



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA
CARRETERA CÁTAC – HUARI, TRAMO CÁTAC - QUEROCOCHA,
UTILIZANDO LA VIGA BENKELMAN Y EL MÉTODO PCI”.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Robles Alvarado, Vladimir Elmer

ASESOR:

Mg. Marquina Callacna, Rodolfo Ricardo

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

LIMA - PERÚ

2016

DEDICATORIA

El trabajo lo dedico a mis padres Elmer y Rayda, a mis hermanos Yan y Elvis; a quienes les debo todo lo que tengo en esta vida, los cuales me apoyan en mis derrotas y celebran mis triunfos, y a mi novia Rosa por estar en las buenas y en las malas a mi lado.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor de tesis, Mg.
Rodolfo Marquina
Callacna por su
experiencia científica para
la concreción del estudio.

A mi padre Elmer Robles
Blácido por sus valiosas
críticas, por demostrarme
siempre que tras un
problema hay una
solución.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Vladimir Elmer Robles Alvarado con DNI N° 46810200, a efecto con cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como la información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 08 de Setiembre del 2016

Vladimir Elmer Robles Alvarado

Nombres y apellidos del tesista

PRESENTACIÓN

El trabajo de investigación tiene como objetivo realizar la evaluación estructural superficial de la carretera Cátac – Huari, tramo Cátac – Querococha y determinar las soluciones más adecuadas para la rehabilitación o refuerzo de la capa asfáltica. Los tipos de evaluación son: la evaluación visual con el método del Índice de Condición de Pavimentos (PCI) Y la evaluación estructural superficial, con el método de diseño de refuerzo de Hogg para pavimentos flexibles.

Esta investigación da a conocer el procedimiento, uso y manejo de un instrumento que nos sirva para la evaluación no destructiva de los pavimentos como es el deflectómetro de la “Viga Benkelman”. Este instrumento ya es poco utilizado en los países desarrollados por la invención de nuevos equipos más sofisticados, pero que en principio y fundamento funcionan de la misma manera, En nuestro país este instrumento es el más utilizado por su rápido manejo al realizar las pruebas y por el costo de operación que es bajo en comparación con los equipos actuales.

La investigación describe en su primera parte la realidad problemática, los antecedentes nacionales e internacionales y el marco teórico, teorías como la definición de pavimentos, mezclas asfálticas, mezclas en frío, en caliente, tratamiento superficial, sellos asfálticos, estudios del tránsito, teorías, métodos, tipos de ensayos, que se refieren exclusivamente a la evaluación de pavimentos, tales como la evaluación visual, índice de condición de pavimentos, evaluación estructural superficial, métodos de diseño de refuerzo para pavimentos flexibles, también se detalla los instrumentos utilizados en la realización del ensayo con la viga Benkelman, también se preparó un sistema de seguridad de control de vehículos y por último se presentó soluciones de diseño de espesor de refuerzo.

En la segunda parte todo lo que concierne al método de investigación, diseño de investigación, las variables, la población, la muestra, técnicas e instrumentos de recopilación de datos y confiabilidad, método de análisis de datos y aspectos éticos.

En la tercera se muestran los resultados obtenidos de los datos recopilados en las evaluaciones de campo, tanto en la evaluación superficial o visual y el ensayo para

la evaluación estructural superficial con el deflectómetro Benkelman, a continuación, se da una interpretación a la evaluación visual y un resultado de refuerzo estructural de capa asfáltica para la evaluación con la Viga Benkelman. En la cuarta parte se muestra una discusión de los resultados.

En la quinta parte de la investigación se muestran las conclusiones, y finalmente en la sexta parte se muestran las recomendaciones de lo adquirido y lo experimentado durante nuestros meses de elaboración de esta tesis, tratando de dar algunos alcances para una mejora en la ejecución de ensayos, como también en el aspecto del mantenimiento de carreteras, y en especial en la carretera Cátac – Huari, tramo Cátac – Querococha.

Lo que sigue es la relación de figuras, cuadros, referencias bibliográficas y los anexos para cualquier duda de tipo de cálculo que se quiera absolver, vamos a poder observar los datos de campo, el procedimiento de las deflexiones en los distintos métodos, los gráficos de radio de curvatura, el EAL de diseño por el lado del tráfico y otros datos de índole informativo.

ÍNDICE

CARÁTULA

Título
Autor
Asesor
Línea de Investigación

PÁGINAS PRELIMINARES

Página del Jurado
Dedicatoria.....i
Agradecimiento.....ii
Declaratoria de autenticidad.....iii
Presentación.....iv
Índice

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN	PAG.
1.1. Realidad problemática	12
1.2. Trabajos previos	13
1.2.1. Antecedentes nacionales	13
1.2.2. Antecedentes internacionales	14
1.3. Teorías relacionadas al tema	15
1.3.1. Definiciones generales	15
1.3.1.1. Pavimentos	15
1.3.1.2. Tipos de pavimentos	16
1.3.1.3. Elementos que integran los pavimentos flexibles	18
1.3.1.4. Mezclas asfálticas	19
1.3.1.5. Factores a considerar en el diseño del pavimento	23
1.3.2. Estudio del tránsito para diseño y rehabilitación de pavimentos.	25
1.3.2.1. Clasificación de la red vial.	25
1.3.2.2. Tipos de vehículos.	30

1.3.2.3. Volumen del tránsito.	30
1.3.2.4. Volumen del tránsito total	31
1.3.2.5. Volumen del tránsito promedio diario.	32
1.3.2.6. Tipos de tránsito	32
1.3.2.7. Pronóstico del volumen del tránsito futuro	33
1.3.2.8. Índice medio diario (IMD).	34
1.3.2.9. Índice medio diario anual (IMDa).	34
1.3.2.10. Cálculo del eje equivalente de carga – EAL	35
1.3.3. Criterios de mantenimientos y niveles de servicio.	36
1.3.3.1. Criterios de mantenimiento	36
1.3.3.2. Etapas de deterioro en la vida útil de un camino	40
1.3.3.3. Esquemas de conservación	42
1.3.4. Identificación y definición de tipos de fallas.	45
1.3.4.1 Manual de daños.	45
1.3.5. Índice de condición de pavimentos (PCI).	79
1.3.5.1 Índice de condición pavimento.	79
1.3.5.2. Procedimiento de evaluación de la condición de pavimentos.	82
1.3.6. Evaluación de pavimentos	94
1.3.7. Evaluación estructural basado en las curvas de deflexión	95
1.3.7.1. Cálculo de deflexiones	96
1.3.7.2. Factores que influyen en la determinación de la deflexión.	96
1.3.7.3. La viga Benkelman.	102
1.3.7.4. Metodología de utilización de la viga Benkelman	107
1.3.7.5. Modelos matemáticos para pavimentos.	107
1.3.7.6. Parámetros de evaluación.	111
1.3.7. Soluciones de diseño de espesor de refuerzo.	116
1.3.7.1 Métodos de cálculos del espesor de la sobrecapa.	116
1.4. Formulación del problema	119
1.5. Justificación del estudio	119
1.6. Hipótesis	121
1.7. Objetivos	121

II. MÉTODO	
2.1. Diseño de investigación	122
2.2. Variables, operacionalización	122
2.3. Población y muestra	123
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	125
2.5. Método de análisis de datos	125
2.6. Aspectos éticos	126
III. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE LA EVALUACIÓN.	
3.1. Resultados de la evaluación superficial.	127
3.2. Resultados de la evaluación estructural.	129
3.2.1. Método de Hogg.	129
3.3. Interpretación y solución de los resultados.	131
3.3.1. Interpretación y solución del método PCI.	131
3.3.2. Interpretación y solución del método de Hogg.	131
IV. DISCUSIÓN	134
V. CONCLUSIONES	135
VI. RECOMENDACIONES	138
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	140
LISTA DE FIGURAS	143
LISTA DE TABLAS	146
ANEXOS	147

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se propone una metodología de diagnóstico del estado estructural del pavimento (fallas estructurales y fallas funcionales), basado en deflexiones medidas con la viga Benkelman en la superficie del pavimento y el uso del índice de condición de pavimentos (PCI), el proceso comienza con la identificación de los tipos de fallas en el tramo estudiado y la recolección de datos utilizando la viga Benkelman (ensayo no destructivo), con los resultados obtenidos se calcula el módulo de elasticidad y el CBR del pavimento, con la ayuda del modelo matemático de Hogg, y así calcular el refuerzo de capa asfáltica según el Equivalente Axle Load (EAL) de diseño en la muestra estudiada de 20 Km, obteniendo como conclusión el refuerzo de capa asfáltica por kilómetro además de identificar qué tipo de mantenimiento se debe hacer en la vía Cátac – Querococha.

Palabras clave (Deflexiones, tipos de falla, asfalto)

ABSTRACT

In the present work, a methodology for the diagnosis of the structural condition of the pavement (structural faults and functional faults), based on measured deflections with the Benkelman beam at the pavement surface and the use of pavement condition index , The process begins with the identification of the fault types in the studied section and the data collection using the Benkelman beam (non-destructive test), with the results obtained calculate the modulus of elasticity and the CBR of the pavement, with the help of the Hogg's mathematical model, to calculate the asphalt layer reinforcement according to the design EAL in the studied sample of 20 km, obtaining as a conclusion reinforcement of asphalt layer per kilometer in addition to identifying what kind of maintenance should be done in the Via Cátac - Querococha.

Keywords (Deflections, types of fault, asphalt)