



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

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

TEMA:

**“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA
ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS
ABS 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**

AUTOR: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

TUTOR: Ing. Alex Gustavo López Arboleda Mg.

AMBATO - ECUADOR

Septiembre – 2022

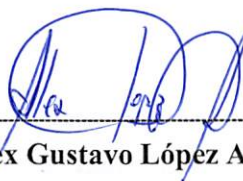
CERTIFICACIÓN

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 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por el Sr. Johnny Sebastián Ortiz Sánchez, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1804688156, 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.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, septiembre 2022



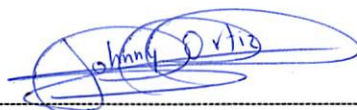
Ing. Alex Gustavo López Arboleda Mg.

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Johnny Sebastián Ortiz Sánchez, con C.I. 1804688156 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 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, septiembre 2022



Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

C.I. 1804688156

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



Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

C.I. 1804688156

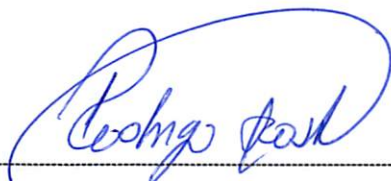
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO


Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Johnny Sebastián Ortiz Sánchez 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 ABS 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”.

Ambato, septiembre 2022

Para constancia firman:



Ing. Rodrigo Iván Acosta Lozada Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Favio Paul Portilla Yandun Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente trabajo a todas las personas que han estado junto a mí durante todo este proceso; en primer lugar a mis padres, Laura y Jhonny, que con su amor, paciencia y trabajo duro han sido el mayor ejemplo que he podido tener, que con sus consejos siempre me han ayudado a avanzar en momentos difíciles, admiro lo mucho que se han esforzado para formar la familia que tenemos. De igual forma quiero dedicar y agradecer a mis hermanos, Roberto y Mateo, que con su apoyo y sobre todo con su forma de ser me han motivo a seguir adelante, esperando ser un buen ejemplo para ellos. De forma especial quiero agradecer a mis abuelitos, Elias, Luz, Efraín y Laura, ya que sin ellos y su apoyo incondicional hubieses sido mucho más difícil este camino, quiero agradecerles por la ayuda a mis papás cuando más lo necesitaron, y por todo el amor que nos han brindado.

A mis amigos, la familia que escogemos y que durante diferentes etapas de mi vida me han apoyado y hemos crecido juntos, los de la escuela y el colegio, los del inglés, y sobre todo a los de la facultad, que con ellos hemos pasado buenos y malos momentos, pero siempre ayudándonos para avanzar y al estar a un paso de finalizar esta etapa de nuestra vida, estoy muy agradecido por haberlos conocido.

Finalmente, quiero agradecer a Dani, quien durante estos últimos 6 años ha estado junto a mí, apoyándome y siendo mi motor para avanzar, con todos nuestros planes a futuro y que espero este sea nuestro primer paso para cumplirlos. Un gracias se queda corto para todo lo que has hecho por mí.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Ambato y a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por permitirme educarme en sus aulas y permitirme recibir los conocimientos necesarios para formarme como profesional.

A mis queridos docentes quienes supieron transmitir sus valiosos conocimientos y experiencias vividas con gran sabiduría.

Al Ing. Alex López quien con sus conocimientos y profesionalismo fue una gran guía para el desarrollo de cada una de las etapas del presente proyecto

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPITULO I.....	1
1.1 Antecedentes Investigativos	1
1.1.1 Fundamentación Teórica.....	3
1.1.1.1 Levantamiento de datos georreferenciados	3
1.1.1.2 Transito.....	3
1.1.1.3 Definición de Pavimento	5
1.1.1.3.1 Tipos de Pavimento	5
1.1.1.3.2 Fallas en el Pavimento	6
1.1.1.4 Granulometría.....	10
1.1.1.5 Límites de Atterberg.....	15
1.1.1.6 Proctor	15
1.1.1.7 California Bearing Ratio (CBR).....	16

1.1.1.8	Índice de Condición del Pavimento (PCI).....	17
1.1.1.9	Viga Benkelman	20
1.2	Objetivos	24
1.2.1	Objetivo General	24
1.1.1	Objetivos Específicos.....	24
CAPITULO II		25
2.1	Materiales.....	25
2.2	Métodos	29
2.2.1	Investigación Bibliográfica	29
2.2.2	Investigación de Campo.....	30
2.2.3	Investigación de Laboratorio.....	30
2.2.4	Plan de recolección de información	30
2.2.5	Procesamiento de Información.....	31
2.2.6	Análisis de Resultados	34
CAPITULO III.....		36
3.1	Análisis y Discusión de los Resultados	36
3.1.1	Georreferenciación del proyecto	36
3.1.1.1	Ubicación del Proyecto	36
3.1.1.2	Análisis georreferenciación de la vía	37
3.1.2	Análisis de Tráfico	37
3.1.2.1	Determinación del Trafico Promedio Diario Anual (TPDA).....	38
3.1.2.2	Cálculo del Trafico Promedio Diario Anual (TPDA)	40
3.1.2.3	Cálculo de Tráfico Atraído.....	42
3.1.2.4	Cálculo del Trafico Promedio Diario Anual Total.....	42
3.1.2.5	Cálculo del Tráfico Futuro	44

3.1.2.6	Tipo de vía en Función al tráfico Futuro	45
3.1.2.7	Cálculo de Ejes Equivalentes	45
3.1.3	Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI)	48
3.1.3.1	Unidad de Muestreo	48
3.1.3.2	Longitud de la Unidad de Muestreo	48
3.1.3.3	Unidades Totales de Muestreo	49
3.1.3.4	Unidades Mínimas de Muestreo	49
3.1.3.5	Intervalo para la Muestra	49
3.1.3.6	Cálculo de la densidad	51
3.1.3.7	Cálculo del valor deducido	51
3.1.3.8	Cálculo del Pavement Condition Index (PCI)	51
3.1.4	Evaluación de deflexiones en la capa de rodadura	52
3.1.4.1	Corrección por el brazo con relación 1:2 de la viga Benkelman	54
3.1.4.2	Corrección de las deflexiones por las diferentes temperaturas	54
3.1.4.3	Corrección realizada por estacionalidad	55
3.1.4.4	Radio de curvatura	57
3.1.4.5	Deflexión Característica	58
3.1.4.6	Deflexión admisible	59
3.1.4.7	Deflexión Crítica	59
3.1.5	Estudio de Suelos	62
3.1.5.1	Análisis Granulométrico	62
3.1.5.2	Límites de Atterberg	63
3.1.5.3	Proctor Modificado Tipo B	63
3.1.5.4	Ensayo de Relación de Soporte California (CBR)	63
3.1.6	Plan de Conservación Vial	64

CAPITULO IV.....	70
4.1 Conclusiones.....	70
4.2 Recomendaciones	72
MATERIALES DE REFERENCIA	73
BIBLIOGRAFÍA	73
ANEXOS	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tamices y Diámetros para granulometría.....	10
Tabla 2: Sistema de Clasificación de suelos AASHTO	12
Tabla 3: Sistema de Clasificación de suelos SUCS	14
Tabla 4: Característica de Equipos usados en el ensayo Proctor	15
Tabla 5: Clasificación de suelos con CBR.....	17
Tabla 6: Escala y Calificaciones PCI.....	17
Tabla 7: Materiales, equipos y software necesarios para el levantamiento georreferencial.....	25
Tabla 8: Especificación de los equipos y softwares usados para el levantamiento georreferencial.....	25
Tabla 9: Materiales, equipos y software necesarios para conocer la movilidad vehicular.....	26
Tabla 10: Especificación de los equipos y softwares usados para conocer la movilidad vehicular.....	26
Tabla 11: Materiales y equipos necesarios para conocer las propiedades físicas de la vía.....	27
Tabla 12: Especificación de los equipos y materiales usados para conocer las propiedades físicas de la vía.....	28
Tabla 13: Normativas de los ensayos a realizarse.....	30
Tabla 14: Preguntas para la recolección de información	31
Tabla 15: Formato de hoja de campo para el conteo vehicular	33
Tabla 16: Formato de hoja de campo para cálculo del PCI	34
Tabla 17: Ubicación del Proyecto.....	36
Tabla 18: Coordenadas de la Estación para el Conteo Vehicular.....	37
Tabla 19: Cantidad de vehículos por día.....	38

Tabla 20: Conteo Vehicular en la Hora Pico (Livianos).....	40
Tabla 21: Conteo Vehicular en la Hora Pico (Pesados y Buses)	41
Tabla 22: Tabla Resumen TPDA actual	41
Tabla 23: Tabla resumen del Tráfico atraído	42
Tabla 24: TPDA de la Vía Patate – Baños.....	43
Tabla 25: Tasa de crecimiento vehicular Tungurahua	44
Tabla 26: Tráfico futuro en la vía Patate - Baños	44
Tabla 27: Clasificación de carreteras según el TPDAf.....	45
Tabla 28: Factor de daño según el tipo de vehículo	46
Tabla 29: Factores de distribución direccional	46
Tabla 30: Factores W18 en el carril D1	47
Tabla 31: Ejes equivalentes proyectados a 20 años	47
Tabla 32: Datos para el PCI	48
Tabla 33: Datos de las Unidades de Muestreo	51
Tabla 34: Tabla resumen PCI.....	52
Tabla 35: Punto de ensayo viga Benkelman según el ancho de la vía	52
Tabla 36: Deflexiones en campo	53
Tabla 37: Corrección de relación de brazo 1:2	54
Tabla 38: Corrección por temperatura	55
Tabla 39: Factor de corrección por efecto estacional.....	56
Tabla 40: Corrección por estacionalidad.....	56
Tabla 41: Radio de Curvatura	57
Tabla 42: Desviación Estándar.....	58
Tabla 43: Valor de t y probabilidad de ocurrencia de $D > D_c$	58
Tabla 44: Comportamiento estructural del pavimento de acuerdo con la deflexión.	60

Tabla 45: Deflexiones, radios de curvatura y clasificación de comportamiento estructural.....	61
Tabla 46: Clasificación del suelo	62
Tabla 47: Límites de Atterberg	63
Tabla 48: Resultados ensayo Proctor Modificado tipo B.....	63
Tabla 49: Resultados ensayo CBR.....	63
Tabla 50: Clasificación de Actividades según el rango PCI.....	64
Tabla 51: Actividades Rutinarias y Periódicas	66
Tabla 52: Medidas recomendadas por el MTOP.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sección Transversal de un Pavimento Flexible.....	6
Figura 2: Sección Transversal de un Pavimento Rígido.....	6
Figura 3: Curva Granulométrica	11
Figura 4: Configuración para prueba de CBR	16
Figura 5: Diagrama de una viga Benkelman (en planta y elevación).....	21
Figura 6: Tramo 11+700-15+200 de la Vía Patate-Baños.....	36
Figura 7: Deflectograma de la vía Patate-Baños Abs. 11+700 - 15+200, 2022	62

RESUMEN

La vía Patate-Baños es una de las arterias muy importante para la provincia de Tungurahua y el centro del país, ya que sirve como salida de productos agrícolas y ganaderos del cantón Patate, donde el 84 por ciento de su población vive en zonas rurales y se dedican al rubro económico; además de funcionar como entrada y salida de turistas al cantón Baños, donde el 90 por ciento de su economía depende del turismo; es por esto que la conservación de la capa de rodadura es necesaria para que no hayan complicaciones de movilidad.

Por medio de levantamiento de información, ensayos de campo, de laboratorio, y de investigación bibliográfica se consiguieron las características de la vía y del suelo donde se asienta, en base a ello se propuso un mantenimiento vial. En los ensayos de PCI se obtuvieron resultados positivos, un valor de 80.23 que significa muy buen estado del pavimento, CBR con resultados de: excelentes y buenos para subrasante, y Viga Benkelman con deflexiones por debajo de los límites admisibles máximos calculados; dieron valores que indicaron buen comportamiento del pavimento y de la subrasante.

Con dichos resultados se propuso un plan de mantenimiento vial para la vía del proyecto, tanto rutinario como periódico para que así la vía se conserve en mejor estado posible y mantenga la conexión entre ambos cantones.

Palabra Clave: Deflexión, Pavimento, Mantenimiento Vial, Rehabilitación Vial, Capa de Rodadura.

ABSTRACT

The Patate-Baños road is one of the very important arteries for the province of Tungurahua and the center of the country, since it serves as an outlet for agricultural and livestock products from the Patate canton, where 84 percent of its population lives in rural areas and are dedicated to the economic sector; in addition to functioning as an entry and exit of tourists to the Canton of Baños, where 90 percent of its economy depends on tourism; this is why the conservation of the tread layer is necessary so that there are no mobility complications.

Through information gathering, field tests, laboratory tests, and bibliographic research, the characteristics of the road and the soil where it sits were achieved, based on which road maintenance was proposed. In the PCI tests, positive results were obtained, a value of 80.23 that means particularly good condition of the pavement, CBR with results of: excellent and good for subgrade, and Benkelman Beam with deflections below the admitted limits; gave values that indicated good behavior of the pavement and the subgrade.

With these results, a road maintenance plan was proposed for the project road, both routine and periodic so that the road is preserved in the best possible condition and maintains the connection between both cantons.

Keyword: Deflection, Pavement, Road Maintenance, Road Rehabilitation, Rolling Layer.

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes Investigativos

Las carreteras alrededor del mundo son sometidas a condiciones difíciles que llegan a deteriorar al corto o largo plazo su estado físico, haciendo que sufra daños físicos en su superficie y que posteriormente todo esto se vea reflejado en una menor capacidad de soportar cargas en la capa de rodadura ya que esta se encuentra dañada. Además de esto, otras condiciones como el tráfico, el clima, movimientos telúricos como sismos y terremotos, e incluso muchas veces deslaves de grandes volúmenes de tierra, hace que el asfalto se rompa, se agriete o incluso que se pierda por completo. Cuando una o varias de estas cosas suceden en la vía, el asfalto tiende a perder muchas de sus propiedades como la flexibilidad o la impermeabilidad que a su vez generan otros daños más grandes. Es en ese momento en el que las propuestas de mantenimiento vial se deben hacer presentes ya que si no se toman medidas de reparación de manera oportuna se podría llegar a perder todo un tramo de vía, además de eso en muchos otros tramos podrían aparecer diferentes fallas del asfalto tales como piel de cocodrilo, fisuras, grietas, baches, entre otros, haciendo que los posteriores costos de mantenimiento sean mucho más elevados. [1]

Para Jesús Cascón, Antonio Ruiz y Jordi Alberich, el uso de sistemas GPS han crecido de forma exponencial en las últimas décadas, sobre todo desde inicios del siglo XXI, con el consumo de mapas digitales. Con toda esta tecnología que ahora existe se ha permitido mostrar, difundir y hacer accesible la cartografías al público en general. [2]

Según varios autores pertenecientes a la ASCE (American Society of Civil Engineers) basándose en el análisis de datos obtenidos de Caltrans (California Department of Transportation), llegaron a la conclusión que el TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual) tiene una gran importancia a la hora de ayudar a predecir como se comportará el aumento del tráfico en las vías y carreteras donde estos estudios se realizan. [3]

En Ecuador las vías de segundo y tercer orden son de gran importancia para el sector agrícola, ya que es por donde la gran mayoría de sus productos son sacados del campo,

su lugar de origen, a las ciudades, su lugar de venta. Tomando en cuenta que más de un tercio de los habitantes del país reside en áreas rurales y que aproximadamente el 20% de la población trabaja o se enfoca en el sector agropecuario, es correcto decir que las vías y carreteras que conectan las zonas rurales con las urbes deben estar siempre en el mejor estado posible, para evitar que se corte el flujo vehicular entre estas zonas que dependen una de la otra. [4]

El cantón Patate perteneciente a la provincia de Tungurahua, con aproximadamente 13.5 mil habitantes, aproximadamente 2.7% de la población de Tungurahua, es uno de los cantones con mayor porcentaje de habitantes rurales en la provincia, ya que el 84% de las personas que viven en el dicho cantón viven en las zonas rurales, siendo la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, las actividades económicas más importantes de Patate con un 69.3%. Debido a esto, toma una relevancia mayor el estado de las vías que existen en el cantón ya que por medio de ellas se transportaran los productos desde el campo hasta los mercados centrales de los cantones y ciudades cercanas. [5]

Por otro lado, Baños de Agua Santa, ubicado en la provincia de Tungurahua, es uno de los destinos turísticos más hermosos y visitados del Ecuador; con una población aproximada de 20 mil personas, el cantón gira en torno al turismo, ya que el 90% de los habitantes se dedican a esta actividad, siendo este el pilar fundamental de la economía del sector. Debido a la gran afluencia de turistas al cantón es necesario que las vías que llegan y salen del cantón se encuentre en buenas condiciones ya que esta es una de sus primeras cartas de presentación, el constante mantenimiento de dichas vías se debe realizar con frecuencia y tener estudios es muy útil para hacerlo. [6]

La vía Patate – Baños, es una ruta muy útil y necesaria para el buen funcionamiento de la red vial de Tungurahua ya que, a pesar de que existe una vía Ambato – Baños, los días de gran afluencia vehicular, sobre todo los feriados y fines de semana, esta vía se ve saturada debido a que solo consta con un carril de ida y otro de regreso. Con la vía Patate – Baños, mucho de los vehículos pueden optar por tomar esta opción y evitar el congestionamiento.

1.1.1 Fundamentación Teórica

1.1.1.1 Levantamiento de datos georreferenciados

El objetivo de la georreferenciación es determinar lo precisamente posible la ubicación de uno o varios puntos en el globo terráqueo. Para determinar este objetivo se necesita de algún método para definir de manera única la localización de un objeto o lugar. Para este proyecto se utilizarán el sistema de coordenadas UTM (Universal Transversal de Mecator), y datum WGS84 (World Geodetic System 1984). [7]

1.1.1.2 Transito

El tránsito vehicular es un fenómeno que ese debe al flujo de los automóviles en las vías, el cual debe ser mencionado es difícilmente homogéneo. Y como en cualquier otro flujo, depende de mucho de la cantidad de vehículos y el área en la que se muevan.

Volumen de Tránsito

El volumen de tránsito es la cantidad de vehículos que pasar una sección transversal de la vía, durante un periodo de tiempo previamente determinado. Se puede expresar con la siguiente formula. [8]

$$Q = \frac{N}{T}$$

Ecuación 1

Donde:

- Q: Vehículos que pasan por unidad de tiempo
- N: Número total de vehículos que pasan
- T: Periodo de tiempo

Tráfico Promedio Diario Anual

EL Trafico Promedio Diario Anual o conocido por sus siglas TPDA es la cantidad de vehículos que pasan por sección transversal de una vía en un periodo de 24 horas en 365 días del año en los dos sentidos de la vía o carretera. [9]

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

Donde:

- TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual
- TPDA Actual: Tráfico Promedio Diario Anual actual
- Tat: Tráfico Atraído = 10% del Tráfico Existente

Volumen de Hora Pico

El volumen en una hora pico es la cantidad de vehículos que circular en una carretera o vía durante la hora con mayor demanda al día, donde esa información se sabrá la necesidad de la vía para determinar las características geométricas. [10]

$$VHP = k * TPDA_{actual}$$

Donde:

- VHP: Volumen de la Hora Pico
- TPDAactual: Tráfico Promedio Diario Actual
- k: Factor de relación entre el volumen de la 30^{va} hora y el Tráfico Existente, los valores son de k=0.08 en zonas urbanas, k=0.12 en zonas rurales secundarias y 0.16 en zonas rurales principales

Proyección de tránsito

Es una estimación del volumen de tránsito que circulará en un determinado número de años y se lo hace en base a datos históricos del lugar donde se está llevando a cabo el proyecto. [11] Existen varias formas de estimar ese tráfico futuro, pero que se usará el desarrollado con la siguiente ecuación:

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

Donde:

- Tf: Tráfico Futuro
- Ta: Tráfico Actual/TPDA
- n: Número de Años Proyectados

1.1.1.3 Definición de Pavimento

Un pavimento es el conjunto de capas de material granular puestas una sobre otra de horizontalmente, que tienen que estar diseñadas y construidas de manera técnica con los materiales adecuados y correctamente compactados. La estructura se debe apoyar de forma estratificada sobre la subrasante, en algunos casos debe ser mejorada. [12]

El pavimento, asfalto o también conocido como cemento asfáltico, es la mezcla de agregados pétreos, que son materiales que se los obtiene de las rocas, normalmente encontrados en depósitos no consolidados y de diferentes tamaños; junto con un ligante asfáltico. La mayoría de las mezclas asfálticas se realizan en plantas especializadas en dicha tarea, sin embargo, existen otras ocasiones en las que se puede o se debe fabricar *in situ*. [13]

1.1.1.3.1 Tipos de Pavimento

Los tipos de pavimento se distinguen unos de otros por los materiales con los que están contruidos y por como las capas de la estructura se ubican de diferente forma y con distintos espesores. Así se llegan a tener 3 tipos principales de pavimentos:

- Pavimento Flexible
- Pavimento Rígido

Pavimentos Flexible

Es la capa de rodadura formada por una capa delgada, de entre 2.50” y 6”, que está hecha de una mezcla de material bituminoso de asfalto colocada sobre la base. La principal función de esta capa es proteger a la base, subbase y subrasante de los esfuerzos aplicados por el transito que pasa sobre ella; impedir la filtración de agua hacia el resto de las capas de la estructura para evitar el daño de esta. [14]

Figura 1: Sección Transversal de un Pavimento Flexible

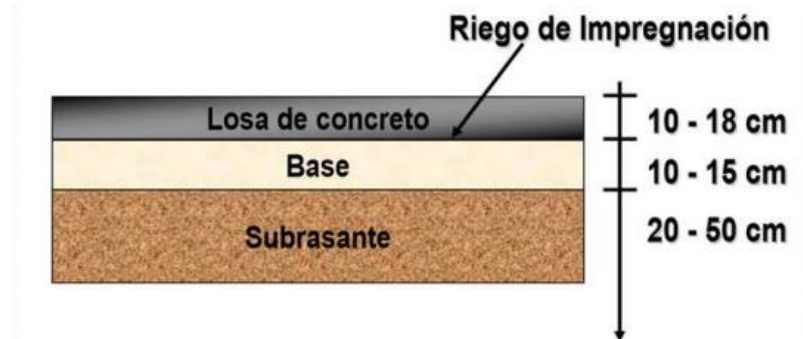


Fuente: Ingeniería de pavimentos (A. Montejo)

Pavimentos Rígido

Los pavimentos rígidos son aquellos que están construidas a partir de una losa de hormigón o concreto, que se la coloca encima de una capa de base o subbase, esto depende de la calidad de subrasante que se encuentra debajo de ella. Gracias a su alto coeficiente de elasticidad, la distribución de cargas aplicadas sobre la losa es más amplia lo que evita el deterioro de las capas inferiores. [12]

Figura 2: Sección Transversal de un Pavimento Rígido



Fuente: Ingeniería de pavimentos (A. Montejo)

1.1.1.3.2 Fallas en el Pavimento

Para determinar el nivel de severidad de daños cuando se realiza la inspección se debe evaluar de forma cualitativa cada una de las fallas y para esto se ocupa un sistema de graduación de la calidad de tránsito:

- **Low/Bajo (L):** Cuando se perciben las vibraciones en el vehículo, mas no es necesario que se esquiven fallas o se tenga que disminuir la velocidad.

- **Medium/Medio (M):** Cuando las vibraciones ya se perciben de forma significativa y ya es necesario disminuir la velocidad para que no sea peligroso y generalmente genera incomodidad para el que transita por la vía.
- **High/Alto (H):** Cuando las vibraciones en el vehículo son muy notables a tal nivel que podría dañarlo, se debe transitar con velocidades bajas para preservar la seguridad y comodidad.

Pavimentos Flexible

- **Piel de Cocodrilo (m²):** Son una serie de grietas interconectadas originadas por la fatiga sobre la capa de rodadura debido a las cargas de tránsito. Las grietas se empiezan a formar al fondo de la capa asfáltica donde los esfuerzos tensiones son mayores y tiende a tener más daños. Esta falla ocurre solo en áreas donde existen cargas de tránsito repetidas. [15]
- **Exudación (m²):** Es una lámina de material brillante y cristalino de origen bituminoso en la superficie del pavimento. [15]
- **Agrietamiento en Bloque:** Son grietas interconectados que tienen forma de piezas rectangulares o como su nombre indica, de bloques, que normalmente varían entre 30x30cm y 3x3m. la característica especial de esta falla es que normalmente se presenta en lugares donde no existe mayor cantidad de tráfico y está asociado a la contracción del asfalto debido a la variación de temperatura. [16]
- **Corrugación:** Son depresiones y abultamientos dentro de un espaciamiento regular, normalmente esta falla se presenta de forma perpendicular al flujo de tránsito y se debe a que la base es inestable, agregados redondos o mala dosificación del asfalto. [17]
- **Depresión:** Las depresiones son áreas que se localizan en la superficie del pavimento en las que la elevación es menor al resto de la superficie a su alrededor. [16]
- **Grieta de Borde:** Son grietas longitudinales, pero muchas veces con curvas o semicírculos, que se encuentran ubicadas cerca de los bordes de la capa de

rodadura. Normalmente se presentan por una falta de berma o bordillo al final a los costados de la calzada. [18]

- **Grieta de Reflexión de Junta:** Este tipo de daños ocurren en capas asfálticas que se han construido sobre losas de concreto. La causa de estas grietas es el movimiento de la losa debido a los cambios en temperatura y humedad en la subbase. [17]
- **Desnivel de Carril/Berma:** Este tipo de fallas es una diferencia de elevación entre la berma y la capa de rodadura. Se debe a la erosión, colocación o asentamiento de la berma. [15]
- **Grieta Longitudinal y Transversal:** Las grietas longitudinales son un tipo de fisuras que van de forma paralela al eje de la vía, mientras que las grietas transversales son perpendiculares al eje. Este tipo de daños es causado por las cargas que producen los automóviles. [16]
- **Parqueo y Acometidas de servicios Públicos:** Es un área de pavimento en la que se han realizado trabajos de construcción o mejoramiento de servicios públicos y por ende se ha tenido que cortar y levantar zonas del pavimento, para posteriormente ser reemplazadas por nuevo material. [15]
- **Pulimiento de Agregados:** Este daño está ligado con la repetida aplicación de cargas de tránsito. Cuando los agregados del pavimento pierden o disminuyen sus propiedades rugosas, la adherencia entre la capa de rodadura y las llantas se reduce considerablemente y por ende tienden a deslizarse. [17]
- **Huecos:** Son pequeñas depresiones sobre la superficie del pavimento, que normalmente tienen diámetros menores a 0.90m y tienen forma de tazón. Usualmente poseen bordes puntiagudos y lados redondeados en la zona superior. El problema de este tipo de fallas es que tienden a aumentar rápidamente de tamaño. [15]
- **Ahuellamiento:** Son depresiones de formas longitudinales presentes en la superficie de la capa de rodadura en forma de las huellas de las ruedas. Muchas veces son tan leves que no se notan, pero cuando llueve y el agua se estanca en las fallas son más visibles. [15]

- **Hinchamiento:** Es un abultamiento localizado en la superficie de la capa de rodadura en forma de onda larga y gradual que distorsiona el perfil de la vía. la causa de esta falla es debido a la expansión de los suelos o por raíces de grandes árboles. [16]
- **Meteorización/Desprendimiento de Agregados:** Es la pérdida o, como su nombre mismo los indica, el desprendimiento de los agregados con los que se forma el pavimento, debido a la pérdida del ligante asfáltico. Este daño es causado por una pobre calidad de la mezcla asfáltica o el endurecimiento del ligante asfáltico. [15]

Pavimentos Rígido

- **Grieta de Esquina:** Las grietas que cruzan de un lado de la losa a otro lado adyacente de la misma, debe empezar y terminar a una distancia menor de la mitad de la longitud total del lado de la losa. Este tipo de grietas no se extiende verticalmente por toda la losa, sino solamente por la parte superficial. [15]
- **Losa Dividida:** Es un tipo de falla en que se presentan grietas que dividen la losa en cuatro o más pedazos debido a sobrecargas que tiene que soportar las losas de concreto. [15]
- **Desnivel Carril/Berma:** Este tipo de fallas es una diferencia de elevación entre la berma y la capa de rodadura. Se debe a la erosión, colocación o asentamiento de la berma. [15]
- **Grietas Lineales:** Son grietas causadas normalmente por una combinación de cargas
- **Pulimiento de Agregados:** Este daño está ligado con la repetida aplicación de cargas de tránsito. Cuando los agregados del pavimento pierden o disminuyen sus propiedades rugosas, la adherencia entre la capa de rodadura y las llantas se reduce considerablemente y por ende tienden a deslizarse. [17]
- **Punzonamiento:** Es un daño localizado en un área de la losa que está rota en pedazos y que pueden tomar muchas figuras o formas, pero por lo general está compuesto por grietas y juntas muy cercanas, que oscilan entre 1.00 y 2.00 metros entre sí. [15]

- **Grietas de Retracción:** Son grietas capilares no muy grandes longitudinalmente y su causa está ligada al fraguado y curado del concreto y es solo superficial. [15]

1.1.1.4 Granulometría

La granulometría es un ensayo en el que se distribuye estadísticamente los tamaños de los agregados del suelo haciéndolos pasar por tamices de diferentes tamaños, y que estas especificados en la Tabla 1, y para hacer la distribución porcentual se debe pesar el material que se queda o que retiene cada tamiz y posteriormente dividir para el peso total de la muestra. [19]

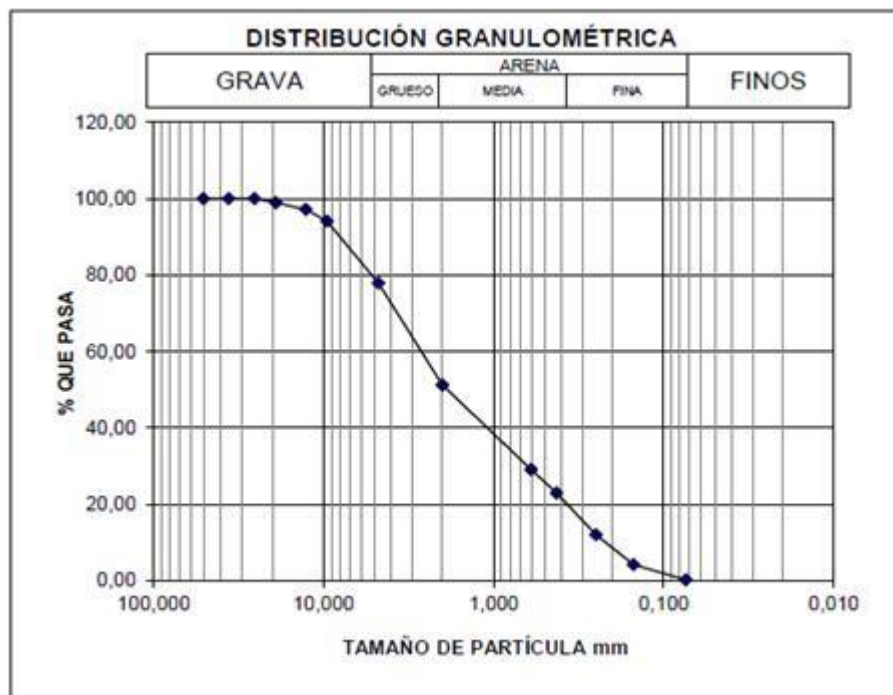
Tabla 1: Tamices y Diámetros para granulometría

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)
3"	76.20
2 ½"	63.50
2"	50.80
1"	38.10
1 ½"	25.40
¾"	19.05
½"	12.70
⅜"	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: Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados, 2017

Cuando el materia pasa por los diferentes tamices y se tiene un valor de retención en cada uno de ellos, se tiene que realizar un análisis gráfica, haciendo la Curva Granulométrica, que es la representación gráfica de la cantidad de material de cada tamaño que tiene la muestra evaluada, en el artículo científico de la revista Tecnura “Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados” se muestra una gráfica que ayudara a entender mejor su forma de representarse. [20]

Figura 3: Curva Granulométrica



Fuente: Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados, 2017

Según su la curva obtenida se puede clasificar el suelo que se estudia, para esto se cuenta con dos formas o métodos de clasificación, el Método AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Official) y el Método SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos). Ambos sistemas son tienen diferentes

metodologías, pero normalmente se llegan a las mismas conclusiones de que tipo de suelo es el que se evalúa.

Método AASHTO

En el sistema de clasificación de suelos de la AASHTO, los suelos se dividen en 8 grupos principales, A-1 a A-8, según su distribución granulométrica, límites líquidos e índice plástico. El material de grano grueso se encontrará dentro de los grupos A-1, A-2 y A-3, los de grano fino en los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7, mientras que en el grupo A-8 se encuentra el fango y otros suelos altamente orgánicos. [21]

Tabla 2: Sistema de Clasificación de suelos AASHTO

Clasificación General	Materiales granulares (35% o menos de la muestra total pasa la malla núm. 200)						
	A-1		A-3	A-2			
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis por mallas (% que pasa)							
Malla núm. 10	50 máx.						
Malla núm. 40	30 máx.	50 máx.	51 mín.				
Malla núm. 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.
Para la fracción que pasa							
Malla núm. 40							
Límite Líquido (LL)				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad (IP)	6 máx.		No plástico	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Tipo usual de material	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena Fina	Grava y arena limosa o arcillosa			
Clasificación de la tapa	Excelente a Buena						
Clasificación General	Materiales limos y arcillas (más de 35% de la muestra total pasa la malla núm. 200)						
Clasificación de grupo	A-4	A-5	A-6	A-7 (A-7-5a/A-7-5b)			
Análisis por mallas (% que pasa)							
Malla núm. 10							

Malla núm. 40				
Malla núm. 200	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Para la fracción que pasa				
Malla núm. 40				
Límite Líquido (LL)	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad (IP)	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Tipo usual de material	Principalmente suelos limosos		Principalmente suelos arcillosos	
Calificación subrasante	Regular a Malo			

Fuente: Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, Baja Das, 2012.

Método SUCS

El sistema SUCS, propuesta por primera vez por Casagrande en 1942, es actualmente es más utilizado en los trabajos geotécnicos y para su representación se utiliza símbolos con el fin de identificar los tipos de suelo:

- G: Grava
- S: Arena
- M: Limo
- C: Arcilla
- O: Limos orgánicos y arcilla
- Pt: Suelos altamente orgánicos
- H: Alta plasticidad
- L: Baja plasticidad
- W: Bien Graduado
- P: Mal Graduado

Esta simbología se puede combinar creando varias clasificaciones de suelos según como se vayan uniendo los símbolos, así es como por ejemplo, una GM significará que es un Grava (G) Limosa (M).

En la tabla 3 se puede ser observar más detalladamente cómo funciona la clasificación de los suelos según el sistema SUCS:

Tabla 3: Sistema de Clasificación de suelos SUCS

Criterios para asignar símbolos y nombres de grupo utilizando pruebas de laboratorio				Clasificación del Suelo	
				Símbolo del grupo	NOMBRE DEL GRUPO
Suelo de grano grueso Más de 50% retenido en la malla núm. 200	Grava Más de 50% de la fracción gruesa retenida en la malla núm. 4	Gravas limpias	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3e$	GW	Grava bien graduada f
		Menos de 5% finos c	$Cu < 4$ y/o $1 > Cc > 3e$	GP	Grava mal graduada f
	Gravas con finos Más 12% finos c	Los finos se clasifican como ML o MH	GM	Grava limosa f, g, h	
		Los finos se clasifican como CL o CH	GC	Grava arcillosa f, g, h	
Arena 50% o más de la fracción gruesa retenida en la malla núm. 4	Arenas limpias Menos de 5% finos d	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3e$	SW	Arena bien graduada i	
		$Cu < 6$ y/o $1 > Cc > 3e$	SP	Arena mal graduada i	
	Arenas con finos Más 12% finos d	Los finos se clasifican como ML o MH	SM	Arena limosa g, h, i	
		Los finos se clasifican como CL o CH	SC	Arena arcillosa g, h, i	
Suelo de grano fino 50% o más pasa la malla núm. 200	Suelo de grano fino 50% o más pasa la malla núm. 200	Inorgánicos	$IP > 7$ y se encuentra en o arriba de la línea "A" j	CL	Arcilla de baja compresibilidad k, l, m
			$IP < 4$ o se encuentra debajo de la línea "A" j	ML	Limo de baja compresibilidad k, l, m
	Orgánicos	Límite líquido-secado en horno < 0.75 Límite líquido—no secado	OL	Arcilla orgánica k, l, m, n Limo orgánico k, l, m, o	
Limos y arcilla Límite líquido 50 o mayor	Limos y arcilla Límite líquido 50 o mayor	Inorgánicos	IP se encuentra en o arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta compresibilidad k, l, m, n
			IP se encuentra debajo de la línea "A"	MH	Limo de alta compresibilidad k, l, m, n
	Orgánicos	Límite líquido-secado en horno < 0.75 Límite líquido—no secado	OL	Arcilla orgánica k, l, m, n Limo orgánico k, l, m, o	

Suelos altamente orgánicos	Principalmente materia orgánica, de color oscuro y olor orgánico	PT	Turba
----------------------------	--	----	-------

Fuente: Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, Baja Das, 2012.

1.1.1.5 Límites de Atterberg

Límite Líquido

Es un ensayo con la finalidad de obtener contenido de humedad que hace que el suelo llegue a la frontera del estado plástico y del estado semilíquido. Para realizar este ensayo se hace uso de la copa de Casagrande con diferentes contenidos de humedad y siguiendo la norma ASTM D-4318. [22]

Límite Plástico

Para el ensayo de límite plástico, al igual que con el límite líquido, se utiliza la norma ASTM D-4318, en la que se especifica que este límite existe entre el estado plástico y semisólido, y para encontrar se tiene que hacer rollos cilíndricos de aproximadamente 3mm con la muestra del suelo húmedo. [22]

1.1.1.6 Proctor

Este ensayo se lo realiza con el fin de hallar la densidad máxima de un suelo y la humedad óptima que este debe tener para alcanzar dicha densidad. Para poder llegar a estos valores se debe compactar al suelo por capas en un molde especial para estos ensayos y con un martillo con cierto peso específico, todo esto dependiendo si se realiza un ensayo de Proctor estándar o uno modificado; se utiliza la norma ASTM D698-12 para el primero y la norma ASTM D1557-12 para el segundo. En la tabla 4 se muestra una comparación entre ambos métodos según sus respectivas normas:

Tabla 4: Característica de Equipos usados en el ensayo Proctor

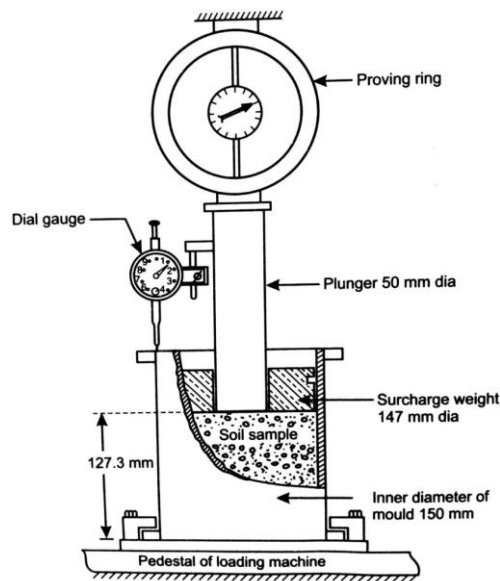
	PROCTOR STANDAR	PROCTOR MODIFICADO
Peso del martillo (kg)	2.5 kg (5.5lb)	4.54 kg (10lb)
Longitud (cm)	30.48	45.72
Capas	3	5
# de golpes por capa	25	56

Fuente: NORMA ASTM D698-12 / ASTM D1557-12

1.1.1.7 California Bearing Ratio (CBR)

Esta norma describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos de subrasante, subbase y base, denominado CBR (California Bearing Ratio). Este método de ensayo está proyectado, aunque no limitado, para la evaluación de la resistencia de materiales que contengan tamaños máximos de partículas de menos de 19 mm (¾"). [23]

Figura 4: Configuración para prueba de CBR



Fuente: CementConcrete.org

El ensayo CBR se utiliza en el diseño de pavimentos. En el ensayo, un pistón circular penetra una muestra de suelo a una velocidad constante. El CBR se expresa como la relación porcentual entre el esfuerzo requerido para que el pistón penetre 2.54 o 5.08 mm (0.1 o 0.2") dentro de la muestra de ensayo, y el esfuerzo que se requirió para penetrar las mismas profundidades una muestra patrón de grava bien gradada. [23]

Ecuación del CBR:

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

Ecuación 5

De igual forma, con el porcentaje obtenido luego de los cálculos y el uso que tiene el tendrá el suelo, se puede clasificar a la muestra como Muy Mala, Mala, Buena y Excelente. Esto ayudará para saber si el comportamiento de la subrasante de la vía Patate-Baños entre la abscisa 11+700 a la 15+200. A continuación se muestra la tabla 5 con la clasificación en función del valor de CBR y del uso que la capa estudiada tiene en la estructura:

Tabla 5: Clasificación de suelos con 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: Diseño de pavimentos, AASHTO-93

1.1.1.8 Índice de Condición del Pavimento (PCI)

El Pavement Condition Index (PCI) o Índice de Condición del Pavimento en español, es un numero entre el 0 y 100 el cual se usa para identificar la condición de la calidad del pavimento. El método se basa en evaluar de forma visual la cantidad y tipo de fallas existentes en un área determinada de pavimento. En primer lugar, se debe identificar cual es el tipo y extensión de falla que se encuentra, posteriormente se tiene que darle un nivel de severidad (low, medium, high) [25]

Tabla 6: Escala y Calificaciones PCI

ESCALA PCI	CALIFICACIÓN
85-100	EXCELENTE
70-85	MUY BUENO
55-70	BUENO
40-55	REGULAR

25-40	MALO
10-25	MUY MALO
0-10	FALLADO

Fuente: Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys

Para realizar los cálculos necesarios del PCI, se necesitarán varias ecuaciones que se detallan a continuación:

Longitud de Unidad de Muestreo

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

Ecuación 6

Donde:

- L: Longitud de la unidad de Muestreo
- A: Área máxima de la unidad de muestreo
- Av: Ancho promedio de la vía

Unidades Totales de Muestreo

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

Ecuación 7

Donde:

- N: Número total de Unidades de muestreo
- Lt: Longitud total del tramo en estudio
- L: Longitud de la unidad de muestreo

Intervalo para la Muestreo

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

Donde:

- i : Intervalo de muestreo
- N : Número total de Unidades de muestreo
- n : Número mínimo de Unidades de muestreo

Número mínimo de unidades de muestreo

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

Ecuación 9

Donde:

- n: Número mínimo de unidades de muestreo
- N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento
- e: Error admisible en el estimado del PCI de la sección (e=5%)
- σ = Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Densidad de la falla

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

Ecuación 10

Cálculo del Pavement Condition Index

$$PCI = 100 - VDT$$

Ecuación 11

Donde:

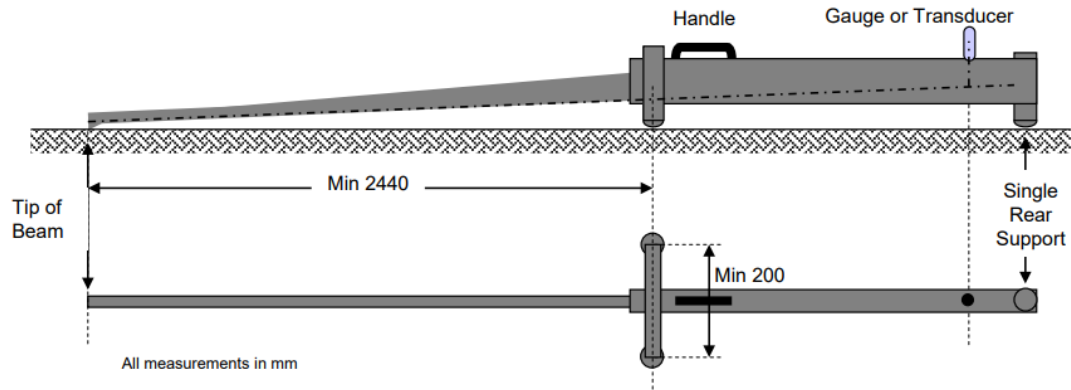
- PCI: Pavement Condition Index
- VDT: Valor deducido total

1.1.1.9 Viga Benkelman

El ensayo de viga Benkelman es un procedimiento para determinar la deflexión del pavimento bajo la carga verticales de un neumático con presión estándar. La viga Benkelman es una herramienta portable que se tiene que llevar al sitio de evaluación para tener el control necesario. [24]

Por medio de los resultados de este ensayo se puede determinar la capacidad que tiene la estructura del pavimento para soportar las cargas de tránsito y saber si es capaz de soportar los esfuerzos realizados por el mismo.

Figura 5: Diagrama de una viga Benkelman (en planta y elevación)



Fuente: Deflection testing of earthwork and pavement layers

Para realizar los cálculos necesarios de la Viga Benkelman, se necesitarán varias ecuaciones que se detallan a continuación:

Corrección por brazo de la viga Benkelman

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

Ecuación 12

Donde:

- D: deflexiones
- RB: relación del brazo de la viga
- Df: deflexión final
- Do: deflexión inicial

Corrección por la variación de temperatura

$$D_{20^{\circ}C} = \frac{Dt}{(1 \times 10^{-3} * h * (T - 20)) + 1}$$

Ecuación 13

Donde:

- D_{20°C}: Deflexión corregida por temperatura
- Dt: Deflexión recuperable
- t: Temperatura del pavimento
- h: Espesor de la capa asfáltica
- k: Constante para capas granulares, 1×10^{-3} (1/cm x °C)

Corrección por el efecto de la estacionalidad

$$D = 1.2 * D_{20\text{ }^{\circ}C}$$

Ecuación 14

Donde:

- D_{20°C}: Deflexiones corregida por la temperatura estándar de 20°C.
- D: Deflexión corregida con el factor de estacionalidad

Radio de Curvatura

$$Rc = \frac{10x(25)^2}{2 * (Do - D25)}$$

Ecuación 15

Donde:

- Rc: Radio de curvatura en metros
- Do: Deflexión máxima a los 0 metros
- D25: Deflexión a los 0.25 metros

Deflexión Característica

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

Ecuación 16

Donde:

- D_c: Deflexión característica en 0.01 de mm
- \bar{D} : Deflexión promedio
- t: Coeficiente de probabilidad de presentar deflexiones superiores a la D_c.

- σ : Desviación estándar.

Deflexión Admisible

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{W18} \right)^{\frac{1}{4}} * 100$$

Ecuación 17

Donde:

- D_{adm} : Deflexión admisible en millones
- W18: Número de ejes equivalentes expresado en millones

Deflexión Crítica

$$D_{cr} = \left(\frac{1.9}{W18} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

Ecuación 18

Donde:

- D_{cr} : Deflexión crítica en millones
- W18: Número de ejes equivalentes expresado en millones

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 11+700 – 15+200 de la provincia de Tungurahua

1.1.1 Objetivos Específicos

- Disponer de un levantamiento georreferenciado de la vía Patate - Baños ABS 11+700 – 15+200 de la provincia de Tungurahua
- Conocer la movilidad vehicular en la vía Patate - Baños ABS 11+700 – 15+200 de la provincia de Tungurahua
- Evaluar cada uno de los componentes físicos de la vía Patate - Baños ABS 11+700 – 15+200 de la provincia de Tungurahua.

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales

En primer lugar, para poder realizar el levantamiento georreferencial necesario para saber dónde se encuentra el tramo de vía en estudio, se necesitará los siguientes materiales, equipo y/o software.

Tabla 7: Materiales, equipos y software necesarios para el levantamiento georreferencial

Ensayo	Materiales	Equipos	Software
Georreferenciación	Cinta métrica (30m), Aerosol de pintura (color rojo)	Receptor Satelital GPS (Garmin)	-
Planos	-	-	AutoCad Civil 3D (AutoDesk)

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

En la tabla 8 se especificará los equipos y softwares usados para el levantamiento georreferencial.

Tabla 8: Especificación de los equipos y softwares usados para el levantamiento georreferencial

Receptor GPS Marca: Garmin Versión: etrex 10	AutoCad Civil 3D Desarrollador: AutoDesk Versión: 2022
--	--



Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

Posterior a esto, se necesita saber cuál es la movilidad vehicular en la vía Patate – Baños y para aquello se usan los siguientes materiales, equipos y/o softwares.

Tabla 9: Materiales, equipos y software necesarios para conocer la movilidad vehicular

Ensayo	Materiales	Equipos	Software
Tabulación de los datos	-	-	Excel (Microsoft)

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

En la tabla 10 se especificará los equipos y softwares usados para saber cuál la movilidad vehicular.

Tabla 10: Especificación de los equipos y softwares usados para conocer la movilidad vehicular



Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

Finalmente, para conocer las propiedades físicas de la vía y del suelo donde está situada, se necesitan los siguientes ensayos, materiales, y equipos.

Tabla 11: Materiales y equipos necesarios para conocer las propiedades físicas de la vía

Ensayo	Materiales	Equipos
Toma de muestras	Pala, pico, flexómetro, costales	-
Granulometría	Muestra de suelo	Tamices, tamizador, balanzas
Límites Plásticos	Agua, muestra de suelo que pasa por el tamiz N° 40	Mortero, recipiente de porcelanato, placa de vidrio, espátula, horno
Límites Líquidos	Agua, muestra de suelo que pasa por el tamiz N° 40	Copa de Casagrande, recipiente, balanza, acanalador, espátula, horno
Proctor Modificado	Agua, muestra de suelo, bailejo	Bandejas, recipientes, molde cilíndrico de metal, martillo compactador, balanza, horno

CBR	Agua, muestra de suelo, bailejo	Bandeja, recipientes, molde cilíndrico de metal, martillo compactador, pesa ranurada, maquina multispeed, pesa anular, balanza, horno
Deflexión	Flexómetro, tiza, agua, cinta métrica, combo	Viga Benkelman, volqueta, termómetro

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

En la tabla 12 se especificará los equipos y materiales usados para obtener las propiedades físicas y mecánicas de la capa de rodadura.

Tabla 12: Especificación de los equipos y materiales usados para conocer las propiedades físicas de la vía

Tamices Marca:	Tamizador Marca: CONTROLS	Balanza Marca: OHAUS
		
Horno Marca: HUMNOLT	Copa de Casagrande Marca:	Molde Cilíndrico Marca:
		
Máquina Multispeed Marca: CONTROLS	Martillo compactador Marca: CONTROLS	Recipiente Marca:

		
Viga Benkelman Marca: CONTROLS	Volqueta Marca: HINO GH 8m3	Termómetro Marca:
		

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

2.2 Métodos

Para la realización del proyecto y el cumplimiento de los objetivos, se utilizará una combinación de varios tipos de investigación, estas son:

2.2.1 Investigación Bibliográfica

La investigación bibliográfica o documental es una de las etapas más importantes y fundamentales en todo proyecto investigativo ya que la información obtenida debe ser la más relevante en el campo de estudio. Debido a que en la actualidad la cantidad de información científica es muy amplia y su crecimiento se ha dado de forma exponencial, ha surgido el problema de ¿cómo y dónde obtener información de calidad? Para solventar este problema se tiene que utilizar fuentes como revistas científicas, libros de autores reconocidos, normativas revisadas por organizaciones, etc. [26]

Además de la calidad de las fuentes de donde se obtiene la información, se debe citar estas fuentes, y para aquello se utiliza las normas IEEE, su nombre es proveniente del Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE). Las normas se usan para

trabajos de investigación en campos de la ciencia y la ingeniería, y es una de las reconocidas a nivel mundial. [27]

2.2.2 Investigación de Campo

La investigación de campo se trata de recolectar datos directamente de las fuentes primarias, es decir ir al lugar en donde se está haciendo la investigación y obtener información, con un propósito específico. Normalmente, luego de obtener la información en campo se la debe procesar para su posterior análisis. [28]

2.2.3 Investigación de Laboratorio

La investigación de laboratorio es un tipo de investigación experimental que, en contraste con la investigación de campo, se lleva a cabo en situaciones artificiales, controladas y diseñadas por el investigador. Este tipo de investigación sigue razonamiento hipotético-deductivo y se usa una metodología cuantitativa. El lado negativo es que carece de características propias de los ambientes naturales. [29]

Tabla 13: Normativas de los ensayos a realizarse

ENSAYO DE LABORATORIO	NORMATIVA
Análisis Granulométrico	ASTM D421-58
Límite Líquido	ASTM D4319/NTE INEN 691
Límite Plástico	ASTM D4319/NTE INEN 692
Proctor Modificado	AASHTO T180/ASTM D1557
Ensayo de soporte California (CBR)	ASTM D1883
Índice de Condición del Pavimento (PCI)	ASTMD6433
Deflectometría	AASHTO T256

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

2.2.4 Plan de recolección de información

Para poder cumplir los objetivos propuestos, se debe tener en cuenta varias preguntas, darle respuesta y con eso trazar un plan optimo.

Tabla 14: Preguntas para la recolección de información

Pregunta	Descripción
¿Qué se evalúa?	Las propiedades físicas, mecánicas y el estado de la capa de rodadura y su estructura.
¿Cómo se evalúa?	Realizando los diferentes tipos investigación propuestas, bibliográficas, en campo y laboratorio.
¿Dónde se evalúa?	En la vía Patate – Baños en las ABS 11+700 – 15+200 de la Provincia de Tungurahua Laboratorio de la Facultad de la Universidad Técnica de Ambato de la Universidad Técnica de Ambato.
¿Quién evalúa?	Johnny Sebastián Ortiz Sánchez
¿Para qué se evalúa?	Para implementar un plan de conservación de la capa de rodadura que concuerde con las condiciones de la vía.

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

2.2.5 Procesamiento de Información

Para el procesamiento de información se debe combinar las 3 formas de investigación que se utilizará, la investigación bibliográfica, en campo y laboratorio. Con la investigación bibliográfica y utilizando fuentes confiables se consultarán las fórmulas necesarias para los cálculos y se enumerarán de forma *Ecuación 1, Ecuación 2, Ecuación 3, ..., Ecuación n.*

De igual forma, para poder realizar la investigación de campo se utilizarán diferentes formatos de hojas de campo en función del ensayo que se vaya a realizar, los formatos que se necesitan para esta investigación son los del conteo vehicular, del análisis visual de fallas para el PCI y de la deflexión de la capa de rodadura.

El primer formato se utilizará para el conteo vehicular que se realizará en campo, está dividido en tramos de 15 minutos que empieza a las 7:00 y termina a las 19:00,

teniendo así las 12 horas necesarias para poder calcular el TPDA; para seleccionar ese rango horario se utilizó el criterio de la 30va hora, que es usado para conocer los datos de los 365 días del año, y se puede indicar que solo tiene una variación entre el 5 y 10 por ciento con lo visto en campo. De igual forma en la zona superior se presentan los datos informativos, quien lo realiza, la ubicación, el número de estación, la abscisa, el sentido y fecha. Finalmente, a lado de cada rango de 15 minutos están los tipos de vehículos que se contarán, los livianos, buses y camiones, en los camiones se subdividen en 3, en función a la distancia entre los ejes en cada uno de los camiones.

[30]

Tabla 15: Formato de hoja de campo para el conteo vehicular

ESTACIÓN:		LIVIANOS		BUSES		CACIONES			TOTAL CACIONES	TOTAL
						C-2L	C-2	C-3		
07:00		07:15								
07:15		07:30								
07:30		07:45								
07:45		08:00								
08:00		08:15								
08:15		08:30								
08:30		08:45								
08:45		09:00								
...		...								
...		...								
...		...								
...		...								
18:00		18:15								
18:15		18:30								
18:30		18:45								
18:45		19:00								
TOTAL										

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

El siguiente formato es el que se utilizará para el análisis visual de las fallas en las unidades de muestra para calcular el PCI, donde igual que en el anterior formato, los datos informativos se encuentran en la parte superior, luego tenemos enlistadas las fallas que se podrían presentar en la capara de rodadura con las unidades en las que se deben presentar, justo a su lado hay un espacio para el esquema del lugar de donde se realizó el análisis. Y finalmente, en la parte inferior la zona donde se debe llenar con las fallas encontradas, su grado de severidad, las medidas y para los cálculos posteriores.

Tabla 16: Formato de hoja de campo para cálculo del PCI

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil						
PROYECTO:		IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.				
Abs Inicial:	Área de muestras (m2):	FECHA:				
ABS Final:	Unidad de muestreo:					
Ancho del Carril:	Tramo:					
NÚMERO	FALLAS		ESQUEMA			
1	Piel de Cocodrilo	m2				
2	Exudación	m2				
3	Agrietamiento en bloque	m2				
4	Abultamiento y hundimiento	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	Grieta longitudinal/transversal	m				
11	Parqueo	m2				
12	Pulimiento de agregados	m2				
13	Huecos	u				
14	Cruce de vía férrea	m2				
15	Ahuellamiento	m2				
16	Desplazamiento	m2				
17	Grieta Parabólica	m2				
18	Hinchamiento	m2				
19	Desprendimiento de agregados	m2				
FALLA #	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
		VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):				
		PCI = 100-VDT =				

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

2.2.6 Análisis de Resultados

- Realizar tablas y gráficas en donde se presente un resumen de la información obtenida en los distintos ensayos que se llevaron a cabo, permitiendo hacer comparaciones y llegar a conclusiones fácilmente.
- Generar un diagnóstico del estado de la vía Patate – Baños en las ABS 11+700 – 15+200 para poder conocer en que condición se encuentra.
- Proponer una alternativa de mantenimiento en base a las condiciones presentes en la vía Patate – Baños en las ABS 11+700 – 15+200 y así dar conclusiones a los objetivos propuestos.

CAPITULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y Discusión de los Resultados

3.1.1 Georreferenciación del proyecto

3.1.1.1 Ubicación del Proyecto

El proyecto que se está presentando está ubicado entre las ciudades de Patate y Baños, en la provincia de Tungurahua, específicamente entre el kilómetro 11+700 y kilómetro 15+200, dando una longitud total de 3.50 kilómetros.

Tabla 17: Ubicación del Proyecto

ABSCISA	NORTE	ESTE
11+700	9846125.75	780884.01
15+200	9845275.50	782876.94

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

Figura 6: Tramo 11+700-15+200 de la Vía Patate-Baños



Fuente: Google Earth Pro

3.1.1.2 Análisis georreferenciación de la vía

Con el uso de un receptor satelital GPS Garmin etrex 10, perteneciente a la Universidad Técnica de Ambato, se realizó un levantamiento georreferencial de la vía Patate – Baños entre el km 11+700 al km 15+200, tomando tres puntos de referencia cada 25 metros, el primero en el eje de la vía, el segundo en el borde izquierdo y el tercero en el derecho, y así poder tener una georreferenciación lo más cerca a la realidad de la vía.

Los puntos obtenidos con el receptor satelital GPS fueron importados mediante el programa GarminExpress como un archivo Comma Separated Values (.csv) y por medio de Microsoft Excel en su versión Microsoft 365 Versión 2206 se consiguieron las coordenadas UTM de todos los puntos.

En este levantamiento se pudo determinar que el tramo de vía estudiado tiene una longitud de 3500 metros, lo que coincide con la diferencia de abscisas 15+200 y 11+700, se tiene un ancho promedio de la vía de 5.23 metros, dando 2.165 metros por carril, teniendo al lado izquierdo una cuneta para transportar agua pluvial sin que haya mayor afectación a la calzada, y en el lado derecho existe un talud hacia el río.

3.1.2 Análisis de Tráfico

El análisis de tráfico mediante el conteo vehicular se realiza con el propósito de saber cuáles son los parámetros de diseño del pavimento en función de las cargas que tendrá que soportar y de igual forma para saber el volumen de vehículos que transitan por ella, para saber su importancia en la conectividad entre los cantones Patate y Baños.

Para realizar este conteo vehicular, se ubicó una estación en la abscisa 12+500 con las coordenadas mostradas en la siguiente tabla:

Tabla 18: Coordenadas de la Estación para el Conteo Vehicular

ABSCISA	NORTE	ESTE
12+500	9845373.94	781076.10

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

3.1.2.1 Determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

Para poder determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), en primer lugar, se tabulará el volumen vehicular diario de la semana en la que se hizo el levantamiento de información, que empezó el lunes 25 de abril del 2022 y terminó el domingo 01 de mayo del 2022. En el Anexo A se detalla el número de vehículos que trascurrieron por la abscisa 12+500 cada 15 minutos y en la tabla 19 se presenta un resumen de dicha semana.

El día con mayor número vehículos contabilizados, fue el domingo 01 de mayo del 2022, es necesario acotar que dicho domingo además de ser fin de semana y que mucha gente de dirigía hacia el Cantón Baños, fue feriado por el día del trabajador y por ende mucha más gente pudo viajar, dando así una mejor información acerca de situaciones críticas a las que podría enfrentarse la vía Patate – Baños entre el km 11+700 al km 15+200.

Tabla 19: Cantidad de vehículos por día

DÍA DEL CONTEO VEHICULAR	NÚMERO DE VEHÍCULOS
Lunes (25/04/2022)	485
Martes (26/04/2022)	483
Miércoles (27/04/2022)	488
Jueves (28/04/2022)	472
Viernes (29/04/2022)	491
Sábado (30/04/2022)	1190
Domingo (01/05/2022)	1281

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

Para el análisis del TPDA se debe buscar cual es la hora con mayor afluencia de vehículos durante la semana, en el caso de este proyecto el domingo 01 de mayo del 2022 se registró el mayor número de vehículos contabilizados, además de eso la hora

pico se dio entre las 12:00 y 13:00 horas, en la siguiente tabla se muestran los datos obtenidos dicho día, haciendo énfasis en la hora crítica.

Tabla 20: Conteo Vehicular en la Hora Pico (Livianos)

ESTACIÓN:		1	ABSCISA:			12+500		
			SENTIDO:			AMBOS SENTIDOS		
HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL	
				C-2L	C-2	C-3	CAMIONES	
12:00		12:15	35					35
12:15		12:30	47					47
12:30		12:45	59					59
12:45		13:00	70					70
TOTAL			211					211

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

3.1.2.2 Cálculo del Trafico Promedio Diario Anual (TPDA)

Desarrollando la *ecuación 3*, y con el uso de los Vehículos en hora pico junto con el valor de k que en este caso al ser un sector rural, se utilizará 0.15, se obtiene el TPDA actual.

- **TPDA actual para vehículos livianos**

$$TPDA Actual = \frac{211 Veh}{0.15}$$

$$TPDA Actual = 1407 \frac{Veh}{día}$$

- **TPDA actual para buses**

Debido a que en la Hora Pico de vehículos livianos no circularon buses ni vehículos pesados, se selecciona, siguiendo los criterios anteriores, la Hora Pico para este tipo de vehículos, siendo el domingo 01 de mayo del 2022 entre las 16:00 y 17:00 y se especifica en la siguiente tabla.

Tabla 21: Conteo Vehicular en la Hora Pico (Pesados y Buses)

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 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.						
ENSAYADO:		JOHNNY SEBASTIÁN ORTIZ SÁNCHEZ						
UBICACIÓN:		VÍA PATATE-BAÑOS ABS 12+500						
CONTEO VEHICULAR DE LA VÍA PATATE-BAÑOS (AMBOS SENTIDOS)								
ESTACIÓN:		1		12+500				
		ABSCISA:		12+500				
		SENTIDO:		AMBOS SENTIDOS				
		FECHA:		01/05/2022				
HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL	TOTAL
				C-2L	C-2	C-3	CAMIONES	
16:00	16:15	27	1	2			2	30
16:15	16:30	48						48
16:30	16:45	34		1			1	35
16:45	17:00	28		2			2	30
TOTAL		137	1	5			5	143

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

$$TPDA Actual = \frac{1 Veh}{0.15}$$

$$TPDA Actual = 7 \frac{Veh}{día}$$

- **TPDA actual para vehículos pesados**

$$TPDA Actual = \frac{5 Veh}{0.15}$$

$$TPDA Actual = 34 \frac{Veh}{día}$$

Así se llega a la tabla 22, donde se resumen los datos obtenidos

Tabla 22: Tabla Resumen TPDA actual

TIPO DE VEHICULO	VEHICULOS ENLA HORA PICO (veh)	TPDA ACTUAL (veh/día)
Livianos	211	1407
Buses	1	7
Pesados	5	34
TOTAL TPDA actual:		1448

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

3.1.2.3 Cálculo de Tráfico Atraído

En base a la tabla 22, se realizarán los cálculos de datos atraídos para vehículos livianos, buses y vehículos pesados.

- **Tráfico atraído para vehículos livianos**

$$T_{at} = 1407 * 10\%$$

$$T_{at} = 141 \text{ veh}$$

- **Tráfico atraído para buses**

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

$$T_{at} = 1 \text{ veh}$$

- **Tráfico atraído para vehículos pesados**

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

$$T_{at} = 4 \text{ veh}$$

A continuación, se resumen los datos obtenidos acerca del tráfico atraído para cada tipo de vehículo.

Tabla 23: Tabla resumen del Tráfico atraído

TIPO DE VEHICULO	TPDA ACTUAL (veh/día)	TRÁFICO ATRAIDO (veh/día)
Livianos	1407	141
Buses	7	1
Pesados	34	4
TOTAL T at:		146

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

3.1.2.4 Cálculo del Trafico Promedio Diario Anual Total

Basándose en los cálculos previos del TPDA actual y el tráfico atraído, y usando la ecuación 2 se calculará el Tráfico Promedio Diario Anual Total

- **TPDA para vehículos livianos**

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

$$TPDA = 1407 \frac{Veh}{día} + 141 \frac{Veh}{día}$$

$$TPDA = 1548 \frac{Veh}{día}$$

- **TPDA para buses**

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

$$TPDA = 8 \frac{Veh}{día}$$

- **TPDA para vehículos pesados**

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

$$TPDA = 38 \frac{Veh}{día}$$

A continuación, se muestran los resultados del TPDA para la vía Patate-Baños entre el tramo km 11+700 al km 15+200.

Tabla 24: TPDA de la Vía Patate – Baños

TIPO DE VEHICULO	TPDA ACTUAL (veh/día)	TRÁFICO ATRAIDO (veh/día)	TPDA (veh/día)	TPDA (%)
Livianos	1407	141	1548	97.114
Buses	7	1	8	0,502
Pesados	34	4	38	2,384
TOTAL			1594	100

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

3.1.2.5 Cálculo del Tráfico Futuro

Para el cálculo de tráfico futuro, en este proyecto, se tomará un periodo de 20 años el cual empieza el año en curso 2022 y termina en el año 2042.

La tasa de crecimiento vehicular para la provincia de Tungurahua se utilizan los datos obtenidos de la INEC, acerca de los vehículos que han sido matriculados. La tabla de tasas de crecimiento es la siguiente:

Tabla 25: 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

Tabla 26: Tráfico futuro en la vía Patate - Baños

AÑOS	TASA DE CRECIMIENTO (%)	TRÁFICO FUTUTO (veh/día)			TPDAf (veh/día)
		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	
2022	0.81	1548	8	38	1594
2023	0.81	1561	8	38	1607
2024	0.81	1574	8	39	1621
2025	0.81	1587	8	39	1634
2026	0.66	1597	8	39	1644
2027	0.66	1608	8	40	1656
2028	0.66	1619	8	40	1667
2029	0.66	1630	8	40	1678
2030	0.66	1641	8	40	1689
2031	0.55	1650	9	41	1700
2032	0.55	1659	9	41	1709
2033	0.55	1668	9	41	1718
2034	0.55	1677	9	41	1727
2035	0.55	1686	9	41	1736
2036	0.45	1694	9	42	1745

2037	0.47	1702	9	42	1753
2038	0.47	1710	9	42	1761
2039	0.47	1718	9	42	1769
2040	0.47	1726	9	42	1777
2041	0.42	1733	9	43	1785
2042	0.42	1740	10	43	1793

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

3.1.2.6 Tipo de vía en Función al tráfico Futuro

En base al manual de diseño geométrico de carreteras realizado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) en el año 2003, las vías se clasifican por su TPDAf de la forma mostrada en la tabla 27:

Tabla 27: Clasificación de carreteras según el TPDAf

Función	Clase de Carretera	Tpdaf (Año Final De Diseño)	Ancho de Calzada	
			Recomendable	Absoluto
Corredor Arterial	RI - RII (2)	>8000	7.30	7.30
	I	3000-8000	7.30	7.30
Colectora	II	1000-3000	7.30	6.50
	III	300-1000	6.70	6.00
Vecinal	IV	100-300	6.00	6.00
	V	300	4.00	4.00

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

Debido a que el TPDAf para la vía del proyecto es de 1793 vehículos por día, esta es una vía colectora II, ya que como se ve en la tabla 27, está en el rango de 1000 a 3000 vehículos diarios. Con ese tipo de vía se recomienda un ancho de 7.30m y al tener la vía actual solo 5.23m de promedia, sería necesario una ampliación para que cumpla.

3.1.2.7 Cálculo de Ejes Equivalentes

Ya que existe circulación de vehículos pesados en vía del proyecto fue necesario realizar el cálculo de ejes equivalentes, para poder hacer esto se usó la siguiente ecuación:

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

Ecuación 19

Donde:

- W18: número de ejes equivalentes (establecido para un periodo de diseño 20 años).
- TPDA: tráfico promedio diario anual (establecido para un periodo de diseño 20 años).
- FD: factor de daño.
- Fd: factor de distribución direccional.
- D1: porcentaje de W18 en el carril D1.

Para realizar los cálculos también hay que tomar en cuenta los Factores de Daños (FD) en función del tipo de vehículo que transita y para ello se utilizará la tabla 28:

Tabla 28: 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: Guía técnica de pavimentos de Moreira Fricson, 2015

También se hará uso de los factores de distribución direccional en función al número de carriles de la vía, y se presentan en la tabla 29:

Tabla 29: Factores de distribución direccional

NÚMERO DE CARRILES	VEHÍCULOS EN EL CARRIL (%)
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: AASHTO 93 Diseño de estructuras de Pavimentos

Finalmente, los datos usados en cuanto a los factores W18 en D1 se encuentran en la tabla 30:

Tabla 30: Factores W18 en el carril D1

NÚMERO DE CARRILES EN UNA DIRECCIÓN	W18 EN UN CARRIL (%)
1	100
2	80-100
3	60-80

Fuente: AASHTO 93 Diseño de estructuras de Pavimentos

Se utilizó los datos del tránsito futuro a 20 años para realizar la proyección de los ejes equivalentes y se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 31: Ejes equivalentes proyectados a 20 años

AÑOS	LIVIANAS	BUSES	CAMIONES			TOTAL	W18 POR CARRIL	W18 ACUMULADO
			CAMIONES	C2P	C2G			
2022	1548	8	38	36	2	1594	10439	20878
2023	1561	8	38	36	2	1607	10439	20878
2024	1574	8	39	37	2	1621	10673	21346
2025	1587	8	39	37	2	1634	10673	21346
2026	1597	8	39	37	2	1644	10673	21346
2027	1608	8	40	38	2	1656	10908	21816
2028	1619	8	40	38	2	1667	10908	21816
2029	1630	8	40	38	2	1678	10908	21816
2030	1641	8	40	38	2	1689	10908	21816
2031	1650	9	41	39	2	1700	11333	22666
2032	1659	9	41	39	2	1709	11333	22666
2033	1668	9	41	39	2	1718	11333	22666
2034	1677	9	41	39	2	1727	11333	22666
2035	1686	9	41	39	2	1736	11333	22666
2036	1694	9	42	40	2	1745	11568	23136
2037	1702	9	42	40	2	1753	11568	23136
2038	1710	9	42	40	2	1761	11568	23136
2039	1718	9	42	40	2	1769	11568	23136
2040	1726	9	42	40	2	1777	11568	23136
2041	1733	9	43	41	2	1785	11802	23604
2042	1740	10	43	41	2	1793	11992	23984

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

3.1.3 Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

El PCI fue el método utilizado para la evaluación del pavimento para que así se pueda identificar las condiciones de la vía Patate-Baños entre el tramo km 11+700 al km 15+200; allí se buscó identificar las fallas que se encuentran presentes en la capa de rodadura.

3.1.3.1 Unidad de Muestreo

Para la determinación de las unidades de muestre se utilizarán los siguientes datos obtenidos en la vía donde se desarrolla el proyecto.

Tabla 32: Datos para el PCI

DATOS	VALORES
Ancho Promedio de la vía (An)	5.23 m
Longitud del tramo (Lt)	3500 m
Área del tramo (A)	$230 \pm 93 \text{ m}^2$
Error admisible estimado para el PCI (e)	5 %
Desviación estándar del PCI (σ)	10

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

3.1.3.2 Longitud de la Unidad de Muestreo

La longitud de la unidad de muestreo es la distancia longitudinal de la vía en la que se va a buscar las fallas existentes y esta va a estar en función del ancho promedio de la vía. Se van a obtener 2 resultados diferentes, y la longitud que se seleccione debe estar dentro de este rango. Para llegar a la longitud de muestre se tendrá que aplicar la *ecuación 6*:

$$L = \frac{230 \text{ m}^2 \pm 93 \text{ m}^2}{5.23 \text{ m}}$$

$$L = \frac{230 \text{ m}^2 + 93 \text{ m}^2}{5.23 \text{ m}}$$

$$L = 61.76 \text{ m}$$

$$L = \frac{230 \text{ m}^2 - 93 \text{ m}^2}{5.23 \text{ m}}$$

$$L = 26.20 \text{ m}$$

Como se puede ver, existen dos respuestas, 61.76 m y 26.20 m, lo que es un rango de la longitud para cada unidad, por lo cual se hizo un promedio entre las dos y se optó por definir 40 m como la longitud de cada unidad y el ancho variará en función de cada unidad de muestreo.

3.1.3.3 Unidades Totales de Muestreo

Ya teniendo la longitud de la unidad de muestreo, se dividirá todo el tramo de estudio de la vía para conocer cuantas unidades tomar en cuenta. Para esto se utilizará la *ecuación 7*.

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

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

3.1.3.4 Unidades Mínimas de Muestreo

A pesar de que se tiene 87 unidades de muestreo en todo el tramo, existe un número mínimo de unidades de muestreo que se deben realizar, es decir que no es necesario buscar las fallas en todo el tramo de la vía que se está estudiando. Para realizar el cálculo del número mínimo de unidades de muestreo se hace uso de la *ecuación 9*.

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

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

3.1.3.5 Intervalo para la Muestra

Por medio de la *ecuación 8*, el intervalo para la muestra se lo utiliza para saber cada cuanta unidad de muestreo se tiene que evaluar.

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

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

Con el cálculo realizado se llega al resultado de que la evaluación se tiene que hacer cada 6 unidades de muestreo. En la tabla 33 se muestra cada unidad de muestreo que se utilizará con su abscisado inicial y final, de igual forma el ancho promedio de cada unidad y su área.

Tabla 33: Datos de las Unidades de Muestreo

UNIDAD	ABSCISA (m)		ANCHO PROMEDIO (m)	ÁREA (m ²)
	INICIO	FINAL		
1	11+700	11+740	5.00	200
2	11+940	11+980	5.65	226
3	12+180	12+220	5.65	226
4	12+420	12+460	5.30	212
5	12+660	12+700	5.60	224
6	12+900	12+940	4.65	186
7	13+140	13+180	5.55	222
8	13+380	13+420	5.95	238
9	13+620	13+660	5.45	218
10	13+860	13+900	6.00	240
11	14+100	14+140	4.90	196
12	14+340	14+380	5.80	232
13	14+580	14+620	5.75	230
14	14+820	14+860	6.05	242

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

3.1.3.6 Cálculo de la densidad

Cuando se habla de densidad el método PCI se hace referencia a el área que tienen las fallas observadas en campo, comparada con el área total de la unidad de muestreo en la que se haya hecho la evaluación.

3.1.3.7 Cálculo del valor deducido

Luego de haber obtenido la densidad tiene que utilizar monogramas específicos según cada tipo falla que nos ayudaran a saber cuál es valor deducido de cada una de las fallas que hay en la unidad de muestreo. Estos monogramas se los obtiene de cualquier manual de Pavement Condition Index (PCI) y se existen para todos los tipos de fallas, tanto para pavimentos flexibles como para rígidos.

3.1.3.8 Cálculo del Pavement Condition Index (PCI)

Finalmente, luego del levantamiento de información en campo, el procesamiento de esta y de los cálculos respectivos se llegó a los siguientes resultados, los cuales han sido resumidas en la siguiente tabla:

Tabla 34: Tabla resumen PCI

UNIDAD	ABSCISA (m)		ÁREA (m ²)	PCI	CONDICIONES	INTERVENCIÓN
	INICIAL	FINAL				
U1	11+700	11+740	200	94	EXCELENTE	MANTENIMIENTO
U2	11+940	11+980	226	80	MUY BUENA	MANTENIMIENTO
U3	12+180	12+220	226	67	BUENA	REHABILITACIÓN
U4	12+420	12+460	212	90	EXCELENTE	MANTENIMIENTO
U5	12+660	12+700	224	95	EXCELENTE	MANTENIMIENTO
U6	12+900	12+940	186	72	MUY BUENA	MANTENIMIENTO
U7	13+140	13+180	222	0	NO EXISTE CAPA PAVIMENTO	CONSTRUCCIÓN
U8	13+380	13+420	238	75	MUY BUENA	MANTENIMIENTO
U9	13+620	13+660	218	74	MUY BUENA	MANTENIMIENTO
U10	13+860	13+900	240	79	MUY BUENA	MANTENIMIENTO
U11	14+100	14+140	196	82	MUY BUENA	MANTENIMIENTO
U12	14+340	14+380	232	79	MUY BUENA	MANTENIMIENTO
U13	14+580	14+620	230	80	MUY BUENA	MANTENIMIENTO
U14	14+820	14+860	242	76	MUY BUENA	MANTENIMIENTO
PROMEDIO				80.23	MUY BUENA	

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

Al hacer una comparación con la tabla 6 donde se presentan las escalas y clasificaciones del PCI, se puede ver como todos los tramos tienen una buena o muy buena calificación, a excepción del tramo 13+140-13+180 donde no existe pavimento. El realizar un promedio, sin tomar en cuenta a la unidad de muestreo 7, se tiene un valor promedio PCI de 80.23, que significa que en general la vía se encuentra en muy buenas condiciones, es decir que solo existen pequeñas fallas superficiales.

3.1.4 Evaluación de deflexiones en la capa de rodadura

Para realizar el ensayo de deflexión de la capa de rodadura utilizando la viga Benkelman se debe tener en cuenta el ancho del carril que se va a evaluar, para saber a qué distancia del borde del pavimento se debe ubicar la viga. Para esto se va a tener apoyo en la siguiente tabla:

Tabla 35: Punto de ensayo viga Benkelman según el ancho de la vía

ANCHO DEL CARRIL (m)	DISTANCIA DEL PUNTO DE ENSAYO DESDE EL BORDE DEL PAVIMENTO (m)
----------------------	--

2.70	0.45
3.00	0.60
3.30	0.75
3.60 o más	0.90

Fuente: Evaluación estructural usando Viga Benkelman aplicado a un pavimento. En base a la normativa AASHTO-T256, se tomaron medidas cada 200m en donde se ubicó una volqueta cargada con 8160kg (80kN) y se tomaron medidas a los 0cm, 25cm, 50cm, 100cm, 500cm y 800cm, tomando los datos también de la temperatura y espesor de la capa de rodadura de cada uno de los puntos.

Tabla 36: Deflexiones en campo

ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (x10e-2 mm)						TEMPERATURA (°C)	ESPESOR (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	11+700	0.0	6.0	9.0	11.0	14.0	17.0	19.0	5.0
2	11+900	0.0	6.0	10.0	12.0	15.0	16.0	22.0	5.0
3	12+100	0.0	6.0	10.0	15.0	16.0	19.0	20.0	5.0
4	12+300	0.0	7.0	9.0	10.0	13.0	16.0	21.0	5.0
5	12+500	0.0	8.0	12.0	16.0	21.0	26.0	21.0	5.0
6	12+700	0.0	8.0	11.0	13.0	17.0	22.0	24.0	5.0
7	12+900	0.0	4.0	9.0	14.0	19.0	23.0	22.0	5.0
8	13+100	0.0	4.0	7.0	8.0	9.0	10.0	21.0	5.0
9	13+300	0.0	6.0	11.0	16.0	18.0	22.0	23.0	5.0
10	13+500	0.0	8.0	11.0	16.0	20.0	25.0	22.0	5.0
11	13+700	0.0	7.0	8.0	11.0	14.0	18.0	19.0	5.0
12	13+900	0.0	8.0	11.0	12.0	13.0	18.0	20.0	5.0
13	14+100	0.0	7.0	11.0	16.0	19.0	22.0	23.0	5.0
14	14+300	0.0	4.0	7.0	11.0	16.0	17.0	19.0	5.0
15	14+500	0.0	7.0	10.0	11.0	12.0	17.0	19.0	5.0
16	14+700	0.0	8.0	11.0	13.0	18.0	20.0	22.0	5.0
17	14+900	0.0	4.0	5.0	7.0	9.0	12.0	22.0	5.0
18	15+100	0.0	6.0	11.0	16.0	18.0	22.0	19.0	5.0
19	15+200	0.0	8.0	10.0	13.0	18.0	21.0	24.0	5.0

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

Las deflexiones en la capa de rodadura que se obtuvieron en campo requieren correcciones, estas fueron realizadas en tres partes: corrección de relación de brazo 1:2, corrección por temperatura y corrección estacionalidad.

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

Con el uso de la *ecuación 12*, se realizó el cálculo de la corrección de relación de brazo 1:2, a continuación hay un cálculo típico usando dicha ecuación.

$$D = 2 * (17 - 0)$$

$$D = 34 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la corrección:

Tabla 37: Corrección de relación de brazo 1:2

ESTACIÓN	ABSCISA	DEFLEXIÓN CORREGIDA (x10e-2 mm)					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	11+700	34.00	22.00	16.00	12.00	6.00	0.00
2	11+900	32.00	20.00	12.00	8.00	2.00	0.00
3	12+100	38.00	26.00	18.00	8.00	6.00	0.00
4	12+300	32.00	18.00	14.00	12.00	6.00	0.00
5	12+500	52.00	36.00	28.00	20.00	10.00	0.00
6	12+700	44.00	28.00	22.00	18.00	10.00	0.00
7	12+900	46.00	38.00	28.00	18.00	8.00	0.00
8	13+100	20.00	12.00	6.00	4.00	2.00	0.00
9	13+300	44.00	32.00	22.00	12.00	8.00	0.00
10	13+500	50.00	34.00	28.00	18.00	10.00	0.00
11	13+700	36.00	22.00	20.00	14.00	8.00	0.00
12	13+900	36.00	20.00	14.00	12.00	10.00	0.00
13	14+100	44.00	30.00	22.00	12.00	6.00	0.00
14	14+300	34.00	26.00	20.00	12.00	2.00	0.00
15	14+500	34.00	20.00	14.00	12.00	10.00	0.00
16	14+700	40.00	24.00	18.00	14.00	4.00	0.00
17	14+900	24.00	16.00	14.00	10.00	6.00	0.00
18	15+100	44.00	32.00	22.00	12.00	8.00	0.00
19	15+200	42.00	26.00	22.00	16.00	6.00	0.00

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

3.1.4.2 Corrección de las deflexiones por las diferentes temperaturas

Con el uso de la *ecuación 13*, se realizó el cálculo de la corrección por temperatura, a continuación hay un cálculo típico usando dicha ecuación.

$$D_{20\text{ }^{\circ}\text{C}} = \frac{34}{1 \times 10^{-3} * (19 - 20\text{ }^{\circ}\text{C}) * 5 + 1}$$

$$D = 34.17 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la corrección:

Tabla 38: Corrección por temperatura

ESTACIÓN	ABSCISA	DEFLEXIÓN CORREGIDA (x10e-2 mm)					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	11+700	34.17	22.11	16.08	12.06	6.03	0.00
2	11+900	31.68	19.80	11.88	7.92	1.98	0.00
3	12+100	38.00	26.00	18.00	8.00	6.00	0.00
4	12+300	31.84	17.91	13.93	11.94	5.97	0.00
5	12+500	51.74	35.82	27.86	19.90	9.95	0.00
6	12+700	43.14	27.45	21.57	17.65	9.80	0.00
7	12+900	45.54	37.62	27.72	17.82	7.92	0.00
8	13+100	19.90	11.94	5.97	3.98	1.99	0.00
9	13+300	43.35	31.53	21.67	11.82	7.88	0.00
10	13+500	49.50	33.66	27.72	17.82	9.90	0.00
11	13+700	36.18	22.11	20.10	14.07	8.04	0.00
12	13+900	36.00	20.00	14.00	12.00	10.00	0.00
13	14+100	43.35	29.56	21.67	11.82	5.91	0.00
14	14+300	34.17	26.13	20.10	12.06	2.01	0.00
15	14+500	34.17	20.10	14.07	12.06	10.05	0.00
16	14+700	39.60	23.76	17.82	13.86	3.96	0.00
17	14+900	23.76	15.84	13.86	9.90	5.94	0.00
18	15+100	44.22	32.16	22.11	12.06	8.04	0.00
19	15+200	41.18	25.49	21.57	15.69	5.88	0.00

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

3.1.4.3 Corrección realizada por estacionalidad

Esta corrección es relevante ya que se tiene en cuenta el temporal que había durante el ensayo de la viga Benkelman se llevó a cabo. En la tabla 39 se observa un factor de corrección que será necesario para desarrollar la *ecuación 8*, y debido a que cuando se realizaron las lecturas de los datos había una pequeña lluvia, se tomó el valor de 1.0 para los cálculos.

Tabla 39: Factor de corrección por efecto estacional

Tipo de suelo	Estación lluviosa	Estación seca
Arenosa Permeable	1.0	1.1 – 1.3
Arcillosa-Sensible al Agua	1.0	1.2 – 1.4

Fuente: Consorcio de Rehabilitación Vial Perú

Con el uso de la *ecuación 14*, se realizó el cálculo de la corrección por temperatura, a continuación hay un cálculo típico usando dicha ecuación.

$$D = 1.0 * 34.17$$

$$D = 34.17 \times 10^{-2} \text{mm}$$

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la corrección:

Tabla 40: Corrección por estacionalidad

ESTACIÓN	ABSCISA	DEFLEXIÓN CORREGIDA (x10e-2 mm)					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	11+700	34.17	22.11	16.08	12.06	6.03	0.00
2	11+900	31.68	19.80	11.88	7.92	1.98	0.00
3	12+100	38.00	26.00	18.00	8.00	6.00	0.00
4	12+300	31.84	17.91	13.93	11.94	5.97	0.00
5	12+500	51.74	35.82	27.86	19.90	9.95	0.00
6	12+700	43.14	27.45	21.57	17.65	9.80	0.00
7	12+900	45.54	37.62	27.72	17.82	7.92	0.00
8	13+100	19.90	11.94	5.97	3.98	1.99	0.00
9	13+300	43.35	31.53	21.67	11.82	7.88	0.00
10	13+500	49.50	33.66	27.72	17.82	9.90	0.00
11	13+700	36.18	22.11	20.10	14.07	8.04	0.00
12	13+900	36.00	20.00	14.00	12.00	10.00	0.00
13	14+100	43.35	29.56	21.67	11.82	5.91	0.00
14	14+300	34.17	26.13	20.10	12.06	2.01	0.00
15	14+500	34.17	20.10	14.07	12.06	10.05	0.00
16	14+700	39.60	23.76	17.82	13.86	3.96	0.00
17	14+900	23.76	15.84	13.86	9.90	5.94	0.00
18	15+100	44.22	32.16	22.11	12.06	8.04	0.00

19	15+200	41.18	25.49	21.57	15.69	5.88	0.00
----	--------	-------	-------	-------	-------	------	------

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

3.1.4.4 Radio de curvatura

Con el uso de la *ecuación 15*, se realizó el cálculo de la corrección por temperatura, a continuación hay un cálculo típico usando dicha ecuación.

$$RC = \frac{10 * 25^2}{2 * (34.17 - 22.11)}$$

$$D = 259.11m$$

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la corrección:

Tabla 41: Radio de Curvatura

ESTACIÓN	ABSCISA	DEFLEXIÓN CORREGIDA (x10e-2 mm)		Rc (m)
		D0	D25	
1	11+700	34.17	22.11	259.11
2	11+900	31.68	19.80	263.02
3	12+100	38.00	26.00	260.42
4	12+300	31.84	17.91	224.33
5	12+500	51.74	35.82	196.29
6	12+700	43.14	27.45	199.22
7	12+900	45.54	37.62	394.53
8	13+100	19.90	11.94	392.58
9	13+300	43.35	31.53	264.32
10	13+500	49.50	33.66	197.27
11	13+700	36.18	22.11	222.10
12	13+900	36.00	20.00	195.31
13	14+100	43.35	29.56	226.56
14	14+300	34.17	26.13	388.67
15	14+500	34.17	20.10	222.10
16	14+700	39.60	23.76	197.27
17	14+900	23.76	15.84	394.53
18	15+100	44.22	32.16	259.11
19	15+200	41.18	25.49	199.22

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

3.1.4.5 Deflexión Característica

El cálculo de la deflexión características es básicamente obtener el valor de la desviación estándar utilizando los valores corregidos en las tablas previas. En tabla 42 se muestran los resultados:

Tabla 42: Desviación Estándar

ESTACIÓN	ABSCISA	D0	D0-D ⁻	(D0-D ⁻) ²
1	11+700	34.17	-3.80	14.47
2	11+900	31.68	-6.29	39.58
3	12+100	38.00	0.03	0.00
4	12+300	31.84	-6.13	37.62
5	12+500	51.74	13.77	189.53
6	12+700	43.14	5.16	26.66
7	12+900	45.54	7.57	57.31
8	13+100	19.90	-18.07	326.66
9	13+300	43.35	5.38	28.90
10	13+500	49.50	11.53	132.96
11	13+700	36.18	-1.79	3.22
12	13+900	36.00	-1.97	3.90
13	14+100	43.35	5.38	28.90
14	14+300	34.17	-3.80	14.47
15	14+500	34.17	-3.80	14.47
16	14+700	39.60	1.63	2.66
17	14+900	23.76	-14.21	201.98
18	15+100	44.22	6.25	39.02
19	15+200	41.18	3.20	10.25
PROMEDIO D ⁻ :		37.97	Σ:	1172.53
n-1:		18	σ:	8.07

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

Cuando se tiene el valor de desviación estándar se procede a escoger un valor t de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia, en este caso se escogió un valor de 95% y se utiliza la ecuación detalla a continuación:

Tabla 43: Valor de t y probabilidad de ocurrencia de D>Dc

Valor de Diseño %	Dc	Área D>Dc%
50	D	50
75	D+0.6748 σ	25
85	D+σ	15

90	$D+1.3 \sigma$	10
95	$D+1.645 \sigma$	5
98	$D+2\sigma$	2
99	$D+2.33 \sigma$	1

Fuente: Modelación Geotécnica de Pavimentos Flexibles

Se utilizó la *ecuación 16* para obtener la deflexión característica:

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

$$D_c = 37.97 + 1.645(8.07)$$

$$D_c = 51.245 \times 10^{-2} mm$$

3.1.4.6 Deflexión admisible

Con ayuda del valor de ejes equivalentes W18, se calcula la deflexión admisible con la *ecuación 17*, dando como resultado:

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{0.010439} \right)^{\frac{1}{4}} * 100$$

$$D_{adm} = 323.97 \times 10^{-2} mm$$

3.1.4.7 Deflexión Crítica

Con ayuda del valor de ejes equivalentes W18, se calcula la deflexión crítica con la *ecuación 18*, dando como resultado:

$$D_{cr} = \left(\frac{1.9}{0.010439} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

$$D_{cr} = 266.95.24 \times 10^{-2} mm$$

Como $D_{adm} > D_{cr}$ se considera que $D_{cr} = D_{adm}$

$$D_{adm} = D_{cr} = 323.97 \times 10^{-2} mm$$

Los valores que se obtuvieron se interpretaron de acuerdo una investigación peruana, la cual relaciona deflexiones y radios de curvatura para así poder evaluar el comportamiento de dos capas, la subrasante y el pavimento, a continuación se muestra los parámetros de evaluación:

Tabla 44: Comportamiento estructural del pavimento de acuerdo con la deflexión

Deflexión Tipo	Comportamiento de la Subrasante	Comportamiento del Pavimento	Análisis
I	Bueno $D < D_a$	Bueno $R_o > 100m$	Buen comportamiento estructural de la subrasante y pavimento, se estima que el pavimento presenta sus capas en regular estado de deterioro y una subrasante de calidad.
II	Malo $D > D_a$	Bueno $R_o > 100m$	Mal comportamiento estructural de subrasante y buen comportamiento estructural del pavimento, la subrasante no cumple con el tráfico solicitado. Necesita de un refuerzo estructural.
III	Bueno $D < D_a$	Malo $R_o < 100m$	Buen comportamiento estructural y mal comportamiento de la estructura del pavimento, por espesores de capas insuficientes que no soporte el tráfico previsto o alto grado de deterioro de dichas capas.
IV	Malo $D > D_a$	Malo $R_o < 100m$	Mal comportamiento estructural por parte de la subrasante y pavimento, por espesores de capas insuficientes que no soporte el tráfico previsto o alto grado de deterioro de dichas capas, añadido que la subrasante posee un bajo CBR (material inadecuado), posible deficiencia de compactación y/o mal drenaje.

Fuente: Método CONREVIAL

Con los parámetros de CONREVIAL se obtuvo la siguiente tabla de resultados del comportamiento de la subrasante y del pavimento:

Tabla 45: Deflexiones, radios de curvatura y clasificación de comportamiento estructural.

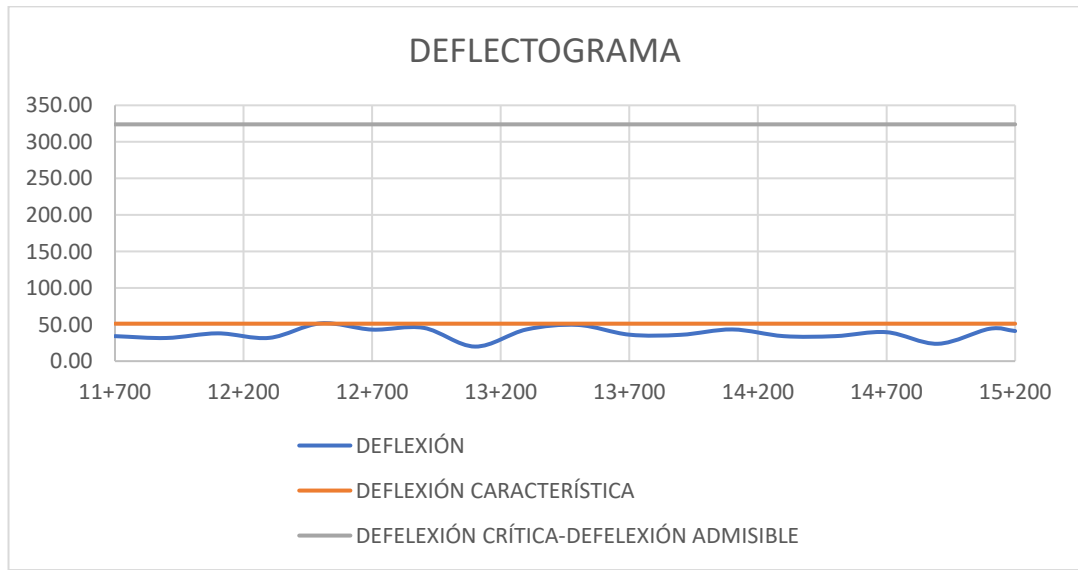
ESTACIÓN	ABSCISA	(x10e-2 mm)			Rc (m)	Comportamiento		Tipo de deflexión
		D0	DC	Dcr=Dadm		Subrasante	Pavimento	
1	11+700	34.17	51.25	323.97	259.11	BUENO	BUENO	I
2	11+900	31.68	51.25	323.97	263.02	BUENO	BUENO	I
3	12+100	38.00	51.25	323.97	260.42	BUENO	BUENO	I
4	12+300	31.84	51.25	323.97	224.33	BUENO	BUENO	I
5	12+500	51.74	51.25	323.97	196.29	BUENO	BUENO	I
6	12+700	43.14	51.25	323.97	199.22	BUENO	BUENO	I
7	12+900	45.54	51.25	323.97	394.53	BUENO	BUENO	I
8	13+100	19.90	51.25	323.97	392.58	BUENO	BUENO	I
9	13+300	43.35	51.25	323.97	264.32	BUENO	BUENO	I
10	13+500	49.50	51.25	323.97	197.27	BUENO	BUENO	I
11	13+700	36.18	51.25	323.97	222.10	BUENO	BUENO	I
12	13+900	36.00	51.25	323.97	195.31	BUENO	BUENO	I
13	14+100	43.35	51.25	323.97	226.56	BUENO	BUENO	I
14	14+300	34.17	51.25	323.97	388.67	BUENO	BUENO	I
15	14+500	34.17	51.25	323.97	222.10	BUENO	BUENO	I
16	14+700	39.60	51.25	323.97	197.27	BUENO	BUENO	I
17	14+900	23.76	51.25	323.97	394.53	BUENO	BUENO	I
18	15+100	44.22	51.25	323.97	259.11	BUENO	BUENO	I
19	15+200	41.18	51.25	323.97	199.22	BUENO	BUENO	I
PROMEDIO:		37.97	51.25	323.97	260.84	BUENO	BUENO	I

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

Debido a que todos los radios de curvatura son mayores a 100m ($R_c > 100m$) y que la deflexión es menor a la deflexión admisible ($D < D_{adm}$), se deduce que la vía Patate-Baños entre las abscisas 11+700 y 15+200 tiene una deflexión Tipo I, que corresponde a una subrasante y un pavimento Bueno.

De igual forma, con las diferentes deflexiones, una en cada abscisa, con la deflexión característica y la deflexión admisible, se obtuvo una Deflectograma de la vía en estudio, donde se puede observar el comportamiento de la capa de rodadura, y en especial ver una representación gráfica de como todas estas deflexiones no sobrepasan a la admisible, por ende se llega a la conclusión que tiene una subrasante y un pavimento bueno.

Figura 7: Deflectograma de la vía Patate-Baños Abs. 11+700 - 15+200, 2022



Realizado por: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

3.1.5 Estudio de Suelos

Los ensayos de suelos ayudan a conocer ciertas características del terreno en la que está construida la vía, y para poder realizarlos se tomaron muestras representativas del mismo cada kilómetro en el tramo de la vía del proyecto.

3.1.5.1 Análisis Granulométrico

En este punto se utilizó los detalles de las tablas 2 y 3 para clasificar el suelo según su sistema, tanto en AASTHO como en SUCS, en la siguiente tabla se muestran los datos obtenidos del material de 3 calicatas, para mayor detalle de los resultados, se muestran en el Anexo C.

Tabla 46: Clasificación del suelo

CALICATA	GRAVA	ARENA	FINOS	CLASIFICACIÓN	
				AASTHO	SUCS
1	0%	88%	12%	A-1	SW
2	0%	83%	17%	A-1	SM
3	0%	92%	8%	A-1	SW

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

3.1.5.2 Límites de Atterberg

De igual forma, los resultados de los límites de Atterberg se encuentran resumidos en la siguiente tabla y para mayor detalle, toda la información se encuentra en el Anexo C.

Tabla 47: Límites de Atterberg

MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)
1	19.547	18.889	0.658
2	22.613	21.806	0.807
3	18.796	18.393	0.403

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

3.1.5.3 Proctor Modificado Tipo B

Con el ensayo de Proctor modificado se obtuvo la densidad seca máxima y la humedad óptima de cada muestra de suelo de las tres calicatas utilizadas para hacer el estudio de suelos, todo esto siguiendo la norma AASHTO T180 y la ASTM D1557. En el Anexo B se encuentran los detalles del ensayo y en la tabla 48 un resumen de los resultados:

Tabla 48: Resultados ensayo Proctor Modificado tipo B

MUESTRA	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
1	1.696	12.580
2	1.682	11.010
3	2.024	6.580

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

3.1.5.4 Ensayo de Relación de Soporte California (CBR)

Los cálculos y resultados obtenidos de los mismos se evidencian en el anexo B y en la siguiente tabla se da un resumen de los resultados, su clasificación y el uso del suelo que se utilizó como muestra.

Tabla 49: Resultados ensayo CBR

MUESTRA	CBR (%)	CLASIFICACIÓN	USOS
1	23.81	EXCELENTE	SUBRASANTE
2	26.20	EXCELENTE	SUBRASANTE
3	8.04	REGULAR - BUENA	SUBRASANTE

Autor: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez

Con los resultados obtenidos se en el ensayo de CBR, y comparado con la tabla de clasificación de suelos con CBR, se evidencia que para una subrasante, el suelo tiene un comportamiento Bueno, en la muestra 3, y un comportamiento Excelente en las muestras 1 y 2.

3.1.6 Plan de Conservación Vial

Una vía puede verse afectada por distintos factores, los mantenimientos rutinarios y periódicos permiten cumplir con la vida útil de diseño o incluso alargarla, es por eso por lo que se realizó un análisis respecto a un estudio de la universidad La Salle de Colombia de donde se entender que los planes de mantenimiento de las vías de acuerdo con el PCI con la tabla 50: [31]

Tabla 50: Clasificación de Actividades según el rango PCI

RANGO	CÓDIGO	TIPO DE INTERVENCIÓN
100-86	VERDE	Mantenimiento Rutinario
85-56	AMARILLO	Mantenimiento Periódico
55-26	NARANJA	Rehabilitación
25-0	ROJO	Reconstrucción

Fuente: Guía de mantenimiento para pavimentos asfálticos de vías locales en Bogotá, 2009.

Los valores por los que se clasifica la intervención en la vía son procedentes del Índice de Condición de Pavimentos en donde se representa la condición de la capa de rodadura de acuerdo con las fallas de esta y su severidad. [31]

El mantenimiento periódico y rutinario presentado en la guía antes mencionada presenta actividades clasificadas por el periodo de tiempo en el que son ejecutadas,

teniendo en cuenta las actividades que ayudan a preservar las condiciones de cualquier vía de pavimento asfáltico: [31]

Tabla 51: Actividades Rutinarias y Periódicas

MANTENIMIENTO									
Rutinario		Periódico							
Mantenimiento, box culvert, y estructuras de alcantarillado									
Sello de grietas en pavimento asfáltico									
Lechada asfáltica. (Mezcla no estructural)									
Sello de arena asfalto. (Mezcla de estructural)									
Tratamiento superficial simple. (Mezcla no estructural)									
Micro aglomeraciones en caliente (Mezcla no estructural)									
Reparación superficial de pavimento asfáltico (Parche)									
Reparación profunda de pavimento asfáltico (Bache)									
Fresado de pavimento asfáltico									
Mezcla densa caliente y cuando aplique previo sello de fisuras e intervención de parcheo y bacheo									

Fuente: Guía de mantenimiento para pavimentos asfálticos de vías locales en Bogotá, 2009.

En cuanto a la normativa manejada en el país, la NEVI en su volumen 6 sugiere medidas a adoptar en las que se puede hacer referencia a las siguientes:

Tabla 52: Medidas recomendadas por el MTOP.

OPERACIÓN RUTINARIA	OPERACIÓN PERIÓDICA
<ul style="list-style-type: none"> • Sellado de grietas • Bacheo superficial • Bacheo profundo • Nivelación de Bermas granulares no revestidas • Reperfilado de bermas en caminos con pavimento asfáltico 	<ul style="list-style-type: none"> • Sellos bituminosos • Nivelación de Bermas granulares revestidas • Imprimación reforzada • Reposición de capa de rodadura en concreto asfáltico

Fuente: Norma NEVI volumen 6, 2012.

FALLA	ABS. INICIAL	ABS. FINAL	UNIDAD	CANTIDAD A INTERVENIR	COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL	ACCIONES DE MANTENIMIENTO
Abultamientos y hundimientos	14+340	14+380	m	3	DELECCIONES TIPO I	No se realizan Actividades
Corrugación	12+660	12+700	m2	6.9		No se realizan Actividades
Grietas longitudinales y transversales	11+700	11+740	m	2.8		Sello de grietas de ancho mayor que 3.0 mm
	13+860	13+900		4.4		
	14+340	14+380		12.2		
Parqueo y acometida de servicio público	14+100	14+140	m2	0.88		No se realizan Actividades
Pulimiento de agregados	11+700	11+740	m2	11.29		Tratamiento superficial con recapeo asfáltico
	12+420	12+460		48		
	14+100	14+140		1.35		
	14+340	14+380		1.78		
	14+580	14+620		2.8		
	14+820	14+860		2.1		
Huecos	14+580	14+620	U	2		Parqueo parcial de superficies.
	14+820	14+860		3		
Ahuellamiento	11+940	11+980	m2	9.96		Sobre carpeta asfáltica en las superficies afectadas
	12+180	12+220		54		
	12+420	12+460		3.6		
	12+900	12+940		24		
	13+380	13+420		17.5		
	13+620	13+660		21.6		
	13+860	13+900		6.67		
	14+100	14+140		6		
	14+340	14+380		10		
	14+580	14+620		11.7		
	14+820	14+860		4		

Fuentes: Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación, 2016.

Los tratamientos recomendados para las fallas presentadas en la vía Patate-Baños en las unidades de muestreo evaluadas fueron recomendadas de acuerdo con las necesidades a rehabilitar, por lo general este tipo de tratamientos a diferencia de los mantenimientos rutinarios y periódicos se deberán realizar con la mayor rapidez posible para evitar un incremento de la severidad en las fallas.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Con el levantamiento georreferencial realizado en la vía Patate-Baños entre las abscisas 11+700 y 15+200 de la provincia de Tungurahua se obtuvieron coordenadas en formato UTM, en la zona 17 Sur, con el sistema WGS84; con lo que se realizó una representación gráfica generada gracias a Autodesk Civil 3D, en donde constan el eje de la vía con su respectivo abscisado, los bordes de la vía donde se debe precisar que en el borde izquierdo consta con una cuneta que ayuda a evacuar las aguas pluviales y por el lado derecho existe un talud hacia el río, también una representación de donde se realizaron los ensayos de PCI, Viga Benkelman, calicatas para las muestras de suelas, y conteo vehicular; además de contar con una faja topográfica.
- Con el conteo vehicular realizado entre el lunes 25 de abril del 2022 y el domingo 01 de mayo del 2022 en la abscisa 12+500 de la vía Patate-Baños de la provincia de Tungurahua se obtuvo un valor de Tráfico Promedio Diario Anual actual de 1594 veh/día y un valor proyectado a 20 años de 1793 veh/día, lo que dio como resultado que la vía entre en el rango de Colectora II, según la “Clasificación de Carreteras según el TPDAF” realizada por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP. Los carriles necesarios sí satisfacen la demanda futura de tránsito, pero los anchos de cada carril no serán suficientes ya que existe un ancho promedio de vía de 5.23m y lo recomendado según la tabla 27 es de 7.30m.
- Se realizó una inspección visual de la capa de rodadura mediante el método del Índice de Condición del Pavimento, teniendo 14 resultados, cada uno correspondiente a cada unidad de muestreo a lo largo de la vía Patate-Baños entre las abscisas 11+700 y 15+200 de la provincia de Tungurahua, obteniéndose un valor de PCI promedio de 80.23, que según la norma ASTM D6433-07, está dentro del rango de Muy Buena, lo que significa que la capa de

rodadura se encuentra en buenas condiciones pero con pequeñas fallas superficiales.

- Con el ensayo de la Viga Benkelman realizado cada 200 metros se obtuvo por medio de cálculos una deflexión característica de la capa de rodadura de 51.245×10^2 mm, valor que se encuentra por debajo del 323.97×10^2 mm que es valor de deflexión admisible, lo que indica que cumple con los valores de deflexión y que se tiene un comportamiento estructural adecuado. Además de eso, todos los radios de curvatura del pavimento son mayores a 100 ($R_c > 100$) lo que significa que la capa de rodadura tiene un comportamiento bueno.
- Con el ensayo de CBR se obtuvieron valores de 23.81%, 26.20% y 8.04%, que se muestran en la tabla 49; al ser comparados estos valores con la norma AASHTO-93 se concluye que las dos primeras calicatas muestran un comportamiento excelente para una subrasante, mientras que la tercera muestra, de igual manera, un buen comportamiento. Estos resultados se pueden corroborar con el resultado presentados en la tabla 45, donde con los valores de deflexiones en el ensayo de la viga Benkelman también se obtuvo un buen comportamiento de la subrasante.
- Posterior a todos los ensayos en campo y laboratorio, en la tabla 52 se plantean operaciones que se debería realizar tanto rutinaria como periódicamente para que la vía Patate-Baños entre las abscisas 11+700 y 15+200 de la provincia de Tungurahua se pueda conservar en las mejores condiciones posibles y así brindar un buen servicio a los vehículos que transitan en ella.

4.2 Recomendaciones

- Se tiene que hacer uso de los equipo y materiales de la Universidad Técnica de Ambato con el mayor cuidado y responsabilidad posible, ya sea en ensayos en campo como en laboratorio, teniendo en cuenta que la mayoría de los equipos se deben calibrar periódicamente para poder obtener resultados más cercanos a la realidad.
- Por la seguridad de todas las personas que participan en los ensayos de campo, es necesario que siempre se tenga equipos de protección personal como casco, chaleco, guantes y en general una vestimenta que vaya acorde a la situación.
- Se sugiere al Honorable Consejo Provincial de Tungurahua seguir realizando inspecciones en vías intercantonales, interparroquiales e incluso interprovinciales, ya que estas son arterias que unen a varias comunidades rurales con las ciudades y son de gran importancia para la buena movilidad de cientos de personas. Con visitas periódicas para constatar el estado de dichas vías se mejorará el tiempo de reacción ante posibles fallos en estas.
- Existe un tramo en el que se evidencia la falta de la capa de rodadura, se trata de la unidad de muestra 7 ubicada entre las abscisas 13+140 y 13+180, con un área de 220m², donde se recomienda realizar la construcción de dicha capa.

MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. Romero, “Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños en el tramo Km 0+000 - Km 2+350 de la provincia de Tungurahua,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2019.
- [2] J. Cascón Katchadourian, A. Á. Ruiz Rodríguez, and J. Alberich Pascual, “USOS Y APLICACIONES DE GEORREFERENCIACIÓN Y GEOLOCALIZACIÓN EN GESTIÓN DOCUMENTAL CARTOGRÁFICA Y FOTOGRAFICA ANTIGUAS,” *El profesional de la información*, vol. 27, pp. 202–212, Jan. 2018.
- [3] M. Kayhanian, A. Singh, C. Suverkropp, and S. Borroum, “Impact of Annual Average Daily Traffic on Highway Runoff Pollutant Concentrations,” *Journal of Environmental Engineering*, vol. 129, no. 11, Nov. 2003.
- [4] L. Juca, P. Aguirre, and Vivanco Nervo, “Ecuador: análisis económico del desarrollo del sector agropecuario e industrial en el periodo 2000-2018,” *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, vol. 8, pp. 8–17, Jul. 2021, Accessed: Apr. 21, 2022. [Online]. Available: <https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/547/502>
- [5] Sistema Nacional de Información, “Actividad Productiva del cantón Patate,” Quito, Feb. 2014.
- [6] V. Aguilar, “Los Recursos Informativos empleados para la orientación del Turista Nacional y Extranjero por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Baños de Agua Santa.,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2015.
- [7] A. Pérez, A. Botella, A. Muñoz, R. Olivella, J. Omedillas, and Rodríguez Jesús, *Introducción a los sistemas de información geográfica y geotelemática*. Barcelona: Editorial UOC, 2011.

- [8] G. Rodríguez and L. Alonzo, *Carreteras*, vol. 8. Mérida: Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán, 2005.
- [9] H. Morales, *Ingeniería Vial I*. Santo Domingo: Instituto Tecnológico de Santo Domingo, 2006.
- [10] C. Llumiluisa, “DISEÑO GEOMÉTRICO PRELIMINAR DE LA AVENIDA FERROVIARIA HASTA EL TERMINAL TERRESTRE DE LA CIUDAD DE MACHALA AÑO 2017,” Universidad Técnica de Machala, Machala, 2018.
- [11] M. Bayas, “El Tráfico Vehicular en la Intersección de la Avenida Atahualpa y Víctor Hugo y su Incidencia en la Calidad de Vida de los Moradores del Sector Sur de la Ciudad de Ambato,” UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, Ambato, 2011.
- [12] A. Montejo, *Ingeniería de pavimentos*, Agora Editores. Bogotá DC, 2002.
- [13] H. A. Rondón and F. A. Reyes, *Pavimentos Materiales, construcción y diseño*, Primera. Bogota: Ecoe Ediciones, 2015. Accessed: Apr. 19, 2022. [Online]. Available: <https://elibro.net/es/ereader/uladech/70435>
- [14] J. Balarezo Zapata, “EVALUACIÓN ESTRUCTURAL USANDO VIGA BENKELMAN APLICADA A UN PAVIMENTO,” Universidad de Piura, Piura, 2017.
- [15] L. Vásquez, “PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS,” Manizalez, Feb. 2002.
- [16] R. Zevallos, “Identificación y Evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca - 2017,” Universidad César Vallejo, Barranca, 2018.
- [17] J. D. Vanegas, “ANÁLISIS DEL PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) A PARTIR DEL INVENTARIO DE DAÑOS REALIZADO POR DIFERENTES

METODOLOGÍAS EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS,” Universidad de Los Andes, Bogotá DC, 2012.

- [18] R. Miranda, “DETERIOROS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS,” Universidad Austral de Chile, Valdivia, 2010.
- [19] M. Olaya, “Consideraciones sobre granulometrías discontinuas de máxima compactación,” *Materiales de Construcción*, vol. 28, pp. 51–61, Jun. 1978.
- [20] Ó. Palacio, Á. Chávez, and Y. Velásquez, “Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados,” *Tecnura*, vol. 21, pp. 96–106, 2017, Accessed: Jul. 25, 2022. [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/journal/2570/257054721007/html/>
- [21] B. Das, *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*, 7th ed. 2012.
- [22] American Society for Testing and Materials, “ASTM D4318-17 Método de Ensayo Estándar para Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de plasticidad de Suelos,” 2017.
- [23] Instituto Nacional de Vías, “CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO Y SOBRE MUESTRA INALTERADA. INV E-148-13,” 2013.
- [24] A. Bretreger, “Deflection testing of earthwork and pavement layers,” Feb. 2015.
- [25] American Society for Testing and Materials, “Standard Practice For Roads And Parking Lots Pavement Condition Index Surveys,” 2020.
- [26] E. Gómez Luna, D. Fernando Navas, G. AponteMayor, and A. Betancourt-Buitrago, “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, Accessed: May 20, 2022. [Online]. Available: <http://dyna.medellin.unal.edu.co/>
- [27] ITCA-FEPADE, “¿Cómo elaborar citas, referencias y más ...con la norma IEEE?” Santa Clara.

- [28] C. Muñoz Razo, *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis*, Primera Edición. Estado de México, 1998. Accessed: May 20, 2022. [Online]. Available:
https://books.google.com.ec/books?id=1ycDGW3ph1UC&pg=PA93&dq=investigaci%C3%B3n+de+campo&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiZt8Sf7_D3AhWPZjABHWQFAUUQ6AF6BAgLEAI#v=onepage&q=investigaci%C3%B3n%20de%20campo&f=false
- [29] R. Bisquerra, *Métodos de investigación educativa: Guía práctica*. Barcelona, 1989.
- [30] F. Moncayo, ““Diseño Geométrico de la Vía que Comunica a la Comunidad El Tigre con El Recinto Pimpiguasi,” UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ, Jipijapa, 2019.
- [31] D. Espinosa, *Guía de mantenimiento para pavimentos asfálticos de vías locales en Bogotá D.C.* Bogotá: Universidad de La Salle, 2009.

ANEXOS

ANEXOS A

CONTEO VEHICULAR

Anexo A-1: Conteo vehicular del lunes 25 de abril del 2022 de la vía Patate-Baños en el tramo km 11+700 – 15+200



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 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

ENSAYADO: JOHNNY SEBASTIÁN ORTIZ SÁNCHEZ

UBICACIÓN: VÍA PATATE-BAÑOS ABS 12+500

CONTEO VEHICULAR DE LA VÍA PATATE-BAÑOS (AMBOS SENTIDOS)

ESTACIÓN:		1	ABSCISA:			12+500		
			SENTIDO:			AMBOS SENTIDOS		
HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL
				C-2L	C-2	C-3		
					FECHA:		25/04/2022	
07:00	07:15	1						1
07:15	07:30	12						12
07:30	07:45	13						13
07:45	08:00	8						8
08:00	08:15	3		1			1	4
08:15	08:30	5						5
08:30	08:45	11						11
08:45	09:00	16						16
09:00	09:15	27						27
09:15	09:30	17						17
09:30	09:45	11						11
09:45	10:00	3		1			1	4
10:00	10:15	4						4
10:15	10:30	11						11
10:30	10:45	10						10
10:45	11:00	7	1					8
11:00	11:15	12						12
11:15	11:30	25						25
11:30	11:45	12						12
11:45	12:00	11						11
12:00	12:15	5		1			1	6
12:15	12:30	10						10
12:30	12:45	3						3
12:45	13:00	10						10
13:00	13:15	13						13
13:15	13:30	3		2			2	5
13:30	13:45	5						5
13:45	14:00	4						4
14:00	14:15	8						8
14:15	14:30	7						7
14:30	14:45	19		1			1	20
14:45	15:00	10						10
15:00	15:15	1						1
15:15	15:30	6		3			3	9
15:30	15:45	8						8
15:45	16:00	16						16
16:00	16:15	10						10
16:15	16:30	13						13
16:30	16:45	8						8
16:45	17:00	8		2			2	10
17:00	17:15	14						14
17:15	17:30	10						10
17:30	17:45	14						14
17:45	18:00	10						10
18:00	18:15	14						14
18:15	18:30	12		1			1	13
18:30	18:45	9						9
18:45	19:00	3						3
TOTAL		472	1	12			12	485

Anexo A-2: Conteo vehicular del martes 26 de abril del 2022 de la vía Patate-Baños en el tramo km 11+700 – 15+200



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 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

ENSAYADO: JOHNNY SEBASTIÁN ORTIZ SÁNCHEZ

UBICACIÓN: VÍA PATATE-BAÑOS ABS 12+500

CONTEO VEHICULAR DE LA VÍA PATATE-BAÑOS (AMBOS SENTIDOS)

ESTACIÓN:		1	ABSCISA:			12+500	
			SENTIDO:			AMBOS SENTIDOS	
			FECHA:			26/04/2022	
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL
			C-2L	C-2	C-3		
07:00	07:15	2					2
07:15	07:30	12	1			1	13
07:30	07:45	14					14
07:45	08:00	8					8
08:00	08:15	2					2
08:15	08:30	5					5
08:30	08:45	12					12
08:45	09:00	15					15
09:00	09:15	28	2			2	30
09:15	09:30	18					18
09:30	09:45	12					12
09:45	10:00	2					2
10:00	10:15	3					3
10:15	10:30	10					10
10:30	10:45	11					11
10:45	11:00	7	1			1	8
11:00	11:15	11					11
11:15	11:30	25	1				26
11:30	11:45	11					11
11:45	12:00	11	3			3	14
12:00	12:15	5					5
12:15	12:30	9					9
12:30	12:45	2					2
12:45	13:00	11					11
13:00	13:15	13					13
13:15	13:30	3	2			2	5
13:30	13:45	5					5
13:45	14:00	3					3
14:00	14:15	8					8
14:15	14:30	8					8
14:30	14:45	20	2			2	22
14:45	15:00	9					9
15:00	15:15						
15:15	15:30	5					5
15:30	15:45	9	1			1	10
15:45	16:00	16					16
16:00	16:15	10					10
16:15	16:30	13					13
16:30	16:45	9	1			1	10
16:45	17:00	9					9
17:00	17:15	13					13
17:15	17:30	9					9
17:30	17:45	15					15
17:45	18:00	9					9
18:00	18:15	13					13
18:15	18:30	11					11
18:30	18:45	10	1			1	11
18:45	19:00	2					2
TOTAL		468	1	14		14	483

Anexo A-3: Conteo vehicular del miércoles 27 de abril del 2022 de la vía Patate-Baños en el tramo km 11+700 – 15+200



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 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

ENSAYADO: JOHNNY SEBASTIÁN ORTIZ SÁNCHEZ

UBICACIÓN: VÍA PATATE-BAÑOS ABS 12+500

CONTEO VEHICULAR DE LA VÍA PATATE-BAÑOS (AMBOS SENTIDOS)

ESTACIÓN:		1	ABSCISA:			12+500	
			SENTIDO:			AMBOS SENTIDOS	
			FECHA:			27/04/2022	
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL
			C-2L	C-2	C-3		
07:00	07:15						
07:15	07:30	13	1			1	14
07:30	07:45	13					13
07:45	08:00	8	1			1	9
08:00	08:15	3					3
08:15	08:30	6					6
08:30	08:45	11	1			1	12
08:45	09:00	15					15
09:00	09:15	26					26
09:15	09:30	18	1				19
09:30	09:45	12					12
09:45	10:00	2					2
10:00	10:15	5	1			1	6
10:15	10:30	10					10
10:30	10:45	10					10
10:45	11:00	6					6
11:00	11:15	12	2			2	14
11:15	11:30	26					26
11:30	11:45	13					13
11:45	12:00	10					10
12:00	12:15	4					4
12:15	12:30	9	1			1	10
12:30	12:45	3					3
12:45	13:00	10					10
13:00	13:15	12					12
13:15	13:30	2					2
13:30	13:45	4	1			1	5
13:45	14:00	5					5
14:00	14:15	8					8
14:15	14:30	7	1			1	8
14:30	14:45	20	1			1	21
14:45	15:00	10					10
15:00	15:15	1					1
15:15	15:30	7					7
15:30	15:45	8	1			1	9
15:45	16:00	15					15
16:00	16:15	11					11
16:15	16:30	12					12
16:30	16:45	8					8
16:45	17:00	9	1			1	10
17:00	17:15	13					13
17:15	17:30	10					10
17:30	17:45	15					15
17:45	18:00	10	1			1	11
18:00	18:15	15					15
18:15	18:30	12					12
18:30	18:45	9	2			2	11
18:45	19:00	4					4
TOTAL		472	1	15		15	488

Anexo A-4: Conteo vehicular del jueves 28 de abril del 2022 de la vía Patate-Baños en el tramo km 11+700 – 15+200



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 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

ENSAYADO: JOHNNY SEBASTIÁN ORTIZ SÁNCHEZ

UBICACIÓN: VÍA PATATE-BAÑOS ABS 12+500

CONTEO VEHICULAR DE LA VÍA PATATE-BAÑOS (AMBOS SENTIDOS)

ESTACIÓN:		1	ABSCISA:			12+500	
			SENTIDO:			AMBOS SENTIDOS	
			FECHA:			28/04/2022	
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL
			C-2L	C-2	C-3		
07:00	07:15						
07:15	07:30	11	1			1	12
07:30	07:45	12					12
07:45	08:00	7					7
08:00	08:15	4	1			1	5
08:15	08:30	4					4
08:30	08:45	12					12
08:45	09:00	15					15
09:00	09:15	28					28
09:15	09:30	17					17
09:30	09:45	11					11
09:45	10:00	3	2			2	5
10:00	10:15	3					3
10:15	10:30	12					12
10:30	10:45	9	1				10
10:45	11:00	6					6
11:00	11:15	13	1			1	14
11:15	11:30	25					25
11:30	11:45	11					11
11:45	12:00	10					10
12:00	12:15	6					6
12:15	12:30	10					10
12:30	12:45	2	1			1	3
12:45	13:00	9					9
13:00	13:15	12					12
13:15	13:30	3					3
13:30	13:45	5					5
13:45	14:00	4					4
14:00	14:15	9					9
14:15	14:30	8					8
14:30	14:45	18					18
14:45	15:00	10	1			1	11
15:00	15:15	1					1
15:15	15:30	6					6
15:30	15:45	7					7
15:45	16:00	15					15
16:00	16:15	10	1			1	11
16:15	16:30	12					12
16:30	16:45	9					9
16:45	17:00	9					9
17:00	17:15	13					13
17:15	17:30	9	2			2	11
17:30	17:45	14					14
17:45	18:00	9					9
18:00	18:15	13	1			1	14
18:15	18:30	11					11
18:30	18:45	10					10
18:45	19:00	3					3
TOTAL		460	1	11		11	472

Anexo A-5: Conteo vehicular del viernes 29 de abril del 2022 de la vía Patate-Baños en el tramo km 11+700 – 15+200

**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 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.**ENSAYADO:** JOHNNY SEBASTIÁN ORTIZ SÁNCHEZ**UBICACIÓN:** VÍA PATATE-BAÑOS ABS 12+500**CONTEO VEHICULAR DE LA VÍA PATATE-BAÑOS (AMBOS SENTIDOS)**

ESTACIÓN:		1	ABSCISA:			12+500		
			SENTIDO:			AMBOS SENTIDOS		
HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL
				C-2L	C-2	C-3		
					FECHA:		29/04/2022	
07:00	07:15	1						1
07:15	07:30	11		1			1	12
07:30	07:45	12						12
07:45	08:00	9						9
08:00	08:15	2		1			1	3
08:15	08:30	4						4
08:30	08:45	12						12
08:45	09:00	16						16
09:00	09:15	27						27
09:15	09:30	17						17
09:30	09:45	10		2			2	12
09:45	10:00	4						4
10:00	10:15	3						3
10:15	10:30	12						12
10:30	10:45	10						10
10:45	11:00	8						8
11:00	11:15	12		1			1	13
11:15	11:30	25	1					26
11:30	11:45	13						13
11:45	12:00	12						12
12:00	12:15	6						6
12:15	12:30	9						9
12:30	12:45	2						2
12:45	13:00	11		1			1	12
13:00	13:15	13						13
13:15	13:30	4						4
13:30	13:45	5		1			1	6
13:45	14:00	5						5
14:00	14:15	8						8
14:15	14:30	8		2			2	10
14:30	14:45	19						19
14:45	15:00	11						11
15:00	15:15	1						1
15:15	15:30	6						6
15:30	15:45	7		1			1	8
15:45	16:00	17						17
16:00	16:15	9						9
16:15	16:30	13						13
16:30	16:45	7						7
16:45	17:00	9		1			1	10
17:00	17:15	15						15
17:15	17:30	10						10
17:30	17:45	15		1			1	16
17:45	18:00	9						9
18:00	18:15	15		1			1	16
18:15	18:30	11						11
18:30	18:45	9						9
18:45	19:00	3						3
TOTAL		477	1	13			13	491

Anexo A-6: Conteo vehicular del sábado 30 de abril del 2022 de la vía Patate-Baños en el tramo km 11+700 – 15+200



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 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

ENSAYADO: JOHNNY SEBASTIÁN ORTIZ SÁNCHEZ

UBICACIÓN: VÍA PATATE-BAÑOS ABS 12+500

CONTEO VEHICULAR DE LA VÍA PATATE-BAÑOS (AMBOS SENTIDOS)

ESTACIÓN:		1	ABSCISA:			12+500		
			SENTIDO:			AMBOS SENTIDOS		
HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL
				C-2L	C-2	C-3		
					FECHA:		30/04/2022	
07:00	07:15	6						6
07:15	07:30	4						4
07:30	07:45	2		1			1	3
07:45	08:00	6						6
08:00	08:15	9						9
08:15	08:30	7						7
08:30	08:45	7		1			1	8
08:45	09:00	4						4
09:00	09:15	9						9
09:15	09:30	8						8
09:30	09:45	17						17
09:45	10:00	13						13
10:00	10:15	10		1			1	11
10:15	10:30	13						13
10:30	10:45	6						6
10:45	11:00	8						8
11:00	11:15	14		2			2	16
11:15	11:30	14						14
11:30	11:45	19						19
11:45	12:00	26						26
12:00	12:15	30						30
12:15	12:30	36		1			1	37
12:30	12:45	54						54
12:45	13:00	57		1			1	58
13:00	13:15	39						39
13:15	13:30	47						47
13:30	13:45	33						33
13:45	14:00	53		1			1	54
14:00	14:15	29						29
14:15	14:30	44						44
14:30	14:45	35		2			2	37
14:45	15:00	42						42
15:00	15:15	42						42
15:15	15:30	22						22
15:30	15:45	45						45
15:45	16:00	46	1	1			1	48
16:00	16:15	27						27
16:15	16:30	45						45
16:30	16:45	33						33
16:45	17:00	29		3			3	32
17:00	17:15	32						32
17:15	17:30	40						40
17:30	17:45	29						29
17:45	18:00	23						23
18:00	18:15	17		1			1	18
18:15	18:30	18						18
18:30	18:45	13						13
18:45	19:00	12						12
TOTAL		1174	1	15			15	1190

Anexo A-7: Conteo vehicular del domingo 01 de mayo del 2022 de la vía Patate-Baños en el tramo km 11+700 – 15+200



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 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

ENSAYADO: JOHNNY SEBASTIÁN ORTIZ SÁNCHEZ

UBICACIÓN: VÍA PATATE-BAÑOS ABS 12+500



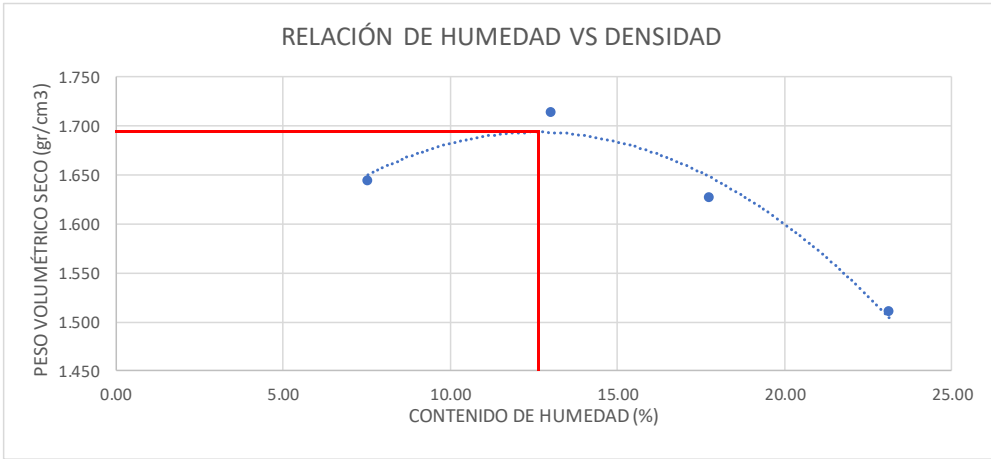
CONTEO VEHICULAR DE LA VÍA PATATE-BAÑOS (AMBOS SENTIDOS)

ESTACIÓN:		1	ABSCISA:			12+500		
			SENTIDO:			AMBOS SENTIDOS		
HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL
				C-2L	C-2	C-3		
					FECHA:		01/05/2022	
07:00	07:15	5						5
07:15	07:30	5		1			1	6
07:30	07:45	2						2
07:45	08:00	7						7
08:00	08:15	7						7
08:15	08:30	7						7
08:30	08:45	9						9
08:45	09:00	6						6
09:00	09:15	9		1			1	10
09:15	09:30	7						7
09:30	09:45	16		1			1	17
09:45	10:00	15						15
10:00	10:15	9						9
10:15	10:30	12						12
10:30	10:45	7						7
10:45	11:00	11						11
11:00	11:15	12						12
11:15	11:30	16						16
11:30	11:45	22						22
11:45	12:00	27						27
12:00	12:15	35						35
12:15	12:30	47						47
12:30	12:45	59						59
12:45	13:00	70						70
13:00	13:15	52						52
13:15	13:30	68		1			1	69
13:30	13:45	33						33
13:45	14:00	52						52
14:00	14:15	30		1			1	31
14:15	14:30	42	1	1			1	44
14:30	14:45	35						35
14:45	15:00	43						43
15:00	15:15	41						41
15:15	15:30	25						25
15:30	15:45	45						45
15:45	16:00	47						47
16:00	16:15	27	1	2			2	30
16:15	16:30	48						48
16:30	16:45	34		1			1	35
16:45	17:00	28		2			2	30
17:00	17:15	33						33
17:15	17:30	40		1			1	41
17:30	17:45	30						30
17:45	18:00	21						21
18:00	18:15	20						20
18:15	18:30	20						20
18:30	18:45	16		1			1	17
18:45	19:00	14						14
TOTAL		1266	2	13			13	1281



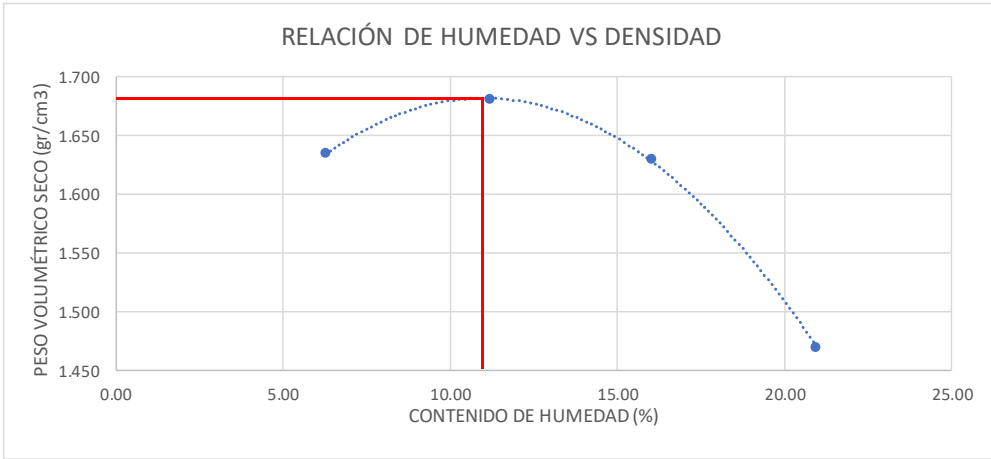
ANEXOS B

**PROCTOR MODIFICADO
Y CBR**



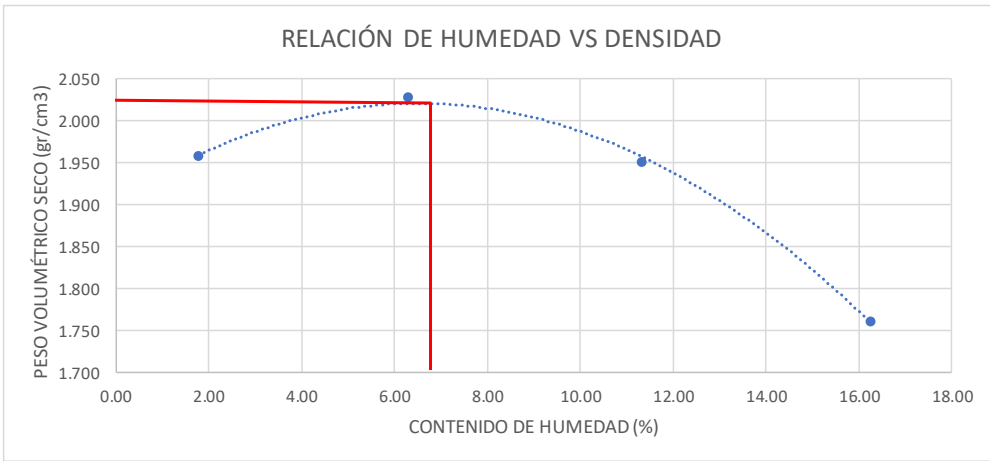
Anexo B-1: Ensayo Proctor Modificado en la abscisa 12+500 de la vía Patate-Baños.

		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 11+700 – 15+200 de la provincia de Tungurahua.								
ABS : 12+500				Muestra: Subrasante				
Norma: ASTM-D1557 / AASHTO T 180				Ensayado por: Johnny Ortiz				
Profundidad: 1.35m				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	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)	16870.00	17263.00	17214.00	17083.00				
Peso suelo humedo (Wm) (gr)	4115.00	4508.00	4459.00	4328.00				
Peso unitario humedo (γ _m) (gr/cm ³)	1.768	1.937	1.916	1.860				
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6	7	8
Peso del recipiente (W _r) (gr)	31.00	30.89	25.51	25.96	31.14	30.70	31.18	30.20
Peso húmedo + recipiente (W _m +W _r) (gr)	97.96	99.37	98.77	99.25	111.77	113.58	179.89	158.59
Peso seco + recipiente (W _s +W _r) (gr)	93.24	94.58	90.96	90.19	99.44	101.25	150.80	135.48
Peso sólidos (W _s) (gr)	62.24	63.69	65.45	64.23	68.30	70.55	119.62	105.28
Peso del agua (W _w) (gr)	4.72	4.79	7.81	9.06	12.33	12.33	29.09	23.11
Contenido de humedad (W %)	7.58	7.52	11.93	14.11	18.05	17.48	24.32	21.95
Cont. De humedad promedio (W %)	7.55		13.02		17.76		23.13	
Peso volumétrico seco (γ _d) (gr/cm ³)	1.644		1.714		1.627		1.510	
RESULTADOS								
Contenido de humedad Óptimo (%)				Densidad seca Máxima (gr/cm ³)				
12.580				1.696				
<p style="text-align: center;">RELACIÓN DE HUMEDAD VS DENSIDAD</p> 								



Anexo B-2: Ensayo Proctor Modificado en la abscisa 13+750 de la vía Patate-Baños.

		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 11+700 – 15+200 de la provincia de Tungurahua.								
ABS : 13+750				Muestra: Subrasante				
Norma: ASTM-D1557 / AASHTO T 180				Ensayado por: Johnny Ortiz				
Profundidad: 1.35m				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:	2321.36	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)	16790.00	17093.00	17144.00	16883.00				
Peso suelo humedo (Wm) (gr)	4035.00	4338.00	4389.00	4128.00				
Peso unitario humedo (γ _m) (gr/cm ³)	1.738	1.869	1.891	1.778				
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6	7	8
Peso del recipiente (W _r) (gr)	30.87	31.02	25.65	26.04	31.28	30.89	31.14	30.12
Peso húmedo + recipiente (W _m +W _r) (gr)	100.06	104.80	107.41	102.96	114.23	115.78	182.45	161.78
Peso seco + recipiente (W _s +W _r) (gr)	95.78	100.62	99.22	95.18	102.84	103.98	156.45	138.77
Peso sólidos (W _s) (gr)	64.91	69.60	73.57	69.14	71.56	73.09	125.31	108.65
Peso del agua (W _w) (gr)	4.28	4.18	8.19	7.78	11.39	11.80	26.00	23.01
Contenido de humedad (W %)	6.59	6.01	11.13	11.25	15.92	16.14	20.75	21.18
Cont. De humedad promedio (W %)	6.30		11.19		16.03		20.96	
Peso volumétrico seco (γ _d) (gr/cm ³)	1.635		1.681		1.629		1.470	
RESULTADOS								
Contenido de humedad Óptimo (%)				Densidad seca Máxima (gr/cm ³)				
11.010				1.682				
<p style="text-align: center;">RELACIÓN DE HUMEDAD VS DENSIDAD</p> 								

Anexo B-3: Ensayo Proctor Modificado en la abscisa 14+360 de la vía Patate-Baños.

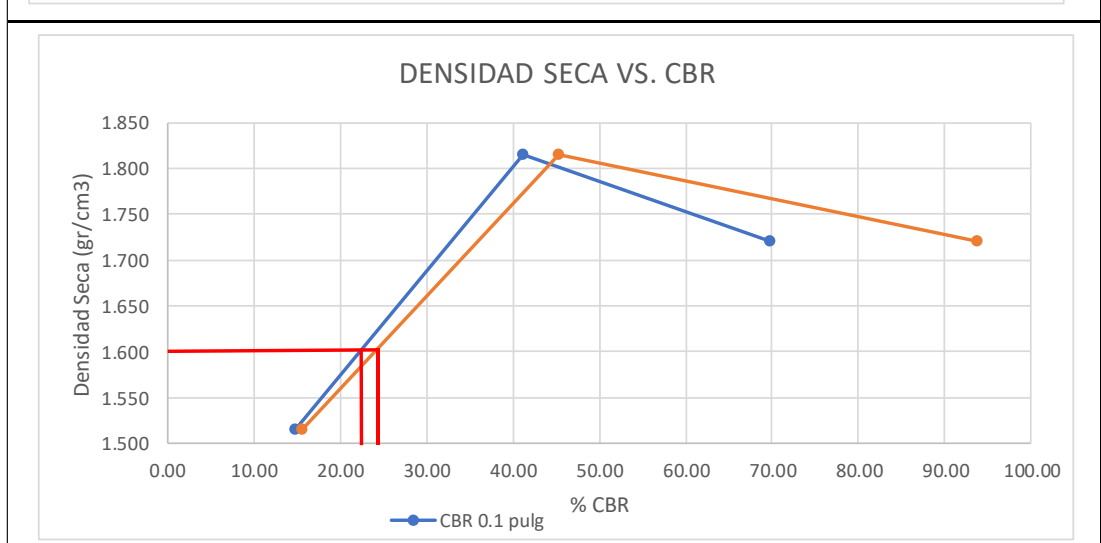
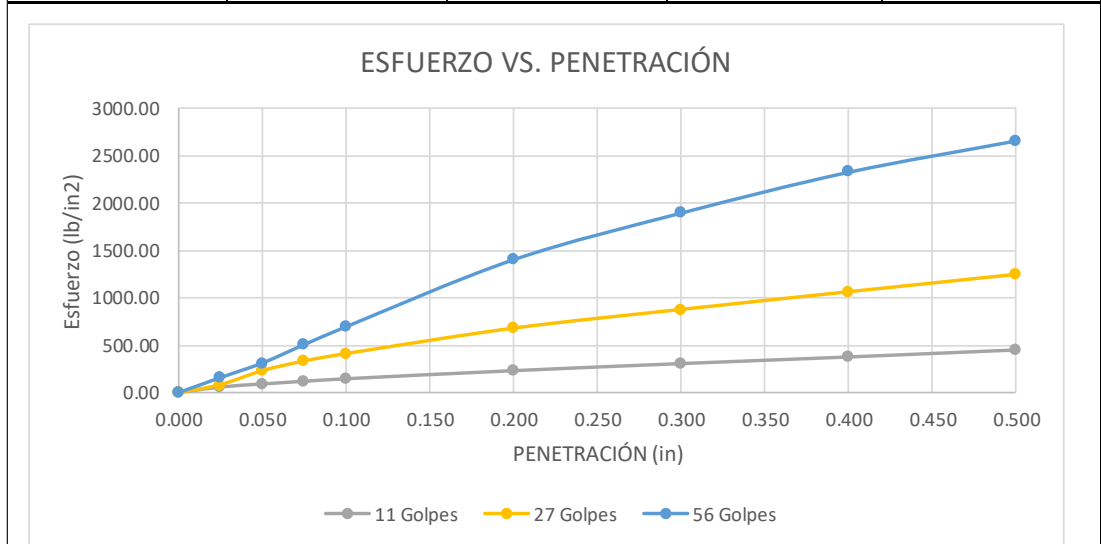
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 11+700 – 15+200 de la provincia de Tungurahua.								
ABS : 14+360				Muestra: Subrasante				
Norma: ASTM-D1557 / AASHTO T 180				Ensayado por: Johnny Ortiz				
Profundidad: 1.35m				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:	12850	gr		
Número de capas	5.00	Peso del martillo:	10 lb	Volumen del molde:	2332.65	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)	17497.00	17877.00	17917.00	17627.00				
Peso suelo humedo (Wm) (gr)	4647.00	5027.00	5067.00	4777.00				
Peso unitario humedo (γ _m) (gr/cm ³)	1.992	2.155	2.172	2.048				
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6	7	8
Peso del recipiente (W _r) (gr)	32.97	32.43	30.84	30.98	27.27	23.40	25.22	24.18
Peso húmedo + recipiente (W _m +W _r) (gr)	168.13	155.71	116.78	107.76	107.00	101.33	132.22	137.47
Peso seco + recipiente (W _s +W _r) (gr)	165.89	153.44	111.55	103.33	99.14	93.13	117.26	121.59
Peso sólidos (W _s) (gr)	132.92	121.01	80.71	72.35	71.87	69.73	92.04	97.41
Peso del agua (W _w) (gr)	2.24	2.27	5.23	4.43	7.86	8.20	14.96	15.88
Contenido de humedad (W %)	1.69	1.88	6.48	6.12	10.94	11.76	16.25	16.30
Cont. De humedad promedio (W %)	1.78		6.30		11.35		16.28	
Peso volumétrico seco (γ _d) (gr/cm ³)	1.957		2.027		1.951		1.761	
RESULTADOS								
Contenido de humedad Óptimo (%)				Densidad seca Máxima (gr/cm ³)				
6.580				2.024				
<p style="text-align: center;">RELACIÓN DE HUMEDAD VS DENSIDAD</p> 								

Anexo B-4: Ensayo de CBR en la abscisa 12+500 de la vía Patate-Baños.



 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 11+700 – 15+200 de la provincia de Tungurahua.						
ABS : 12+500			Muestra: Subrasante			
Norma: ASTMD- 1883			Ensayado por: Johnny Ortiz			
Profundidad: 1.35m			W óptimo: 12.58			
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
Molde	A		B		c	
Dimensiones	Diámetro:	15.12	Diámetro:	15.11	Diámetro:	15.19
	Altura:	12.96	Altura:	12.91	Altura:	12.94
PROCESO DE COMPACTACIÓN						
Número golpes	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	12075.00		13924.00		12789.00	
Masa Molde (gr)	8045.00		9149.00		8267.00	
Masa de la muestra húmeda (gr)	4030.00		4775.00		4522.00	
Volumen de lamuestra (cm3)	2327.01		2314.97		2344.98	
Peso unitario humedo (γ_m) (gr/cm3)	1.732		2.063		1.928	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (Wr) (gr)	33.63	33.44	24.02	31.06	25.22	30.77
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	139.59	141.17	94.44	93.62	101.83	117.67
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	126.68	127.34	86.16	85.96	94.74	107.07
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	93.05	93.90	62.14	54.90	69.52	76.30
Masa del agua (Ww) (gr)	12.91	13.83	8.28	7.66	7.09	10.60
Contenido de humedad (W %)	13.87	14.73	13.32	13.95	10.20	13.89
Cont. De humedad promedio (W %)	14.30		13.64		12.05	
Peso volumétrico seco (γ_d) (gr/cm3)	1.515		1.815		1.721	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	12251.00		13502.00		12769.00	
Masa Molde (gr)	8045.00		9149.00		8267.00	
Masa de la muestra húmeda (gr)	4206.00		4353.00		4502.00	
Volumen de lamuestra (cm3)	2327.01		2314.97		2344.98	
Peso unitario humedo (γ_m) (gr/cm3)	1.807		1.880		1.920	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (Wr) (gr)	30.90	30.80	25.75	24.79	32.22	32.57
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	93.79	90.34	111.23	104.35	145.98	145.97
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	83.26	79.91	97.50	91.42	129.93	128.79
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	52.36	49.11	71.75	66.63	97.71	96.22
Masa del agua (Ww) (gr)	10.53	10.43	13.73	12.93	16.05	17.18
Contenido de humedad (W %)	20.11	21.24	19.14	19.41	16.43	17.85
Cont. De humedad promedio (W %)	20.67		19.27		17.14	
Peso volumétrico seco (γ_d) (gr/cm3)	1.498		1.577		1.639	
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	
	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	178.20	59.40	252.80	84.27	476.30	158.77
0.050	276.10	92.03	693.90	231.30	939.60	313.20
0.075	362.30	120.77	999.90	333.30	1523.30	507.77
0.100	443.20	147.73	1233.50	411.17	2090.90	696.97
0.200	703.20	234.40	2037.50	679.17	4218.50	1406.17
0.300	930.30	310.10	2628.10	876.03	5698.30	1899.43
0.400	1142.10	380.70	3187.70	1062.57	6996.30	2332.10
0.500	1368.50	456.17	3737.60	1245.87	7992.10	2664.03

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	147.73	14.77	1.515	234.40	15.63	1.515
B	411.17	41.12	1.815	679.17	45.28	1.815
C	696.97	69.70	1.721	1406.17	93.74	1.721
Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)	1.682					
DSM	%CBR 0,1 in		%CBR 0,2 in		% CBR MAYOR	
95%	1.598	22.04	23.81	23.81		

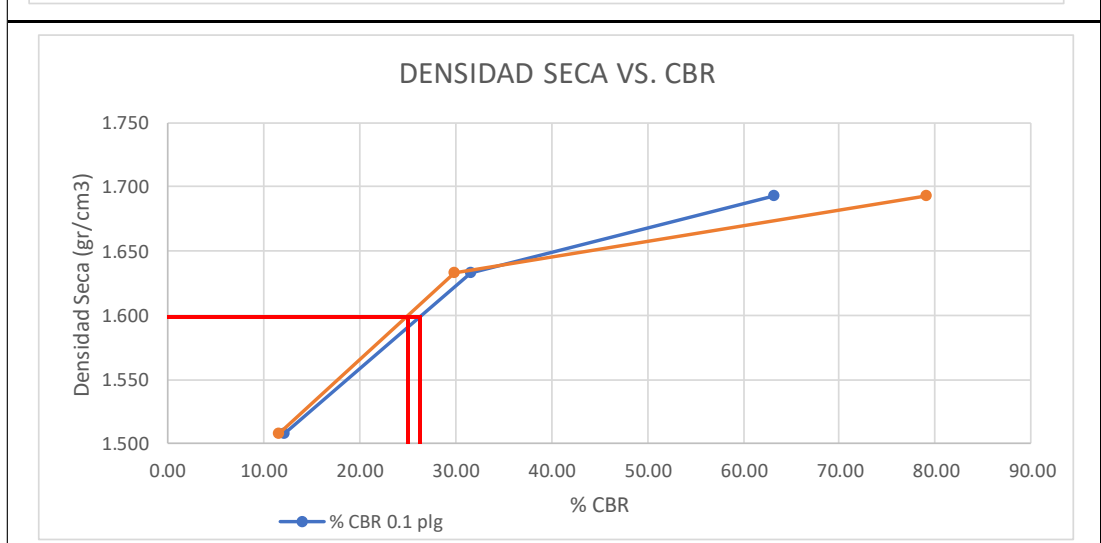
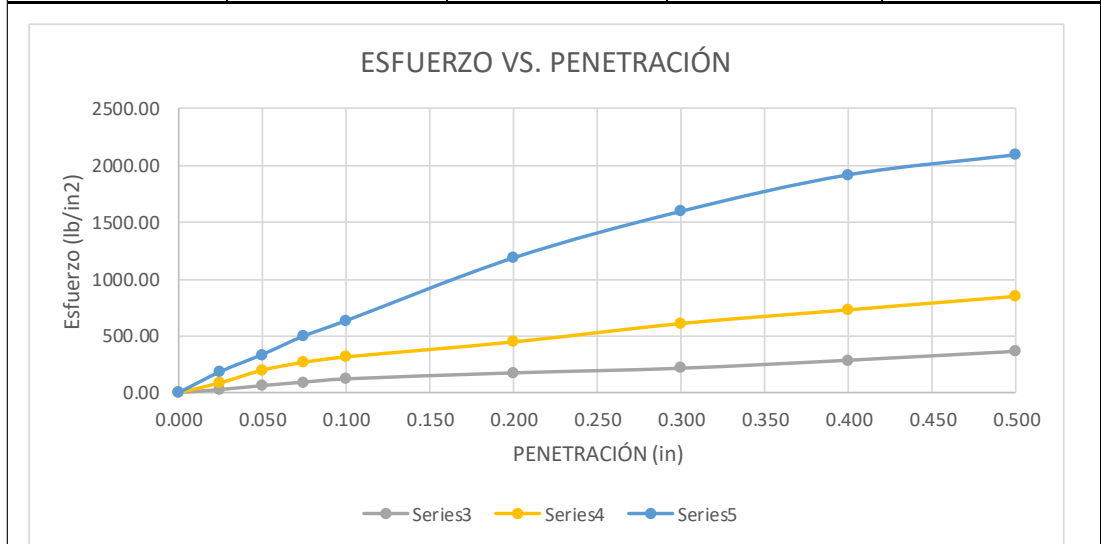


Anexo B-5: Ensayo de CBR en la abscisa 13+750 de la vía Patate-Baños.



		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 11+700 – 15+200 de la provincia de Tungurahua.							
ABS : 13+750			Muestra: Subrasante				
Norma: ASTMD- 1883			Ensayado por: Johnny Ortiz				
Profundidad: 1.35m			W óptimo: 11.01				
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)							
Molde	A		B		c		
Dimensiones	Diámetro:	15.12	Diámetro:	15.12	Diámetro:	15.19	
	Altura:	12.96	Altura:	12.92	Altura:	12.90	
PROCESO DE COMPACTACIÓN							
Número golpes	11		27		56		
Muestra húmeda + molde (gr)	12081.00		13527.00		12881.00		
Masa Molde (gr)	8038.00		9137.00		8241.00		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4043.00		4390.00		4640.00		
Volumen de lamuestra (cm3)	2327.01		2319.83		2337.73		
Peso unitario humedo (γ_m) (gr/cm3)	1.737		1.892		1.985		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	33.12	33.33	24.06	31.12	25.27	30.81	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	142.87	144.27	96.68	96.33	104.71	120.45	
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	128.78	129.17	87.17	86.97	93.12	107.16	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	95.66	95.84	63.11	55.85	67.85	76.35	
Masa del agua (Ww) (gr)	14.09	15.10	9.51	9.36	11.59	13.29	
Contenido de humedad (W %)	14.73	15.76	15.07	16.76	17.08	17.41	
Cont. De humedad promedio (W %)	15.24		15.91		17.24		
Peso volumétrico seco (γ_d) (gr/cm3)	1.508		1.633		1.693		
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Muestra húmeda + molde (gr)	12151.00		13802.00		13169.00		
Masa Molde (gr)	8038.00		9137.00		8241.00		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4113.00		4665.00		4928.00		
Volumen de lamuestra (cm3)	2327.01		2319.83		2337.73		
Peso unitario humedo (γ_m) (gr/cm3)	1.768		2.011		2.108		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	30.99	30.87	25.79	24.82	32.27	32.78	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	95.81	91.27	112.15	105.28	146.46	146.71	
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	85.25	81.19	99.14	92.71	131.07	130.27	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	54.26	50.32	73.35	67.89	98.80	97.49	
Masa del agua (Ww) (gr)	10.56	10.08	13.01	12.57	15.39	16.44	
Contenido de humedad (W %)	19.46	20.03	17.74	18.52	15.58	16.86	
Cont. De humedad promedio (W %)	19.75		18.13		16.22		
Peso volumétrico seco (γ_d) (gr/cm3)	1.476		1.702		1.814		
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	
	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	81.20	27.07	261.40	87.13	555.40	185.13
0.050	186.20	62.07	595.70	198.57	1006.40	335.47
0.075	278.60	92.87	805.60	268.53	1498.80	499.60
0.100	364.80	121.60	947.80	315.93	1898.20	632.73
0.200	524.90	174.97	1346.50	448.83	3556.80	1185.60
0.300	648.20	216.07	1834.70	611.57	4785.30	1595.10
0.400	861.70	287.23	2199.10	733.03	5748.90	1916.30
0.500	1099.30	366.43	2558.40	852.80	6278.40	2092.80

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	121.60	12.16	1.508	174.97	11.66	1.508
B	315.93	31.59	1.633	448.83	29.92	1.633
C	632.73	63.27	1.693	1185.60	79.04	1.693
Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)	1.682					
DSM	%CBR 0,1 in	%CBR 0,2 in		% CBR MAYOR		
95%	1.598	26.20	24.86	26.20		

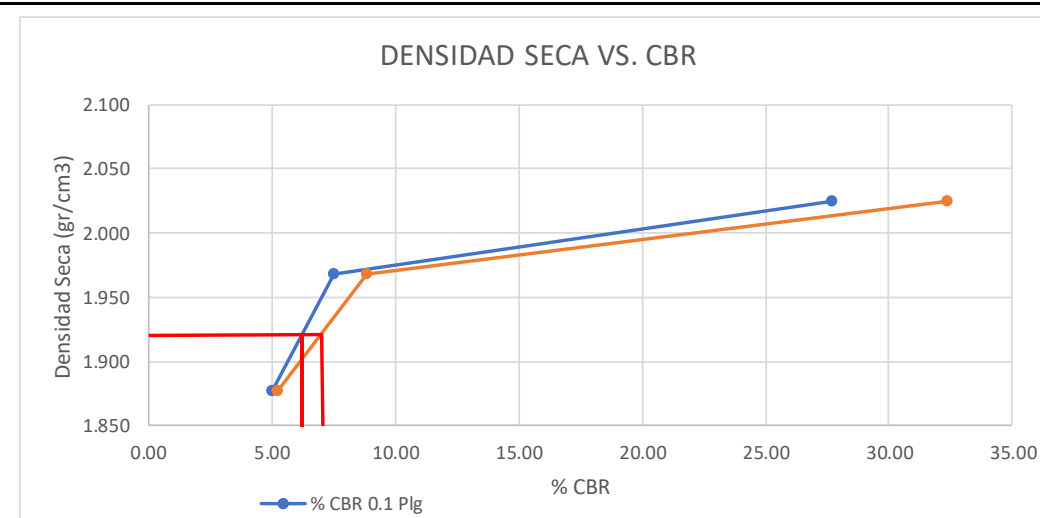
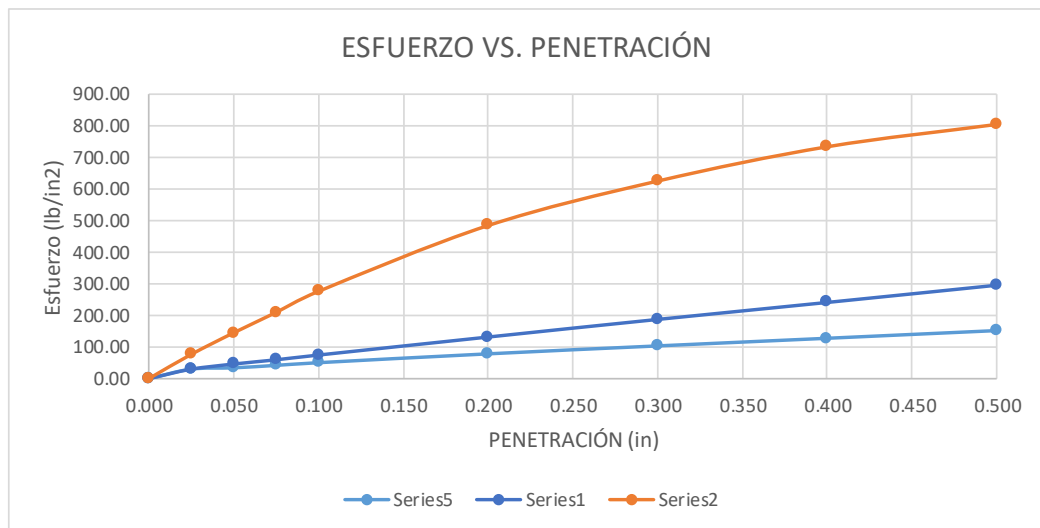


Anexo B-6: Ensayo de CBR en la abscisa 14+360 de la vía Patate-Baños.

 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 11+700 – 15+200 de la provincia de Tungurahua.						
ABS : 14+360			Muestra: Subrasante			
Norma: ASTMD- 1883			Ensayado por: Johnny Ortiz			
Profundidad: 1.35m			W óptimo: 6.58			
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
Molde	A		B		c	
Dimensiones	Diámetro:	15.10	Diámetro:	15.14	Diámetro:	15.19
	Altura:	12.94	Altura:	12.93	Altura:	12.89
PROCESO DE COMPACTACIÓN						
Número golpes	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	11699.00		10782.00		11373.00	
Masa Molde (gr)	7016.00		5832.00		6292.00	
Masa de la muestra húmeda (gr)	4683.00		4950.00		5081.00	
Volumen de lamuestra (cm3)	2317.28		2327.77		2335.92	
Peso unitario humedo (γ_m) (gr/cm3)	2.021		2.126		2.175	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (Wr) (gr)	33.62	33.41	30.76	31.07	24.64	28.81
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	171.36	175.72	103.76	109.98	106.18	101.38
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	161.29	165.79	98.57	103.86	100.60	96.32
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	127.67	132.38	67.81	72.79	75.96	67.51
Masa del agua (Ww) (gr)	10.07	9.93	5.19	6.12	5.58	5.06
Contenido de humedad (W %)	7.89	7.50	7.65	8.41	7.35	7.50
Cont. De humedad promedio (W %)	7.69		8.03		7.42	
Peso volumétrico seco (γ_d) (gr/cm3)	1.877		1.968		2.025	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	11940.00		10941.00		11492.00	
Masa Molde (gr)	7016.00		5832.00		6292.00	
Masa de la muestra húmeda (gr)	4924.00		5109.00		5200.00	
Volumen de lamuestra (cm3)	2317.28		2327.77		2335.92	
Peso unitario humedo (γ_m) (gr/cm3)	2.125		2.195		2.226	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (Wr) (gr)	27.08	24.06	23.77	25.21	22.79	23.41
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	94.92	105.65	122.21	120.73	108.22	103.29
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	84.67	94.54	108.60	108.14	97.60	93.78
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	57.59	70.48	84.83	82.93	74.81	70.37
Masa del agua (Ww) (gr)	10.25	11.11	13.61	12.59	10.62	9.51
Contenido de humedad (W %)	17.80	15.76	16.04	15.18	14.20	13.51
Cont. De humedad promedio (W %)	16.78		15.61		13.86	
Peso volumétrico seco (γ_d) (gr/cm3)	1.820		1.898		1.955	
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/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	90.10	30.03	90.10	30.03	230.60	76.87
0.050	102.50	34.17	139.60	46.53	435.90	145.30
0.075	125.60	41.87	179.80	59.93	629.60	209.87
0.100	151.10	50.37	225.20	75.07	830.10	276.70
0.200	234.60	78.20	396.90	132.30	1456.80	485.60
0.300	309.70	103.23	564.80	188.27	1880.00	626.67
0.400	381.80	127.27	726.80	242.27	2206.70	735.57
0.500	454.60	151.53	891.20	297.07	2419.60	806.53

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	50.37	5.04	1.877	78.20	5.21	1.877
B	75.07	7.51	1.968	132.30	8.82	1.968
C	276.70	27.67	2.025	485.60	32.37	2.025
Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)			2.024			
DSM		%CBR 0,1 in	%CBR 0,2 in	% CBR MAYOR		
95%	1.923	6.89	8.04	8.04		

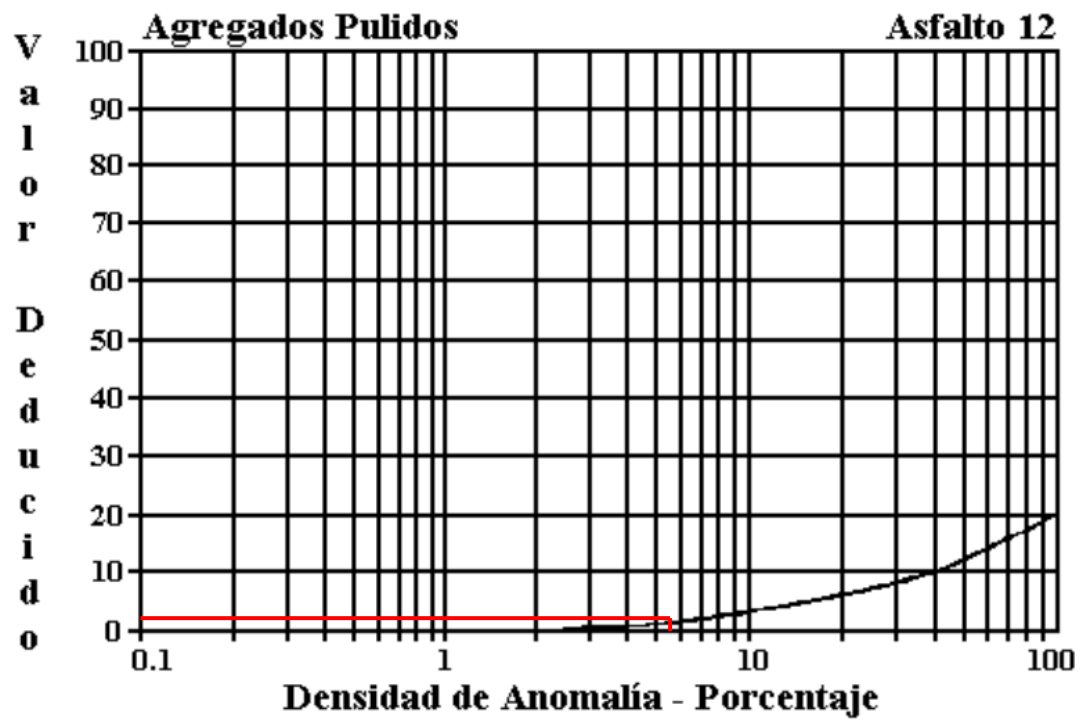


ANEXOS C

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

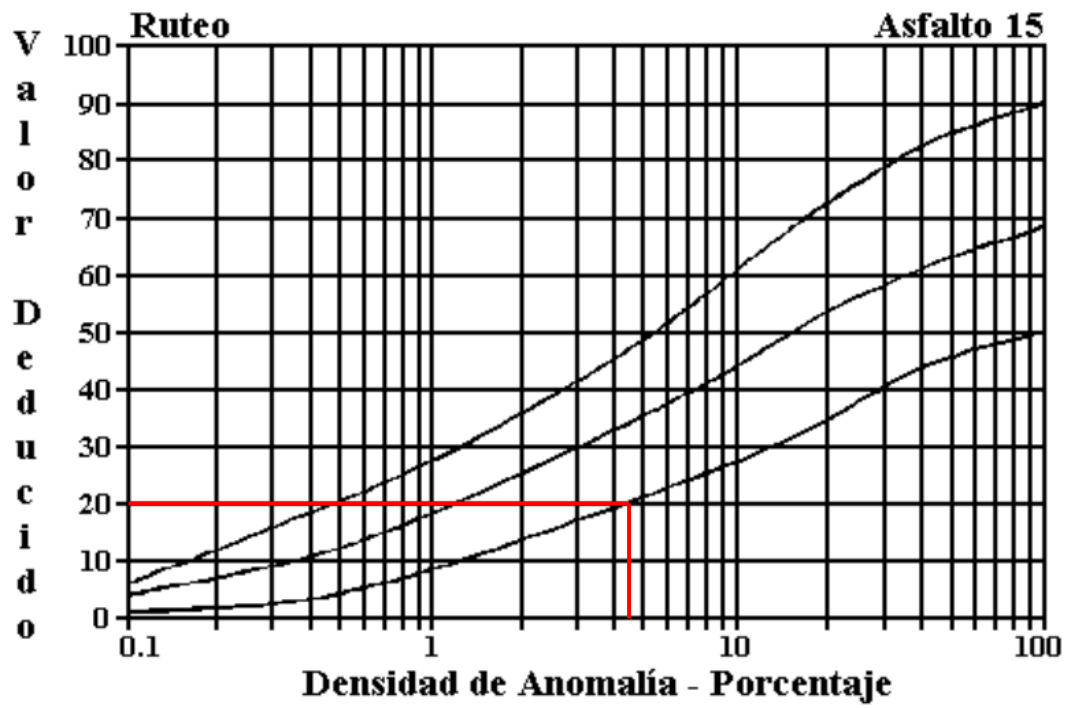
Anexo C-1: Evaluación con el método PCI entre la abscisa 11+700 a las 11+740 de la vía Patate-Baños

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil				
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.						
Abs Inicial:	11+700	Área de muestras (m2):	200	FECHA:	22/05/2022	
ABS Final:	11+740	Unidad de muestreo:	1			
Ancho del Carril:	5	Tramo:				
NÚMERO	FALLAS		ESQUEMA			
1	Piel de Cocodrilo					
2	Exudación					
3	Agrietamiento en bloque					
4	Abultamiento y hundimiento					
5	Corrugación					
6	Depresión					
7	Grieta de borde					
8	Grieta de reflexión de junta					
9	Desnivel carril/berma					
10	Grieta longitudinal/transversal					
11	Parcheo					
12	Pulimiento de agregados					
13	Huecos					
14	Cruce de vía férrea					
15	Ahuellamiento					
16	Desplazamiento					
17	Grieta Parabólica					
18	Hinchamiento					
19	Desprendimiento de agregados					
FALLA #	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
10	L	2.8		2.8	1.40	5
12	L	5.80*0.70	8.50*0.85	11.285	5.64	1
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):						6
PCI = 100-VDT =						94



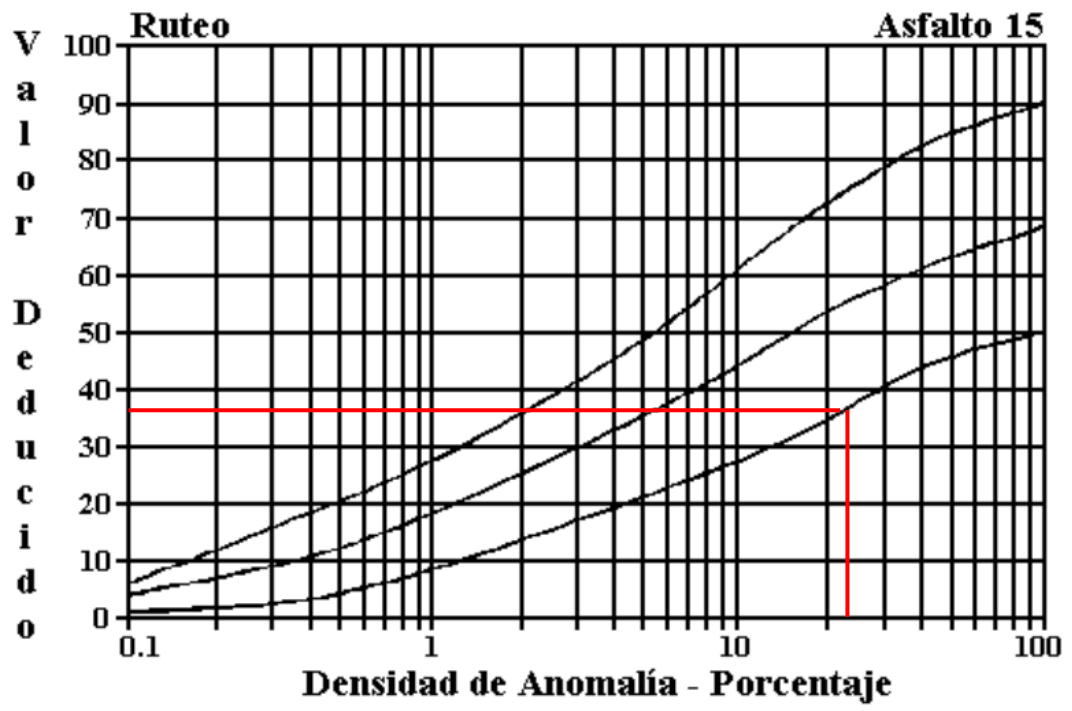
Anexo C-2: Evaluación con el método PCI entre la abscisa 11+940 a las 11+980 de la vía Patate-Baños

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil						
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.						
Abs Inicial:	11+940	Área de muestras (m2):	226	FECHA:	22/05/2022	
ABS Final:	11+980	Unidad de muestreo:	2			
Ancho del Carril:	5.65	Tramo:				
NÚMERO	FALLAS		ESQUEMA			
1	Piel de Cocodrilo					
2	Exudación					
3	Agrietamiento en bloque					
4	Abultamiento y hundimiento					
5	Corrugación					
6	Depresión					
7	Grieta de borde					
8	Grieta de reflexión de junta					
9	Desnivel carril/berma					
10	Grieta longitudinal/transversal					
11	Parcheo					
12	Pulimiento de agregados					
13	Huecos					
14	Cruce de vía férrea					
15	Ahuellamiento					
16	Desplazamiento					
17	Grieta Parabólica					
18	Hinchamiento					
19	Desprendimiento de agregados					
FALLA #	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
15	L	24.90*0.2*2		9.96	4.41	20
				VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		20
				PCI = 100-VDT =		80




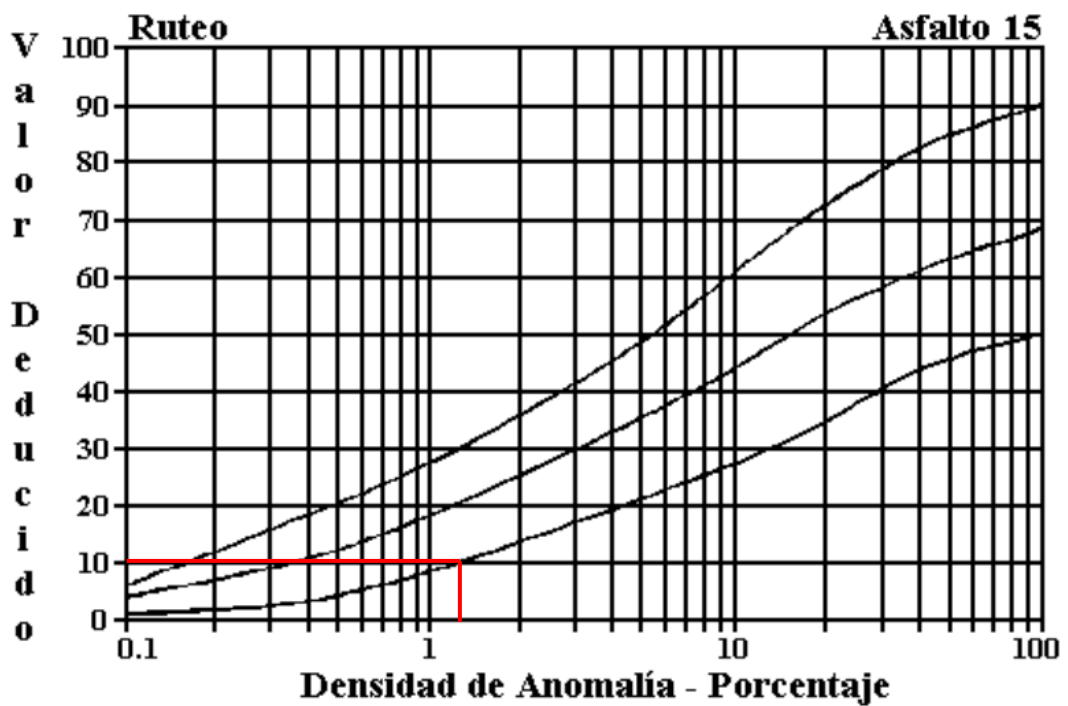
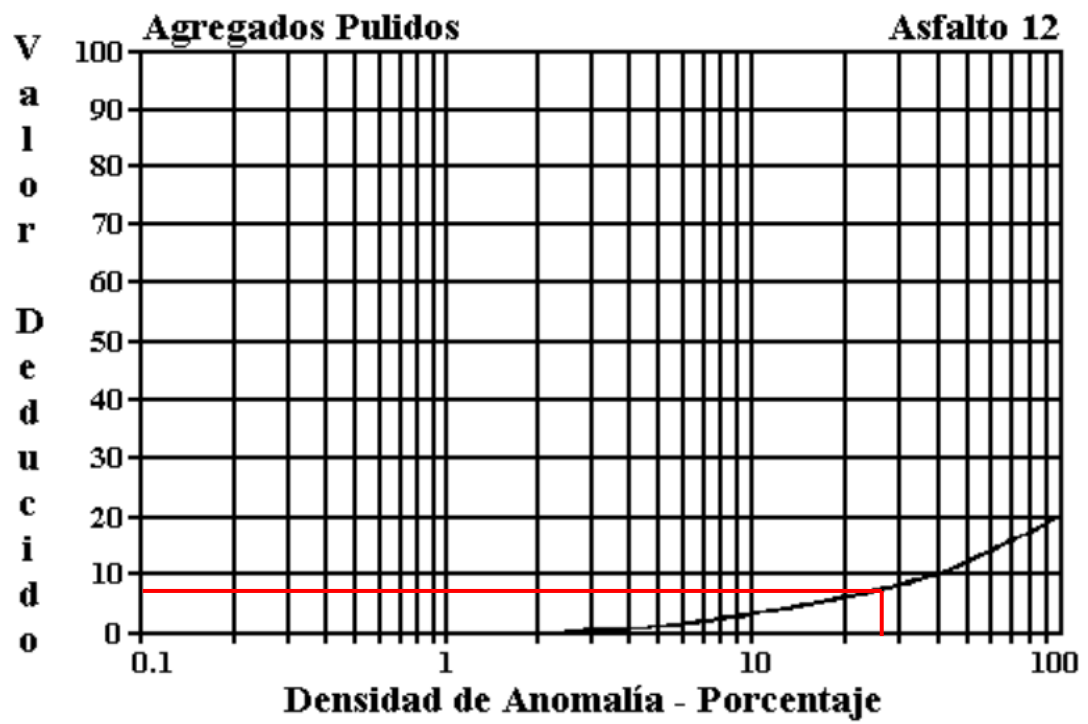
Anexo C-3: Evaluación con el método PCI entre la abscisa 12+180 a las 12+220 de la vía Patate-Baños

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil				
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.						
Abs Inicial:	12+180	Área de muestras (m2):	226	FECHA:	22/05/2022	
ABS Final:	12+220	Unidad de muestreo:	3			
Ancho del Carril:	5.65	Tramo:				
NÚMERO	FALLAS		ESQUEMA			
1	Piel de Cocodrilo	m2				
2	Exudación	m2				
3	Agrietamiento en bloque	m2				
4	Abultamiento y hundimiento	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	Grieta longitudinal/transversal	m				
11	Parcheo	m2				
12	Pulimiento de agregados	m2				
13	Huecos	u				
14	Cruce de vía férrea	m2				
15	Ahuellamiento	m2				
16	Desplazamiento	m2				
17	Grieta Parabólica	m2				
18	Hinchamiento	m2				
19	Desprendimiento de agregados	m2				
FALLA #	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
15	L	40*0.45*3		54	23.89	33
				VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		33
				PCI = 100-VDT =		67



Anexo C-4: Evaluación con el método PCI entre la abscisa 12+420 a las 12+460 de la vía Patate-Baños

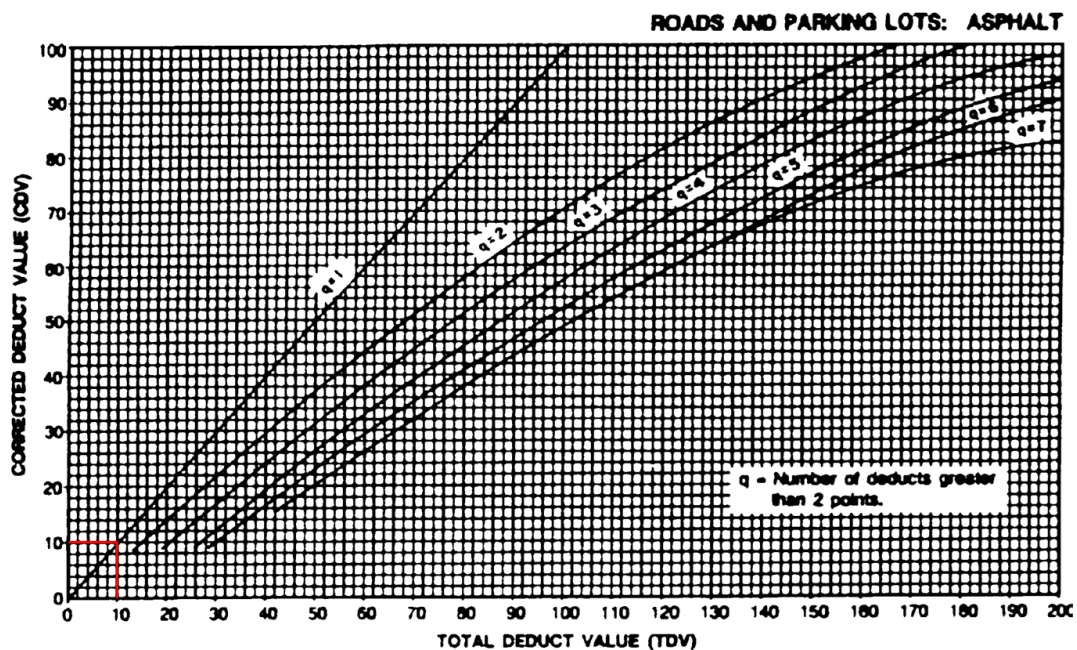
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil						
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.						
Abs Inicial:	12+420	Área de muestras (m2):	212	FECHA:	22/05/2022	
ABS Final:	12+460	Unidad de muestreo:	4			
Ancho del Carril:	5.3	Tramo:				
NÚMERO	FALLAS		ESQUEMA			
1	Piel de Cocodrilo					
2	Exudación					
3	Agrietamiento en bloque					
4	Abultamiento y hundimiento					
5	Corrugación					
6	Depresión					
7	Grieta de borde					
8	Grieta de reflexión de junta					
9	Desnivel carril/berma					
10	Grieta longitudinal/transversal					
11	Parcheo					
12	Pulimiento de agregados					
13	Huecos					
14	Cruce de vía férrea					
15	Ahuellamiento					
16	Desplazamiento					
17	Grieta Parabólica					
18	Hinchamiento					
19	Desprendimiento de agregados					
FALLA #	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
12	L	12*4		48	22.64	7
15	L	3*0.6*2		3.6	1.70	10
				VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		
				PCI = 100-VDT =		



VALOR DEDUCIDO MÁXIMO COMPENSADO

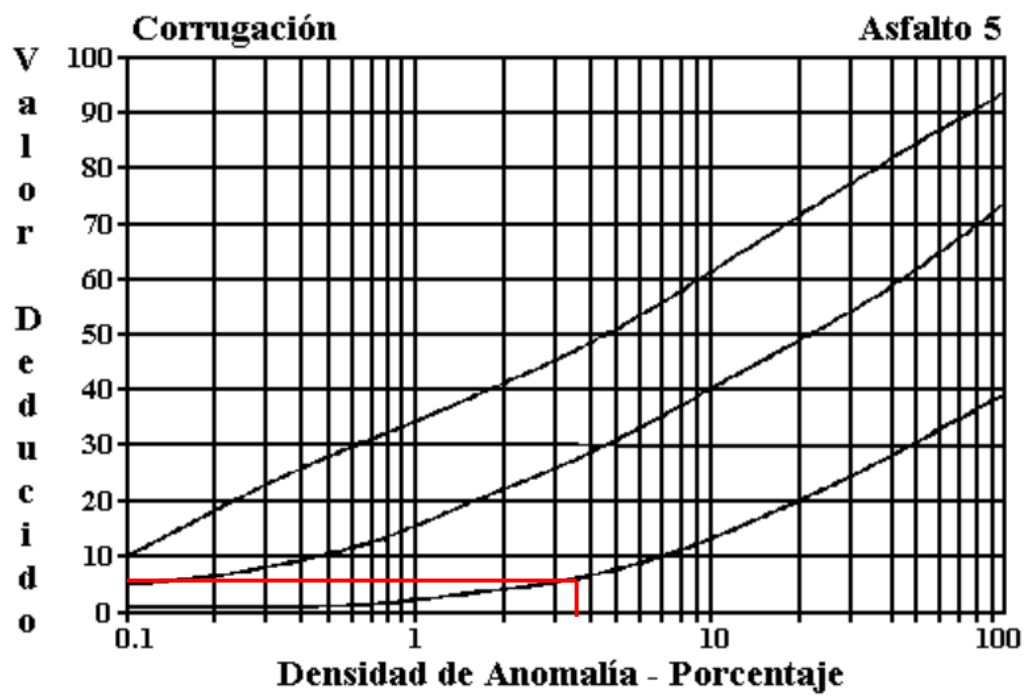
#	VALOR DEDUCIDO				Total	q	CDV
1	10	7					
2	10				10	1	10

HDV=10	m=1.92
CDV=10	PCI=90



Anexo C-5: Evaluación con el método PCI entre la abscisa 12+660 a las 12+700 de la vía Patate-Baños

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil				
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.						
Abs Inicial:	12+660	Área de muestras (m2):	224	FECHA:	22/05/2022	
ABS Final:	12+700	Unidad de muestreo:	5			
Ancho del Carril:	5.6	Tramo:				
NÚMERO	FALLAS		ESQUEMA			
1	Piel de Cocodrilo	m2				
2	Exudación	m2				
3	Agrietamiento en bloque	m2				
4	Abultamiento y hundimiento	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	Grieta longitudinal/transversal	m				
11	Parcheo	m2				
12	Pulimiento de agregados	m2				
13	Huecos	u				
14	Cruce de vía férrea	m2				
15	Ahuellamiento	m2				
16	Desplazamiento	m2				
17	Grieta Parabólica	m2				
18	Hinchamiento	m2				
19	Desprendimiento de agregados	m2				
FALLA #	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
5	L	23*0.3		6.9	3.08	5
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):						5
PCI = 100-VDT =						95



Anexo C-6: Evaluación con el método PCI entre la abscisa 12+900 a las 12+940 de la vía Patate-Baños

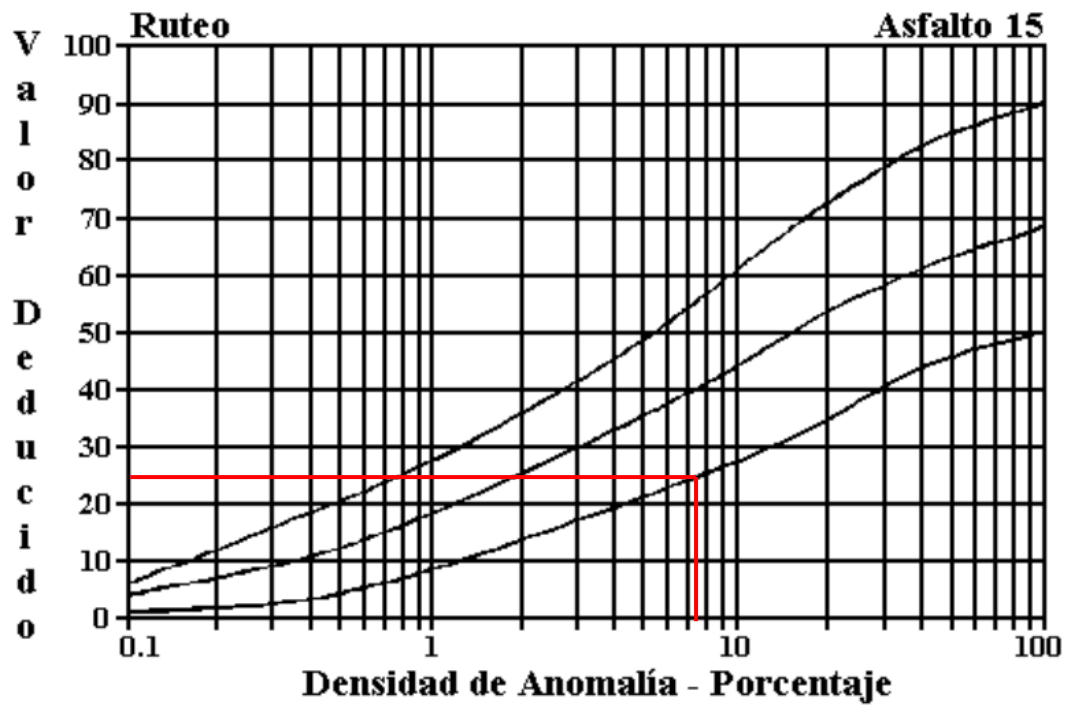
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil				
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.						
Abs Inicial:	12+900	Área de muestras (m2):	186	FECHA:	22/05/2022	
ABS Final:	12+940	Unidad de muestreo:	6			
Ancho del Carril:	4.65	Tramo:				
NÚMERO	FALLAS		ESQUEMA			
1	Piel de Cocodrilo	m2				
2	Exudación	m2				
3	Agrietamiento en bloque	m2				
4	Abultamiento y hundimiento	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	Grieta longitudinal/transversal	m				
11	Parcheo	m2				
12	Pulimiento de agregados	m2				
13	Huecos	u				
14	Cruce de vía férrea	m2				
15	Ahuellamiento	m2				
16	Desplazamiento	m2				
17	Grieta Parabólica	m2				
18	Hinchamiento	m2				
19	Desprendimiento de agregados	m2				
FALLA #	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
15	L	40*0.3		24	12.90	28
				VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		28
				PCI = 100-VDT =		72

Anexo C-7: Evaluación con el método PCI entre la abscisa 13+140 a las 13+180 de la vía Patate-Baños

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil			
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.					
Abs Inicial:	13+140	Área de muestras (m2):	222	FECHA:	22/05/2022
ABS Final:	13+180	Unidad de muestreo:	7		
Ancho del Carril:	5.55	Tramo:			
NÚMERO	FALLAS		ESQUEMA		
1	Piel de Cocodrilo	m2			
2	Exudación	m2			
3	Agrietamiento en bloque	m2			
4	Abultamiento y hundimiento	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	Grieta longitudinal/transversal	m			
11	Parcheo	m2			
12	Pulimiento de agregados	m2			
13	Huecos	u			
14	Cruce de vía férrea	m2			
15	Ahuellamiento	m2			
16	Desplazamiento	m2			
17	Grieta Parabólica	m2			
18	Hinchamiento	m2			
19	Desprendimiento de agregados	m2			
FALLA #	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
FALLO TOTAL					
			VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		0
			PCI = 100-VDT =		0

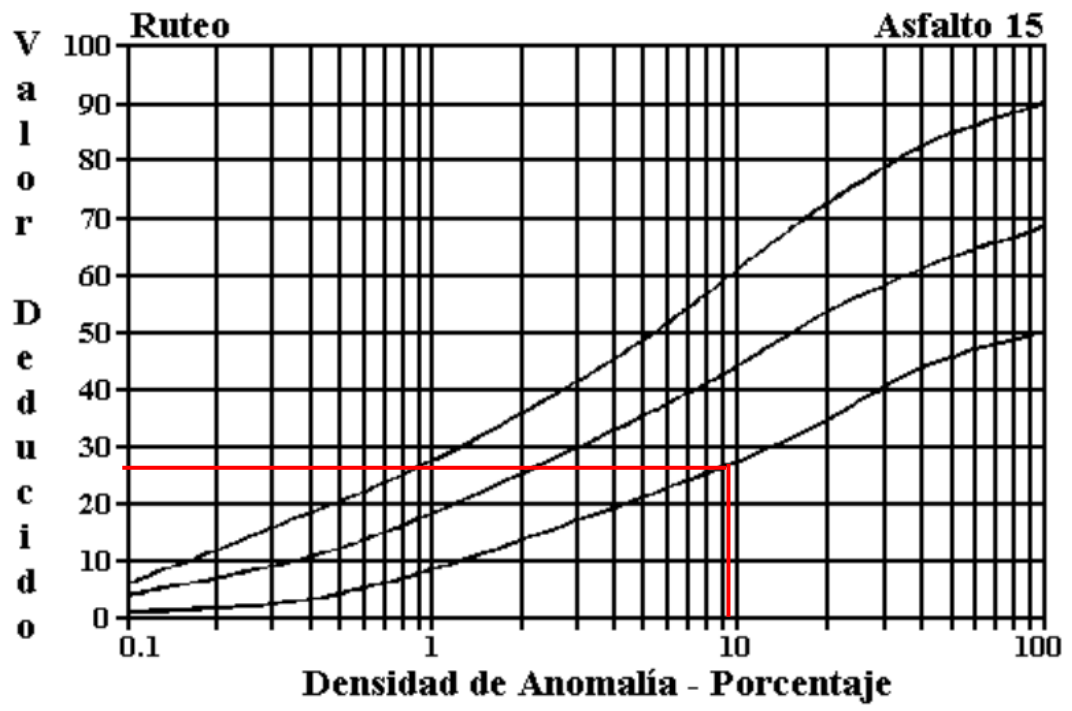
Anexo C-8: Evaluación con el método PCI entre la abscisa 13+380 a las 13+420 de la vía Patate-Baños

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil						
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.						
Abs Inicial:	13+380	Área de muestras (m2):	238			
ABS Final:	13+420	Unidad de muestreo:	8			
Ancho del Carril:	5.95	Tramo:				
NÚMERO	FALLAS		ESQUEMA			
1	Piel de Cocodrilo	m2				
2	Exudación	m2				
3	Agrietamiento en bloque	m2				
4	Abultamiento y hundimiento	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	Grieta longitudinal/transversal	m				
11	Parcheo	m2				
12	Pulimiento de agregados	m2				
13	Huecos	u				
14	Cruce de vía férrea	m2				
15	Ahuellamiento	m2				
16	Desplazamiento	m2				
17	Grieta Parabólica	m2				
18	Hinchamiento	m2				
19	Desprendimiento de agregados	m2				
FALLA #	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
15	L	35*0.25*2		17.5	7.35	25
				VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		25
				PCI = 100-VDT =		75



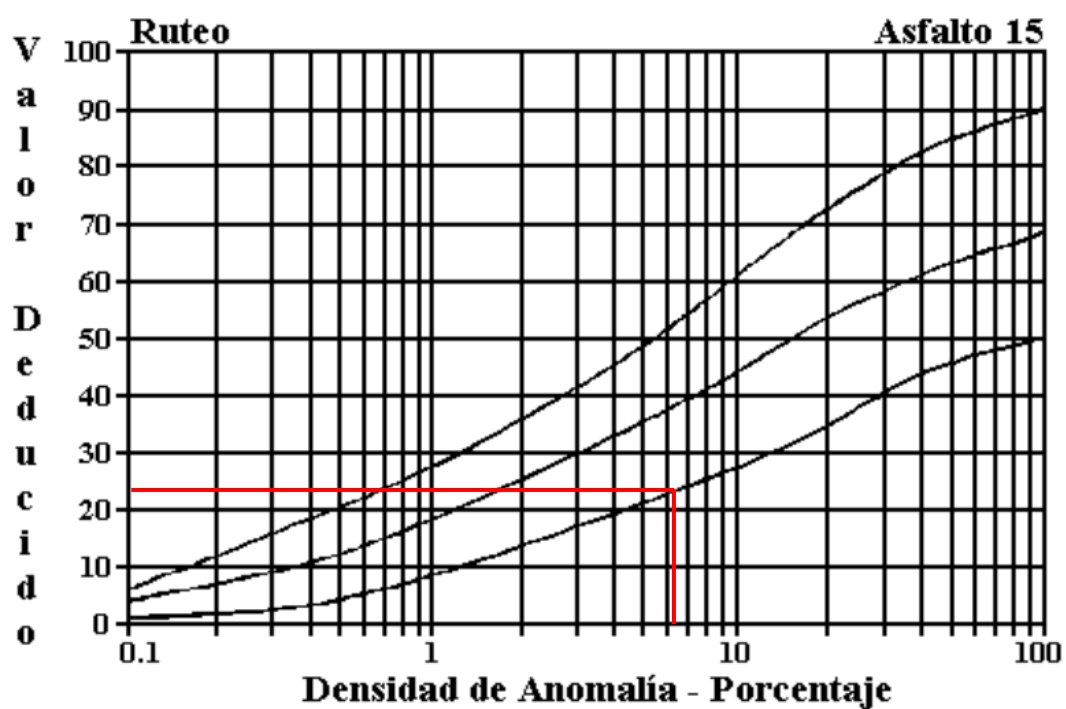
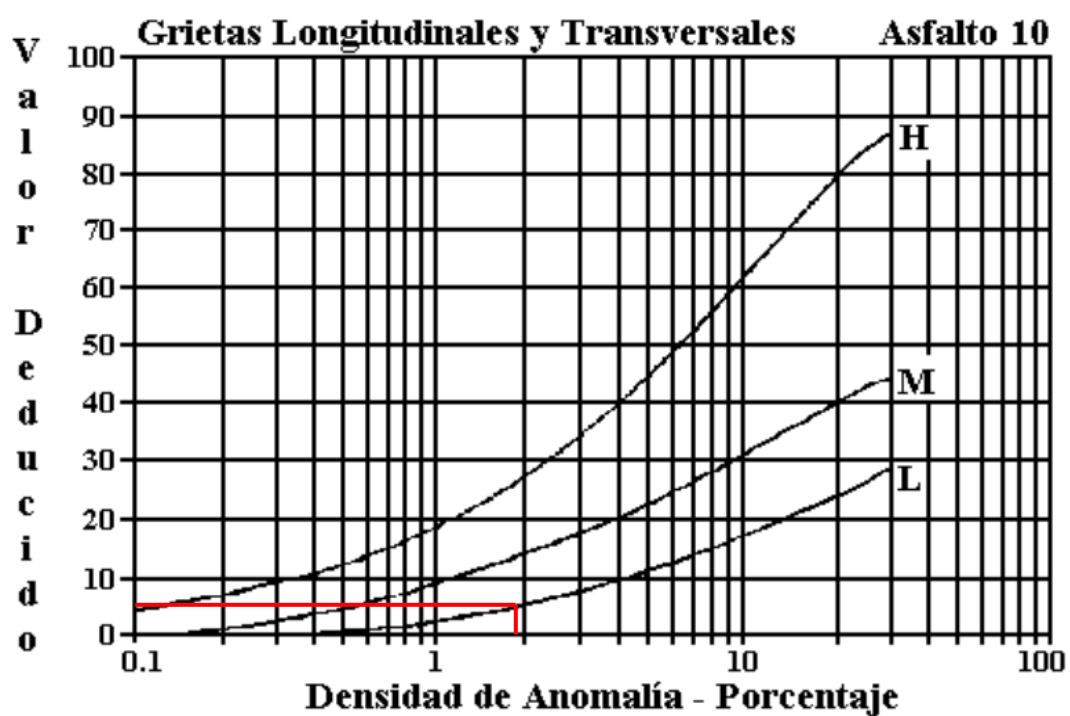
Anexo C-9: Evaluación con el método PCI entre la abscisa 13+620 a las 13+660 de la vía Patate-Baños

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil				
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.						
Abs Inicial:	13+620	Área de muestras (m2):	218	FECHA:	22/05/2022	
ABS Final:	13+660	Unidad de muestreo:	9			
Ancho del Carril:	5.45	Tramo:				
NÚMERO	FALLAS		ESQUEMA			
1	Piel de Cocodrilo	m2				
2	Exudación	m2				
3	Agrietamiento en bloque	m2				
4	Abultamiento y hundimiento	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	Grieta longitudinal/transversal	m				
11	Parcheo	m2				
12	Pulimiento de agregados	m2				
13	Huecos	u				
14	Cruce de vía férrea	m2				
15	Ahuellamiento	m2				
16	Desplazamiento	m2				
17	Grieta Parabólica	m2				
18	Hinchamiento	m2				
19	Desprendimiento de agregados	m2				
FALLA #	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
15	L	36*0.3*2		21.6	9.91	26
				VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		26
				PCI = 100-VDT =		74



Anexo C-10: Evaluación con el método PCI entre la abscisa 13+860 a las 13+900 de la vía Patate-Baños

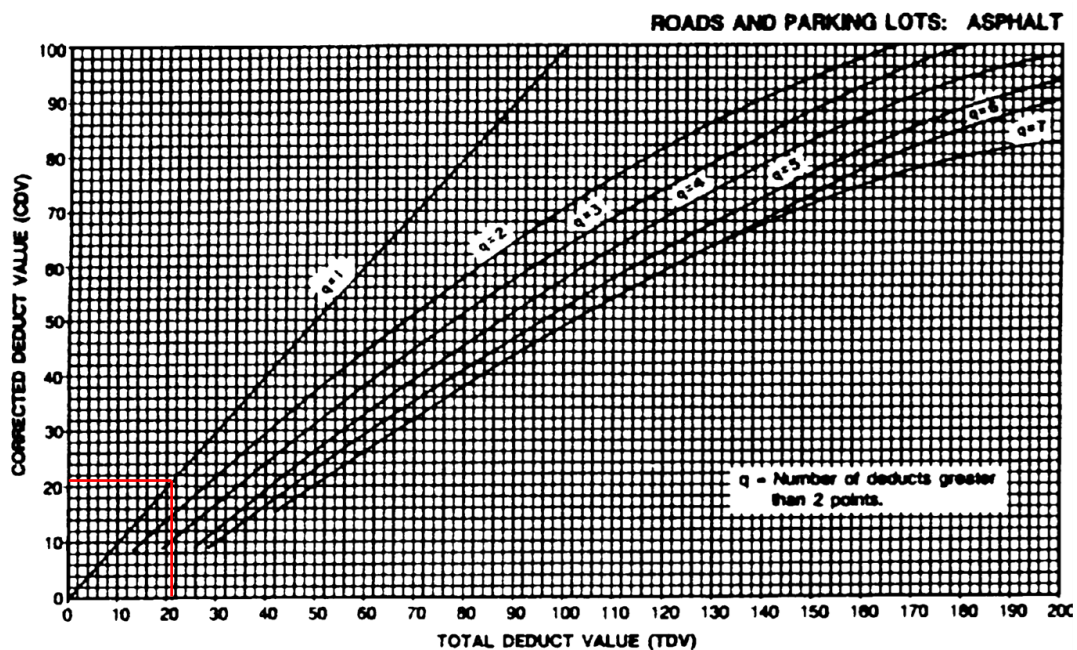
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil				
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.						
Abs Inicial:	13+860	Área de muestras (m2):	240	FECHA:	22/05/2022	
ABS Final:	13+900	Unidad de muestreo:	10			
Ancho del Carril:	6	Tramo:				
NÚMERO	FALLAS		ESQUEMA			
1	Piel de Cocodrilo	m2				
2	Exudación	m2				
3	Agrietamiento en bloque	m2				
4	Abultamiento y hundimiento	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	Grieta longitudinal/transversal	m				
11	Parcheo	m2				
12	Pulimiento de agregados	m2				
13	Huecos	u				
14	Cruce de vía férrea	m2				
15	Ahuellamiento	m2				
16	Desplazamiento	m2				
17	Grieta Parabólica	m2				
18	Hinchamiento	m2				
19	Desprendimiento de agregados	m2				
FALLA #	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
10	L	4.4		4.4	1.83	6
15	L	40*0.4		16	6.67	21
				VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		
				PCI = 100-VDT =		



VALOR DEDUCIDO MÁXIMO COMPENSADO

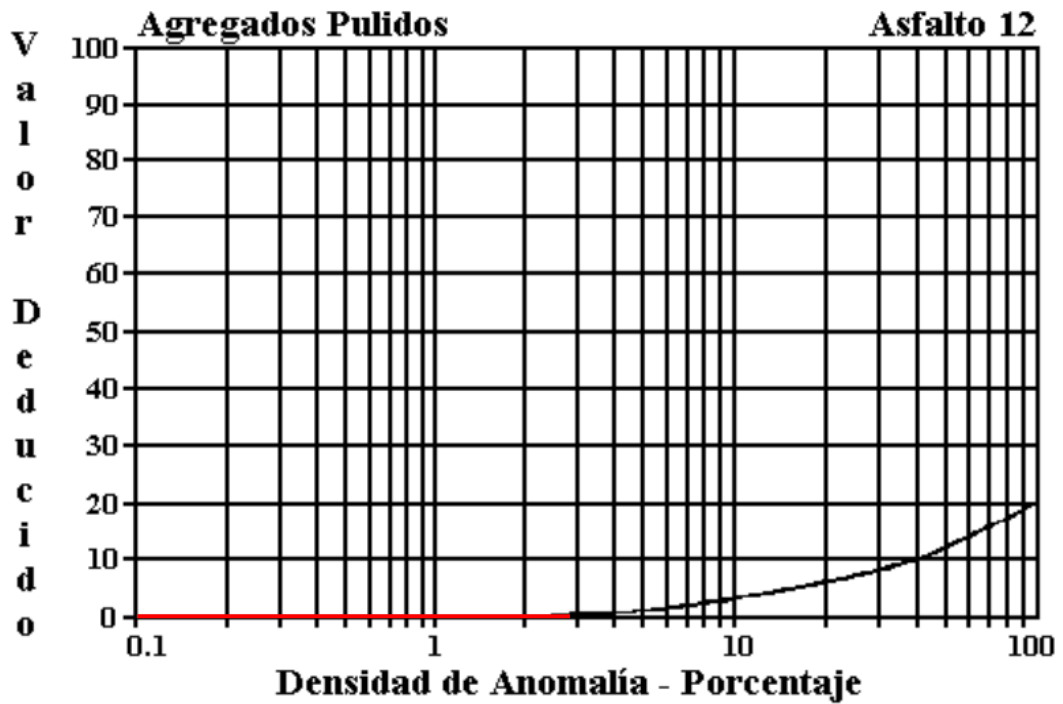
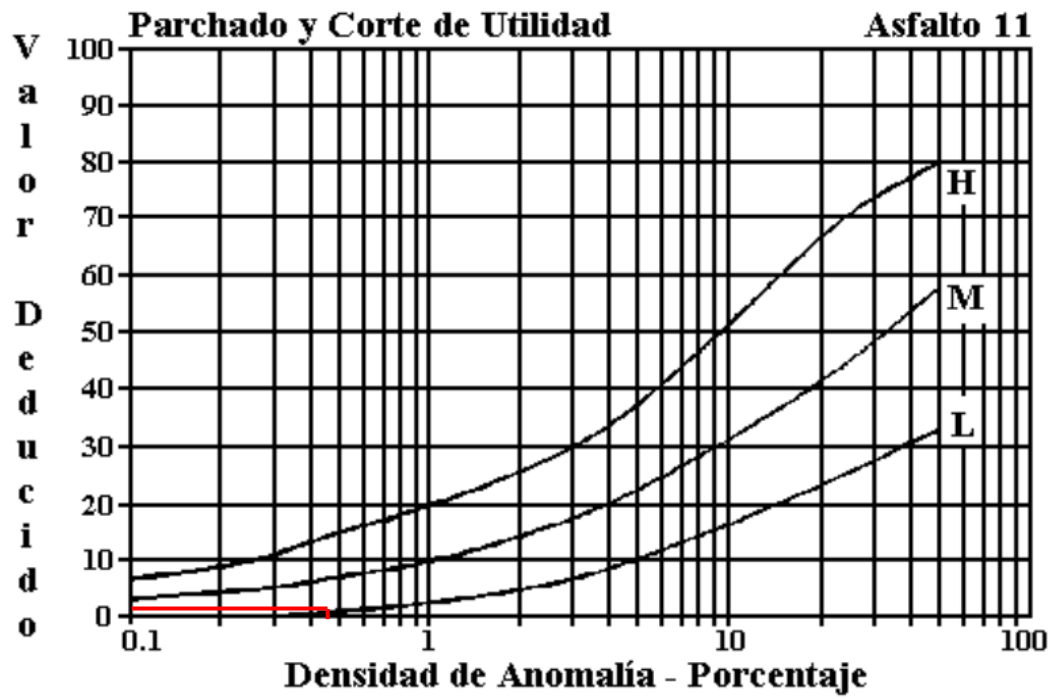
#	VALOR DEDUCIDO			Total	q	CDV
1	21	6				
2	21			21	1	21

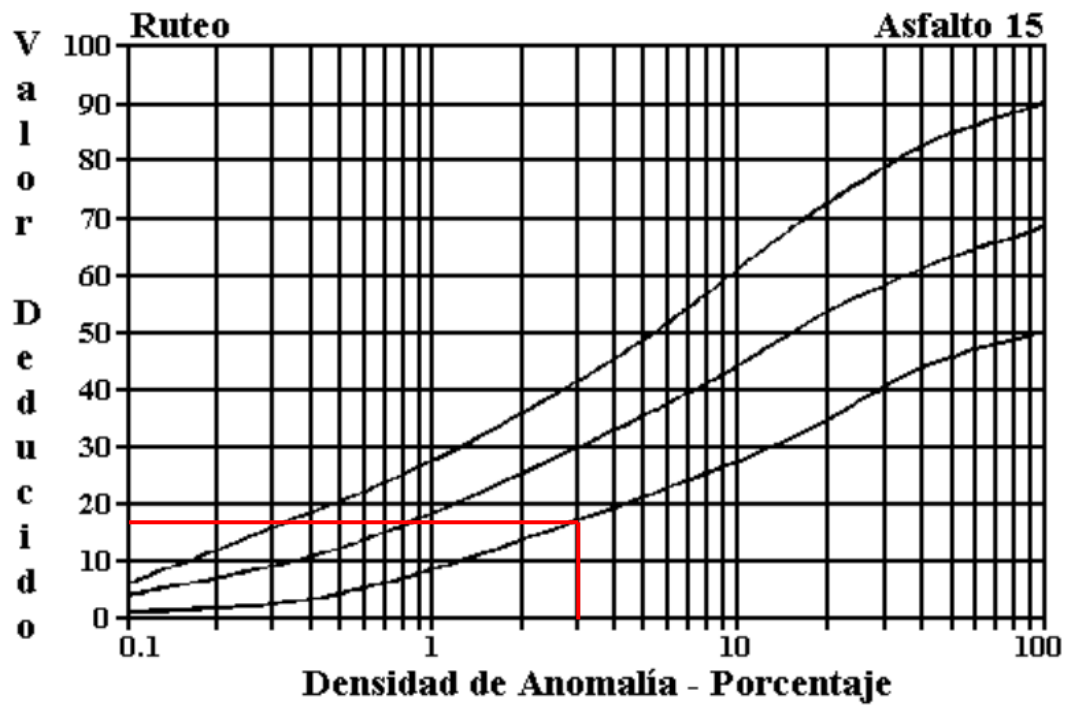
HDV=21	m=1.81
CDV=21	PCI=79



Anexo C-11: Evaluación con el método PCI entre la abscisa 14+100 a las 14+140 de la vía Patate-Baños

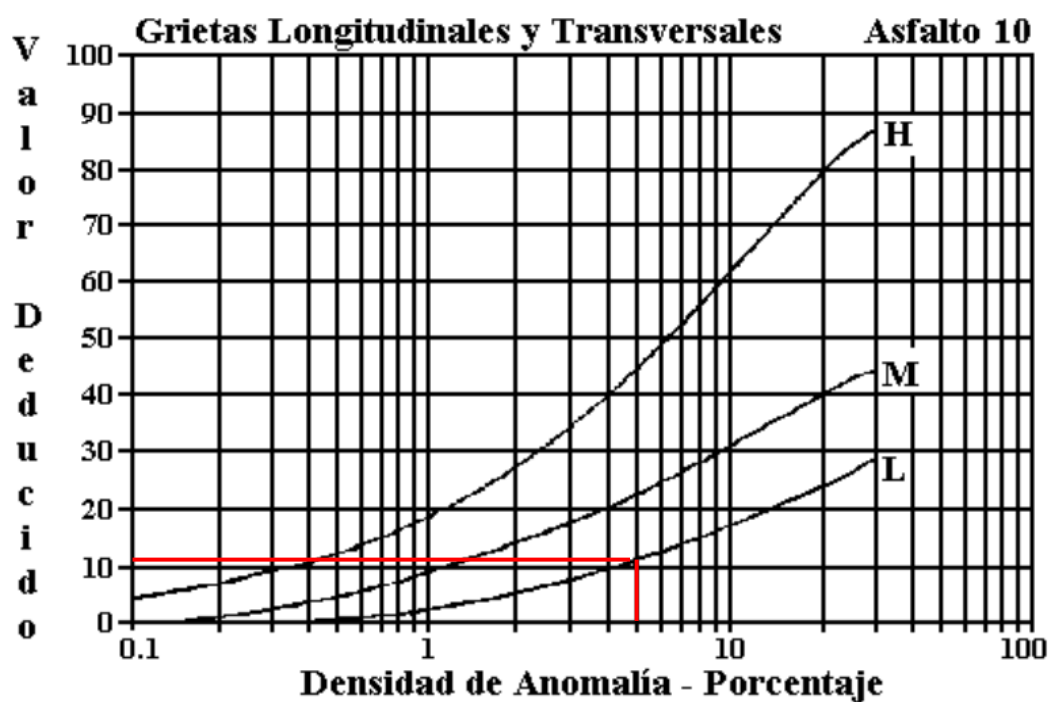
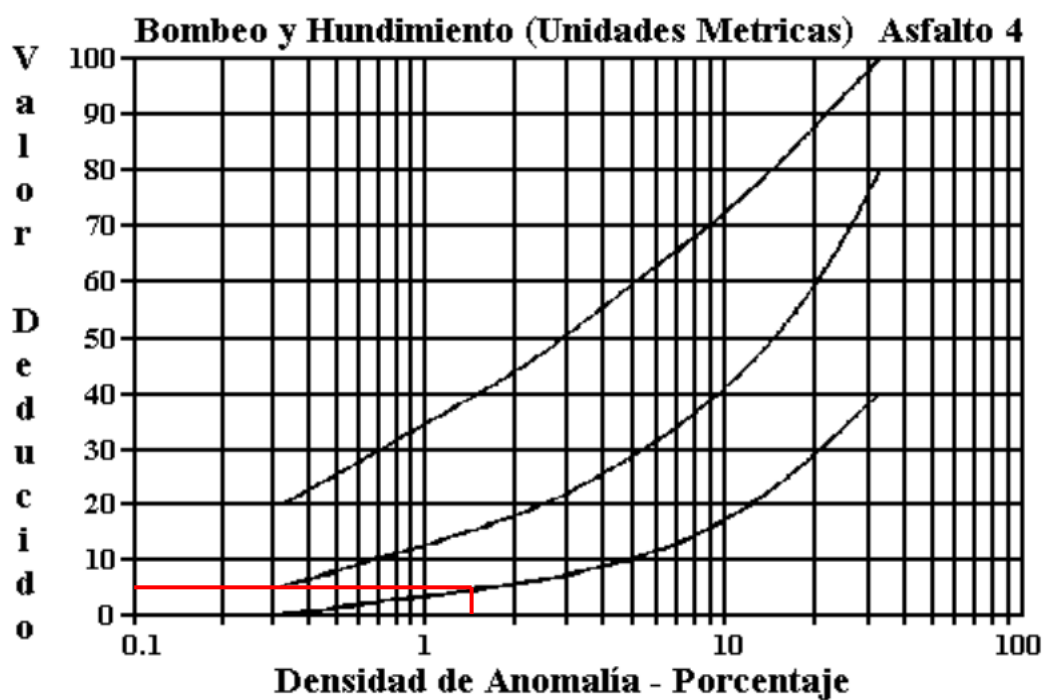
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil				
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.						
Abs Inicial:	14+100	Área de muestras (m2):	196	FECHA:	22/05/2022	
ABS Final:	14+140	Unidad de muestreo:	11			
Ancho del Carril:	4.9	Tramo:				
NÚMERO	FALLAS		ESQUEMA			
1	Piel de Cocodrilo					
2	Exudación					
3	Agrietamiento en bloque					
4	Abultamiento y hundimiento					
5	Corrugación					
6	Depresión					
7	Grieta de borde					
8	Grieta de reflexión de junta					
9	Desnivel carril/berma					
10	Grieta longitudinal/transversal					
11	Parcheo					
12	Pulimiento de agregados					
13	Huecos					
14	Cruce de vía férrea					
15	Ahuellamiento					
16	Desplazamiento					
17	Grieta Parabólica					
18	Hinchamiento					
19	Desprendimiento de agregados					
FALLA #	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
11	L	1.1*0.8		0.88	0.45	1
12	L	4.5*0.3		1.35	0.69	0
15	L	30*0.2		6	3.06	17
				VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		18
				PCI = 100-VDT =		82

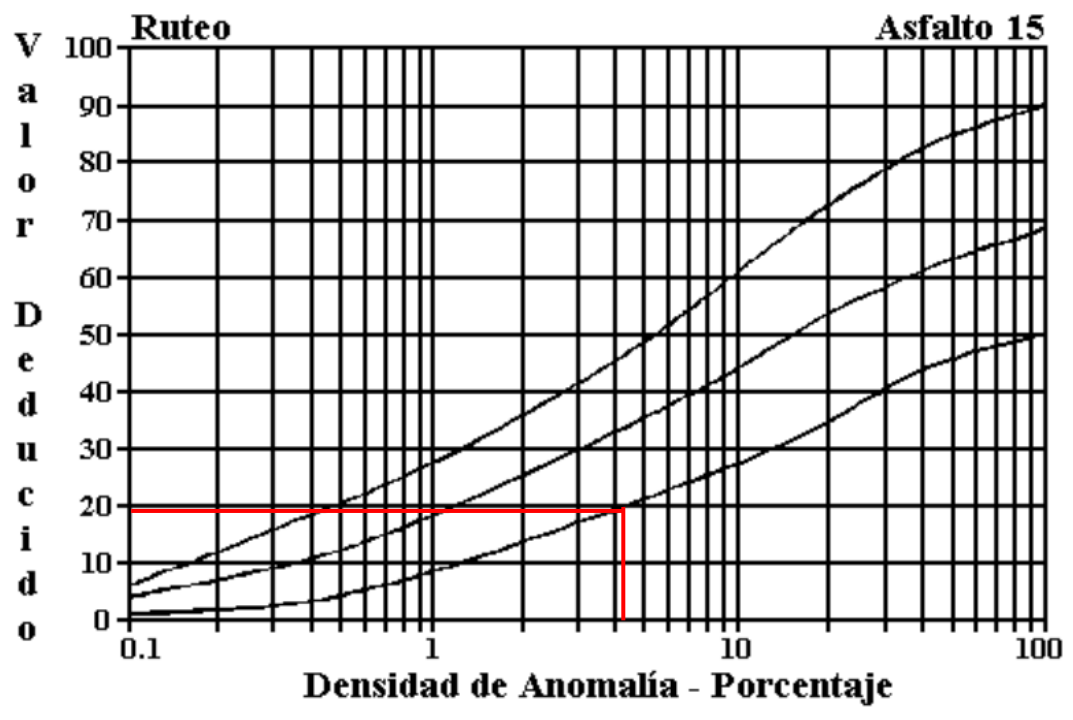
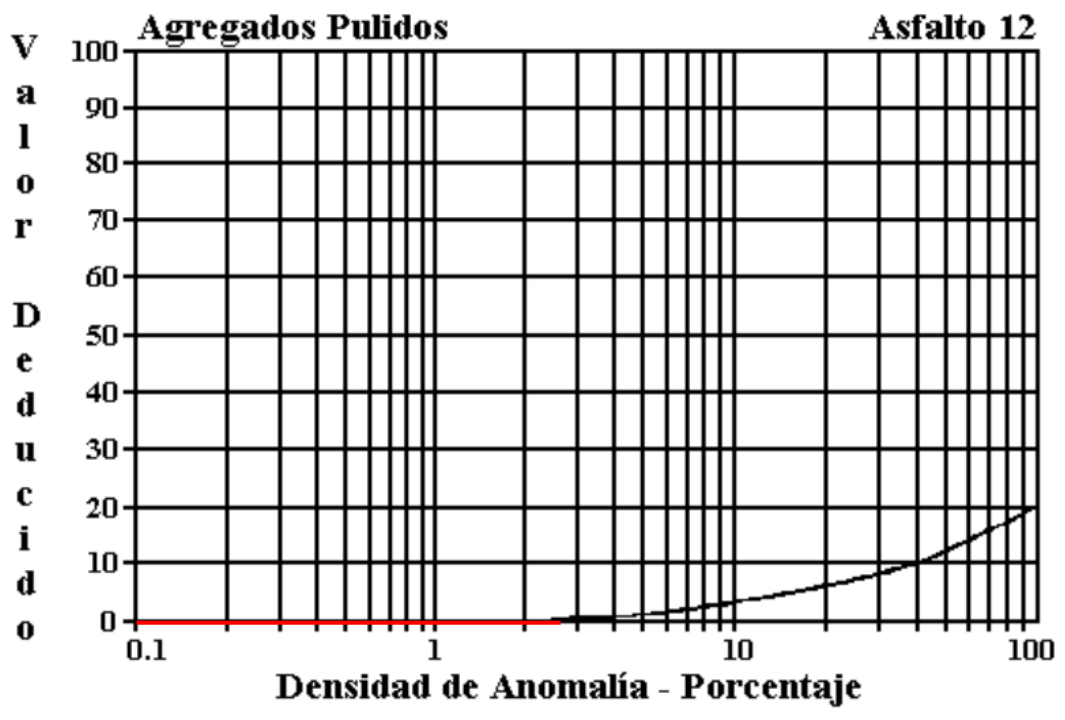




Anexo C-12: Evaluación con el método PCI entre la abscisa 14+340 a las 14+380 de la vía Patate-Baños

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil					
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.							
Abs Inicial:	14+340	Área de muestras (m2):	232	FECHA:	22/05/2022		
ABS Final:	14+380	Unidad de muestreo:	12				
Ancho del Carril:	5.8	Tramo:					
NÚMERO	FALLAS			ESQUEMA			
1	Piel de Cocodrilo						
2	Exudación						
3	Agrietamiento en bloque						
4	Abultamiento y hundimiento						
5	Corrugación						
6	Depresión						
7	Grieta de borde						
8	Grieta de reflexión de junta						
9	Desnivel carril/berma						
10	Grieta longitudinal/transversal						
11	Parcheo						
12	Pulimiento de agregados						
13	Huecos						
14	Cruce de vía férrea						
15	Ahuellamiento						
16	Desplazamiento						
17	Grieta Parabólica						
18	Hincharamiento						
19	Desprendimiento de agregados						
FALLA #	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
4	L	3			3	1.29	4
10	L	8.3	3.9		12.2	5.26	10
12	L	8.90*0.20			1.78	0.77	0
15	L	25*0.4			10	4.31	19
					VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		
					PCI = 100-VDT =		

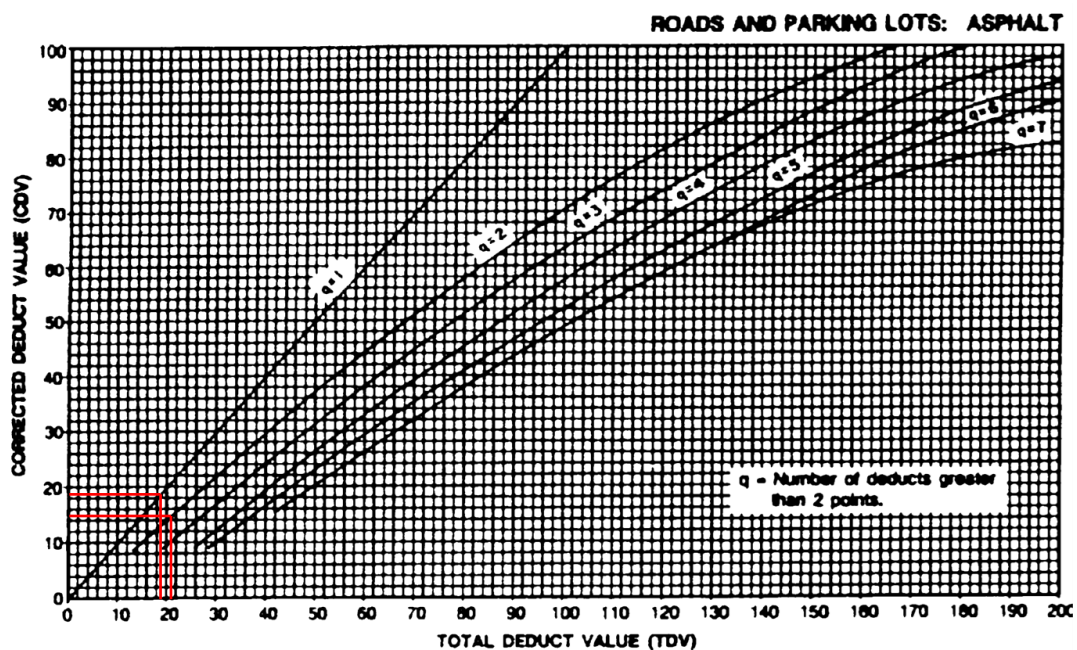




VALOR DEDUCIDO MÁXIMO COMPENSADO

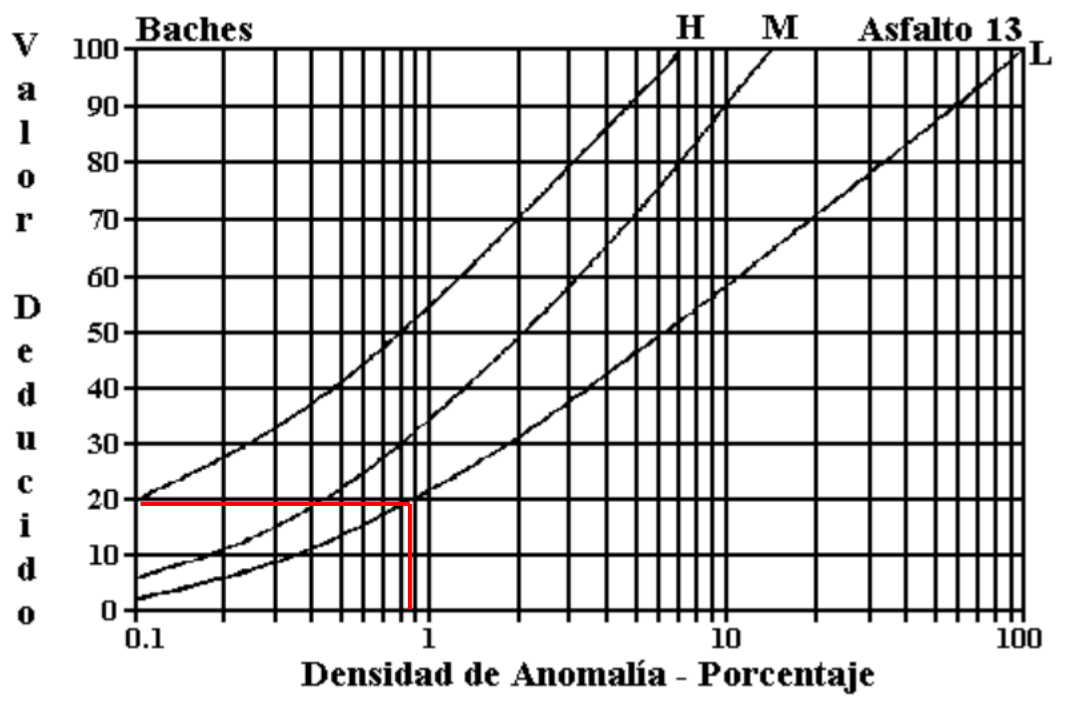
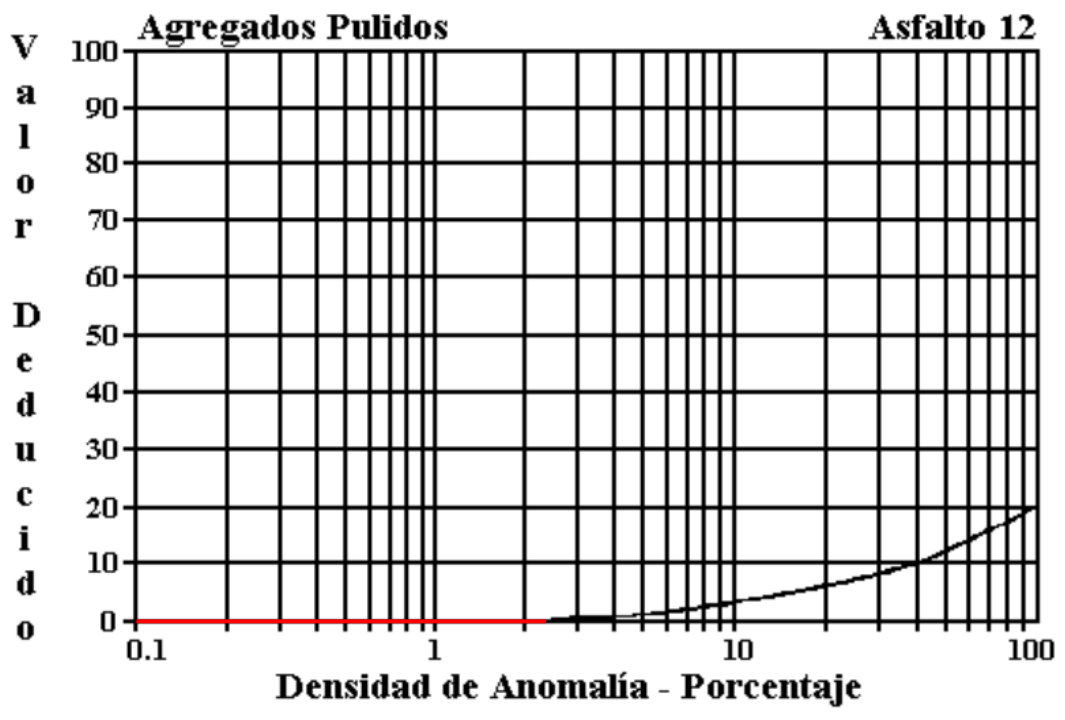
#	VALOR DEDUCIDO				Total	q	CDV
1	19	10	4				
2	19	10			29	2	21
2	19				19	1	19

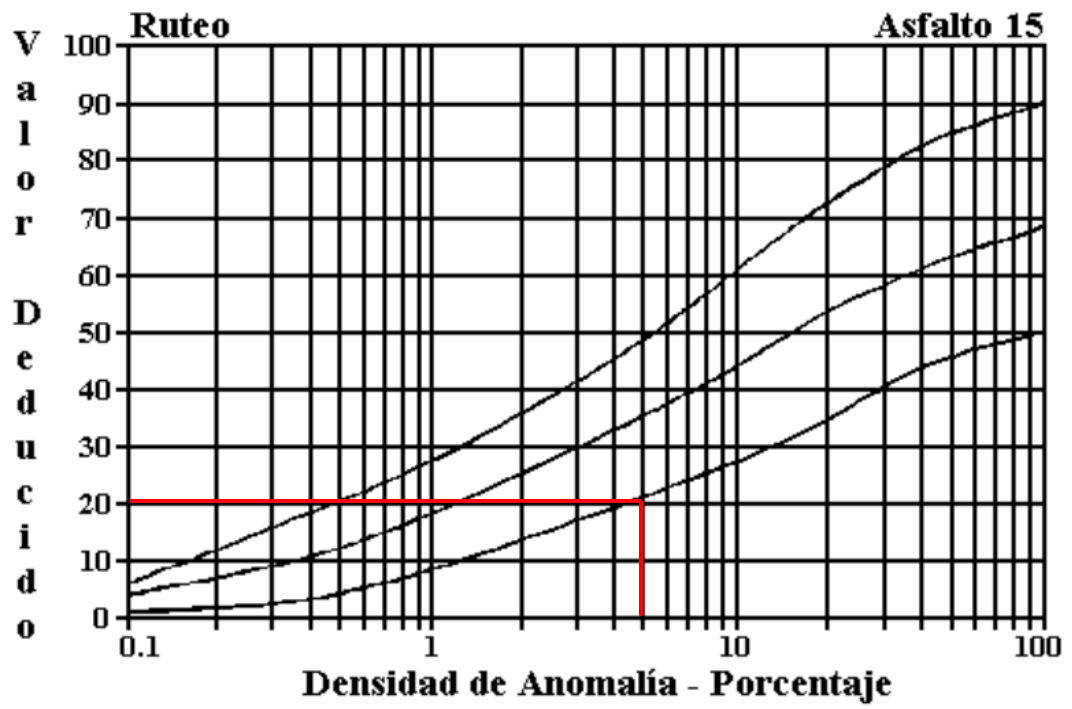
HDV=19	m=1.83
CDV=21	PCI=79



Anexo C-13: Evaluación con el método PCI entre la abscisa 14+580 a las 14+620 de la vía Patate-Baños

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil					
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.							
Abs Inicial:	14+580	Área de muestras (m2):	230	FECHA:	22/05/2022		
ABS Final:	14+620	Unidad de muestreo:	13				
Ancho del Carril:	5.75	Tramo:					
NÚMERO	FALLAS		ESQUEMA				
1	Piel de Cocodrilo	m2					
2	Exudación	m2					
3	Agrietamiento en bloque	m2					
4	Abultamiento y hundimiento	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	Grieta longitudinal/transversal	m					
11	Parcheo	m2					
12	Pulimiento de agregados	m2					
13	Huecos	u					
14	Cruce de vía férrea	m2					
15	Ahuellamiento	m2					
16	Desplazamiento	m2					
17	Grieta Parabólica	m2					
18	Hinchamiento	m2					
19	Desprendimiento de agregados	m2					
FALLA #	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
12	14*0.2				2.8	1.22	0
13	2				2	0.87	19
15	26*0.45				11.7	5.09	20
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):							
PCI = 100-VDT =							

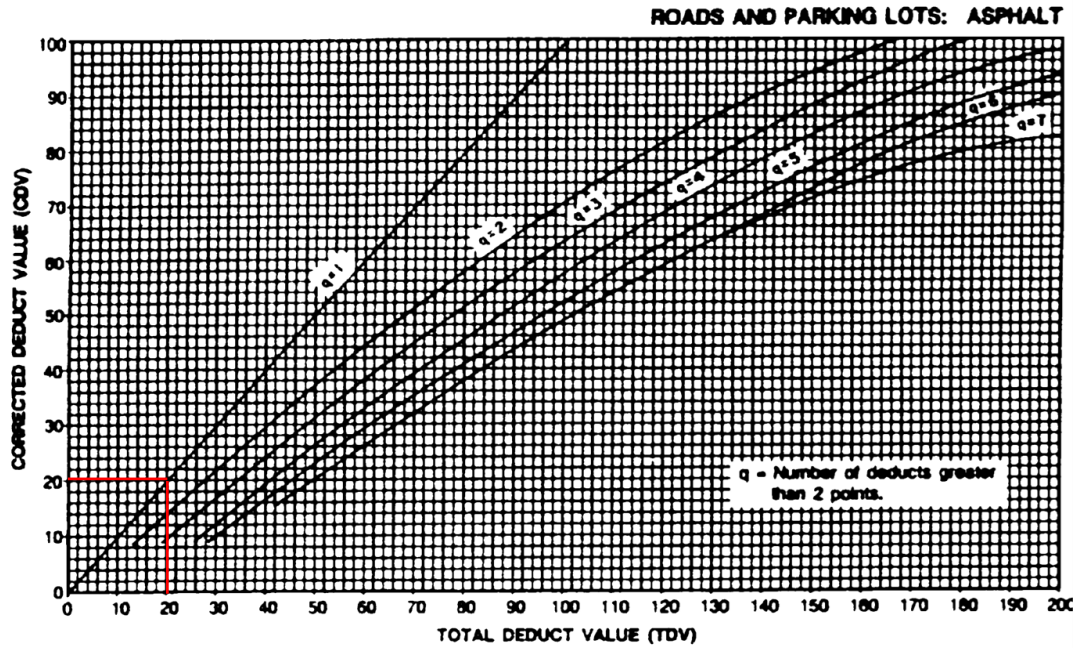




VALOR DEDUCIDO MÁXIMO COMPENSADO

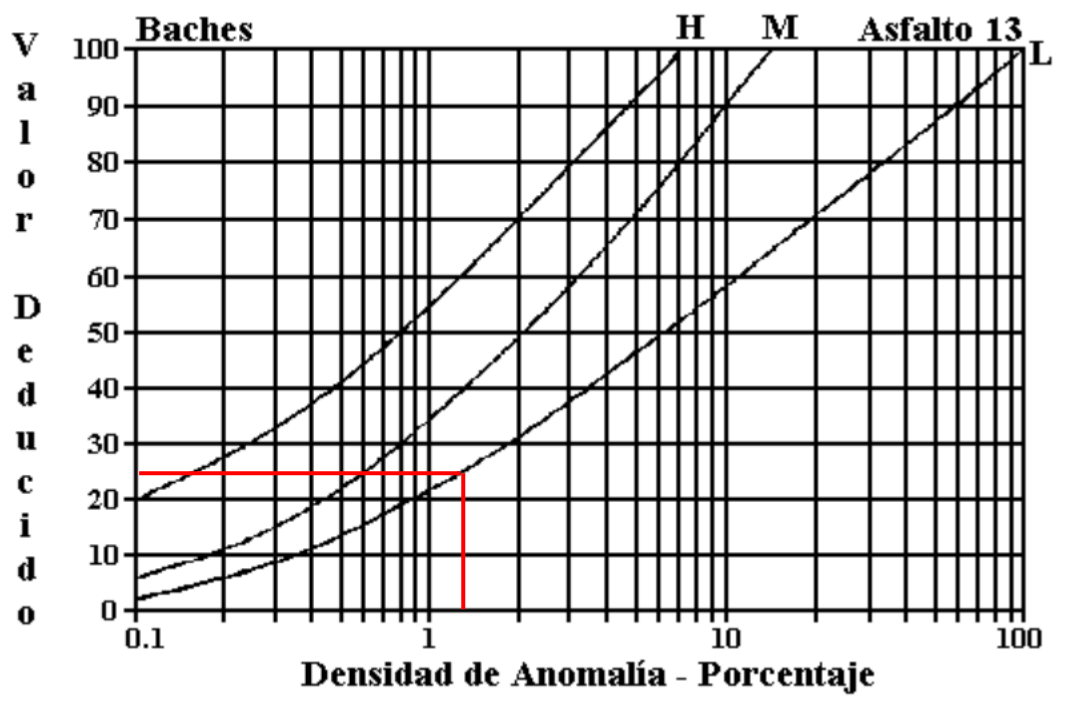
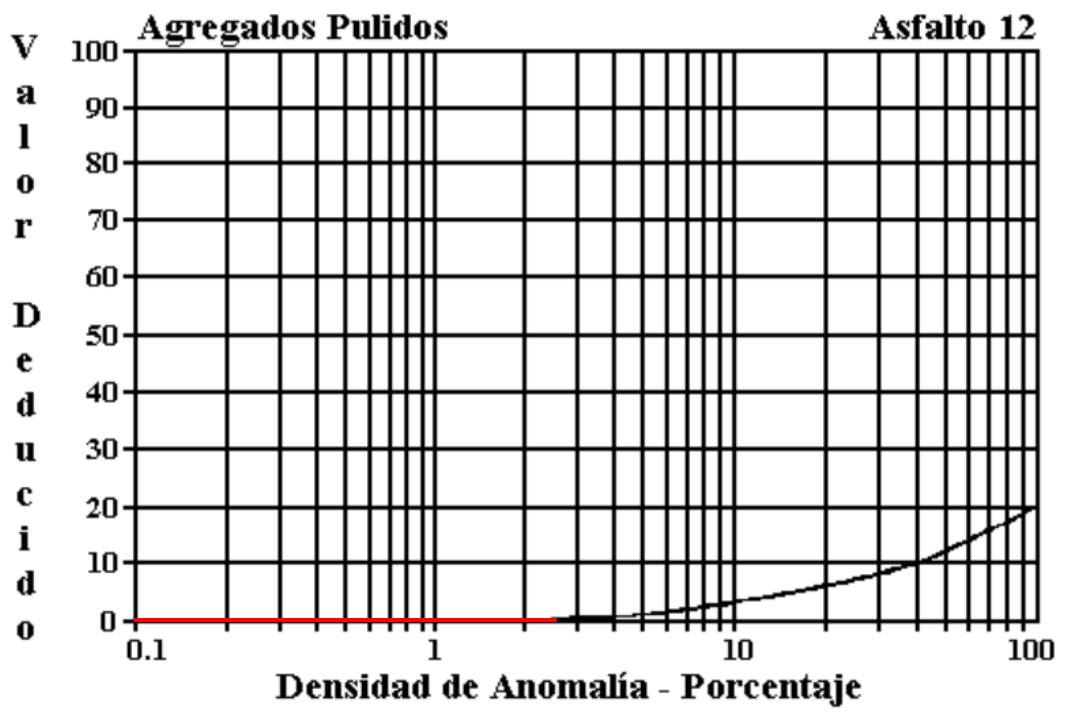
#	VALOR DEDUCIDO				Total	q	CDV
1	20	19					
2	20				20	1	20

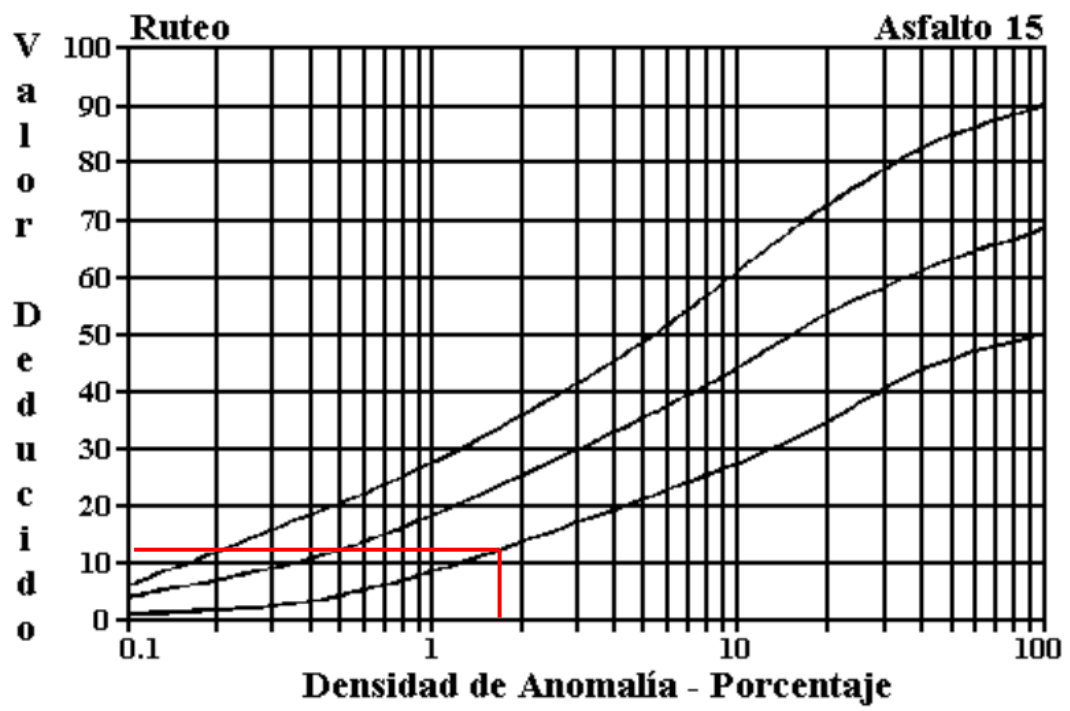
HDV=20	m=1.82
CDV=20	PCI=80



Anexo C-14: Evaluación con el método PCI entre la abscisa 14+820 a las 14+860 de la vía Patate-Baños

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil				
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.						
Abs Inicial:	14+820	Área de muestras (m2):	242	FECHA:	22/05/2022	
ABS Final:	14+860	Unidad de muestreo:	14			
Ancho del Carril:	6.05	Tramo:				
NÚMERO	FALLAS		ESQUEMA			
1	Piel de Cocodrilo	m2				
2	Exudación	m2				
3	Agrietamiento en bloque	m2				
4	Abultamiento y hundimiento	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	Grieta longitudinal/transversal	m				
11	Parcheo	m2				
12	Pulimiento de agregados	m2				
13	Huecos	u				
14	Cruce de vía férrea	m2				
15	Ahuellamiento	m2				
16	Desplazamiento	m2				
17	Grieta Parabólica	m2				
18	Hinchamiento	m2				
19	Desprendimiento de agregados	m2				
FALLA #	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
12	L	7*0.30		2.1	0.87	0
13	L	3		3	1.24	24
15	L	20*0.20		4	1.65	11
				VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		
				PCI = 100-VDT =		

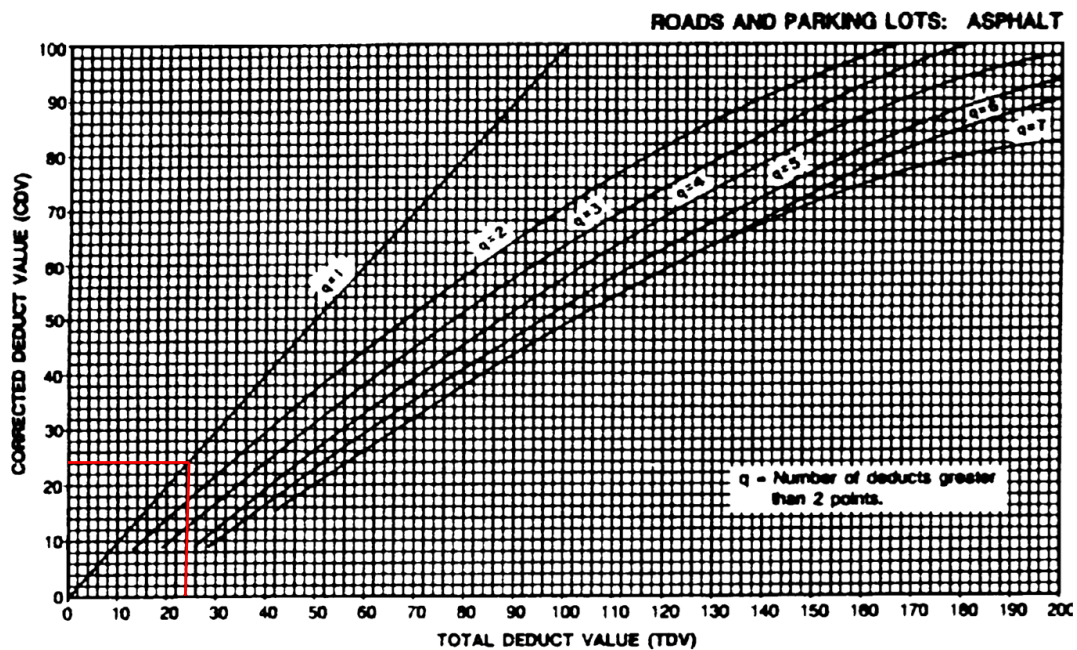




VALOR DEDUCIDO MÁXIMO COMPENSADO

#	VALOR DEDUCIDO			Total	q	CDV
1	24	11				
2	24			24	1	24



HDV=24	m=1.78
CDV=24	PCI=76



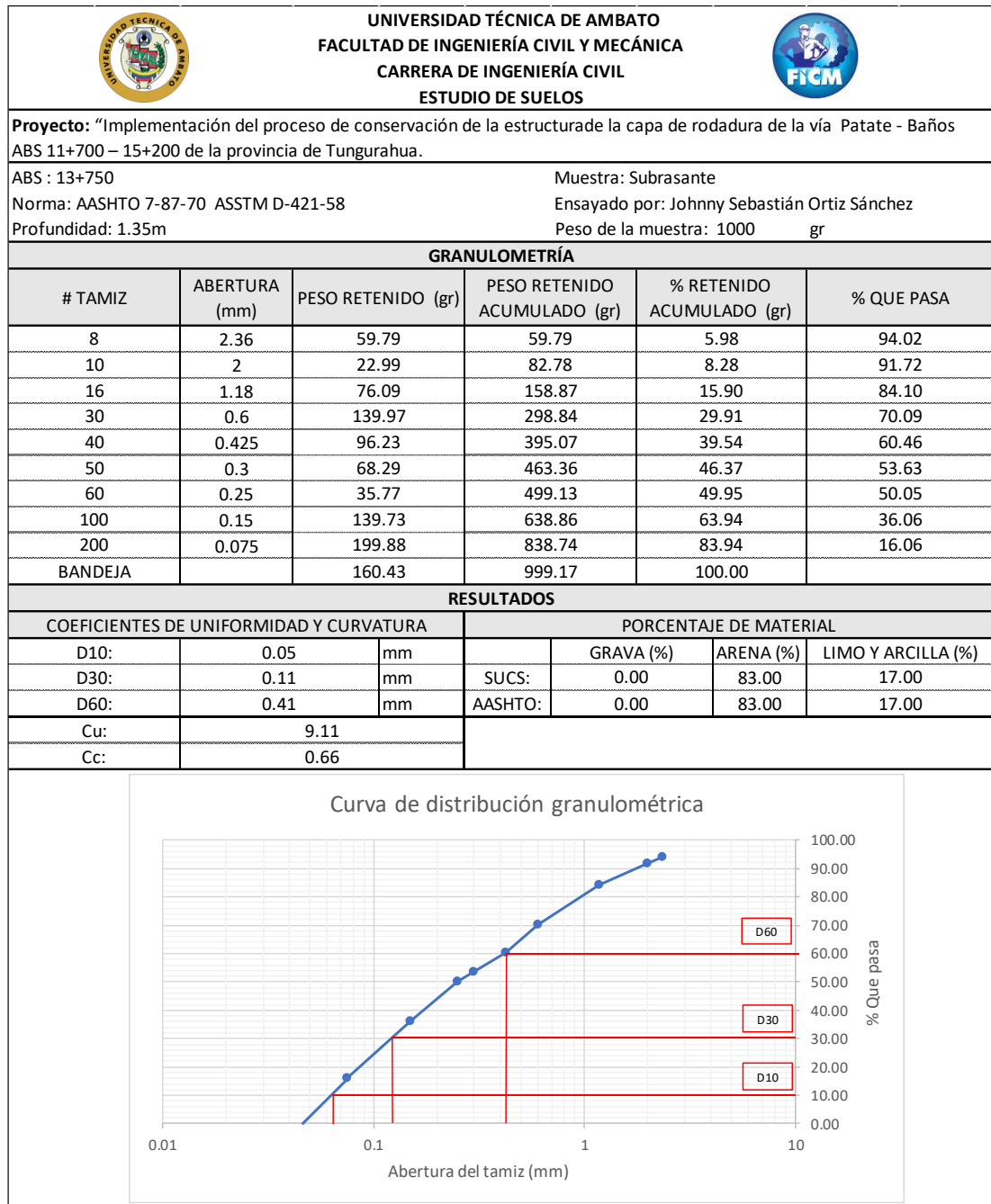
ANEXOS D

GRANULOMETRÍA Y LÍMITES PLÁSTICOS



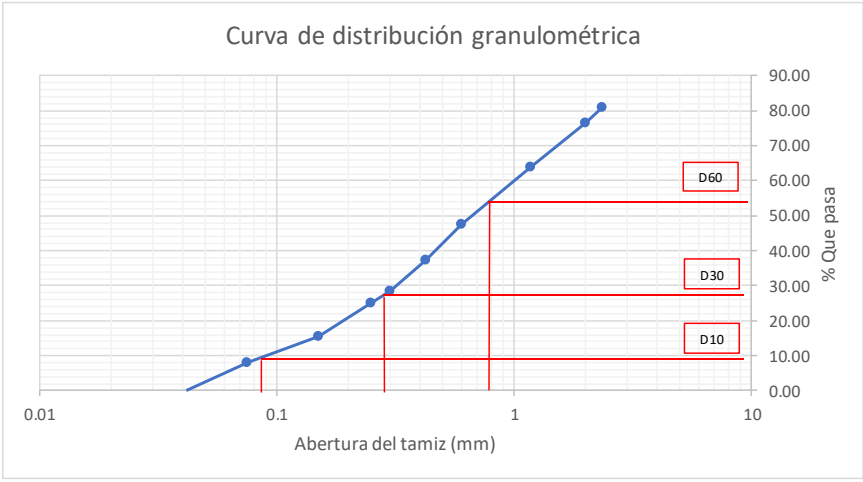
Anexo D-1: Ensayo de granulometría en la abscisa 12+500 de la vía Patate-Baños.

		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 11+700 – 15+200 de la provincia de Tungurahua.						
ABS : 12+500 Norma: AASHTO 7-87-70 ASSTM D-421-58 Profundidad: 1.35m			Muestra: Subrasante Ensayado por: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez Peso de la muestra: 1000 gr			
GRANULOMETRÍA						
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA	
8	2.36	123.20	123.20	12.34	87.66	
10	2	40.69	163.89	16.41	83.59	
16	1.18	132.35	296.24	29.67	70.33	
30	0.6	211.86	508.10	50.88	49.12	
40	0.425	112.41	620.51	62.14	37.86	
50	0.3	74.68	695.19	69.62	30.38	
60	0.25	28.03	723.22	72.42	27.58	
100	0.15	79.76	802.98	80.41	19.59	
200	0.075	83.86	886.84	88.81	11.19	
BANDEJA		111.74	998.58	100.00		
RESULTADOS						
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			PORCENTAJE DE MATERIAL			
D10:	0.07	mm		GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
D30:	0.30	mm	SUCS:	0.00	88.00	12.00
D60:	0.84	mm	AASHTO:	0.00	88.00	12.00
Cu:	12.35					
Cc:	1.58					
Curva de distribución granulométrica						



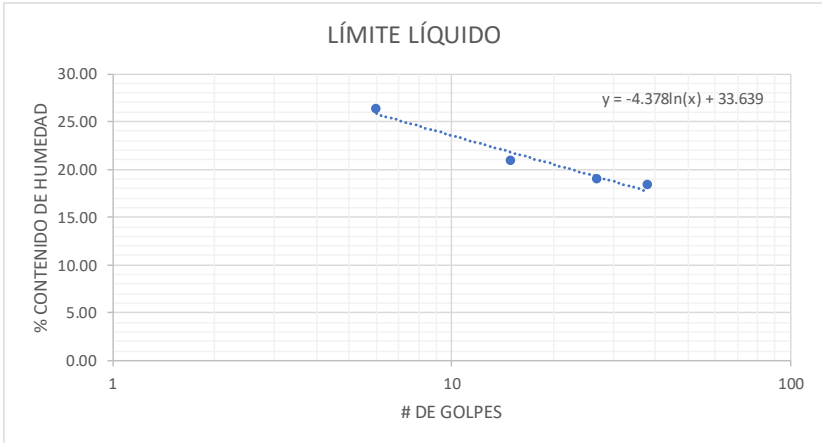
Anexo D-2: Ensayo de granulometría en la abscisa 13+750 de la vía Patate-Baños.





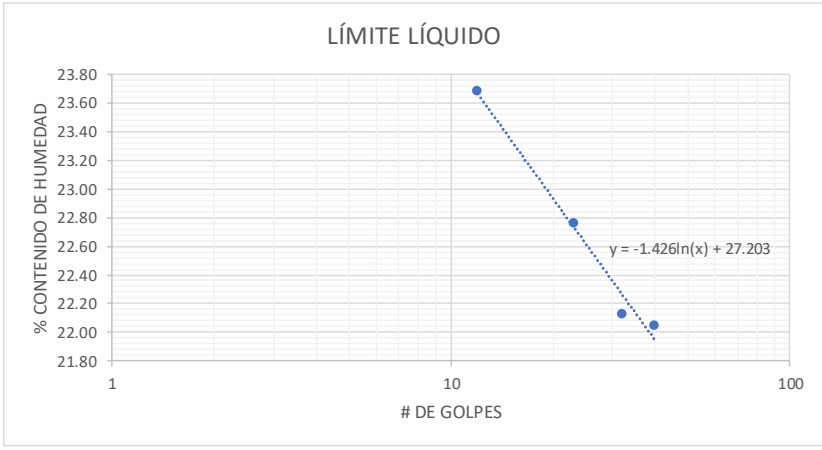
Anexo D-3: Ensayo de granulometría en la abscisa 14+360 de la vía Patate-Baños.

		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 11+700 – 15+200 de la provincia de Tungurahua.						
ABS : 14+360 Norma: AASHTO 7-87-70 ASSTM D-421-58 Profundidad: 1.35m			Muestra: Subrasante Ensayado por: Johnny Sebastián Ortiz Sánchez Peso de la muestra: 1000 gr			
GRANULOMETRÍA						
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA	
8	2.36	189.71	189.71	18.99	81.01	
10	2	43.71	233.42	23.36	76.64	
16	1.18	126.32	359.74	36.00	64.00	
30	0.6	165.55	525.29	52.57	47.43	
40	0.425	99.93	625.22	62.57	37.43	
50	0.3	88.80	714.02	71.46	28.54	
60	0.25	34.45	748.47	74.91	25.09	
100	0.15	95.77	844.24	84.49	15.51	
200	0.075	75.17	919.41	92.02	7.98	
BANDEJA		79.91	999.32	100.02		
RESULTADOS						
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			PORCENTAJE DE MATERIAL			
D10:	0.09	mm		GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
D30:	0.29	mm	SUCS:	0.00	92.00	8.00
D60:	0.79	mm	AASHTO:	0.00	92.00	8.00
Cu:	9.29					
Cc:	1.25					
Curva de distribución granulométrica						
						



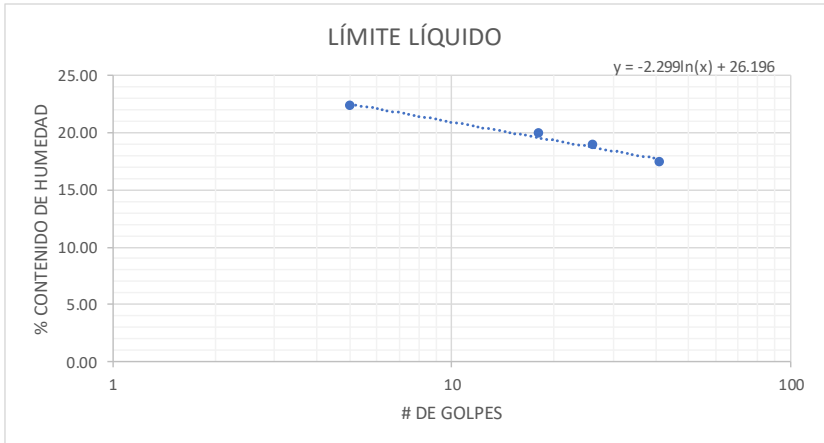
Anexo D-4: Ensayo de límite líquido y límite plástico en la abscisa 12+500 de la vía Patate-Baños.

		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 11+700 – 15+200 de la provincia de Tungurahua.								
ABS: 12+500		Muestra:		Subrasante				
Norma: AASHTO T - 90-70		Elaborado por:		Johnny Sebastián Ortiz Sánchez				
Profundidad: 1.35m								
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)	11.08	11.47	11.41	11.34	11.02	11.39	11.34	10.85
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	22.21	24.83	22.23	23.39	25.67	25.90	22.36	22.27
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	19.90	22.04	20.35	21.32	23.33	23.59	20.64	20.51
Peso del agua (Ww) (gr)	2.31	2.79	1.88	2.07	2.34	2.31	1.72	1.76
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	8.82	10.57	8.94	9.98	12.31	12.20	9.30	9.66
Contenido de humedad (W %)	26.19	26.40	21.03	20.74	19.01	18.93	18.49	18.22
Promedio (W %)	26.29		20.89		18.97		18.36	
Número de golpes	6		15		27		38	
LÍMITE PLÁSTICO								
Número de muestra	1	2	3	4	5			
Número de recipiente	A	B	C	D	E			
Peso del recipiente (Wr) (gr)	10.74	10.76	10.49	10.61	10.66			
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	12.09	12.32	12.18	11.95	12.21			
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	11.88	12.07	11.91	11.74	11.96			
Peso del agua (Ww) (gr)	0.21	0.25	0.27	0.21	0.25			
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	1.14	1.31	1.42	1.13	1.30			
Contenido de humedad (W %)	18.42	19.08	19.01	18.58	19.23			
Promedio (W %)	18.87							
RESULTADOS								
LÍMITE LÍQUIDO (%)		LÍMITE PLÁSTICO (%)		ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)				
19.547		18.889		0.658				
 <p style="text-align: center;">LÍMITE LÍQUIDO</p> <p style="text-align: center;">$y = -4.378\ln(x) + 33.639$</p>								

Anexo D-5: Ensayo de límite líquido y límite plástico en la abscisa 13+750 de la vía Patate-Baños.

		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 11+700 – 15+200 de la provincia de Tungurahua.									
ABS: 13+750		Muestra:		Subrasante					
Norma: AASHTO T - 90-70		Elaborado por:		Johnny Sebastián Ortiz Sánchez					
Profundidad: 1.35m									
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)	11.27	11.51	10.92	11.29	11.26	11.46	11.77	11.76	
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	17.77	18.74	15.07	16.42	17.84	19.45	16.18	17.32	
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	16.54	17.34	14.30	15.47	16.65	18.00	15.38	16.32	
Peso del agua (Ww) (gr)	1.23	1.40	0.77	0.95	1.19	1.45	0.80	1.00	
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	5.27	5.83	3.38	4.18	5.39	6.54	3.61	4.56	
Contenido de humedad (W %)	23.34	24.01	22.78	22.73	22.08	22.17	22.16	21.93	
Promedio (W %)	23.68		22.75		22.12		22.05		
Número de golpes	12		23		32		40		
LÍMITE PLÁSTICO									
Número de muestra	1	2	3	4	5				
Número de recipiente	A	B	C	D	E				
Peso del recipiente (Wr) (gr)	10.81	10.54	10.69	10.80	10.71				
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	12.57	12.50	12.58	12.61	12.06				
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	12.25	12.15	12.25	12.28	11.82				
Peso del agua (Ww) (gr)	0.32	0.35	0.33	0.33	0.24				
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	1.44	1.61	1.56	1.48	1.11				
Contenido de humedad (W %)	22.22	21.74	21.15	22.30	21.62				
Promedio (W %)	21.81								
RESULTADOS									
LÍMITE LÍQUIDO (%)		LÍMITE PLÁSTICO (%)		ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)					
22.613		21.806		0.807					
									

Anexo D-6: Ensayo de límite líquido y límite plástico en la abscisa 14+360 de la vía Patate-Baños.

		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 11+700 – 15+200 de la provincia de Tungurahua.								
ABS: 14+360		Muestra:		Subrasante				
Norma: AASHTO T - 90-70		Elaborado por:		Johnny Sebastián Ortiz Sánchez				
Profundidad: 1.35m								
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)	4.17	4.21	4.32	4.22	4.30	4.35	4.38	4.19
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	16.90	15.65	19.55	20.12	16.12	18.03	21.91	22.19
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	14.59	13.55	17.01	17.49	14.24	15.87	19.31	19.54
Peso del agua (Ww) (gr)	2.31	2.10	2.54	2.63	1.88	2.16	2.60	2.65
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	10.42	9.34	12.69	13.27	9.94	11.52	14.93	15.35
Contenido de humedad (W %)	22.17	22.48	20.02	19.82	18.91	18.75	17.41	17.26
Promedio (W %)	22.33		19.92		18.83		17.34	
Número de golpes	5		18		26		41	
LÍMITE PLÁSTICO								
Número de muestra	1	2	3	4	5			
Número de recipiente	A	B	C	D	E			
Peso del recipiente (Wr) (gr)	10.67	10.66	10.75	10.62	10.79			
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	12.95	12.84	13.59	13.15	13.19			
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	12.60	12.50	13.15	12.77	12.80			
Peso del agua (Ww) (gr)	0.35	0.34	0.44	0.38	0.39			
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	1.93	1.84	2.40	2.15	2.01			
Contenido de humedad (W %)	18.13	18.48	18.33	17.67	19.40			
Promedio (W %)	18.40							
RESULTADOS								
LÍMITE LÍQUIDO (%)		LÍMITE PLÁSTICO (%)		ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)				
18.796		18.393		0.403				
								

ANEXOS E

ANEXO FOTOGRAFICOS



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil



<p>Marcación del a la abscisa inicial del tramo</p>	<p>Marcación del a la abscisa final del tramo</p>	<p>Medición de anchos de la vía</p>
<p>Toma de muestra de suelo para ensayos</p>	<p>Conteo vehicular</p>	<p>Colocación de los tamices en el tamizador para realizar el ensayo de granulometría.</p>



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil



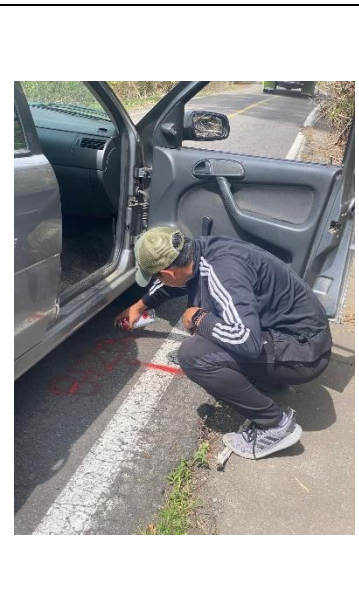
Pesaje de muestras retenidas en cada tamiz para el ensayo de granulometría



Ensayo de límite líquido con la Copa de Casagrande



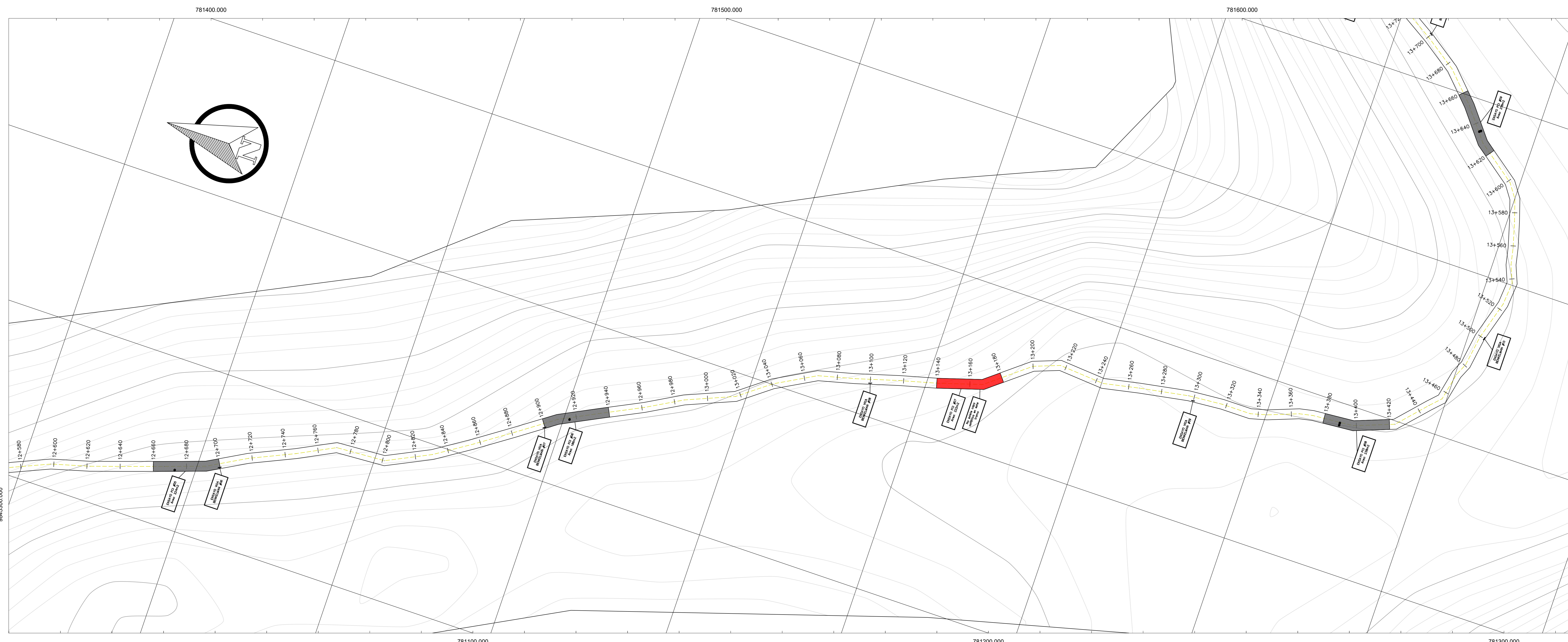
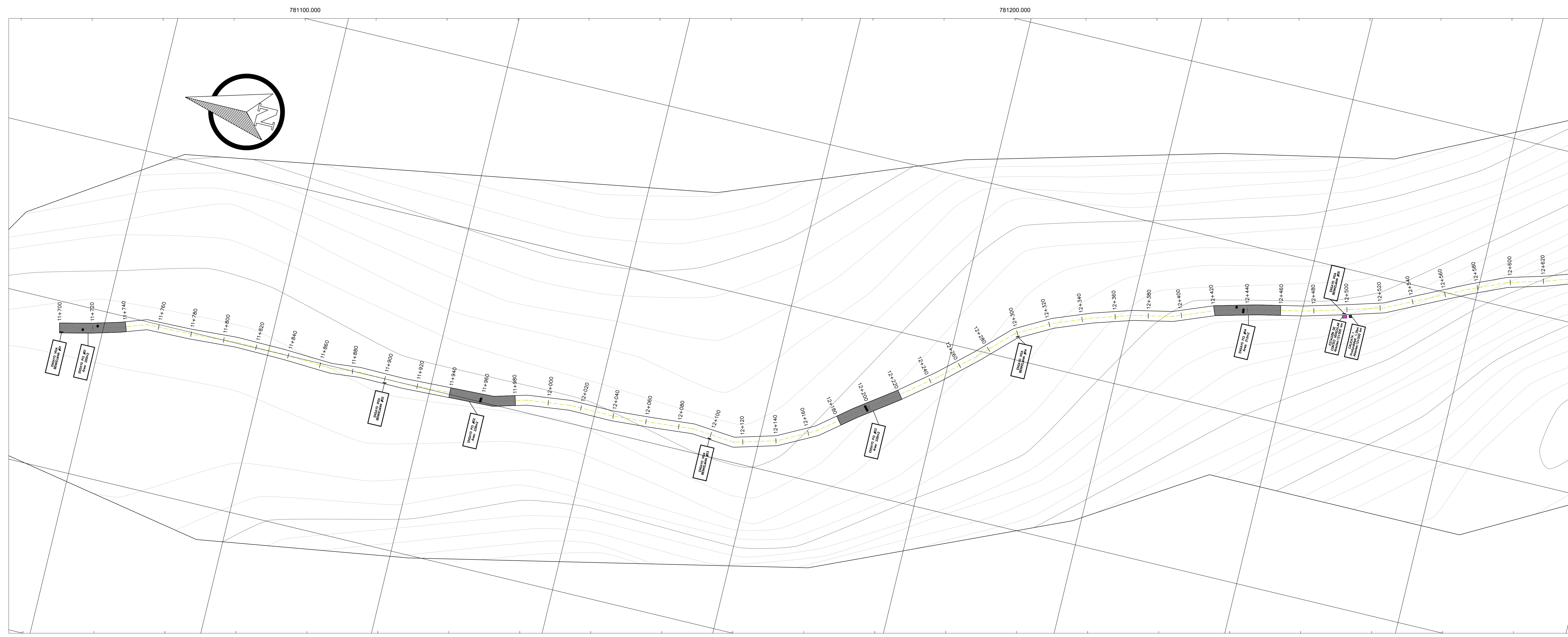
Realización del Ensayo de límite plástico



<p>Ensayo de Proctor Modificado, Martillando</p>	<p>Ensayo de Proctor Modificado, enrasando la muestras</p>	<p>Abcisdado de las unidades de muestreo para ensayo PCI</p>
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p>Universidad Técnica de Ambato</p> <p>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</p> <p>Carrera de Ingeniería Civil</p> </div>  </div>		
		
<p>Medición de longitud de grieta para el ensayo PCI</p>	<p>Medición del ancho de una unidad de muestra para el ensayo PCI</p>	<p>Medición del ancho de la falla pulimiento de agregados</p>
		
<p>Transporte de la viga Benkelman para tomar las medidas de deflexión</p>	<p>Nivelación de la Viga Benkelman</p>	<p>Medición de las deflexiones del pavimento con la ayuda de la Viga Benkelman</p>

ANEXOS F

PLANOS DE LA VÍA
PATATE – BAÑOS



INSTITUCIÓN



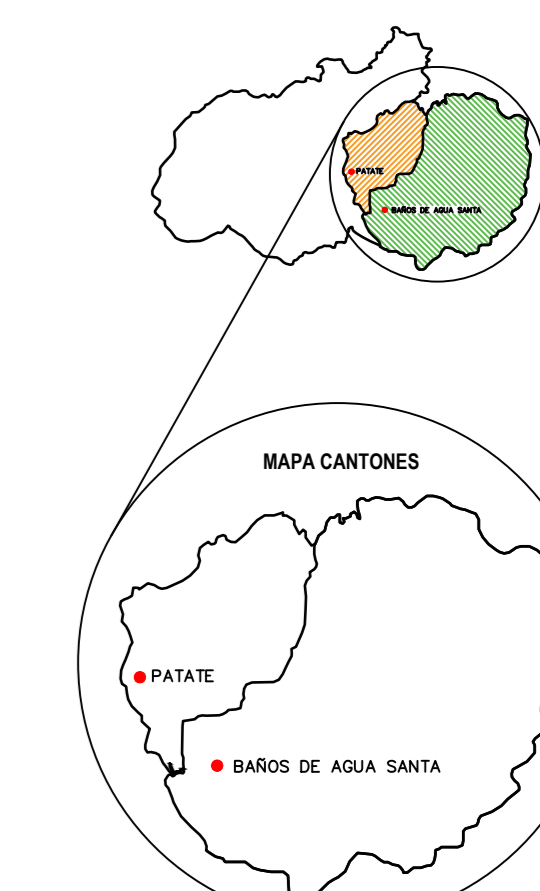
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

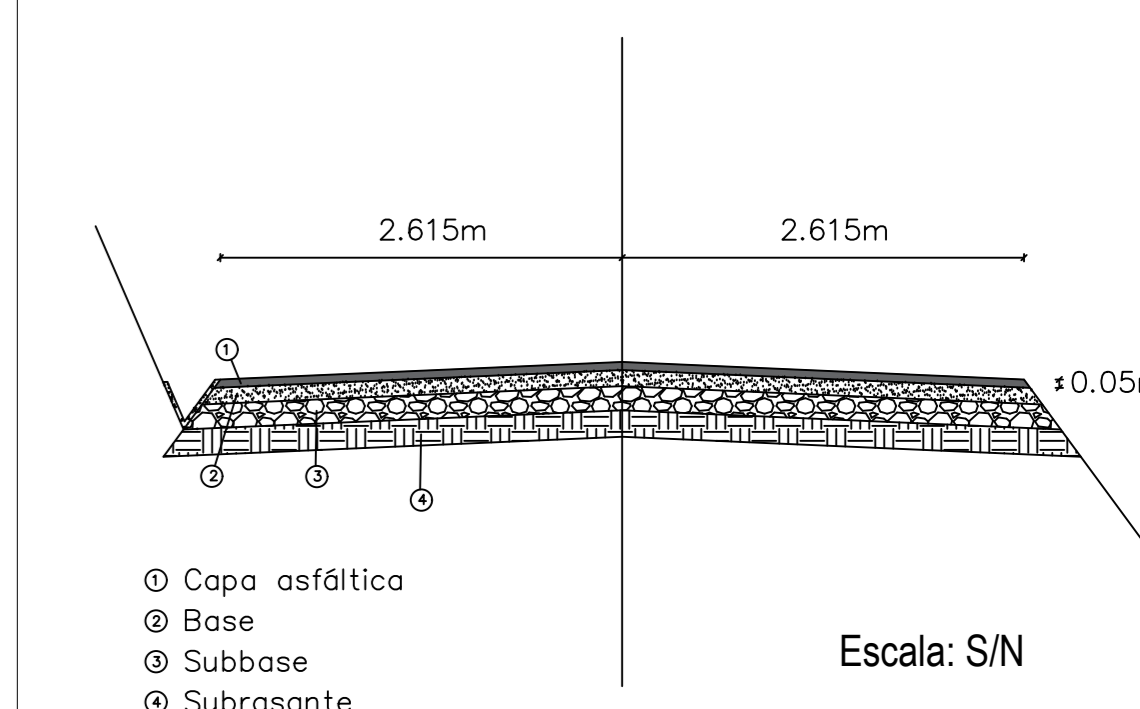
UBICACIÓN

MAPA PROVINCIA DE TUNGURAHUA



Escala: S/N

SECCIÓN TÍPICA



PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

AUTOR: ORTIZ SÁNCHEZ JOHNNY SEBASTIÁN

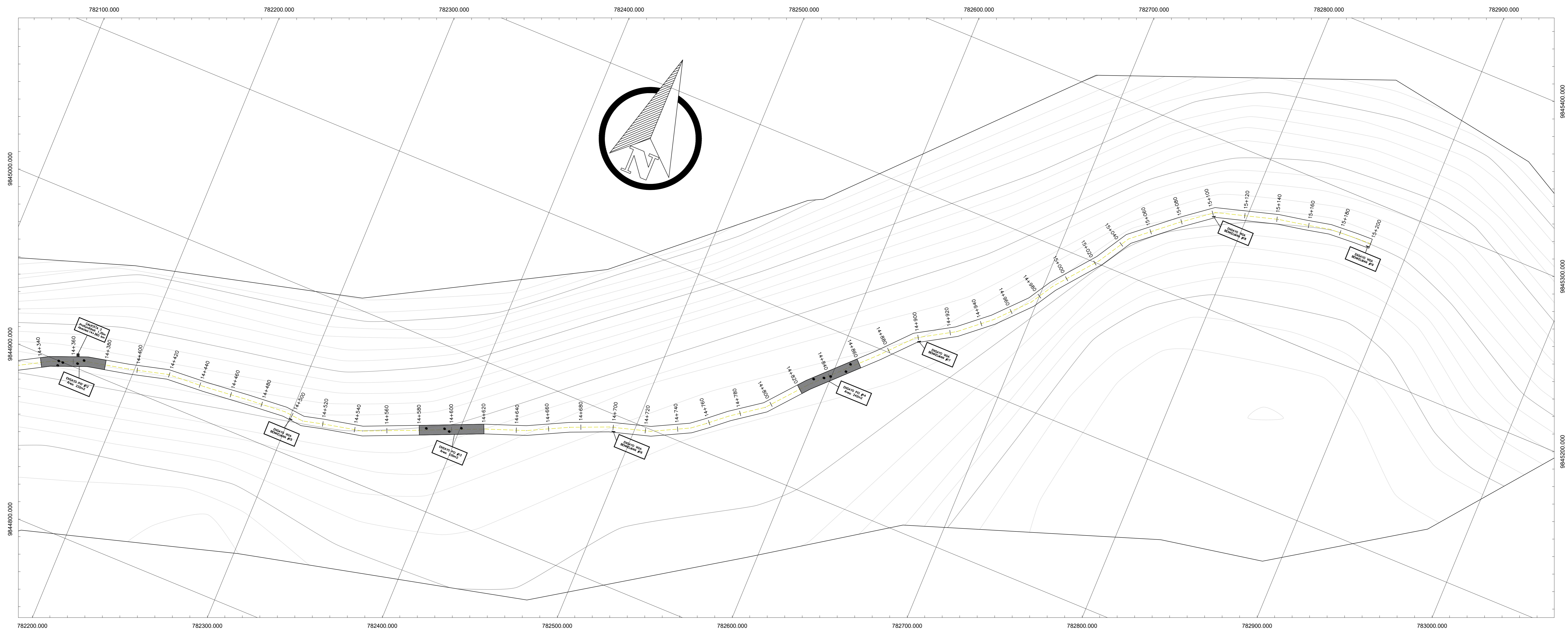
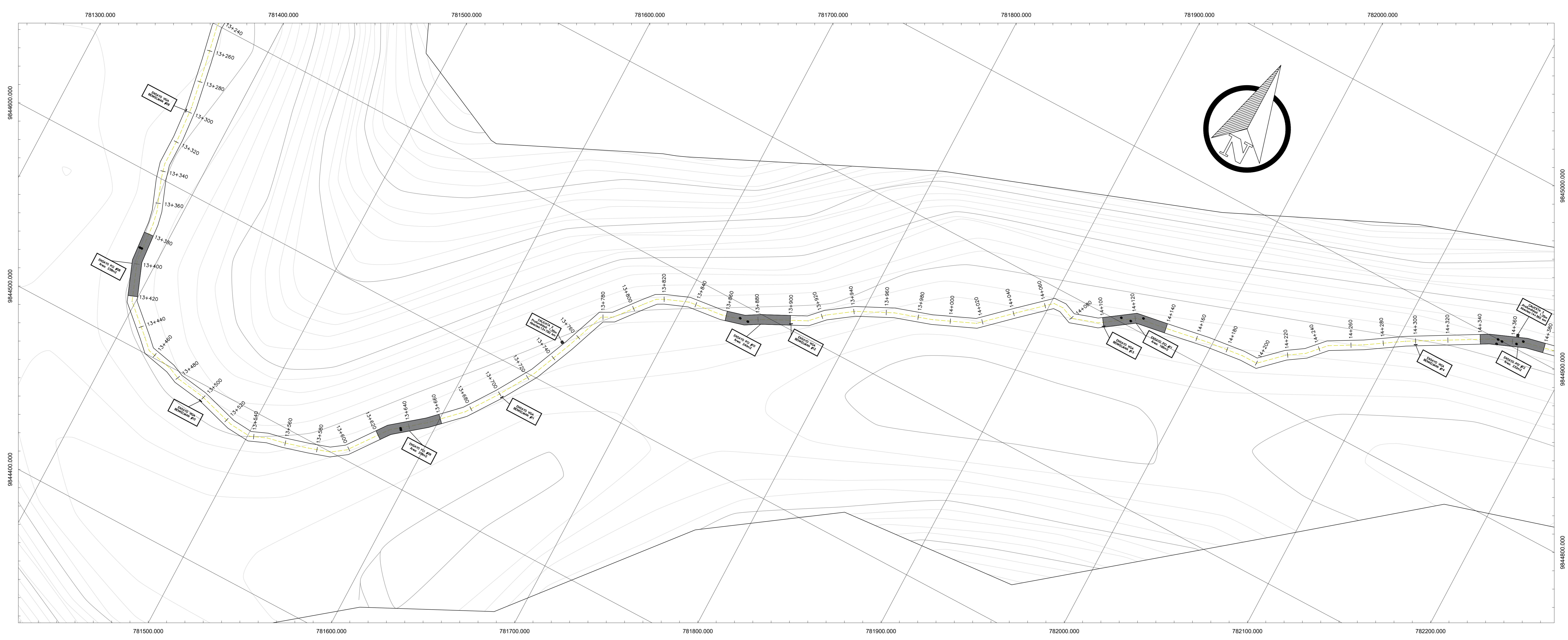
PROVINCIA: TUNGURAHUA **ESCALA:** 1:1000 **FECHA:** SEPTIEMBRE 2022

SECCIÓN: Abs Inicial: 11+700 Abs Final: 15+200

CONTIENE: -ABSCISADO DE LA VÍA PATATE BAÑOS EN EL TRAMO 11+700 - 13+700
-UNIDADES DE MUESTREO PARA ENSAYOS PCI

TUTOR:

ING. ALEX LÓPEZ



INSTITUCIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

UBICACIÓN

MAPA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

MAPA CANTONES

● PATATE
● BAÑOS DE AGUA SANTA

Escala: S/N

SECCIÓN TÍPICA

○ Capa asfáltica
○ Base
○ Subbase
○ Subrasante

Escala: S/N

PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 11+700 - 15+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

AUTOR: ORTIZ SÁNCHEZ JOHNNY SEBASTIÁN

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

SECCIÓN: Abs Inical: 11+700 Abs Final: 15+200

CONTIENE: -ABSCISADO DE LA VÍA PATATE BAÑOS EN EL TRAMO 13+260 - 15+200
-UNIDADES DE MUESTREO PARA ENSAYOS PCI

TUTOR:
ING. ALEX LÓPEZ