



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Mejoramiento de Camino Vecinal previa Evaluación de la
Condición de la vía en la Quebrada Honda – Selva Alegre –
Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri, Distrito de Vilcabamba,
Provincia de Convención, Departamento de Cusco, 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Garces Farfan, John Rely (0000-0003-4912-8198)

Jordan Ampa, Juan Carlos (0000-0003-2725-4804)

ASESOR:

Mgtr. Segura Terrones, Luis Alberto (0000-0002-9320-0540)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

El presente trabajo de grado lo dedico a mis padres por su apoyo incondicional, a mi enamorada carolina por enseñarme cada día que cuando trabajas en lo que te gusta el trabajo se vuelve diversión y de manera especial a mi mamá carlota y mi papá isidro quienes son el pilar fundamental de mi vida, donde su comprensión y amor me dieron las fuerzas para poder culminar una etapa importante.

Jordán Ampa, Juan Carlos

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre pues sin ella no lo habría logrado. Tu bendición a diario a lo largo de mi vida me protege y me lleve por el camino del bien. Por eso te doy mi trabajo en ofrenda por tu paciencia y amor madre mía, te amo

Garces Farfán, John Rely

Agradecimiento

Agradezco a Dios por habernos otorgado una familia y enamorada maravillosa, quienes han creído en mí, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio, enseñándome a valorar lo poco que tengo. GRACIAS POR TODO.

Jordán Ampa, Juan Carlos

Agradezco a dios por haberme otorgado una familia maravillosa quienes han creído en mi dándome ejemplo de superación, humildad sacrificio en soñándome el valor de todo lo que tengo A todos ellos dedico el presente trabajo porque an fomentado en mí el deseo de superación y de triunfo en la vida

Garces Farfán, John Rely

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenido	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	21
3.1. Tipo y diseño de investigación	21
3.2. Variables y operacionalización	22
3.3. Población, muestra y muestreo	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.5. Procedimiento	24
3.6. Método de análisis de datos	25
3.7. Aspectos éticos	25
IV. RESULTADOS	26
4.1. Características generales de la zona de estudio	26
4.2. Descripción de la Ruta	28
4.3. Condición actual de la Vía.	29
4.4. Descripción del Proyecto	29
4.5. Monto del Proyecto.	45
V. DISCUSIÓN	48
VI. CONCLUSIONES	50
VII. RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS	52
ANEXOS	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1:	Calificación según Rangos del PCI.	11
Tabla N° 2:	Consideraciones de Fallas por el Método PCI.	11
Tabla N° 3:	Dimensiones de las Unidades de Muestreo	12
Tabla N° 4:	Medidas de Intervención para cada rango del PCI	17
Tabla N° 5:	Nivel de Servicio según demoras en intersecciones	20
Tabla N° 6:	Listas de Alcantarilla de Alivio Tipo TMC	33
Tabla N° 7:	Resumen de Canteras identificadas	37
Tabla N° 8:	Fuentes de agua	37
Tabla N° 9:	Señales proyectadas	40
Tabla N° 10:	Costo del proyecto	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Espesores Típicos de un Pavimento Flexible	10
Figura N° 2: Espesores Típicos de un Pavimento Rígido	10
Figura N° 3: Formato de Registro	14
Figura N° 4: Ubicación del Proyecto	27
Figura N° 5: Vehículos que transitan en la vía	30

Resumen

La presente tesis tiene como objetivo principal, determinar de qué manera la previa evaluación del índice de condición del pavimento flexible, mejora el camino vecinal en la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri, Distrito de Vilcabamba, 2022. Para lo cual se utilizó el método PCI, con el que se determinó la condición actual del pavimento y sobre ello plantear las alternativas de solución.

La presente tesis, es de tipo aplicativo porque mejorara el nivel de servicio del camino vecinal de la vía del Distrito de Vilcabamba, presenta un enfoque cuantitativo, descriptivo, diseño no experimental y de corte transversal. La población de estudio está formada por 50 unidades muestrales que derivan de 1km de la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri, Distrito de Vilcabamba, 2022 y la muestra es de tipo probabilístico sistemático conformado por 25 unidades muestrales.

Se concluyo que la evaluación previa a 1km del camino vecinal Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri, Distrito de Vilcabamba, por el método PCI determinó tres tramos con condición excelente, muy malo y regular, planteando un mantenimiento rutinario y de reconstrucción respectivamente.

Palabra clave: Condición del pavimento, mejoramiento, camino vecinal.

Abstract

The main objective of this thesis is to determine how the previous evaluation of the flexible pavement condition index improves the neighborhood road in Quebrada Honda - Selva Alegre - Sigasiato - Yuveni - Chuanquiri, District of Vilcabamba, 2022. For which The PCI method was used, with which the current condition of the pavement was determined and based on it, the solution alternatives were proposed.

This thesis is of an application type because it will improve the service level of the local road of the District of Vilcabamba, it presents a quantitative, descriptive, non-experimental and cross-sectional design. The study population is made up of 50 sample units that derive from 1km of the Quebrada Honda - Selva Alegre - Sigasiato - Yuveni - Chuanquiri, District of Vilcabamba, 2022 and the sample is of a systematic probabilistic type made up of 25 sample units.

It was concluded that the previous evaluation of 1km of the Quebrada Honda - Selva Alegre - Sigasiato - Yuveni - Chuanquiri neighborhood road, Vilcabamba District, using the PCI method, determined three sections with excellent, very poor and regular condition, proposing routine maintenance and reconstruction. respectively.

Keyword: Condition of the pavement, improvement, neighborhood road.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, producto del incremento económico, demográfico y del parque automotor, la demanda en cuanto al uso del camino vecinal, se ha convertido en una necesidad de tránsito vehicular para la población, y en uno de los problemas principales que tiene que atender las autoridades de turno. Ante esto, la aplicación de la metodología Pavement Condition Index (PCI) en la evaluación previa de la condición de pavimentos juega un papel muy importante en cuanto a las mejoras de este activo.

En los últimos años a nivel mundial los caminos vecinales han demostrado ser de gran importancia en cuanto al desarrollo socioeconómico de un país, ante ello, la falta de prevención en cuanto al mantenimiento ha sido y es uno de los factores más relevantes que ocasionan el deterioro de la vía, ante esta situación según datos del Banco Mundial de la construcción (1988), señalaron que, la falta de mantenimiento en la infraestructura vial en 85 países en desarrollo, han generado pérdidas por la suma de US\$ 45.000 millones; el cual se pudo evitar, realizando mantenimientos preventivos, que costaría menos de US\$ 12.000 millones.

En el Perú, gran parte del camino vecinal existente, se encuentra en malas condiciones por la deficiente gestión de mantenimiento por parte de los gobiernos Locales y Regionales. Estos activos, está distribuidos en tres niveles: la red vial Nacional con 27,109 km a cargo del Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC), la siguiente red vial Departamental con 27, 505 km a responsabilidad de los Gobiernos Regionales, y la red vial vecinal con 113,857 km a cargo de los Gobiernos Municipales. Siendo la primera la más atendida en un 79.1% de vías pavimentadas, frente a un 13.2 % y 1.6% respectivamente del resto de las vías durante el año 2018 (Comex Perú, 2020), notándose una brecha considerable de desatención.

Conforme al incremento vehicular del parque automotor en la ciudad de Cusco y en particular en el distrito de Vilcabamba, la demanda de uso de los

caminos vecinales, se ha convertido en una necesidad diaria para el transporte público y privado. Este distrito alberga a la mayor población de la capital, con más de un millón de habitantes según el Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI. (2018). Ante esta realidad el uso masivo del transporte público en el traslado de la población hacia sus diferentes centros de trabajo, transporte de mercaderías, y entre otras actividades económicas, hacen posible el deterioro del pavimento.

El presente estudio, será desarrollado sobre el camino vecinal de la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri, Distrito de Vilcabamba. La avenida en mención, es una de las más importantes de ingreso al distrito, porque conecta avenidas principales. En el que se originan considerables volúmenes de tránsito vehicular. Ante esta situación existe la necesidad de conocer el estado de este activo, a través del empleo del método (PCI) para el diagnóstico del pavimento y de esta manera proponer las soluciones respectivas.

En cuanto a la justificación teórica de la actual tesis, permitirá la aplicación discusión de las premisas teóricas con respecto a la evaluación previa a través del método (PCI). Así mismo el presente estudio contempla la justificación social y económica, por la aplicación de estrategias en la mejora de la calidad de servicio del camino vecinal, y alerta a las autoridades competentes sobre las pérdidas económicas que podría ocasionar, si es que no se atiende oportunamente el problema del deterioro del pavimento. Pequeño (2015) mencionó: “La vida útil del pavimento se alarga cuando se implementa un sistema de conservación a través de un modelo económico en el cual optimiza los fondos públicos” (p. 15); del mismo modo, Vergara (2015) describió: “Existen sobre costos de operación en cuanto al deterioro de pavimentos, así como: incremento en el periodo de recorrido, mayor consumo de combustible, deterioro de los vehículos y neumáticos” (p. 8).

El interés de la evaluación previa al pavimento de la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri a través del método PCI, es

para mejorar el nivel de servicio de esta infraestructura, poniendo en condiciones óptimas con las cuales brinde al usuario un mejor servicio, a la vez prolongando su vida útil.

Sobre la base de la realidad problemática presentada se planteó el problema general y los problemas específicos de la investigación. El problema general de la investigación fue

¿De qué manera la previa evaluación del índice de condición del camino vecinal mejora la vía en la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri, Distrito de Vilcabamba, 2022?

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

PE1: ¿Cómo el método PCI influye en el mejoramiento del estado actual del camino vecinal de la vía en la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri?

PE2: ¿Cómo influye el método PCI en determinar una propuesta económica de reconstrucción y mantenimiento para el camino vecinal Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri?

PE3: ¿De qué manera el método PCI influye en la optimización de la infraestructura existente de la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri?

El objetivo general fue:

Determinar de qué manera la previa evaluación del índice de condición del camino vecinal, mejora la vía en la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri, Distrito de Vilcabamba, 2022.

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

OE1: Determinar cómo el método PCI influye en el mejoramiento del estado actual del camino vecinal en la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri.

OE2: Determinar que el método PCI influye en establecer una propuesta económica de reconstrucción y mantenimiento para el camino vecinal en la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri.

OE3: Determinar cómo influye el método el PCI en la optimización de la infraestructura existente de la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri.

II. MARCO TEÓRICO

A continuación, mencionamos los trabajos de investigación más representativos realizados tanto a nivel nacional e internacional, la cual se relacionan con los objetivos planteados en el presente trabajo.

Cotrina (2019) Aplicación del método Pavement Condition Index (PCI) para evaluar pavimentos flexibles en la progresiva 46+600- 51+600, Yanahuanca-Cerro de Pasco 2019. Cuyo objetivo fue mostrar la condición actual del presente pavimento. Usando el método del (PCI). El diseño es no experimental tipo descriptivo, y de enfoque cuantitativo; se obtuvo la muestra recomendada por la metodología del PCI, cuyos resultados son 15 unidades muestrales; de los cuales, dio una calificación de PCI =49.1, calificado con una condición regular, que el tipo de intervención a realizar es un mantenimiento rutinario el cual consta de reparaciones menores y localizadas de la superficie; con la finalidad de prolongar la vida útil de dicha vía.

Quiñones (2017) Diagnóstico y diseño vial del pavimento flexible: avenida Alfonso Ugarte (tramo: carretera central – avenida ferrocarril), en el distrito de Hualhuas, provincia de Huancayo 2016. Cuyo objetivo fue, evaluar el diagnóstico de la carpeta asfáltica, para el diseño del pavimento flexible, a través de las metodologías PCI y aashto 93. En la que concluyo que el pavimento de esta avenida se encuentra en una condición malo, planteando su reconstrucción, con espesores de 35cm de base (reciclado al 50% con material de cantera 50% material existente +2% de cemento para la estabilización) y 5cm de carpeta asfáltica.

Chura (2014) Mejoramiento de la Infraestructura Vial a Nivel de Pavimento Flexible de la Avenida Simón Bolívar de la Ciudad de Arapa – Provincia de Azángaro – Puno. Cuyo propósito fue de proponer un expediente técnico, con el fin de mejorar la infraestructura vial, en el cual propuso la necesidad de asfaltar dicha vía por la cantidad de flujo vehicular que presenta.

Según Guzmán (2019) Análisis comparativo entre dos tipos de pavimentos para el campus de la UNALM. Cuya finalidad fue, la comparación a nivel de costos e impacto ambiental para pavimentos rígidos y flexibles urbanos, en el campus UNALM. Para este análisis se planteó la construcción de cada tipo de pavimento mediante el apoyo del método aashto 93, con un periodo de análisis 20 años. Para luego proceder al análisis comparativo de costos durante el periodo de construcción y mantenimiento. Concluyendo que la alternativa de menor costo en un 19% es para el pavimento rígido, con un a diferencia de S/. 905,803.62 con respecto al pavimento flexible en un tramo de 2.2 kilómetros de vía.

Olivera (2019) Diseño del pavimento flexible avenida principal sector 2 alto Trujillo – Trujillo - la Libertad 2019. Tuvo como objetivo Determinar el diseño de pavimentación Flexible en la Av. Principal, sector 2 del Centro Poblado Alto Trujillo. A través del método Aastho 1993, calculando los espesores y optando por el más económico y eficiente que soportara cargas de tráfico, con 7cm de carpeta asfáltica, 25 cm de base y 20 cm de subbase.

Solf (2018) Diseño de ampliación de calzada para liberar el tránsito vehicular, en el paradero 10, Av. Canto Grande, 2018. Tuvo como objetivo, ampliar la calzada en el paradero 10 de la Canto grande con la finalidad de liberar el tránsito vehicular; Cuyos resultados fueron simulados a través del software Synchro 10, con la propuesta actual y con proyecto mejorando así el nivel de servicio de la intersección, para el cual propuso ampliar en un tercer carril la calzada existente, implementar carriles exclusivos, ensanchar los carriles de 3.20 m a 3.50 m, mejorar las escasa señales verticales, horizontales entre otras.

A continuación, mencionamos algunos antecedentes internacionales relacionados con el tema de investigación:

Byron (2020) Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta.

Provincia de Manabí. El objetivo de este estudio fue diagnosticar el estado de la carretera Puerto-Aeropuerto (Tramo II) de la ciudad de Manta, provincia de Manabí. La técnica para la obtención de datos fue observacional para la identificación y selección del tramo en estudio. Como instrumento para aplicar el método PCI, se utiliza un formato de registro de las fallas. La población objeto de estudio es el Aeropuerto, el cual consta de 3600 metros (m) de largo y 17.5 m de ancho. Los resultados señalan que la condición del tramo analizado dio una calificación de 49 que lo ubica en la clasificación Regular, según el índice PCI. Se concluye que: la carretera requiere de un mantenimiento del tipo menor y del tipo mayor.

Ruiz (2019) Aplicación de metodología de evaluación PCI a pavimento flexible en la localidad de Engativá. Tuvo como objetivo evaluar el pavimento por segmentos Para ello se tuvo que utilizar el método PCI, esta metodología es usada ampliamente el rubro de ingeniería, y más detalladamente por nuestra localidad por el Instituto de Desarrollo Urbano IDU. Mediante el empleo de esta metodología de PCI, conocimos el estado del pavimento, resultando a la evaluación como una condición muy mala de 22.2%, como malo 11.1%, condición regular con 22.2%, el otro segmento en buen estado el 33.3%, y finalmente como excelente con el 11.2%. Así conociendo estos resultados podremos proponer las respectivas soluciones de mantenimiento y rehabilitación.

Restrepo y Cruz (2017) Evaluación Del Estado De Pavimentos Flexibles En La Zona Urbana De La Calera. La presente investigación tuvo como objetivo determinar las carreteras en las zonas urbanas de la Calera. Para esta evaluación se utilizó la metodología PCI ampliamente utilizado en el mundo y en Colombia, y es este método que utiliza la institución de Desarrollo Urbano de este país. El resultado de las evaluaciones del pavimento flexible en su mayoría se encontró como fallado con 11.1%, como muy malo se encontró 22.2%, como malo 22.2%, como regular con 16.6%, también se encontró en buen estado con 11.1%, muy bueno 11.1% y finalmente excelente con 5.6%. De esta manera proponemos acciones como rehabilitación y mantenimiento.

ACPA (American Concrete Pavement Association) Análisis del costo del ciclo de vida: Una herramienta para evaluar mejor las inversiones y decisiones técnicas en pavimentación. Es un boletín en el que se comparó alternativas de diseño en cuanto al análisis técnico económico durante el ciclo de vida (90 años) entre pavimento de hormigón y asfalto realizada para una calle urbana, carretera y pista de aterrizaje. Determinando que el costo inicial de construcción para el asfalto es un 15% menos que el hormigón, pero considerando los costos de mantenimiento durante el ciclo de análisis (90 años), el hormigón cuesta un 29% menos que el asfalto, con respecto a la calle urbana.

Pereira, Silva y Fontenele (2019) Escala visual para evaluación de pavimentos urbanos: Una validación en oficina. La presente investigación tuvo como objetivo validar en oficina fotografías de los diferentes niveles de clasificación de manera visual en escala. Esta información fue mostrada en los dos paneles el cual sirvió como base de datos. El cual sirvió como referencia para el presente trabajo solo un panel. Estos paneles representaron una diversidad de fotografías de la superficie que presentaban las vías urbanas, el cual se clasificó a través de notas que iban de cero (0) y diez (10). Se pudo concluir que la clasificación en escala visual se puede utilizar en pavimentos urbanos debido a la reducción influyente en la dispersión de juicio por parte de los evaluadores.

Teorías relacionadas al tema

El camino vecinal como uno de los activos más importantes para el desarrollo de la población, conlleva a tener una mayor atención en cuanto a su construcción operación y mantenimiento por las autoridades competentes, para de esta manera brindar una calidad de servicio a todos los usuarios. En tal sentido, los elementos principales que compone la infraestructura vial es el pavimento, ya sea de concreto, asfalto o afirmado; entre los elementos indirectos tenemos las señalizaciones verticales, horizontales, entre otras. Las cuales pasaremos a describir líneas abajo, así como también los métodos que se utilizan para intervenir a estos elementos.

Infraestructura vial.

La infraestructura vial son todos los elementos que hacen posible el traslado vehicular de un punto a otro de manera segura y confortable.

Pavimento.

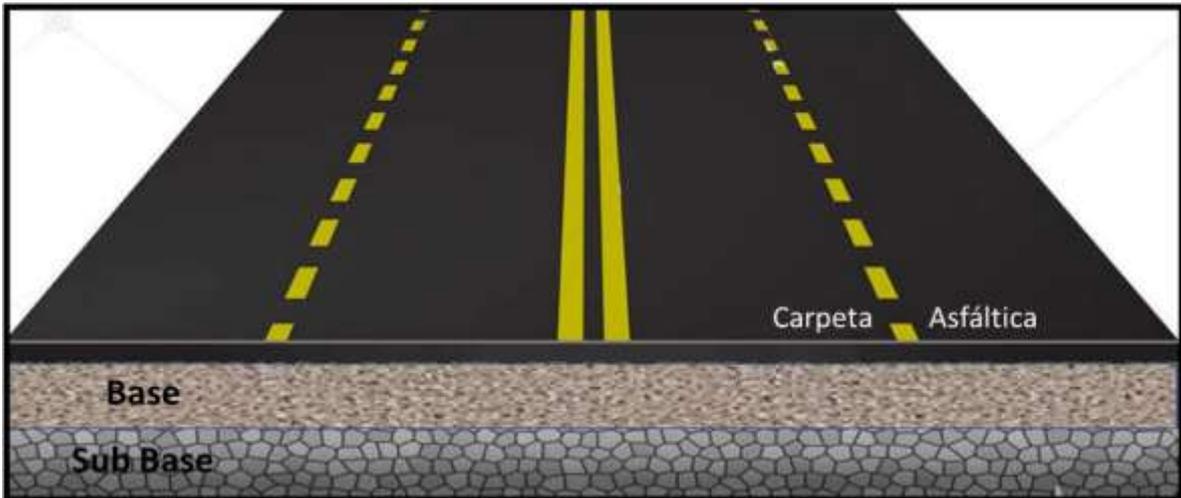
Los pavimentos son estructuras viales multicapa, dicho de otro modo, están formados por un conjunto de capas distribuidos de forma relativamente horizontales, las cuales son diseñadas para soportar las cargas de tránsito ejercida durante el periodo de tiempo, con el fin de ofrecer a los usuarios un servicio cómodo seguro y reconfortarle.

- **Capa de rodadura:** Es la capa superior del pavimento, el cual, está en contacto con los vehículos. Esta capa puede ser de tipo bituminoso o flexible, o como también de concreto.
- **Base:** Esta capa cumple la función de base y sostiene a la capa de rodadura, trasmite las diferentes cargas de tránsito a la subbase (s) o subrasante. Esta base granular por lo general presenta un espesor mínimo de 15 cm, e ira aumentara en función al diseño.
- **Subbase:** Esta capa sirve de soporte a la base, generalmente se utiliza como capa de drenaje, dependiendo con el tipo de diseño, esta puede obviarse. Generalmente es de tipo granular ($\text{CBR} \geq 40\%$), pudiendo mejorar este indicador a través de un tratamiento con cemento cal o asfalto.

Pavimento flexible.

El pavimento flexible es un elemento de la infraestructura vial, está conformado por una capa superior mezcla asfáltica, en cual se encuentra apoyado sobre una base y sub sabe (s) granular(es), de acuerdo a la capacidad portante que estos últimos presentan. Estos pavimentos son diseñados de acuerdo a un determinado tiempo de servicio, por lo general entre 10 a 20 años, en función nivel de importancia. Es necesario también considerar que este tipo estructuras requieren de mantenimientos periódicos (programados) por lo general cada 3 años.

Figura N° 1: Espesores Típicos de un Pavimento Flexible



Fuente: Elaboración Propia, 2022.

Pavimentos rígidos.

El pavimento rígido es la losa de concreto y sus respectivas bases granulares, distribuidas de manera casi horizontal. esta losa por lo general absorbe casi la totalidad de los esfuerzos ocasionados por las reiteradas cargas vehiculares. Por lo general lleva menos capas que un pavimento flexible.

Figura N° 2: Espesores Típicos de un Pavimento Rígido.



Fuente: Elaboración Propia, 2022.

Método PCI (Índice de condición del pavimento).

El método PCI, es una de las metodologías más completas para la evaluación de pavimentos rígidos como flexible, desarrollados por los ingenieros del ejército de los Estados Unidos. El cual presenta unos parámetros de evaluación con el que se determina la clase de daño (19 fallas), los niveles de severidad del daño y la densidad de estos sobre el área de evaluación, para de este modo determinar los rangos de calificación.

Tabla Nº 1: Calificación según Rangos del PCI.

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

Fuente: Manual PCI

Tipos de fallas.

La metodología considera 19 fallas las cuales deberán ser identificadas de acuerdo a su número (identidad) tipo de falla y unidad de medida.

Tabla Nº 2: Consideración de Fallas por el Método PCI.

Nº	Tipo de Falla	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	m ²
2	Exudación	m ²
3	Agrietamiento en Bloque	m ²
4	Abultamientos y Hundimientos	m ²
5	Corrugación	m ²
6	Depresión	m ²
7	Grieta de Borde	m

Nº	Tipo de Falla	Unidad
8	Grieta de reflexión de junta	m
9	Desnivel Carril/Berma	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	m
11	Parqueo	m ²
12	Pulimiento de Agregados	m ²
13	Huecos	Und
14	Cruce de vía férrea	m ²
15	Ahuellamiento	m ²
16	Desplazamiento	m ²
17	Grieta Parabólica	m ²
18	Hinchamiento	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	m ²

Fuente: Manual PCI

Procedimiento para obtención de índice de condición del pavimento PCI.

Paso1. Determinación de las unidades de muestreo.

La determinación de las unidades de muestreo es a partir del ancho de la sección de la vía en estudio, con lo cual se determina su longitud a partir de la tabla 01.

Tabla Nº 3: Dimensiones de las Unidades de Muestreo

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.6	35.4
7.3. máximo	31.5

Fuente: Manual PCI

Una vez determinada la longitud de la unidad muestral, determinamos el área de la muestra, para lo cual debe estar entre un rango de $225 \pm 90 \text{ m}^2$. Por otro lado, es importante conocer en número mínimo de unidades muestras, para ello nos basamos en la ecuación 01. Conforme lo estipula la metodología.

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

- n = Es el número mínimo de unidades muestrales
- N = Es el número total de unidades de muestreo
- σ = Desviación estándar, ($\sigma = 10$)
- E = Es el error admisible ($e = 5\%$)

Es importante señalar que la norma nos precisa que la desviación estándar para pavimentos flexibles es de 10 y 15 para pavimentos rígidos.

Seguidamente se procede a determinar la selección de unidades muestrales a través del intervalo de muestreo a través de la ecuación 02.

$$i = \frac{N}{n} \dots \text{Ecuación 2}$$

Donde: i = intervalo de muestreo

Con ello, procedemos a delimitar las unidades muestrales del pavimento en ambos sentidos de la vía.

Paso 2: Formato de registro

Es el formato de registro donde se ingresan los datos obtenidos de la inspección del pavimento, en el cual se describe las características del pavimento a evaluar y se registra los diferentes daños encontrados por unidad de muestra, la severidad y la cantidad de daño. Seguidamente se calcula la densidad, la cual es la relación entre el daño total por tipo de falla,

sobre el área de la unidad de muestra multiplicado por 100. Finalmente se obtiene el valor deducido a través de los ábacos brindados por la metodología.

Figura Nº 3: Formato de Registro

FORMATO DE REGISTRO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI									
							ESQUEMA		
Nombre de Vía		Abscisa Inicial		Unidad de Muestreo					
Sentido		Abscisa Final		Área Muestreo m ² .					
Inspeccionada por				Fecha					
No.	Daño		No.	Daño					
1	Piel de cocodrilo (m ²)	7	Grieta de borde (m)			13	Huecos (Unidad)		
2	Exudación (m ²)	8	Grieta de reflexión de junta (m)			15	Ahuellamiento (m ²)		
3	Agrietamiento en bloque	9	Desnivel carril/berma (m)			16	Desplazamiento (m ²)		
4	Abultamiento y hundimientos	10	Grietas long. y transversales (m)			17	Grieta parabólica (m ²)		
5	Corrugación (m ²)	11	Parcheo (m ²)			18	Hinchamiento (m ²)		
6	Depresión (m ²)	12	Pulimiento de agregados (m ²)			19	Desprendimiento de agregados (m ²)		

Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor Deducido

Fuente: Elaboración propia/ Manual PCI

Cálculo del PCI:

Una vez registrada las diferentes fallas en el formato de registro, se procede de la siguiente manera:

- Cálculo de valores deducidos (VD).

El valor deducido representa el daño de la sección o área que está siendo evaluada, para lo cual se debe tener la cantidad de fallas y la densidad de cada daño, y mediante unos ábacos proporcionados por la norma para cada daño, se identificará gráficamente la densidad con la curva de severidad, para así obtener el VD.

- Cálculo del número máximo deducidos (mi).

Es la cantidad de valores a corregir y se determinará con la siguiente ecuación:

$$mi = 1 + (9/98) * (100 - VDH) \dots \text{Ecuación: 03}$$

VDH: Valor deductivo máximo

- Cálculo del máximo valor deductivo (máximo CDV).

Se calcula en función a los valores deducidos corregidos VDT y los valores "q" (número de valores deducidos) mediante ábacos proporcionados por la norma, para obtener valores deducidos corregidos (CDT) y finalmente selecciono el máximo valor deducido corregido (máximo CDV).

- Determinación del PCI.

Una vez obtenido el máximo CDV. Procedo a obtener el PCI de la Unidad muestral, donde $PCI = 100 - \text{máximo CDV}$.

Mantenimiento de pavimentos.

El mantenimiento de pavimentos conlleva a la realización de un conjunto de actividades de manera oportuna, con la finalidad de conservar los niveles de servicio que ofrece a los usuarios. para de este modo, evitar deterioros acelerados que a la larga generen mayores costos.

Clasificación de actividades de mantenimiento en pavimentos

Mantenimiento Rutinario.

La limpieza de calzadas, pintado y conservación de señales de tránsito tanto verticales como horizontales, sellado de fisuras, grietas parchado superficial y profundas, entre otras las que se programen durante el año.

Mantenimiento Periódico

A diferencia del mantenimiento rutinario, el mantenimiento periódico se realiza en periodos de más de un año, con la finalidad de conservar la estructura en toda su integridad.

- Recapeo asfaltico
- Remoción superficial por fresado
- Reciclado en frio y en caliente

Rehabilitación de pavimentos.

Las acciones que se desarrolla en esta actividad, es recuperar las condiciones iniciales del pavimento, afín de contar con la adecuada capacidad estructural y afrontar el tránsito vehicular (Garcés, 2017, p. 81), entre ellas se menciona:

- Modificación de materiales
- estabilización de calzada
- reconstrucción.

Actividades de tratamiento al pavimento Recapeo asfáltico

Según el informe de mantenimiento rutinario y periódico volumen 7 del MTC. (2015, p.12), señalaron que: cuando el pavimento se encuentre en una condición regular, agregar una capa de pavimento sobre el existente. Para reforzar la estructura del pavimento.

Relación entre mantenimiento y rehabilitación del pavimento con el método PCI

El manual de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles, da a conocer las diferentes categorías de intervención de acuerdo al rango de clasificación del PCI Jugo (2005) citado por Garcés (2017, p.81)

Tabla N° 4: Medidas de Intervención Para Cada Rango del PCI

Categoría de acción	Rango	Clasificación	Simbología
Mantenimiento Preventivo	100 – 85	Excelente	
Mantenimiento Preventivo Rutinario y/o Periódico	85 – 70	Muy Bueno	
	70 – 55	Bueno	
Mantenimiento Correctivo	55 – 40	Regular	
Rehabilitación – Refuerzo Estructural	40 – 25	Malo	
Rehabilitación – Reconstrucción	25 – 10	Muy Malo	
	10 – 0	Fallado	

Fuente: Jugo B, 2005/ Garcés, 2017

Estudio de tráfico.

El estudio de tráfico tiene por finalidad determinar los volúmenes de movimiento tanto vehicular como peatonal de una vía, intersecciones de vías. Así como la clasificación de los diferentes vehículos las cuales son realizadas, a través de un conteo manual, registradas en unos formatos, para luego determinar el Índice Medio Diario Anual (IMDA), este último es obtenido a partir del producto entre el factor de corrección (FC) y el índice medio diario semanal (IMDS), a su vez este último es obtenido del promedio del conteo vehicular durante los siete días.

CBR (California Bearing Ratio)

El CBR es un método para obtener la capacidad portante de los pisos de fundación, sobre el cual se construirá las diferentes capas granulares como capas de rodadura ya sean asfaltos, concretos hidráulicos en otros.

ESAL

El ESAL es el número de ejes equivalentes que soporta el pavimento durante los 365 días multiplicado por la sumatoria total del índice medio diario anual, factor direccional (F_d), factor carril (F_c) y el factor de vehículos pesados.

$$\#EE = 365 * (\Sigma f. IMDa) * Fd * Fc * Fca \dots \dots \text{Ecuación 04}$$

- $\#EE$: número de ejes equivalentes
- $\Sigma f. IMDa$: Sumatoria del índice medio diario anual
- Fd : Factor direccional
- Fc : Factor carril
- Fca : Factor de vehículos pesados

$$Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r} \dots \dots \dots \text{Ecuación 05}$$

- r : tasa de crecimiento de vehículos pesados
- n : tiempo de vida útil del pavimento

El método AASHTO 93 de uso para pavimentos flexibles.

Es uno de los métodos más usados a nivel mundial para el diseño del pavimento, el cual considera una serie de variables necesarios para el cálculo de espesores del pavimento, en función a las fuerzas actuantes con la finalidad de cumplir con el índice de servicio adecuado.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{1094}\right)}{0.4 + \frac{1}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

... Ecuación 06.

- (W_{18}) : Numero de repeticiones equivalentes a 8.2 Toneladas (ESAL)
- Z_R : Desviación estándar normal
- S_0 : Desviación estándar combinado
- SN : Numero estructural de la capa
- ΔPSI : Diferencia de serviciabilidad inicial y final
- M_R : Modulo de resiliencia de la subrasante

Metodología AASHTO 93 (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993) Para pavimentos rígidos

El cálculo de la losa de concreto se diseña en función a la siguiente formula.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_0 + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D+25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10}\left(\frac{M_r C_{ax}(0.09D^{0.75}-1.132)}{1.51 \times J \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{\left(\frac{E_c}{k}\right)^{0.25}}\right)}\right) \dots \text{Ecuación 07.}$$

- (W_{18}) : Numero de repeticiones equivalentes a 8.2 Toneladas (ESAL)
- Z_R : Desviación estándar normal
- S_0 : Desviación estándar
- D : Espesor del pavimento
- ΔPSI : Diferencia de serviciabilidad inicial y final
- M_R : Resistencia media concreto a flexo tracción a los 28 días
- Cd : Condiciones de drenaje
- J : Condiciones de transmisión de carga en la junta
- E_c : Módulo de elasticidad del concreto (PSI)

Nivel de servicio de intersecciones: Es la relación que existe entre la capacidad de la vía y el volumen de tráfico (demanda), donde este último deberá ser menor para ofrecer al usuario un servicio aceptable. El HCM (Highway Capacity Manual) determina los niveles de servicio en función a los tiempos de demoras.

Tabla N° 5: Nivel de Servicio según Demoras en Intersecciones

Nivel de servicio	Demoras por control (segundos /Vehículo)
A	≤ 10
B	10-20
C	20-35
D	35-55
E	55-80
F	> 80

Fuente: HCM (Highway Capacity Manual)

Programa Synchro 8: Es un software elaborado por la Universidad Trafficware, quienes son especialistas en el análisis de tráfico en los Estados Unidos. El cual determina el nivel de servicio de una intersección, a través de una micro simulación.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Según Borja (2012, p. 10) menciona que: La investigación aplicada en los proyectos de la ingeniería son ubicados dentro de esta clasificación de estudio siempre y cuando resuelvan problemas. Ante esto, de acuerdo a la finalidad que persigue el presente proyecto de investigación, es de tipo aplicativo porque tiene por finalidad determinar el estado actual del pavimento para de esta manera poder brindar soluciones a los problemas encontrados.

La presente tesis, abarca un enfoque cuantitativo porque va a comprobar la afirmación de la hipótesis planteada conforme a los datos obtenidos en la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri, Distrito de Vilcabamba, con las cuales se analizará a través de la previa evaluación por el método PCI, para de esta manera proponer las mejoras sobre la infraestructura vial.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.153) manifestó que, en un estudio no experimental, las variables independientes no se manipulan porque ya ocurrieron. Por lo tanto, podemos manifestar que la actual investigación, presenta un diseño no experimental, en medida que no se manipula la variable independiente que es el método PCI (índice de condición del pavimento), y que de acuerdo a su dimensión temporal la presente tesis se clasifica como una investigación transaccional o transversal, porque la recolección de datos se realizara por única vez. Finalmente, el estudio es Descriptivo porque describirá las diferentes condiciones actuales que presenta el pavimento a través del uso de la metodología PCI.

3.2. Variables y operacionalización

Las variables estudiadas en el presente trabajo de investigación son:

Variable Independiente: Índice de Condición de Pavimento: Según Vásquez (2002, p.2) señalo que: El método PCI es un índice de valores numéricos que oscilan desde cien (100) en pavimentos excelentes o en perfecto estado hasta cero (0), en pavimentos en mal estado o fallados. Ante ello, esta metodología nos servirá para conocer la condición actual del pavimento de la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri, Distrito de Vilcabamba, y sobre ello se determinarán las mejoras de esta infraestructura.

Variable dependiente: Infraestructura vial: Solminihac (2005, p. 6) describió que: La infraestructura vial son todos los elementos que hacen posible el desplazamiento vehicular de un punto a otro de manera confortable. Por ello, los elementos que componen la infraestructura vial no solo representan el pavimento, sino todos los elementos que hacen posible el desplazamiento de vehículos de manera segura y cómoda.

3.3. Población, muestra y muestreo

Al respecto Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.174) describieron: La población representa un conjunto de casos y especificaciones con las mismas coincidencias. Por ello, la población de estudio está formada por 50 unidades muestrales que derivan de 1km de la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri ubicado en el Distrito de Vilcabamba.

La muestra para la presente tesis, está conformado por 25 unidades muestrales, seleccionadas en ambos sentidos del pavimento de acuerdo a la metodología PCI.

Según Borja (2012, p.32) describió que: El muestreo probabilístico sistemático es un tipo de muestreo donde todos los elementos presentes de la población de estudio tienen la posibilidad de ser elegidos y seleccionados cada cierto intervalo

Por lo tanto, el muestreo realizado será probabilístico sistemático, porque el primer elemento será seleccionado aleatoriamente y el resto en un intervalo sistemático.

Concerniente a la unidad de análisis, serán determinadas de acuerdo al método PCI. Según Vásquez (2002) menciona que: “El área de las unidades de muestreo para rodadura asfáltica están en rangos de $230 \pm 93 \text{ m}^2$.” (p. 3). Por lo tanto, el área de la unidad de muestreo del pavimento para la presente tesis será de 240.00 m^2 .

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Borja (2012, p.33) describió que: La información recolectada de datos observados en proyectos de investigación ingenieril, deben ser plasmados en formatos adecuados. Por ello, el presente proyecto utilizará la técnica de la observación de campo, para recopilar la información en formatos de registro por cada unidad de análisis, considerando el tipo de falla, el grado de severidad y la cantidad de daños del pavimento.

En cuanto a los instrumentos de recaudación de información, se utilizará el Formato de registro, para carreteras con superficie asfáltica y como guía el manual de daños de pavimentos, ambos obtenidos del método PCI.

Por otro lado, entre las herramientas a utilizar durante la observación de campo tenemos: el fluxómetro de 5 m. para medir las diferentes fallas tales como: ahuellamientos, baches parches entre otras fallas presentes en el pavimento, una wincha métrica de 100 m de longitud para la medición del área de las unidades de muestreo, una cámara fotográfica, conos de

seguridad y finalmente una regla metálica para medir el desnivel del pavimento.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) describieron: La validez, en resumen, evalúa el nivel con la que el instrumento mide verdaderamente la variable. Por lo tanto, la validez del instrumento para nuestra variable independiente será el formato de registro o formato de exploración utilizados por la metodología PCI.

3.5. Procedimiento

La presente tesis realizó la evaluación por etapas. En la primera, se realizó una labor netamente de campo para la recolección de datos, en la que se delimito los tramos de estudio y se inspecciono de manera visual las diferentes fallas presentes en el pavimento a través del método PCI basados en la norma ASTM D6433-07.

En la segunda etapa se procedió al trabajo de gabinete, para un análisis de los resultados obtenidos en campo. Para lo cual se realizó una plantilla de cálculo en el programa Excel, conforme a los procedimientos descritos por la metodología, seguidamente estos resultados fueron analizados por medio de tablas y diagramas con los cuales se logró hallar la condición del pavimento flexible; a partir del cual se propondrá las mejoras sobre pavimento.

En la tercera etapa se procedió al conteo vehicular manual en campo, durante las 24 horas por siete días, y se registró en los formatos emitidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, como también la realización de una calicata.

En la cuarta etapa se procesó esta información en gabinete para la obtención del índice medio diario anual IMDa, los Volúmenes horarios de máxima demanda VHMD y entre otros datos los cuales sirvieron para la determinación de los objetivos trazados de la presente tesis.

3.6. Método de análisis de datos

Para la obtención de datos válidos y concretos, se utilizó diversas hojas de cálculo en función a los lineamientos establecidos por la metodología PCI. Según Cotrina (2019) manifestó que “El resultado de datos tomados en campo sobre las fallas del pavimento, fueron mostradas en base a tablas de registro, gráficos de barras a través del programa Microsoft Excel” (p. 74). Por ello, los resultados del presente trabajo de investigación serán mostrados a través de tablas de registro. Las cuales ayudaran en la interpretación de los resultados, para de esta manera proponer las acciones de intervención de la vía en la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri del Distrito de Vilcabamba.

3.7. Aspectos éticos

Desacuerdo al colegio de ingenieros del Perú código de ética (2016) señalaron que: “Los ingenieros deben fomentar y abogar la integridad el honor de la profesión a través de la conducta, manteniendo el consenso público y de sus miembros a través del respeto la honestidad” (Art. 15). En ese sentido, el investigador es respetuoso y honesto sobre el uso y la recolección de la información recabada.

IV. RESULTADOS

4.1. Características generales de la zona de estudio

A continuación, describimos las características generales, de la zona de estudio.

Ubicación Política

En el camino vecinal donde se efectuará el mantenimiento periódico, se encuentra en la:

Región	:	Cusco
Provincia	:	La Convención
Distrito	:	Vilcabamba
Localidades	:	Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri
Región Natural	:	Sierra
Altitud promedio	:	1160 – 1031 m.s.n.m.
Longitud	:	26,900 km
Ruta	:	CU – 612, 609, 614
Inicio	:	Emp CU-609 (Quebrada honda)
Fin	:	Emp. CU-614 (Chuanquiri)

Ubicación Geográfica

Nombre	UTM E	UTM N	COTA
La Convención	179880	85025651	2925

Ubicación Geográfica del tramo 2: Quebrada Honda, Sigasiato, Yuveni, Chuanquiri

Inicio del Tramo:

Nombre	UTM E	UTM N	COTA
Km 00+000	708456	8594557	1044

Final del Tramo

Nombre	UTM E	UTM N	COTA
Km 25+000	700654	8584669	1024

La vía en su trayecto articula los siguientes distritos, poblados y/o localidades:

Progresiva	Nombre
00+000	Quebrada Honda
00+000 al 03+000	Quebrada Honda
03+000 al 05+000	Comunidad de Selva Alegre
05+000 al 08+300	Comunidad Talanquiato
08+300 al 14+000	Comunidad Simiato
14+000 al 22+000	CP Yuveni
22+000 al 26+900	CP Chuanquiri

Figura Nº 4: Ubicación del Proyecto



Fuente: Propia/ Google Maps

4.2. Descripción de la Ruta

El presente proyecto contempla el “Mantenimiento del Camino Vecinal Tramo 2: CU-112, CU 603 Quebrada Honda - Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri (Km 26+900). La misma que tiene como punto de inicio el lugar denominado Quebrada Honda, ubicado dentro del camino vecinal al poblado de Quebrada Honda.

En el camino presenta una transitabilidad de regular a pésima, sobre todo en aquellos sectores críticos, en donde la plataforma presenta encharcamientos con ahuellamientos profundos que imposibilitan el paso de vehículos de tracción simple o de chasis bajo, los encharcamientos mencionados tienen su origen en suelos saturados con problemas de drenaje, que han sufrido amasamiento ante el tránsito de cargas.

El drenaje de la vía constituye el principal problema de la vía, siendo el origen del deterioro de la misma y de las malas condiciones de transitabilidad, se aprecia la ausencia y falta de mantenimiento de las estructuras de drenaje longitudinal existentes (cunetas), e insuficiencia de estructuras de cruce, las cuales están conformadas básicamente por alcantarillas de piedra, embebidos en el terreno natural precariamente colocados cuyo estado de conservaciones en su mayoría han colapsado.

El proyecto establece 26+900 km, esta longitud se ha podido verificar en campo al realizar los trabajos topográficos, se tiene como punto de inicio, el lugar denominado Quebrada Honda, hasta llegar a Chuanquiri, distrito de Vilcabamba.

El proyecto de Mantenimiento del citado camino vecinal, se define como un proyecto de propósitos múltiples debido a los efectos multiplicadores y de alcance distrital y provincial, aunado a sus impactos consiguientes en la ampliación de la frontera agrícola, el mejoramiento de tierras y ampliación de mercados agropecuarios influyendo el ambiente socio-económico de la zona del proyecto.

4.3. Condición actual de la Vía.

Actualmente el camino vecinal Tramo 2: CU-112, CU 609 Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri (Km. 25+000), se encuentra en estado Regular o Malo la superficie de rodadura se encuentra desgastada por su antigüedad (Rehabilitación año 1998) y la acción de los fenómenos climáticos, el espesor promedio del pavimento existente es de 2.00 cm en varios sectores presentan baches, ahuellamientos, encharcamientos. Las lluvias y escorrentías superficiales han ocasionado que las alcantarillas y cunetas se encuentren colmatados de piedras, lodos, tierras y maleza; lo cual genera dificultades en el tránsito regular de vehículos. Algunas alcantarillas y badenes se encuentran colapsadas por lo que ameritan la construcción de nuevas obras de arte.

4.4. Descripción del Proyecto

A continuación, presentamos la descripción de las obras a ejecutar que han sido propuestas dentro del presente expediente técnico.

4.4.1. Estudio de Tráfico.

El IMD anual obtenido es de 77 vehículos, mostrando un incremento de 118% con respecto al IMD de 65 obtenido para la Rehabilitación del Camino Vecinal del año 1998.

El incremento de tráfico fu mínimo porque la vía fue mejorada y se encuentra en pésimo estado e intransitable en temporadas de lluvias.

Para las proyecciones de tráfico, se utilizó tasas de generación de viajes determinadas en función de las variables macroeconómicas: Producto Bruto Interno (PBI), tasa de crecimiento poblacional.

- Para proyectar tráfico ligero: 1.00% (Tasa de Crecimiento Poblacional Vilcabamba)
- Para proyectar tráfico pesado: 4.40% (PBI de la Región Cusco)

La proyección del IMD anual para el periodo de proyección de (10 años) a partir del año (2019) alcanza un total de 87 vehículos que influye el tráfico normal, generado y desviado.

Figura N° 5: Vehículos que transitan en la vía





4.4.2. Estudio Topográfico.

El presente estudio tiene las características técnicas, consideradas para este proyecto y son de acuerdo a lo recomendado por las normas de diseño de caminos vecinales y lo establecido durante la rehabilitación del camino vecinal año 1998.

Características Geométricas de la vía.

Clasificación:

- a) Según la demanda : Carretera de Tercera Clase
- b) Según su jurisdicción : Red Vial Vecinal Ruta CU-696
- c) Según su tráfico : 87 Veh/día (bajo volumen de tránsito)

Consideraciones de Diseño:

- Tramo 2 : CU-112, CU 609 Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri.
- Longitud : 26900 km

- Espesor de Afirmado : 0.20 m
- Velocidad Directriz : 20 – 30 km/hr
- Radio Mínimo : 15.00 m
- Radio excepcional : 10.00 m
- Peralte máximo : 65%
- Bombeo : 3%
- Pendiente Mínima : 0.50%
- Pendiente Máxima : 10%
- Pendiente Máxima Excep. : hasta 14%
- Ancho de Calzada : 3.00 – 5.00 m
- Cunetas triangulares no revestidas : 0.75 x 0.30 m
- Alcantarillas : Marco y TMC
- Badenes : Concreto Ciclópeo
- Muro de Contención : Concreto armado

A lo largo del tramo y mediante el uso de GPS submétrico, se realizó el levantamiento del eje del camino, ubicando los centros poblados, canteras, fuentes de agua, depósitos de material excedente, obras de arte y drenaje, etc. Toda esta información se encuentra detallada en los planos claves del proyecto.

4.4.3. Estudio Drenaje y Obras de Arte.

En el expediente técnico se propone obras para el drenaje longitudinal y transversal del camino vecinal con el fin de que no afecte a la estructura de la misma carretera.

- **Cunetas propuestas**

Como medida de drenaje longitudinal de la carretera se utilizarán cuneta triangular de tierra, las medidas son de 0.75 m x 0.30 m.

- **Alcantarillas Propuestas.**

A continuación, se presenta la lista de alcantarillas de pase, Alivio y Tipo Marc, en total proyectados son 28 alcantarillas.

Tabla Nº 6: Listas de Alcantarilla de Alivio Tipo TMC

Progresiva	Propuesta Clase	Función de Drenaje	Condición Funcional	Condición	Dimensiones			Observaciones / comentarios
01+550	6	1	Alivio	Proyectado	1	36	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
02+140	6	1	Alivio	Proyectado	1	36	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
02+810	6	1	Alivio	Proyectado	1	36	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
03+200	6	1	Alivio	Proyectado	1	36	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
04+050	6	1	Alivio	Proyectado		TM	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
04+860	6	1	Alivio	Proyectado	1	TM	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
07+994	6	1	Alivio	Proyectado	1	36	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
08+260	6	1	Alivio	Proyectado	1	36	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
13+650	6	1	Alivio	Proyectado	1	36	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
14+140	6	1	Alivio	Proyectado	1	36	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".

Progresiva	Propuesta Clase	Función de Drenaje	Condición Funcional	Condición	Dimensiones			Observaciones / comentarios
14+320	6	1	Alivio	Proyectado	1	36	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
16+085	6	1	Alivio	Proyectado	1	TM	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
16+450	6	1	Alivio	Proyectado	1	TM	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
17+860	6	1	Alivio	Proyectado	1	36	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
18+550	6	1	Alivio	Proyectado	1	TM	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
19+060	6	1	Alivio	Proyectado	1	36	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
19+320	6	1	Alivio	Proyectado	1	36	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
19+900	6	1	Alivio	Proyectado	1	36	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
21+070	6	1	Alivio	Proyectado	1	36	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
21+365	6	1	Alivio	Proyectado	1	36	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
21+870	6	1	Alivio	Proyectado	1	36	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".

Progresiva	Propuesta Clase	Función de Drenaje	Condición Funcional	Condición	Dimensiones			Observaciones / comentarios
22+150	6	1	Alivio	Proyectado	1	36	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
23+530	6	1	Alivio	Proyectado	1	36	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
24+100	6	1	Alivio	Proyectado	1	36	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
24+750	6	1	Alivio	Proyectado	1	36	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
25+410	6	1	Alivio	Proyectado	1	36	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
26+300	6	1	Alivio	Proyectado	1	36	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".
26+680	6	1	Alivio	Proyectado	1	36	5.00	La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de Alivio, Tipo TMC 36".

4.4.4. Estudio de Suelos

El proyecto considera una serie de actividades las cuales tienen por objetivo principal mejorar las condiciones de transitabilidad de la carretera a fin de brindar a los usuarios una vía que proporcione condiciones de seguridad, confort, rapidez y economía. Manejar adecuadamente el sistema de drenaje puesto que la presencia de aguas superficiales, aguas subterráneas y las de precipitaciones pluviales, sean derivadas adecuadamente a fin de afectar la plataforma de la vía.

Reposición / refuerzo de la capa de afirmado

Actualmente la carretera se encuentra a nivel de afirmado, con niveles de desgaste pronunciados, presentando huellas de la circulación vehicular y erosión por el tránsito continuo, por lo cual la función del afirmado colocado durante la Rehabilitación (1998), se ha perdido en su totalidad.

La evaluación geotécnica de los suelos que conforman la superficie de rodadura se ha realizado mediante la excavación de calicatas exploratorias a cielo abierto cada 250 m. En estas se ha medido el espesor del afirmado existente, encontrándose valores mínimos de 2 cm, en las zonas críticas.

Tomando como parámetro estos niveles de desgaste de la vía, concluiríamos en proyectar el refuerzo de la capa de afirmado de la siguiente manera:

Tramo 2: CU-112, CU 609 Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri
- Km 00+000 – km. 26+900, Reposición de afirmado de 20 cm.

4.4.5. Estudio de canteras y fuentes de agua y áreas auxiliares.

El expediente técnico contiene un compromiso de libre disponibilidad de canteras y fuentes de agua. A continuación, se detalla la lista de canteras del proyecto.

Tabla N° 7: Resumen de Canteras Identificadas

Cantera	Coordenadas UTM	Ubicación	Longitud de Acceso	Volumen Explotable (m³)	Usos	Costo Directo material de Cantera (m3)	Obs.
Cantera Selva Alegre	594493.97 N 705570.55 E	06+910	A pie de talud	10,072.60	Afirmado	S/. 0.00	Cantera seleccionada
Cantera Simeato	592701.79 N 704527.05 E	11+400	A pie de talud	11,304.40	Afirmado	S/. 0.00	Cantera seleccionada
Cantera San Martin	8592693.46 N 702009.13 E	19+750	A pie de talud	4,021.40	Afirmado	S/. 0.00	Cantera de Reserva
Cantera Chuanquiri	8587589.22 N 701347.13 E	24+040	A pie de talud	8,385.80	Afirmado	S/. 0.00	Cantera de Reserva
Cantera Santa Rosa	8587589.22 N 699232.15 E	26+900 (Chuanquiri)	A 5.5 Km	5,477.60	Afirmado	S/. 0.00	Cantera seleccionada
Cantera Kiteni	8602593.84 N 715651.04 E	04+000 (Selva Alegre)	A 14.20 Km	4,000.00	Agregados	Piedra chacada S/.33.90 Arena gruesa S/. 25.42 Arena Fina S/. 25.42 Piedra Mediana S/. 29.66	Cantera seleccionada

Tabla N° 8: Fuentes de agua

Fuente de Agua	Coordenadas UTM	Ubicación	Acceso	Fuente	Observación
FA-1	8595839.55 N 707198.70 E	04+480	Directo	Baden	Empleo en concreto y riego
FA-2	8595252.09 N 706614.91 E	05+450	Directo	Baden	Empleo en concreto y riego
FA-3	8594676.65 N 704480.38 E	08+700	Directo	Rio	Empleo en concreto y riego
FA-4	8591467.01 N 703373.33 E	13+405	Directo	Rio	Empleo en concreto y riego
FA-5	8587622.27 N 702241.29 E	19+640	Directo	Baden	Empleo en concreto y riego
FA-6	8585037.73 N 700956.23 E	25+800	Directo	Baden	Empleo en concreto y riego
FA-7	8584535.33 N 700902.85 E	26+500	Directo	Baden	Empleo en concreto y riego

4.4.6. Estudio de Superficie de Rodadura

De acuerdo al Manual para el Diseño de Camino No Pavimentados de BVT, el camino objeto de estudio se clasifica como un camino con Superficie de Rodadura No Pavimentada y dentro se sub-clasifica como Camino Afirmado con Gravas Naturales Zarandeadas. En relación al nivel de servicio, la carretera en estudio tiene las características de una carretera de Bajo Volumen de Tránsito, con un IMD proyectado de 87 (Clase de tráfico T2).

- Capa de Afirmado

Se realizó una rehabilitación, la colocación de una capa de afirmado de un espesor de 20 cm, ensanchamiento en zonas críticas, remoción de derrumbes y la construcción de obras de arte y drenaje.

Según la dimensión del pavimento a colocar se propondrá en consideración a las condiciones de desgastes actual de la capa de rodadura. En este sentido se proyecta el refuerzo del afirmado con un espesor de 0.20 m, ya que la existente se encuentra deteriorada y no cumple con las normas técnicas generales para ser utilizado como material de afirmado.

Justificación técnica de intervención.

En este caso al momento de efectuar la evaluación, se ha podido establecer a nivel de superficie de rodadura, el cual muestra un alto grado de deterioro, desgaste, la segregación de elementos granulares por pérdida de finos, presencia de fragmentos de piedra superiores a 2.5", así como la deformación y surcamientos superficiales en forma longitudinal y transversal por el efecto de las aguas de escorrentía, por lo que es necesario adicionar una capa de afirmado de 20 cm de espesor sin disturbar el estrato existente.

- **Diseño Estructural**

Por tratarse de un mantenimiento periódico cuya finalidad principal es la preservación de todos los elementos del camino con la mínima cantidad de alteraciones o de daños y, en lo posible, conservando las condiciones que tenía después de la última rehabilitación (1998) y tomando como parámetro estos niveles de desgaste mediante evaluación in situ de la vía, se concluye en proyectar el refuerzo de la capa de afirmado de la siguiente manera:

Tramo 2: CU-112, CU 609 Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri.

Km 00+000 – Km. 26+900, Reposición de afirmado de 20 cm.

- **Exigencias para el material de pavimento.**

La solución propuesta para el camino consiste en el refuerzo de capa de afirmado sin recubrimiento superficial alguno, por lo que, a fin de asegurar un buen servicio y durabilidad del camino, deben cumplirse los siguientes requerimientos para los materiales granulares que se utilizaran en la construcción.

4.4.7. Estudio de Señalización Vial.

Respecto a este punto, podemos manifestar la falta de señales informativas, preventivas y reglamentarias a lo largo de la carretera. Los Postes de Kilometraje (hitos kilométricos) se encuentran en mal estado.

En la recolección y detalles de campo de la carretera vecinal, se pudo observar la existencia de señalizaciones preventivas, reglamentarias, informativas e hitos kilométricos en el tramo de la vía en mal estado, lo cual hace moderadamente seguro el tránsito vehicular, a fin de contribuir adecuadamente a la transitabilidad de los vehículos, se ha dotado al camino vecinal de las correspondientes señales informativas, reglamentarias y preventivas. Su ubicación y dimensiones se muestra en los planos y metrados del estudio.

Así mismo se ha previsto la colocación de señalización ambiental temporal: Señales informativas de ubicación de campamento, patio de máquinas, fuentes de agua, canteras, DME y otros. Las dimensiones y los colores de las señales se detallan en el plano de ubicación de señalización.

El diseño de la señalización esta de acuerdo al Manuel de Dispositivos de Control de Transito Automotor para Calles y Carreteras del MTC, Calles y Canteras.

La cantidad se detallan a continuación.

Tabla N° 9: Señales proyectadas

SEÑALES PREVENTIVAS		
	P-2A (Curva a la Derecha)	
00+420	Preventiva	1.00
00+480	Preventiva	1.00
07+500	Preventiva	1.00
09+180	Preventiva	1.00
14+080	Preventiva	1.00
24+440	Preventiva	1.00
25+880	Preventiva	1.00
	P-2B (Curva a la izquierda)	
00+320	Preventiva	1.00
00+400	Preventiva	1.00
07+420	Preventiva	1.00
09+080	Preventiva	1.00
13+920	Preventiva	1.00
24+340	Preventiva	1.00
25+800	Preventiva	1.00
	P-5-2A (Curva en U – Derecha)	
01+620	Preventiva	1.00
01+980	Preventiva	1.00

SEÑALES PREVENTIVAS		
02+380	Preventiva	1.00
02+800	Preventiva	1.00
03+420	Preventiva	1.00
04+820	Preventiva	1.00
21+890	Preventiva	1.00
	P-5-2B (Curva en U – izquierda)	
01+720	Preventiva	1.00
01+880	Preventiva	1.00
02+480	Preventiva	1.00
02+700	Preventiva	1.00
03+520	Preventiva	1.00
03+750	Preventiva	1.00
21+820	Preventiva	1.00
	P-34 (Baden)	
04+500	Preventiva	1.00
04+620	Preventiva	1.00
05+440	Preventiva	1.00
05+560	Preventiva	1.00
06+540	Preventiva	1.00
06+620	Preventiva	1.00
11+230	Preventiva	1.00
11+300	Preventiva	1.00
11+460	Preventiva	1.00
11+520	Preventiva	1.00
11+580	Preventiva	1.00
11+620	Preventiva	1.00
19+580	Preventiva	1.00
19+680	Preventiva	1.00
23+200	Preventiva	1.00
23+280	Preventiva	1.00
26+460	Preventiva	1.00

SEÑALES PREVENTIVAS		
26+560	Preventiva	1.00
	P-40 (Puente)	
08+460	Preventiva	1.00
08+760	Preventiva	1.00
13+400	Preventiva	1.00
13+530	Preventiva	1.00
	R-30 Velocidad Máxima	
00+120	Reguladoras	1.00
16+800	Reguladoras	1.00
2+700	Reguladoras	1.00

SEÑALES INFORMATIVAS		
	R-30 Velocidad Máxima	
00+000	Quebrada Honda	1.00
03+900	Selva Alegre	1.00
04+200	Selva Alegre	1.00
16+800	Yuveni	1.00
26+700	Chuanquiri	1.00

POSTES DE KILOMETRAJE		
	R – 30 Velocidad Máxima	
00+000	NUEVO	1.00
00+000	NUEVO	1.00
02+000	NUEVO	1.00
03+000	NUEVO	1.00
04+000	NUEVO	1.00
05+000	NUEVO	1.00
06+000	NUEVO	1.00
07+000	NUEVO	1.00
08+000	NUEVO	1.00
09+000	NUEVO	1.00

POSTES DE KILOMETRAJE		
10+000	NUEVO	1.00
11+000	NUEVO	1.00
12+000	NUEVO	1.00
13+000	NUEVO	1.00
14+000	NUEVO	1.00
15+000	NUEVO	1.00
16+000	NUEVO	1.00
17+000	NUEVO	1.00
18+000	NUEVO	1.00
19+000	NUEVO	1.00
20+000	NUEVO	1.00
21+000	NUEVO	1.00
22+000	NUEVO	1.00
23+000	NUEVO	1.00
24+000	NUEVO	1.00
25+000	NUEVO	1.00
26+000	NUEVO	1.00

SEÑALES AMBIENTALES TEMPORALES		
Ubicación	Descripción	Unidades
En las canteras	Cantera Km xx+xxx Protege al Medio Ambiente	3
En el patio de maquinas	Campamento / Patio de maquinas Km x+xxx No contamine el Suelo	2
En los DME	DME Km xx+xxx Protege al Medio Ambiente	
En las fuentes de agua	FA: Km x+xxx No arrojes basura al agua	3

SEÑALES AMBIENTALES TEMPORALES		
Ubicación	Descripción	Unidades
En obras	Ejecución de Obras Próximo 250 mts	5
Inicio y fin del tramo en mantenimiento	Camino Cerrado por Obras	4

4.4.8. Estudio de Puntos Críticos

Los puntos críticos son sectores o tramos de la vía que no puede cumplir con el nivel de servicio requerido, por presentar eventos de Geodinámica Interna y Externa que alteran la transitabilidad de los caminos.

De acuerdo al estudio de las zonas vulnerables geológico y geotécnico se deduce los siguiente:

Puntos Críticos

- **Huaycos**

En el camino vecinal no se aprecia sector o tramo con flujo de materia saturado que se encuentre acumulado o corte la plataforma de la vía. Es decir, no se aprecia la existencia de gran masa de material compuesta de agua, suelos, rocas, vegetaciones, etc.; se hayan movilizado abruptamente de las partes altas, debido a diversos fenómenos naturales de la zona.

- **Erosión de la Plataforma de Rodadura.**

Por lo observado en campo, no se ubica sectores que compromete a la erosión de la plataforma de la calzada, pero si es prescindible realizar periódicamente la limpieza del derecho de vía, cunetas y estructuras de drenaje. Así mismo las bermas tienen por finalidad proveer soporte de borde a la calzada, asistencia a los vehículos en problemas, incrementar la seguridad y prevenir la erosión de las capas inferiores. Por lo tanto, no se proyecta la construcción de muros de contención.

- **Deslizamiento y derrumbes.**

En el recorrido del camino vecinal, no se registran sectores con inestabilidad de talud que resulte el desprendimiento y/o precipitación de masas de tierra y piedra sobre la carretera, por lo que a la fecha del no habrá cortes mayores ni tratamientos importantes de los taludes por encontrarse estables y que se relaciona con la seguridad de la carretera.

4.5. Monto del Proyecto.

Las presentes estimaciones han sido elaboradas con el tipo de cambio ponderado promedio por la superintendencia de Banca y Seguros SBS al mes de mayo del 2021 (T.C: 3.3970 soles por dólar americano).

En valor referencial al 15 de mayo del 2021 asciende a S/. 2,054,502.34 este importe incluye Gastos Generales, Utilidad e IGV.

Tabla Nº 10: Costo del Proyecto

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
01	Trabajos Preliminares				105,058.42
01.01	Movilización y desmovilización de equipo	Glb	1.00	83,611.32	83,611.32
01.02	Medición y Topografía	Km	26.90	797.29	21,447.10
02	Pavimentos				583,758.65
02.01	Perfilado de la Superficie sin aporte de material	m2	58,725.00	1.50	133,087.50
02.02	Reposición de Afirmado ($\phi = 0.20$ m)	m3	17,745.00	24.27	430,671.15
03	Obras de Arte y Drenaje				235,312.03
03.01	Alcantarillas Metálicas TMC 36"				235,312.03
03.01.01	Limpieza de Terreno Manual	m2	761.60	3.34	2,543.74
03.01.02	Trazo y Replanteo	m2	761.60	2.33	1,774.53
03.01.03	Excavación no Clasificada para Estructuras	m3	804.38	7.89	3,933.42
03.01.04	Relleno para Estructuras con Material Propio	m3	310.21	20.00	6,204.20

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
03.01.05	Concreto Clase D (fc = 210 kg/cm ²)	m3	130.32	483.94	63,067.06
03.01.06	Encofrado y Desencofrado	m2	925.01	51.89	47,998.77
03.01.07	Acero de Refuerzo fy = 1200 kg/cm ²	Kg	2,054.30	4.83	9,922.27
03.01.08	Tarrajeo en Exteriores con Cemento – Arena	m2	428.60	38.22	16,381.09
03.01.09	Pintado de Parapetos de Muros Alcantarillas	m2	428.60	17.85	7,650.51
03.01.10	Tubería Metálica Corrugada Circular D+0.90 m	m	151.20	394.34	59,624.21
04	Transportes				330,025.23
04.01	Transporte de Material Afirmado D < = 1 km	m3	16,053.45	8.93	143,357.31
04.02	Transporte de Material Afirmado D = 1 km	m3	70,029.33	2.44	170,871.57
04.03	Transporte de Material Excedente D > = 1 km	m3	600.07	9.66	5,796.68
04.04	Transporte de Material Excedente D > 1 km	m3	3,776.46	2.65	9,999.67
05	Señalización				39,794.52
05.01	Señales Preventivas	Und	50.00	566.45	28,332.50
05.02	Señales Reglamentarias	Und	3.00	603.72	1,811.16
05.03	Señales Informativas	Und	5.00	1,078.27	5,391.35
05.04	Postes de Kilometraje	Und	27.00	158.13	4,269.51
06	Protección Ambiental				17,638.69
06.01	Recuperación Ambiental de Áreas Afectadas				17,638.69
06.01.01	Restauración de Áreas de Canteras	m2	12,588.91	1.14	14,351.35
06.01.02	Restauración de Patio de Máquinas y Campamentos	m2	3,120.79	0.77	2,403.01
06.01.03	Conformación de Material Excedente (CME)	m3	655.05	1.35	884.32
07	Protocolo Sanitario Sectorial COVID-19				133,525.17
07.01	Implementación del Plan para la Vigilancia Prevención y Control de Covid-19	mes	3.00	44,505.39	133,525.17

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
Costo Directo					1,425,112.71
Gastos Generales (15.17%)					216,233.08
Utilidades (7.00%)					99,757.89
Subtotal					1,741,103.68
I.G.V. (18.0%)					313,398.65
Total de Presupuesto					2,054,502.34
Son: Dos Millones Cincuenticuatro Mil Quinientos Dos y 34/100 nuevos soles					

Fuente: Elaboración Propia

V. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos en la presente tesis, procedemos con la etapa de discusión, con referencia a los antecedentes desarrollados previamente, de acuerdo a cada objetivo.

Con respecto al primer objetivo: Determinar cómo el método PCI influye en el mejoramiento del estado actual del camino vecinal en la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquieri.

Cotrina (2019) Logro determinar el estado del pavimento con la aplicación del método PCI para evaluar la condición del pavimento Asfáltico en la progresiva 46+600- 51+600, Yanahuanca- Cerro de Pasco 2019, en cuyos resultados obtuvo un 6.25% en una condición excelente y muy bueno, un 12.5 % con una condición bueno, un 18.75% en una condición malo, un 12.5% en una condición muy malo, un 43.75% en estado regular, y finalmente agrupo todos estos resultados obtuvo un promedio con condición regular. Proponiendo un mantenimiento rutinario el cual consta de reparaciones menores y localizadas de la superficie; con la finalidad de prolongar la vida útil de dicha vía.

Quiñones (2017) Determinó el Diagnóstico y diseño del pavimento flexible de la avenida Alfonso Ugarte (tramo: carretera central – avenida ferrocarril), en el distrito de Hualhuas, provincia de Huancayo, a través de los métodos PCI y aashto Encontrando al pavimento en una condición mala, para el cual, planteo su reconstrucción con espesores de 5 cm para la carpeta asfáltica y 35cm de base (50% con material de cantera, 50% material existente más 2% de cemento para la estabilización de la base).

En cuanto al segundo objetivo: Determinar que el método PCI influye en establecer una propuesta económica de reconstrucción y mantenimiento para el camino vecinal en la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri.

Según Guzmán (2019) Logro determinar la comparación de costos para pavimentos rígidos y flexibles urbanos, en el campus UNALM. Para este análisis se planteó la construcción de cada tipo de pavimento a través el método aashto 93, para un periodo de análisis durante 20 años. Para luego proceder al análisis comparativo de costos durante el periodo de construcción y mantenimiento.

Concluyendo que la alternativa de menor costo en un 19% es para el pavimento rígido, con una diferencia de S/. 2,054,502.34 con respecto al pavimento flexible en un tramo de 2.2 kilómetros de vía.

Según los estudios de ACPA (American Concrete Pavement Association) sobre el análisis del costo para evaluar mejor las inversiones y decisiones técnicas en pavimentos de asfalto y hormigón. Determinaron que el costo inicial de construcción para el pavimento de asfalto es un 15% menos, que el hormigón; pero considerando los costos de mantenimiento durante el ciclo de análisis (90 años), el hormigón cuesta un 29% menos que el asfalto, de acuerdo a la evaluación en una calle urbana en los Estados Unidos.

Referente al tercer objetivo: Determinar cómo influye el método el PCI en la optimización de la infraestructura existente de la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri.

Solf (2018) Determino la ampliación de la calzada, para de esta manera liberar la congestión vehicular. Cuyos resultados fueron simulados a través del software Synchro 10 con la propuesta actual y con proyecto, mejorando así el nivel de servicio de la intersección, para el cual propuso incrementar en un tercer carril a los 2 ya existentes, como también implementar carriles exclusivos, ensanchar los carriles de 3.20 m a 3.50 m, mejorar las escasa señales verticales horizontales entre otras.

VI. CONCLUSIONES

Se concluye que la evaluación previa a través del método PCI, a 1 km del pavimento en la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri mejora significativamente la condición de la Infraestructura vial, a través de un diagnóstico preliminar, mediante el cual se toma acciones de intervención tanto en su condición y diseño del pavimento, así como la implementación de señales de tránsito, mejorando de esta manera el nivel de servicio de la vía.

El método PCI influye positivamente en la evaluación superficial de 1 km del pavimento de la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri, en el cual se determinó tres tramos: La progresiva 0+000 al 0+080 con una condición excelente, para el que se planteó un mantenimiento rutinario. De la progresiva 0+080 al 0+560 se encontró con una condición muy malo, planteando la reconstrucción del pavimento, obteniendo según diseño un espesor 7 cm de capa asfáltica y una base granular de 20 cm. Y finalmente entre la progresiva 0+560 al 1+000 se encontró en una condición regular, planteando un tratamiento de Recapeo asfáltico, reforzando así la estructura del pavimento.

En cuanto a la comparación económica de reconstrucción y mantenimiento con pavimento rígido y flexible entre la progresiva 0+080 al 0+560 en la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri, el método PCI influye positivamente en determinar la alternativa con menor costo en un 7.29% para el pavimento rígido.

VII. RECOMENDACIONES

Se sugiere a las autoridades competentes como las municipalidades, la consideración del presente estudio para tomar las acciones de mantenimiento en los tramos que lo requieran, y no esperar el deterioro total de todo el pavimento de la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri, puesto que generaría mayores costos.

Se recomienda para las futuras investigaciones realizar un comparativo técnico económico entre el pavimento rígido y flexible en las intersecciones, ya que, se pudo observar en el presente estudio, que estas áreas son las más afectadas, talvez por la reducción de velocidad, la aceleración o desaceleración de vehículos entre otros.

Se recomienda el uso de la metodología PCI, HCM y Aashto 93 para el diseño geométrico y de espesores del pavimento.

Se recomienda realizar continuos estudios de tráfico, para determinar los niveles de servicio de las vías, ya que debido al desmesurado crecimiento del parque automotor, la infraestructura vial rebasa su capacidad de diseño, originando congestión vehicular

REFERENCIAS

- ASTM International. (2007). Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys. Estados Unidos.
- ACPA (American Concrete Pavement Association) Análisis del costo del ciclo de vida: Una herramienta para evaluar mejor las inversiones y decisiones técnicas en pavimentación. (Boletín técnico). Recuperado <http://www.acpa.org/wp-content/uploads/2014/07/EB011-An%C3%A1lisis-del-Costo-del-Ciclo-de-Vida.pdf>
- Byron, S. B. (2020) Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí. Dominio de las ciencias, 6(2), 203-228. Recuperado de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-EvaluacionDelEstadoDelPavimentoFlexibleMedianteEIM-7398457.pdf>
- Banco mundial (1988). El deterioro de los caminos en los países en desarrollo. ISBN 0-8213-1114-X. Disponible: <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/381701468166159423/pdf/133700PUB0SPANISH0Box74484B01PUBLIC1.pdf>
- Borja S. M. (2012). Metodología de la Investigación Científica para ingenieros. Chiclayo. Recuperado de https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil
- Cotrina Justo, L. W. (2020). Aplicación del método Pavement Condition Index (PCI) para evaluar pavimentos flexibles en la progresiva 46+600- 51+600, Yanahuanca- cerro de Pasco 2019 (Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco, Perú). Recuperado de [file:///C:/Users/PROFESIONAL/Downloads/COTRINA%20JUSTO,%20LUIS%20WILLY%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/PROFESIONAL/Downloads/COTRINA%20JUSTO,%20LUIS%20WILLY%20(1).pdf)
- Campos Requejo, R. (2018). Evaluación superficial aplicando metodología PCI del pavimento flexible de la carretera Bagua-Alenya, provincia Bagua, Amazonas 2018. (Tesis de pregrado, Universidad Cesar, Lima, Perú).

- Chura Zea, F. A. (2014). Mejoramiento de la infraestructura vial a nivel de pavimento flexible de la avenida Simón Bolívar de la ciudad de Arapa – provincia de Azángaro – Puno. Recuperado de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1951/Chura_Zea_Fredy_Aurelio.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- De Solminihaq, Hernán. (2005). Gestión de infraestructura vial, Ediciones Universidad Católica de Chile. tercera Edición.
- Garcés Velecela, D. P. (2017). Evaluación vial y plan de rehabilitación y mantenimiento de la vía Azogues- Cojitambo- Deleg- la Raya. (Tesis de Maestría, Universidad de Cuenca, Cuenca Ecuador) Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/288579369.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación (6ª ed.). México: Mc Graw-Hill.
- Jugo B. A. (2005). Manual de Mantenimiento y Rehabilitación de Pavimentos. Caracas. Recuperado de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/pdfslide.net_manual-de-mantenimiento-y-rehabilitacion-de-pavimentos-ing-augusto-jugo.pdf
- Leguía Loarte, P. B., & Pacheco Risco, H. F. (2016). Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima) (Tesis de pregrado, Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú). Recuperado de file:///C:/Users/PROFESIONAL/Downloads/leguia_pacheco.pdf
- Los países con las mejores y las peores carreteras en A. Latina. BBC Mundo. [En línea] 10 de junio de 2015. Disponible en: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/06/150609_economia_mejores_peores_carreteras_if
- Laura, G. M. (2019). Análisis comparativo entre dos tipos de pavimento para el campus de la UNALM. (Tesis de Pregrado, Universidad Nacional La Agraria) Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3931>.

- Mendoza Huamán, A. H. (2019). Evaluación del estado del pavimento rígido mediante la metodología del PCI de la avenida La Paz (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú). Recuperado de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/tesis_Mendoza.pdf
- Olivares A. D. (2019). Diseño del pavimento flexible avenida principal sector 2 Alto Trujillo – Trujillo - La Libertad 2019.
- Pequeño, Daniel (2015) Comparación de costos y tecnología de mantenimiento utilizando slurry sel y mantenimiento convencional de un pavimento flexible. Disponible:
<http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/6823/Peque%C3%B1o%20Otoya%20Daniel%20Andr%C3%A9s.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pereira, L. A. y otros (2019) Escala visual para evaluación de pavimentos urbanos: Una validación en oficina. Ingeniería de Construcción, 34(1), 45-54. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v34n1/en_0718-5073-ric-34-01-00045.pdf
- Quiñones, K. P. (2017) Diagnóstico y diseño vial del pavimento flexible: avenida Alfonso Ugarte (tramo: carretera central – avenida ferrocarril), en el distrito de Hualhuas, provincia de Huancayo 2016. (Tesis de pregrado, Universidad Peruana Los Andes). Recuperado de [file:///C:/Users/Usuario/Desktop/DPI/tesis%20ultimas/no%20nesesarios/ultimas/KORI%20QUIN%CC%83ONES%20PAUCAR\(pci%20dise%C3%B1o%20pavimento\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Desktop/DPI/tesis%20ultimas/no%20nesesarios/ultimas/KORI%20QUIN%CC%83ONES%20PAUCAR(pci%20dise%C3%B1o%20pavimento).pdf)
- Rivas, M. A. V., & Vargas Nadal, C. J. (2017). Aplicación de la metodología PCI para minimizar costos y tiempo en la rehabilitación del pavimento de la avenida Domingo Orué Surquillo – Lima (Tesis de pregrado, Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú). Recuperado de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/rivas_vargas.pdf
- Ruiz, D. A. (2019) Aplicación de metodología de evaluación PCI a pavimento flexible en la localidad de Engativá. (Tesis de pregrado, Universidad Militar Nueva Granada, Colombia) Recuperado de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/32855/RuizMartinezDiegoAlejandro2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Restrepo, G. R. y Cruz, J. P. (2017) Evaluación Del Estado De Pavimentos Flexibles En La Zona Urbana De La Calera. (Tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá) Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/6988/1/RestrepoGarc%C3%ADaGiovanny2017.pdf>;
- Vásquez V. L (2002). Pavement Condition Índex (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Ingepav, Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>
- Vergara A. (2015). Evaluación del estado funcional y estructural del pavimento flexible mediante la metodología PCI tramo Quichuay -Ingenio del km 0+000 al km 1+000 2014. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro, Huancayo).
- Zevallos Feijoo, R. W. (2018). Evaluación de pavimento flexible, aplicando la metodología PCI, en avenida República de Polonia, San Juan de Lurigancho– Lima, 2018. (Tesis de pregrado, Universidad Cesar, Lima, Perú)

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR
Variable Independiente Metodología PCI	Según Vásquez (2002) señalo que:” El método PCI es un índice de valores numéricos que oscilan desde cien (100) en pavimentos excelentes o en perfecto estado hasta cero (0), en pavimentos en mal estado o fallados” (p. 2)	Este método realiza la evaluación del estado actual del pavimento, a través de parámetros proporcionados por el método, mediante una inspección visual, luego mediante los datos obtenidos determina el índice de condición del pavimento previo análisis del valor deductivo, valor deductivo corregido.	Parámetros de evaluación	Clase de fallas Severidad de fallas Cantidad de fallas
			Determinación del PCI.	Unidades muestrales Valor deducido VD. Número máximo V.D Cálculo del VDC Determinación del PCI.
Variable Dependiente Infraestructura Vial	De Solminihac (2005, p. 6) describió que: La infraestructura vial son todos los elementos que hacen posible el desplazamiento vehicular de un punto a otro de manera confortable.	La importancia de mejorar los elementos que compone la infraestructura como los pavimentos, el diseño geométrico, la señalización de tránsito, aran posible el desplazamiento de vehículos de manera cómoda, segura y económica.	Mejoramiento del estado actual del pavimento	Diseño de pavimento flexible y rígido
			Propuesta económica	(Método aashto-93) Pavimento asfaltico Pavimento de concreto
			Optimización de la infraestructura existente	Mejoramiento del diseño geométrico y señales de tránsito.

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 2: Formato de Exploración de Condición para Carreteras con Superficie Asfáltica.

FORMATO DE REGISTRO INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI									
							ESQUEMA		
Nombre de Vía		Abscisa Inicial		Unidad de Muestreo					
Sentido		Abscisa Final		Área Muestreo m ² .					
Inspeccionada por				Fecha					
No.	Daño	No.	Daño						
1	Piel de cocodrilo (m ²)	7	Grieta de borde (m)			13			Huecos (Unidad)
2	Exudación (m ²)	8	Grieta de reflexión de junta (m)			15			Ahuellamiento (m ²)
3	Agrietamiento en bloque	9	Desnivel carril/berma (m)			16			Desplazamiento (m ²)
4	Abultamiento y hundimiento	10	Grietas long. y transversales (m)			17			Grieta parabólica (m ²)
5	Corrugación (m ²)	11	Parcheo (m ²)			18			Hinchamiento (m ²)
6	Depresión (m ²)	12	Pulimiento de agregados (m ²)			19			Desprendimiento de agregados (m ²)
Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor Deducido

Fuente: Propia/ Manual PCI.

HORA	SENTIDO	MOTOTAXI	AUTO	STATION	CAMIONETAS				MICRO	BUS	CAMION				SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	
					WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL Combi			2 E	2 E	3 E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2		>=3T3
DIAGRA. VEH.																									
15:00	O	102	136	12	23	1	28	32	24	2	6	2	2												370
15:00-	E	132	253	10	21		32	82	17	21	2														570
16:00	O	91	205	13		2	34	28	21	7	12	3	2												418
16:00-	E	105	271	11	26		39	81	23	7															563
17:00	O	89	276	10	28	2	32	33	27	13	13	2													525
17:00-	E	107	198	8	29		41	83	25	9			1												501
18:00	O	65	312	12	25	2	45	37	32	5	6	4													545
18:00-	E	99	322	12	34	1	47	85	31	8	3		1	1											644
19:00	O	33	396	11	33	1	38	44	18	2	7	2													585
19:00-	E	80	266	13	31	1	45	62	30	2	1														531
20:00	O	52	419	14	41	2	49	57	38	4	2	2	1												681
20:00-	E	76	247	14	24	1	39	34	12	1	2	1													451
21:00	O	63	421	8	49		69	67	41	3	6	2													729
21:00-	E	54	120	12	8	2	20	11	7	1			1			1									237
22:00	O	31	344	12	28	1	48	58	35	2	3	1	1												564
22:00-	E	23	89	10	6		16	12	5	1	2														164
23:00	O	19	271	13	11	1	17	21	17	3															373
23:00-	E	9	56	11	2		12	10	4		1	1													106
24:00	O	11	134	9	3	1	11		8	2	1														180
PARCIAL:		3827	12021	482	1020	50	1345	1863	758	498	146	50	24	3	1	4	0	0	1	0	0	0	0	0	22,093

Fuente: Propia.

Anexo 4: Matriz de Consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicadores	Métodos	Técnicas	Instrumentos
<p>Problema principal</p> <p>¿De qué manera la previa evaluación del índice de condición del camino vecinal mejora la vía en la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri, distrito de Vilcabamba, 2022?</p>	<p>Objetivo principal</p> <p>Determinar de qué manera la previa evaluación del índice de condición del camino vecinal, mejora la vía en la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri, distrito de Vilcabamba, 2022.</p>	<p>Hipótesis principal</p> <p>La previa evaluación del índice de Condición del camino vecinal mejora la vía en la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri, distrito de Vilcabamba, 2022.</p>	<p><u>Variable Independiente</u></p> <p>Índice de condición del pavimento PCI.</p>	Parámetros de evaluación	Clase de fallas Severidad de fallas Cantidad de fallas	Enfoque: Cuantitativo	Observación	Formatos de registro
<p>Problema específico</p> <p>¿Cómo el método PCI influye en el mejoramiento del estado actual del camino vecinal de la vía en la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri?</p>	<p>Objetivo específico</p> <p>Determinar cómo el método PCI influye en el mejoramiento del estado actual del camino vecinal en la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri.</p>	<p>Hipótesis específico</p> <p>El método PCI influye en el mejoramiento del estado actual del camino vecinal en la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri.</p>		Determinación del PCI.	Unidades muestrales Valor deducido VD. Número máximo V.D Cálculo del VDC Determinación del PCI.	Tipo de Investigación: Es aplicada. Diseño de la Investigación: No experimental		
<p>¿Cómo influye el método PCI en determinar una propuesta económica de reconstrucción y mantenimiento para el camino vecinal Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri?</p>	<p>Determinar que el método PCI influye en establecer una propuesta económica de reconstrucción y mantenimiento para el camino vecinal en la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri.</p>	<p>El método PCI si influye en establecer una propuesta económica de reconstrucción y mantenimiento para un camino vecinal en la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri.</p>		<p><u>Variable Dependiente</u></p> <p>Infraestructura Vial</p>	Mejoramiento del estado actual del pavimento	Diseño de pavimento flexible y rígido (Método aashto- 93)		
				Propuesta económica	Costo beneficio			
				Optimización de la	-Mejoramiento del diseño			

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicadores	Métodos	Técnicas	Instrumentos
¿De qué manera el método PCI influye en la optimización de la infraestructura existente de la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri?	Determinar cómo influye el método el PCI en la <i>optimización de la infraestructura existente</i> de la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri.	El PCI si influye en la optimización la infraestructura existente de la Quebrada Honda – Selva Alegre – Sigasiato – Yuveni – Chuanquiri.		<i>infraestructura existente</i>	<i>geométrico - Synchro (Micro simulación)</i> <i>- Señalización</i>			

Fuente Propia 2020.