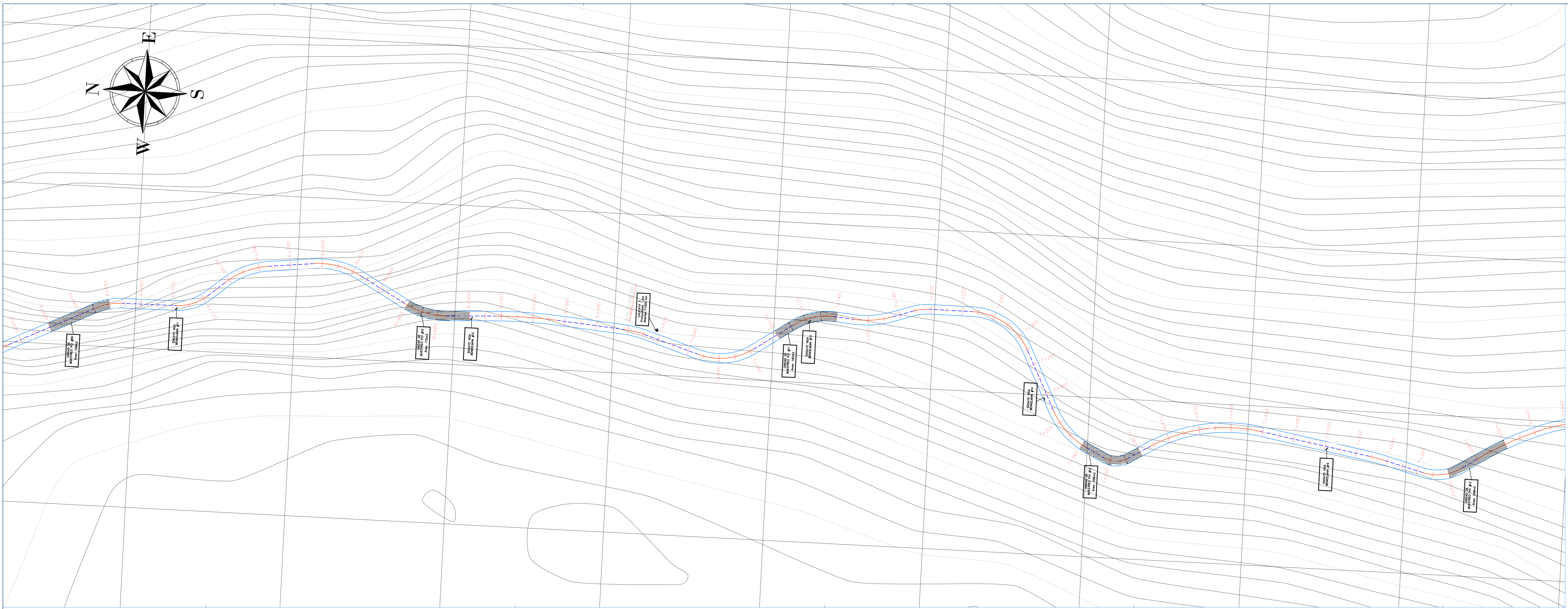
AUTOR: ALMEIDA DOMÍNGUEZ MARÍA ISABEL

PROVINCIA: TUNGURAHUA **ESCALA:** 1:1000 **FECHA:** SEPTIEMBRE 2022

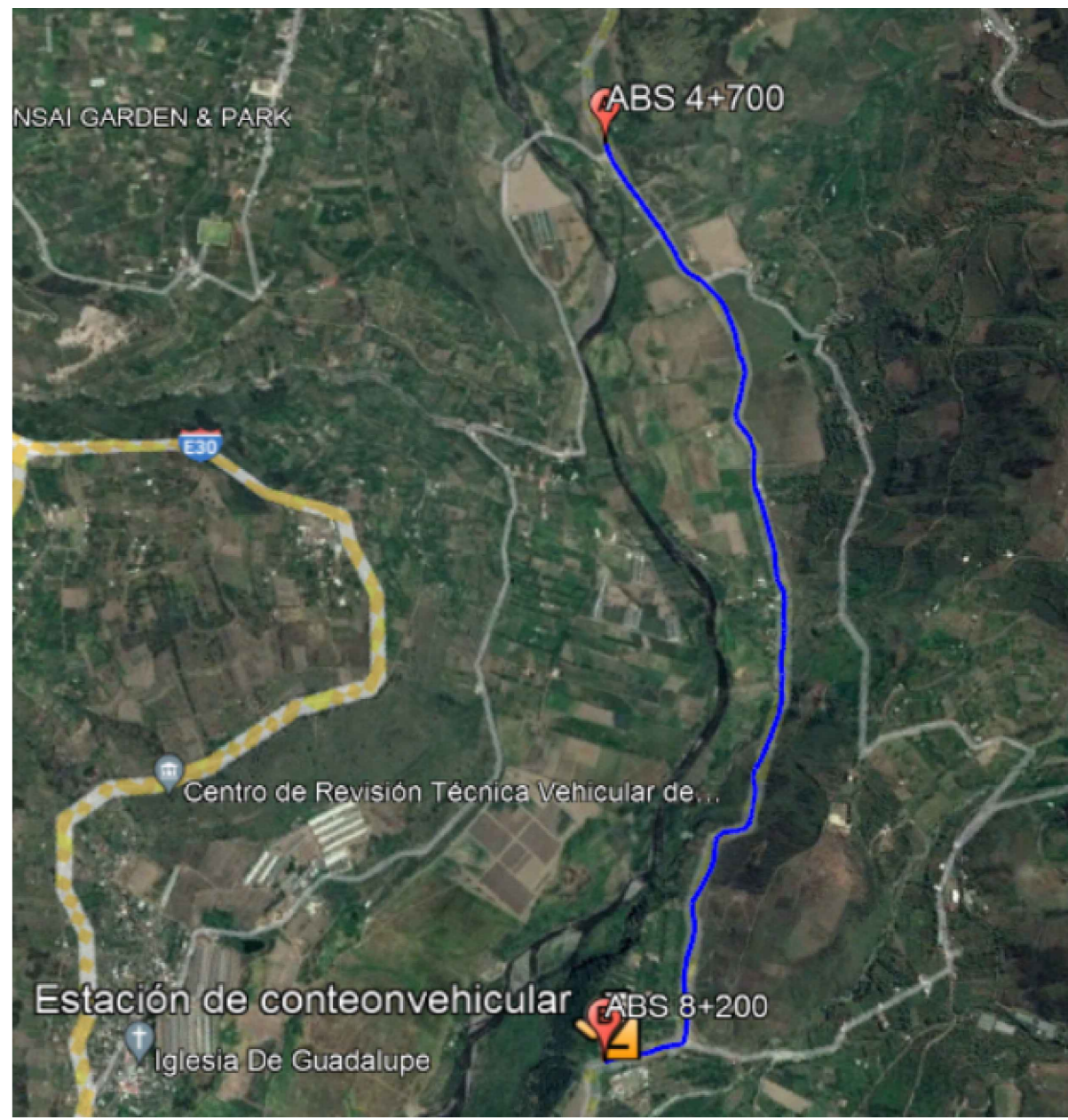
SECCIÓN: Abs Inicial: 4+700 Abs Final: 8+200

CONTIENE: -ABSCISADO DE LA VÍA PATATE BAÑOS EN EL TRAMO 4+700 - 8+200

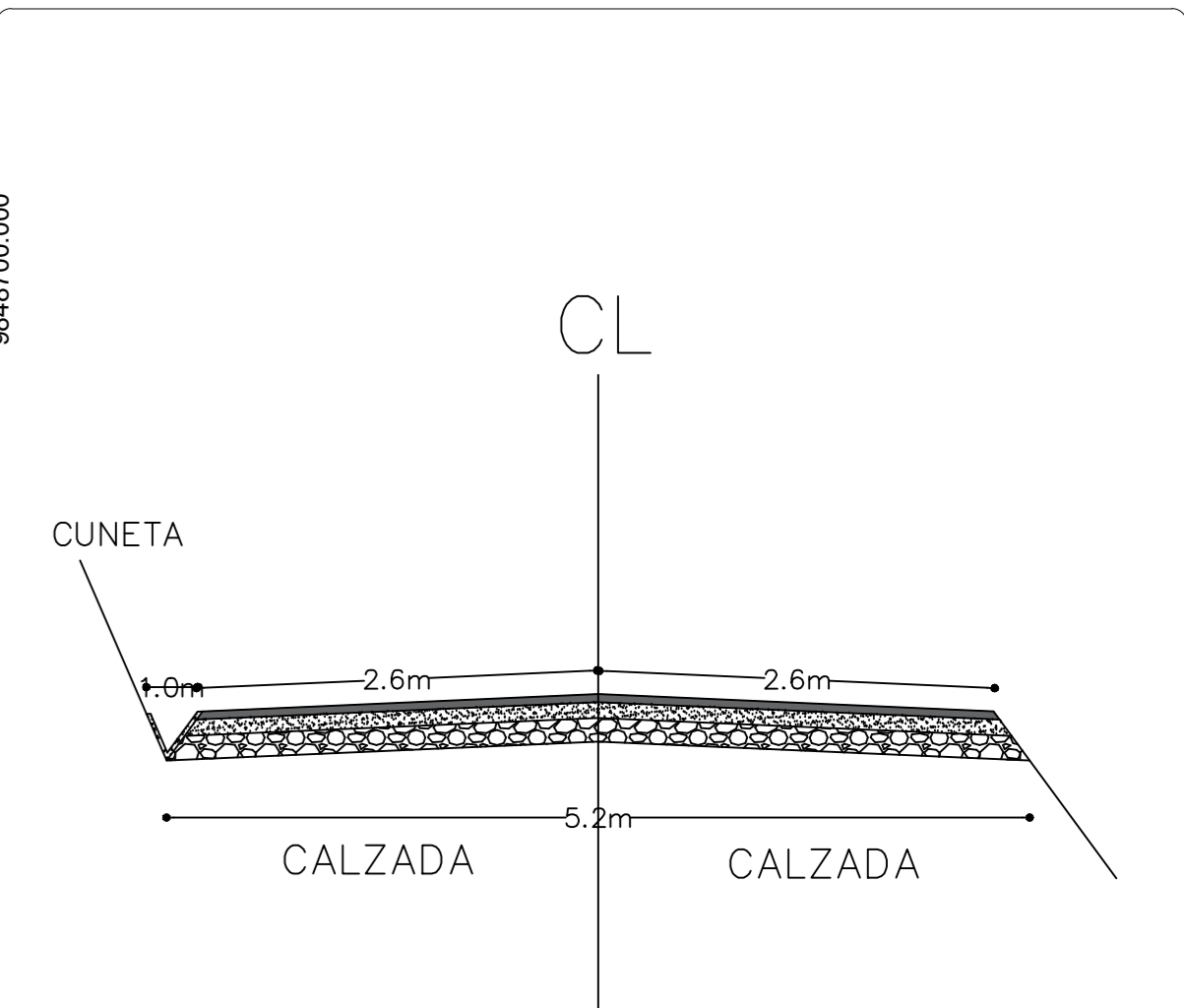
TUTOR: ING. ALEX LÓPEZ



UBICACIÓN



SECCIÓN TÍPICA



ESCALA: 1:50

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



PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 4+700 - 8+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

AUTOR: ALMEIDA DOMÍNGUEZ MARÍA ISABEL

PROVINCIA: TUNGURAHUA **ESCALA:** 1:1000 **FECHA:** SEPTIEMBRE 2022

SECCIÓN: Abs Inicial: 4+700 Abs Final: 8+200

CONTIENE: -ABSCISADO DE LA VÍA PATATE BAÑOS EN EL TRAMO 4+700 - 8+200

TUTOR:
 ING. ALEX LÓPEZ