

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE
AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Y MECÁNICA**

TEMA: IMPLEMENTACIÓN DEL
PROCESO DE CONSERVACIÓN DE
LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE
RODADURA DE LA VÍA PATATE –
PÍLLARO EN EL TRAMO 2 EN EL KM
3 + 800 AL KM 7 + 600 DE LA
PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

AUTOR: Jaime Eduardo Segovia

Tipantasig.

TUTOR: Ing. Mg. Marisol Bayas
Altamirano.

Resumen Ejecutivo.

El estudio del TPDA actual de la vía es de 1240 vehículos/día obteniendo como resultado de acuerdo a la clasificación del MTOP 2003 es considerada como una vía de Clase II.

Mediante la obtención de calicatas se realizó el estudio de suelos, donde se verifico las propiedades que tiene la base de la estructura del pavimento las mismas que no cumplió de acuerdo con las especificaciones por MTOP.

Se utilizó el método del PCI que nos permitió obtener un valor de 70.67% con una calificación de bueno, lo cual nos indica que el estado superficial de la vía se encuentra en buenas condiciones para el tránsito vehicular de la sección analizada.

Palabras claves: Vía, Mantenimiento vial, Capa de rodadura, subrasante.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF
AMBATO**

**FACULTY OF CIVIL AND
MECHANICAL ENGINEERING**

**SUBJECT: IMPLEMENTATION OF
THE PROCESS OF CONSERVATION
OF THE STRUCTURE OF THE**

BEARING COAT OF THE PATATE –
PILLARO ROAD IN SECTION 2 IN
KM 3 + 800 TO KM 7 + 600 OF THE
PROVINCE OF TUNGURAHUA.

AUTHOR: Jaime Eduardo Segovia

Tipantasig.

TUTOR: Ing. Mg. Marisol Bayas

Altamirano

Executive Summary.

In the study of the current TPDA of the road is 1240 vehicles / day, obtaining as a result according to the classification of the MTOP 2003 is considered a Class II road.

The PCI method allowed us to obtain a value of 70.67 with a rating of good, which indicates that the surface state of the road is in good condition for vehicular traffic in the analyzed section

From the deflectometric test of the Benkelman beam, it was determined that the type of deflection corresponds to a Type III, because the characteristic

deflection is less than the admissible deflection

Keywords: Road, Road Maintenance, Pavement Layer, subgrade.

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento de las carreteras, ha alcanzado notable importancia La disposición de vías convenientes y adecuadas para el transporte es fundamental [1] Actualmente, es reconocido que la conservación vial, se efectúa con limitaciones, tanto en cobertura, es decir, el número de kilómetros de carreteras que reciben mantenimiento, como en lo efectivo de los trabajos que se ejecutan en ellas. [2]

La conservación de una vía, requiere de un permanente monitoreo de la condición vial para

establecer programas de conservación que regularmente adquiere la condición de rutinaria.

Para proporcionar mantenimiento vial es necesario enfocarse en metas de mediano y largo plazo. Lo que hace imprescindible que los organismos encargados de la

vialidad tengan capacidades apropiadas para hacer la planificación que permita prever la necesidad de invertir en obras de rehabilitación y mejoramiento.

La necesidad de mejorar la vialidad existente enfrenta muchas limitaciones; el primero y más importante es el esfuerzo financiero para construir una carretera que debido a las condiciones climáticas y de uso se deteriora con rapidez. Ecuador ha hecho una importante inversión en maquinaria pesada para el mantenimiento de la red vial. La base para conseguir un mantenimiento vial que conlleve a la conservación de las condiciones físicas y, que además resulte satisfactorio para los usuarios, consiste en aplicar una gestión que privilegie la prevención en primera instancia.

El sistema de vías de un país representa un capital de gran importancia. Las entidades responsables de su construcción y conservación, con programas de mantenimiento vial son, un factor de valorización de este capital físico. [1] Las vías primarias y secundarias integran la red vial estatal. Así como la red vial provincial está conformado por el conjunto de vías cuya administración está

a cargo de los Consejos Provinciales. Esta red además incluye a las vías terciarias que conectan a las cabeceras parroquiales con las vías de la Red Nacional.

En cambio La Red Vial Cantonal está conformada por el conjunto de vías interparroquiales y urbanas administradas por los Consejos Municipales. [6] La planificación e implementación de los planes de mantenimiento vial se traducen en beneficios significativos, desde el punto de vista económico.

Tungurahua, es la provincia que posee la mejor red vial, en referencia a la calidad y cobertura de todo el país. Esta especial atención se ha dado con el fin de robustecer la comunicación, rebajar los costes en el mantenimiento de vehículos y la disminución de los tiempos de viaje. El Gobierno Provincial de Tungurahua, en este sentido, viene trabajando por el asfaltado y mantenimiento de las vías inter cantonales a partir del año 2000.

El tramo Km 3 + 800 al Km 7 + 600 de la vía Patate – Pillaro, con un mantenimiento adecuado ofrece a la población la facilidad de transportar y comercializar la producción; además,

coadyuva a que las comunidades rurales trasladen sus productos a los diversos mercados de la provincia. Por esta razón, la investigación es procedente para identificar en qué estado se encuentra la vía, así como las cuantificaciones necesarias para un adecuado mantenimiento. Es factible realizarla, como punto de partida para nuevos estudios de gestión de conservación vial, cuya ejecución facilitará el traslado de la producción local a los mercados, dinamizando la comercialización de los bienes tanto artesanales como agrícolas.

El objetivo fundamental del proyecto es mejorar las condiciones de vida de la población que se encuentra en el área de influencia del proyecto, además beneficia con nuevos destinos turísticos a los visitantes, además evaluar las condiciones actuales de la calzada y características de la vía actual así también facilitar la transportación de productos agropecuarios, desde las zonas rurales a los centros de acopio y comercialización a bajos costos de operación.

Un pavimento es una estructura construida por el hombre, con el fin de mejorar la calidad de un terreno existente para que el tránsito sea más rápido,

confortable, seguro y económico. Además permite conservar una vida de comunicación en buen estado, lo que redundará en beneficios sociales y económicos. [4]

Capa de rodadura o superficie: Capa superior de la calzada, de material especificado, designada para dar comodidad al tránsito. Debe tener características antideslizantes, ser impermeable y resistir la abrasión que produce el tráfico y los efectos desintegrantes del clima, a veces se la llama Capa de Desgaste. [7]

MÉTODOS Y MATERIALES

Se aplicó el método experimental, ya que fueron necesarios varios estudios de campo, por tanto, está basado en información real, y así se puede saber las condiciones de la vía.

La metodología fue elaborada a nivel exploratorio, por los estudios de campo que se realizaron para identificar el problema analizado.

En el laboratorio se realizaron diversos procedimientos los cuales permitieron obtener resultados, para posteriormente tabular y analizar.

En último lugar de tipo experimental, porque los procesos de mantenimiento vial son alternativas que no siempre se aplican, sino más bien cuando existen graves daños se opta por una reconstrucción.

Para la implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía

Patate – Pillaro en el tramo Km 3+800 al Km 7+600 de la provincia de Tungurahua, se trabajó realizando las etapas que se detallan a continuación:

En la primera etapa se asignó la vía para posteriormente realizar los estudios, se levantó planimétricamente la vía y se efectuó un inventario vial, en el que consta las características geométricas, dimensiones y componentes, el tramo se encuentra correctamente georreferenciado.

La segunda etapa consistió en un estudio de movilidad vehicular, el cual se llevó a cabo en dos puntos, ya que cada tramo tiene solicitaciones distintas, para así clasificarlos en función del TPDA.

La tercera etapa consistió en realizar el ensayo CBR, el de la viga Benkelman y el índice de condición del pavimento (PCI), necesario para conocer el estado general de los tramos de la vía.

En la última etapa se tabuló los datos para el análisis, mediante la utilización de tablas y gráficos.

El estudio de movilidad vehicular se ejecutó en 14 días para los 2 tramos, el conteo duró 12 horas por día y se registraron todos los vehículos que transitaron la vía en ese lapso, y a partir de la hora pico se obtuvo el tránsito promedio diario anual (TPDA), con la utilización de una hoja de cálculo de Excel y así catalogar a la vía con base a MOP 2003.

Los ensayos de CBR, viga Benkelman y PCI, fueron ejecutados en 3 meses, y consistió en toma de muestras, recolección de datos, trabajos de laboratorio, identificación de daños mediante el PCI y toma de deflexiones con la utilización de la viga Benkelman.

Materiales

Con la finalidad de analizar los datos encontrados se empleó lo siguiente:

- Para el estudio de CBR se ocupó muestras de subrasante y base, un martillo de 10 lb, moldes de 6", recipientes metálicos, una probeta, un palustre, un enrazador, la máquina de compresión simple, unas bandejas,

sobrecargas, la balanza, un calibrador pie de rey, el horno, un tamiz $\frac{3}{4}$ " y agua.

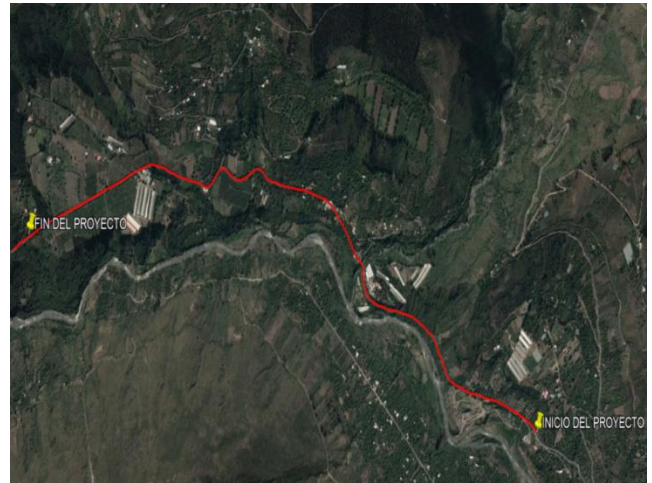
- En el ensayo PCI se utilizó una cámara fotográfica y una cinta métrica para conocer el área afectada.
- Para el ensayo con la viga Benkelman se requirió un volquete que en su eje trasero tenga un peso de 8,2 toneladas, para obtener las deflexiones de la carpeta asfáltica.

RECOLECCIÓN DE DATOS

Ubicación del Proyecto

El proyecto en estudio está ubicado en la provincia de Tungurahua, red vial Patate – Pillaro en el tramo 2 desde el Km 3+800 al Km7+600 parroquia San Miguelito, el tramo tiene una longitud de 3.8 Km con las siguientes coordenadas geográficas.

Figura 7. Ubicación del Proyecto.



Fuente: Google Earth.

Levantamiento de la Vía

En la vía Patate – Pillaro en el tramo 2 Km 3+800 hasta el Km7+600 se realizó un levantamiento planímetro con la ayuda de un GPS. Los datos resultantes se exportaron al programa AutoCAD Civil 3D, para realizar el trazado de la vía, en donde se identifica la longitud, curvas y secciones del tramo en estudio.

El tramo en estudio cuenta con un ancho aproximado de 7.60 m, el abscisado se lo realizó a cada 10 m en tramos rectos y en curvos se realizó cada 5m.

Estudio de Tránsito Vehicular

Conteo Vehicular

El conteo vehicular se realizó mediante el método manual durante 7 días de la semana, desde el día miércoles 3 de Julio del 2019 hasta el día martes 9 de julio del 2019, en horario de 7am a 7pm correspondiente a 12 horas diarias con intervalos de 15 minutos.

El tránsito fue clasificado en: livianos, buses y camiones livianos y pesados (2 Ejes, 3 Ejes). La estación de conteo se desarrolló en la entrada a la parroquia de San Miguelito, localizado en la abscisa Km 4+000.

Tabla 22. Número de Vehículos que transitan por la vía (tramo 2).

FECHA	DÍA	NÚMERO DE VEHÍCULOS
03/07/2019	MIÉRCOLES	1525
04/07/2019	JUEVES	1987
05/07/2019	VIERNES	1393
06/07/2019	SÁBADO	1520
07/07/2019	DOMINGO	1567
08/07/2019	LUNES	1415
09/07/2019	MARTES	1290

Tabla 23. Volumen vehicular durante hora pico.

HORA C/15min	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS NO EJES	SUBTOTAL
	Autos	Camionetas	Motos	Livianos	Medianos	Pesados	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES		
							Livianos	Medianos				
10:00-10:15	20	19	2	1	1	0	1	2	0	0	0	46
10:15-10:30	20	24	1	2	1	0	2	0	0	0	0	50
10:30-10:45	19	18	1	2	0	0	0	1	0	0	0	41
10:45-11:00	23	21	1	1	1	0	1	1	0	0	0	49
Sumatoria	82	82	5	6	3	0	4	4	0	0	0	186
TOTAL (VHP)	169			9			8				0	
Porcentaje	90.28%			5.14%			4.57%					

Fuente: Jaime Eduardo Segovia T.

En la tabla se puede observar la hora con un mayor volumen vehicular, determinando la hora pico (10:00 a 11:00) el día Jueves 04 de Julio del 2019.

Dando un total de 186 vehículos, distribuyéndose el 90.29% para vehículos livianos, el 5.14% para buses y el 4.57% para camiones.

Estudio de Suelos.

El estudio de suelo es fundamental, ya que permitió determinar las posibles falencias, la capacidad de carga y la densidad del suelo. Los datos obtenidos adecuadamente nos permitieron identificar las características de la vía.

Para tomar las muestras del sitio, motivo de estudio, se lo hizo previo a un reconocimiento del lugar. A través de excavación manual, se obtuvo las muestras de las calicatas en las abscisas Km 4 + 800, Km 5 + 800, Km 6 + 800, Km 7 + 600.

Cada calicata tuvo una profundidad de 1 m a 1.20 m. Antes de ser llevadas al laboratorio, para realizar los ensayos correspondientes, las muestras se secaron a temperatura ambiente. Los resultados se visualizan en el anexo B en la página 126.

Clasificación del suelo según el SUCS.

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos fue presentado por Arthur Casagrande con una modificación y adaptación a su sistema de clasificación propuesto en 1942, los suelos de partículas gruesas y lo de partículas finas se distinguen mediante el cernido del material por el tamiz N° 200, el suelo grueso es el que se retiene en dicha malla

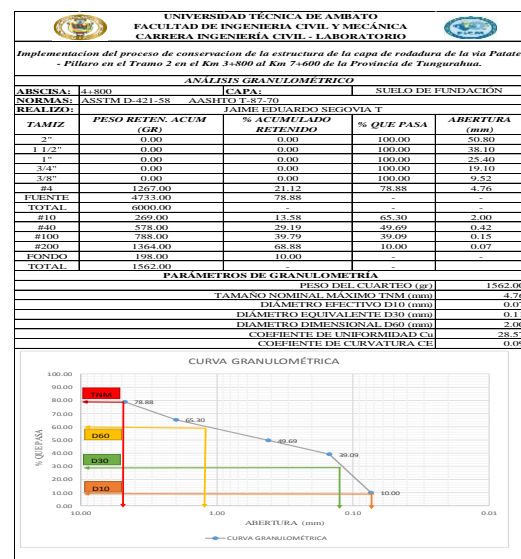
y fino el que pasa, así un suelo se define grueso si más el 50% es retenido en tamiz fino si más del 50% de sus partículas son menores que dicho tamiz.

Análisis Granulométrico.

Para realizar el ensayo se aplicó la norma AASHTO T-87-70 / ASSTM D 421-58.

Las muestras de suelo obtenidas se procedieron a realizar el ensayo de granulometría y determinar el tipo de suelo en base al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

Tabla 35. Análisis Granulométrico del Suelo de Fundación. (Calicata 1)



Fuente: Jaime Eduardo Segovia T.

Las muestras de suelo obtenidas se procedieron a realizar el ensayo de granulometría y determinar el tipo de suelo en base al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCCS)

Tabla 40. Granulometría y Límites de Atterberg (Suelo de Fundación)

GRANULOMETRÍA Y LÍMITES ATTERBERG					
SUELO DE FUNDACIÓN					
Calicata N°	Abscisa	Límite Líquido	Índice Plástico	Tipo de Suelo	Descripción
1	4 + 800	49.31	15.63	SM - ML	Arena Limosa de baja Plasticidad
2	5 + 800	22.46	3.84	SM - ML	Arena Limosa de baja Plasticidad
3	6 + 800	33.2	1.93	SM - ML	Arena Limosa de baja Plasticidad
4	7 + 600	27.74	3.62	SM - ML	Arena Limosa de baja Plasticidad

Fuente: Jaime Eduardo Segovia T.

De acuerdo a la clasificación SUCCS, se determinó que las 4 calicatas están compuestas de arena limosa de baja plasticidad.

Tabla 41. Resultados de Granulometría y Límites de Atterberg (Base)

GRANULOMETRÍA Y LÍMITES ATTERBERG						
BASE						
Calicata N°	Abscisa	Límite Líquido	Índice Plástico	Granulometría	Clasificación (SUCCS)	
1	4 + 800	28.17	2.58	T.N.M (mm) = 19.40	GM	Grava limosa; mezcla de grava, arena y limo
				Cu = 88.89		
				Cc = 0.02		
2	5 + 800	26.42	4.71	T.N.M (mm) = 25.40	GM	Grava limosa; mezcla de grava, arena y limo
				Cu = 94.44		
				Cc = 0.01		
3	6 + 800	31.25	0.92	T.N.M (mm) = 25.40	GM	Grava limosa; mezcla de grava, arena y limo
				Cu = 110		
				Cc = 0.33		
4	7 + 600	21.72	0.13	T.N.M (mm) = 25.40	GM	Grava limosa; mezcla de grava, arena y limo
				Cu = 88.89		
				Cc = 0.89		

Fuente: Jaime Eduardo Segovia T.

Ensayo Índice de Soporte California (CBR)

La calidad de la subrasante está íntimamente ligada a la capacidad portante del suelo, por tal motivo, se da la clasificación según el CBR, como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 44. Capacidad de Soporte CBR.

CBR %	Clasificación General	Usos	Sistema de Clasificación	
			Unificado	AASHTO
0 - 3	Muy Pobre	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3 - 7	Pobre a Regular	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A4,A5, A6, A7
7 - 20	Regular	Sub- base	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2,A4, A6, A7
20 - 50	Bueno	Base, Subbase	GM, GC, W, SM, SP, GP	A1, A2-5, A3, A2-6
50	Excelente	Base	GW, GM	A1-a, A2-4, A3

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO – 93.

Tabla 45. Resultados CBR puntual

(Suelo de Fundación).

CBR PUNTUAL				
SUELO DE FUNDACIÓN				
Calicata N°	Abscisa	CBR%	Uso	Clasificación
1	4 + 800	10.5	Subrasante	Sub base Regular
2	5 + 800	8.5	Subrasante	Sub base Regular
3	6 + 800	11	Subrasante	Sub base Regular
4	7 + 600	14	Subrasante	Sub base Regular

Fuente: Jaime Eduardo Segovia T.

De acuerdo a la clasificación AASHTO-93, se determinó que las muestras de la subrasante están dentro de la clasificación regular, por lo que su uso es una sub base.

Tabla 46. Resultados CBR puntual

(Base).

CBR PUNTUAL			
BASE			
Calicata N°	Abscisa	CBR%	Clasificación
1	4 + 800	32.00	Sub base Bueno
2	5 + 800	27.20	Sub base Bueno
3	6 + 800	30.10	Sub base Bueno
4	7 + 600	31.20	Sub base Bueno

Fuente: Jaime Eduardo Segovia T.

Índice de Condición del Pavimento PCI

Se detallara la metodología aplicada en la Vía Patate – Pillaro, siguiendo los lineamientos definidos por el ASTM D6433-03. Procedimiento estándar para la inspección del Índice de Condición del Pavimento en caminos y estacionamientos.

El trabajo de campo es donde se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos, registrando la información en los formatos elaborados.

A continuación en la siguiente tabla se muestra el formato que vamos a utilizar.

4.3.1. Unidades de Muestreo

Para determinar el PCI en la Vía Patate – Pillaro en el tramo 2 Km 3+800 al Km 7+600, las unidades de muestreo se divide en una sola sección ya que tiene una misma estructura. Debido a que el ancho de la vía es de 7.60 m la longitud de muestreo se asumió 32 m para todo el tramo.

Tabla 47. Cálculo del número total de muestras.

UNIDADES DE MUESTREO							
Sección del Tramo	Abscisa (Km)	Longitud Sección (m)	Ancho Calzada (m)	Longitud de Unidad (m)	Área (m ²)	N	Observaciones
1	3+800 al 7+600	3800.00	7.60	32.00	243	118	-----

Fuente: Jaime Eduardo Segovia T.

a) Selección de las unidades de muestreo para inspección

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \sigma^2} \quad \text{Ecuación 4.1}$$

Donde:

n

= Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N

= Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e

= Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e 5%)

σ = Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección del pavimento.

b) Intervalo Muestreo (i)

$$i = \frac{N}{n} \quad \text{Ecuación 4.2}$$

Tabla 48. Cálculo de unidades de muestreo a evaluar.

Sección del Tramo	Abscisa (Km)	Unidades de Muestreo	Desviación Estándar	Error Admisible	Unidades a Evaluar	Intervalo
		N	σ	e	n	i
1	3+800 A1 7+600	118.00	10.00	5.00	14	8

Fuente: Jaime Eduardo Segovia T.

Medición de Deflexiones del pavimento mediante la Viga Benkelman

La medida de deflexiones empleando la viga benkelman se encuentra estandarizado de acuerdo a la norma de ASTM D-4695

Las deflexiones forman parte de estudio del pavimento en ellas encontramos valiosa información de la condición estructural el pavimento. Para determinar la condición estructural del pavimento en la Vía Patate – Pillaro en el tramo 2 Km 3+800 al Km 7+600.

Las lecturas de deflexiones se tomarán a una distancia de 0.90 m desde el borde del pavimento y se lo hará alternando cada carril.

Procedimiento de Inspección

- a) Señalar los puntos en los que se tomara la lectura de las deflexiones a cada 0.25, 0.50, 1.00, 5.00 y 8.00 m
- b) Colocar la llanta de la volqueta sobre el punto de manera que este coincida con el eje vertical del centro de gravedad del conjunto.
- c) Estacionados los neumáticos se inserta entre ellos el extremo del brazo móvil de la viga colocándolo sobre el punto de ensayo seleccionado.

d) Para tomar las lecturas de las deflexiones el dial en cero y mientras la volqueta se desplaza muy lentamente (se recomienda una velocidad de 1km/h). Se anota las medidas conforme la varilla adosada en la parte trasera de la volqueta vaya coincidiendo con las marcas adicionales, hasta que la volqueta haya pasado la marca de los 8m. y el dial ya no tenga movimiento.

e) Este procedimiento se repite a cada 200m obteniendo los siguientes datos que posteriormente serán procesados.

Tabla 52. Datos de las Deflexiones

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.											
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA											
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL											
N°	Abscisa	Carril		Temperatura °C	Espesor Carpeta	LECTURAS DEL DELECTOMETRO (x10-2mm)					
		Izquierdo	Derecho			D0	D25	D50	D100	D500	D Final
1	4 + 000		X	35	5	0	14	17	19	24	24
2	4 + 200	X		35	5	0	13	16	18	23	23
3	4 + 400		X	35	5	0	15	18	19	23	23
4	4 + 600	X		35	5	0	14	17	20	26	26
5	4 + 800		X	35	5	0	11	13	15	19	19
6	5 + 000	X		35	5	0	15	17	24	28	28
7	5 + 200		X	35	5	0	12	16	19	23	23
8	5 + 400	X		35	5	0	13	16	18	24	24
9	5 + 600		X	35	5	0	15	18	24	27	27
10	5 + 800	X		35	5	0	13	18	20	23	23
11	6 + 000		X	35	5	0	10	10	14	18	18

Fuente: Jaime Eduardo Segovia T.

Cálculo de Deflexiones mediante Viga

Benkelman

Se calcula la diferencia entre la lectura inicial y la lectura final, en el caso de la deflexión a 25 cm, se debe encontrar la diferencia entre la lectura a 25 cm y la lectura final, al igual que para las deflexiones tomadas a cualquier distancia.

Se realiza las respectivas correcciones por la relación de brazos, temperatura del momento de ensayo y por la estacionalidad.

a) Corrección por relación de brazos

Es la corrección debida a la aplicación del factor de relación de brazos que tiene la Viga Benkelman, este factor se mide directamente del instrumento y dicho se multiplica a la deflexión recuperable para corregirla, se le denotara RB.

$$D = (LF - LR) * RB$$

Donde:

D = Deflexión a la distancia R , expresada en 0.01 mm.

LR = Lectura a la distancia R .

LF = Lectura Máxima.

RB = Relación de brazos de la viga Benkelman 1: 2

Tabla 53. Lectura realizada en el punto 1

		Carril		Temperatura °C	Espesor Carpeta	LECTURAS DEL DEFLECTOMETRO (x10-2mm)					
Nº	Abscisa	Izquierdo	Derecho			D0	D25	D50	D100	D500	D Final
1	4+000		X	35	5	0	14	17	19	23	24

Fuente: Jaime Eduardo Segovia T.

$$D0 = (24 - 0) * 2$$

$$D0 = 48 \times 10^{-2} mm$$

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

✓ El levantamiento topográfico realizado mediante un GPS que nos permitió georeferenciar la vía, cuyo resultado fue 3.8 Km de longitud y un ancho de 7.60 m.

✓ El TPDA fue de 1240 vehículos/día, de acuerdo a la clasificación del MTOP 2003, en la tabla 24 de la página 58, esta vía está considerada como Clase II.

✓ El método del PCI, nos permitió obtener un valor de 70.67 con una calificación de bueno, lo cual nos indica que el estado superficial de la vía se encuentra en buenas condiciones para el

tránsito vehicular de la sección analizada, adicionalmente las fallas representativas fueron las: longitudinales y piel de cocodrilo.

✓ En la calicata # 2 se encontraron dos estratos base y suelo de fundación, con el ensayo de granulometría se concluyó que el suelo de fundación corresponde a una arena limosa de baja plasticidad, con un valor de CBR= 8.5 de acuerdo a la tabla de la clasificación de CBR corresponde a una sub base de calidad regular, para la base se determinó que son gravas limosas con un valor de CBR= 27.20 que corresponde una base de calidad buena.

✓ Del ensayo deflectométrico de la viga Benkelman se determinó, que el tipo de deflexión corresponde a un Tipo III, debido a que la deflexión característica nos da un valor de $62.093 * 10^{-2} \text{mm}$ es menor que la deflexión admisible $172.34 * 10^{-2} \text{mm}$, lo que tenemos un buen comportamiento de la subrasante, los valores de los radios de curvatura son menores de 100, eso nos indica que la estructura del pavimento es insuficiente y necesita de un refuerzo y estructura del pavimento.

✓ Al comparar los resultados de los métodos empleados PCI y Viga Benkelman se determinó que la vía debe ser intervenida con un reforzamiento en la estructura del pavimento tal como se indica en el plan de mantenimiento.

Recomendaciones

✓ Realizar un mantenimiento rutinario de la vía, con el propósito de prolongar una vida útil de la capa de rodadura.

✓ En la evaluación superficial del pavimento con la metodología PCI se debe complementar la evaluación estructural del pavimento usando la viga Benkelman debido a que es un ensayo de fácil manejo y económico.

✓ Construir cunetas en secciones que no existen para confinar el pavimento y evitar que existan las grietas de borde.

✓ Se deberá colocar la señalética horizontal y vertical por seguridad, prevención e información de los usuarios y de los vehículos que transitan por la vía.

Bibliografía

- [1] W. C. ACUÑA, EVALUACIÓN ALTERNATIVAS PAVIMENTACIÓN VÍAS BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO, BOGOTÁ D.C., 2015.
- [2] MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS, NORMA ECUATORIANA VIAL, Quito, 2013.
- [3] J. TORRES, El estado de la capa de rodadura y su incidencia en el tráfico vehicular de la vía de las parroquias Picaihua - El Rosario del cantón Ambato, provincia de Tungurahua, Ambato, 2012.
- [4] MANTENIMIENTO DE LA CAPA DE RODADURA DE CONCRETO ASFÁLTICO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE, Guayaquil, Septiembre 2002.
- [5] R. BUSTIOS, CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI), LIMA - PERÚ, 2015.
- [6] P. C. y J. Santillán, EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES POR EL MÉTODO PAVER Y PROPUESTA DE MANTENIMIENTO VIAL INTEGRAL DE LA CARRETERA COLTA - ALAUSI DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO, Riobamba- Ecuador, 2015.
- [7] MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES. MTOP, 001-F-2002.
- [8] MANUAL DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, LEVANTAMIENTOS GEODÉSICOS, Marzo 2016.
- [9] Normas de Diseño Geométrico de Vías, 2003
- [10] I. J. M. D. CÁRDENAS, EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA PCI COMO HERRAMIENTA PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LAS INTERVENCIONES A REALIZAR EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES., BOGOTÁ D.C. JUNIO DE 2014.
- [11] ASTM D6433-03, Practica Estándar para el estudio de PCI en pavimentos.

[12] J. I. B. Zapata, EVALUACIÓN ESTRUCTURAL USANDO VIGA BENKELMAN APLICADA A UN PAVIMENTO, Piura, Agosto 2017.