



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

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

TEMA:

**“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA
ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS
ABS 8+200 – 11+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**

Autor: Julio Armando Tuston Pico

Tutor: Ing. Alex Gustavo López Arboleda Mg.

AMBATO - ECUADOR

Septiembre - 2022

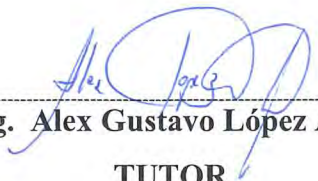
CERTIFICACIÓN

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

Certifico:

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

Ambato, septiembre 2022



Ing. Mg. Alex Gustavo López Arboleda
TUTOR

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Julio Armando Tuston Pico, con C.I. 1600565046 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 EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 8+200 HASTA 11+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”** así como también los 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



Julio Armando Tuston Pico

C. I. 1600565046

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



Julio Armando Tuston Pico

C. I. 1600565046

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

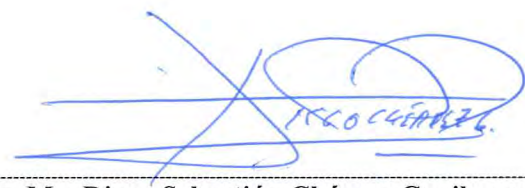
Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Julio Armando Tuston Pico de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS EN EL TRAMO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

Ambato, septiembre 2022

Para constancia firman:



Ing. Milton Rodrigo Aldas Sánchez PhD.
MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Mg. Diego Sebastián Chérrez Gavilanes
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente documento va dedicado a mi familia y amigos que han estado junto a mí en este camino que escogí, a pesar de varios momentos de frustración, esfuerzo y demás se logró el objetivo, pero sobre todo agradecer a mis padres Hugo Tuston y Myrian Pico por toda su paciencia y predisposición para mi persona, por siempre apoyarme, motivarme y llevarme a dar lo mejor de mí en cada aspecto de mi diario vivir.

Julio Tuston

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre por ser uno de mis pilares fundamentales a lo largo de toda mi vida, por ser ese apoyo que estuvo siempre en mis buenos y malos momentos y hacerme ver que todo lo que yo me proponga y por lo que me esfuerce lo conseguiré.

A mi padre por enseñarme a ser un hombre de bien, respetuoso, dedicado y apasionado por lo que amo además de todos los consejos y lecciones de vida oportunas dándome confianza en mí por lo que se y por lo que soy.

A mis hermanos que me apoyan en cada paso que doy teniendo una fe ciega en mis capacidades motivándome siempre a esforzarme a dar más de mí.

A mis amigos por hacer más llevadera esta carrera que requirió mucho esfuerzo por nuestra parte pero que supimos sobrellevar cada situación que se nos presentaba con risas, enojos y demás.

A mi tutor al Ing. Mg. Alex López por brindarme la oportunidad de conocer la profesión, instruirme con sus conocimientos y por toda la confianza depositada en mi convirtiéndose en un gran amigo.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A. PÁGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPITULO I.- MARCO TEORICO	1
1.1.Antecedentes	1
1.1.1. Fundamentación Teórica	2
1.1.1.1. Estudios para la recolección de información	3
1.1.1.2. Tránsito	3
1.1.1.3. Índice de Condición del Pavimento (PCI-Pavement Condition Index)	4
1.1.1.4. Viga Benkelman.....	10
1.1.1.5. Evaluación de suelos	12
1.1.1.6. Mantenimiento Vial	17
1.2.Objetivos	18
1.2.1. Objetivo General:.....	18
1.2.2. Objetivos Específicos:	18

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA	19
2.1. Tipos de Investigación	19
2.1.1. Estudios Descriptivos	19
2.1.2. Investigación Bibliográfica.....	19
2.1.3. Investigación de campo	19
2.1.4. Investigación de laboratorio.....	19
2.2. Materiales y Equipos.....	20
2.3. Plan de recolección de información	23
2.4. Plan de Procesamiento y Análisis de información.....	24
2.4.1. Procesamiento de información	24
2.4.2. Análisis de información.....	27
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
3.1. Análisis y discusión de los resultados.....	28
3.1.1. Georreferenciación del proyecto.....	28
3.1.1.1. Ubicación del proyecto	28
3.1.1.2. Análisis georreferenciado de la vía.....	29
3.1.2. Conteo vehicular.....	29
3.1.2.1. Cálculo del TPDA por el método de la 30va hora	30
3.1.2.2. Cálculo del Tráfico promedio diario Anual (TPDA).....	31
3.1.2.3. Cálculo del tráfico atraído.....	32
3.1.2.4. Cálculo del tráfico promedio diario anual total.....	33
3.1.2.5. Cálculo del tráfico futuro	34
3.1.2.6. Tipo de vía en Función al tráfico Futuro (TPDAf).....	36
3.1.2.7. Cálculo de ejes equivalentes	37
3.1.3. Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI).....	39

3.1.3.1.	Unidades de muestreo	40
3.1.3.2.	Longitud de la Unidad de Muestreo.....	40
3.1.3.3.	Unidades Totales de Muestreo	41
3.1.3.4.	Unidades Mínimas de Muestro	41
3.1.3.5.	Intervalos para la Muestra.....	41
3.1.4.	Deflexiones en la capa de rodadura	43
3.1.4.1.	Corrección por la relación de brazos de la viga Benkelman (1:2).....	44
3.1.4.2.	Corrección por efecto de la temperatura	45
3.1.4.3.	Corrección por efecto estacional.....	45
3.1.4.4.	Radio de curvatura	47
3.1.4.5.	Deflexión característica.....	47
3.1.4.6.	Deflexión admisible y crítica	49
3.1.5.	Estudio de Suelos.....	52
3.1.5.1.	Análisis Granulométrico	52
3.1.5.2.	Límites de Atterberg	53
3.1.5.3.	Proctor Modificado “B”	53
3.1.5.4.	Relación de Soporte de California CBR	54
3.1.6.	Plan de conservación vial	55
CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		61
4.1.	Conclusiones	61
4.2.	Recomendaciones.....	63
C. MATERIALES DE REFERENCIA.....		64
	Referencias Bibliográficas	64
Anexos		69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de Viga Benkelman.....	11
Figura 2: Curva Granulométrica.	13
Figura 3: Imagen satelital de la vía Patate-Baños abs. 8+200-11+700.....	28
Figura 4: Dimensión de vías de capacidad media.....	37
Figura 5: Deflectograma de la vía Patate-Baños abs. 8+200 – 11+700, 2022.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rangos de Calificación del PCI	5
Tabla 2: Intervención en base al rango del PCI	5
Tabla 3: Longitudes de Unidades De Muestreo.....	5
Tabla 4: Niveles de severidad para huecos.	9
Tabla 5: Sistema de Clasificación de suelos AASHTO	14
Tabla 6: Sistema de Clasificación de suelos SUCS	15
Tabla 7: Característica de Equipos usados en el ensayo Proctor	16
Tabla 8: Normativa de Ensayos empleados	20
Tabla 9: Equipo y software empleado en Georreferenciación	20
Tabla 10: Materiales y equipos usados en ensayos de campo y laboratorio.....	21
Tabla 11: Equipos de laboratorio empleados	22
Tabla 12: Plan de recolección de datos.....	23
Tabla 13: Formato de conteo vehicular.....	24
Tabla 14: Evaluación PCI de campo.....	25
Tabla 15: Hoja de campo viga Benkelman	26
Tabla 16: Datos de Calicatas.....	27
Tabla 17: Puntos georreferenciados de inicio y fin de la vía Patate-Baños	28
Tabla 18: Ubicación de la estación de conteo vehicular.....	29
Tabla 19: Resumen de vehículos en la semana de conteo	30
Tabla 20: Conteo de Hora Pico	30
Tabla 21: Conteo Vehicular: Vehículos pesados	31
Tabla 22: TPDA actual de la Vía Patate – Baños	32
Tabla 23: Tráfico atraído de la Vía Patate – Baños	33
Tabla 24: TPDA de la Vía Patate – Baños.....	34
Tabla 25: Tasa de crecimiento vehicular Tungurahua	35
Tabla 26: Tráfico futuro en la vía Patate – Baños.....	35
Tabla 27: Clasificación de carreteras según el TPDAf.....	36
Tabla 28: Clasificación Funcional de las vías en base al TPDAf.....	36
Tabla 29: Factor de daño según el tipo de vehículo.....	38

Tabla 30: Factores de distribución direccional	38
Tabla 31: Factores W18 en el carril D1	38
Tabla 32: Ejes equivalentes proyectados a 20 años	39
Tabla 33: Características de la vía de estudio	40
Tabla 34: Unidades de evaluación de la vía de estudio	42
Tabla 35: PCI de las unidades de evaluación.....	42
Tabla 36: Punto de ensayo viga Benkelman según el ancho de la vía.....	43
Tabla 37: Deflexiones de campo.....	43
Tabla 38: Corrección de relación de brazo 1:2	44
Tabla 39: Corrección por temperatura	45
Tabla 40: Factor de corrección por efecto estacional.....	46
Tabla 41: Corrección por estacionalidad	46
Tabla 42: Radio de Curvatura	47
Tabla 43: Desviación Estándar	48
Tabla 44: Valor de t y probabilidad de ocurrencia de $D > D_c$	49
Tabla 45: Comportamiento estructural del pavimento de acuerdo con la deflexión.....	50
Tabla 46: Deflexiones, radios de curvatura y clasificación de comportamiento estructural.	51
Tabla 47: Clasificación del suelo	53
Tabla 48: Límites de Atterberg	53
Tabla 49: Resultados ensayo Proctor Modificado tipo B	54
Tabla 50: Clasificación de suelos con CBR.....	54
Tabla 51: Tabla CBR de las muestras recolectadas	54
Tabla 52: Mantenimiento rutinario y periódico	55
Tabla 53: Mantenimiento rutinario y periódico de acuerdo con el MTOP	56
Tabla 54: Plan de mantenimiento vial Rutinario	56
Tabla 55: Plan de mantenimiento vial Periódico	57
Tabla 56: Plan de Mantenimiento Vial.	58

RESUMEN

En Tungurahua, al ser una de las provincias en donde sus habitantes se dedican a la producción agrícola, el buen estado de la vía afecta directamente a la comunicación, desarrollo y bienestar de las familias motivo por el cual un mantenimiento vial oportuno, brindará seguridad y comodidad a los usuarios. El proyecto generó un plan de mantenimiento del pavimento de la vía de estudio en donde se realizó un levantamiento georreferenciado, estudios de movilidad vehicular, ensayos de suelos y ensayos de campo para conocer el estado y comportamiento estructural de la capa de rodadura.

Luego de realizar los ensayos pertinentes se obtuvo como resultado que el tráfico cuantificado en la vía de estudio se clasifica como una carretera colectora tipo II que se encuentra asentada sobre una subrasante Regular-Buena de acuerdo al 18 por ciento de promedio del CBR, está compuesta principalmente por arenas mal graduadas, en cuanto a la capa de rodadura, se determinó que la vía de estudio está en buen estado pues llegó a una calificación promedio de 80.31 puntos en la escala del índice de Condición del Pavimento (PCI) y al ser evaluada estructuralmente con la viga Benkelman presentó deflexiones tipo I correspondientes a un comportamiento estructural adecuado.

Es por esto que se propuso un plan de mantenimiento vial rutinario y periódico, de acuerdo a los daños actuales evaluados en la capa de rodadura, presentando soluciones que permitan la rehabilitación, conservación y mantenimiento de la vía para que cumpla con la vida útil de diseño.

PALABRAS CLAVE: Georreferenciación, Deflexiones, Estudio de suelos, PCI, Viga Benkelman, Mantenimiento periódico.

ABSTRACT

In Tungurahua, being one of the provinces where its inhabitants are engaged to agricultural production, the good condition of the road directly affects communication, development, and well-being of families, which is why timely road maintenance will provide safety and convenience to users. The project generated a maintenance plan for the pavement of the study road where a georeferenced survey, vehicle mobility studies, soil tests and field tests were conducted to determine the state and structural behavior of the wearing course.

After carrying out the pertinent tests, it was obtained as a result that the quantified traffic on the study road is classified as a type II collector road that is based on a Regular-Good subgrade according to the average 18 percent of the CBR, it is composed mainly due to poorly graded sands, in terms of the wearing course, it was determined that the study road is in good condition as it reached an average rating of 80.31 points on the Pavement Condition Index (PCI) scale and when evaluated structurally with the Benkelman beam, it presented type I deflections corresponding to an adequate structural behavior.

Therefore a routine and periodic road maintenance plan was proposed, according to the current damages evaluated in the wearing course, presenting solutions that allow the rehabilitation, conservation and maintenance of the road so that it meets the design useful life.

KEY WORDS: Georeferencing, Deflections, Soil study, PCI, Benkelman beam, Periodic maintenance.

CAPITULO I.- MARCO TEORICO

1.1.Antecedentes

Según un estudio presentado en un artículo científico publicado por la universidad de Granada la unión europea destina millones de dólares al mantenimiento de las redes viales principalmente porque el estado de dichas redes influye de manera notoria en el porcentaje de mortalidad en carretera siendo así un factor preocupante haciendo que las entidades generen planes de mantenimiento inyectando importantes inversiones a este fin. [1]

Las carreteras se encuentran entre los bienes públicos más importantes de muchos países. Las mejoras viales traen consigo inmediatos beneficios para los usuarios de la carretera a través de mejor acceso a hospitales, escuelas y mercados; mayor comodidad, velocidad y seguridad; y bajar los costos de operación del vehículo. Para que estos beneficios sean sostenidos, las mejoras de la carretera deben ir seguidas de una estrategia bien planificada. programa de mantenimiento. Sin un mantenimiento periódico, las carreteras pueden deteriorarse rápidamente, impidiendo la realización de los impactos a largo plazo de las mejoras viales en desarrollo, como el aumento de la producción agrícola y el crecimiento de la matriculación escolar. [2]

Aplazar el mantenimiento de las carreteras da como resultado un alto impacto directo y costos indirectos. Si los defectos de la carretera se reparan con prontitud, el costo suele ser modesto. Si se descuidan los defectos, toda una sección de la carretera puede fallar por completo, requiriendo una reconstrucción a 3 veces o más del costo inicial del mantenimiento de la carretera. La Carretera Nacional de Sudáfrica Agency Ltd. (SANRAL) estima que los costos de reparación ascienden a 6 veces los costos de mantenimiento luego de 3 años de abandono y a 18 veces en cinco años de abandono. [2]

En países como Perú en donde a pesar de no tener una superficie dedicada a vías prominente establece que los mantenimientos viales se deben realizar dando prioridad al mantenimiento y desarrollo dependiendo de la demanda de accesibilidad establecida por dicha vía o por el sector de demanda. [3]

En el Ecuador a lo largo de estos últimos 20 años han surgido instituciones estatales que se han encargado de generar planes de mantenimiento y preservación de la estructura vial del país generando mecanismos para que el ciclo de vida de un camino no se vea afectado negativamente pero a pesar de los mismos, la condición de la red vial es pésima, puesto que, pese a los planes antes mencionados las redes viales han caído en un deterioro excesivo siendo razón más que suficiente para caer en el escenario de reconstrucción de las vías que comunican los diferentes sectores del país además de implementar de manera correcta actividades de conservación. [4]

Por lo general las instituciones encargadas de la red vial del país mantienen a la misma sin cuidado alguno, dicha acción es un detonante para que la utilidad de la vía decrezca en un periodo más corto de tiempo al de su diseño inicial, existen también entidades que emplean actividades de preservación rigiéndose en normativas nacionales e internacionales, es a lo que llamamos mantenimiento que ayuda a evitar un deterioro acelerado de los elementos que conforman la infraestructura de una vía. [5]

Tungurahua es las provincias que más dependen de la red vial del país debido a que gran mayoría de la población se dedica a la comercialización de productos y la movilidad será primordial debido a que al estar en el centro del país, los usuarios de la red vial en su gran mayoría usarán vías pertenecientes a la provincia. En general, el proyecto beneficiaría directamente a los moradores del cantón Baños y Patate, al ser una vía de comunicación intercantonal afectará a las condiciones de movilidad según el censo realizado por el INEC en el 2010 de 5691 y 5332 familias de dichos cantones respectivamente y de manera indirecta a alrededor de 75% de la población total de la provincia de Tungurahua que hacen uso de la red vial. [6]

1.1.1. Fundamentación Teórica

Para el presente proyecto que tiene como objetivo general la implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños abs 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua es necesario conocer los conceptos básicos sobre el tema a estudiar.

1.1.1.1. Estudios para la recolección de información

Es fundamental la recolección de datos de campo respecto a la forma y condiciones de la vía por lo que es necesario realizar un levantamiento y ensayos:

LEVANTAMIENTO DATOS GEORREFERENCIADOS

Se conoce como georreferenciación a la asignación de una ubicación espacial a entidades cartográficas por medio de coordenados dependiendo del sistema en el que se deseen dichas ubicaciones, en el caso de la presente se hará uso de las coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator), y datum WGS84 (World Geodetic System 84), que es un sistema de coordenadas proyectadas, se hace uso de equipos la estación total, GPS u ortofotos, es decir, equipos de alta precisión para posteriormente ser procesados mediante softwares generando modelos digitales. [7]

1.1.1.2. Tránsito

La circulación de personas, algunas de ellas en vehículos en un espacio público en el caso del tema a tratar en una vía es lo que se conoce como tráfico o tránsito, es un fenómeno físico y social por la gran influencia en la sociedad. [8]

a. Volumen de Tránsito

Es información levantada mediante el conteo o aforo de los vehículos en cuanto a lo que tiene que ver con el movimiento que realizan en secciones o puntos específicos del sistema vial y así generar una base de datos que permita conocer la interacción de los elementos antes mencionados vía - vehículo. [9]

b. Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

Es el tráfico total que circula a lo largo de un año dividido para 365 es decir es el volumen de tránsito promedio por día, este valor permite generar un análisis anual para justificación de costos y funcionamiento de la carretera. [10]

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

Ecuación 1

TPDA = Transito promedio anual

TE = Tráfico existente

Tat = Tránsito atraído (10% de TE)

c. Volumen de hora pico (VHP)

Es el volumen vehicular que circula en una vía en la hora de tráfico más intensa. [10]

$$VHP = k * TE \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

VHP: Volumen de la hora pico

TE: Tráfico existente

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

d. Tráfico Futuro

Hace referencia a las proyecciones de tráfico que circulara en las vías de estudio por lo general en periodos entre 15 y 20, esto se lo realiza durante los periodos de diseño de una carretera. En el caso de no contar con los datos suficientes de la tasa de crecimiento vehicular se realiza una proyección en base a la tasa de crecimiento poblacional empleando la siguiente fórmula: [11]

$$T_f = T_a * (1 + i)^n \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

T_f : Tráfico Futuro

T_a : Tráfico actual o TPDA

n: Número de años proyectados.

i: Tasa de crecimiento del tráfico

1.1.1.3. Índice de Condición del Pavimento (PCI-Pavement Condition Index)

El Índice de condición del Pavimento (PCI) es una calificación numérica hecha mediante la observación que permite dividir un tramo de vía de acuerdo con el estado del pavimento

yendo desde 0 que es un mal estado hasta 100 que es un pavimento en perfectas condiciones, en la siguiente tabla se puede apreciar los rangos de acuerdo con la norma ASTM D6433-07: [12]

Tabla 1: Rangos de Calificación del PCI

Rango	Clasificación
100-85	Excelente
85-71	Muy Bueno
70-56	Bueno
55-41	Regular
40-26	Malo
25-11	Muy Malo
10-0	Fallado

Fuente: Norma ASTM D6433-07, 2007.

Mediante la evaluación PCI se puede determinar las acciones a realizar en la superficie pavimentado de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 2: Intervención en base al rango del PCI

Rango	Clasificación	Intervención
100-71	Bueno	Mantenimiento
31-70	Regular	Rehabilitación
0-30	Malo	Construcción

Fuente: Norma ASTM D6433-07, 2007.

Unidades de Muestreo

Se generan las unidades de muestreo dividiendo la vía en tramos o secciones de acuerdo con el tipo de vía y de capa de rodadura, es necesario realizar un esquema en donde se indica el tamaño de la unida y la ubicación de esta. [12]

Tabla 3: Longitudes de Unidades De Muestreo

Ancho de Calzada (m)	Longitud de la Unidad de Muestreo
5.0 (o menos)	46
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: Vásquez Varela, 2002.

Número de unidades de Muestreo

Para la evaluación de una red vial es necesario ejecutar un proceso de muestreo que demandará mucho tiempo y recursos debido al gran número de unidades a evaluar, en cuanto a la evaluación de un proyecto se debe evaluar todas las unidades, pero de no ser posible se usará la ecuación 4. [13]

Número mínimo de unidades de Muestreo

Al realizar la evaluación de un tramo notorio de una vía de no ser posible evaluar todas las unidades se debe emplear la siguiente ecuación para obtener un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%. [12]

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2} \quad \text{Ecuación 4}$$

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.

Unidades de Muestreo para Inspección

Se recomienda que las unidades de muestreo seleccionadas estén uniformemente espaciadas a lo largo del tramo de vía evaluado y que la primera sea seleccionada aleatoriamente [12], el intervalo de muestreo es obtenido a partir de la siguiente ecuación:

$$i = \frac{N}{n} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior.

Manual de Daños

Calidad de Tránsito

Para determinar el estado del pavimento se debe realizar una evaluación de la calidad de viaje en donde se deberá tomar en cuenta lo siguiente para clasificar la falla de acuerdo con el factor calidad antes mencionado. [13]

- L: (Low: Bajo) Cuando la falla crea poca incomodidad cuando circula el vehículo y no es necesario disminuir la velocidad por comodidad o seguridad. [13]
- M: (Medium: Medio) Las vibraciones percibidas en el vehículo son notorias y con los fines de mantener la seguridad y comodidad se reduce la velocidad. [13]
- H: (High: Alto) Las vibraciones son excesivas y se debe reducir la velocidad de considerablemente para mantener la seguridad y comodidad además en el caso de huecos y abultamientos causan excesivo rebote en el vehículo existiendo la posibilidad de causar daños severos al vehículo. [13]

Falla en pavimentos flexibles

1. Piel de Cocodrilo

Son grietas interconectadas causadas por las constantes cargas del tránsito presente en la vía, es decir son fallas por fatiga de la capa de rodadura. [13][14]

La unidad de evaluación de esta falla es en m².

2. Exudación

Material bituminoso que forma una película sobre el pavimento que es producida por el exceso de asfalto en la mezcla, exceso de sellante asfáltico o bajo contenido de vacíos de aire. [13][14]

La unidad de evaluación de esta falla es en m².

3. Agrietamiento en bloque

Causadas por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios el agrietamiento en bloque divide al asfalto en pedazos rectangulares que generalmente van de 0.3m x 0.3m hasta 3m a 3m. [13][14]

La unidad de evaluación de esta falla es en m².

4. Abultamiento y Hundimientos

Los abultamientos son producidos por la expansión por congelación, infiltraciones y elevaciones de material debido a las combinaciones de las cargas de tránsito. En cuanto a los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y agresivos. [13][14]

La unidad de evaluación de esta falla es en m.

5. Corrugación

Son un conjunto de cimas y depresiones causada por la acción del tránsito en una carpeta o base inestables, ocurren en intervalos muy regulares y próximas entre sí.

La unidad de evaluación de esta falla es en m². [13][14]

6. Depresión

Superficies localizadas del pavimento con un nivel más bajo que el área a su alrededor, son causadas por asentamiento de la subrasante o una inadecuada construcción. [13][14]

La unidad de evaluación de esta falla es en m².

7. Grieta en borde

Las grietas de borde están paralelas y separadas entre 0.3m y 0.6m del borde exterior del pavimento, se da debido a la debilitación de la base o subbase en ese extremo del pavimento por condiciones climáticas. [13][14]

La unidad de evaluación de esta falla es en m.

8. Grieta de reflexión de junta

Solo ocurre en pavimentos de cemento portland y se da por el movimiento de la losa de concreto por cambios de temperatura o humedad bajo la losa antes mencionada. [13][14]

La unidad de evaluación de esta falla es en m.

9. Desnivel carril/berma

Debido a erosiones, asentamientos de la berma se produce una diferencia de nivel entre esta y la capa asfáltica generando estas grietas. [13][14]

La unidad de evaluación de esta falla es en m.

10. Grieta longitudinales y transversales

Las grietas longitudinales pueden ser causadas por estar ubicadas en una unta de carril pobremente construida, la contracción del asfalto por bajas temperaturas o cambios en la misma y también por el agrietamiento bajo la capa base, en cuanto a las transversales se encuentra en ángulos aparentemente rectos con respecto al eje. [13][14]

La unidad de evaluación de esta falla es en m.

11. Parcheo y acometidas de servicios Públicos

Es la sustitución del material original por uno nuevo para reparar algún defecto en la misma debido a distintas situaciones que podrían presentarse. [13][14]

La unidad de evaluación de esta falla es en m².

12. Pulimento de agregados

Debido a las repetitivas cargas de tránsito se produce este tipo de defecto haciendo que la superficie de la capa de rodadura sea suave al tacto haciendo además que la adherencia entre el asfalto y la llanta del vehículo se vea reducida. [13][14]

La unidad de evaluación de esta falla es en m².

13. Huecos

Son depresiones en la capa de rodadura producidos por que el tráfico arranca pequeños pedazos de pavimento en zonas débiles por mezclas pobres en la superficie o puntos débiles en la subrasante o base siendo acelerado por la acumulación de agua. [13] [14]

La evaluación de esta falla es por unidades, la severidad de dicta con la siguiente tabla:

Tabla 4: Niveles de severidad para huecos.

Profundidad máxima del Hueco	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	H
>25.4 a 50.8 mm	L	M	H
>50.8 mm	M	M	H

Fuente: Pavement condition index (pci) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras, 2002.

14. Ahuellamiento

Es una deformación permanente que por la carga de tránsito provoca que los materiales se consoliden o se desplacen lateralmente causando depresiones en la superficie de las huellas de las ruedas. [13][14]

La unidad de evaluación de esta falla es en m.

15. Desplazamiento

Son corrimientos longitudinales causado por las cargas del tránsito, por lo general ocurren en pavimentos de mezclas líquidas inestables. [13][14]

La unidad de evaluación de esta falla es en m².

16. Grietas parabólicas

Son grietas con forma de medialuna causadas por cargas del tráfico en cuanto las ruedas frenan o cambian de dirección provocando un deslizamiento en la capa de rodadura con una mezcla asfáltica de baja resistencia o con pobre presencia de ligante. [13][14]

La unidad de evaluación de esta falla es en m².

17. Hinchamiento

Es un pandeo hacia arriba del pavimento caracterizado por tener una onda larga y gradual siendo de una longitud mayor que 3m, puede ser causado por el congelamiento de la subrasante o por suelos expansivos. [13][14]

La unidad de evaluación de esta falla es en m².

18. Desprendimiento de agregados

A causa de la eliminación progresiva del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado se presenta una meteorización del pavimento, puede ser causado por vehículos con orugas o por la carga de tráfico constante en mezclas de pobre calidad. [13][14]

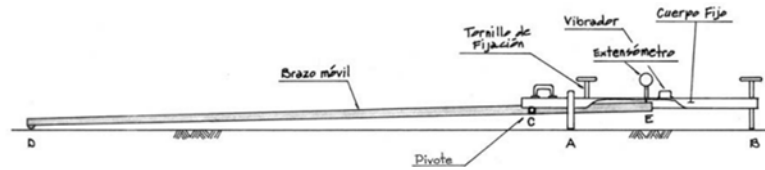
La unidad de evaluación de esta falla es en m².

1.1.1.4. Viga Benkelman

La viga Benkelman es un ensayo realizado in situ con el fin de comparar las curvas de deflexión teóricas con las medidas en campo, se interpreta al pavimento como una capa delgada con rigidez a la flexión. [15]

La viga usada en el ensayo está comprendida de dos partes, la primera es un cuerpo fijo que es ubicada en la zona a evaluar mediante tres apoyos, dos de ellos son regulados y fijados en el punto "A" y "B", en cuanto a la segunda parte es un brazo móvil adaptado mediante una articulación en el punto "C", un extremo "D" del brazo (DE) es apoyado sobre el pavimento y el restante conectado a un extensómetro de movimiento vertical "E" como se muestra en la fig. 1. [16]

Figura 1: Esquema de Viga Benkelman



Fuente: Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicada a un pavimento

Se usa una volqueta cargada al eje simple trasero con 80Kn y se la hace avanzar lentamente a una velocidad media de Km/h para así poder medir la recuperación elástica de la deformación sufrida del pavimento. [17]

Para proceder con los cálculos es necesario conocer las siguientes ecuaciones:

- Corrección por el brazo de la viga Benkelman

$$D = RB * (Df - Do) \quad \text{Ecuación 6}$$

D: deflexiones

RB: relación del brazo de la viga

Df: deflexión final

Do: deflexión inicial

- Corrección por variaciones de temperatura

$$D_{20^{\circ}C} = \frac{Dt}{(1 \times 10^{-3} * h * (T - 20)) + 1} \quad \text{Ecuación 7}$$

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 efecto de la estacionalidad

$$D = 1.2 * D_{20^{\circ}C} \quad \text{Ecuación 8}$$

D_{20°C}: Deflexiones corregida por la temperatura estándar de 20°C.

D: Deflexión corregida con el factor de estacionalidad

- Radio de curvatura

$$Rc = \frac{10x(25)^2}{2*(Do-D25)} \quad \text{Ecuación 9}$$

Rc: Radio de curvatura en metros

Do: Deflexión máxima a los 0 metros

D25: Deflexión a los 0.25 metros

- Deflexión característica

$$D_c = \bar{D} + t * \sigma \quad \text{Ecuación 10}$$

Dc: Deflexión característica en 0.01 de mm

\bar{D} : Deflexión promedio

t: Coeficiente de probabilidad de presentar deflexiones superiores a la Dc.

σ : Desviación estándar.

- Deflexión admisible

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{W_{18}}\right)^{\frac{1}{4}} * 100 \quad \text{Ecuación 11}$$

Dadm: Deflexión admisible en millones

W18: Número de ejes equivalentes expresado en millones

- Deflexión crítica

$$D_{cr} = \left(\frac{1.9}{W_{18}}\right)^{\frac{1}{5.3}} * 100 \quad \text{Ecuación 12}$$

Dcr: Deflexión crítica en millones

W18: Número de ejes equivalentes expresado en millones

1.1.1.5.Evaluación de suelos

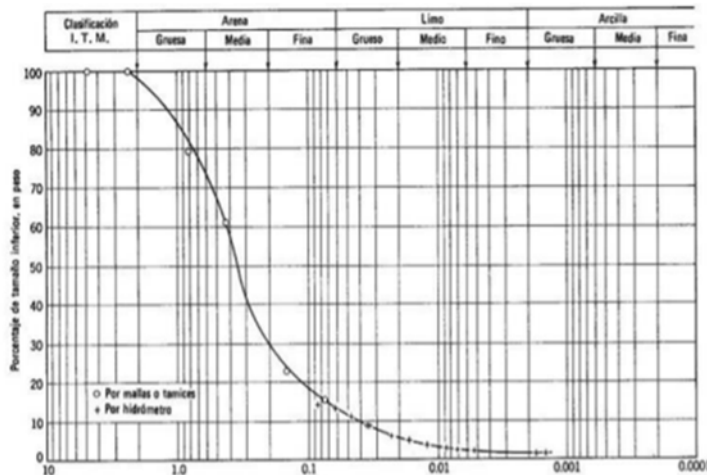
Uno de los elementos más importantes para una vía es la subrasante donde se asienta la misma, es importante conocer elementos que nos den a conocer sus características físicas realizando ensayos como granulometría, Proctor y CBR.

Granulometría

La granulometría es una propiedad física de los agregados tanto finos como gruesos, consiste en determinar distribución en porcentaje de las partículas en sus distintos tamaños de agregado en una muestra, dicha muestra debe ser representativa y tomada in situ. [18]

Los suelos se clasifican en gravas, arenas y finos. Los suelos granulares son aquellos que el 35% o menos pasa el tamiz #200 siendo así partículas que van de 4.75 a 75 mm, los finos en cambio tienen partículas con diámetro menor a 0.075mm con más de 35% que pasa el tamiz #200. [19]

Figura 2: Curva Granulométrica.



Fuente: Mecánica de Suelos, Juárez Badillo, 2001.

Clasificación del suelo

Existen maneras de clasificar el suelo con los métodos AASHTO y SUCS haciendo uso de la granulometría y los límites de Atterberg.

- **Método AASHTO**

El método AASHTO divide a los suelos inorgánicos en 7 tipos clasificados desde A-1 a A-3 son materiales de grano grueso, de A-4 a A-7 son materiales de grano fino. En cuanto a los suelos orgánicos como la turba, el fango y demás se los denomina A-8 y se los determina por inspección visual. [20]

Se usa la siguiente tabla para realizar la clasificación de los suelos de A-1 a A-7:

Tabla 5: 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 unificado de clasificación de suelos o por su traducción del inglés método SUCS es un sistema usado en el trabajo geotécnico adoptado principalmente por el United States Bureau of Reclamations y el US Army Corps of Engineers: [20]

Se hace uso de la siguiente tabla para la clasificación de suelos:

Tabla 6: 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	Los finos se clasifican como ML o MH	GM	Grava limosa f, g, h
		Más 12% finos c	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	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3e$	SW	Arena bien graduada i
		Menos de 5% finos d	$Cu < 6$ y/o $1 > Cc > 3e$	SP	Arena mal graduada i
		Arenas con finos	Los finos se clasifican como ML o MH	SM	Arena limosa g, h, i
		Más 12% finos d	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	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
	más pasa la malla núm. 200	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	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.

Límites de Atterberg

- **Límite Líquido**

Este ensayo se realiza con la finalidad de obtener el contenido de humedad que permite que el suelo se encuentre en la frontera entre el estado plástico y semilíquido, se realiza de acuerdo con la normativa NTE-INEN 691 haciendo uso del equipo llamado copa de Casagrande en donde se realizan ensayos con diferentes contenidos de humedad y contando los golpes que necesita la muestra para poder cerrar la abertura generada por el acanalador para posteriormente poder interpolar a los 25 golpes y obtener este porcentaje de humedad buscado. [21]

- **Límite Plástico**

Es el límite existente entre el estado plástico y semisólido del suelo, este ensayo es realizado de acuerdo con la normativa NTE-INEN 692 y consiste en enrollar una muestra de suelo plástico es decir humedecido en un rollo cilíndrico de 3mm hasta que se desmorone, registrando pesos y sus diferencias para poder obtener contenidos de humedad. [21]

Compactación de suelos por método Proctor

Este ensayo es usado con la finalidad de determinar el contenido de humedad óptimo y la densidad máxima de un suelo, consiste en compactar el suelo en capas con golpes de un martillo, todo esto regido y basado en normas ASTM en donde se dividen: ASTM D698-12, compactación estándar y ASTM D1557-12, compactación modificada. [22]

Tabla 7: Característica de Equipos usados en el ensayo Proctor

	PROCTOR €	PROCTOR MODIFICADO
Peso del PISTÓN (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

California Bearing Ratio (Ensayo CBR)

El CBR es un parámetro del suelo que mide la resistencia al corte de un suelo evaluado siendo sometido a condiciones de humedad y densidad controladas, la norma ASTM D 1883-73 es la que rige este método con la estandarización de este y por lo general es aplicado para realizar una evaluación de la calidad de la subrasante o material de base antes de la construcción de una carretera. [23]

Esta expresado por la siguiente ecuación:

$$CBR = \frac{(carga\ unitaria\ del\ ensayo)}{carga\ unitaria\ patrón} * 100\% \quad \text{Ecuación 13}$$

1.1.1.6.Mantenimiento Vial

Co el transcurso del tiempo y con la aplicación constante de cargas sobre la superficie de los pavimentos este sufre deterioros que impiden su correcto funcionamiento, es decir, evita que pueda prestar todos los servicios de comodidad, rapidez y seguridad a los vehículos que circulan sobre la vía. Los mantenimientos viales son los procedimientos realizados para evitar las condiciones deterioro antes descritas, constan de un conjunto de actividades que dependen del tipo de falla que se presente en el asfalto puesto que de acuerdo con el instructivo de cada falla tendrá su proceso de mantenimiento dependiendo de la severidad de esta. [24]

- Conservación Rutinaria

Son todas las actividades realizadas para preservar el pavimento y extender su vida útil lo más posible, se realizan tanto sobre la capa de rodadura como en las zonas laterales, en el asfalto se realizan bacheos, relleno de grietas, etc., y en las zonas laterales de cumple sobre todo acciones de limpieza de cunetas, alcantarillas, reposición de taludes y demás. [24]

- Conservación Periódica

Son todos los planes de conservación eventuales ya sea cada 3 a 5 años para corregir fallas graves de la capa de rodadura ya sea por factores climáticos o exceso de carga por tránsito. [24]

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 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

1.2.2. Objetivos Específicos:

- Disponer de un levantamiento georreferenciado de la vía Patate – Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.
- Conocer la movilidad vehicular en la vía Patate – Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.
- Evaluar cada uno de los componentes físico de la vía Patate – Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2.1. Tipos de Investigación

En el presente proyecto se realizaron investigaciones de acuerdo con las necesidades del mismo, para el cumplimiento de los objetivos propuestos se utilizaron estudios descriptivos, investigación bibliográfica, de campo y de laboratorio.

2.1.1. Estudios Descriptivos

Al ser el tema de estudio generar una propuesta para evitar el deterioro de una vía se debe buscar la razón de los daños es decir analizar cómo son y como se manifiestan los mismos a través del análisis de sus propiedades y atributos. [25]

2.1.2. Investigación Bibliográfica

Es realizada a partir de la consulta de información existente en documentos como libros, revistas, artículos científicos usados como fuentes bibliográficas. En la presente investigación se recopiló información de casos similares que permitieron el mejor desarrollo del tema evitando errores y tomando elementos importantes de estas fuentes que potenciaron y agilizaron el desarrollo del mismo. [26]

2.1.3. Investigación de campo

A este tipo de investigación es aplicada a través de la observación bien estructurada y la elaboración de distintas recolecciones de información en la zona de aplicación del proyecto usando instrumentos como prácticas de campo apoyándose de la investigación documental con el fin de basarse en casos similares aplicándolas a las condiciones con las que se cuenta in situ puesto que debe ser aplicada directamente en el lugar geográfico donde se producen los hechos. Este tipo de investigación fue crucial en el proyecto debido a toda la información de campo levantada como fue el caso de los conteos, inspecciones visuales, ensayos de campo, todos estos necesarios para un correcto entendimiento de la vía de estudio. [27]

2.1.4. Investigación de laboratorio

Se lleva a cabo en un laboratorio con equipos de alta precisión asemejando las condiciones del lugar en donde se desarrolla o de acuerdo con normativas de ensayos de laboratorio, se realiza este tipo de investigación para tener controladas y tomar nota del

comportamiento de los elementos a evaluar sometiéndolos a condiciones que nos permitirá recolectar datos que aporten. [28]

En este ámbito para el presente proyecto se hizo uso de diferentes ensayos con la finalidad de obtener los datos necesarios para la caracterización de los elementos físicos de la vía, entre los que se pudo enlistar los siguientes:

Tabla 8: Normativa de Ensayos empleados

Ensayo	Normativa
Obtención de muestras alteradas	NTE INEN 686
Granulometría	ASTM D421-58
Límite Líquido	ASTM D4318 – INEN 691
Límite Plástico	ASTM D4318 – INEN 691
Proctor Modificado	AASHTO T-180 ASTM D1557
CBR	ASTM D1883
Deflexiones (Viga Benkelman)	AASHTO T256




Autor: Julio Armando Tuston Pico

2.2. Materiales y Equipos

Levantamiento Georreferenciado

En la siguiente tabla se especifica el equipo utilizado para el abscisado de la vía y el levantamiento georreferenciado además el software utilizado para de la tabulación de datos:

Tabla 9: Equipo y software empleado en Georreferenciación

MARCA: GARMIN MODELO: etrex 10 GPS	Desarrollador: Microsoft Excel	Desarrollador: AutoDesk Civil 3D
		

Autor: Julio Armando Tuston Pico

En cuanto a los ensayos realizados se hizo uso de los siguientes materiales y equipos:




Tabla 10: Materiales y equipos usados en ensayos de campo y laboratorio

Ensayo	Materiales	Equipos
Toma de muestras	<ul style="list-style-type: none"> • Pala, pico • Flexómetro • Costales 	-
Granulometría	<ul style="list-style-type: none"> • Muestra de suelo 	<ul style="list-style-type: none"> • Tamices • tamizador • balanza
Límites Plásticos	<ul style="list-style-type: none"> • Agua • Muestra de suelo que pasa por el tamiz N^o 40 	<ul style="list-style-type: none"> • Mortero • recipiente de porcelanato • placa de vidrio • espátula • horno
Límites Líquidos	<ul style="list-style-type: none"> • Agua • Muestra de suelo que pasa por el tamiz N^o 40 	<ul style="list-style-type: none"> • Copa de Casagrande • recipiente • balanza • acanalador • espátula • horno
Proctor Modificado	<ul style="list-style-type: none"> • Agua • muestra de suelo • bailejo 	<ul style="list-style-type: none"> • Bandejas • recipientes • molde cilíndrico de metal • martillo compactador • balanza • horno
CBR	<ul style="list-style-type: none"> • Agua • muestra de suelo • bailejo 	<ul style="list-style-type: none"> • Bandeja • recipientes • molde cilíndrico de metal • martillo compactador • pesa ranurada • maquina multispeed • pesa anular, balanza • horno
Deflexión	<ul style="list-style-type: none"> • Flexómetro • agua • cinta métrica • combo 	<ul style="list-style-type: none"> • Viga Benkelman • volqueta • termómetro

Autor: Julio Armando Tuston Pico

En la siguiente tabla se puede apreciar específicamente los equipos utilizados y proporcionados por la Universidad Técnica de Ambato:

Tabla 11: Equipos de laboratorio empleados

<p>Marca: Humbolt Modelo: 2011 Tamices</p>	<p>Marca: CONTROLS Modelo: 15-DO407/BZ Tamizador</p>	<p>Marca: OHAUS Modelo: 5651281 Balanza Mecánica</p>
		
<p>Marca: HUMBOLT MFG. Modelo: 2011 Horno</p>	<p>Marca: Sin Marca Copa de Casagrande</p>	<p>Marca: Sin marca Molde Cilíndrico</p>
		
<p>Marca: CONTROLS Modelo: 34V1174 Máquina Multispeed</p>	<p>Marca: CONSTROLS Modelo: 33T0075 Martillo compactador</p>	<p>Marca: Sin marca Recipiente de Porcelanato</p>
		

Marca: CONTROLS Modelo: 80-B0180 Viga Benkelman	Marca: HINO Modelo: 8m3 Volqueta	Marca: Sin Marca Termómetro
		

Autor: Julio Armando Tuston Pico

2.3. Plan de recolección de información

Se hizo uso del siguiente plan de recolección de datos para el cumplimiento de los objetivos planteados:

Tabla 12: Plan de recolección de datos

Preguntas Básicas		Argumento
1.	¿Para qué?	Para plantear un plan de conservación de los factores físicos de la vía Patate-Baños abscisa 8+200 hasta 11+700
2.	¿De qué persona u objeto?	De un tramo de la vía Patate-Baños abscisa 8+200 hasta 11+700
3.	¿Sobre qué aspectos?	Condiciones y mantenimiento de los aspectos físicos de la capa de rodadura
4.	¿Quién evalúa?	Sr. Julio Armando Tuston Pico (Autor). Ing. Mg. Alex López (Tutor).
5.	¿Dónde evalúa?	<ul style="list-style-type: none"> • La vía Patate-Baños abscisa 8+200 hasta 11+700 • Laboratorio de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil de la universidad Técnica de Ambato
6.	¿Cómo?	<ul style="list-style-type: none"> • Recopilación Bibliográfica • Investigación de laboratorio (ensayos) • Investigación de campo (recolección de muestras e información)

Autor: Julio Armando Tuston Pico

2.4. Plan de Procesamiento y Análisis de información

2.4.1. Procesamiento de información

- Se dio inicio al proyecto con un reconocimiento de campo en donde se abscisó la vía cumpliendo con la primera fase efectuando además un levantamiento georreferenciado de la misma, se usó un equipo GPS de alta precisión garmin eTrex 10 tomando puntos en el eje de la vía y en los bordes cada 25m.
- Se importaron los datos levantados a Civil 3D para elaborar una franja que representa la vía de estudio y su topografía, además de generar el alineamiento con las respectivas características de esta.
- Para la segunda fase se procedió a establecer una estación de conteo vehicular manual en donde se registraron los vehículos que circulan en la vía de estudio de acuerdo con la clasificación de autos, tomando en cuenta su tipo ya sean livianos, buses y camiones usando el método de 30va hora es decir realizando el conteo 7 días por 12 horas, los datos antes mencionados se registraron en la siguiente tabla con el modelo de hoja de campo:

Tabla 13: Formato de conteo vehicular

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



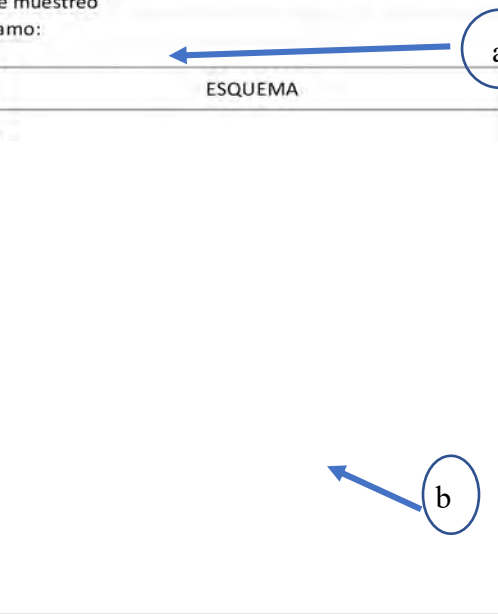
Autor: Julio Armando Tuston Pico

En la tabla 13 se encuentran los siguientes datos:

- Datos de la vía y la respectiva estación
- Cada hora dividida en cuartos
- Sección perteneciente a livianos
- Sección perteneciente a buses

- e. Sección perteneciente a pesados dependiendo del número de ejes
- f. Cuantificación total de pesados
- g. Cuantificación total de vehículos por cuartos de hora
- h. Cuantificación total de vehículos en una hora
- Para la tercera y última fase, se procedió con la evaluación visual de campo del pavimento realizando la inspección de las fallas presentes en el área de estudio determinadas por cálculos previos que determinaran las muestras mínimas y la separación de estas, en la presente tabla se describe los elementos a evaluar en el análisis PCI:



Tabla 14: Evaluación PCI de campo

 		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS - PCI	
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua."			
Abs Inicial	Area de muestra (m2)		Fecha:
Abs Final	Unidad de muestreo		
Ancho carril	Tramo:		
NÚMERO	FALLAS		ESQUEMA
1	Piel de cocodrilo	m2	
2	Exudación	m2	
3	Agrietamiento en Bloque	m2	
4	Abultamientos y hundimientos	m	
5	Corrugación	m2	
6	Depresión	m2	
7	Grieta de Borde	m2	
8	Grieta de reflexión de junta	m	
9	Desnivel Carril/Berma	m	
10	Grietas longitudinales y transversales	m	
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2	
12	Pulimiento de agregados	m2	
13	Huecos	U	
14	Cruce de Vía ferrea	m2	
15	Ahuellamiento	m2	
16	Desplazamiento	m2	
17	Grietas parabólicas	m2	
18	Hunchamiento	m2	
19	Desprendimiento de agregados	m2	
FALLA #	SEVERIDAD		CANTIDADES PARCIALES
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)
↑ c	↓ d	↓ e	
		↑ f	↑ g
			↑ h
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):			
PCI = 100-VDT=			

Autor: Julio Armando Tuston Pico

- Datos de la vía y del área de estudio
 - Esquema dibujado de la vía incluyendo simbología que caracterice a la falla
 - Código de la falla a evaluar
 - Severidad de la falla a evaluar
 - Dimensiones de la falla de pavimento encontrada
 - Cálculo de la longitud o área
 - Cálculo de la densidad para evaluar por medio de ábacos dependiendo el tipo de falla
 - Valor deducido obtenido de los ábacos
 - Calificación total del pavimento del área evaluada.
- Una vez evaluadas las fallas presentes en el pavimento se hace una evaluación de la deflexión del pavimento por medio del uso de la viga Benkelman que consiste en la aplicación de una carga controlada en el pavimento para poder medir sus deflexiones ingresando los datos obtenidos en la siguiente tabla:

Tabla 15: Hoja de campo viga Benkelman

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DEFLEXIÓN DE PAVIMENTOS - VIGA BENKELMAN 								
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.								
ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)					TEMPERATURA (°C)	ESPESOR (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Autor: Julio Armando Tuston Pico

La tabla 15 cuenta con la siguiente información:

- Datos de la vía de estudio
- Estación numerada para distinguir el área a evaluar
- Abscisa de evaluación

- d. Lectura del deflectómetro
- e. Temperatura del pavimento tomada in situ
- f. Espesor de la capa asfáltica
- Para finalizar con la tercera fase se realizó la extracción de calicatas a cielo abierto a una profundidad promedio de 1.05m extrayendo una muestra de 10kg para poder realizar los respectivos ensayos de laboratorio siguiendo los procedimientos estándar y normados en cada uno de los ensayos como son granulometría, límites de Atterberg, Proctor estándar y CBR.

Para la realización de la evaluación del suelo en laboratorio es necesario realizar la toma de una muestra in situ en donde las características de las condiciones de las muestras tomadas se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 16: Datos de Calicatas.

	DESCRIPCIÓN
Tipo de muestreo	Muestreo de cielo abierto.
Profundidad	1 m a 1.1 m
Ancho de excavación	0.8 m
Largo de excavación	0.8 m
Cantidad de muestra Extraída	30 Kg

Autor: Julio Armando Tuston Pico

2.4.2. Análisis de información

- Se realizó una tabulación completa de todos los puntos extraídos por medio del GPS y se genera la franja topográfica de la vía permitiendo así obtener un levantamiento georreferenciado completo del tramo de estudio.
- En cuanto a la información recolectada mediante el conteo vehicular se contabilizó la misma generando datos reales acerca del TPDA, es decir, el tráfico que circula y que por medio de tasas de crecimiento se espera circule en la vía de estudio.
- Por medio de los resultados se obtuvo el tipo de suelo presente en la zona, las propiedades físicas y mecánicas de las muestras ensayadas que permitieron generar un criterio más acertado de acuerdo con la situación in situ.

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

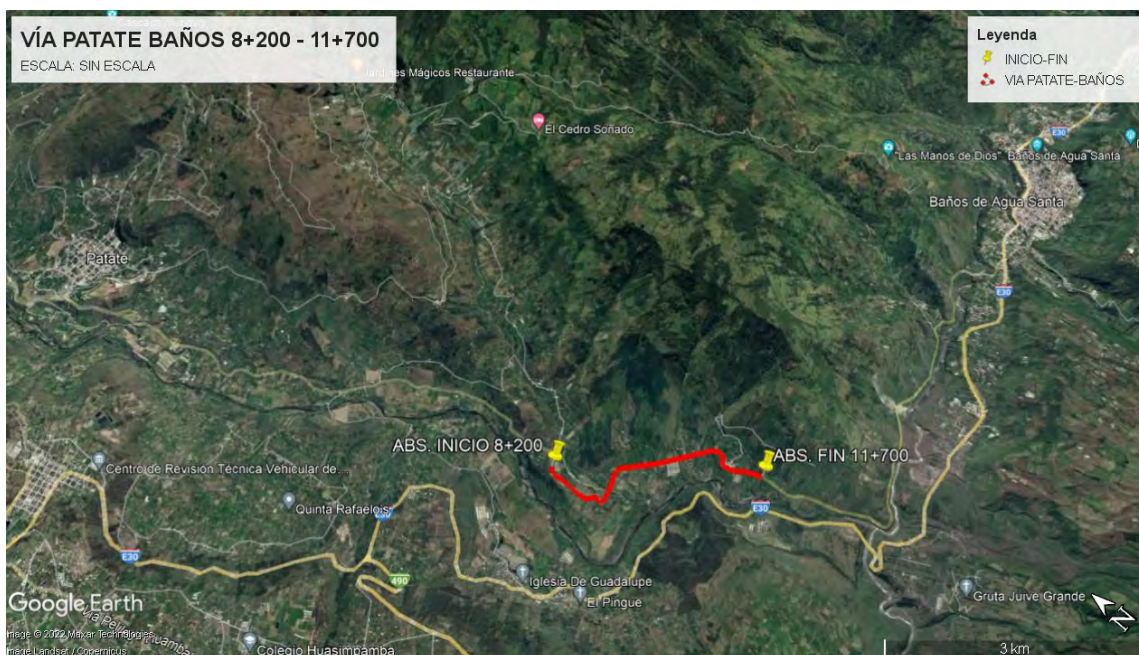
3.1. Análisis y discusión de los resultados

3.1.1. Georreferenciación del proyecto

3.1.1.1. Ubicación del proyecto

El proyecto está ubicado en el tramo de la vía Patate-Baños tomando en cuenta el abscisado a partir del redondel del cantón Patate, precisamente siendo así el tramo 8+200 hasta el 11+700 la sección a evaluar como se puede apreciar en la siguiente imagen:

Figura 3: Imagen satelital de la vía Patate-Baños abs. 8+200-11+700



Fuente: Google Earth

Para una mejor comprensión se ubicó el inicio y el fin del tramo con la siguiente tabla de coordenadas:

Tabla 17: Puntos georreferenciados de inicio y fin de la vía Patate-Baños

PUNTO-ABSCISA	NORTE	ESTE
8+200	9848254.308	779228.1768
11+700	9846097.32	780885.087

Autor: Julio Armando Tuston Pico

Esta es una zona dedicada a la agricultura y que por el mismo motivo hacen uso de una vía en buen estado para poder transportar sus productos con la comodidad que necesaria, existe además una gran cantidad de niños y jóvenes que se movilizan al centro de los cantones ya sea de Patate, Baños e incluso Ambato a cumplir con sus actividades educativas lo cual es uno más de los varios motivantes que impulsan el presente estudio. [29]

3.1.1.2. Análisis georreferenciado de la vía

Se dispuso la recolección de datos in situ de la vía que comunica directamente a los cantones Patate y Baños, siendo más específico en el tramo entre las abscisas 8+200 y 11+700, tomando puntos de referencia cada 25m en tres puntos importantes de la vía como son el eje central y los bordes para poder generar la capa topográfica de la misma.

Se realizó el levantamiento georreferenciado haciendo uso de un dispositivo GPS modelo Etex 10 facilitados por el laboratorio de topografía de la Universidad Técnica de Ambato, se recolectó un total de 447 puntos en el formato UTM y con la elevación del terreno pues otorga características importantes del sitio a evaluar.

Posterior a esto, se importó los puntos como archivo CSV para que puedan ser procesados en un software de topografía de Ingeniería civil y generar el archivo presentado en el anexo E.

3.1.2. Conteo vehicular

El conteo vehicular es necesario para comprender los parámetros de diseño de la carretera pues factores como el ancho de la vía y características de los elementos de construcción son relevantes al evaluar el estado de esta.

Con la finalidad de conocer el tipo de carga vehicular a la cual está sometida la vía de estudio se estableció una estación de conteo manual vehicular en donde se registró los datos mostrados en el anexo A, la estación antes nombrada se ubicó en el km 8+200 con las siguientes coordenadas:

Tabla 18: Ubicación de la estación de conteo vehicular.

PUNTO-ABSCISA	NORTE	ESTE
8+200	9848254.308m	779228.1768m

Autor: Julio Armando Tuston Pico

Para determinar el volumen de vehículos livianos, buses o pesados de 2, 3 o más ejes se registró esta información en el modelo de hoja de campo indicado en la tabla 13.

3.1.2.1.Cálculo del TPDA por el método de la 30va hora

Con el registro de vehículos que circulan en la vía Patate -Baños entre la abscisa 8+200 hasta la 11+700 en la estación de conteo manual establecida entre el 25 de Abril del 2022 hasta el 01 de Mayo del mismo año en el periodo de tiempo de 12 horas ente las 07h00 hasta las 19h00 arrojando resultados relevantes como es el día con más tráfico vehicular, es decir el día domingo 01 Mayo con 1244 vehículos entre livianos, buses y pesados, en la siguiente tabla se puede apreciar el resumen de vehículos registrados:

Tabla 19: Resumen de vehículos en la semana de conteo

FECHA	VEHICULOS
25-abr LUNES	584
26-abr MARTES	582
27-abr MIÉRCOLES	567
28-abr JUEVES	592
29-abr VIERNES	607
30-abr SÁBADO	916
01-may DOMINGO	1244

Autor: Julio Armando Tuston Pico

En cuanto a la hora pico del día se dio al medio día con la presencia de 206 vehículos como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 20: Conteo de Hora Pico

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

Autor: Julio Armando Tuston Pico

3.1.2.2.Cálculo del Tráfico promedio diario Anual (TPDA)

$$TPDA_{actual} = \frac{VHP}{k} \quad \text{Ecuación 14}$$

Donde:

TPDA actual: Tráfico promedio diario anual actual

VHP: Volumen de tráfico en la hora pico

k: Factor del TPDA según el área de estudio. (Zn. Urbana 8%-12%, Zn. Rural 12%-18%)

- **TPDA actual para vehículos Livianos**

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

Datos: (Tabla 20)

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

- **TPDA actual para vehículos Buses**

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

Datos: (Tabla 20)

$$TPDA_{actual} = 7 \frac{Veh}{día}$$

- **TPDA actual para vehículos Pesados**

Debido a que en la hora pico no se registró el paso de vehículos pesados se hace uso del volumen de tráfico del domingo en donde se encuentra la mayor afluencia de los mismo:

Tabla 21: Conteo Vehicular: Vehículos pesados

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				Total Pesados	TOTAL	TOTAL POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3			
16h00	16h15	24	1	2	0	0	0	2	27	136
16h15	16h30	51	0	0	0	0	0	0	51	
16h30	16h45	31	0	1	0	0	0	1	32	
16h45	17h00	24	0	2	0	0	0	2	26	
TOTAL		130	1	5	0	0	0	5	136	

Autor: Julio Armando Tuston Pico

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

Datos: (Tabla 21)

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

En la siguiente tabla se observan los valores calculados del TPDA actual:

Tabla 22: TPDA actual de la Vía Patate – Baños

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

Autor: Julio Armando Tuston Pico

3.1.2.3. Cálculo del tráfico atraído

$$T_{at} = 10\% TPDA_{actual}$$

Ecuación 15

Donde:

T at: Tráfico atraído

TPDA actual: Tráfico promedio diario anual actual

- **Tráfico atraído para vehículos Livianos**

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

Datos: (Tabla 22)

$$T_{at} = 137 \frac{Veh}{día}$$

- **Tráfico atraído para vehículos Buses**

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

Datos: (Tabla 22)

$$T_{at} = 1 \frac{Veh}{día}$$

- **Tráfico atraído para vehículos Pesados**

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

Datos: (Tabla 22)

$$T_{at} = 4 \frac{Veh}{día}$$

En la siguiente tabla se puede observar el tráfico atraído dividido por el tipo de vehículo.

Tabla 23: Tráfico atraído de la Vía Patate – Baños

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

Autor: Julio Armando Tuston Pico

3.1.2.4. Cálculo del tráfico promedio diario anual total

Se calcula el valor de acuerdo con la *Ecuación 1*.

- **TPDA para vehículos Livianos**

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

Datos: (Tabla 23)

$$TPDA = 1504 \frac{Veh}{día}$$

- **TPDA para vehículos Buses**

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

Datos: (Tabla 23)

$$TPDA = 8 \frac{Veh}{día}$$

- **TPDA para vehículos Pesados**

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

Datos: (Tabla 23)

$$TPDA = 38 \frac{Veh}{día}$$

En la siguiente tabla se registran los valores obtenidos del Tráfico promedio diario anual (TPDA) dividido por tipo de vehículo y el total.

Tabla 24: TPDA de la Vía Patate – Baños

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

Autor: Julio Armando Tuston Pico

3.1.2.5. Cálculo del tráfico futuro

Haciendo referencia a un diseño proyectado a 20 años se toma como punto de partida el presente año 2022 hasta el 2042, siendo así este el periodo de tiempo a utilizar en el cálculo del tráfico futuro de la vía Patate-Baños.

En la siguiente tabla se hace uso de datos registrados por el INEC que hacen referencia a los vehículos matriculados en Tungurahua a lo largo de los años con su respectiva tasa de crecimiento:

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

Haciendo uso de las tasas de crecimiento mencionadas anteriormente se emplea la *Ecuación 3*, obteniendo la siguiente tabla:

Tabla 26: Tráfico futuro en la vía Patate – Baños

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

Autor: Julio Armando Tuston Pico

3.1.2.6. Tipo de vía en Función al tráfico Futuro (TPDAf)

De acuerdo con el manual de diseño geométrico de carreteras elaborado por el MOP en el año 2003 se clasifican las vías de acuerdo con el TPDAf como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 27: Clasificación de carreteras según el TPDAf

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

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

- De acuerdo con los cálculos realizados anteriormente se obtiene un TPDAf de 3025 vehículos/día en donde según la clasificación del MOP 2003 tendremos una carretera colectora Tipo II.

Teniendo en cuenta esta clasificación y el TPDAf hay que tener en cuenta el trazado geométrico actual de la vía actual pues un diseño con características funcionales y geométricas mejorará la calidad de circulación en función del tráfico, las carreteras se clasifican según el MTOP con la siguiente tabla: [10]

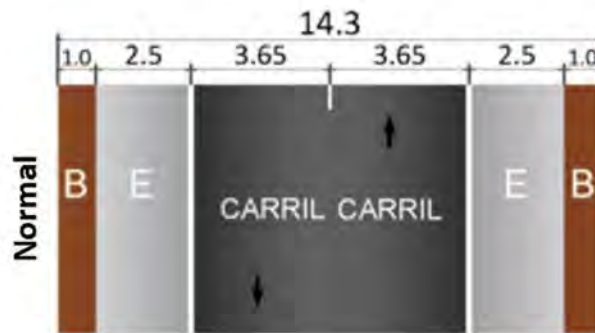
Tabla 28: Clasificación Funcional de las vías en base al TPDAf

Descripción	Clasificación Funcional	TPDAf	
		Límite inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Fuente: Norma NEVI Volumen 2, 2012

Con el TPDAf calculado anteriormente la vía de estudio entra en el rango de C1 que hace referencia a una carretera de mediana capacidad que es representada en la siguiente figura: [10]

Figura 4: Dimensión de vías de capacidad media



Fuente: Norma NEVI Volumen 2, 2012

Siendo el ancho total de vía óptimo 7.30m es necesario realizar una ampliación de carriles pues el ancho total actual de la vía es de 5.36m siendo insuficiente para el tráfico futuro que soportará.

3.1.2.7. Cálculo de ejes equivalentes

Debido a la circulación de vehículos pesados en la vía de estudio fue necesario el cálculo de ejes equivalentes haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$W18 = ((\sum_{i=1}^{l=m} FD * TPDA) * 365) * Fd * Dl \quad \text{Ecuación 16}$$

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 Dl.

Se empleó la siguiente tabla que nos proporcionó los factores de daño (FD) dependiendo del tipo de vehículo:

Tabla 29: 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

En la siguiente tabla se encuentran los factores de distribución direccional de acuerdo con el número de carriles:

Tabla 30: 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

Los datos usados en cuanto a los factores W18 en D1 se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 31: Factores W18 en el carril D1

# 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 emplearon los resultados del tráfico futuro de la tabla 26 para la proyección a 20 años de ejes equivalentes lo cual se resume en la siguiente tabla:

Tabla 32: Ejes equivalentes proyectados a 20 años

AÑO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL	W18 POR CARRIL	W18 ACUMULADO
			CAMIONES	C2P	C2G			
2022	1504	8	38	36	2	1550	10439	20878
2023	1516	8	38	36	2	1562	10439	20878
2024	1528	8	39	37	2	1575	10673	21346
2025	1541	8	39	37	2	1588	10673	21346
2026	1553	8	39	37	2	1600	10673	21346
2027	1566	8	40	38	2	1614	10908	21816
2028	1576	8	40	38	2	1624	10908	21816
2029	1587	8	40	38	2	1635	10908	21816
2030	1597	9	41	39	2	1647	11333	22666
2031	1608	9	41	39	2	1658	11333	22666
2032	1618	9	41	39	2	1668	11333	22666
2033	1627	9	42	40	2	1678	11568	23136
2034	1636	9	42	40	2	1687	11568	23136
2035	1645	9	42	40	2	1696	11568	23136
2036	1654	9	43	41	2	1706	11802	23604
2037	1663	9	43	41	2	1715	11802	23604
2038	1671	9	43	41	2	1723	11802	23604
2039	1679	9	44	42	2	1732	12037	24074
2040	1687	9	44	42	2	1740	12037	24074
2041	1695	9	44	42	2	1748	12037	24074
2042	1703	9	45	43	2	1757	12272	24544

Autor: Julio Armando Tuston Pico

De acuerdo con los ejes equivalentes calculados, el peso que soporta la vía actualmente es de 171199.6 toneladas, pero tendrá un incremento de un 17.5% llegando a 201260.8 toneladas para el año 2042 lo que indica que requiere de mantenimientos constantes que fortalezcan la capa de rodadura para evitar desgastes agresivos.

3.1.3. Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Se hace uso del método de evaluación de pavimentos PCI que permite identificar el estado de la carretera Patate-Baños entre la abscisa 8+200 hasta 11+700 evaluando las fallas existentes en la capa de rodadura como se muestra en el anexo B.

3.1.3.1. Unidades de muestreo

En la siguiente tabla se resumen los datos de la unidad de muestreo tomada para la vía de estudio:

Tabla 33: Características de la vía de estudio

DATOS	VALORES
Ancho Promedio de la vía de estudio (An)	5.36 m
Longitud total del tramo (Lt)	3500 m
Área total del tramo (A)	$230 \pm 93 \text{ m}^2$
Error admisible para evaluación PCI €	5 %
Desviación estándar del PCI (σ)	10

Autor: Julio Armando Tuston Pico

3.1.3.2. Longitud de la Unidad de Muestreo

$$L = \frac{A}{Av} \quad \text{Ecuación 17}$$

Donde:

L: Longitud de la unidad de Muestreo

A: Área máxima de la unidad de muestreo

Av: Ancho promedio de la vía

$$L = \frac{230 \text{ m}^2 \pm 93 \text{ m}^2}{5.36 \text{ m}}$$

$$L = \frac{230 \text{ m}^2 + 93 \text{ m}^2}{5.36 \text{ m}}$$

$$L = 60.29 \text{ m}$$

$$L = \frac{230 \text{ m}^2 - 93 \text{ m}^2}{5.36 \text{ m}}$$

$$L = 25.57 \text{ m}$$

Posterior al cálculo de la longitud de muestreo tanto mínima con máxima se hizo un promedio para tomar una longitud de 40m para evaluar las fallas presentes en el asfalto de la vía Patate-Baños.

3.1.3.3. Unidades Totales de Muestreo

$$N = \frac{L_t}{L} \quad \text{Ecuación 18}$$

Donde:

N: Número total de Unidades de muestreo

L_t: Longitud total del tramo en estudio

L: Longitud de la unidad de muestreo

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

$$N = 87.5 \text{ Unidades}$$

$$N \approx 88 \text{ Unidades}$$

3.1.3.4. Unidades Mínimas de Muestro

Se usa la ecuación 4 para la obtención de las unidades mínimas de muestreo.

$$n = \frac{87.5 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (87.5 - 1) + 10^2}$$

$$n = 13.66 \approx 14 \text{ Unidades de muestreo}$$

3.1.3.5. Intervalos para la Muestra

Empleando la ecuación 5 obtenemos el intervalo de evaluación de unidades de muestreo:

$$i = \frac{88}{14}$$

$$i = 6.29 \approx 6 \text{ Unidades de muestreo}$$

Realizado los cálculos del intervalo de muestreo se interpreta que la evaluación de muestras se hizo cada 6 unidades de muestreo de 40m es decir cada 240m de acuerdo con el abscisado hecho en campo obteniendo así las unidades mostradas en la siguiente tabla:

Tabla 34: Unidades de evaluación de la vía de estudio

UNIDAD	Abscisa (m)		Ancho de Vía (m)			Área (m ²)
	Inicial	Final	Inicial	Final	Promedio	
U1	8+200	8+240	4.60	4.72	4.66	186.40
U2	8+440	8+480	3.50	3.56	3.53	141.20
U3	8+680	8+720	4.10	4.15	4.13	165.20
U4	8+920	8+960	3.90	4.00	3.95	158.00
U5	9+160	9+200	5.60	5.90	5.75	230.00
U6	9+400	9+440	4.90	4.90	4.90	196.00
U7	9+640	9+680	4.90	4.85	4.88	195.20
U8	9+880	9+920	4.90	4.90	4.90	196.00
U9	10+120	10+160	4.70	4.75	4.73	189.20
U10	10+360	10+400	5.80	5.80	5.80	232.00
U11	10+600	10+640	5.80	5.80	5.80	232.00
U12	10+840	10+880	4.20	4.20	4.20	168.00
U13	11+080	11+120	5.40	5.40	5.40	216.00
U14	11+320	11+360	5.35	5.25	5.30	212.00

Autor: Julio Armando Tuston Pico

Se realizó una visita de campo para evaluar las condiciones del pavimento por medio de una inspección visual en donde una vez cuantificadas las fallas y siendo evaluadas por medio de los ábacos se tuvo la calificación del PCI resumida en la siguiente tabla:

Tabla 35: PCI de las unidades de evaluación

UNIDAD	Abscisa (m)		Área (m ²)	PCI	CONDICIÓN	INTERVENCIÓN
	Inicial	Final				
U1	8+200	8+240	186.40	61.0	BUENO	REHABILITACIÓN
U2	8+440	8+480	141.20	84.0	MUY BUENO	MANTENIMIENTO
U3	8+680	8+720	165.20	82.0	MUY BUENO	MANTENIMIENTO
U4	8+920	8+960	158.00	80.0	MUY BUENO	MANTENIMIENTO
U5	9+160	9+200	230.00	78.0	MUY BUENO	MANTENIMIENTO
U6	9+400	9+440	196.00	79.0	MUY BUENO	MANTENIMIENTO
U7	9+640	9+680	195.20	58.0	BUENO	REHABILITACIÓN
U8	9+880	9+920	196.00	80.0	MUY BUENO	MANTENIMIENTO
U9	10+120	10+160	189.20	93.0	EXCELENTE	MANTENIMIENTO
U10	10+360	10+400	232.00	96.0	EXCELENTE	MANTENIMIENTO
U11	10+600	10+640	232.00	0.0	NO EXISTE ASFALTO	CONSTRUCCIÓN
U12	10+840	10+880	168.00	69.0	BUENO	REHABILITACIÓN
U13	11+080	11+120	216.00	88.0	EXCELENTE	MANTENIMIENTO
U14	11+320	11+360	212.00	96.0	EXCELENTE	MANTENIMIENTO
PROMEDIO:				80.31		

Autor: Julio Armando Tuston Pico

La vía Patate Baños en el tramo de estudio es decir la abscisa 8+200 hasta la 11+700 cuenta con un PCI promedio de 80.31 lo que de acuerdo con la tabla 1 es una vía en Muy Buen estado y con un rango de intervención de mantenimiento de acuerdo con la tabla 2.

3.1.4. Deflexiones en la capa de rodadura

De acuerdo con la tabla 33 que menciona las características de la vía de estudio se ubicó el punto de evaluación de la viga Benkelman de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 36: 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.

Las deflexiones medidas en la capa de rodadura de la vía Patate-Baños fueron tomadas de acuerdo con la normativa AASHTO T256, se tomaron medidas cada 200m en donde se ubicó la volqueta a 90 cm desde el borde la vía según la tabla 36 y a distancias de 0cm, 25cm, 50cm, 100cm, 500cm y 800cm, se recolecto además información como la temperatura y espesor en cada uno de los puntos de evaluación.

Tabla 37: Deflexiones de campo

Estación	Abscisa	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)						Temperatura (°C)	Espesor (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	8+200	0.0	5.0	8.0	12.0	14.0	15.0	22.0	5.0
2	8+400	0.0	7.0	9.0	11.0	15.0	18.0	21.0	5.0
3	8+600	0.0	4.0	6.0	10.0	13.0	16.0	23.0	5.0
4	8+800	0.0	10.0	12.0	15.0	20.0	24.0	23.0	5.0
5	9+000	0.0	6.0	9.0	13.0	16.0	20.0	20.0	5.0
6	9+200	0.0	6.0	11.0	15.0	18.0	22.0	21.0	5.0
7	9+400	0.0	4.0	5.0	7.0	12.0	16.0	23.0	5.0
8	9+600	0.0	13.0	15.0	18.0	21.0	24.0	25.0	5.0
9	9+800	0.0	5.0	7.0	11.0	15.0	19.0	22.0	5.0
10	10+000	0.0	8.0	10.0	12.0	16.0	21.0	22.0	5.0
11	10+200	0.0	5.0	10.0	13.0	15.0	18.0	21.0	5.0
12	10+400	0.0	11.0	16.0	20.0	22.0	25.0	28.0	5.0
13	10+500	0.0	9.0	12.0	17.0	19.0	22.0	21.0	5.0
14	10+800	0.0	7.0	11.0	14.0	17.0	21.0	23.0	5.0
15	11+000	0.0	7.0	11.0	13.0	15.0	20.0	23.0	5.0
16	11+200	0.0	9.0	12.0	14.0	18.0	22.0	24.0	5.0
17	11+400	0.0	6.0	11.0	15.0	17.0	20.0	21.0	5.0
18	11+600	0.0	7.0	9.0	13.0	17.0	21.0	20.0	5.0
19	11+700	0.0	6.0	9.0	11.0	14.0	17.0	19.0	5.0

Autor: Julio Armando Tuston Pico

Las deflexiones de la capa de rodadura tomadas en campo requieren las respectivas correcciones, estas fueron realizadas para tres aspectos como son: relación de brazo (1:2), temperatura y por estacionalidad.

3.1.4.1. Corrección por la relación de brazos de la viga Benkelman (1:2)

Se empleó la ecuación 6 para llevar a cabo la corrección de los valores obtenidos en campo de la tabla 37 de la siguiente manera:

$$D = 2 * (15 - 0)$$

$$D = 30 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Una vez realizadas todas las correcciones se obtuvo la siguiente tabla de resultados:

Tabla 38: Corrección de relación de brazo 1:2

ESTACIÓN	ABSCISA	DEFLEXIÓN CORREGIDA (X10e-2 mm)					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	8+200	30.00	20.00	14.00	6.00	2.00	0.00
2	8+400	36.00	22.00	18.00	14.00	6.00	0.00
3	8+600	32.00	24.00	20.00	12.00	6.00	0.00
4	8+800	48.00	28.00	24.00	18.00	8.00	0.00
5	9+000	40.00	28.00	22.00	14.00	8.00	0.00
6	9+200	44.00	32.00	22.00	14.00	8.00	0.00
7	9+400	32.00	24.00	22.00	18.00	8.00	0.00
8	9+600	48.00	22.00	18.00	12.00	6.00	0.00
9	9+800	38.00	28.00	24.00	16.00	8.00	0.00
10	10+000	42.00	26.00	22.00	18.00	10.00	0.00
11	10+200	36.00	26.00	16.00	10.00	6.00	0.00
12	10+400	50.00	28.00	18.00	10.00	6.00	0.00
13	10+500	44.00	26.00	20.00	10.00	6.00	0.00
14	10+800	42.00	28.00	20.00	14.00	8.00	0.00
15	11+000	40.00	26.00	18.00	14.00	10.00	0.00
16	11+200	44.00	26.00	20.00	16.00	8.00	0.00
17	11+400	40.00	28.00	18.00	10.00	6.00	0.00
18	11+600	42.00	28.00	24.00	16.00	8.00	0.00
19	11+700	34.00	22.00	16.00	12.00	6.00	0.00

Autor: Julio Armando Tuston Pico

3.1.4.2. Corrección por efecto de la temperatura

Se realizó la corrección por temperatura de los valores de la tabla 38 haciendo uso de la ecuación 7:

$$D_{20\text{ }^{\circ}\text{C}} = \frac{30}{1 \times 10^{-3} * (22 - 20\text{ }^{\circ}\text{C}) * 5 + 1}$$

$$D = 29.70 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 39: Corrección por temperatura

Estación	Abscisa	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	8+200	29.70	19.80	13.86	5.94	1.98	0.00
2	8+400	35.82	21.89	17.91	13.93	5.97	0.00
3	8+600	31.53	23.65	19.70	11.82	5.91	0.00
4	8+800	47.29	27.59	23.65	17.73	7.88	0.00
5	9+000	40.00	28.00	22.00	14.00	8.00	0.00
6	9+200	43.78	31.84	21.89	13.93	7.96	0.00
7	9+400	31.53	23.65	21.67	17.73	7.88	0.00
8	9+600	46.83	21.46	17.56	11.71	5.85	0.00
9	9+800	37.62	27.72	23.76	15.84	7.92	0.00
10	10+000	41.58	25.74	21.78	17.82	9.90	0.00
11	10+200	35.82	25.87	15.92	9.95	5.97	0.00
12	10+400	48.08	26.92	17.31	9.62	5.77	0.00
13	10+500	43.78	25.87	19.90	9.95	5.97	0.00
14	10+800	41.38	27.59	19.70	13.79	7.88	0.00
15	11+000	39.41	25.62	17.73	13.79	9.85	0.00
16	11+200	43.14	25.49	19.61	15.69	7.84	0.00
17	11+400	39.80	27.86	17.91	9.95	5.97	0.00
18	11+600	42.00	28.00	24.00	16.00	8.00	0.00
19	11+700	34.17	22.11	16.08	12.06	6.03	0.00

Autor: Julio Armando Tuston Pico

3.1.4.3. Corrección por efecto estacional

Este tipo de corrección es importante puesto que se consideró el temporal por el que se atravesaba mientras se llevó a cabo en ensayo de viga Benkelman, se consideró dos aspectos como son el tipo de suelo de la subrasante en el caso de la vía de estudio una

arena permeable y también la estación lluviosa en donde de acuerdo con la siguiente tabla se optó por un factor de corrección de 1.0:

Tabla 40: 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

Se aplicó la ecuación 8 para llevar a cabo los cálculos típicos:

$$D = 1.0 * 29.7$$

$$D = 29.7 \times 10^{-2} mm$$

Tabla 41: Corrección por estacionalidad

ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800
1.00	8+200	29.70	19.80	13.86	5.94	1.98	0.00
2.00	8+400	35.82	21.89	17.91	13.93	5.97	0.00
3.00	8+600	31.53	23.65	19.70	11.82	5.91	0.00
4.00	8+800	47.29	27.59	23.65	17.73	7.88	0.00
5.00	9+000	40.00	28.00	22.00	14.00	8.00	0.00
6.00	9+200	43.78	31.84	21.89	13.93	7.96	0.00
7.00	9+400	31.53	23.65	21.67	17.73	7.88	0.00
8.00	9+600	46.83	21.46	17.56	11.71	5.85	0.00
9.00	9+800	37.62	27.72	23.76	15.84	7.92	0.00
10.00	10+000	41.58	25.74	21.78	17.82	9.90	0.00
11.00	10+200	35.82	25.87	15.92	9.95	5.97	0.00
12.00	10+400	48.08	26.92	17.31	9.62	5.77	0.00
13.00	10+500	43.78	25.87	19.90	9.95	5.97	0.00
14.00	10+800	41.38	27.59	19.70	13.79	7.88	0.00
15.00	11+000	39.41	25.62	17.73	13.79	9.85	0.00
16.00	11+200	43.14	25.49	19.61	15.69	7.84	0.00
17.00	11+400	39.80	27.86	17.91	9.95	5.97	0.00
18.00	11+600	42.00	28.00	24.00	16.00	8.00	0.00
19.00	11+700	34.17	22.11	16.08	12.06	6.03	0.00

Autor: Julio Armando Tuston Pico

3.1.4.4. Radio de curvatura

Se usó la ecuación 9 para el cálculo del radio de curvatura:

$$RC = \frac{10 * 25^2}{2 * (29.70 - 19.80)}$$

$$D = 315.63m$$

Tabla 42: Radio de Curvatura

ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)		Rc
		D0	D25	m
1.00	8+200	29.70	19.80	315.63
2.00	8+400	35.82	21.89	224.33
3.00	8+600	31.53	23.65	396.48
4.00	8+800	47.29	27.59	158.59
5.00	9+000	40.00	28.00	260.42
6.00	9+200	43.78	31.84	261.72
7.00	9+400	31.53	23.65	396.48
8.00	9+600	46.83	21.46	123.20
9.00	9+800	37.62	27.72	315.63
10.00	10+000	41.58	25.74	197.27
11.00	10+200	35.82	25.87	314.06
12.00	10+400	48.08	26.92	147.73
13.00	10+500	43.78	25.87	174.48
14.00	10+800	41.38	27.59	226.56
15.00	11+000	39.41	25.62	226.56
16.00	11+200	43.14	25.49	177.08
17.00	11+400	39.80	27.86	261.72
18.00	11+600	42.00	28.00	223.21
19.00	11+700	34.17	22.11	259.11
PROMEDIO:		39.65	25.61	245.28

Autor: Julio Armando Tuston Pico

3.1.4.5. Deflexión característica

Se calculó la desviación estándar de los valores corregidos por temperatura y estacionalidad empleando la siguiente ecuación:

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

Ecuación 19

$$\sigma = \sqrt{\frac{504.07}{18}}$$

$$\sigma = 5.29$$

Tabla 43: Desviación Estándar

ESTACIÓN	ABSCISA	D0	D0- \bar{D}	(D0- \bar{D}) ²
1.00	8+200	29.70	-9.94	98.85
2.00	8+400	35.82	-3.82	14.63
3.00	8+600	31.53	-8.12	65.91
4.00	8+800	47.29	7.65	58.45
5.00	9+000	40.00	0.35	0.13
6.00	9+200	43.78	4.14	17.10
7.00	9+400	31.53	-8.12	65.91
8.00	9+600	46.83	7.18	51.61
9.00	9+800	37.62	-2.02	4.09
10.00	10+000	41.58	1.94	3.76
11.00	10+200	35.82	-3.82	14.63
12.00	10+400	48.08	8.43	71.09
13.00	10+500	43.78	4.14	17.10
14.00	10+800	41.38	1.73	3.01
15.00	11+000	39.41	-0.24	0.06
16.00	11+200	43.14	3.49	12.19
17.00	11+400	39.80	0.16	0.02
18.00	11+600	42.00	2.35	5.54
19.00	11+700	34.17	-5.47	29.97
Promedio \bar{D}:		39.65	Σ :	504.07
n-1:		18.00	σ :	5.29

Autor: Julio Armando Tuston Pico

Una vez que se obtuvo la desviación se seleccionó el valor de t de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia tomando un valor de 95% con la siguiente tabla:

Tabla 44: 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 σ	10
95	D+1.645 σ	5
98	D+2 σ	2
99	D+2.33 σ	1

Fuente: Modelación Geotécnica de Pavimentos Flexibles

Se calculó el valor de la deflexión característica empleando la ecuación 10:

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

$$Dc = 39.65 + 1.645(5.29)$$

$$Dc = 48.35 \times 10^{-2} mm$$

3.1.4.6. Deflexión admisible y crítica

Para el cálculo de estas dos deflexiones se empleó el resultado de ejes equivalentes acumulados (W18) de la tabla 32 para el año 2022, 10439 Ton es decir 0.010439 millones.

Se obtuvo la deflexión admisible mediante la ecuación 11:

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

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

Se obtuvo la deflexión admisible mediante la ecuación 12:

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

$$D_{cr} = 266.95 \times 10^{-2} mm$$

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

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

Los resultados obtenidos se interpretaron de acuerdo con la siguiente tabla que hace referencia a una investigación de CONREVIAl de Perú la cual relaciona deflexiones y

radios de curvatura para explicar el comportamiento de la estructura de la subrasante y pavimentos:

Tabla 45: 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

En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos en cuanto a deflexiones y radios de curvatura:

Tabla 46: Deflexiones, radios de curvatura y clasificación de comportamiento estructural.

Estación	Abscisa	DO	DC	Dadm=Dcr	Rc	Comportamiento		Tipo de deflexión
		(X10e-2 mm)			m	Subrasante	Pavimento	
1.00	8+200	29.70	48.35	323.97	315.63	BUENO	BUENO	I
2.00	8+400	35.82	48.35	323.97	224.33	BUENO	BUENO	I
3.00	8+600	31.53	48.35	323.97	396.48	BUENO	BUENO	I
4.00	8+800	47.29	48.35	323.97	158.59	BUENO	BUENO	I
5.00	9+000	40.00	48.35	323.97	260.42	BUENO	BUENO	I
6.00	9+200	43.78	48.35	323.97	261.72	BUENO	BUENO	I
7.00	9+400	31.53	48.35	323.97	396.48	BUENO	BUENO	I
8.00	9+600	46.83	48.35	323.97	123.20	BUENO	BUENO	I
9.00	9+800	37.62	48.35	323.97	315.63	BUENO	BUENO	I
10.00	10+000	41.58	48.35	323.97	197.27	BUENO	BUENO	I
11.00	10+200	35.82	48.35	323.97	314.06	BUENO	BUENO	I
12.00	10+400	48.08	48.35	323.97	147.73	BUENO	BUENO	I
13.00	10+500	43.78	48.35	323.97	174.48	BUENO	BUENO	I
14.00	10+800	41.38	48.35	323.97	226.56	BUENO	BUENO	I
15.00	11+000	39.41	48.35	323.97	226.56	BUENO	BUENO	I
16.00	11+200	43.14	48.35	323.97	177.08	BUENO	BUENO	I
17.00	11+400	39.80	48.35	323.97	261.72	BUENO	BUENO	I
18.00	11+600	42.00	48.35	323.97	223.21	BUENO	BUENO	I
19.00	11+700	34.17	48.35	323.97	259.11	BUENO	BUENO	I
PROMEDIO:		39.65	48.35	323.97	245.28	BUENO	BUENO	I

Autor: Julio Armando Tuston Pico

Se tuvo en cuenta las siguientes consideraciones:

Comportamiento subrasante

$$D < Dadm$$

$$39.65 \times 10^{-2} \text{ mm} < 323.97 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Comportamiento pavimento

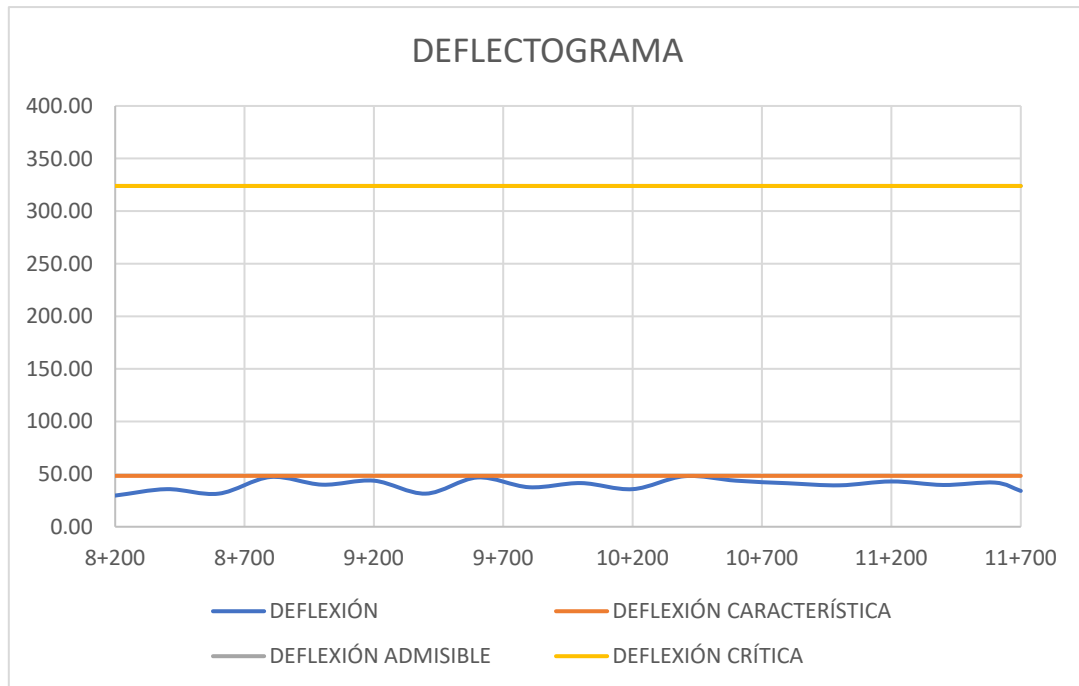
$$Rc > 100\text{m}$$

$$245.28\text{m} > 100\text{m}$$

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron presentados en la tabla 46 se interpreta que el comportamiento de la vía de estudio es correspondiente a una deflexión Tipo I según la tabla 45 del método CONREVIAl, es decir, la estructura del pavimento y subrasante están trabajando correctamente presentando deflexiones de curva corta poco profunda.

En la siguiente figura se presenta el deflectograma correspondiente a la vía de estudio en los tramos ensayados en el año 2022:

Figura 5: Deflectograma de la vía Patate-Baños abs. 8+200 – 11+700, 2022



Autor: Julio Armando Tuston Pico

De acuerdo con lo que se aprecia en la figura 5 las deflexiones medidas en campo con las debidas correcciones no se acercan a la deflexión crítica, esto quiere decir que la vía tiene un comportamiento estructural adecuado, tanto de la capa asfáltica como de la subrasante.

3.1.5. Estudio de Suelos

Los ensayos de suelos permitieron conocer las condiciones in situ del terreno por lo que se realizó la toma de muestras cada 0+875 km.

3.1.5.1. Análisis Granulométrico

Para el análisis granulométrico se hace uso de las tablas 5 y 6 para la clasificación del suelo por el método AASHTO Y SUCS respectivamente, los datos obtenidos de las 5 calicatas ensayadas mostrados en el anexo C se pueden resumir en la siguiente tabla:

Tabla 47: Clasificación del suelo

CALICATA	GRAVA	ARENA	LIMOS	CLASIFICACIÓN	
				AASHTO	SUCS
1	0%	86%	14%	A-2-4 Arena Limosa	Arena limosa SM
2	0%	92%	8%	A-1-b Arena	Arena limosa SM
3	0%	94%	6%	A-3 ARENA FINA	Arena mal graduada SP
4	0%	97%	3%	A-1-b Arena	Arena mal graduada SP
5	0%	92%	8%	A-1-b Arena	Arena limosa SM

Autor: Julio Armando Tuston Pico

Las muestras de suelo evaluadas permitieron conocer que las arenas componen principalmente la subrasante evaluada del proyecto, según la clasificación AASHTO el suelo en su mayoría es de tipo A-1-b.

3.1.5.2.Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg obtenidos por medio de los ensayos basados en la norma INEN 691 detallados en el anexo C se muestran en síntesis en la siguiente tabla:

Tabla 48: Límites de Atterberg

CALICATA	TIPO DE MATERIAL	LÍMITE LÍQUIDO LL	LÍMITE PLÁSTICO LP	ÍNDICE PLÁSTICO IP
1	Arena limosa SM	19.38%	18.77%	0.61%
2	Arena limosa SM	22.32%	21.34%	0.98%
3	Arena mal graduada SP	21.61%	21.11%	0.50%
4	Arena mal graduada SP	24.53%	24.06%	0.47%
5	Arena limosa SM	18.81%	18.46%	0.35%

Autor: Julio Armando Tuston Pico

La frontera semisólida de este tipo de suelo es muy fácil de sobrepasar, en promedio cuenta con un valor del 0.58% en su índice de plasticidad lo que hace que con bajos contenidos de humedad cambie su consistencia y manejabilidad.

3.1.5.3.Proctor Modificado “B”

El Proctor modificado evaluado bajo las condiciones de la norma AASHTO T-180 y ASTM D1557 arrojó los resultados presentados en el anexo C, en la siguiente tabla se presenta la humedad optima y el peso volumétrico seco de las muestras ensayadas:

Tabla 49: Resultados ensayo Proctor Modificado tipo B

Calicata	Tipo de Material	Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	Humedad Óptima %
1	Arena limosa SM	1.727	13.41
2	Arena limosa SM	1.544	19.2
3	Arena mal graduada SP	1.646	10.1
4	Arena mal graduada SP	2.031	8.16
5	Arena limosa SM	2.024	6.58

Autor: Julio Armando Tuston Pico

En general este material al estar compuesto principalmente por arenas no requiere de altos porcentajes de humedad por lo que para llegar a la densidad máxima en promedio necesitará un 11.49% de humedad en donde para mejorarlo sería necesario incluir agregados gruesos en la composición de este.

3.1.5.4. Relación de Soporte de California CBR

El CBR fue llevado a cabo de acuerdo con la normativa ASTM-1883 usando además los datos de humedad óptima y peso volumétrico seco presentados en la tabla 49, además se clasificó el suelo evaluado de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 50: 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

Todos los resultados y cálculos realizados obtenidos se encuentran en el anexo C, en la siguiente tabla se aprecian los resultados y clasificación de las muestras de suelo extraídas:

Tabla 51: Tabla CBR de las muestras recolectadas

CALICATA	VALOR CBR	USO	CLASIFICACIÓN
1	11%	Subrasante	Regular -Buena
2	19%	Subrasante	Regular -Buena
3	30%	Subrasante	Excelente
4	22%	Subrasante	Excelente
5	7%	Subrasante	Mala

Autor: Julio Armando Tuston Pico

La subrasante evaluada da un promedio de 18% que de acuerdo con la normativa AASHTO 93 indica que se la puede usar como subrasante con una clasificación Regular-Buena.

3.1.6. Plan de conservación vial

Mediante el presente proyecto se recolectó información de vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua con la finalidad de conocer todos los factores físicos y condiciones relacionados con la vía de estudio, a continuación, se presenta bibliografía revisada para considerar las mejores opciones que se adapten a la realidad del sitio para posteriormente generar un sistema de gestión de conservación vial rutinario, periódico y específico para las fallas actuales de la capa de rodadura.

Según la guía de mantenimiento vial para pavimentos asfálticos elaborado por la universidad La Salle de Colombia el tomar medidas de prevención para el correcto funcionamiento de una vía es crucial posterior a la construcción puesto que la conservación de la capa de rodadura durante ciertos periodos de tiempo abarata costos a largo plazo y evita además daños en los vehículos que circulan que por consiguiente disminuye gastos de reparaciones a los usuarios, en la siguiente tabla se muestra un resumen de las actividades que se consideran tanto para el mantenimiento rutinario como periódico: [30]

Tabla 52: Mantenimiento rutinario y periódico

MANTENIMIENTO RUTINARIO	MANTENIMIENTO PERIÓDICO
<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de la Vía • Limpieza de tuberías y box culverts • Limpieza de pozos y sumideros • Sello de fisuras • Pintura asfáltica 	<ul style="list-style-type: none"> • Sello arena – asfalto • Riego en negro • Riego de liga • Lechada asfáltica • Fresado de capa de rodadura asfáltica • Restitución de carpeta con mezcla asfáltica en caliente • Restitución de carpeta con mezcla asfáltica en frio • Tratamiento superficial simple • Reparación superficial de pavimento asfáltico (parcheo)

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

2019.

De acuerdo con la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI) en su volumen 6 que corresponde a la conservación vial, los trabajos de mantenimiento y conservación vial son denominados operaciones y son cruciales para un correcto funcionamiento de una capa de rodadura, en la siguiente tabla contiene las operaciones en pavimentos asfálticos clasificadas según su aplicación ya sean rutinarias o periódicas: [31]

Tabla 53: Mantenimiento rutinario y periódico de acuerdo con 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: NEVI-12 Volumen 6 conservación vial, MTOP, 2013.

Se analizó los dos tipos de planes tanto rutinarios como periódicos presentados anteriormente y a causas de las condiciones in situ de la vía de estudios de propuso el siguiente plan rutinario de mantenimiento vial con su metodología:

Tabla 54: Plan de mantenimiento vial Rutinario

MANTENIMIENTO RUTINARIO	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
Limpieza de la Vía	Retiro de los desechos, basuras y partículas que obstruyan el tránsito por la vía y/o que puedan obstruir drenajes de agua luego de ser arrastrados por precipitaciones de lluvia.
Sello de fisuras	Colocación en caliente de un asfalto líquido sobre las grietas y fisuras del pavimento asfáltico con el fin de evitar el ingreso de agua a la estructura de la vía. Este tratamiento reduce el deterioro progresivo del pavimento.
Pintura asfáltica	Demarcar la señalización horizontal sobre el pavimento asfáltico, en vías donde la señalización es poco visible, a perdido su reflectividad o no existe.
Bacheo superficial	Es la reparación de baches y el reemplazo de áreas de pavimento deteriorado, siempre que afecten exclusivamente a la capa de rodadura asfáltica, encontrándose en buenas condiciones la base granular y demás capas del suelo.

Fuentes:

Guía de mantenimiento para pavimentos asfálticos de vías locales en Bogotá, 2019.

NEVI-12 Volumen 6 conservación vial, MTOP, 2013.

De igual manera se realizó para el plan de mantenimiento periódico:

Tabla 55: Plan de mantenimiento vial Periódico

MANTENIMIENTO PERIÓDICO	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
Sellos bituminosos	Se refiere al recubrimiento de un pavimento asfáltico con un riego asfáltico, solo o combinado con algún agregado para corregir fisuras y resquebrajamientos, pulimento superficial o carencia de asfalto en la mezcla. Esta operación incluye riego de neblina y lechada asfáltica.
Imprimación reforzada	Se refiere a la reconstrucción de un recubrimiento tipo imprimación sobre una base granular
Reposición de capa de rodadura en concreto asfáltico	Es la colocación localizada de mezcla asfáltica en caliente tanto para recapeado como para la reposición de la capa de rodadura en sectores deteriorados.
Tratamiento superficial simple	Consiste en el riego de una emulsión asfáltica de rompimiento rápido, seguido de la extensión y compactación de una capa de agregados pétreos para rejuvenecer y reparar daños superficiales del pavimento

Fuentes:

Guía de mantenimiento para pavimentos asfálticos de vías locales en Bogotá, 2019.

NEVI-12 Volumen 6 conservación vial, MTOP, 2013.

En cuanto al plan de mantenimiento específico que depende de cada una de las fallas encontradas mediante la inspección visual por el método PCI y considerando además el comportamiento estructural de la capa asfáltica y de la subrasante se elaboró la siguiente tabla que recoge información acerca de posibles causas de las fallas superficiales y sus respectivas soluciones: [32], [33]

Tabla 56: Plan de Mantenimiento Vial.

FALLA	ABS. INICIO	ABS. FIN	UNIDAD	CANTIDAD A INTERV.	COMP. VIAL ESTRUCTURAL	POSIBLE CAUSA	ACTIVIDAD A REALIZARSE
Piel de cocodrilo	8+209	8+218	m2	9.9	BUENO	<ul style="list-style-type: none"> Insuficiencia de los espesores y resistencia del pavimento frente repetitivas cargas. 	L: Sello superficial O sobrecarpeta.
	8+212	8+221		3.44			
Agrietamiento en Bloque	8+474	8+479	m2	3.25	BUENO	<ul style="list-style-type: none"> Excesiva contracción de la mezcla asfáltica por cambios de temperatura y/o humedad. Excesivo endurecimiento del bitumen por déficit al manipular y elaborar la mezcla asfáltica. 	L: Sellado de grietas con ancho mayor a 3.0 mm riego de sello.
	9+400	9+405		3.62			
	9+645	9+647		1.14			
Abultamientos y hundimientos	9+423	9+428	m	10.34	BUENO	<ul style="list-style-type: none"> Cambios volumétricos en fundaciones arcillosas altamente expansivas. Contaminación de los materiales que conforman las capas del pavimento con materia orgánica. 	L: No se hace nada. M: Reciclado en frío.
	11+080	11+088		4.1			
Corrugación	8+440	8+454	m2	5.64	BUENO	<ul style="list-style-type: none"> Capas superficiales muy deformables, pero bien adheridas a la capa de apoyo subyacente. 	L: No requiere intervención.
Grieta de Borde	11+080	11+088	m	8.2	BUENO	<ul style="list-style-type: none"> Pavimento estrecho (ancho de calzada reducido). Deficiente confinamiento lateral. 	L: Sellado de grietas con ancho > a 3mm.
Grietas longitudinales y transversales	9+160	9+168	m	7.5	BUENO	<ul style="list-style-type: none"> Deficiente proceso constructivo de las juntas longitudinales al colocar la mezcla asfáltica por lo general en el eje de la vía. 	L: Sellado de grietas de ancho ancho >3mm.
Parcheo y acometidas publ.	10+369	10+375	m2	3.48	BUENO	-	L: No requiere intervención.
	11+119	11+124		4.95			
Pulimiento de agregados	8+670	8+690	m2	24	BUENO	<ul style="list-style-type: none"> Muy reducido espesor de la superficie de rodamiento, inferior al mínimo constructivo requerido por el revestimiento. Insuficiente dotación del ligante o segregación del agregado pétreo al construir. 	L: Tratamiento superficial con sobrecarpeta o Fresado y sobrecarpeta.
	8+674	8+692		11			
	9+880	9+920		196			

Pulimiento de agregados	10+143	10+160		11.9			
	10+143	10+160		15.3			
	10+840	10+857		22.23			
Huecos	9+652	9+660	U	8	BUENO	<ul style="list-style-type: none"> • Evolución de otros daños tales como agrietamientos piel de cocodrilo, hundimientos, peladuras, etc. • Espesores del pavimento insuficientes. 	L: Parcheo parcial o profundo.
	10+866	10+867		1			
Ahuellamiento	9+193	9+199	m2	3	BUENO	<ul style="list-style-type: none"> • Espesores de pavimento para las repeticiones de carga soportadas. • Exagerado incremento en las cargas del tránsito. 	L: Fresado y sobrecarpeta.
	9+405	9+438		9.9			
	10+844	10+859		15			
	11+350	11+360		4.5			
Desprendimiento de agregados	8+475	8+480	m2	5.7	BUENO	<ul style="list-style-type: none"> • Excesivo endurecimiento del bitumen debido a un inapropiado manipuleo (sobre calentamiento). • Insuficiente dotación del material bituminoso o mala gradación de los agregados pétreos. 	L: Sello superficial. Tratamiento superficial.
	8+920	8+960		158			
	9+160	9+200		236			
	10+873	10+880		10.65			

Fuentes:

Maestría en Vías Terrestres Módulo III Diseño de Pavimentos I Evaluación de Pavimentos, 2012.

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

Elaborado por: Julio Armando Tuston Pico

Considerando los datos de la tabla 56 las fallas de mayor presencia en la capa de rodadura son el pulimento y desprendimiento de agregados entonces la solución a tomar en cuenta es el sello superficial con sobrecarpeta asfáltica con el fin de corregir esta falencia de acuerdo con los procedimientos recomendados por la norma NEVI en su volumen 6.

CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se llevó a cabo un levantamiento georreferenciado de la vía Patate-Baños entre las abscisas 8+200 y 11+700 en donde se obtuvo un plano con coordenadas en el formato UTM (GS84, -17S) del eje vial, bordes y altura con respecto al nivel del mar obteniendo un ancho de vía promedio de 5.36m a lo largo del desarrollo de la vía notando la presencia mínima de señalética, cunetas en un solo lado de la vía y además de escasos sistemas de drenaje a lo largo del tramo, se presentó además curvas pronunciadas y en su gran mayoría sin pendientes pronunciadas.
- Se obtuvo el Tráfico promedio diario anual (TPDA) de la vía Patate-Baños entre las abscisas 8+200 y 11+700 en el año 2022 que corresponde a 1550 veh/día, este valor fue proyectado a 20 años con lo cual se calculó un tráfico futuro de 1757 para el 2042, debido al incremento presentado, la vía entra en rango de Colectora II de acuerdo con la clasificación con la que cuenta el MTOP por lo que es necesario una ampliación de ancho de vía de 5.36m (existente) a 7.30m para una vía C1 de mediana capacidad de acuerdo con la normativa del manual NEVI en su volumen 2a.
- Se realizó la inspección visual por el método PCI de la vía Patate-Baños entre las abscisas 8+200 y 11+700 obteniendo un promedio de 80.31 lo que de acuerdo con la norma ASTM D6433-07 es una vía en “Muy Buen estado” y con un rango de intervención de “mantenimiento”.
- Se ejecutó la evaluación de la estructura del pavimento mediante el ensayo de viga Benkelman de la vía Patate-Baños entre las abscisas 8+200 y 11+700 que determinó un comportamiento estructural adecuado de la capa de rodadura y subrasante de acuerdo con el método CONREVIAl presentando deflexiones de curva corta poco profunda de Tipo I.
- Se realizaron los ensayos de granulometría y límites de Atterberg de la vía Patate-Baños entre las abscisas 8+200 y 11+700 concluyendo que el suelo de la subrasante de la vía de estudio está conformado por arenas mal graduadas y en menor proporción de limos además con un índice de plasticidad promedio de

0.58% que indica que un pequeño incremento en de humedad hace que el suelo pase de sólido a semisólido.

- Se efectuó el ensayo de las calicatas mediante el Proctor Modificado y CBR presentando una compactación óptima con un contenido de humedad optimo promedio de 11.49% lo que determinó que con el CBR promedio de 18% de acuerdo con la norma AASHTO 93 es de una calidad Regular-Buena para ser usado como subrasante indicando que la vía no presentara problemas estructurales a causa de la subrasante.
- Se generó un plan de mantenimiento vial periódico y rutinario de acuerdo con las condiciones de la vía Patate-Baños entre las abscisas 8+200 y 11+700, dicho plan basado en el manual NEVI en su volumen 6 reúne soluciones que dependen de las fallas presentadas y analizadas en la capa de rodadura con el fin de que la vía de estudio cumpla con los niveles de serviciabilidad.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar sellos superficiales con una sobrecarpeta asfáltica inmediata al tramo entre las abscisas 8+600 hasta la 11+000 para evitar un incremento en la severidad del pulimento de agregados en toda la capa de rodadura.
- Realizar una ampliación de vía a 7.30 m para cumplir con la normativa del MTOP en la norma NEVI Vol. 2A y satisfacer la necesidad futura de circulación en una vía C1 de mediana capacidad.
- Hacer uso correcto y cuidadoso de los equipos de topografía y de ensayos tanto de campo como de laboratorio teniendo en cuenta la calibración y cuidado de estos guiándose de normativas vigentes de cada ensayo para obtener resultados fiables.
- Realizar evaluaciones anuales de la capa de rodadura mediante el método de inspección visual PCI debido al bajo costo de este para determinar de manera oportuna las fallas superficiales y darle un tratamiento a fin de precautelar la comodidad y seguridad de los usuarios viales.
- Invertir recursos para realizar inspecciones en periodos de tiempo definidos en las vías intercantonales por su importancia en cuanto la movilidad de los usuarios para generar inventarios viales con información que permita una fácil toma de decisiones al momento de definir si una vía necesita ser intervenida ya sea para rehabilitación o mantenimiento.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias Bibliográficas

- [1] F. J. Calvo Poyo, J. Navarro-Moreno, J. J. de Oña López, and others, “Efecto de los recursos económicos invertidos en construcción y mantenimiento de carreteras sobre la accidentabilidad en Europa,” 2021.
- [2] S. Burningham and N. Stankevich, “Why road maintenance is important and how to get it done,” 2005.
- [3] W. E. Baltodano Contreras, “Modelo de gestión de conservación vial basado en criterios de sostenibilidad para reducir los costos de mantenimiento vial en la carretera desvío Salaverry-Santa,” 2017.
- [4] R. A. Rodríguez González, “Modelo de gestión de conservación vial para reducir los costos de mantenimiento vial y operación vehicular en los caminos rurales de las poblaciones de Riobamba, San Luis, Punín, Flores, Cebadas de la provincia de Chimborazo,” Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2011.
- [5] American Society of Civil Engineers, “Transportation Infrastructure | ASCE’s 2021 Infrastructure Report Card,” 2017.
<https://infrastructurereportcard.org/cat-item/roads/> (accessed May 11, 2022).
- [6] Instituto Nacional De Estadística y Censos, “CENSO 2010-FASCÍCULO TUNGURAHUA,” INEC, 2010.
- [7] ArcGIS, “Georreferenciación y sistemas de coordenadas | ArcGIS Resource Center.” <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n0000000s000000.htm> (accessed May 11, 2022).
- [8] R. Fernández, *Elementos de la teoría del tráfico vehicular*, Primera. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011.

- [9] P. Chiquito, “Estudios De Factibilidad Y Diseños Definitivos De La Via Laurel-Junquillal,” vol. Informe de, p. 19, 2014, [Online]. Available: [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/estudio trafico.pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/estudio%20trafico.pdf)
- [10] Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, “Volumen No. 2 - Libro A Norma para estudios y diseños viales,” *Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador*, vol. Volumen 2A, pp. 1–382, 2012.
- [11] Ministerio De Transporte Y Obras Públicas, “NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS,” Ecuador, 2003.
- [12] RAÚL ROBLES BUSTIOS, “CÁLCULO DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) BARRANCO - SURCO – LIMA.” UNIVERSIDAD RICARDO PALMA, Lima, pp. 224–233, 2015.
- [13] L. R. Vásquez, “Pavement Condition Index (Pci) Para Pavimentos Asfálticos Y De Concreto En Carreteras,” *Ingepav*, p. 90, 2015, [Online]. Available: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>
- [14] E. D. Rodríguez, “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla. Piura.,” *Universidad de Piura*, pp. 1–167, 2009, [Online]. Available: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1350/ICI_180.pdf
- [15] D. Pérez, “Análisis y comparación de los métodos para la formulación de dictámenes técnicos en la conservación de carreteras.” p. 184, 2014. [Online]. Available: http://oreon.dgbiblio.unam.mx/F/IQS9RX1E9H6C68E96QR25EYI3DH1144FV48UN8YP1C3TUBP3UG-53364?func=find-b&REQUEST=ANÁLISIS+Y+COMPARACIÓN+DE+LOS+MÉTODOS+PARA+LA+FORMULACIÓN+DE+DICTÁMENES+TÉCNICOS+EN+LA+CONSERVACIÓN+DE+CARRETERAS&find_code=WRD&ADJACENT=Y&local_b

- [16] J. Balarezo, “Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicada a un pavimento,” p. 168, 2017, [Online]. Available: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3135/ICI_241.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [17] INVIAS, “MEDIDA DE LAS DEFLEXIONES DE UN PAVIMENTO ASFÁLTICO BENKELMAN, EMPLEANDO LA VIGA,” pp. 1–14, 2012.
- [18] J. T. Corral, “CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA DE LAS PLANTAS PRODUCTORAS DE ARENA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA, SU IMPACTO EN LA CALIDAD Y COSTO DEL HORMIGÓN (Granulometric characterization of sand factory in the Dominican Republic, their impact on the quality and cost of,” *Ciencia y Sociedad CIENCIA Y SOCIEDAD Volumen XXXVII*, vol. 3, pp. 293–334, 2012.
- [19] A. Rico and E. Juárez, *Mecánica de suelos I: Fundamentos de la mecánica de suelos*. 2001. Accessed: May 22, 2022. [Online]. Available: https://www.academia.edu/38530731/Mecánica_de_suelos_Tomo_I_-_Eulalio_Juárez_Badillo_y_Alfonso_Rico_Rodríguez
- [20] Braja Das, *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones.*, 7ma ed. Cengage Learning, 2012.
- [21] G. A. Baque Parrales, “ *Caracterización físico - mecánicas del suelo para cimentación en edificaciones de categoría baja , sector By Pass – John F . Kennedy , ciudad Jipijapa .*” JIPIJAPA: UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABI, 2017.
- [22] J. S. DUQUE and M. CRUZ, “DETERMINACIÓN DE LA MATRIZ DE SUCCIÓN DE SUELOS FINOS PARCIALMENTE SATURADOS EN CONDICIÓN REMOLDEADA Y SU CORRELACIÓN CON EL POTENCIAL DE COLAPSO.,” UNIVERSIDAD CATILICA DEL ECUADOR, 2019.

- [23] M. Salazar, “Correlación entre el ensayo de CBR y el ensayo del próctor para determinar la resistencia del suelo de la parroquia Ambatillo alto en el sector de San Pedro,” p. 117, 2014, [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/23637>
- [24] Dirección General de ServiciosTécnicos, *Guía de procedimientos y técnicas para la conservación de carreteras en México 2014*, Primera Ed. México, 2014. [Online]. Available: https://www.academia.edu/15022670/Guia_de_procedimientos_y_tecnicas_para_la_conserv_de_carreteras
- [25] I. Vásquez Hidalgo, “Tipos de estudio y métodos de investigación,” *Gestiopolis*, pp. 1–12, 2016, [Online]. Available: <https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2016/05/Tipos-de-estudio-y-métodos-de-investigación.pdf>
- [26] L. Vivero and B. Sánchez, “La Investigación Documental: Características y Algunas Herramientas,” México, 2018. Accessed: May 24, 2022. [Online]. Available: http://132.248.48.64/repositorio/moodle/pluginfile.php/1516/mod_resource/content/3/contenido/index.html
- [27] Guillermina. Baena Paz, *Protocolo y diseño de la Metodología de la Investigación.*, no. 2017. 2017. [Online]. Available: <file:///C:/Users/Tony Sanchez/Downloads/metodologia de la investigacion Baena 2017.pdf>
- [28] H. Garcés, *INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Ediciones Abya-Yala*. 2000.
- [29] V. Vega Falcon, “PATATE-Generalidades,” *PDOT 2015 San Cristóbal de Patate*, vol. 1, 2015.
- [30] D. (Universidad de la salle) Espinosa, “Guía de mantenimiento para pavimentos asfálticos de vías locales en Bogotá D.C,” p. 185, 2019.
- [31] NEVI, “Conservación vial,” *Ministerios de Transporte y Obras Públicas del Ecuador*, vol. 6, pp. 1–508, 2012, [Online]. Available:

https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_6.pdf

- [32] G. Corro, Maylin - Urbaez, “Maestría en Vías Terrestres Módulo III Diseño de Pavimentos I Evaluación de Pavimentos,” 2012.
- [33] J. L. Irigoyen and L. F. Simo, “Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación,” *Mopc*, p. 212, 2016, [Online]. Available: <https://www.mopc.gob.do/media/2335/sistema-identificación-fallas.pdf>

Anexos

ANEXO A.- Conteo Vehicular

ANEXO B.- Registro de inspección PCI

ANEXO C.- Estudios de Suelo

ANEXO D.- Registro fotográfico

ANEXO E.- Planos

ANEXO A

Conteo Vehicular

ESTACIÓN MANUAL DE CONTEO

FECHA DE EVALUACIÓN: Del 25 de Abril
hasta el 01 de Mayo del 2022



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



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

Fecha: 25/04/2022

Vía: Patate-Baños

Hoja #: 01

Ubicación: Abs 8+200

Realizado por: Julio Armando Tuston Pico

Sentido: Ambos sentidos

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



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



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

Fecha: 26/04/2022

Vía: Patate-Baños

Hoja #: 02

Ubicación: Abs 8+200

Realizado por: Julio Armando Tuston Pico

Sentido: Ambos sentidos

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				Total Pesados	TOTAL	TOTAL POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3			
7h00	7h15	17	0	0	0	0	0	0	17	60
7h15	7h30	16	1	1	0	0	0	1	18	
7h30	7h45	15	0	1	0	0	0	1	16	
7h45	8h00	9	0	0	0	0	0	0	9	
8h00	8h15	5	0	2	0	0	0	2	7	48
8h15	8h30	7	0	0	0	0	0	0	7	
8h30	8h45	12	0	1	1	0	0	2	14	
8h45	9h00	16	0	3	1	0	0	4	20	
9h00	9h15	25	0	0	0	0	0	0	25	61
9h15	9h30	15	0	3	0	0	0	3	18	
9h30	9h45	12	0	1	0	0	0	1	13	
9h45	10h00	4	0	1	0	0	0	1	5	
10h00	10h15	5	0	0	0	0	0	0	5	33
10h15	10h30	10	0	0	0	0	0	0	10	
10h30	10h45	11	0	1	0	0	0	1	12	
10h45	11h00	6	0	0	0	0	0	0	6	
11h00	11h15	13	0	5	0	0	0	5	18	75
11h15	11h30	23	0	0	0	0	0	0	23	
11h30	11h45	23	0	1	0	0	0	1	24	
11h45	12h00	10	0	0	0	0	0	0	10	
12h00	12h15	5	0	0	0	0	0	0	5	35
12h15	12h30	12	0	2	0	0	0	2	14	
12h30	12h45	5	0	2	0	0	0	2	7	
12h45	13h00	8	0	1	0	0	0	1	9	
13h00	13h15	14	0	1	0	0	0	1	15	31
13h15	13h30	2	0	0	0	0	0	0	2	
13h30	13h45	7	0	2	0	0	0	2	9	
13h45	14h00	5	0	0	0	0	0	0	5	
14h00	14h15	10	0	0	0	0	0	0	10	45
14h15	14h30	6	0	0	0	0	0	0	6	
14h30	14h45	18	2	0	0	0	0	0	20	
14h45	15h00	9	0	0	0	0	0	0	9	
15h00	15h15	4	0	1	0	0	0	1	5	38
15h15	15h30	5	0	0	0	0	0	0	5	
15h30	15h45	10	0	0	0	0	0	0	10	
15h45	16h00	17	0	1	0	0	0	1	18	
16h00	16h15	10	0	1	0	0	0	1	11	43
16h15	16h30	12	0	2	0	0	0	2	14	
16h30	16h45	10	0	0	0	0	0	0	10	
16h45	17h00	8	0	0	0	0	0	0	8	
17h00	17h15	16	0	4	0	0	0	4	20	56
17h15	17h30	10	0	0	0	0	0	0	10	
17h30	17h45	14	0	4	0	0	0	4	18	
17h45	18h00	8	0	0	0	0	0	0	8	
18h00	18h15	12	0	0	0	0	0	0	12	57
18h15	18h30	17	0	1	0	0	0	1	18	
18h30	18h45	15	0	0	0	0	0	0	15	
18h45	19h00	11	0	1	0	0	0	1	12	
TOTAL		534	3	43	2	0	0	45	582	



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



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

Fecha: 27/04/2022

Vía: Patate-Baños

Hoja #: 03

Ubicación: Abs 8+200

Realizado por: Julio Armando Tuston Pico

Sentido: Ambos sentidos

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				Total Pesados	TOTAL	TOTAL POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3			
7h00	7h15	12	1	1	0	0	0	1	14	55
7h15	7h30	13	0	0	0	0	0	0	13	
7h30	7h45	19	0	2	0	0	0	2	21	
7h45	8h00	7	0	0	0	0	0	0	7	
8h00	8h15	8	0	0	0	0	0	0	8	54
8h15	8h30	7	0	1	0	0	0	1	8	
8h30	8h45	16	1	0	0	0	0	0	17	
8h45	9h00	21	0	0	0	0	0	0	21	
9h00	9h15	17	0	1	0	0	0	1	18	59
9h15	9h30	13	0	0	0	0	0	0	13	
9h30	9h45	19	0	1	0	0	0	1	20	
9h45	10h00	7	0	1	0	0	0	1	8	
10h00	10h15	9	0	1	0	0	0	1	10	31
10h15	10h30	7	0	1	0	0	0	1	8	
10h30	10h45	5	0	0	0	0	0	0	5	
10h45	11h00	8	0	0	0	0	0	0	8	
11h00	11h15	12	0	1	0	0	0	1	13	55
11h15	11h30	15	0	1	0	0	0	1	16	
11h30	11h45	17	0	2	0	0	0	2	19	
11h45	12h00	7	0	0	0	0	0	0	7	
12h00	12h15	8	0	1	0	0	0	1	9	41
12h15	12h30	7	0	1	0	0	0	1	8	
12h30	12h45	9	0	0	0	0	0	0	9	
12h45	13h00	13	0	2	0	0	0	2	15	
13h00	13h15	18	0	0	0	0	0	0	18	39
13h15	13h30	11	0	0	0	0	0	0	11	
13h30	13h45	9	0	0	0	0	0	0	9	
13h45	14h00	1	0	0	0	0	0	0	1	
14h00	14h15	7	0	0	0	0	0	0	7	39
14h15	14h30	9	0	0	0	0	0	0	9	
14h30	14h45	14	2	0	0	0	0	0	16	
14h45	15h00	7	0	0	0	0	0	0	7	
15h00	15h15	6	0	1	0	0	0	1	7	43
15h15	15h30	7	0	0	0	0	0	0	7	
15h30	15h45	12	0	0	0	0	0	0	12	
15h45	16h00	17	0	0	0	0	0	0	17	
16h00	16h15	16	0	0	0	0	0	0	16	49
16h15	16h30	7	0	0	0	0	0	0	7	
16h30	16h45	13	0	2	0	0	0	2	15	
16h45	17h00	10	0	1	0	0	0	1	11	
17h00	17h15	17	0	0	0	0	0	0	17	51
17h15	17h30	11	0	2	0	0	0	2	13	
17h30	17h45	14	0	1	0	0	0	1	15	
17h45	18h00	5	0	1	0	0	0	1	6	
18h00	18h15	9	0	0	0	0	0	0	9	51
18h15	18h30	11	0	0	0	0	0	0	11	
18h30	18h45	18	0	0	0	0	0	0	18	
18h45	19h00	13	0	0	0	0	0	0	13	
TOTAL		538	4	25	0	0	0	25	567	



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



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

Fecha: 28/04/2022

Vía: Patate-Baños

Hoja #: 04

Ubicación: Abs 8+200

Realizado por: Julio Armando Tuston Pico

Sentido: Ambos sentidos

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



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



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

Fecha: 29/04/2022

Vía: Patate-Baños

Hoja #: 05

Ubicación: Abs 8+200

Realizado por: Julio Armando Tuston Pico

Sentido: Ambos sentidos

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



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



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

Fecha: 30/04/2022

Vía: Patate-Baños

Hoja #: 06

Ubicación: Abs 8+200

Realizado por: Julio Armando Tuston Pico

Sentido: Ambos sentidos

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				Total Pesados	TOTAL	TOTAL POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3			
7h00	7h15	7	0	0	0	0	0	0	7	13
7h15	7h30	3	0	0	0	0	0	0	3	
7h30	7h45	1	0	0	0	0	0	0	1	
7h45	8h00	2	0	0	0	0	0	0	2	
8h00	8h15	4	0	0	0	0	0	0	4	16
8h15	8h30	2	0	0	0	0	0	0	2	
8h30	8h45	5	0	0	0	0	0	0	5	
8h45	9h00	5	0	0	0	0	0	0	5	
9h00	9h15	7	0	0	0	0	0	0	7	35
9h15	9h30	8	0	0	0	0	0	0	8	
9h30	9h45	11	0	0	0	0	0	0	11	
9h45	10h00	9	0	0	0	0	0	0	9	
10h00	10h15	5	0	0	0	0	0	0	5	27
10h15	10h30	8	0	0	0	0	0	0	8	
10h30	10h45	7	0	0	0	0	0	0	7	
10h45	11h00	7	0	0	0	0	0	0	7	
11h00	11h15	8	0	0	0	0	0	0	8	51
11h15	11h30	13	0	0	0	0	0	0	13	
11h30	11h45	16	0	0	0	0	0	0	16	
11h45	12h00	14	0	0	0	0	0	0	14	
12h00	12h15	18	0	0	0	0	0	0	18	152
12h15	12h30	29	1	0	0	0	0	0	30	
12h30	12h45	44	0	0	0	0	0	0	44	
12h45	13h00	59	1	0	0	0	0	0	60	
13h00	13h15	51	0	0	0	0	0	0	51	187
13h15	13h30	57	1	1	0	0	0	1	59	
13h30	13h45	40	0	0	0	0	0	0	40	
13h45	14h00	37	0	0	0	0	0	0	37	
14h00	14h15	17	0	1	0	0	0	1	18	90
14h15	14h30	21	1	1	0	0	0	1	23	
14h30	14h45	18	0	0	0	0	0	0	18	
14h45	15h00	31	0	0	0	0	0	0	31	
15h00	15h15	17	0	0	0	0	0	0	17	99
15h15	15h30	21	0	0	0	0	0	0	21	
15h30	15h45	26	0	1	0	0	0	1	27	
15h45	16h00	33	1	0	0	0	0	0	34	
16h00	16h15	22	0	0	0	0	0	0	22	105
16h15	16h30	36	0	0	0	0	0	0	36	
16h30	16h45	27	0	1	0	0	0	1	28	
16h45	17h00	19	0	0	0	0	0	0	19	
17h00	17h15	17	0	0	0	0	0	0	17	78
17h15	17h30	32	0	0	0	0	0	0	32	
17h30	17h45	16	0	0	0	0	0	0	16	
17h45	18h00	13	0	0	0	0	0	0	13	
18h00	18h15	11	0	0	0	0	0	0	11	63
18h15	18h30	25	0	0	0	0	0	0	25	
18h30	18h45	15	0	0	0	0	0	0	15	
18h45	19h00	12	0	0	0	0	0	0	12	
TOTAL		906	5	5	0	0	0	5	916	



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



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

Fecha: 01/05/2022

Vía: Patate-Baños

Hoja #: 07

Ubicación: Abs 8+200

Realizado por: Julio Armando Tuston Pico

Sentido: Ambos sentidos

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				Total Pesados	TOTAL	TOTAL POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3			
7h00	7h15	5	0	0	0	0	0	0	5	19
7h15	7h30	4	0	1	0	0	0	1	5	
7h30	7h45	2	0	0	0	0	0	0	2	
7h45	8h00	7	0	0	0	0	0	0	7	
8h00	8h15	5	0	0	0	0	0	0	5	26
8h15	8h30	8	0	0	0	0	0	0	8	
8h30	8h45	7	0	0	0	0	0	0	7	
8h45	9h00	6	0	0	0	0	0	0	6	
9h00	9h15	9	0	1	0	0	0	1	10	45
9h15	9h30	7	0	0	0	0	0	0	7	
9h30	9h45	12	0	1	0	0	0	1	13	
9h45	10h00	15	0	0	0	0	0	0	15	
10h00	10h15	7	0	0	0	0	0	0	7	36
10h15	10h30	13	0	0	0	0	0	0	13	
10h30	10h45	9	0	0	0	0	0	0	9	
10h45	11h00	7	0	0	0	0	0	0	7	
11h00	11h15	11	0	0	0	0	0	0	11	67
11h15	11h30	16	0	0	0	0	0	0	16	
11h30	11h45	17	0	0	0	0	0	0	17	
11h45	12h00	23	0	0	0	0	0	0	23	
12h00	12h15	35	0	0	0	0	0	0	35	206
12h15	12h30	43	0	0	0	0	0	0	43	
12h30	12h45	55	0	0	0	0	0	0	55	
12h45	13h00	72	1	0	0	0	0	0	73	
13h00	13h15	55	0	0	0	0	0	0	55	204
13h15	13h30	63	0	1	0	0	0	1	64	
13h30	13h45	36	0	0	0	0	0	0	36	
13h45	14h00	49	0	0	0	0	0	0	49	
14h00	14h15	29	0	1	0	0	0	1	30	139
14h15	14h30	33	1	1	0	0	0	1	35	
14h30	14h45	29	0	0	0	0	0	0	29	
14h45	15h00	45	0	0	0	0	0	0	45	
15h00	15h15	37	0	0	0	0	0	0	37	152
15h15	15h30	28	0	0	0	0	0	0	28	
15h30	15h45	39	0	0	0	0	0	0	39	
15h45	16h00	48	0	0	0	0	0	0	48	
16h00	16h15	24	1	2	0	0	0	2	27	136
16h15	16h30	51	0	0	0	0	0	0	51	
16h30	16h45	31	0	1	0	0	0	1	32	
16h45	17h00	24	0	2	0	0	0	2	26	
17h00	17h15	27	0	0	0	0	0	0	27	110
17h15	17h30	43	0	1	0	0	0	1	44	
17h30	17h45	21	0	0	0	0	0	0	21	
17h45	18h00	18	0	0	0	0	0	0	18	
18h00	18h15	27	0	0	0	0	0	0	27	104
18h15	18h30	36	0	1	0	0	0	1	37	
18h30	18h45	22	0	0	0	0	0	0	22	
18h45	19h00	18	0	0	0	0	0	0	18	
TOTAL		1228	3	13	0	0	0	13	1244	

ANEXO B

Registro de inspección PCI



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS - PCI



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.

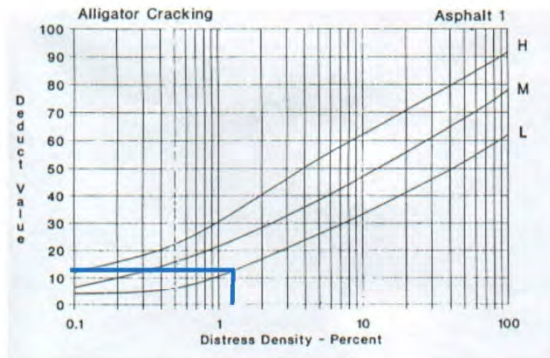
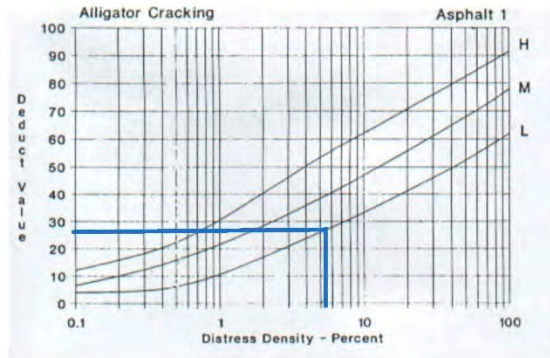
Abs Inicial	8+200	Área de muestra (m ²)	186,40	Fecha:	07/06/2022
Abs Final	8+240	Unidad de muestreo	U1		
Ancho carril	4,66				

NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA
1	Piel de cocodrilo	m ²
2	Exudación	m ²
3	Agrietamiento en Bloque	m ²
4	Abultamientos y hundimientos	m
5	Corrugación	m ²
6	Depresión	m ²
7	Grieta de Borde	m ²
8	Grieta de reflexión de junta	m
9	Desnivel Carril/Berna	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Parcheo y acometida de servicio público	m ²
12	Pulimento de agregados	m ²
13	Huecos	U
14	Cruce de Vía férrea	m ²
15	Ahuellamiento	m ²
16	Desplazamiento	m ²
17	Grietas parabólicas	m ²
18	Hinchamiento	m ²
19	Desprendimiento de agregados	m ²

FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
1.1	x			9	1.1		9.9	5,31	27
1.2	x			8.6	0.4		3.44	1.85	12
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):									39
PCI = 100-VDT=									61



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS - PCI



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

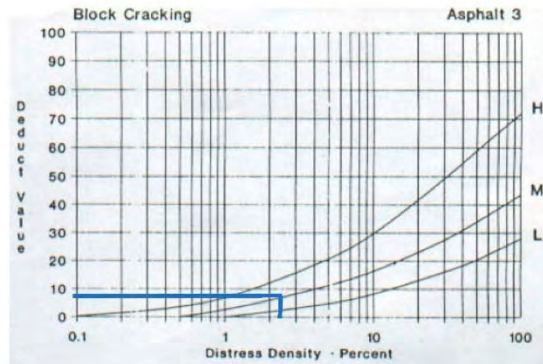
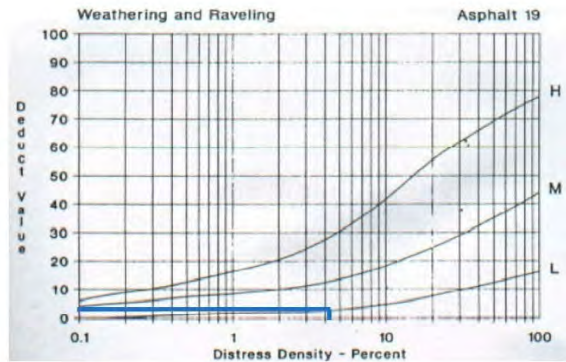
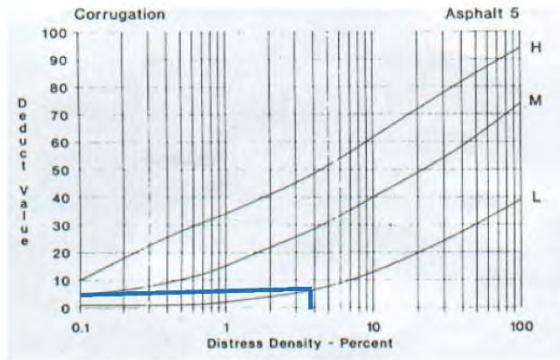
Abs Inicial	8+440	Área de muestra (m ²)	141.20	Fecha:	07/06/2022
Abs Final	8+480	Unidad de muestreo	U2		
Ancho carril	3.53				

NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA
1	Piel de cocodrilo	m ²
2	Exudación	m ²
3	Agrietamiento en Bloque	m ²
4	Abultamientos y hundimientos	m
5	Corrugación	m ²
6	Depresión	m ²
7	Grieta de Borde	m
8	Grieta de reflexión de junta	m
9	Desnivel Carril/Berma	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Parcheo y acometida de servicio público	m ²
12	Pulimento de agregados	m ²
13	Huecos	U
14	Ahuellamiento	m ²
15	Desplazamiento	m ²
16	Grietas parabólicas	m ²
17	Hinchamiento	m ²
18	Desprendimiento de agregados	m ²

FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)							
5	x			14.1	0.4			5.64	3.99	4
18	x			5.7	1			5.7	4.04	3
3		X		5	0.65			3.25	2.30	9
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		16
								PCI = 100-VDT=		84



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS - PCI



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

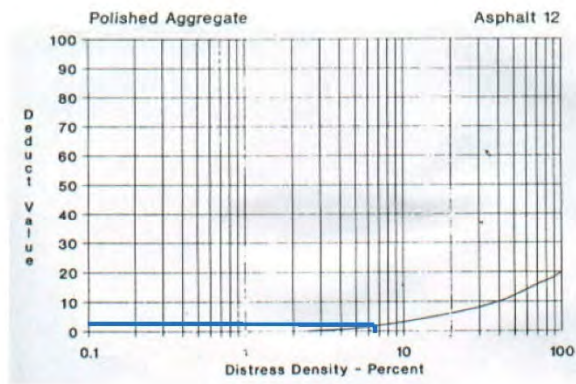
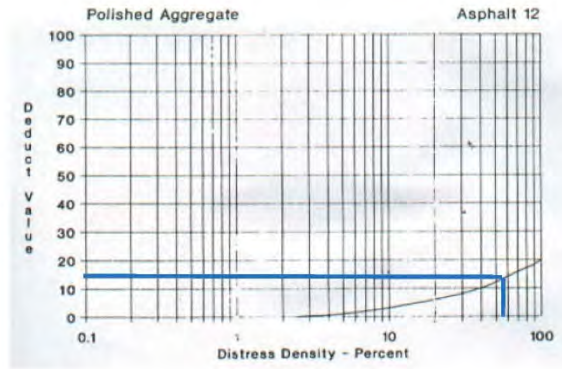
Abs Inicial	8+680	Area de muestra (m2)	165.20	Fecha:	07/06/2022
Abs Final	8+720	Unidad de muestreo	U3		
Ancho carril	4.13				

NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA
1	Piel de cocodrilo	m2
2	Exudación	m2
3	Agrietamiento en Bloque	m2
4	Abultamientos y hundimientos	m
5	Corrugación	m2
6	Depresión	m2
7	Grieta de Borde	m
8	Grieta de reflexión de junta	m
9	Desnivel Carril/Berma	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2
12	Pulimiento de agregados	m2
13	Huecos	U
14	Ahuellamiento	m2
15	Desplazamiento	m2
16	Grietas parabólicas	m2
17	Hinchamiento	m2
18	Desprendimiento de agregados	m2

FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)							
12	x			20	1.2			24	14.53	15
12	x			22	0.5			11	6.66	3
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		18
								PCI = 100-VDT=		82



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS - PCI



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

Abs Inicial	8+920	Área de muestra (m2)	158.00	Fecha:	07/06/2022
Abs Final	8+960	Unidad de muestreo	U4		
Ancho carril	3.95				

NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA
1	Piel de cocodrilo	m2
2	Exudación	m2
3	Agrietamiento en Bloque	m2
4	Abultamientos y hundimientos	m
5	Corrugación	m2
6	Depresión	m2
7	Grieta de Borde	m
8	Grieta de reflexión de junta	m
9	Desnivel Carril/Berma	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Parcheo y acometida de servicio público	m2
12	Pulimento de agregados	m2
13	Huecos	U
14	Ahuellamiento	m2
15	Desplazamiento	m2
16	Grietas parabólicas	m2
17	Hinchamiento	m2
18	Desprendimiento de agregados	m2

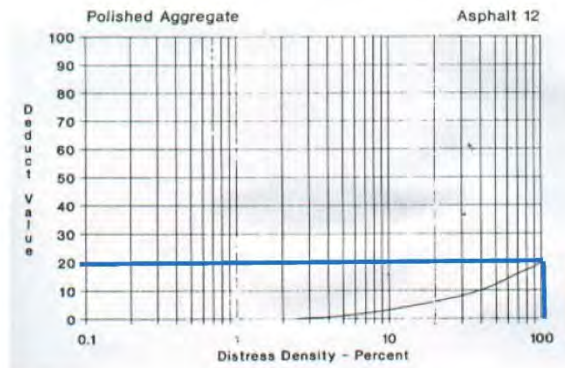
8+920

8+960

FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)						
18	x			40	3.95		158	100.00	20
							VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		20
							PCI = 100-VDT=		80



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS - PCI



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

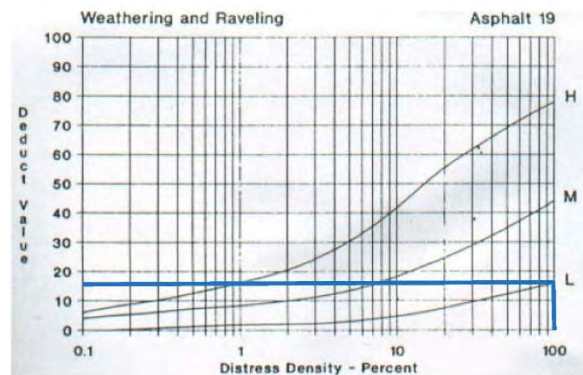
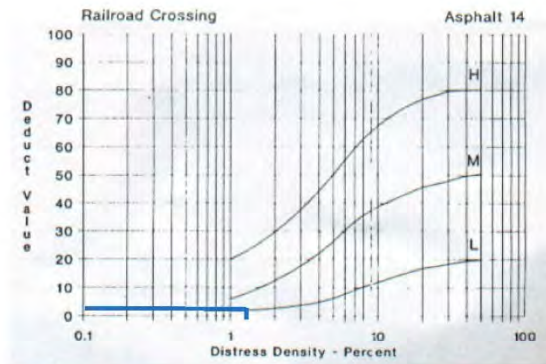
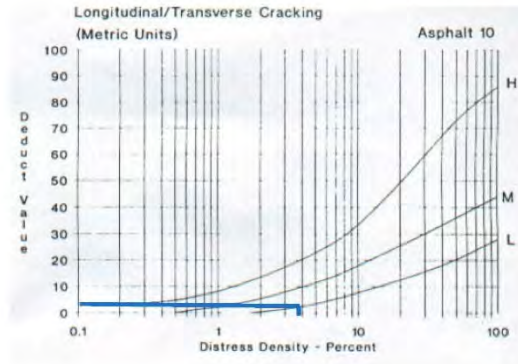
Abs Inicial	9+160	Área de muestra (m ²)	230.00	Fecha:	07/06/2022
Abs Final	9+200	Unidad de muestreo	U5		
Ancho carril	5.75				

NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA
1	Piel de cocodrilo	m ²
2	Exudación	m ²
3	Agrietamiento en Bloque	m ²
4	Abultamientos y hundimientos	m
5	Corrugación	m ²
6	Depresión	m ²
7	Grieta de Borde	m
8	Grieta de reflexión de junta	m
9	Desnivel Carril/Berma	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Parqueo y acometida de servicio público	m ²
12	Pulimento de agregados	m ²
13	Huecos	U
14	Ahuellamiento	m ²
15	Desplazamiento	m ²
16	Grietas parabólicas	m ²
17	Hinchamiento	m ²
18	Desprendimiento de agregados	m ²

FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)							
10	X			7.5				7.5	3.26	3
14	X			6	0.5			3	1.30	2
18	X			40	5.75			230	100.00	17
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		22
								PCI = 100-VDT=		78



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS - PCI



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

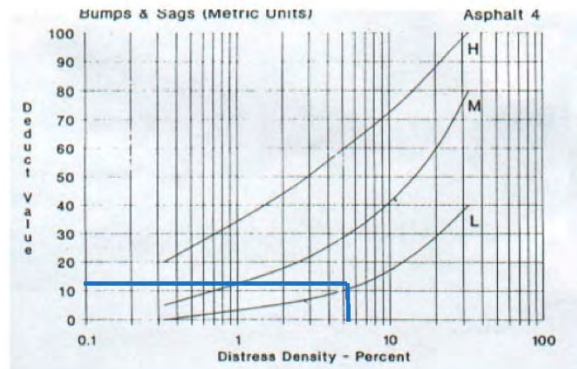
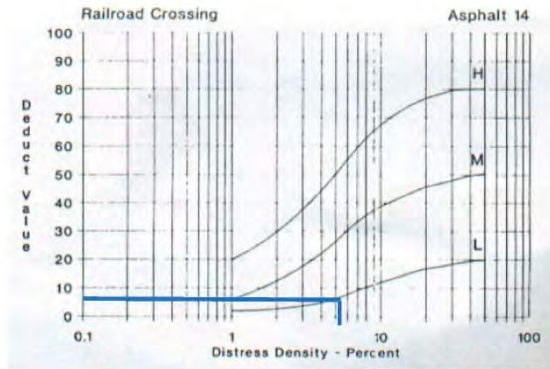
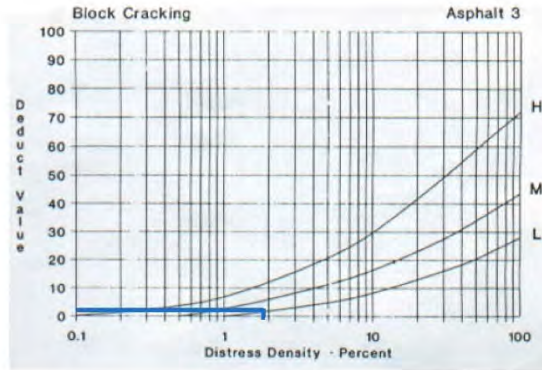
Abs Inicial	9+400	Área de muestra (m ²)	196.00	Fecha:	07/06/2022
Abs Final	9+440	Unidad de muestreo	U6		
Ancho carril	4.90				

NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA
1	Piel de cocodrilo	m ²
2	Exudación	m ²
3	Agrietamiento en Bloque	m ²
4	Abultamientos y hundimientos	m
5	Corrugación	m ²
6	Depresión	m ²
7	Grieta de Borde	m
8	Grieta de reflexión de junta	m
9	Desnivel Carril/Berma	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Parcheo y acometida de servicio público	m ²
12	Pulimento de agregados	m ²
13	Huecos	U
14	Ahuellamiento	m ²
15	Desplazamiento	m ²
16	Grietas parabólicas	m ²
17	Hinchamiento	m ²
18	Desprendimiento de agregados	m ²

FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)							
3	X			4.7	0.77			3.62	1.85	2
14	X			33	0.3			9.90	5.05	8
4	X			4.7	2.2			10.34	5.28	11
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		21
								PCI = 100-VDT=		79



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS - PCI



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

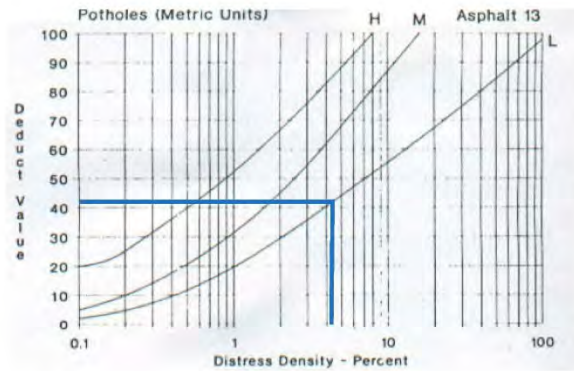
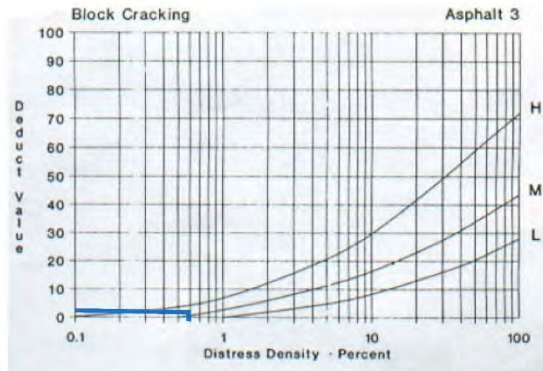
Abs Inicial	9+640	Área de muestra (m2)	195.20	Fecha:	07/06/2022
Abs Final	9+680	Unidad de muestreo	U7		
Ancho carril	4.88				

NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA
1	Piel de cocodrilo	m2
2	Exudación	m2
3	Agrietamiento en Bloque	m2
4	Abultamientos y hundimientos	m
5	Corrugación	m2
6	Depresión	m2
7	Grieta de Borde	m
8	Grieta de reflexión de junta	m
9	Desnivel Carril/Berma	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Parcheo y acometida de servicio público	m2
12	Pulimento de agregados	m2
13	Huecos	U
14	Ahuellamiento	m2
15	Desplazamiento	m2
16	Grietas parabólicas	m2
17	Hinchamiento	m2
18	Desprendimiento de agregados	m2

FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)							
3	X			1.9	0.6			1.14	0.58	1
13	X			8				8	4.10	41
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		42
								PCI = 100-VDT=		58



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS - PCI



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

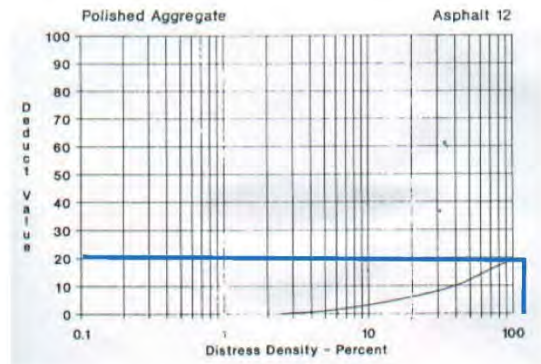
Abs Inicial	9+880	Area de muestra (m2)	196.00	Fecha:	07/06/2022
Abs Final	9+920	Unidad de muestreo	U8		
Ancho carril	4.90				

NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA
1	Piel de cocodrilo	m2
2	Exudación	m2
3	Agrietamiento en Bloque	m2
4	Abultamientos y hundimientos	m
5	Corrugación	m2
6	Depresión	m2
7	Grieta de Borde	m
8	Grieta de reflexión de junta	m
9	Desnivel Carril/Berma	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2
12	Pulimento de agregados	m2
13	Huecos	U
14	Ahuellamiento	m2
15	Desplazamiento	m2
16	Grietas parabólicas	m2
17	Hinchamiento	m2
18	Desprendimiento de agregados	m2

FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)							
12	x			40	4.9			196	100.00	20
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		20
								PCI = 100-VDT=		80



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS - PCI



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8-200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.

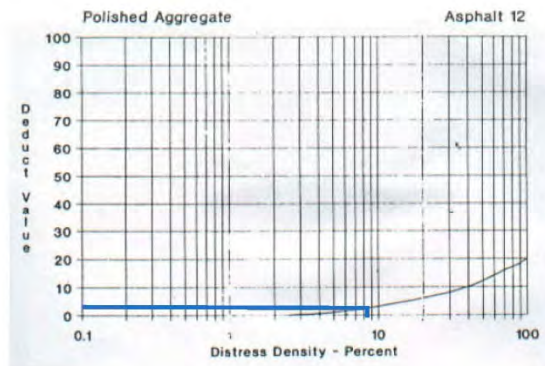
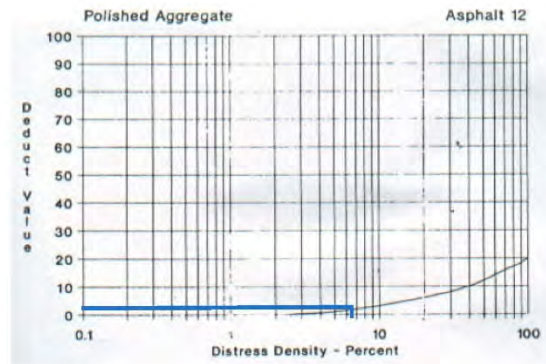
Abs Inicial	10+120	Area de muestra (m2)	189.20	Fecha:	07/06/2022
Abs Final	10+160	Unidad de muestreo	U9		
Ancho carril	4.73				

NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA
1	Piel de cocodrilo	m2
2	Exudación	m2
3	Agrietamiento en Bloque	m2
4	Abultamientos y hundimientos	m
5	Corrugación	m2
6	Depresión	m2
7	Grieta de Borde	m
8	Grieta de reflexión de junta	m
9	Desnivel Carril/Berma	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2
12	Pulimento de agregados	m2
13	Huecos	U
14	Ahuellamiento	m2
15	Desplazamiento	m2
16	Grietas parabólicas	m2
17	Hinchamiento	m2
18	Desprendimiento de agregados	m2

FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)							
12	X			17	0.7			11.9	6.29	3
12	X			17	0.9			15.3	8.09	4
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		7
								PCI = 100-VDT=		93



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS - PCI



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

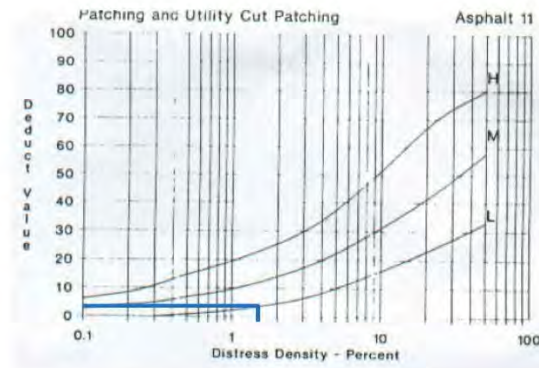
Abs Inicial	10+360	Área de muestra (m2)	232.00	Fecha:	07/06/2022
Abs Final	10+400	Unidad de muestreo	U10		
Ancho carril	5.80				

NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA
1	Piel de cocodrilo	m2
2	Exudación	m2
3	Agrietamiento en Bloque	m2
4	Abultamientos y hundimientos	m
5	Corrugación	m2
6	Depresión	m2
7	Grieta de Borde	m
8	Grieta de reflexión de junta	m
9	Desnivel Carril/Berma	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Parcheo y acometida de servicio público	m2
12	Pulimento de agregados	m2
13	Huecos	U
14	Ahuellamiento	m2
15	Desplazamiento	m2
16	Grietas parabólicas	m2
17	Hinchamiento	m2
18	Desprendimiento de agregados	m2

FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)							
11	X			5.8	0.6			3.48	1.50	4
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		4
								PCI = 100-VDT=		96



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.





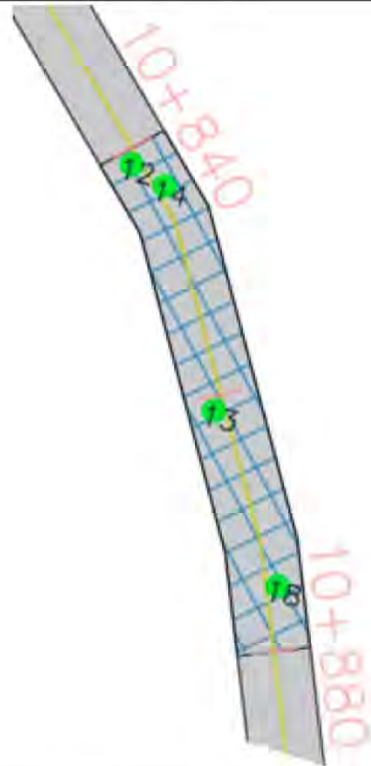
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS - PCI



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

Abs Inicial	10+840	Area de muestra (m2)	168.00	Fecha:	07/06/2022
Abs Final	10+880	Unidad de muestreo	U12		
Ancho carril	4.20				

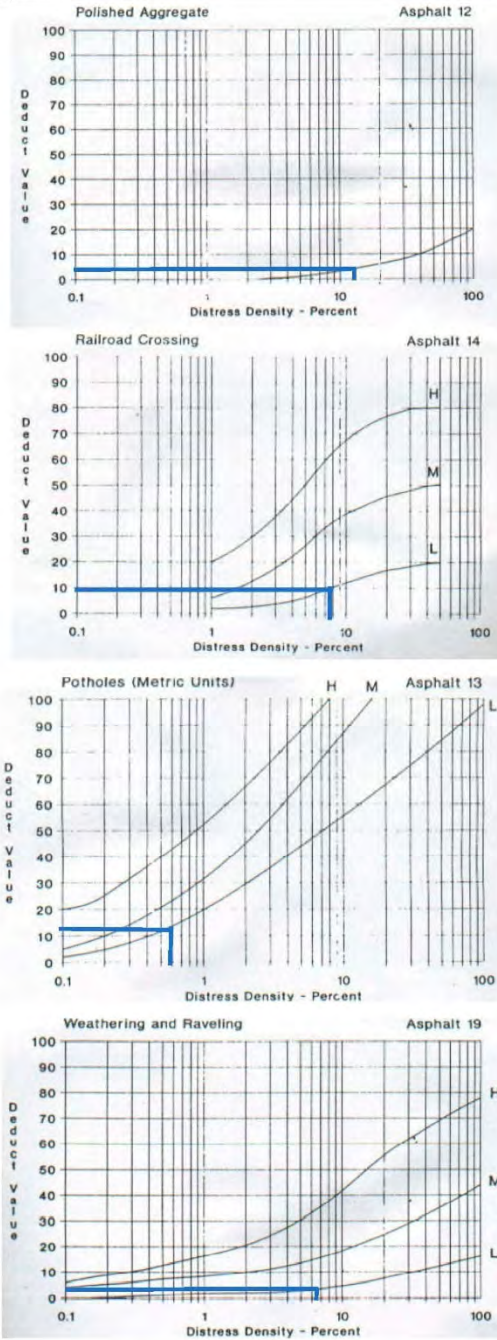
NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA
1	Piel de cocodrilo	m2
2	Exudación	m2
3	Agrietamiento en Bloque	m2
4	Abultamientos y hundimientos	m
5	Corrugación	m2
6	Depresión	m2
7	Grieta de Borde	m
8	Grieta de reflexión de junta	m
9	Desnivel Carril/Berma	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2
12	Pulimento de agregados	m2
13	Huecos	U
14	Ahuellamiento	m2
15	Desplazamiento	m2
16	Grietas parabólicas	m2
17	Hinchamiento	m2
18	Desprendimiento de agregados	m2



FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)							
12	X			17.1	1.3			22.23	13.23	5
14	X			15	0.5			15	8.93	10
13	X			1				1	0.60	12
18	X			7.1	1.5			10.65	6.34	4
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		31
								PCI = 100-VDT=		69



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS - PCI



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

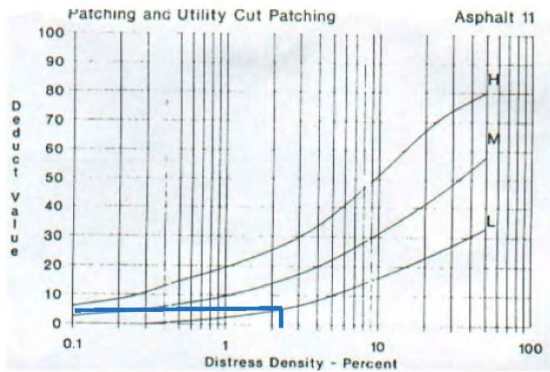
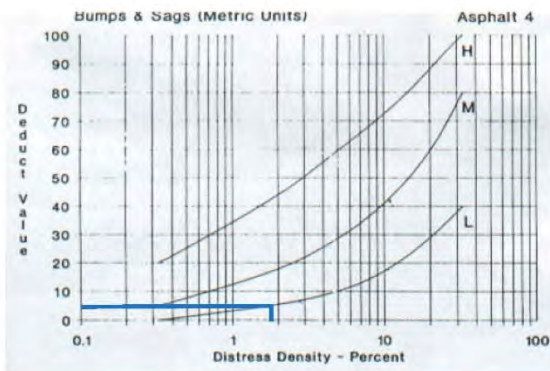
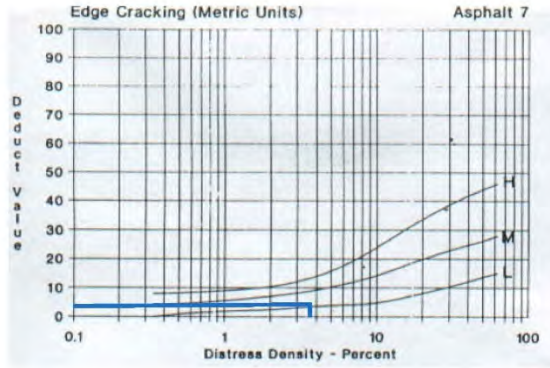
Abs Inicial	11+080	Area de muestra (m2)	216.00	Fecha:	07/06/2022
Abs Final	11+120	Unidad de muestreo	U13		
Ancho carril	5.40				

NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA
1	Piel de cocodrilo	m2
2	Exudación	m2
3	Agrietamiento en Bloque	m2
4	Abultamientos y hundimientos	m
5	Corrugación	m2
6	Depresión	m2
7	Grieta de Borde	m
8	Grieta de reflexión de junta	m
9	Desnivel Carril/Berma	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2
12	Pulimento de agregados	m2
13	Huecos	U
14	Ahuellamiento	m2
15	Desplazamiento	m2
16	Grietas parabólicas	m2
17	Hinchamiento	m2
18	Desprendimiento de agregados	m2

FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)							
7	X			8.2				8.2	3.80	3
4	X			8.2	0.5			4.1	1.90	5
11	X			4.5	1.1			4.95	2.29	4
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		12
								PCI = 100-VDT=		88



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS - PCI



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

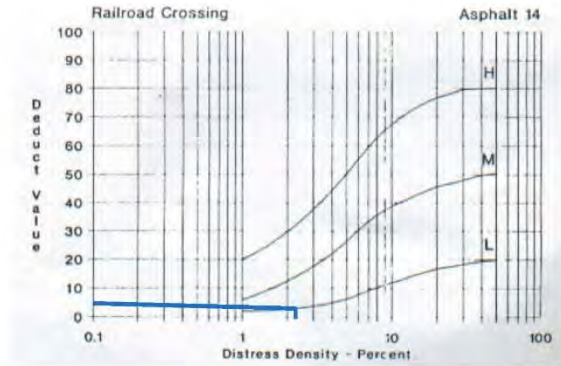
Abs Inicial	11+320	Area de muestra (m2)	212.00	Fecha:	07/06/2022
Abs Final	11+360	Unidad de muestreo	U14		
Ancho carril	5.30	Tramo:			

NÚMERO	FALLAS	ESQUEMA
1	Piel de cocodrilo	m2
2	Exudación	m2
3	Agrietamiento en Bloque	m2
4	Abultamientos y hundimientos	m
5	Corrugación	m2
6	Depresión	m2
7	Grieta de Borde	m
8	Grieta de reflexión de junta	m
9	Desnivel Carril/Berma	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Parqueo y acometida de servicio público	m2
12	Pulimento de agregados	m2
13	Huecos	U
14	Ahuellamiento	m2
15	Desplazamiento	m2
16	Grietas parabólicas	m2
17	Hinchamiento	m2
18	Desprendimiento de agregados	m2

FALLA #	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)							
14	X			10	0.45			4.5	2.12	4
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT):		4
								PCI = 100-VDT=		96



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua."



ANEXO C

Estudios de Suelo

CALICATA 1

ABS. 8+200

- **GRANULOMETRÍA**
- **LÍMITES DE ATTERBERG**
- **PROCTOR MODIFICADO TIPO B**
- **CALIFORNIA BEARING RATIO CBR**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
GRANULOMETRÍA DEL SUELO



NORMA: ASTM: D421-58 D-422-63 AASHTO: 7-87-70 7-88-70

Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8-200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.

ABSCISA: 8+200

MUESTRA #: 1

PESO MUESTRA: 1000 gr.

FECHA: 27/05/2022

ELABORADO POR: JULIO TUSTON PICO

GRANULOMETRÍA

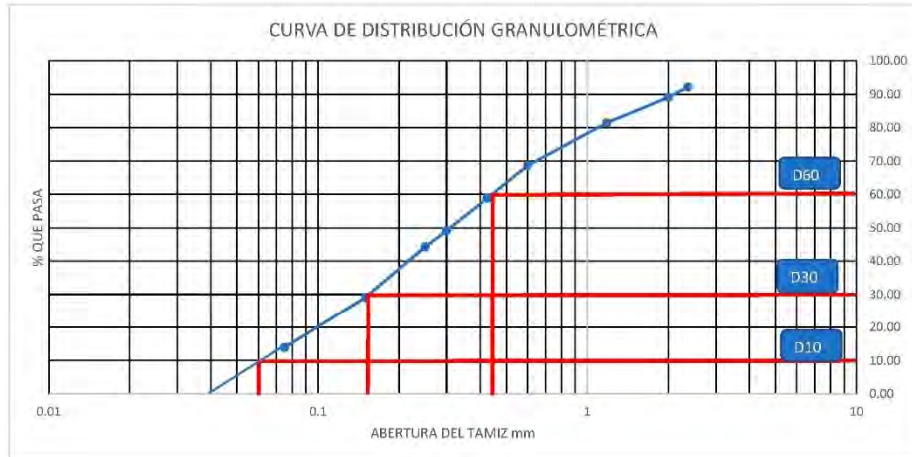
TAMIZ #	mm	Peso Retenido (gr)	Peso Ret/Acum. (gr)	Retenido (%)	Pasa (%)
#8	2.36	77.70	77.70	7.82	92.18
#10	2	30.72	108.42	10.91	89.09
#16	1.18	75.94	184.36	18.55	81.45
#30	0.6	127.51	311.87	31.37	68.63
#40	0.425	97.35	409.22	41.16	58.84
#50	0.3	96.97	506.19	50.92	49.08
#60	0.25	47.81	554.00	55.73	44.27
#100	0.15	151.36	705.36	70.95	29.05
#200	0.075	150.73	856.09	86.12	13.88
BANDEJA		138.02	994.11	100.00	

RESULTADO

TNM		Cu	7.50	Error Permitido	1%
D10	0.06				
D30	0.15	Cc	0.83	Error Calculado	0.59%
D60	0.45				

PORCENTAJE DE MATERIAL

	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Fino%)
SUCS	0	86	14
AASHTO	0	86	14





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

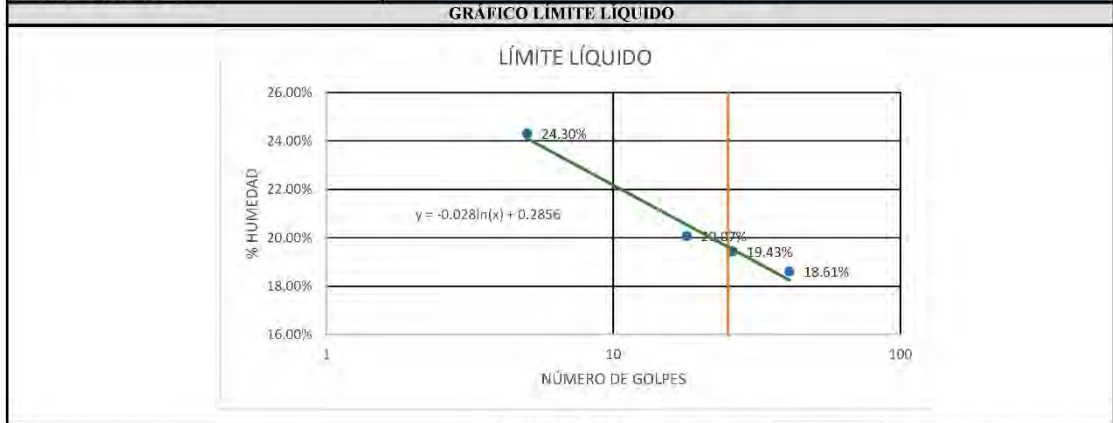


NORMA: ASTM: D424-71 INEN 691 AASHTO: T-90-70

Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.

ABSCISA: 8+200 **MUESTRA #:** 1
MÉTODO: Copa de Casa grande **FECHA:** 02/06/2022
ELABORADO POR: JULIO TUSTON PICO

LÍMITE LÍQUIDO								
# DE RECIPIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	11.83	11.09	11.10	11.28	11.22	11.20	11.39	11.39
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r) (gr)	24.92	24.33	22.72	22.77	17.32	22.61	21.46	21.46
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	22.35	21.75	20.78	20.84	16.32	20.75	19.88	19.88
PESO AGUA (W_w) (gr)	2.570	2.576	1.934	1.929	0.993	1.854	1.580	1.580
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	10.514	10.666	9.685	9.564	5.105	9.548	8.492	8.492
CONTENIDO DE HUMEDAD $W\%$	24.44%	24.15%	19.97%	20.17%	19.45%	19.42%	18.61%	18.61%
PROMEDIO $W\%$	24.30%		20.07%		19.43%		18.61%	
NÚMERO DE GOLPES	5		18		26		41	
LÍMITE LÍQUIDO L.L. (%)	19.38%							



LÍMITE PLÁSTICO					
# DE RECIPIENTE	1	2	3	4	5
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	10.88	10.64	10.78	10.7	10.74
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r) (gr)	12.64	12.48	12.53	12.38	12.57
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	12.36	12.19	12.25	12.12	12.27
PESO AGUA (W_w) (gr)	0.275	0.290	0.277	0.257	0.298
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	1.477	1.546	1.468	1.42	1.527
CONTENIDO DE HUMEDAD $W\%$	18.62%	18.76%	18.87%	18.10%	19.52%
PROMEDIO $W\%$	18.77%				
LÍMITE LÍQUIDO L.L. (%)	19.38%				
LÍMITE PLÁSTICO L.P. (%)	18.77%				
ÍNDICE PLÁSTICO L.P. (%) = LL-LP	0.61%				



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "B"



NORMA: ASTM-D1557 / AASHTO T 180

Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Palate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.

ABSCISA: 8+200

MUESTRA #: 1

DIÁMETRO: 15,15 cm

ELABORADO POR: JULIO TUSTON PICO

FECHA: 07/06/2022

ALTURA: 12,94 cm

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

NÚMERO DE GOLPES	56	ALTURA DE CAÍDA	18"	PESO DEL MOLDE	12850	gr
NÚMERO DE CAPAS	5	PESO DEL MARTILLO	10 LB	VOLUMEN DEL MOLDE	2332,649	cm ³
ENERGÍA DE COMPACTACIÓN						
PESO INICIAL DESEADO	6000	6000	6000	6000		

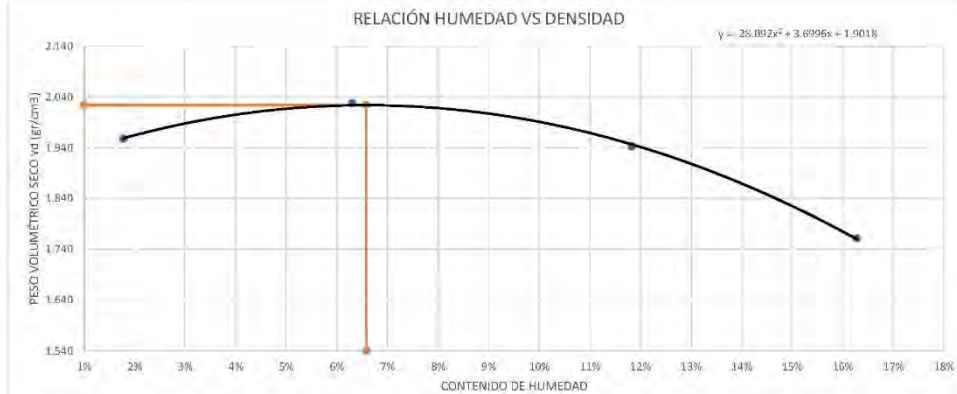
DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO W_m

# DE RECIPIENTE	1	2	3	4
HUMEDAD INICIAL AÑADIDA %	0	5	10	15
P. MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	17497	17877	17917	17627
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4647	5027	5067	4777
PESO UNITARIO HÚMEDO w _m (gr/cm ³)	1.992	2.155	2.172	2.048

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

# DE RECIPIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE W _r (gr)	32.97	32.43	30.84	30.98	27.27	23.4	25.22	24.18
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W _m +W _r) (gr)	168.13	155.71	116.78	107.76	107.69	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 DE LA MUESTRA SECA (W _s)	132.92	121.01	80.71	72.35	71.87	69.73	92.04	97.41
PESO AGUA (W _w) (gr)	2.24	2.27	5.23	4.43	8.55	8.2	14.96	15.88
CONTENIDO DE HUMEDAD W %	1.69%	1.88%	6.48%	6.12%	11.90%	11.76%	16.25%	16.30%
HUMEDAD PROMEDIO %	1.78%		6.30%		11.83%		16.28%	
PESO VOLUMÉTRICO SECO v _d (gr/cm ³)	1.957		2.027		1.942		1.761	

GRÁFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



RESULTADO

La densidad máxima alcanzada es 2.024 gr/cm³ de acuerdo con la gráfica, haciendo referencia a la humedad óptima que da un valor de 6.58%.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



NORMA: ASTM-1883

Proyecto: Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

ABSCISA: 8+200 **MUESTRA #:** 1 **W. ÓPT:** 13.41
ELABORADO POR: JULIO TUSTON PICO **FECHA:** 09/06/2022

PESO UNITARIO HÚMEDO

MOLDE	1		2		3	
	Díámetro	15.06	Díámetro	15.14	Díámetro	15.17
DIMENSIONES	Altura	12.97	Altura	12.95	Altura	12.9
	# de GOLPES	11	27	56		
MUESTRA HÚMEDA + MOLDE (gr)	9984	10253	10723			
MASA MOLDE (gr)	6276	5834	5764			
MASA MUESTRA HÚMEDA (gr)	3708	4419	4959			
VOLUMEN MUESTRA (cm ³)	2310.29	2331.30	2331.51			
PESO UNITARIO HÚMEDO (gr/cm ³)	1.605	1.896	2.127			

CONTENIDO DE HUMEDAD

# DE RECIPIENTE	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
	A	B	C	D	E	F
PESO DEL RECIPIENTE W _r (gr)	30.58	30.89	30.73	30.3	23.11	24.85
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W _m +W _r) (gr)	101.31	117.04	111.1	101.8	120.62	106.36
PESO SECO + RECIPIENTE (W _s +W _r) (gr)	91.98	104.95	99.02	91.11	107.2	95.39
PESO AGUA (W _w) (gr)	9.33	12.09	12.08	10.69	13.42	10.97
PESO DE LA MUESTRA SECA (W _s)	61.4	74.06	68.29	60.81	84.09	70.54
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	15.20%	16.32%	17.69%	17.58%	15.96%	15.55%
HUMEDAD PROMEDIO %	15.76%		17.63%		15.76%	
PESO UNITARIO SECO γ_d (gr/cm ³)	1.386		1.611		1.837	

SATURACIÓN

MUESTRA HÚMEDA + MOLDE (gr)	10153	10305	10580
MASA MOLDE (gr)	6276	5834	5764
MASA MUESTRA HÚMEDA (gr)	3877	4471	4816
VOLUMEN MUESTRA (cm ³)	2310.29	2331.30	2331.51
PESO UNITARIO HÚMEDO (gr/cm ³)	1.678	1.918	2.066

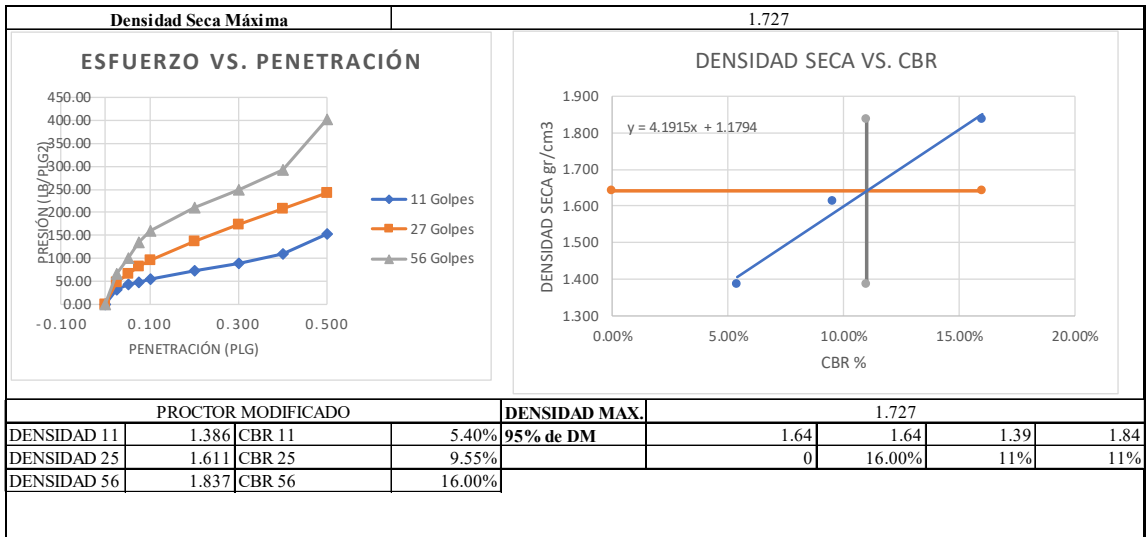
CONTENIDO DE HUMEDAD

# DE RECIPIENTE	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
	A	B	C	D	E	F
PESO DEL RECIPIENTE W _r (gr)	30.32	31.91	30.9	31.14	23.09	24.54
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W _m +W _r) (gr)	138.7	151.62	108.19	114.83	103.23	129.04
PESO SECO + RECIPIENTE (W _s +W _r) (gr)	120	129.68	94.71	99.22	90.32	110.37
PESO AGUA (W _w) (gr)	18.7	21.94	13.48	15.61	12.91	18.67
PESO DE LA MUESTRA SECA (W _s)	89.68	97.77	63.81	68.08	67.23	85.83
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	20.85%	22.44%	21.13%	22.93%	19.20%	21.75%
HUMEDAD PROMEDIO %	21.65%		22.03%		20.48%	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

# MOLDE	ÁREA PISTÓN = 3 pls2		Vel. Carga= 1.27 mm/min (0.05 pulg/min)			
	A		B		C	
PENETRACIÓN (plg)	DIAL	Presión (lb/plg ²)	DIAL	Presión (lb/plg ²)	DIAL	Presión (lb/plg ²)
0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	97.7	32.57	140.2	46.73	196.6	65.53
0.050	130.1	43.37	196.6	65.53	301.4	100.47
0.075	142.2	47.40	146.5	82.17	405.7	135.23
0.100	162.1	54.03	286.4	95.47	479.9	159.97
0.200	219.2	73.07	414.3	138.10	627.9	209.30
0.300	265.6	88.53	522.9	174.30	748.7	249.57
0.400	328.2	109.40	626.4	208.80	879.8	293.27
0.500	458.2	152.73	726.8	242.27	1209.4	403.13

# DE MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
A	54.03	5.40%	1.386	73.07	4.87%	1.386
B	95.47	9.55%	1.611	138.10	9.21%	1.611
C	159.97	16.00%	1.837	209.30	13.95%	1.837



CALICATA 2

ABS. 9+075

- **GRANULOMETRÍA**
- **LÍMITES DE ATTERBERG**
- **PROCTOR MODIFICADO TIPO B**
- **CALIFORNIA BEARING RATIO CBR**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
GRANULOMETRÍA DEL SUELO



NORMA: ASTM: D421-58 D-422-63 AASHTO: 7-87-70 7-88-70

Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

ABSCISA: 9+075

MUESTRA #: 2

PESO MUESTRA: 1000 gr.

FECHA: 27/05/2022

ELABORADO POR: JULIO TUSTON PICO

GRANULOMETRÍA

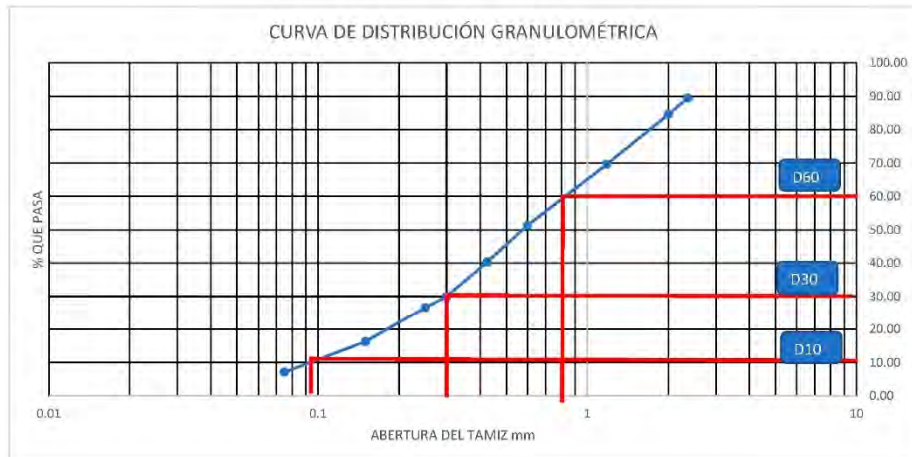
TAMIZ #	mm	Peso Retenido (gr)	Peso Ret/Acum. (gr)	Retenido (%)	Pasa (%)
#8	2.36	105.44	105.44	10.56	89.44
#10	2	48.27	153.71	15.40	84.60
#16	1.18	149.44	303.15	30.37	69.63
#30	0.6	182.44	485.59	48.65	51.35
#40	0.425	109.78	595.37	59.65	40.35
#50	0.3	104.38	699.75	70.11	29.89
#60	0.25	33.39	733.14	73.46	26.54
#100	0.15	102.81	835.95	83.76	16.24
#200	0.075	91.85	927.80	92.96	7.04
BANDEJA		70.25	998.05	100.00	

RESULTADO

TNM	2.36	Cu	8.89	Error Permitido	1%
D10	0.09				
D30	0.3	Cc	1.25	Error Calculado	0.19%
D60	0.8				

PORCENTAJE DE MATERIAL

	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Fino%)
SUCS	0	92	8
AASHTO	0	92	8





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



NORMA: ASTM: D424-71 INEN 691 AASHTO: T-90-70

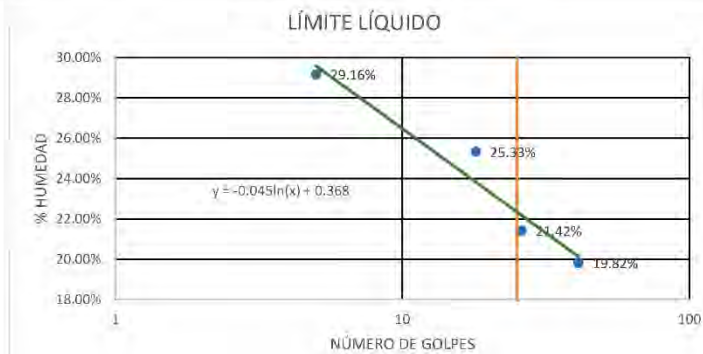
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.

ABSCISA: 9+075 MUESTRA #: 2
MÉTODO: Copa de Casa grande FECHA: 02/06/2022
ELABORADO POR: JULIO TUSTON PICO

LÍMITE LÍQUIDO

# DE RECIPIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	7.25	8.43	7.71	7.32	7.13	6.81	7.03	6.48
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r) (gr)	22.03	27.54	25.91	23.88	24.70	22.89	24.95	21.82
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	18.79	23.10	22.20	20.56	21.58	20.08	21.92	19.34
PESO AGUA (W_w) (gr)	3.245	4.432	3.710	3.318	3.125	2.814	3.030	2.480
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	11.544	14.672	14.492	13.241	14.451	13.266	14.887	12.859
CONTENIDO DE HUMEDAD $W\%$	28.11%	30.21%	25.60%	25.06%	21.62%	21.21%	20.35%	19.29%
PROMEDIO $W\%$	29.16%		25.33%		21.42%		19.82%	
NÚMERO DE GOLPES	5		18		26		41	
LÍMITE LÍQUIDO L.L. (%)	22.32%							

GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO



LÍMITE PLÁSTICO

# DE RECIPIENTE	1	2	3	4	5
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	6.09	6.08	6.14	6.14	6.25
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r) (gr)	8.86	8.42	8.58	8.31	8.96
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	8.36	8.00	8.16	7.95	8.47
PESO AGUA (W_w) (gr)	0.495	0.418	0.426	0.36	0.49
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	2.268	1.925	2.019	1.804	2.219
CONTENIDO DE HUMEDAD $W\%$	21.83%	21.71%	21.10%	19.96%	22.08%
PROMEDIO $W\%$	21.34%				
LÍMITE LÍQUIDO L.L. (%)	22.32%				
LÍMITE PLÁSTICO L.P. (%)	21.34%				
ÍNDICE PLÁSTICO L.P. (%) = LL-LP	0.98%				



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
 ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "B"



NORMA: ASTM-D1557 / AASHTO T 180

Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Palate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.

ABSCISA: 9+075

MUESTRA #: 2

DIAMETRO: 15.23 cm

ELABORADO POR: JULIO TUSTON PICO

FECHA: 07/06/2022

ALTURA: 12.78 cm

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

NUMERO DE GOLPES	56	ALTURA DE CAIDA	18"	PESO DEL MOLDE	12755	gr
NUMERO DE CAPAS	5	PESO DEL MARTILLO	10 LB	VOLUMEN DEL MOLDE	2328.201	cm ³
ENERGIA DE COMPACTACION						
PESO INICIAL DESEADO	6000	6000	6000	6000		

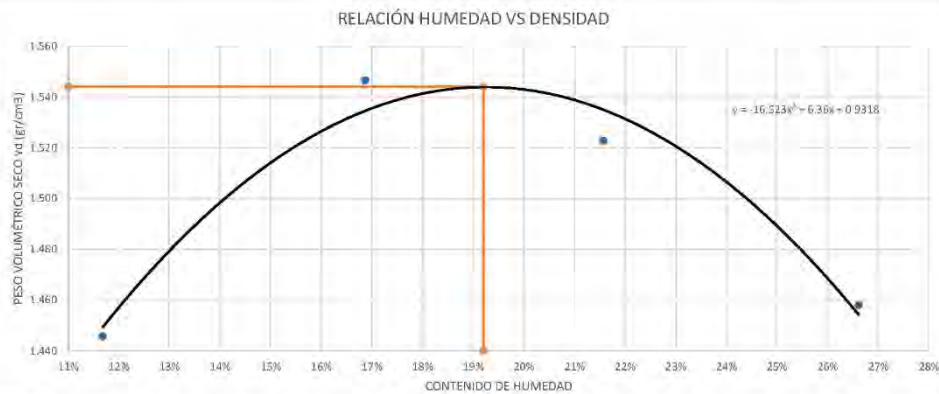
DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO W_m

# DE RECIPIENTE	1	2	3	4
HUMEDAD INICIAL AÑADIDA %	5	10	15	20
P. MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	17181	17630	17732	17720
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	3750	4208	4310	4298
PESO UNITARIO HÚMEDO w _m (gr/cm ³)	1.615	1.807	1.851	1.846

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

# DE RECIPIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE W _r (gr)	30.87	30.68	30.32	25.22	23.41	31.07	23.08	30.6
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W _m +W _r) (gr)	95.28	96.07	99.83	111.33	99.53	83.03	109.59	107.81
PESO SECO + RECIPIENTE (W _s +W _r) (gr)	88.61	89.16	89.79	98.91	85.98	73.84	91.35	91.63
PESO DE LA MUESTRA SECA (W _s)	57.74	58.48	59.47	73.69	62.57	42.77	68.27	61.03
PESO AGUA (W _w) (gr)	6.67	6.91	10.04	12.42	13.55	9.19	18.24	16.18
CONTENIDO DE HUMEDAD W %	11.55%	11.82%	16.88%	16.85%	21.66%	21.49%	26.72%	26.51%
HUMEDAD PROMEDIO %	11.68%		16.87%		21.57%		26.61%	
PESO VOLUMÉTRICO SECO v _d (gr/cm ³)	1.446		1.547		1.523		1.458	

GRAFICA DE DENSIDAD MAXIMA Y HUMEDAD OPTIMA



RESULTADO

La densidad máxima alcanzada es 1.544 gr/cm³ de acuerdo con la gráfica, haciendo referencia a la humedad óptima que da un valor de 19.25%.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



NORMA: ASTM-1883

Proyecto: Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

ABSCISA: 9+075 **MUESTRA #:** 2 **W. ÓPT.:** 19.2%
ELABORADO POR: JULIO TUSTON PICO **FECHA:** 09/06/2022

PESO UNITARIO HÚMEDO

MOLDE	1		2		3	
	Diámetro	15.47	Diámetro	15.3	Diámetro	15.26
DIMENSIONES	Altura	12.9	Altura	12.64	Altura	12.68
# de GOLPES	11		27		56	
MUESTRA HÚMEDA + MOLDE (gr)	12187		12495		11952	
MASA MOLDE (gr)	8004		8206		7558	
MASA MUESTRA HÚMEDA (gr)	4183		4289		4394	
VOLUMEN MUESTRA (cm3)	2424.64		2323.84		2319.02	
PESO UNITARIO HÚMEDO (gr/cm3)	1.725		1.846		1.895	

CONTENIDO DE HUMEDAD

# DE RECIPIENTE	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
	A	B	C	D	E	F
PESO DEL RECIPIENTE Wr (gr)	31.9	31.9	34.1	32.2	27.9	26.1
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (Wm+Wr) (gr)	122.46	119.07	147.02	175.42	105.56	123.47
PESO SECO + RECIPIENTE (Ws+Wr) (gr)	106.2	103.6	124.55	148.26	90.3	105.5
PESO AGUA (Ww) (gr)	16.26	15.47	22.47	27.16	15.26	17.97
PESO DE LA MUESTRA SECA (Ws)	74.3	71.7	90.45	116.06	62.4	79.4
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	21.88%	21.58%	24.84%	23.40%	24.46%	22.63%
HUMEDAD PROMEDIO %	21.73%		24.12%		23.54%	
PESO UNITARIO SECO ρ_d (gr/cm3)	1.417		1.487		1.534	

SATURACIÓN

MUESTRA HÚMEDA + MOLDE (gr)	12315	12608	12043
MASA MOLDE (gr)	8004	8206	7558
MASA MUESTRA HÚMEDA (gr)	4311	4402	4485
VOLUMEN MUESTRA (cm3)	2424.64	2323.84	2319.02
PESO UNITARIO HÚMEDO (gr/cm3)	1.778	1.894	1.934

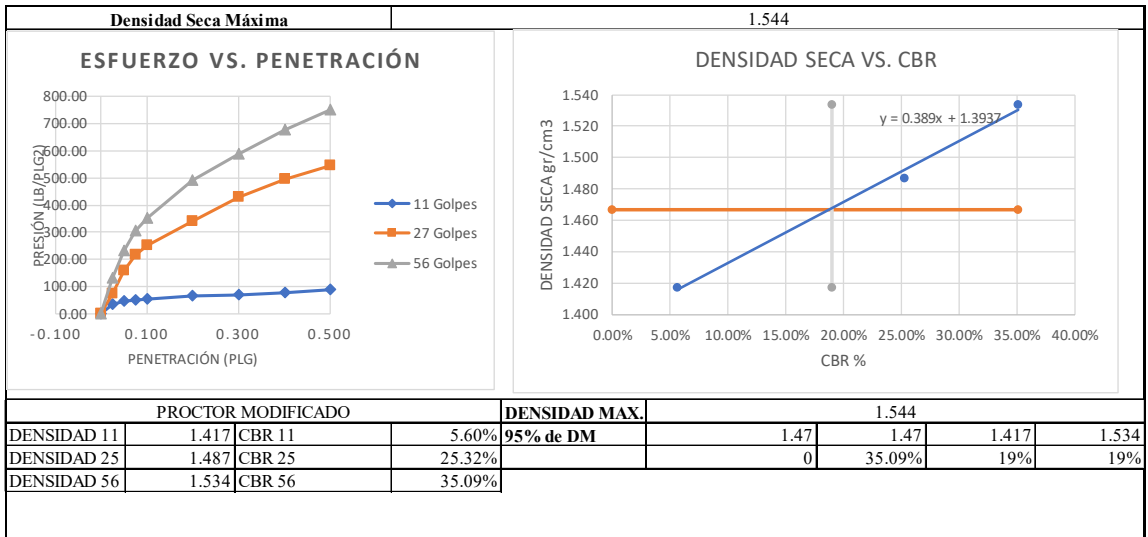
CONTENIDO DE HUMEDAD

# DE RECIPIENTE	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
	A	B	C	D	E	F
PESO DEL RECIPIENTE Wr (gr)	25	24	31.54	32.44	30.72	30.84
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (Wm+Wr) (gr)	183	170	139	217	93.58	113.31
PESO SECO + RECIPIENTE (Ws+Wr) (gr)	138.16	132.9	112	169.5	79.65	94.37
PESO AGUA (Ww) (gr)	44.84	37.1	27	47.5	13.93	18.94
PESO DE LA MUESTRA SECA (Ws)	113.16	108.9	80.46	137.06	48.93	63.53
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	39.63%	34.07%	33.56%	34.66%	28.47%	29.81%
HUMEDAD PROMEDIO %	36.85%		34.11%		29.14%	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE	ÁREA PISTÓN = 3 pls2		Vel. Carga= 1.27 mm/min (0.05 pulg/min)			
# MOLDE	A		B		C	
PENETRACIÓN (plg)	DIAL	Presión (lb/plg2)	DIAL	Presión (lb/plg2)	DIAL	Presión (lb/plg2)
0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	106.3	35.43	225.4	75.13	395.5	131.83
0.050	136.5	45.50	479.9	159.97	695.8	231.93
0.075	155.7	51.90	655.8	218.60	912.4	304.13
0.100	168.1	56.03	759.6	253.20	1052.6	350.87
0.200	195.6	65.20	1025.8	341.93	1469.8	489.93
0.300	206.7	68.90	1283.2	427.73	1758.2	586.07
0.400	233.2	77.73	1489.3	496.43	2029.1	676.37
0.500	262.8	87.60	1633.3	544.43	2248.3	749.43

# DE MOLDE	Presión (lb/plg2)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg2)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
A	56.03	5.60%	1.417	65.20	4.35%	1.417
B	253.20	25.32%	1.487	341.93	22.80%	1.487
C	350.87	35.09%	1.534	489.93	32.66%	1.534



CALICATA 3

ABS. 9+950

- **GRANULOMETRÍA**
- **LÍMITES DE ATTERBERG**
- **PROCTOR MODIFICADO TIPO B**
- **CALIFORNIA BEARING RATIO CBR**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
GRANULOMETRÍA DEL SUELO



NORMA: ASTM: D421-58 D-422-63 AASHTO: 7-87-70 7-88-70

Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

ABSCISA: 9+950 **MUESTRA #:** 3

PESO MUESTRA: 1000 gr. **FECHA:** 27/05/2022

ELABORADO POR: JULIO TUSTON PICO

GRANULOMETRÍA

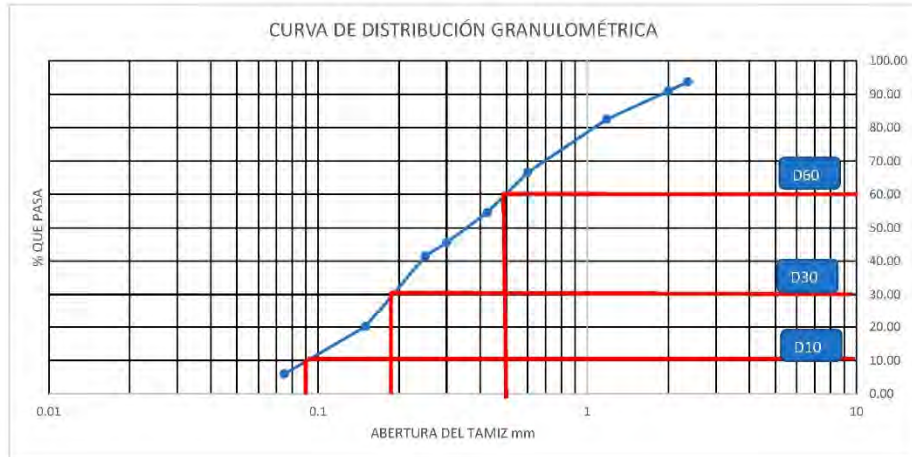
TAMIZ #	mm	Peso Retenido (gr)	Peso Ret/Acum. (gr)	Retenido (%)	Pasa (%)
#8	2.36	62.75	62.75	6.29	93.71
#10	2	27.47	90.22	9.05	90.95
#16	1.18	83.94	174.16	17.47	82.53
#30	0.6	159.31	333.47	33.44	66.56
#40	0.425	119.67	453.14	45.44	54.56
#50	0.3	90.02	543.16	54.47	45.53
#60	0.25	40.33	583.49	58.52	41.48
#100	0.15	213.15	796.64	79.89	20.11
#200	0.075	141.33	937.97	94.07	5.93
BANDEJA		59.15	997.12	100.00	

RESULTADO

TNM	2.36	Cu	5.56	Error Permitido	1%
D10	0.09				
D30	0.18	Cc	0.80	Error Calculado	0.29%
D60	0.5				

PORCENTAJE DE MATERIAL

	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Fino%)
SUCS	0	94	6
AASHTO	0	94	6





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



NORMA: ASTM: D424-71 INEN 691 AASHTO: T-90-70

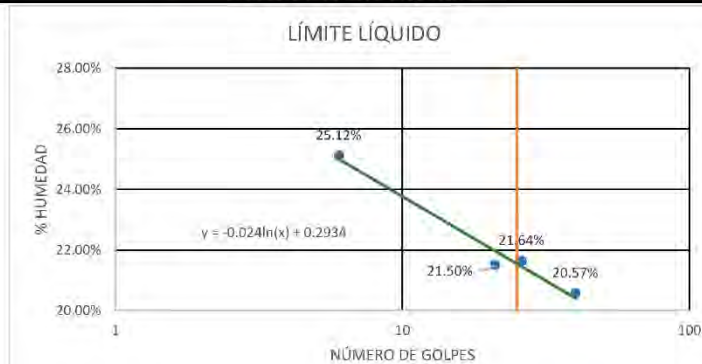
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.

ABSCISA: 9+950 **MUESTRA #:** 3
MÉTODO: Copa de Casa grande **FECHA:** 02/06/2022
ELABORADO POR: JULIO TUSTON PICO

LÍMITE LÍQUIDO

# DE RECIPIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	11.45	12.77	11.44	11.50	10.98	11.19	11.56	11.17
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r) (gr)	24.42	25.67	22.62	24.28	20.82	23.78	21.06	21.65
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	21.83	23.07	20.62	22.04	19.07	21.54	19.44	19.85
PESO AGUA (W_w) (gr)	2.590	2.604	1.993	2.244	1.755	2.237	1.613	1.796
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	10.383	10.297	9.181	10.535	8.090	10.359	7.889	8.679
CONTENIDO DE HUMEDAD $W\%$	24.94%	25.29%	21.71%	21.30%	21.69%	21.59%	20.45%	20.69%
PROMEDIO $W\%$	25.12%		21.50%		21.64%		20.57%	
NÚMERO DE GOLPES	6		21		26		40	
LÍMITE LÍQUIDO L.L. (%)	21.61%							

GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO



LÍMITE PLÁSTICO

# DE RECIPIENTE	1	2	3	4	5
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	10.74	10.66	10.73	10.69	10.61
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r) (gr)	12.76	13.28	12.78	12.76	12.54
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	12.41	12.82	12.42	12.4	12.21
PESO AGUA (W_w) (gr)	0.354	0.46	0.36	0.36	0.33
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	1.666	2.163	1.69	1.712	1.595
CONTENIDO DE HUMEDAD $W\%$	21.25%	21.27%	21.30%	21.03%	20.69%
PROMEDIO $W\%$	21.11%				
LÍMITE LÍQUIDO L.L. (%)	21.61%				
LÍMITE PLÁSTICO L.P. (%)	21.11%				
ÍNDICE PLÁSTICO I.P. (%) = LL-LP	0.50%				



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
 ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "B"



NORMA: ASTM-D1557 / AASHTO T 180

Proyecto: Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8*200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.

ABSCISA: 9+950

MUESTRA # 3

DIÁMETRO: 15.12 cm

ELABORADO POR: JULIO TUSTON PICO

FECHA: 07/06/2022

ALTURA: 12.96 cm

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

NÚMERO DE GOLPES	56	ALTIMETRO DE CAIDA	18"	PESO DEL MOLDE	12755	gr
NÚMERO DE CAPAS	5	PESO DEL MARTILLO	10 LB	VOLUMEN DEL MOLDE	2327.011	cm ³
ENERGÍA DE COMPACTACION						
PESO INICIAL DESEADO	6000	6000	6000	6000		

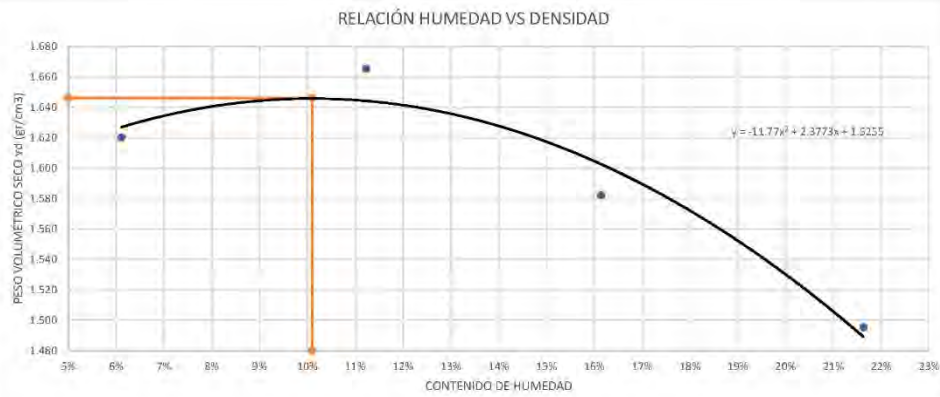
DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO W_m

# DE RECIPIENTE	1	2	3	4
HUMEDAD INICIAL AÑADIDA %	5	10	15	20
P. MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	16755	17065	17031	16987
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4000	4310	4276	4232
PESO UNITARIO HÚMEDO γ _m (gr/cm ³)	1.719	1.852	1.838	1.819

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

# DE RECIPIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE W _r (gr)	32.19	33.45	28.87	23.41	26.81	24.09	30.87	30.82
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W _m +W _r) (gr)	134.59	122.81	97.23	107.14	118.84	107.29	123.05	124.07
PESO SECO + RECIPIENTE (W _s +W _r) (gr)	128.66	117.09	90.28	98.74	105.98	95.78	106.73	107.41
PESO DE LA MUESTRA SECA (W _s)	96.47	84.24	61.41	75.33	79.17	71.69	75.86	76.59
PESO AGUA (W _w) (gr)	5.93	5.12	6.95	8.4	12.86	11.51	16.32	16.66
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	6.15%	6.08%	11.32%	11.15%	16.24%	16.06%	21.51%	21.75%
HUMEDAD PROMEDIO %	6.11%		11.23%		16.15%		21.63%	
PESO VOLUMÉTRICO SECO γ _d (gr/cm ³)	1.620		1.665		1.582		1.495	

GRAFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



RESULTADO

La densidad máxima alcanzada es 1.646 gr/cm³ de acuerdo con la gráfica, haciendo referencia a la humedad óptima que da un valor de 10.1%.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



NORMA: ASTM-1883

Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.

ABSCISA: 9+950

MUESTRA #: 3

W. ÓPT.: 10.1%

ELABORADO POR: JULIO TUSTON PICO

FECHA: 09/06/2022

PESO UNITARIO HÚMEDO

MOLDE	1		2		3	
	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura
DIMENSIONES	15.12	12.96	15.1	12.93	15.16	12.87
# de GOLFES	11		27		56	
MUESTRA HÚMEDA + MOLDE (gr)	10189		11123		10174	
MASA MOLDE (gr)	6229		7019		5756	
MASA MUESTRA HÚMEDA (gr)	3960		4104		4418	
VOLUMEN MUESTRA (cm ³)	2326.94		2315.42		2323.03	
PESO UNITARIO HÚMEDO (gr/cm ³)	1.702		1.772		1.902	

CONTENIDO DE HUMEDAD

# DE RECIPIENTE	Bandeja		Molde		Bandeja		Molde	
	A	B	C	D	E	F	F	
PESO DEL RECIPIENTE W _r (gr)	32.21	33.48	26.87	24.08	28.71	23.56	23.56	
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W _m +W _r) (gr)	106.81	75.41	106.89	111.47	106.85	74.12	74.12	
PESO SECO + RECIPIENTE (W _s +W _r) (gr)	98.18	70.16	97.13	100.01	97.18	66.99	66.99	
PESO AGUA (W _w) (gr)	8.63	5.25	9.76	11.46	9.67	7.13	7.13	
PESO DE LA MUESTRA SECA (W _s)	65.97	36.68	70.26	75.93	68.47	43.43	43.43	
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	13.08%	14.31%	13.89%	15.09%	14.12%	16.42%	16.42%	
HUMEDAD PROMEDIO %	13.70%		14.49%		15.27%		15.27%	
PESO UNITARIO SECO ρ_d (gr/cm ³)	1.497		1.548		1.650		1.650	

SATURACIÓN

MUESTRA HÚMEDA + MOLDE (gr)	10278		11306		10385	
MASA MOLDE (gr)	6229		7019		5756	
MASA MUESTRA HÚMEDA (gr)	4049		4287		4629	
VOLUMEN MUESTRA (cm ³)	2326.94		2315.42		2323.03	
PESO UNITARIO HÚMEDO (gr/cm ³)	1.740		1.852		1.993	

CONTENIDO DE HUMEDAD

# DE RECIPIENTE	Bandeja		Molde		Bandeja		Molde	
	A	B	C	D	E	F	F	
PESO DEL RECIPIENTE W _r (gr)	30.21	30.78	32.41	32.96	24.51	26.32	26.32	
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W _m +W _r) (gr)	122.74	141.23	158.29	179.14	114.02	108.47	108.47	
PESO SECO + RECIPIENTE (W _s +W _r) (gr)	104.68	119.38	138.24	155.47	100.85	95.78	95.78	
PESO AGUA (W _w) (gr)	18.06	21.85	20.05	23.67	13.17	12.69	12.69	
PESO DE LA MUESTRA SECA (W _s)	74.47	88.6	105.83	122.51	76.34	69.46	69.46	
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	24.25%	24.66%	18.95%	19.32%	17.25%	18.27%	18.27%	
HUMEDAD PROMEDIO %	24.46%		19.13%		17.76%		17.76%	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

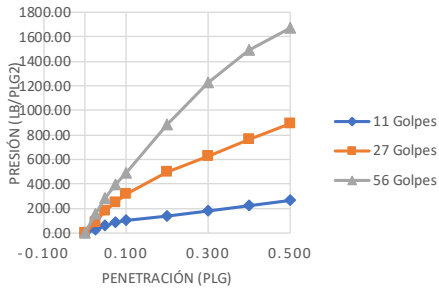
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE	ÁREA PISTÓN = 3 pl ²		Vel. Carga = 1.27 mm/min (0.05 pulg/min)			
	# MOLDE	A	B		C	
PENETRACIÓN (plg)	DIAL	Presión (lb/plg ²)	DIAL	Presión (lb/plg ²)	DIAL	Presión (lb/plg ²)
0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	78.8	26.27	245.8	81.93	458.7	152.90
0.050	189.2	63.07	536.8	178.93	841.2	280.40
0.075	248.7	82.90	735.4	245.13	1174.2	391.40
0.100	305.6	101.87	961.7	320.57	1469.2	489.73
0.200	401.7	133.90	1478.2	492.73	2638.7	879.57
0.300	548.2	182.73	1864.7	621.57	3669.1	1223.03
0.400	678.9	226.30	2289.7	763.23	4471.2	1490.40
0.500	795.8	265.27	2678.1	892.70	5004.9	1668.30

# DE MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
A	101.87	10.19%	1.497	133.90	8.93%	1.497
B	320.57	32.06%	1.548	492.73	32.85%	1.548
C	489.73	48.97%	1.650	879.57	58.64%	1.650

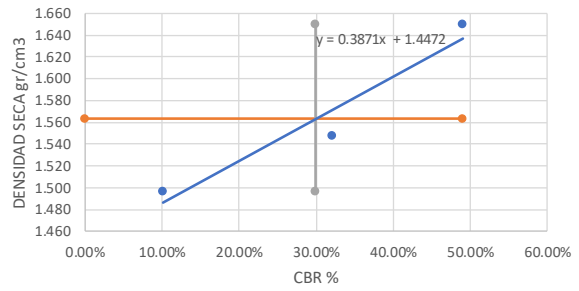
Densidad Seca Máxima

1.646

ESFUERZO VS. PENETRACIÓN



DENSIDAD SECA VS. CBR



PROCTOR MODIFICADO

DENSIDAD MAX.

1.646

DENSIDAD 11	1.497	CBR 11	10.19%	95% de DM	1.56	1.56	1.497	1.650
DENSIDAD 25	1.548	CBR 25	32.06%		0	48.97%	30%	30%
DENSIDAD 56	1.650	CBR 56	48.97%					

CALICATA 4

ABS. 10+825

- **GRANULOMETRÍA**
- **LÍMITES DE ATTERBERG**
- **PROCTOR MODIFICADO TIPO B**
- **CALIFORNIA BEARING RATIO CBR**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
GRANULOMETRÍA DEL SUELO



NORMA: ASTM: D421-58 D-422-63 AASHTO: 7-87-70 7-88-70

Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.

ABSCISA: 10-825

MUESTRA #: 4

PESO MUESTRA: 1000 gr.

FECHA: 27/05/2022

ELABORADO POR: JULIO TUSTON PICO

GRANULOMETRÍA

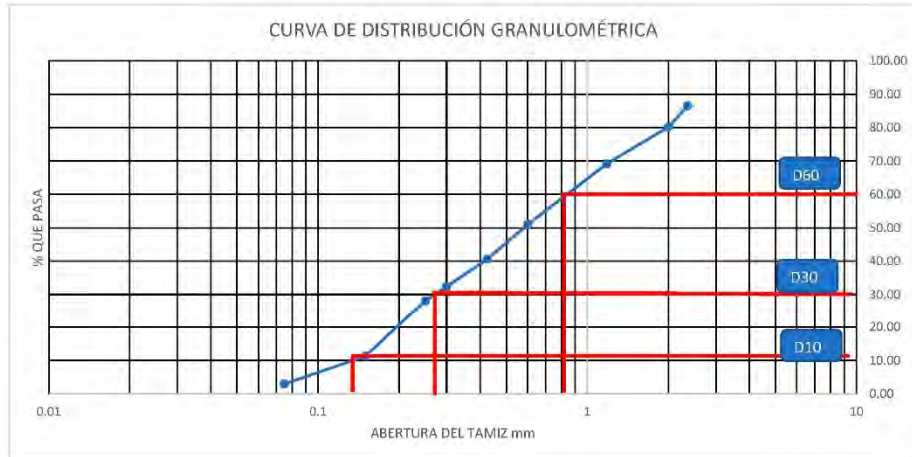
TAMIZ #	mm	Peso Retenido (gr)	Peso Ret/Acum. (gr)	Retenido (%)	Pasa (%)
#8	2.36	133.69	133.69	13.43	86.57
#10	2	63.41	197.10	19.80	80.20
#16	1.18	109.91	307.01	30.84	69.16
#30	0.6	181.31	488.32	49.05	50.95
#40	0.425	103.27	591.59	59.42	40.58
#50	0.3	81.80	673.39	67.64	32.36
#60	0.25	43.05	716.44	71.97	28.03
#100	0.15	167.11	883.55	88.75	11.25
#200	0.075	82.97	966.52	97.09	2.91
BANDEJA		29.01	995.53	100.00	

RESULTADO

TNM	2.36	Cu	6.00	Error Permitido	1%
D10	0.14				
D30	0.28	Cc	0.67	Error Calculado	0.45%
D60	0.84				

PORCENTAJE DE MATERIAL

	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Fino%)
SUCS	0	97	3
AASHTO	0	97	3





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



NORMA: ASTM: D424-71 INEN 691 AASHTO: T-90-70

Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.

ABSCISA: 10+825

MUESTRA #: 4

MÉTODO: Copa de Casa grande

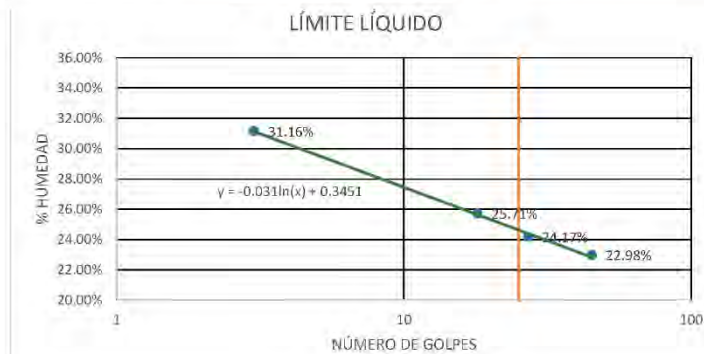
FECHA: 02/06/2022

ELABORADO POR: JULIO TUSTON PICO

LÍMITE LÍQUIDO

# DE RECIPIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	7.38	7.46	7.46	7.39	7.47	7.43	7.45	7.45
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r) (gr)	17.40	17.08	18.93	19.14	19.76	17.21	20.54	19.14
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	15.03	14.79	16.58	16.73	17.37	15.31	18.10	16.96
PESO AGUA (W_w) (gr)	2.377	2.289	2.342	2.406	2.393	1.903	2.443	2.187
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	7.651	7.325	9.123	9.341	9.898	7.873	10.643	9.509
CONTENIDO DE HUMEDAD $W\%$	31.07%	31.25%	25.67%	25.76%	24.18%	24.17%	22.95%	23.00%
PROMEDIO $W\%$	31.16%		25.71%		24.17%		22.98%	
NÚMERO DE GOLPES	3		18		27		45	
LÍMITE LÍQUIDO L.L. (%)	24.53%							

GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO



LÍMITE PLÁSTICO

# DE RECIPIENTE	1	2	3	4	5
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	6.07	6.23	6.08	6.25	6.07
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r) (gr)	8.03	7.65	8.06	8.44	7.93
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	7.65	7.36	7.68	8.02	7.57
PESO AGUA (W_w) (gr)	0.381	0.281	0.375	0.421	0.362
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	1.573	1.139	1.603	1.771	1.494
CONTENIDO DE HUMEDAD $W\%$	24.22%	24.67%	23.39%	23.77%	24.23%
PROMEDIO $W\%$	24.06%				
LÍMITE LÍQUIDO L.L. (%)	24.53%				
LÍMITE PLÁSTICO L.P. (%)	24.06%				
ÍNDICE PLÁSTICO I.P. (%) = LL-LP	0.47%				



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
 ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "B"



NORMA: ASTM-D1557 / AASHTO T 180

Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Palate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.

ABSCISA: 10+825

MUESTRA #: 4

DIAMETRO: 15,19 cm

ELABORADO POR: JULIO TUSTON PICO

FECHA: 07/06/2022

ALTURA: 12,80 cm

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

NUMERO DE GOLPES	56	ALTIMA DE CAIDA	18"	PESO DEL MOLDE	13964	gr
NUMERO DE CAPAS	5	PESO DEL MARTILLO	10 LB	VOLUMEN DEL MOLDE	2319,612	cm ³
ENERGIA DE COMPACTACION						
PESO INICIAL DESEADO	6000	6000	6000	6000		

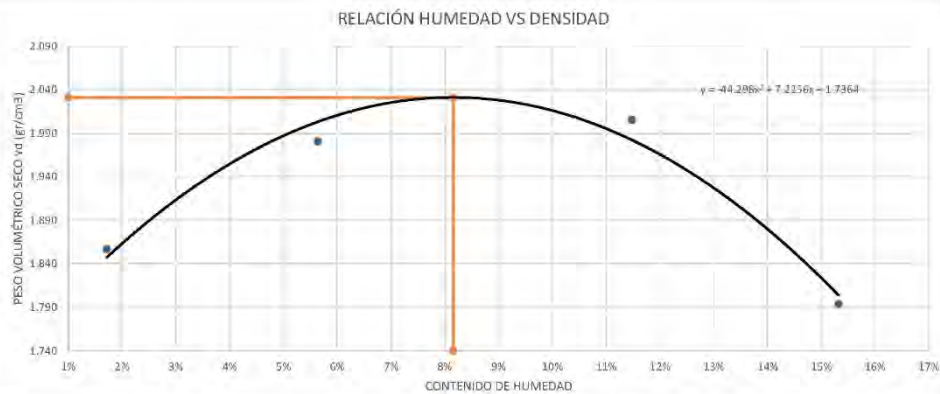
DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO W_m

# DE RECIPIENTE	1	2	3	4
HUMEDAD INICIAL AÑADIDA %	0	5	10	15
P. MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	18345	18817	19149	18762
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4381	4853	5185	4798
PESO UNITARIO HÚMEDO γ _m (gr/cm ³)	1,889	2,092	2,235	2,068

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

# DE RECIPIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE W _r (gr)	30,94	30,46	30,63	31,01	26,45	24,78	32,64	33,18
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W _m +W _r) (gr)	112,47	118,45	154,78	123,45	134,78	135,69	184,78	178,6
PESO SECO + RECIPIENTE (W _s +W _r) (gr)	111,02	117,05	147,79	118,78	123,45	124,45	164,12	159,71
PESO DE LA MUESTRA SECA (W _s)	80,08	86,59	117,16	87,77	97	99,67	131,48	126,53
PESO AGUA (W _w) (gr)	1,45	1,4	6,99	4,67	11,33	11,24	20,66	18,89
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	1,81%	1,62%	5,97%	5,32%	11,68%	11,28%	15,71%	14,93%
HUMEDAD PROMEDIO %	1,71%		5,64%		11,48%		15,32%	
PESO VOLUMÉTRICO SECO γ _d (gr/cm ³)	1,857		1,980		2,005		1,794	

GRAFICA DE DENSIDAD MAXIMA Y HUMEDAD OPTIMA



RESULTADO

La densidad máxima alcanzada es 2,031 gr/cm³ de acuerdo con la gráfica, haciendo referencia a la humedad óptima que da un valor de 8,16%.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



NORMA: ASTM-1883

Proyecto: Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

ABSCISA: 10+825 MUESTRA #: 4 W. ÓPT.: 8.16%
ELABORADO POR: JULIO TUSTON PICO FECHA: 09/06/2022

PESO UNITARIO HÚMEDO

MOLDE	1		2		3	
	Diámetro	15.2	Diámetro	15.15	Diámetro	15.16
DIMENSIONES	Altura	12.85	Altura	12.99	Altura	12.87
# de GOLFES	11		27		56	
MUESTRA HÚMEDA + MOLDE (gr)	11478		10378		11045	
MASA MOLDE (gr)	6985		5651		6199	
MASA MUESTRA HÚMEDA (gr)	4493		4727		4846	
VOLUMEN MUESTRA (cm ³)	2331.67		2341.59		2323.03	
PESO UNITARIO HÚMEDO (gr/cm ³)	1.927		2.019		2.086	

CONTENIDO DE HUMEDAD

# DE RECIPIENTE	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
	A	B	C	D	E	F
PESO DEL RECIPIENTE W _r (gr)	31.99	32.45	30.78	30.81	25.78	26.87
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W _m +W _r) (gr)	178.96	150.21	123.93	120.14	127.85	123.45
PESO SECO + RECIPIENTE (W _s +W _r) (gr)	166.78	140.26	116.02	112.35	118.57	114.65
PESO AGUA (W _w) (gr)	5.06	8.2	6.28	6.08	4.25	5.11
PESO DE LA MUESTRA SECA (W _s)	134.79	107.81	85.24	81.54	92.79	87.78
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	3.75%	7.61%	7.37%	7.46%	4.58%	5.82%
HUMEDAD PROMEDIO %	5.68%		7.41%		5.20%	
PESO UNITARIO SECO v _d (gr/cm ³)	1.823		1.879		1.983	

SATURACIÓN

MUESTRA HÚMEDA + MOLDE (gr)	11796		10575		11257	
MASA MOLDE (gr)	6985		5651		6199	
MASA MUESTRA HÚMEDA (gr)	4811		4924		5058	
VOLUMEN MUESTRA (cm ³)	2331.67		2341.59		2323.03	
PESO UNITARIO HÚMEDO (gr/cm ³)	2.063		2.103		2.177	

CONTENIDO DE HUMEDAD

# DE RECIPIENTE	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
	A	B	C	D	E	F
PESO DEL RECIPIENTE W _r (gr)	30.96	32.4	31.78	30.89	31.89	30.45
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W _m +W _r) (gr)	125.46	128.47	120.45	122.36	142.01	148.78
PESO SECO + RECIPIENTE (W _s +W _r) (gr)	112.06	115.24	108.28	110.04	128.89	134.99
PESO AGUA (W _w) (gr)	13.4	13.23	12.17	12.32	13.12	13.79
PESO DE LA MUESTRA SECA (W _s)	81.1	82.84	76.5	79.15	97	104.54
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	16.52%	15.97%	15.91%	15.57%	13.53%	13.19%
HUMEDAD PROMEDIO %	16.25%		15.74%		13.36%	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

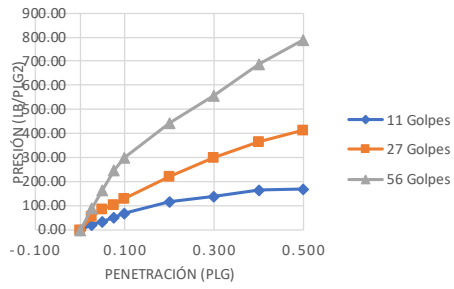
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE	ÁREA PISTÓN = 3 pls ²		Vel. Carga= 1.27 mm/min (0.05 pulg/min)			
# MOLDE	A		B		C	
PENETRACIÓN (plg)	DIAL	Presión (lb/plg ²)	DIAL	Presión (lb/plg ²)	DIAL	Presión (lb/plg ²)
0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	64.2	21.40	165.7	55.23	263.7	87.90
0.050	93.7	31.23	250.4	83.47	495.7	165.23
0.075	149.4	49.80	312.7	104.23	743.2	247.23
0.100	203.6	67.87	386.4	128.80	897.4	299.13
0.200	345.3	115.10	659.4	219.80	1336.8	445.60
0.300	416.8	138.93	896.3	298.77	1672.2	557.40
0.400	489.7	163.23	1100.4	366.80	2065.4	688.47
0.500	504.1	168.03	1245.7	415.23	2367.1	789.03

# DE MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
A	67.87	6.79%	1.823	115.10	7.67%	1.823
B	128.80	12.88%	1.879	219.80	14.65%	1.879
C	299.13	29.91%	1.983	445.60	29.71%	1.983

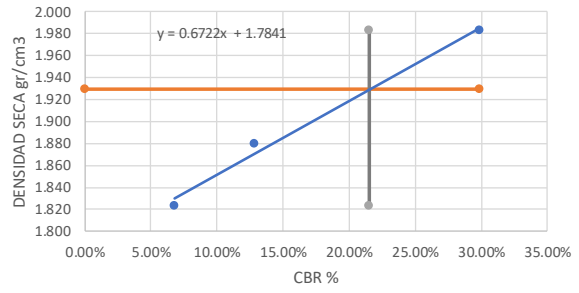
Densidad Seca Máxima

2.031

ESFUERZO VS. PENETRACIÓN



DENSIDAD SECA VS. CBR



PROCTOR MODIFICADO

DENSIDAD MAX.

2.031

DENSIDAD 11	1.823	CBR 11	6.79%	95% de DM	1.93	1.93	1.823	1.983
DENSIDAD 25	1.879	CBR 25	12.88%		0	29.91%	22%	22%
DENSIDAD 56	1.983	CBR 56	29.91%					

CALICATA 5

ABS. 11+700

- **GRANULOMETRÍA**
- **LÍMITES DE ATTERBERG**
- **PROCTOR MODIFICADO TIPO B**
- **CALIFORNIA BEARING RATIO CBR**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
 GRANULOMETRÍA DEL SUELO



NORMA: ASTM: D421-58 D-422-63 AASHTO: 7-87-70 7-88-70

Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.

ABSCISA: 11-700 MUESTRA #: 5

PESO MUESTRA: 1000 gr. FECHA: 27/05/2022

ELABORADO POR: JULIO TUSTON PICO

GRANULOMETRÍA

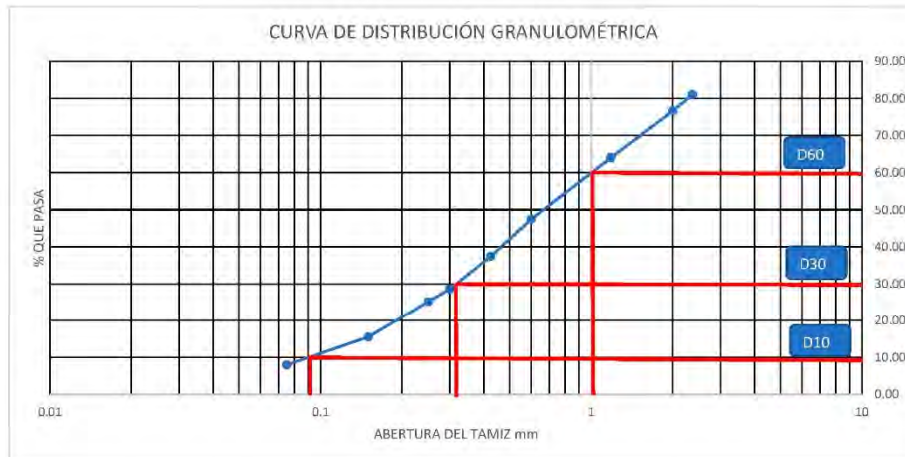
TAMIZ #	mm	Peso Retenido (gr)	Peso Ret/Acum. (gr)	Retenido (%)	Pasa (%)
#8	2.36	189.71	189.71	18.98	81.02
#10	2	43.71	233.42	23.36	76.64
#16	1.18	126.32	359.74	36.00	64.00
#30	0.6	165.55	525.29	52.56	47.44
#40	0.425	99.93	625.22	62.56	37.44
#50	0.3	88.80	714.02	71.45	28.55
#60	0.25	34.45	748.47	74.90	25.10
#100	0.15	95.77	844.24	84.48	15.52
#200	0.075	75.17	919.41	92.00	8.00
BANDEJA		79.91	999.32	100.00	

RESULTADO

TNM	2.36	Cu	11.11	Error Permitido	1%
D10	0.09				
D30	0.32	Cc	1.14	Error Calculado	0.07%
D60	1				

PORCENTAJE DE MATERIAL

	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Fino%)
SUCS	0	92	8
AASHTO	0	92	8





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

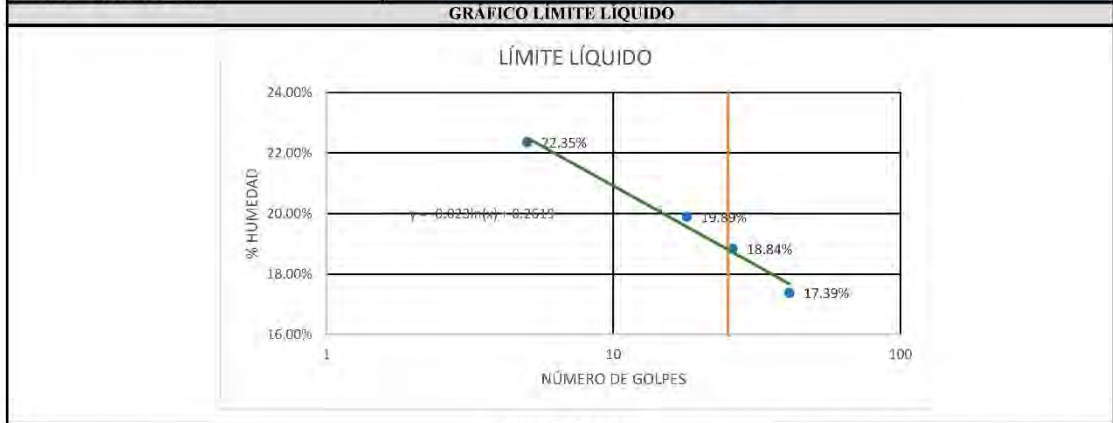


NORMA: ASTM: D424-71 INEN 691 AASHTO: T-90-70

Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.

ABSCISA: 11+700 **MUESTRA #:** 5
MÉTODO: Copa de Casa grande **FECHA:** 02/06/2022
ELABORADO POR: JULIO TUSTON PICO

LÍMITE LÍQUIDO								
# DE RECIPIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	4.17	4.21	4.32	4.22	4.30	4.35	4.38	4.19
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r) (gr)	16.90	15.65	19.55	20.12	16.12	18.03	21.91	22.19
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	14.59	13.55	17.01	17.49	14.24	15.87	19.31	19.54
PESO AGUA (W_w) (gr)	2.310	2.105	2.534	2.630	1.883	2.156	2.606	2.656
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	10.424	9.340	12.695	13.269	9.933	11.520	14.922	15.347
CONTENIDO DE HUMEDAD $W\%$	22.16%	22.54%	19.96%	19.82%	18.96%	18.72%	17.46%	17.31%
PROMEDIO $W\%$	22.35%		19.89%		18.84%		17.39%	
NÚMERO DE GOLPES	5		18		26		41	
LÍMITE LÍQUIDO L.L. (%)	18.81%							



LÍMITE PLÁSTICO					
# DE RECIPIENTE	1	2	3	4	5
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	10.67	10.66	10.75	10.62	10.79
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r) (gr)	12.95	12.84	13.59	13.15	13.19
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	12.6	12.50	13.15	12.77	12.8
PESO AGUA (W_w) (gr)	0.353	0.336	0.438	0.381	0.397
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	1.928	1.84	2.401	2.155	2.004
CONTENIDO DE HUMEDAD $W\%$	18.31%	18.26%	18.24%	17.68%	19.81%
PROMEDIO $W\%$	18.46%				
LÍMITE LÍQUIDO L.L. (%)	18.81%				
LÍMITE PLÁSTICO L.P. (%)	18.46%				
ÍNDICE PLÁSTICO L.P. (%) = LL-LP	0.35%				



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
 ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "B"



NORMA: ASTM-D1557 / AASHTO T 180

Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Palate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.

ABSCISA: 11+700

MUESTRA #: 5

DIAMETRO: 15.23 cm

ELABORADO POR: JULIO TUSTON PICO

FECHA: 07/06/2022

ALTURA: 12.78 cm

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

NUMERO DE GOLPES	56	ALTIMA DE CAIDA	18"	PESO DEL MOLDE	13333	gr
NUMERO DE CAPAS	5	PESO DEL MARTILLO	10 LB	VOLUMEN DEL MOLDE	2328.201	cm ³
ENERGIA DE COMPACTACION						
PESO INICIAL DESEADO	6000	6000	6000	6000		

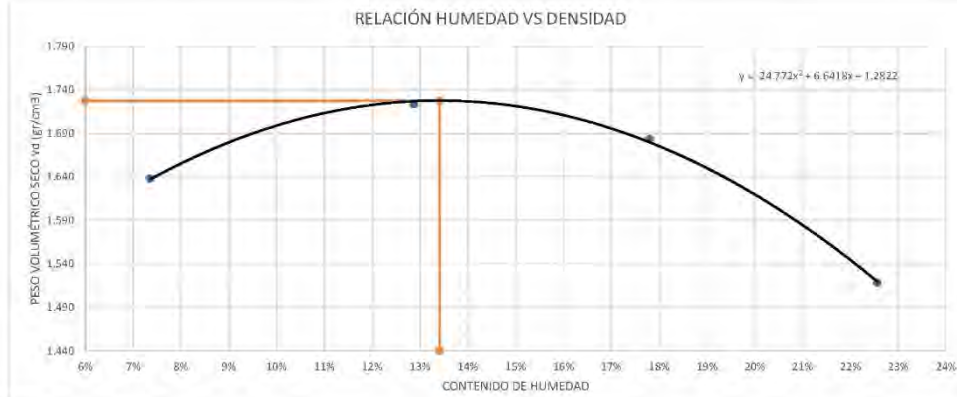
DETERMINACION DEL PESO DEL SUELO W_m

# DE RECIPIENTE	1	2	3	4
HUMEDAD INICIAL AÑADIDA %	5	10	15	20
P. MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	17427	17861	17950	17665
PESO SUELO HUMEDO (gr)	4094	4528	4617	4332
PESO UNITARIO HUMEDO w _m (gr/cm ³)	1.758	1.945	1.983	1.861

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

# DE RECIPIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE W _r (gr)	31.64	32.67	27.64	25.53	31.01	30.75	30.65	33.21
PESO HUMEDO + RECIPIENTE (W _m +W _r) (gr)	152.12	158.53	101.58	120.89	120.63	130.01	210.82	176.21
PESO SECO + RECIPIENTE (W _s +W _r) (gr)	143.95	149.81	93.04	110.15	106.84	115.28	177.61	149.91
PESO DE LA MUESTRA SECA (W _s)	112.31	117.14	65.4	84.62	75.83	84.53	146.96	116.7
PESO AGUA (W _w) (gr)	8.17	8.72	8.54	10.74	13.79	14.73	33.21	26.3
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	7.27%	7.44%	13.06%	12.69%	18.19%	17.43%	22.60%	22.54%
HUMEDAD PROMEDIO %	7.36%		12.88%		17.81%		22.57%	
PESO VOLUMETRICO SECO v _d (gr/cm ³)	1.638		1.723		1.683		1.518	

GRAFICA DE DENSIDAD MAXIMA Y HUMEDAD OPTIMA



RESULTADO

La densidad máxima alcanzada es 1.727 gr/cm³ de acuerdo con la gráfica, haciendo referencia a la humedad óptima que da un valor de 13.41%.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



NORMA: ASTM-1883

Proyecto: Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.

ABSCISA: 11+700 MUESTRA #: 5 W. ÓPT.: 6.58%
 ELABORADO POR: JULIO TUSTON PICO FECHA: 09/06/2022

PESO UNITARIO HÚMEDO

MOLDE	1		2		3	
	Diámetro	15.1	Diámetro	15.14	Diámetro	15.19
DIMENSIONES	Altura	12.94	Altura	12.93	Altura	12.89
# de GOLPES	11		27		56	
MUESTRA HÚMEDA + MOLDE (gr)	11699		10782		11373	
MASA MOLDE (gr)	7016		5832		6292	
MASA MUESTRA HÚMEDA (gr)	4683		4950		5081	
VOLUMEN MUESTRA (cm ³)	2317.21		2327.70		2335.85	
PESO UNITARIO HÚMEDO (gr/cm ³)	2.021		2.127		2.175	

CONTENIDO DE HUMEDAD

# DE RECIPIENTE	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
	A	B	C	D	E	F
PESO DEL RECIPIENTE W _r (gr)	33.62	33.41	30.76	31.07	24.64	28.81
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W _m +W _r) (gr)	171.36	175.72	103.76	109.98	106.18	101.38
PESO SECO + RECIPIENTE (W _s +W _r) (gr)	161.29	165.79	98.57	103.86	100.6	96.32
PESO AGUA (W _w) (gr)	10.07	9.93	5.19	6.12	5.58	5.06
PESO DE LA MUESTRA SECA (W _s)	127.67	132.38	67.81	72.79	75.96	67.51
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	7.89%	7.50%	7.65%	8.41%	7.35%	7.50%
HUMEDAD PROMEDIO %	7.69%		8.03%		7.42%	
PESO UNITARIO SECO v _d (gr/cm ³)	1.877		1.968		2.025	

SATURACIÓN

MUESTRA HÚMEDA + MOLDE (gr)	11940		10941		11492	
MASA MOLDE (gr)	7016		5832		6292	
MASA MUESTRA HÚMEDA (gr)	4924		5109		5200	
VOLUMEN MUESTRA (cm ³)	2317.21		2327.70		2335.85	
PESO UNITARIO HÚMEDO (gr/cm ³)	2.125		2.195		2.226	

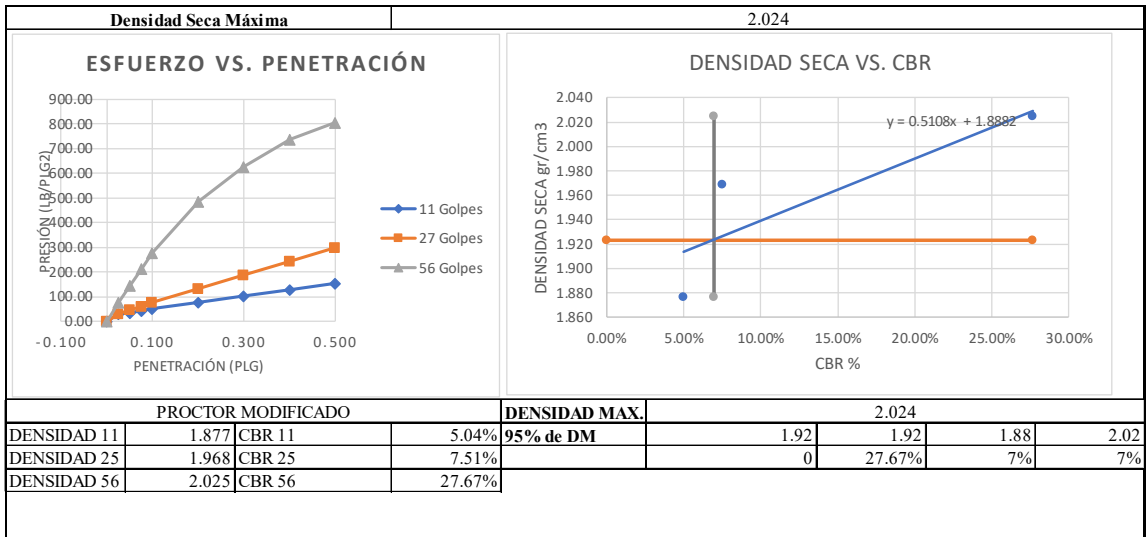
CONTENIDO DE HUMEDAD

# DE RECIPIENTE	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
	A	B	C	D	E	F
PESO DEL RECIPIENTE W _r (gr)	27.08	24.06	23.77	25.21	22.79	23.41
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W _m +W _r) (gr)	94.92	105.65	122.21	120.73	108.22	103.29
PESO SECO + RECIPIENTE (W _s +W _r) (gr)	84.67	94.54	108.6	108.14	97.6	93.78
PESO AGUA (W _w) (gr)	10.25	11.11	13.61	12.59	10.62	9.51
PESO DE LA MUESTRA SECA (W _s)	57.59	70.48	84.83	82.93	74.81	70.37
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	17.80%	15.76%	16.04%	15.18%	14.20%	13.51%
HUMEDAD PROMEDIO %	16.78%		15.61%		13.86%	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE	ÁREA PISTÓN = 3 pls ²		Vel. Carga= 1.27 mm/min (0.05 pulg/min)			
# MOLDE	A		B		C	
PENETRACIÓN (plg)	DIAL	Presión (lb/plg ²)	DIAL	Presión (lb/plg ²)	DIAL	Presión (lb/plg ²)
0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	90.1	30.03	90.1	30.03	230.6	76.87
0.050	102.5	34.17	139.6	46.53	435.9	145.30
0.075	125.6	41.87	179.8	59.93	638.6	212.87
0.100	151.1	50.37	225.2	75.07	830.1	276.70
0.200	234.6	78.20	396.9	132.30	1456.8	485.60
0.300	309.7	103.23	564.8	188.27	1880	626.67
0.400	381.8	127.27	726.8	242.27	2206.7	735.57
0.500	454.6	151.53	891.2	297.07	2419.6	806.53

# DE MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg 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



ANEXO D

Registro fotográfico



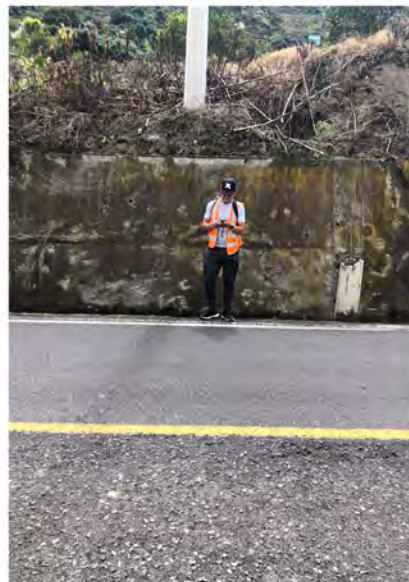
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ANEXO FOTOGRÁFICO



Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 – 11+700 de la provincia de Tungurahua.



FOTOGRAFÍA 1.- Abscisado de la vía de estudio



FOTOGRAFÍA 2.- Toma de puntos georreferenciados con GPS Etrex



FOTOGRAFÍA 3.- Toma de lecturas de deflexiones durante el ensayo de viga Benkelman

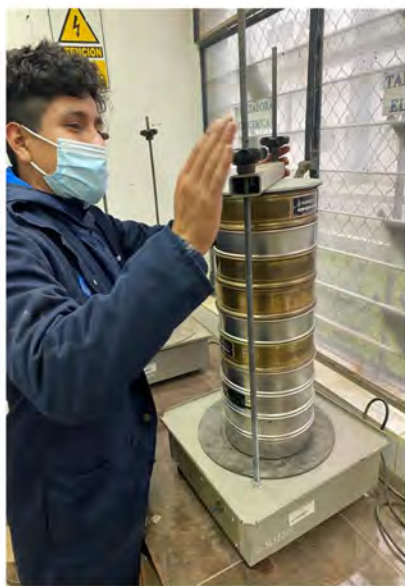


FOTOGRAFÍA 4.- Medición de fallas durante la inspección PCI.



ANEXO FOTOGRÁFICO

Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Baños ABS 8+200 - 11+700 de la provincia de Tungurahua.



FOTOGRAFÍA 5.- Ejecución del ensayo de granulometría.



FOTOGRAFÍA 6.- Ensayo de límites de Atterberg.



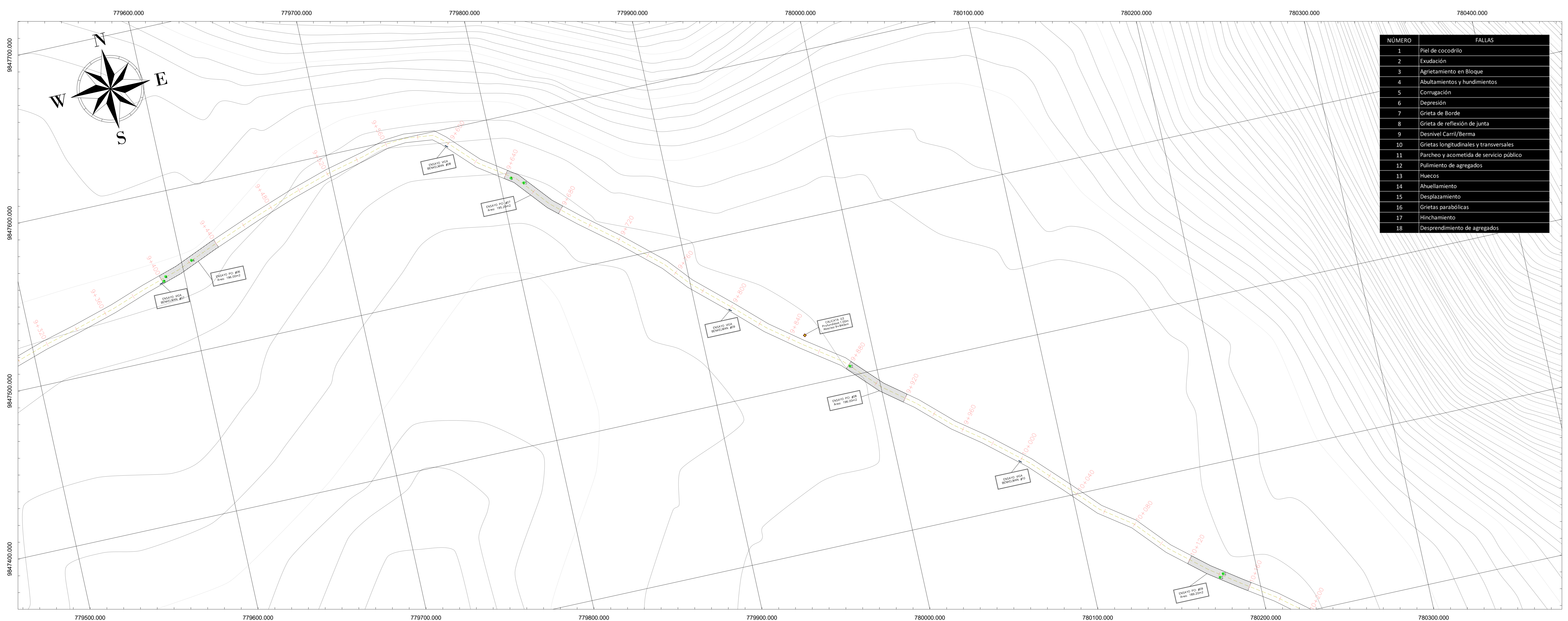
FOTOGRAFÍA 7.- Ejecución del ensayo CBR.



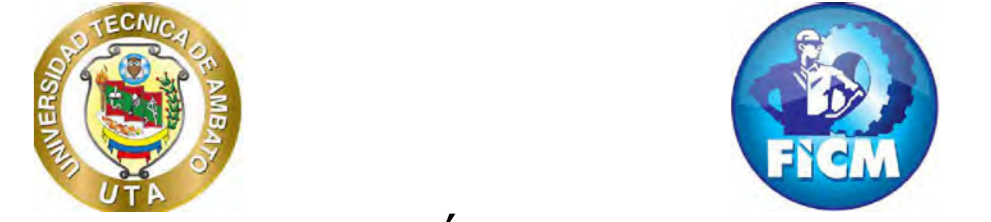
FOTOGRAFÍA 8.- Ensayo proctor de las muestras recolectadas.

ANEXO E

Planos



NÚMERO	FALLAS
1	Piel de cocodrilo
2	Exudación
3	Agrietamiento en Bloque
4	Abultamientos y hundimientos
5	Corrosión
6	Depresión
7	Grieta de Borde
8	Grieta de reflexión de junta
9	Desnivel Carril/Berma
10	Grietas longitudinales y transversales
11	Parqueo y acometida de servicio público
12	Pulimento de agregados
13	Huecos
14	Ahuellamiento
15	Desplazamiento
16	Grietas parabólicas
17	Hinchamiento
18	Desprendimiento de agregados

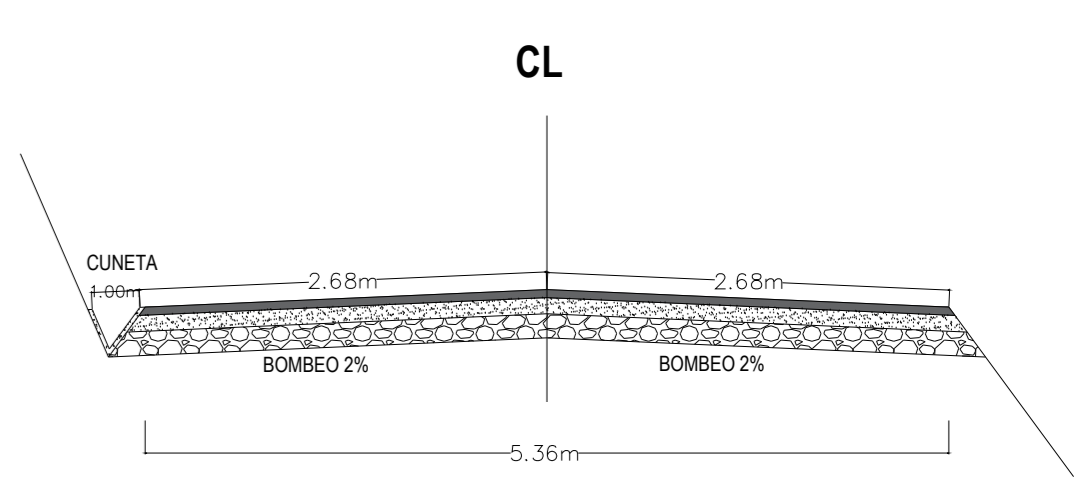


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO 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 8+200 - 11+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

SECCIÓN TÍPICA



ESCALA: 1:50

COORDENADAS:
 Abs Inicial: 8+200
 NORTE: 9848254.308; ESTE: 779228.1768

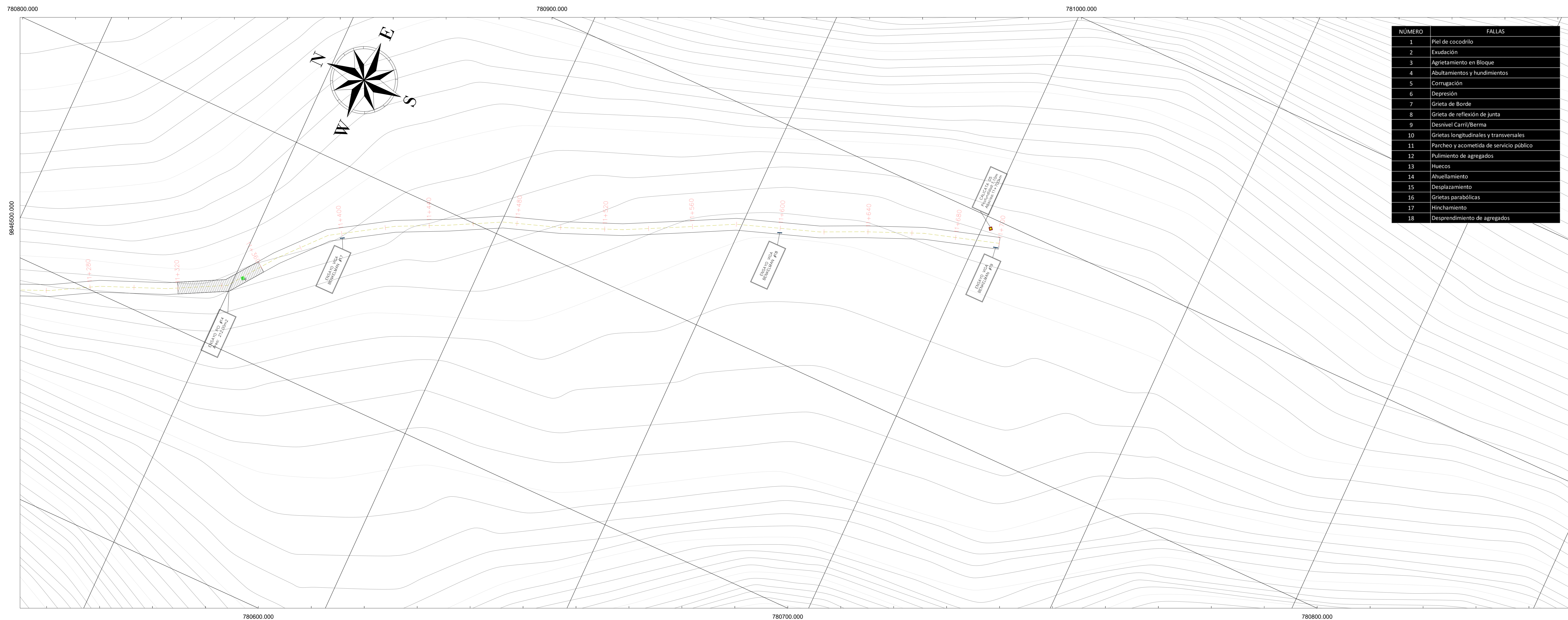
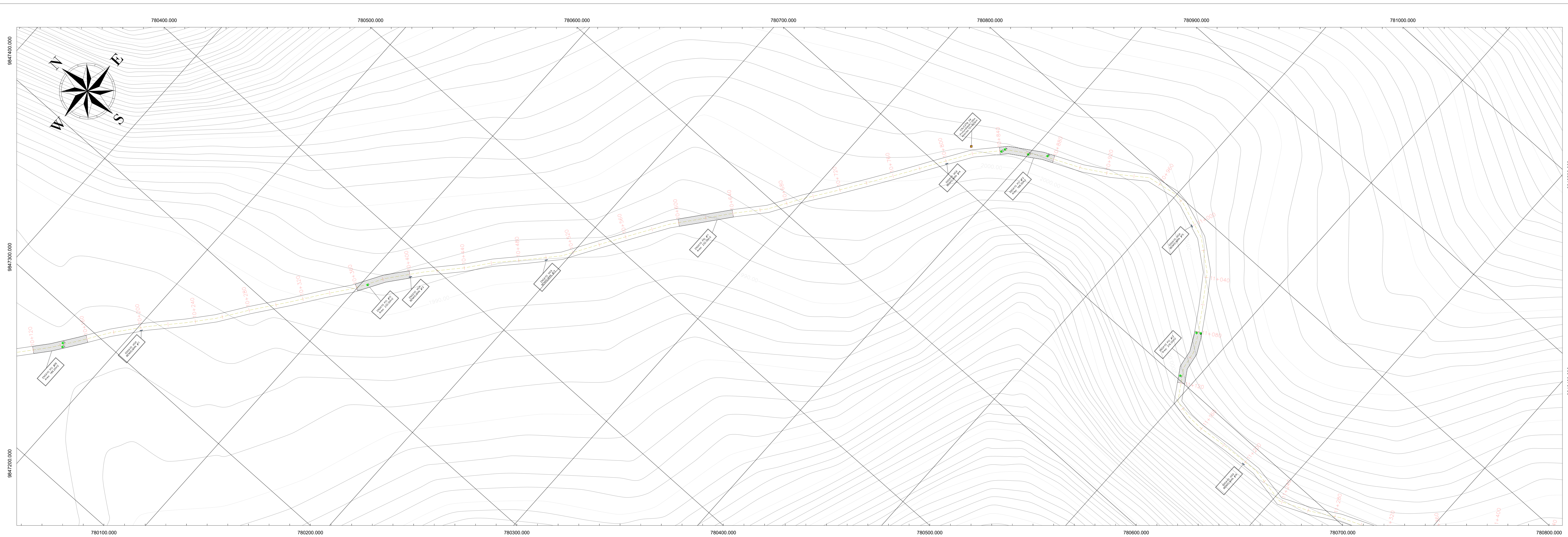
Abs Final: 11+700
 NORTE: 9846097.32; ESTE: 780885.087

CONTENIDO


- ABCISADO DE LA VÍA PATATE BAÑOS EN EL TRAMO 8+200 - 11+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
- CALICATAS REALIZADA PARA EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
- UNIDADES DE MUESTREO PARA ENSAYOS PCI

PROVINCIA: TUNGURAHUA	ESCALA: 1:1000	FECHA: SEPTIEMBRE 2022
ELABORADO POR: JULIO ARMANDO TUSTON PICO	DOCENTE TUTOR: ING. ALEX LÓPEZ MG.	

LÁMINA 1 DE 2



NÚMERO	FALLAS
1	Piel de cocodrilo
2	Exudación
3	Agrietamiento en Bloque
4	Abultamientos y hundimientos
5	Cornugación
6	Depresión
7	Grieta de Borde
8	Grieta de reflexión de junta
9	Desnivel Carril/Berma
10	Grietas longitudinales y transversales
11	Parqueo y acometida de servicio público
12	Pulimiento de agregados
13	Huecos
14	Ahuellamiento
15	Desplazamiento
16	Grietas parabólicas
17	Hinchamiento
18	Desprendimiento de agregados

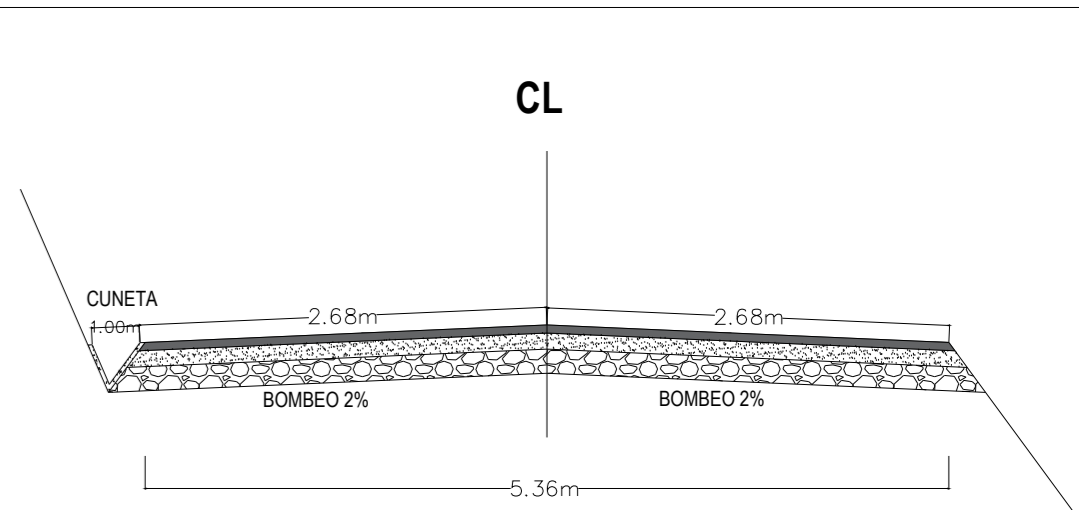


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO 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 8+200 - 11+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

SECCIÓN TÍPICA



ESCALA: 1:50

COORDENADAS:
 Abs Inicial: 8+200
 NORTE: 9848254.308; ESTE: 779228.1768
 Abs Final: 11+700
 NORTE: 9846097.32; ESTE: 780885.087

CONTENIDO

- ABCISADO DE LA VÍA PATATE BAÑOS EN EL TRAMO 8+200 - 11+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
- CALICATAS REALIZADA PARA EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
- UNIDADES DE MUESTREO PARA ENSAYOS PCI

PROVINCIA: TUNGURAHUA	ESCALA: 1:1000	FECHA: SEPTIEMBRE 2022
ELABORADO POR: JULIO ARMANDO TUSTON PICO	DOCENTE TUTOR: ING. ALEX LÓPEZ MG.	

LÁMINA 2 DE 2