

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL
PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA LA OBTENCIÓN
DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN OPERACIONAL,
EN LA VÍA LOS LIBERTADORES DE LA
PROGRESIVA 326+000 AL 327+500, DEL DISTRITO
DE AYACUCHO, PROVINCIA DE HUAMANGA Y
REGIÓN AYACUCHO – 2019.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

**ZEA RODRIGUEZ, FRAN MICHAEL
ORCID: 0000-0002-6600-1642**

ASESOR:

**RETAMOZO FERNÁNDEZ, SAÚL WALTER
ORCID: 0000-0002-3637-8780**

**AYACUCHO - PERÚ
2020**

TÍTULO DE LA TESIS

EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA LA OBTENCIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN OPERACIONAL, EN LA VÍA LOS LIBERTADORES DE LA PROGRESIVA 326+000 AL 327+500, DEL DISTRITO DE AYACUCHO, PROVINCIA DE HUAMANGA Y REGION AYACUCHO – 2019.

EQUIPO DE TRABAJO

AUTOR

Zea Rodríguez, Fran Michael
ORCID: 0000-0002-6600-1642
Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote
Estudiante de Pregrado
Ayacucho-Perú

ASESOR

Retamozo Fernández, Saúl Walter
ORCID: 0000-0002-3637-8780
Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote
Facultad de Ingeniería
Escuela profesional de Ingeniería Civil
Ayacucho-Perú

JURADO

Purilla Velarde, Jesús Luis
ORCID: 0000-0002-2103-3077
Esparta Sánchez, José Agustín
ORCID: 0000-0002-7709-2279
Sánchez Quiñones, Víctor Andrés
ORCID: 0000-0002-6949-864X

FIRMA DE JURADO Y ASESOR

Retamozo Fernández, Saúl Walter
ORCID: 0000-0002-3637-8780
Asesor

Purilla Velarde, Jesús Luis
ORCID: 0000-0002-2103-3077
Presidente

Esparta Sánchez, José Agustín
ORCID: 0000-0002-7709-2279
Miembro

Sánchez Quiñones, Víctor Andrés
ORCID: 0000-0002-6949-864X
Miembro

AGRADECIMIENTOS

En el largo camino de mi formación académica he tenido el gusto de conocer a muchas personas que me brindaron su amistad. Por esta y muchas razones más, me gustaría expresar gratitud a:

- A la ULADECH Católica, por ser la sede y enriquecer de todo el conocimiento adquirido en estos años.
- A Dios por la guía y permitirme el haber llegado hasta este momento muy importante de mi vida, a toda mi familia que es lo mejor y más valioso que dios me ha dado.

Para ellos: **Muchas gracias y que Dios los bendiga a todos.**

DEDICATORIA

*...A mi madre, que ella siempre estuvo a
mi lado brindándome su apoyo y sus
consejos para hacer de mí una mejor
persona,
a mis hermanos y tíos por sus palabras y
su compañía
a mi querido padre,
sólo la memoria de su vida me da
sustento espiritual y me permite enfrentar
con mayor fuerza el futuro.*

RESUMEN

Este trabajo de investigación se ejecutó con el objetivo de determinar el PCI. Lo cual servirá de base y de mucha ayuda para las instituciones públicas y privadas quienes se abocan a la construcción, mantenimiento y rehabilitación de los pavimentos. El problema a considerar fue. ¿De qué forma al evaluar las patologías existentes podemos obtener la condición del pavimento flexible en la vía los Libertadores de la progresiva km 326+000 al km 327+500, del distrito de Ayacucho provincia de Huamanga – región Ayacucho – 2019?, para tal caso se desarrolló mediante la evaluación visual y con la ayuda de los formatos del método PCI. Del cual se concluye que de toda la sección evaluada se obtiene un pavimento en estado REGULAR con un PCI igual a 46.11. El objetivo general es identificar y determinar el Índice de Condición de Pavimento en la vía los Libertadores de la progresiva km 326+000 al km 327+500, del distrito de Ayacucho provincia de Huamanga – región Ayacucho, a partir de la determinación y evaluación de las patologías del pavimento y como objetivos específicos. Cuantificar el nivel de incidencia de las patologías y su severidad y como también determinar el estado actual y la condición de servicio en la que se encuentra la infraestructura del pavimento. La investigación se basó en el metodología descriptivo – cuantitativo y no experimental.

Palabras clave: Patologías, Superficie Asfáltica, Pavimento.

ABSTRACT

This research work was carried out with the objective of determining the PCI. Which will serve as a base and a lot of help for public and private institutions that focus on the construction, maintenance and rehabilitation of pavements. The problem to consider was. ¿How can we assess the condition of the flexible pavement on the road Libertadores of the progressive 326 + 000 km to 327 + 500 km, of the Ayacucho district of Huamanga district - Ayacucho region - 2019? for this case it was developed through visual evaluation and with the help of the PCI method formats. From which it is concluded that from the entire section evaluated, a paver in a REGULAR state with a PCI equal to 46.11 is obtained. The general objective is to identify and determine the Pavement Condition Index on the Libertadores road of the progressive km 326 + 000 to km 327 + 500, of the district of Ayacucho province of Huamanga - region Ayacucho, from the determination and evaluation of pavement pathologies and as specific objectives. Quantify the level of incidence of the pathologies and their severity and also determine the current state and the condition of service in which the pavement infrastructure is located. The investigation was based on the descriptive methodology - quantitative and not experimental.

Keywords: Pathologies, Asphaltic Surface, Pavement.

ÍNDICE GENERAL

TÍTULO DE LA TESIS	i
EQUIPO DE TRABAJO	ii
FIRMA DE JURADO Y ASESOR	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIA	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
I INTRODUCCIÓN.	1
II REVISIÓN DE LA LITERATURA.	3
2.1 Antecedentes.	3
2.1.1 Antecedentes locales.	3
2.1.2 Antecedentes nacionales.	6
2.1.3 Antecedentes internacionales.	12

2.2	Marco teórico.	16
2.2.1	Definición de pavimento.	16
2.2.2	Clasificación de Pavimentos.	17
2.2.3	Serviciabilidad de pavimentos.	22
2.2.4	Evaluación de Pavimentos.	24
2.2.5	Método PCI (Pavement Condition Index).	24
2.2.6	Tipos de Fallas.	25
2.2.7	Las fallas están clasificadas en 19 tipos en pavimentos flexibles.	26
III HIPÓTESIS.		28
3.1	Hipótesis general.	28
3.2	Hipótesis específicas.	28
IV METODOLOGÍA.		29
4.1	Tipo y nivel de la investigación.	29
4.2	Diseño de la investigación.	29
4.3	Población y muestra.	30
4.3.1	Población.	30
4.3.2	Muestra.	30
4.3.3	Muestreo.	30
4.4	Definición y operacionalización de variables e indicadores.	30
4.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	32
4.5.1	Técnicas.	32
	Técnicas de evaluación visual:	32
	Wincha de 50 metros:	32
	Flexómetro de 5 metros:	32
	Cámara fotográfica:	32
	Cuaderno de campo:	32
	Ficha de identificación de patologías método PCI	32

Regla:	32
4.6 Plan de análisis.	33
4.7 Matriz de consistencia.	33
4.8 Principios éticos.	35
4.8.1 Proteccion de personas.	35
4.8.2 Cuidado del medioambiente y la biodiversidad.	35
4.8.3 Libre participación y derecho a estar informado.	35
4.8.4 Beneficencia no Maleficencia.	36
4.8.5 Justicia.	36
4.8.6 Integridad física.	36
V RESULTADOS.	37
5.1 Resultados.	37
5.1.1 Análisis de las muestras N° 01.	37
5.1.2 Análisis de las muestras N° 02.	40
5.1.3 Análisis de las muestras N° 03.	42
5.1.4 Análisis de las muestras N° 04.	44
5.1.5 Análisis de las muestras N° 05.	46
5.1.6 Análisis de las muestras N° 06.	48
5.1.7 Análisis de las muestras N° 07.	50
5.1.8 Análisis de las muestras N° 08.	52
5.1.9 Análisis de las muestras N° 09.	54
5.1.10 Análisis de las muestras N° 10.	56
5.2 Análisis de resultados.	58
VI CONCLUSIONES.	59
ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1	Estructura del pavimento flexible. Fuente: (UNEFM).	18
2.2	Estructura del pavimento rígido. Fuente: (UNEFM).	21
5.1	Patologías de la muestra 01. Fuente: (Elaboración Propia).	39
5.2	Patologías de la muestra 01. Fuente: (Elaboración Propia).	41
5.3	Patologías de la muestra 03. Fuente: (Elaboración Propia).	43
5.4	Patologías de la muestra 04. Fuente: (Elaboración Propia).	45
5.5	Patologías de la muestra 05. Fuente: (Elaboración Propia).	47
5.6	Patologías de la muestra 06. Fuente: (Elaboración Propia).	49
5.7	Patologías de la muestra 07. Fuente: (Elaboración Propia).	51
5.8	Patologías de la muestra 08. Fuente: (Elaboración Propia).	53
5.9	Patologías de la muestra 09. Fuente: (Elaboración Propia).	55
5.10	Patologías de la muestra 10. Fuente: (Elaboración Propia).	57
5.11	Condición de la evaluación global del PCI. Fuente: (Elaboración Propia).	58

ÍNDICE DE TABLAS

2.1	Elementos estructurales en un pavimento flexible. Fuente: (Higuera C. Tunja, Colombia, 2011).	19
2.2	Tipo y espesor de una carpeta Asfáltica. Fuente: (José Narváez. México, 2000). . .	20
2.3	Serviciabilidad según la norma AASTHO. Fuente: (AASTHO).	23
2.4	Rangos de evaluación del PCI. Fuente: (Manual PCI).	25
2.5	Rangos de condiciones del PCI. Fuente: (Manual PCI).	25
2.6	Tipos de fallas y Und. De medida. Fuente: (Metodología de evaluación del pavimento PCI).	27
4.1	Matriz de operacionalización de variables. Fuente: Elaboración propia.	31
4.2	Matriz de consistencia. Fuente: Elaboración propia.	34
5.1	Hoja de registro de la muestra 01. Fuente: (Elaboración Propia).	38
5.2	Hoja de registro de la muestra 01. Fuente: (Elaboración Propia).	39
5.3	Hoja de registro de la muestra 02. Fuente: (Elaboración Propia).	40
5.4	Hoja de registro de la muestra 02. Fuente: (Elaboración Propia).	41
5.5	Hoja de registro de la muestra 03. Fuente: (Elaboración Propia).	42
5.6	Hoja de registro de la muestra 03. Fuente: (Elaboración Propia).	43
5.7	Patologías de la muestra 04. Fuente: (Elaboración Propia).	44
5.8	Patologías de la muestra 04. Fuente: (Elaboración Propia).	45
5.9	Hoja de registro de la muestra 05. Fuente: (Elaboración Propia).	46
5.10	Hoja de registro de la muestra 05. Fuente: (Elaboración Propia).	47
5.11	Hoja de registro de la muestra 06. Fuente: (Elaboración Propia).	48

5.12	Hoja de registro de la muestra 06. Fuente: (Elaboración Propia).	. . . . .	49
5.13	Hoja de registro de la muestra 07. Fuente: (Elaboración Propia).	. . . . .	50
5.14	Hoja de registro de la muestra 07. Fuente: (Elaboración Propia).	. . . . .	51
5.15	Hoja de registro de la muestra 08. Fuente: (Elaboración Propia).	. . . . .	52
5.16	Hoja de registro de la muestra 08. Fuente: (Elaboración Propia).	. . . . .	53
5.17	Hoja de registro de la muestra 09. Fuente: (Elaboración Propia).	. . . . .	54
5.18	Hoja de registro de la muestra 09. Fuente: (Elaboración Propia).	. . . . .	55
5.19	Hoja de registro de la muestra 10. Fuente: (Elaboración Propia).	. . . . .	56
5.20	Hoja de registro de la muestra 10. Fuente: (Elaboración Propia).	. . . . .	57

I. INTRODUCCIÓN.

En los últimos años, debido al incremento vehicular en la vía los libertadores en la jurisdicción del distrito de Ayacucho, los pavimentos están sometidos a mayores cargas o esfuerzos. Donde los pavimentos deben presentar características mínimas como de la resistencia, frente a las sobrecargas vehiculares y peatonales durante el tiempo estimado en el diseño, de igual modo deberá proporcionar y brindar la comodidad en la circulación ser eficiente y económica, de acuerdo a las zonas que tenemos en el Perú deberán de contar con drenaje para la eficiente y constante transitabilidad en los tiempos de lluvias constantes , por lo mismo alargara su vida útil con los cuidados y mantenimientos adecuados.

Al analizar la problemática se llegó a la siguiente **pregunta de investigación**: ¿De qué forma al evaluar las patologías existentes podemos obtener la condición del pavimento flexible en la vía los Libertadores de la progresiva km 326+000 al km 327+500, del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y región Ayacucho – 2019?

Para resolver la pregunta de investigación se planteó como **objetivo general**: Identificar y determinar el Índice de Condición de Pavimento en la capa de rodadura de la vía los Libertadores de la progresiva km 326+000 al km 327+500, del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y región Ayacucho – 2019 **objetivos específicos**. Cuantificar el nivel de hecho de las patologías y su severidad en el pavimento flexible estudiado. El segundo fue determinar las patologías y el estado actual en que se encuentra y la condición de operación que tiene la calzada del pavimento en estudio.

La **justificación**, esta investigación es debido a la necesidad de conocer cuál es la descripción cualitativa de la condición actual del pavimento flexible de la sección

en estudio, el cual fue elegido teniendo en consideración uno de los dificultades más vistos que surge en el departamento de Ayacucho, y los pésimos estado en que se encuentran los pavimentos que conectan a nuestra ciudad. En los diferentes tipos de pavimentos; como los pavimentos de concreto, asfálticos, rígido y mixtos. Siempre se pueden apreciar los diferentes tipos de patologías que presentan como las grietas y depresiones los cuales son principales causas que interactúan en el tránsito adecuado de los vehículos a diario.

La **metodología** de la investigación tuvo las siguientes características. El **tipo** es exploratorio. El **nivel** de la investigación será de carácter cualitativo. El **diseño** de la investigación se va a priorizar en elaborar encuestas, buscar, analizar. El **universo o población** de la investigación es indeterminada. La población objetiva está compuesta por pavimentos existentes , de las cuales se selecciona la una parte de la vía Los Libertadores.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.

2.1 Antecedentes.

2.1.1 Antecedentes locales.

EVALUACIÓN ECONÓMICA EN EL CICLO DE VIDA DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LAS VÍAS ARTERIALES Y COLECTORAS DEL DISTRITO DE AYACUCHO [1]:

- **Objetivos:** Realizar la evaluación económica en el ciclo de vida de los pavimentos rígidos y flexibles en las vías colectoras y arteriales del distrito de Ayacucho mediante indicadores de rentabilidad para determinar un tipo de pavimento que otorgue mayor serviciabilidad con menor costo.
- **Metodología:** Es de tipo cuantitativa, debido a que en el tema planteado, las variables se manejan en base a indicadores numéricos asu ves es una investigación descriptiva, correlacional.
- **Resultados:** Respecto a la construcción, en todos los casos evaluados, el costo del pavimento flexible en el distrito de Ayacucho es menor al costo del pavimento rígido, la inversión en un pavimento con carpeta asfáltica en caliente es aproximadamente el 83.7% de un pavimento de concreto hidráulico.
- **Conclusión:** A partir del Valor Actual Neto (VAN) obtenido para los pavimentos propuestos en las vías analizadas, se concluye que, en el 87.5% de los casos evaluados, la construcción de un pavimento rígido (alternativa 1) es más rentable

que la construcción de un pavimento flexible (alternativa 2) para las vías arteriales y colectoras del distrito de Ayacucho.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA AVENIDA CARLOS LA TORRE CORTÉZ, DISTRITO DE HUANTA, PROVINCIA DE HUANTA, REGIÓN AYACUCHO – AGOSTO 2016 [2]:

- **Objetivos:** El objetivo principal estuvo relacionada con el estudio de las patologías en cada unidad de muestra y determinación del PCI para dichas unidades permitiéndonos determinar la condición operacional de la superficie de rodadura en el tramo vial estudiado.
- **Metodología:** La metodología utilizada en el presente trabajo fue del tipo descriptivo porque describe la realidad sin alterarla, predominantemente cuantitativo.
- **Resultados:** Los resultados nos dan un dato referencial del estado situacional de la condición funcional que tiene cada unidad muestral y que influyen en la necesidad de generar un resultado global luego de la evaluación final, cuya severidad de fallas están en la clasificación de incidencias medio a alto y cuyo rango promedio final del PCI es de 34, resultando en su clasificación como un Pavimento Malo.
- **Conclusión:** La presencia de patologías en cada unidad muestral son similares, con una incidencia permanente principal de pérdida de áridos en el 95% de la población muestral, ahuellamiento en el 60%, huecos en el 40% y fisuras de bloque en el 60%, con existencia de bacheos hasta del 40% en condiciones regulares a malas .

PAVIMENTOS PERMEABLES COMO ALTERNATIVA DE DRENAJE EN LAS PRINCIPALES CALLES DE LA CIUDAD DE AYACUCHO, PERÚ [3] :

- **Objetivos:** Verificar las características del concreto permeable que se debe utilizar en obras de construcción para infraestructura vial y como alternativa de drenaje.
- **Resultados:** Después del estudio realizado se se tie e que el concreto permeable es una alternativa de solución para emplearse en principales calles de la ciudad de Ayacucho.
- **Conclusión:** En la presente investigación se ha desarrollado el estudio del pavimento permeable como alternativa de drenaje en las principales calles de la ciudad de Ayacucho, se lleo a la conclusión de que los estudio realizado al material proveniente del rio cachi, con miras a utilizarlos como agregados en el diseño de mezcla de concreto poroso dieron un buen resultado.

ECUACIÓN DE CORRECCIÓN DEL PORCENTAJE DE CEMENTO ASFÁLTICO A PARTIR DE LA VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AGREGADOS-2018 [4]:

- **Objetivos:** Determinar una ecuación que corrija el porcentaje de cemento asfáltico.
- **Metodología:** El diseño metodológico fue aplicado, de enfoque cuantitativo, nivel relacional y diseño longitudinal, sobre una muestra de 47 ensayos de lavado asfáltico distribuidos en tres grupos.
- **Resultados:** Los resultados para los 7 primeros ensayos dieron un porcentaje de cemento asfáltico que iba desde 4.20% a 11.35%; Una vez aplicada la ecuación a los ensayos restantes de ambas canteras y aplicada la prueba T de Wilcoxon, con una significancia de 0.05, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

- **Conclusión:** La ecuación de corrección del porcentaje de cemento asfáltico corrige el porcentaje de cemento asfáltico aparente, por lo tanto, se validan las hipótesis propuestas.

2.1.2 Antecedentes nacionales.

DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS DE LA NUEVA CARRETERA PANAMERICANA NORTE EN EL TRAMO DE HUACHO A PATIVILCA (KM 188 A 189) PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, LIMA, 2014 [5]:

- **Objetivos:** El objetivo de esta tesis consiste en realizar el diseño del pavimento de un kilómetro de la nueva carretera Panamericana Norte. Se diseñará dicho pavimento considerando dos tipos: flexible y rígido.
- **Resultados:** La estructura conformada por 28 cm de concreto y 30 cm de base cumple con los requerimientos pero su porcentaje de daño por erosión es 96% que resulta elevado y muy cercano a la falla del pavimento. Por ello se decide ampliar el espesor de la losa a 29 cm y se encuentra que con 15 cm de base el porcentaje de daño es 84% lo cual resulta aceptable. El diseño final considerando el proceso constructivo contempla 30 cm de losa de concreto y 15 cm de base granular.
- **Conclusión:** Estructuralmente, cualquiera de las alternativas para los dos tipos de pavimento cumple con los requerimientos, tanto el pavimento diseñado con la metodología de la AASHTO, como con el de la PCA o la del Instituto del Asfalto. La elección final se hará tomando en consideración el aspecto económico.

ANÁLISIS SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA REGIÓN DE PUNO-2015 [6]:

- **Objetivos:** Diagnosticar los daños sufridos en varios proyectos de pavimentos flexibles en la región de Puno.
- **Resultados:** Se evidencia deterioros en la superficie de rodadura de nivel de severidad baja, media y alta en algunos casos, lo que justifico elaborar la identificación, clasificación y monitoreo de las fallas superficiales encontradas. La mayoría de las carreteras mantenidas y rehabilitadas, se han deteriorado prematuramente disminuyendo la condición y el nivel de serviciabilidad del pavimento, demandando trabajos correctivos y complementarios antes de lo previsto. Las causas están referidas al tráfico proyectado de forma inadecuada, mala valoración de la sub-rasante, condiciones de drenaje, condiciones ambientales no consideradas, entre otras.
- **Conclusión:** La región Puno, cuenta con variedad de diseños en pavimentos flexibles, que en su mayoría no han cumplido con el ciclo de vida para el cual fueron diseñados. Por ello es importante la conservación a través de mantenimiento rutinario, periódico y/o rehabilitación de las vías, que permitirán brindar a los usuarios seguridad, comodidad y menor tiempo de transporte. De esta manera se logrará mejorar notablemente el nivel de servicio de las vías.

ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE, UTILIZANDO EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO. CAJAMARCA - 2014 [7]:

- **Objetivos:** Realizar el análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la Vía de Evitamiento Norte, utilizando el método índice de condición del pavimento.

- **Metodología:** Descriptivo / No Experimental; Es descriptivo porque detalla la realidad sin alterarla, y no experimental porque se estudia y analiza el problema tal como se da en el contexto natural, sin necesidad de recurrir a un laboratorio.
- **Resultados:** El tipo de falla que más se presenta en la zona en estudio es la "1", Piel de cocodrilo, seguido de la falla tipo "13", Huecos y luego tenemos la falla tipo "10", Grietas longitudinales y transversales en el pavimento. Por otro lado se observa que lo que existe en menor cantidad es la falla tipo "2", Exudación.
- **Conclusión:** El pavimento flexible de la vía de Evitamiento Norte entre el Jr. San Ginez y la Antigua Vía de Evitamiento Norte de la ciudad de Cajamarca en el año 2014, según la evaluación mediante el método del Índice del condición del Pavimento (PCI) tiene un valor de $PCI = 49$ y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, se concluye que el estado actual de dicho pavimento es Regular.

EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO
 APLICANDO LOS MÉTODOS PCI Y VIZIR PARA PROPONER ALTERNATIVAS
 DE MANTENIMIENTO – AV. CANTO GRANDE [8] :

- **Objetivos:** Evaluar el estado del pavimento asfáltico en la avenida Canto Grande del distrito de San Juan de Lurigancho, aplicando los métodos del PCI y VIZIR, esto con la finalidad de proponer alternativas de mantenimiento que permitan extender la vida útil del pavimento asfáltico.
- **Metodología:** La orientación de la investigación es aplicada. El enfoque de la investigación es cuantitativo porque mediante las mediciones de variables, como la recolección de fallas encontradas en campo.
- **Resultados:** Una vez obtenido los resultados de cada uno de los trabajos de campo y analizado cada una de ellas, la evaluación del estado del pavimento se encuentra en condición REGULAR de acuerdo a los métodos PCI y VIZIR,

por lo cual la avenida Canto Grande necesita una intervención de mantenimiento urgente para que la vía recupere sus condiciones óptimas para el servicio de los usuarios que transitan en ella.

- **Conclusión:** La evaluación y el análisis del deterioro de la calzada derecha e izquierda del pavimento asfáltico de la avenida Canto Grande, utilizando las metodologías PCI y VIZIR, obtuvieron resultados similares .

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)
BARRANCO - SURCO – LIMA – PERÚ - 2015 [9]:

- **Objetivos:** Determinar el Índice de Condición de Pavimento en la Av. Pedro de Osma de la cuadra número 1 a la cuadra número 8 a partir de la determinación y evaluación de las patologías del pavimento basado en la Norma ASTM D6433-07.
- **Metodología:** La tesis es una tesis de carácter no experimental de tipo descriptiva, aplicando la metodología del ASTM D6433-07.
- **Resultados:** Las fallas encontradas son: piel de cocodrilo y parcheo. Siendo la falla con mayor incidencia en esta unidad de muestreo la causada por el parcheo con una área de falla de 11.03m². La sección se califica como un pavimento en mal estado y es probable que no tenga vida residual, La falla que mayor incidencia presentó en esta sección es la denominada piel de cocodrilo causada por fatiga. Las obras a ejecutar en esta sección son la reconstrucción total de la sección.

- **Conclusión:** El PCI está diseñado para inspeccionar visualmente el estado de pavimentos asfálticos e hidráulicos. Es por ello que al momento de analizar la Av. Pedro de Osma, no pudo aplicarse el método por ser una avenida construida de pavimento mixto. Es por ello que a pesar de ser el método más eficaz y rápido en la actualidad, debe conocerse adecuadamente sus limitaciones para no caer en errores .

EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO EL MÉTODO PCI, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA POMALCA - TUMÁN [10]:

- **Objetivos:** Evaluar las patologías del pavimento flexible aplicando el método PCI, para mejorar la transitabilidad de la carretera Pomalca – Tumán desde el km 0 + 000 al km 10 + 000, año 2018.
- **Metodología:** En la utilización de la metodología se empleó una serie de fichas de evaluación para el pavimento flexible de acuerdo al método establecido del PCI y adecuándolo a las necesidades que requiere para la identificación de las fallas en la carretera Pomalca – Tumán.
- **Conclusión:** La carretera Pomalca – Tumán presenta diferentes tipos de anomalías, Niveles de severidad y que tiene un índice de condición del pavimento de 68.59 lo que indica que se encuentra en buenas condiciones.

EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO EN LA AV. LOS TRÉBOLES – DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE [11]:

- **Objetivos:** Determinar el tipo de patologías del pavimento asfáltico, identificar los factores que perjudican de una forma directa al pavimento flexible, determinar el estado físico de la estructura del pavimento mediante calicatas,

determinar las características de la Sub Rasante, Sub Base, Base, carpeta asfáltica y verificar de qué forma influye este problema en el ámbito social y económico.

- **Resultados:** Las patologías encontradas con mas frecuencia son: Fisuras, Deformaciones, perdida de capas estructurales, daños superficiales, entre otros que producen la pérdida del pavimento.
- **Conclusión:** Se puede deducir del ensayo del lavado asfaltico que se cuenta con bajos índices de contenido de asfalto. Existe perdida del pavimento en su totalidad lo que es causado directamente por filtraciones de aguas residuales.

RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES:
PROPUESTA DE NORMA PERUANA [12] :

- **Objetivos:** Es investigar la resistencia al deslizamiento en pavimentos flexibles del Perú para asegurar una buena adherencia entre el neumático y el pavimento del tal manera que contribuya a la seguridad de los usuarios en las carreteras peruanas.
- **Metodología:** La metodología para poder resolver el problema de la presente tesis tiene dos partes. La primera ha consistido en analizar investigaciones hechas en otros países y la segunda realizar ensayos en pavimentos peruanos para compararlo con otras experiencias.
- **Resultados:** Esta investigación presenta como principal alcance los primeros resultados de mediciones de textura superficial en carreteras peruanas. Por otro lado, presenta los diferentes equipos existentes de medición, de tal manera que en el Perú, cuando se implemente este tema en las Especificaciones Generales, se tomen en cuenta equipo más sofisticados, que trabajan a nivel de Red y no sólo de manera puntual.

- **Conclusión:** El factor más importante que afecta a la resistencia al deslizamiento entre el neumático y el pavimento es la textura superficial. Si existe una adecuada textura superficial significa que puede combatir a los demás factores que la afectan. Existen diferentes equipos para medir la macrotextura y la microtextura de un pavimento, unos más sofisticados que otros .

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) EN LAS VÍAS ARTERIALES: CINCUENTENARIO, COLÓN Y MIGUEL GRAU (HUACHO- HUAURA-LIMA) [13] :

- **Objetivos:** Fue aplicar el PCI en un pavimento flexible para evaluar la condición superficial.
- **Metodología:** La metodología utilizada fue de tipo descriptivo, de nivel cualitativo y de diseño no experimental con estudio transversal
- **Resultados:** Se llegó a la conclusión de que la vía de av. cincuentenario tiene una calificación promedio de 51.84 de PCI de condición regular y que la av. Miguel Grau y colon tiene una calificación promedio de 59.29 de PCI de condición bueno.
- **Conclusión:** Se concluye que el nivel de severidad es variado en diferentes tramos de las vías.

2.1.3 Antecedentes internacionales.

CALIFICACIÓN CUANTITATIVA DE LAS PATOLOGÍAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LA VIA SIBERIA – TENJO EN LA SABANA DE BOGOTÁ [14]:

- **Objetivos:** Caracterizar los tipos y niveles de incidencia de las patologías existentes en la estructura de pavimento apoyada sobre suelos arcillosos

desechados en el corredor vial que une el sector de Siberia con el municipio de Tenjo en Cundinamarca.

- **Metodología:** El presente documento hace referencia a un texto de tipo retrospectivo, debido a que en el mismo se trabajó con investigaciones realizadas por diferentes autores, los cuales realizaron acercamientos y estudios sobre el suelo y estructura en estudio; pero del mismo modo se realizó la inspección y medición de las patologías en la vía.
- **Resultados:** Las patologías que se presentan en la estructura, que están asociadas directamente al agrietamiento de la subrasante, los cuales son producidos por cambios volumétricos inducidos por la acción de las raíces.
- **Conclusión:** El tramo vial en estudio, se dividió en primera medida debido a la extensión de la misma, y en segunda medida por la magnitud y repetición de las patologías, esto en consecuencia de la cercanía y los tipos de la vegetación que se encuentran en diferentes puntos de la vía.

ANALISIS DE LAS FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA ARÍZAGA [15]:

- **Objetivos:** Analizar las fallas del pavimento flexible de la avenida Arízaga.
- **Resultados:** En el análisis del pavimento de la avenida Arízaga entre 9 de Mayo y Ayacucho, el Método que utilizaremos es el del Índice de Condición del Pavimento (PCI), el que realizare mediante una inspección visual que me permitirá identificar superficialmente las patologías que contiene. Este trabajo práctico por medio de la metodología (PCI), nos permite determinar el índice de las patologías que contiene el pavimento en estudio.

- **Conclusión:** Se observa que la ciudad de Machala, la avenida Arízaga es una de las vías de fácil acceso al centro de la ciudad, por eso se debe considerar dentro de los proyectos de pavimentos de principal necesidad para que su estado sea excelente.

PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LA VÍA IZAMBAPILLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA-2015 [16]:

- **Objetivos:** Definir la mejor opción de mantenimiento preventivo que se pueda aplicar en la vía Izamba-Píllaro, carretera asfaltada que comunica a los cantones Ambato y Píllaro de la Provincia de Tungurahua.
- **Resultados:** Uno de los aspectos más importantes del estudio constituye la evaluación del pavimento flexible, especificando las fallas presentes, determinando luego la severidad y densidad a fin de establecer el Índice de Condición del Pavimento (PCI), además del Índice de Rugosidad Interna (IRI) y del nivel de servicio (serviciabilidad). Conociendo la condición del pavimento, se determina que el mantenimiento preventivo es el procedimiento más acertado para prolongar la vida útil de la vía, que consiste en colocar una capa de SLLURY, previamente analizada su composición y características en el laboratorio, mediante los ensayos correspondientes.
- **Conclusión:** La información está apoyada en las Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes del Ministerio de Transporte y Obras Publicas del Ecuador “Subsecretaría de Infraestructura del Transporte” Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12- MTOP.

EVALUACIÓN DE LA CALLE ALAMARAH DENTRO DE LA CIUDAD DE ALKUT UTILIZANDO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) Y TÉCNICA GIS [17]:

- **Objetivos:** Toma como objetivo de su investigación producir un mapa temático para los tipos de angustia en la red de la ciudad con sus completamente e

información sobre gravedad cantidad, (x, y) coordenadas para cada tipo de angustia. Aprovechando la capacidad de las herramientas SIG para almacenar los datos y mostrarlos en cualquier tiempo necesario. Esta investigación se ha llevado a cabo para estimar la condición del pavimento flexible.

- **Metodología:** La metodología fue través de encuestas visuales utilizando el método del índice de condición del pavimento (PCI); para que pueda proporcionar una manera fácil de calcule el PCI basado en datos SIG con el software Micro PAVER 5.2, se utiliza como caso de estudio.
- **Resultados:** La condición promedio del pavimento Se encuentra que el índice del estudio de caso seleccionado es "64" utilizando el software Micro PAVER 5.2 que significa "Regular" Condición del pavimento. Arc Map 9.3 se ha aplicado en este estudio para hacer un sistema de mantenimiento integrado para cada carretera en la región que demuestre el deterioro anual de las carreteras y el cambio resultante en el PCI valores que ocurren todos los años.
- **Conclusion:** Concluyendo que el estudio proporciona una forma fácil y simplificada de presentar los detalles. de deterioros en el satélite o en el mapa geográfico de la carretera en la que cada tipo de angustia ha sido simbolizado con un signo específico y cada valor PCI se ha representado con un color específico.

DIAGNÓSTICO DE VÍA EXISTENTE Y DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA NUEVA MEDIANTE PARÁMETROS OBTENIDOS DEL ESTUDIO EN FASE I DE LA VÍA ACCESO AL BARRIO CIUDADELA DEL CAFÉ- VÍA LA BADEA - COLOMBIA [18]:

- **Objetivos:** Presentar y comparar los resultados obtenidos por la evaluación de las diversas metodologías empleadas para el diseño de la estructura del pavimento

- **Resultados:** Se determino que el tráfico atraído en el sector representa un 30% del TPD normal.
- **Conclusión:** Se concluye que el comportamiento de la zona se encuentra bien definido en el cual la proporción de vehículos livianos es significativa.

2.2 Marco teórico.

2.2.1 Definición de pavimento.

Un pavimento es una estructura diseñada con la capacidad de absorber las fuerzas causadas por acción de la circulación de vehículos de todo tipo, o cualquier otra carga móvil, durante el periodo de tiempo para el cual ha sido diseñado, Cuando existe un crecimiento del tráfico o se ha superado el periodo de diseño de un pavimento, es cuando se producen los deterioros que pueden ser de diversos tipos, los cuales por lo general se presentan por la pérdida de elasticidad del pavimento. De esta manera es necesario tener una idea clara del concepto de pavimento para poder investigar a fondo, el cual se describirá a continuación [19].

Esta norma define como una estructura de capas diseñada y construida para soportar cargas estáticas y dinámicas, con una transitabilidad adecuada. Se construye apoyada sobre el terreno natural en corte o terraplén compactado en relleno, tratado y preparado para recibirla, el cual es la sub-rasante. Los pavimentos por las características de los materiales de los que están hechos se clasifican de mayor a menor calidad como son: rígido de concreto hidráulico, flexible de concreto asfáltico, semi-rígido de adoquines (de piedra y de concreto hidráulico), tratamientos asfálticos superficiales (múltiples, dobles, simples), empedrados, afirmados y de suelo estabilizado no superficial [20].

Este autor define que un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente

con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Un pavimento debe cumplir los siguientes requisitos [21].

- Resistencia a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- Resistencia ante los agentes de intemperismo que se dan al pasar el tiempo.
- Poseer una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas.
- Debe presentar una regularidad superficial, en lo transversal y como también a lo largo longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios.
- Debe cumplir con el periodo de diseño.
- Presentar condiciones adecuadas respecto al drenaje.
- Presentar un ruido de rodadura adecuadamente moderado en el interior de los vehículos para no perjudicar al usuario, de igual manera en el exterior, que inciden en el entorno.
- Tener un color adecuado con el fin de evitar reflejos y deslumbramientos, para brindar una adecuada seguridad al flujo vehicular.

2.2.2 Clasificación de Pavimentos.

Pavimentos flexibles.

Los pavimentos flexibles se caracterizan por estar conformado en la superficie de su rodadura por una capa de material bituminoso o mezcla asfáltica que se están apoyadas sobre capas de material granular, las cuales generalmente van disminuyendo su calidad conforme se acercan más a la sub-rasante. Esto se debe a que los esfuerzos

que se producen por el tránsito van disminuyendo con la profundidad y por razones económicas. La teoría que se utiliza para analizar su comportamiento es la teoría de capas de Burmister [22].

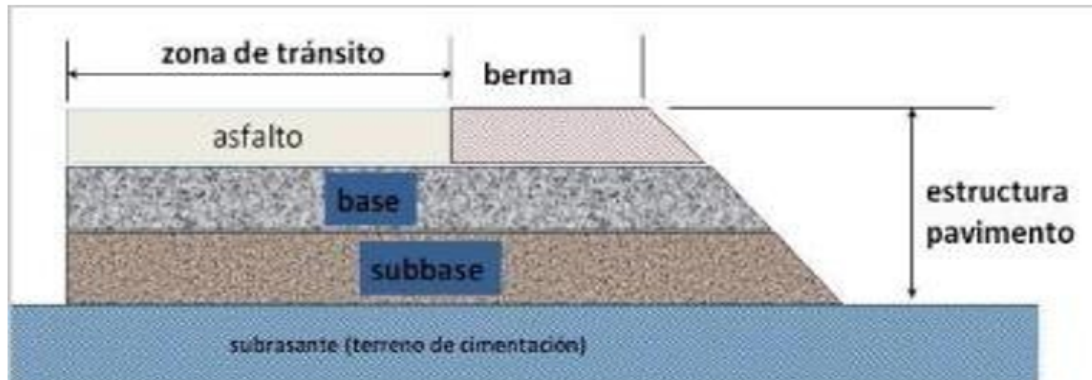


Figura 2.1: Estructura del pavimento flexible.

Fuente:(UNEFM).

Este autor en su investigación define pavimentos flexibles a todos aquellos que están conformados por una capa bituminosa las cuales están apoyadas sobre una o varias capas de gran flexibilidad como son (base y sub-base) que transmiten los esfuerzos al terreno de soporte o fundación mediante un mecanismo de disipación de tensiones, las cuales van disminuyendo con la profundidad [23].

ELEMENTO	TIPOS	FUNCIONES	MATERIALES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN
Subrasante	<ol style="list-style-type: none"> Según sección <ul style="list-style-type: none"> Subrasante en corte Subrasante en terraplén Subrasante mixta Según el material <ul style="list-style-type: none"> Subrasante en roca Subrasante en suelo arenoso Subrasante en suelo limoso Subrasante en suelo plástico 	<ul style="list-style-type: none"> Servir de fundación al pavimento 	<ul style="list-style-type: none"> Roca Suelos Agua
Bases y/o subbases	<ol style="list-style-type: none"> Bases granulares simples <ul style="list-style-type: none"> Gradación abierta Gradación densa Gradación intermedia Uniforme Bases de suelo estabilizada <ul style="list-style-type: none"> Suelo – cemento Suelo – cal Suelo – asfalto Suelos – aditivos químicos Bases asfálticas <ul style="list-style-type: none"> Granular estabilizada con asfalto Macadam asfáltico Concreto asfáltico 	<ul style="list-style-type: none"> Función económica Capa de transición Disminución de deformaciones Resistencia Drenaje Amortiguar cambios de volumen de la subrasante Facilitar la construcción Servir de rodadura provisional 	<ul style="list-style-type: none"> Agregados Agua Suelo Cemento Asfalto Otros
Riego de imprimación	<ol style="list-style-type: none"> Imprimación 	<ul style="list-style-type: none"> Ligar Impermeabilizar 	<ul style="list-style-type: none"> Asfalto líquido Emulsiones asfálticas
Carpeta asfáltica	<ol style="list-style-type: none"> Tratamientos superficiales <ul style="list-style-type: none"> Simple Doble Triple Cuádruple Macadam asfáltico Concreto asfáltico <ul style="list-style-type: none"> Mezcla en vía Mezcla en planta en frío o en caliente Macadam asfáltico Concreto asfáltico 	<ul style="list-style-type: none"> Proveer una superficie de rodadura suave, segura y cómoda Impermeabilizar la estructura Mejorar la capacidad estructural – resistencia Limpieza 	<ul style="list-style-type: none"> Agregados Asfalto Otros

Tabla 2.1: Elementos estructurales en un pavimento flexible.

Fuente:(Higuera C. Tunja, Colombia. 2011).

Carpeta de Rodadura Asfáltica.

Define a la capa de rodadura como la “última capa que se aplica, en varios casos existe una capa intermedia (autopistas e infraestructuras para un tráfico de gran intensidad) la capa firme estará conformado por una capa base, capa intermedia y al

final la de rodadura, Las superficies asfálticas deben brindar optimo comportamiento ante el deslizamiento, aún más cuando nos referimos de una carretera autopista. De otra forma cuando nos basamos en un aparcamiento donde los vehículos circulan a baja velocidad en este caso no es tan importante este factor de deslizamiento. Esta elaborada con material pétreo seleccionado y un producto asfáltico dependiendo del tipo de camino a construir. Para determinar el tipo y espesor de una carpeta de rodadura asfáltica se tendrá en cuenta el tránsito que va circula [24].

Intensidad del tránsito pesado en un solo sentido	Tipo de carpeta
Mayor de 2000 veh/día	Mezcla en planta de 7.5 cm de espesor mín.
1000 a 2000	Mezcla en planta con un espesor min. De 5 cm
500 a 1000	Mezcla en el lugar o planta de 5 cm como mín.
Menos de 500	Tratamiento superficial simple o múltiple.

Tabla 2.2: Tipo y espesor de una carpeta Asfáltica.

Fuente:(José Narváez. México, 2000).

Pavimentos Rígidos.

Formado por una losa de concreto de cemento Pórtland sobre una base, sub base o directamente sobre la sub rasante. Trasmite directamente los esfuerzos al suelo de forma minimizada, es auto resistente. Hay que controlar el concreto [23].

Capa de Rodamiento: Proporcionar una superficie suave y cómoda al rodamiento Impermeabilizar la base contra la penetración de agua superficial, lo cual reducirá la capacidad soporte de la base Para proteger la base contra los efectos de raimiento, abrasivo y desintegración ocasionada por el tráfico.

Capa Desgaste o Sello: La superficie impermeabilizadora a fin de evitar la infiltración de las aguas de lluvia, protege además la capa de rodamiento contra la acción abrasiva del tráfico.

Estos pavimentos tienen suficiente fuerza de flexión para transmitir la carga de la llanta a un área más amplia en la capa inferior. El pavimento rígido tiene un costo inicial más elevado que el pavimento flexible y su período de vida varía entre 20 a 40 años. En cuanto al mantenimiento que requiere es mínimo y se orienta generalmente al tratamiento de juntas de las losas. El elemento estructural principal consta de una losa de concreto que se apoya directamente en la sub-rasante o en una capa de material granular seleccionado denominada sub-base. La necesidad de utilizar la subbase surge sólo si la subrasante no tiene las condiciones necesarias como para resistir a la losa y las cargas que actúan sobre esta. Una de las diferencias más resaltantes entre flexibles y rígidos es la forma en que se distribuyen los esfuerzos producidos por el tránsito. Debido que el concreto es mucho más rígido que la mezcla de asfalto, éste distribuye los esfuerzos en una zona mucho más amplia. Del mismo modo, el Concreto presenta un poco de resistencia a la tensión por lo que aún en zonas débiles de la subrasante su comportamiento es adecuado. Es por ello que la capacidad portante de un pavimento rígido recae en las losas en vez de en las capas subyacentes, las cuales ejercen poca influencia al momento del diseño [25].

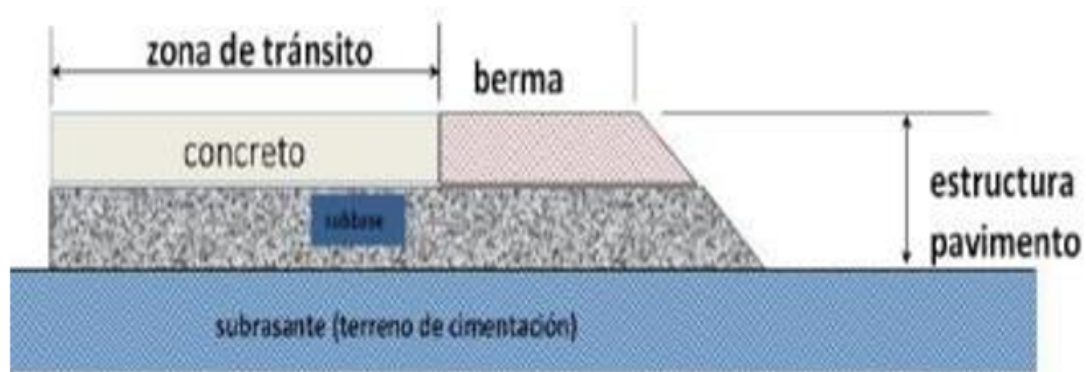


Figura 2.2: Estructura del pavimento rígido.
Fuente:(UNEFM).

Pavimento Semirrígido.

Este tipo de pavimento tiene esencialmente una estructura indistinguible de un pavimento flexible, una de sus capas se solidifica engañosa visualmente con una sustancia añadida que puede ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y productos químicos. La utilización de estas sustancias añadidas tiene la esencial para remediar o modificar las propiedades mecánicas de los materiales cercanos que no son apropiadas para el desarrollo de las capas del pavimento, considerando que las adecuadas están en tales separaciones que ampliarían los gastos [25].

2.2.3 Serviciabilidad de pavimentos.

Es el nivel de servicio del pavimento, La serviciabilidad se usa como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional), cuando éste circula por la vialidad. También se relaciona con las características físicas que puede presentar el pavimento como grietas, fallas, peladuras, etc, que podrían afectar la capacidad de soporte de la estructura (comportamiento estructural). La serviciabilidad de los pavimentos ha sido representada en un índice, derivado de los resultados de la prueba AASTHO, En la siguiente tabla se puede observar la escala de calificación de la serviciabilidad según la norma AASTHO [26].

CALIFICACION		DESCRIPCION
NUMERICA	VERBAL	
5.0 - 4.0	Muy Buena	Comprenden los pavimentos nuevos o semi nuevos son los suaves y sin deterioro para calificar en su categoría. La mayor parte de los pavimentos construidos o recarpeteados durante el año de inspección normalmente se clasifican como muy buenos.
4.0 - 3.0	Buena	En esta categoría, no son tan suaves como los "muy buenos", entregan un manejo de primera clase y muestran muy poco signo de deterioro superficial. Los pavimentos flexibles pueden estar comenzando a mostrar signos de ahuellamiento y fisuración aleatoria. Los pavimentos rígidos pueden mostrar evidencias de un nivel de deterioro superficial, como desconches y fisuras menores.
3.0 - 2.0	Regular	la calidad de manejo es notablemente inferior a Los pavimentos nuevos y pueden presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales para pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamientos, parches y agrietamientos. Los pavimentos rígidos presentar fallas en las juntas, agrietamientos, escalonamiento.
2.0 - 1.0	Mala	Se han deteriorado hasta un punto donde pueden afectar la velocidad de tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas, el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamiento; y ocurren en un 50% o más de la superficie. En pavimentos rígidos incluye desconche de junta de escalonamiento, parches, agrietamiento y bombeo.
1.0 - 0.0	Muy Mala	En esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro. Los caminos se pueden pasar a considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas. El deterioro ocurre en un 75% o más de la superficie.

Tabla 2.3: Serviabilidad según la norma AASTHO.

Fuente:(AASTHO).

2.2.4 Evaluación de Pavimentos.

Este es uno de los temas más importantes por lo mismo que los pavimentos son estructuras diseñadas para brindar al usuario seguridad y comodidad al circular y transitar, esto concluye que la plataforma debe entregar un nivel de servicio acorde a la demanda solicitada. La evaluación de pavimentos consiste realizar un informe, en el cual se presenta el estado donde se halla la superficie del mismo, para poder adoptar las medidas adecuadas de reparación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil de serviciabilidad de los pavimentos, por lo tanto es de suma importancia elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y acorde a las condiciones en que se encuentre [23].

2.2.5 Método PCI (Pavement Condition Index).

Es una serie de procedimientos que consiste en la determinación y evaluación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando la clase, severidad y cantidad de fallas encontradas in situ, siguiendo una metodología que no requiere de herramientas especializadas, pues se mide la condición del pavimento de manera indirecta. Este método tiene la capacidad de una completa evaluación y calificación objetiva de pavimentos, siendo aceptado y formalmente adoptado, como procedimiento estandarizado, por agencias. El método PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento en mal estado, hasta cien (100) en perfecto estado. En el Cuadro se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento (ASTM) [26].

Rango PCI %	Color	Estado
0-10		Falla
11-25		Muy Malo
26-40		Malo
41-55		Regular
56-70		Bueno
71-85		Muy Bueno
86-100		Excelente

Tabla 2.4: Rangos de evaluación del PCI.

Fuente:(Manual PCI).

PCI	ESTADO	INTERVENCION
0 - 30	Malo	Construcción
31 - 70	Regular	Rehabilitación
71 - 100	Bueno	Mantenimiento

Tabla 2.5: Rangos de condiciones del PCI.

Fuente:(Manual PCI).

2.2.6 Tipos de Fallas.

- a) **Fallas estructurales:** Es una deficiencia de los pavimentos que es la reducción en la capacidad de carga de este. En su etapa más avanzada, la falla estructural se puede observar en la construcción generalizada del pavimento, a la que se asocia precisamente el índice de servicio, no necesariamente implica una falla estructural inmediata. Las fallas podemos clasificar tomando en cuenta el elemento estructural donde se originan [23].

- Fallas atribuidas a la carpeta.
- Fallas originadas en la interface, carpeta – base a causa de una interacción inadecuada, esto se debe al mal acoplamiento entre el material de base y la carpeta asfáltica o de concreto.
- Fallas originadas en base, sub base, por la inestabilidad de una o varias de estas capas.
- Fallas originadas por la repetición de cargas.
- Fallas ocasionadas por los agentes climatológicos o el interperismo.
- Fallas ocasionadas por madrigueras de algunos animales.

b) **Fallas funcionales:** Los más importantes que intervienen en el valor del índice de servicio actual son:

- Las ondulaciones longitudinales.
- Las deformaciones transversales.
- La textura de la superficie.
- El porcentaje de baches y áreas reparadas.

2.2.7 Las fallas están clasificadas en 19 tipos en pavimentos flexibles.

De los cuales definiremos alguno de ellos en el siguiente cuadro [25].

FALLA N°	TIPO - NOMBRE	UNIDAD
1	* Grietas de piel de cocodrilo	m2
2	* Exudación de asfalto.	m2
3	* Grietas de contracción (bloque)	m2
4	* Elevación y <u>hundimiento</u>	m
5	* Corrugaciones	m2
6	* Depresiones	m2
7	* <u>Grieta</u> de borde	m
8	* Grietas de flexión de junta	m
9	* Desnivel calzada hombrillo	m
10	* Grietas longitudinales y transversales	m
11	* beches y zanjas reparadas	m2
12	* Grietas pulidas	m2
13	* Huecos	N°
14	* Cruce de rieles	m2
15	* Ahuellamientos	m2
16	* <u>Deformación</u> por empuje	m2
17	* Grietas deslizamiento	m2
18	* Hinchamientos	m2
19	* Disgregación y desintegración	m2

Tabla 2.6: Tipos de fallas y Und. De medida.
Fuente:(Metodología de evaluación del pavimento PCI).

III. HIPÓTESIS.

3.1 Hipótesis general.

La identificación y evaluación para la determinación del índice de Condición del Pavimento (PCI) en la vía Los Libertadores en la progresiva 326+000 al 327+500, nos permitirá, conocer el estado actual en la que se encuentran dichas pistas.

3.2 Hipótesis específicas.

1. Se podrá diagnosticar el estado y grado de deterioro en la vía Los Libertadores en la progresiva 326+000 al 327+500.
2. Al saber que patología afecta en mayor porcentaje la vía Los Libertadores en la progresiva 326+000 al 327+500 se podrá dar alternativas de reparación.

IV. METODOLOGÍA.

4.1 Tipo y nivel de la investigación.

La presente investigación es del tipo descriptivo porque describe la situación actual del del pavimento desde mi objetivo principal decido identificar y caracterizar las patologías en el pavimento flexible para la obtención del índice de condición del pavimento en la vía los libertadores. Con ello busco medir y encontrar con la mayor precisión posible los datos para describir los hechos tal como son. asi mismo la investigación es de nivel cualitativo ya que en esta investigación tengo el objetivo de identificar, y caracterizar los hechos tal como son con la mayor precisión posible que se puede evaluar. Se realizo el seccionamiento y concretar las unidades para cada tipo de fallas que se presentan en la zona de estudio.

4.2 Diseño de la investigación.

La presente investigación es no experimental en mi investigación no busco experimentar más al contrario solo identificar, y caracterizar las patologías en el pavimento flexible, recolectando información de forma transversal, lo cual si aplica para describir la incidencia de la variable.

4.3 Población y muestra.

4.3.1 Población.

En esta investigación la población comprende la delimitación de los pavimentos en la vía los libertadores, del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y región Ayacucho.

4.3.2 Muestra.

Se selecciono como lugar de investigación y zona de análisis el pavimento de la vía los Libertadores de la progresiva km 326+000 al km 327+500, del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y región Ayacucho – 2019.” visto que existen un deterioro intermedio.

4.3.3 Muestreo.

Para este caso se divido la sección de estudios en 15 unidades de muestra de las cuales se logró analizar 10 unidades de muestras. Unidades de muestra seleccionada utilizando mediante la metodología PCI.

4.4 Definición y operacionalización de variables e indicadores.

Ver la Tabla 4.1.

EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA LA OBTENCIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN OPERACIONAL, EN LA VÍA LOS LIBERTADORES DE LA PROGRESIVA 326+000 AL 327+500, DEL DISTRITO DE AYACUCHO, PROVINCIA DE HUAMANGA Y REGIÓN AYACUCHO - 2019.		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>Variable independiente:</p> <p>Patologías presentes en el pavimento de la vía Los Libertadores, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho - 2019.</p>	<p>Anomalías sobre la superficie del pavimento como son los parches grandes y parches pequeños.</p> <p>Anomalías a lo largo del pavimento rígido como grietas lineales y pulimento de agregados.</p> <p>Anomalías en el interior del pavimento como son las losas divididas.</p>	<p>Nivel de severidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nivel de severidad Baja. - Nivel de severidad Media. - Nivel de severidad Alta. <p>Tipo de presencia de patologías en forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vertical. - Horizontal. - Oblicuo. <p>Grado de afectación:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Alta. -Media. -Baja.
<p>Variable dependiente:</p> <p>Índice de integridad estructural y condición operacional de la vía Los Libertadores, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho - 2019.</p>	<p>Tipos de patologías que se presentan en los pavimentos en la vía Los Libertadores, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho - 2019.</p>	<p>Rango de Calificación del PCI:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 100-85 (Excelente). - 85-70 (Muy buena). - 70-55 (Buena). - 55-40 (Regular). - 40-25 (Malo). - 25-10 (Muy malo). - 10-0 (Fallado).

Tabla 4.1: Matriz de operacionalización de variables.
Fuente: Elaboración propia.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos de recolección de datos:

4.5.1 Técnicas.

Técnicas de evaluación visual: En la evaluación del pavimento se realizó primero visualmente y luego se procesó con la ayuda de la tabla del método PCI. Durante toma de muestras se usó los siguientes equipos y/o herramientas:

Wincha de 50 metros: Por su graduada en centímetros y como también en el reverso en pulgadas. Ayuda la mayor facilidad de medir en distancias mayores y con mayor precisión.

Flexómetro de 5 metros: Mejor instrumento para medir distancias cortas y facilidad de operación.

Cámara fotográfica: Ayuda a evidenciar las fallas patológicas.

Cuaderno de campo: Sirve para plasmar todos los apuntes encontrados en campo.

Ficha de identificación de patologías método PCI Nos ayuda a identificar las diferentes clases de fallas de una manera muy ordenada y adecuada.

Regla: Es de Fácil manipulación, Transporte ligero, Mide pequeños espacios a detalle.

Los equipos topográficos utilizados fueron la estación total, teodolitos y niveles. Fueron utilizados para el realizar el levantamiento de las anomalías de los sistemas de saneamiento.

4.6 Plan de análisis.

Con respecto al plan de análisis se estructura de la siguiente manera:

- Ubicación de la zona.
- Seccionamiento de la estructura del pavimento.
- Recolección de muestras.
- Evaluación y determinación de los tipos de fallas.
- Cuadros de análisis.
- Tablas e histogramas de patologías.
- Nivel del PCI.
- Finalmente propuesta de mejor o solución.

4.7 Matriz de consistencia.

Ver la Tabla 4.2.

EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA LA OBTENCIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN OPERACIONAL, EN LA VÍA LOS LIBERTADORES DE LA PROGRESIVA 326+000 AL 327+500, DEL DISTRITO DE AYACUCHO, PROVINCIA DE HUAMANGA Y REGIÓN AYACUCHO – 2019.				
PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p>¿De qué forma al evaluar las patologías existentes podemos obtener la condición del pavimento flexible en la vía los Libertadores de la progresiva km 326+000 al km 327+500, del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y región Ayacucho – 2019?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Identificar y determinar el índice de Condición de Pavimento en la capa de rodadura de la vía los Libertadores de la progresiva km 326+000 al km 327+500, de la región Ayacucho – 2019.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar los tipos de patologías en el pavimento de la vía Los Libertadores del distrito de Ayacucho, provincia Huamanga, región Ayacucho. 2. Caracterizar la patología influyente insituda la vía Los Libertadores del distrito de Ayacucho, provincia Huamanga, región Ayacucho. 	<p>La tesis materia de estudio fue elegido teniendo en consideración el foco de crecimiento del tránsito, la precariedad de la pavimentación en nuestra región de Ayacucho, que es la condición paupérrima de concreto existentes en las vías de conexión. Sin distinguir los pavimentos existentes.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>Se podrá identificar y caracterizar las patologías n la capa de rodadura de la vía los Libertadores del distrito de Ayacucho, provincia Huamanga departamento de Ayacucho.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se podrá diagnosticar el estado y grado de deterioro de las en la vía Los Libertadores en la progresiva 326+000 al 327+500. 2. Al saber que patología afecta en mayor porcentaje la vía Los Libertadores en la progresiva 326+000 al 327+500 se podrá dar alternativas de reparación. 	<p>Tipo:</p> <p>El proyecto de investigación es del tipo exploratorio.</p> <p>Nivel:</p> <p>El proyecto de investigación es de nivel cualitativo.</p> <p>Enfoque:</p> <p>La investigación tiene un enfoque descriptivo.</p> <p>Diseño:</p> <p>Elaborar, buscar, analizar y diseñar los instrumentos para evaluar el estado del pavimento de la vía Los Libertadores del distrito de Ayacucho, provincia Huamanga, región Ayacucho.</p> <p>Universo y muestra:</p> <p>El universo o población es indeterminada. La población comprende la vía Los Libertadores del distrito de Ayacucho, provincia Huamanga, región Ayacucho.</p>

Tabla 4.2: Matriz de consistencia.

Fuente: Elaboración propia.

4.8 Principios éticos.

4.8.1 Protección de personas.

La persona en toda investigación es el fin y no el medio, por ello necesita cierto grado de protección, el cual se determinará de acuerdo al riesgo en que incurran y la probabilidad de que obtengan un beneficio.

En las investigaciones en las que se trabaja con personas, se debe respetar la dignidad humana, la identidad, la diversidad, la confidencialidad y la privacidad. Este principio no sólo implica que las personas que son sujetos de investigación participen voluntariamente y dispongan de información adecuada, sino también involucra el pleno respeto de sus derechos fundamentales, en particular, si se encuentran en situación de vulnerabilidad.

4.8.2 Cuidado del medioambiente y la biodiversidad.

Las investigaciones que involucran el medio ambiente, plantas y animales, deben tomar medidas para evitar daños. Las investigaciones deben respetar la dignidad de los animales y el cuidado del medio ambiente incluido las plantas, por encima de los fines científicos; para ello, deben tomar medidas para evitar daños y planificar acciones para disminuir los efectos adversos y maximizar los beneficios.

4.8.3 Libre participación y derecho a estar informado.

Las personas que desarrollan actividades de investigación tienen el derecho a estar bien informados sobre los propósitos y finalidades de la investigación que desarrollan, o en la que participan; así como tienen la libertad de participar en ella, por voluntad propia. En toda investigación se debe contar con la manifestación de voluntad, informada, libre, inequívoca y específica; mediante la cual las personas como sujetos investigados o titular de los datos consiente el uso de la información para los

fines específicos establecidos en el proyecto.

4.8.4 Beneficencia no Maleficencia.

Se debe asegurar el bienestar de las personas que participan en las investigaciones. En ese sentido, la conducta del investigador debe responder a las siguientes reglas generales: no causar daño, disminuir los posibles efectos adversos y maximizar los beneficios.

4.8.5 Justicia.

El investigador debe ejercer un juicio razonable, ponderable y tomar las precauciones necesarias para asegurar que sus sesgos, y las limitaciones de sus capacidades y conocimiento, no den lugar o toleren prácticas injustas. Se reconoce que la equidad y la justicia otorgan a todas las personas que participan en la investigación derecho a acceder a sus resultados. El investigador está también obligado a tratar equitativamente a quienes participan en los procesos, procedimientos y servicios asociados a la investigación.

4.8.6 Integridad física.

La integridad o rectitud deben regir no sólo la actividad científica de un investigador, sino que debe extenderse a sus actividades de enseñanza y a su ejercicio profesional. La integridad del investigador resulta especialmente relevante cuando, en función de las normas deontológicas de su profesión, se evalúan y declaran daños, riesgos y beneficios potenciales que puedan afectar a quienes participan en una investigación. Asimismo, deberá mantenerse la integridad científica al declarar los conflictos de interés que pudieran afectar el curso de un estudio o la comunicación de sus resultados.

V. RESULTADOS.

5.1 Resultados.

Para obtener los resultados óptimos primeramente se realizó la evaluación visual del pavimento, luego cuantificar y tomar muestras a cada unidad con la ayuda de la hoja de registros de evaluación de patologías mediante el método del PCI. Luego evaluar y hacer los cálculos para determinar el PCI en general vía Los Libertadores de la progresivo km 326+000 al km 327+500, del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y región Ayacucho – 2019. Con respecto a las muestras tenemos áreas de 240.00 m² que son distribuidas de dimensiones 6.5m × 37m. Cada uno. El pavimento en estudio es de un tramo de 1500 m de longitud y un ancho de 6.50 m, del cual se tomó muestras las partes más críticas y deterioradas empezando exactamente del km 326+000 y finalizando en el km 327+500. Para realizar y tomar las muestras se contó con dos personales de trabajo para facilitar la identificación y tomar medidas, así mismo equipos y herramientas necesarias para la recolección de muestras exactas y precisas sobre el pavimento flexible de la vía Los Libertadores.

5.1.1 Análisis de las muestras N° 01.

Evaluando primero visualmente la condición en campo y luego pasando a procesar con la ayuda de la tabla de la muestra UM-01 podemos concluir que. El valor deducido del pavimento es 26.66 que nos indica que la estructura del pavimento está en una condición MALA, donde se puede apreciar las fallas encontradas en esta muestra son:

- Grietas de piel de cocodrilo (1)
- Elevación y hundimiento (4)
- Grietas longitudinales y transversales (10)

Las patologías más predominantes es esta muestra son las grietas de piel de cocodrilo (1) y luego elevaciones y hundimientos, y la de menor presencia están las de grietas longitudinales y transversales.

UNIDAD DE MUESTRA N° 01		RESOLUCION DEL PCI EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA VIA LOS LIBERTADORES	
ULADECH			
FACULTAD DE INGENIERIA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL			
UBICACION :	Vía los Libertadores	DISTRITO:	Ayacucho
Tesista :	FRAN M. ZEA RODRIGUEZ	PROVINCIA:	Huamanga
Fecha :	30/07/2020	REGION:	Ayacucho
Progresiva inicial :	km 326+000	UNIDAD DE MUESTRA U-01	
Progresiva final :	km 326+40		
Area de la muestra :	240 m ²		
TIPOS DE FALLAS			
1.- Grietas de piel de cocodrilo (M2)	11.- Baches y zanjas reparadas (M2)		
2.- Exudación de asfalto (M2)	12.- Grietas pulidos (M2)		
3.- Grieta de contracción (bloque) (M2)	13.- Huecos (UND)		
4.- Elevaciones y hundimientos (M)	14.- Ahuellamiento en pavimentos (M2)		
5.- Comugaciones (M2)	15.- Deformaciones por empuje (M2)		
6.- Depresiones (M2)	16.- Grietas de deslizamiento (M2)		
7.- Grieta de borde (M)	17.- Hinchamientos (M2)		
8.- Grietas de flexión de juntas (M)	18.- Disgregación y desintegración (M2)		
9.- Desnivel calzada - hombrillo (M)			
10.- Grietas longitudinales y transversales (M)			

Tabla 5.1: Hoja de registro de la muestra 01.

Fuente:(Elaboración Propia).

PATOLOGIAS											
Falla	Severidad	MUESTREO						Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
1	M	6.92	8.34	7.52	6.78	8.46	6.90	44.92	18.72	54.14	
4	M	4.20	6.85	4.70	7.80	5.60	3.80	32.95	13.73	48.54	
10	B	4.65	5.30	9.60	4.20	8.45	7.55	39.75	16.56	10.76	
		# de deducidos > 2 {q} = 3.00 Valor deducido max {HDVi} = 54.142 # admisible de valor deducido {mi} = 5.211						SUMATORIA VD = 113.435			
RESOLUCION DEL PCI											
#	datos Deducidos					Total	q	CDV			
1	54.14	48.54	10.76			113.435	3	69.72			
2	54.14	48.54	2.00			104.679	2	73.34			
3	54.14	2.00	2.00			58.142	1	58.14			
4											
5											
6											
7											
		PCI = 100 - MAX. CDV PCI = 26.66									
		CONDIC. DEL PAVIMENTO: Malo									
						CONDICIÓN					
						LETRAS	NÚMERO				
						Falla	0 -10				
						Muy Mala	10-25				
						Mala	25 -40				
						Regular	40 -55				
						Buena	55 -70				
						Muy Buena	70 -85				
						Excelente	85 -100				
						MÁX CDV =		73.34			

Tabla 5.2: Hoja de registro de la muestra 01.

Fuente:(Elaboración Propia).

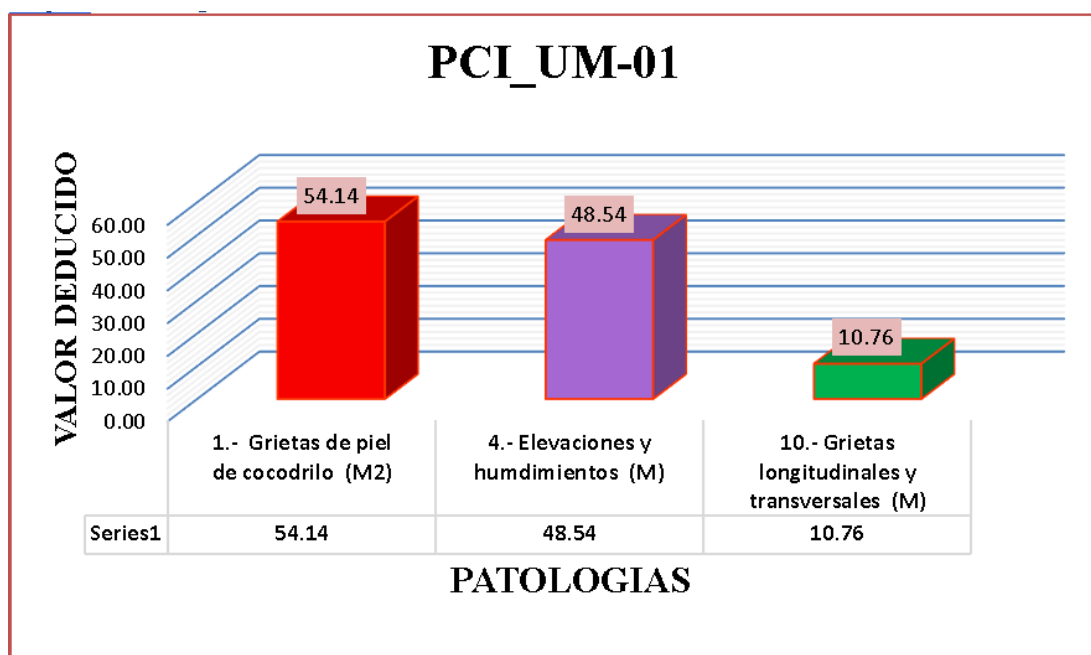


Figura 5.1: Patologías de la muestra 01.

Fuente:(Elaboración Propia).

5.1.2 Análisis de las muestras N° 02.

En esta unidad de muestra realizada mediante la evaluación visual en campo y el procesado correspondiente de datos hallamos el valor deducido obteniendo como 41.51, lo cual nos dice que el estado de condición operacional del pavimento es de tipo regular. Es esta muestra podemos identificar las diferentes patologías que se indican a continuación como:

- Huecos (13)
- Grietas longitudinales y transversales (10)
- Grietas de piel de cocodrilo (1)

Las patologías más predominantes es esta unidad de muestra son los huecos (13), Luego las grietas de piel de cocodrilo (1), y como último y de menor presencia tenemos Grietas longitudinales y transversales (10).

UNIDAD DE MUESTRA N° 02		RESOLUCION DEL PQI EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA VIA LOS LIBERTADORES	
ULADECH FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL			
UBICACION :	Vía los Libertadores	DISTRITO:	Ayacucho
Tesista :	FRAN M. ZEA RODRIGUEZ	PROVINCIA:	Huamanga
Fecha :	30/07/2020	REGION:	Ayacucho
Progresiva inicial :	km 326+80	UNIDAD DE MUESTRA U-02	
Progresiva final :	km 326+120		
Area de la muestra :	240 m2		
TIPOS DE FALLAS			
1.- Grietas de piel de cocodrilo (M2)	11.- Baches y zanjas reparadas (M2)		
2.- Exudación de asfalto (M2)	12.- Grietas pulidos (M2)		
3.- Grieta de contracción (bloque) (M2)	13.- Huecos (UND)		
4.- Elevaciones y hundimientos (M)	14.- Ahuellamiento en pavimentos (M2)		
5.- Corrugaciones (M2)	15.- Deformaciones por empuje (M2)		
6.- Depresiones (M2)	16.- Grietas de deslizamiento (M2)		
7.- Grieta de borde (M)	17.- Hinchamientos (M2)		
8.- Grietas de flexión de juntas (M)	18.- Disgregación y desintegración (M2)		
9.- Desnivel calzada - hombrillo (M)			
10.- Grietas longitudinales y transversales (M)			

Tabla 5.3: Hoja de registro de la muestra 02.

Fuente:(Elaboración Propia).

5.1.3 Análisis de las muestras N° 03.

Para esta unidad de muestra evaluamos el pavimento de manera visual en campo y seguidamente con la ayuda de las tablas, gráficos y hoja de Excel del PCI sacamos sus valores. Obteniendo el máximo valor deducido del PCI de 68.61, y lo cual podemos encontrar dentro de los parámetros en la condición buena. Donde predomina con mayor porcentaje son las patologías de: Piel de cocodrilo (1) seguidamente las patologías de elevación y hundimiento (4) y como último con un valor mínimo las patologías de grietas longitudinales y transversales (10).

- Piel de cocodrilo (1)
- Seguidamente las patologías de elevación y hundimiento (4)
- Grietas longitudinales y transversales (10).

ULADECH FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL			
UNIDAD DE MUESTRA N° 03		RESOLUCION DEL PCI EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA VIA LOS LIBERTADORES	
UBICACION :	Vía los Libertadores	DISTRITO: Ayacucho	
Tesista :	FRAN M. ZEA RODRIGUEZ	PROVINCIA: Huamanga	
Fecha :	30/07/2020	REGION: Ayacucho	
Progresiva inicial :	km 326+160		
Progresiva final :	km 326+200		
Area de la muestra :	240 m ²	UNIDAD DE MUESTRA U-03	
TIPOS DE FALLAS			
1.- Grietas de piel de cocodrilo (M2) 2.- Exudación de asfalto (M2) 3.- Grieta de contracción (bloque) (M2) 4.- Elevaciones y hundimientos (M) 5.- Corrugaciones (M2) 6.- Depresiones (M2) 7.- Grieta de borde (M) 8.- Grietas de flexión de juntas (M) 9.- Desnivel calzada - hombrillo (M) 10.- Grietas longitudinales y transversales (M)	11.- Baches y zanjas reparadas (M2) 12.- Grietas pulidos (M2) 13.- Huecos (UND) 14.- Ahuellamiento en pavimentos (M2) 15.- Deformaciones por empuje (M2) 16.- Grietas de deslizamiento (M2) 17.- Hinchamientos (M2) 18.- Disgregación y desintegración (M2)		

Tabla 5.5: Hoja de registro de la muestra 03.

Fuente:(Elaboración Propia).

PATOLOGIAS										
Falla	Severidad	MUESTREO					Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
1	B	1.54	3.28	3.60	2.30	3.40	14.12	5.88	27.39	
4	B	3.00	1.00	1.00	2.45	2.00	9.45	3.94	9.13	
10	B	2.40	3.65	1.70	1.06	2.34	11.15	4.65	3.95	
		# de deducidos > 2 {q} = 3.00					SUMATORIA VD = 40.461			
		Valor de deducido max {HDVi} = 27.390								
		# admisible de valor deducido {mi} = 7.668								
RESOLUCION DEL PCI										
#	datos Deducidos					CONDICIÓN		Total	q	CDV
1	27.39	9.13	3.95			LETRAS	NÚMERO	40.461	3	24.32
2	27.39	9.13	2.00			Falla	0 -10	38.515	2	28.81
3	27.39	2.00	2.00			Muy Mala	10-25	31.390	1	31.39
4						Mala	25 -40			
5						Regular	40 -55			
6						Buena	55 -70			
7						Muy Buena	70 -85			
						Excelente	85 -100			
		PCI = 100 - MAX. CDV						MÁX CDV = 31.39		
		PCI = 68.61								
		CONDIC. DEL PAVIMENTO: Bueno								

Tabla 5.6: Hoja de registro de la muestra 03.

Fuente:(Elaboración Propia).

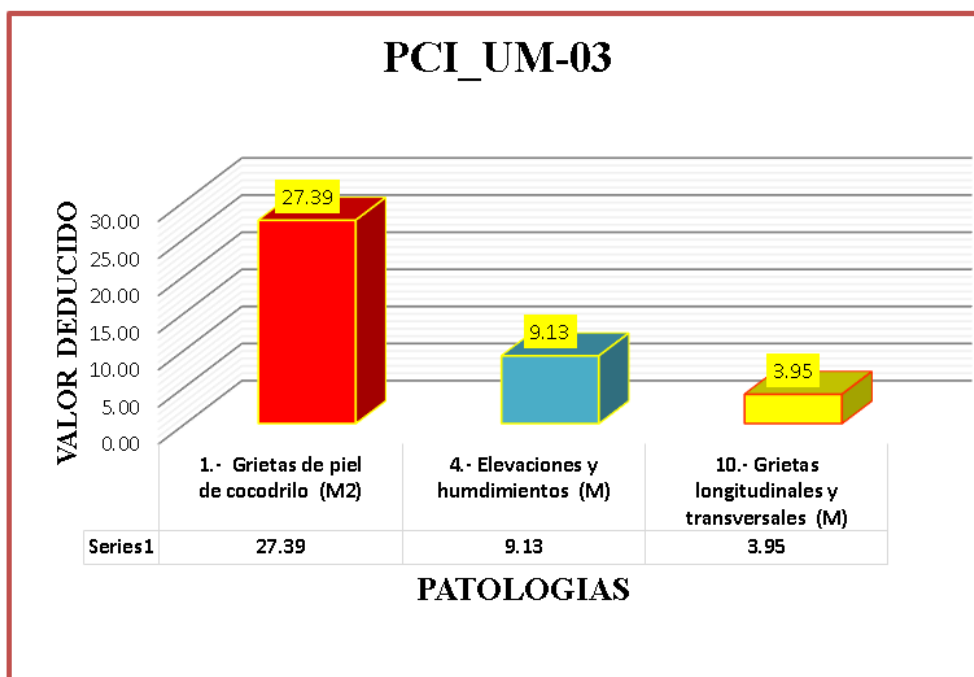


Figura 5.3: Patologías de la muestra 03.

Fuente:(Elaboración Propia).

5.1.4 Análisis de las muestras N° 04.

En esta unidad de muestra seguimos evaluando el pavimento de manera visual en campo y seguidamente con la ayuda de las tablas, gráficos y hoja de Excel del PCI sacamos sus valores. Obteniendo el máximo valor deducido del PCI de 50.67, y lo cual podemos encontrar dentro de los parámetros en la condición que nos da como regular. En esta unidad de muestra podemos apreciar 3 tipos de patologías que vienen deteriorando nuestra estructura del pavimento flexible las cuales son:

- Grietas de borde (7)
- Grietas longitudinales y transversales (10)
- Disgregación y desintegración (18)

Predominando con mayor presencia las patologías de Grietas longitudinales y transversales (10).

UNIDAD DE MUESTRA N° 04		RESOLUCION DEL PCI EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA VIA LOS LIBERTADORES	
ULADECH FACULTAD DE INGENIERA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL			
UBICACION :	Via los Libertadores	DISTRITO:	Ayacucho
Tesista :	FRAN M. ZEA RODRIGUEZ	PROVINCIA:	Huamanga
Fecha :	30/07/2020	REGION:	Ayacucho
Progresiva inicial :	km 326+240	UNIDAD DE MUESTRA U-04	
Progresiva final :	km 326+280		
Area de la muestra :	240 m2		
TIPOS DE FALLAS			
1.- Grietas de piel de cocodrilo (M2)	11.- Baches y zanjas reparadas (M2)		
2.- Exudación de asfalto (M2)	12.- Grietas pulidos (M2)		
3.- Grieta de contracción (bloque) (M2)	13.- Huecos (UND)		
4.- Elevaciones y hundimientos (M)	14.- Ahuellamiento en pavimentos (M2)		
5.- Corrugaciones (M2)	15.- Deformaciones por empuje (M2)		
6.- Depresiones (M2)	16.- Grietas de deslizamiento (M2)		
7.- Grieta de borde (M)	17.- Hinchamientos (M2)		
8.- Grietas de flexión de juntas (M)	18.- Disgregación y desintegración (M2)		
9.- Desnivel calzada - hombrillo (M)			
10.- Grietas longitudinales y transversales (M)			

Tabla 5.7: Patologías de la muestra 04.

Fuente:(Elaboración Propia).

PATOLOGIAS											
Falla	Severidad	MUESTREO						Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
7	M	6.300	2.850	3.950	6.200	3.600	5.600	28.50	11.88	14.66	
10	A	10.300	7.200	8.300	3.450	6.100	5.200	40.55	16.90	45.33	
18	B	1.800	3.020	4.250	2.252	3.820	3.500	18.64	7.77	4.23	
		# de deducidos > 2{q} = 3.00						SUMATORIA VD =		64.226	
		Valor deducido max {HDVi} = 45.333									
		# admisible de valor deducido {mi} = 6.020									
RESOLUCION DEL PCI											
#	datos Deducidos					CONDICIÓN	Total	q	CDV		
1	45.33	14.66	4.23			LETRAS	64.226	3	40.75		
2	45.33	14.66	2.00			NÚMERO	61.996	2	45.40		
3	45.33	2.00	2.00			Falla	49.333	1	49.33		
4						Muy Mala					
5						Mala					
6						Regular					
7						Buena					
		PCI = 100 - MAX. CDV						MÁX CDV =	49.33		
		PCI = 50.67									
		CONDIC. DEL PAVIMENTO:					Regular				

Tabla 5.8: Patologías de la muestra 04.

Fuente:(Elaboración Propia).

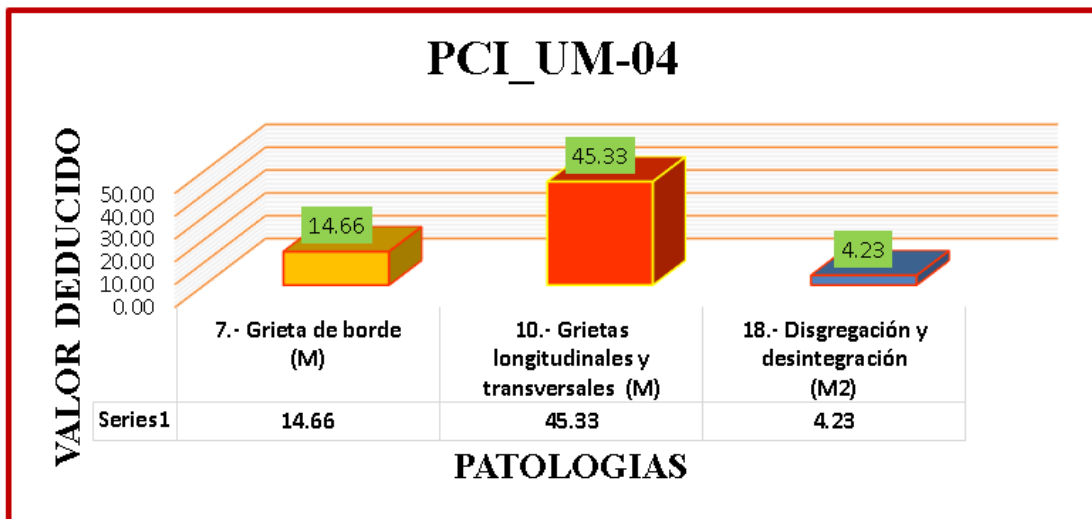


Figura 5.4: Patologías de la muestra 04.

Fuente:(Elaboración Propia).

5.1.5 Análisis de las muestras N° 05.

Continuamos analizando y evaluando el pavimento de manera visual en campo y seguidamente con la ayuda de las tablas, gráficos y hoja de Excel del PCI sacamos sus valores. En este caso obteniendo el máximo valor deducido del PCI de 47.98, y lo cual podemos encontrar dentro de los parámetros en la condición que nos da como un pavimento de estado regular. En esta unidad de muestra podemos apreciar también 3 tipos de patologías que vienen deteriorando nuestra estructura del pavimento flexible las cuales son:

- Grietas de piel de cocodrilo (1)
- Grietas de borde (7)
- Grietas longitudinales y transversales (10)

Predominando con mayor presencia y mayor valor deducido las patologías de Grietas de piel de cocodrilo (1).

UNIDAD DE MUESTRA N° 05 RESOLUCION DEL PCI EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA VIA LOS LIBERTADORES		
ULADECH FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL		
UBICACION :	Via Los Libertadores	DISTRITO: Ayacucho
Tesista :	FRAN M. ZEA RODRIGUEZ	PROVINCIA: Huamanga
Fecha :	30/07/2020	REGION: Ayacucho
Progresiva inicial :	km 326+320	
Progresiva final :	km 326+360	
Area de la muestra :	240 m ²	UNIDAD DE MUESTRA U-05
TIPOS DE FALLAS		
1.- Grietas de piel de cocodrilo (M2)	11.-Baches y zanjas reparadas (M2)	
2.- Exudación de asfalto (M2)	12.-Grietas pulidos (M2)	
3.- Grieta de contracción (bloque) (M2)	13.-Huecos (UND)	
4.- Elevaciones y hundimientos (M)	14.-Ahuellamiento en pavimentos (M2)	
5.- Corrugaciones (M2)	15.-Deformaciones por empuje (M2)	
6.- Depresiones (M2)	16.- Grietas de deslizamiento (M2)	
7.- Grieta de borde (M)	17.-Hinchamientos (M2)	
8.- Grietas de flexión de juntas (M)	18.-Disgregación y desintegración (M2)	
9.- Desnivel calzada - hombrillo (M)		
10.- Grietas longitudinales y transversales (M)		

Tabla 5.9: Hoja de registro de la muestra 05.

Fuente:(Elaboración Propia).

5.1.6 Análisis de las muestras N° 06.

Continuamos analizando y evaluando el pavimento de manera visual en campo y seguidamente con la ayuda de las tablas, gráficos y hoja de Excel del PCI con respecto a la UM-06 y sacamos sus valores. En este caso obteniendo el máximo valor deducido del PCI de 55.70, y lo cual podemos encontrar dentro de los parámetros en la condición que nos da como un pavimento de estado BUENO. Que está entre los parámetros de 55 a 70. En esta unidad de muestra podemos apreciar también 3 tipos de patologías que vienen deteriorando nuestra estructura del pavimento flexible las cuales son:

- Grietas de piel de cocodrilo (1)
- Corrugaciones (5)
- Grietas longitudinales y transversales (10)

Podemos apreciar con mayor presencia y mayor valor deducido las patologías de corrugaciones (5).

UNIDAD DE MUESTRA N° 06		RESOLUCION DEL PCI EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA VIA LOS LIBERTADORES	
ULADECH FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL			
UBICACION :	Via Los Libertadores	DISTRITO:	Ayacucho
Tesista :	FRAN M. ZEARODRIGUEZ	PROVINCIA:	Huamanga
Fecha :	30/07/2020	REGION:	Ayacucho
Progresiva inicial :	km 326+400	UNIDAD DE MUESTRA U-06	
Progresiva final :	km 326+440		
Area de la muestra :	240 m2		
TIPOS DE FALLAS			
1.- Grietas de piel de cocodrilo (M2)	11.- Baches y zanjas reparadas (M2)		
2.- Exudación de asfalto (M2)	12.- Grietas pulidos (M2)		
3.- Grieta de contracción (bloque) (M2)	13.- Huecos (UND)		
4.- Elevaciones y hundimientos (M)	14.- Ahuellamiento en pavimentos (M2)		
5.- Corrugaciones (M2)	15.- Deformaciones por empuje (M2)		
6.- Depresiones (M2)	16.- Grietas de deslizamiento (M2)		
7.- Grieta de borde (M)	17.- Hinchamientos (M2)		
8.- Grietas de flexión de juntas (M)	18.- Disgregación y desintegración (M2)		
9.- Desnivel calzada - hombrillo (M)			
10.- Grietas longitudinales y transversales (M)			

Tabla 5.11: Hoja de registro de la muestra 06.

Fuente:(Elaboración Propia).

5.1.7 Análisis de las muestras N° 07.

Evaluando primero visualmente la condición en campo y luego pasando a procesar con la ayuda de la tabla de la muestra UM-07 podemos concluir que. El valor deducido del pavimento es 53.47 que nos indica que la estructura del pavimento está en una condición regular, donde se puede apreciar las fallas encontradas en esta muestra son:

- Grietas longitudinales y transversales (10)
- Grietas pulidos (12)
- Huecos (13)
- Deformaciones por empuje (15)

Las patologías más predominantes es esta muestra son los huecos(13), y la de menor presencia están las patologías de Grietas pulidos (12).

UNIDAD DE MUESTRA N° 07		RESOLUCION DEL PCI EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA VIA LOS LIBERTADORES	
ULADECH FACULTAD DE INGENIERA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL			
UBICACION :	Via Los Libertadores	DISTRITO :	Ayacucho
Tesista :	FRAN M. ZEA RODRIGUEZ	PROVINCIA :	Huamanga
Fecha :	30/07/2020	REGION :	Ayacucho
Progresiva inicial :	km 326+480	UNIDAD DE MUESTRA U-07	
Progresiva final :	km 326+520		
Area de la muestra :	240 m2		
TIPOS DE FALLAS			
1.- Grietas de piel de cocodrilo (M2)	11.-Baches y zanjas reparadas (M2)		
2.- Exudación de asfalto (M2)	12.-Grietas pulidos (M2)		
3.- Grieta de contracción (bloqueo) (M2)	13.-Huecos (UND)		
4.- Elevaciones y hundimientos (M)	14.-Ahuellamiento en pavimentos (M2)		
5.- Corrugaciones (M2)	15.-Deformaciones por empuje (M2)		
6.- Depresiones (M2)	16.- Grietas de deslizamiento (M2)		
7.- Grieta de borde (M)	17.-Hinchamientos (M2)		
8.- Grietas de flexión de juntas (M)	18.-Disgregación y desintegración (M2)		
9.- Desnivel calzada - hombrillo (M)			
10.- Grietas longitudinales y transversales (M)			

Tabla 5.13: Hoja de registro de la muestra 07.

Fuente:(Elaboración Propia).

5.1.8 Análisis de las muestras N° 08.

Evaluando primero visualmente la condición en campo y luego pasando a procesar con la ayuda de la tabla de la muestra UM-08 podemos concluir que. El valor deducido del pavimento es 19.78 que nos indica que la estructura del pavimento está en una condición muy malo, que se encuentran entre los parámetros de 10 a 25, donde se puede apreciar las fallas encontradas en esta muestra son:

- Grietas de piel de cocodrilo (1)
- Grietas de contracción (3)
- Grietas longitudinales y transversales (10)
- Baches y zanjas separadas (11)

Esta unidad de muestra podemos deducir que las patologías más predominantes son las grietas de piel de cocodrilo (1), seguidamente están las Grietas de contracción (3).

UNIDAD DE MUESTRA N° 08			RESOLUCION DEL PCI EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA VIA LOS LIBERTADORES		
ULADECH FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL					
UBICACION :		Via Los Libertadores	DISTRITO: Ayacucho		
Tesista :		FRAN M. ZEA RODRIGUEZ	PROVINCIA: Huamanga		
Fecha :		30/07/2020	REGION: Ayacucho		
Progresiva inicial :		km 326+560			
Progresiva final :		km 326+600			
Area de la muestra :		240 m ²	UNIDAD DE MUESTRA U-08 		
TIPOS DE FALLAS					
1.- Grietas de piel de cocodrilo (M2)	11.- Baches y zanjas reparadas (M2)				
2.- Exudación de asfalto (M2)	12.- Grietas pulidos (M2)				
3.- Grieta de contracción (bloque) (M2)	13.- Huecos (UND)				
4.- Elevaciones y hundimientos (M)	14.- Ahuellamiento en pavimentos (M2)				
5.- Corrugaciones (M2)	15.- Deformaciones por empuje (M2)				
6.- Depresiones (M2)	16.- Grietas de deslizamiento (M2)				
7.- Grieta de borde (M)	17.- Hinchamientos (M2)				
8.- Grietas de flexión de juntas (M)	18.- Disgregación y desintegración (M2)				
9.- Desnivel calzada - hombro (M)					
10.- Grietas longitudinales y transversales (M)					

Tabla 5.15: Hoja de registro de la muestra 08.

Fuente:(Elaboración Propia).

PATOLOGIAS											
Falla	Severidad	MUESTREO						Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
1	A	5.800	6.700	8.500	8.600	8.900	9.300	47.80	19.92	70.32	
3	A	2.500	7.500	6.500	7.800	8.800	7.600	40.70	16.96	36.53	
10	M	8.200	6.500	7.150	6.000	5.600	6.300	39.75	16.56	23.42	
11	B	2.200	1.850	2.350	2.180	6.500	5.600	20.68	8.62	15.28	
		# de deducidos > 2 {q} = 4.00						SUMATORIA VD =		145.549	
		Valor deducido max {HDVi} = 70.324									
		# admisible de valor deducido {mi} = 3.725									
RESOLUCION DEL PCI											
#	datos Deducidos					CONDICIÓN		Total	q	CDV	
1	70.32	36.53	23.42	15.28		LETRAS	NÚMERO	145.549	4	80.22	
2	70.32	36.53	23.42	2		Falla	0 -10	132.271	3	79.86	
3	70.32	36.53	2.00	2		Muy Mala	10-25	110.852	2	76.43	
4	70.324	2.000	2.000	2		Mala	25 -40	76.324	1	76.32	
5						Regular	40 -55				
6						Buena	55 -70				
7						Muy Buena	70 -85				
		PCI = 100 - MAX. CDV							MÁX CDV =	80.22	
		PCI = 19.78									
		CONDIC. DEL PAVIMENTO: Muy mala									

Tabla 5.16: Hoja de registro de la muestra 08.

Fuente:(Elaboración Propia).

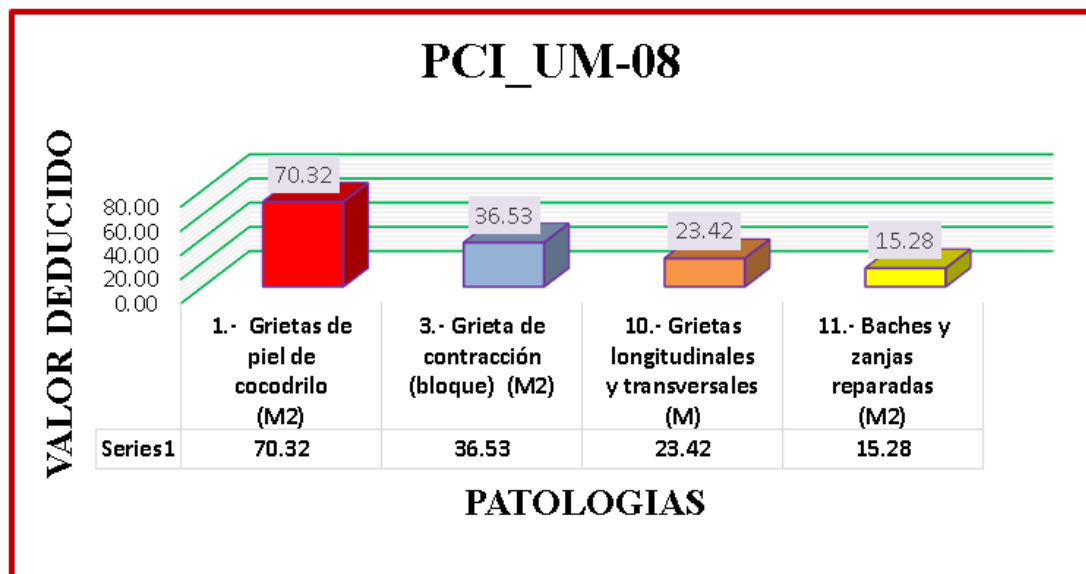


Figura 5.8: Patologías de la muestra 08.

Fuente:(Elaboración Propia).

5.1.9 Análisis de las muestras N° 09.

Evaluando el pavimento de manera visual en campo y seguidamente con la ayuda de las tablas, gráficos y hoja de Excel del PCI con respecto a la UM-09. En este caso obteniendo el máximo valor deducido del PCI de 46.12, y lo cual podemos encontrar dentro de los parámetros en la condición que nos da como un pavimento de estado regular. Que está entre los parámetros de 40 a 55. En esta unidad de muestra podemos apreciar también 3 tipos de patologías que vienen deteriorando nuestra estructura del pavimento flexible las cuales son:

- Grietas de piel de cocodrilo (1)
- Elevaciones y hundimientos (4)
- Grietas longitudinales y transversales (10)

Las patologías con mayor presencia y mayor valor deducido están las elevaciones y hundimientos (4), y en segundo lugar tenemos las Grietas de piel de cocodrilo y como último con un valor mínimo tenemos las Grietas longitudinales y transversales (10).

UNIDAD DE MUESTRA N° 09		RESOLUCION DEL PCI EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA VIA LOS LIBERTADORES	
ULADECH FACULTAD DE INGENIERA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL			
UBICACION :	Via Los Libertadores	DISTRITO:	Ayacucho
Tesista :	FRAN M. ZEA RODRIGUEZ	PROVINCIA:	Huamanga
Fecha :	30/07/2020	REGION:	Ayacucho
Progresiva inicial :	km 326+640	UNIDAD DE MUESTRA U-09	
Progresiva final :	km 326+680		
Area de la muestra :	240 m ²		
TIPOS DE FALLAS			
1.- Grietas de piel de cocodrilo (M2)	11.- Baches y zanjas reparadas (M2)		
2.- Exudación de asfalto (M2)	12.- Grietas pulidos (M2)		
3.- Grieta de contracción (bloque) (M2)	13.- Huecos (UND)		
4.- Elevaciones y hundimientos (M)	14.- Ahuellamiento en pavimentos (M2)		
5.- Corrugaciones (M2)	15.- Deformaciones por empuje (M2)		
6.- Depresiones (M2)	16.- Grietas de deslizamiento (M2)		
7.- Grieta de borde (M)	17.- Hinchamientos (M2)		
8.- Grietas de flexión de juntas (M)	18.- Disgregación y desintegración (M2)		
9.- Desnivel calzada - hombrillo (M)			
10.- Grietas longitudinales y transversales (M)			

Tabla 5.17: Hoja de registro de la muestra 09.

Fuente:(Elaboración Propia).

5.1.10 Análisis de las muestras N° 10.

Continuamos analizando y evaluando el pavimento de manera visual en campo y seguidamente con la ayuda de las tablas, gráficos y hoja de Excel del PCI sacamos sus valores. En este caso obteniendo el máximo valor deducido del PCI de 54.56, y lo cual podemos encontrar dentro de los parámetros en la condición que nos da como un pavimento de estado regular. En esta unidad de muestra podemos apreciar también 3 tipos de patologías que vienen deteriorando nuestra estructura del pavimento flexible las cuales son:

- Grietas de piel de cocodrilo (1)
- Grietas longitudinales y transversales (10)
- Huecos (13)

Predominando con mayor presencia y mayor valor deducido las patologías de huecos (13), luego las grietas de piel de cocodrilo (1) y como último tenemos las grietas longitudinales y transversales (10).

UNIDAD DE MUESTRA N° 10		RESOLUCION DEL PCI EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA VIA LOS LIBERTADORES	
ULADECH FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL			
UBICACION :	Via Los Libertadores	DISTRITO:	Ayacucho
Tesista :	FRAN M. ZEA RODRIGUEZ	PROVINCIA:	Huamanga
Fecha :	30/07/2020	REGION:	Ayacucho
Progresiva inicial :	km 326+720	UNIDAD DE MUESTRA U-10	
Progresiva final :	km 326+740		
Area de la muestra :	240 m2		
TIPOS DE FALLAS			
1.- Grietas de piel de cocodrilo (M2)	11.- Baches y zanjas reparadas (M2)		
2.- Exudación de asfalto (M2)	12.- Grietas pulidos (M2)		
3.- Grieta de contracción (bloque) (M2)	13.- Huecos (UND)		
4.- Elevaciones y hundimientos (M)	14.- Ahuellamiento en pavimentos (M2)		
5.- Corrugaciones (M2)	15.- Deformaciones por empuje (M2)		
6.- Depresiones (M2)	16.- Grietas de deslizamiento (M2)		
7.- Grieta de borde (M)	17.- Hinchamientos (M2)		
8.- Grietas de flexión de juntas (M)	18.- Disgregación y desintegración (M2)		
9.- Desnivel calzada - hombrillo (M)			
10.- Grietas longitudinales y transversales (M)			

Tabla 5.19: Hoja de registro de la muestra 10.

Fuente:(Elaboración Propia).

5.2 Análisis de resultados.

Esta investigación fue causa del análisis de las fallas que se encuentran en la vía Los Libertadores de la progresiva 326+000 al 327+500, del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y Región Ayacucho – 2019. Analizando y evaluando el pavimento flexible inicialmente de manera visual en campo y seguidamente con la ayuda de las tablas, gráficos y hoja de Excel del PCI sacamos sus valores para cada unidad de muestra, y luego un análisis general de todas las muestras de dicho pavimento podemos deducir que esta con un PCI igual a 46.11, que con la ayuda de los parámetros de evaluación podemos deducir de que está en un estado regular nos indica que dicho pavimento debe entrar en la etapa de rehabilitación. En las muestras tomadas podemos observar las patologías con mayor presencia de daños que estas ocasionan son: grietas de piel de cocodrilo (1), grietas longitudinales y transversales (10), huecos (13), Grietas de contracción (3), y Baches y zanjas separadas (11).



Figura 5.11: Condición de la evaluación global del PCI.

Fuente:(Elaboración Propia).

VI. CONCLUSIONES.

En el proceso de evaluación y análisis de las patologías que se realizó en la vía los Libertadores de la progresiva 326+000 al 327+500, del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y región Ayacucho – 2019.

- Analizando las muestras de manera global a partir de los análisis individuales en toda la zona de estudio está en la condición de un pavimento de estado regular con un PCI igual a 46.11 el cual nos indica que dicho pavimento debe entrar en la etapa de rehabilitación.
- Las patologías más predominantes son las grietas longitudinales y transversales que se encuentran en un parámetro del 36.65 % de las muestras tomadas, estas patologías están entre las progresivas de 326+240 a 326+280.
- Sobre las patologías de grietas de piel de cocodrilo podemos concluir que se encuentran en un 80% de las muestras independiente tomadas pero en la muestra número 08 se puede apreciar la mayor influencia que presenta con un grado de 28.22%.
- Se concluye que las patologías de “Elevaciones y hundimientos” también es uno de los factores que influye en el deterioro de la estructura, esta vez se pudo identificar en la muestra número 09 que comprende entre las progresivas de 326+680 a 326+720.
- Como último pudimos llegar a la conclusión de que las fallas de “huecos” también intervienen en el deterioro del pavimento, se pudo observar que tiene mayor presencia en la muestra 07.

ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.

- En las muestras 02, 04, 05, 07, 09 y 10 evaluadas las patologías que se identificaron son de un nivel regular, lo que según nuestro cuadro de condiciones requiere de una rehabilitación adecuada.
- En la muestra 02 se identificó que la patología más representativa son las grietas longitudinales y transversales con una severidad regular.
- En la muestra 08 la presencia de la patología de Grieta de contracción (bloque) es la más representativa lo que nos resulta un pavimento con nivel muy mala, lo que es recomendable la demolición y luego la construcción.
- Para disminuir la patología con mayor incidencia se colocaría una lechada asfáltica, la cual consiste en combinar agregados bien graduados con emulsión asfáltica, agua, y aditivos, la cual es aplicada en una capa fina para recubrir y proteger la carpeta. Proporciona una superficie muy resistente al desgaste.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Flor Carla Yvala Flores. Evaluación económica en el ciclo de vida del pavimento rígido y flexible en las vías arteriales y colectoras del distrito de ayacucho. *Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.*, 2019.
- [2] Juan Ruben Cardenas Riveros. Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible, para obtener el índice de integridad estructural del pavimento flexible y condición operacional de la superficie de rodadura de la avenida carlos la torre cortéz, distrito de huanta, provincia de huanta, región ayacucho–agosto 2016. *Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote*, 2017.
- [3] De La Cruz Yober. Pavimentos permeables como alternativa de drenaje en las principales calles de la ciudad de ayacucho, Perú. *Universidad Nacional San Cristóbal De Huamanga*, 2017.
- [4] bravo Rualth. Ecuación de corrección del porcentaje de cemento asfáltico a partir de la variación del porcentaje de agregados. *UNSCH*, 2018.
- [5] KIMIKO RENGIFO. Diseño de los pavimentos de la nueva carretera panamericana norte en el tramo de huacho a pativilca (km 188 a 189). *PUCP*, 2015.
- [6] Humpiri Katia. Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región de puno. *Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez*, 2015.
- [7] JAIME RABANAL. Analisis del estado de conservacion del pavimento flexible de la via de evitamiento norte, utilizando el metodo del indice de condicion del pavimento. cajamarca - 2014. *UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE*, 2014.
- [8] Ivellise Leonor Tineo Oropeza. Evaluación del estado del pavimento asfáltico aplicando los métodos pci y vizir para proponer alternativas de mantenimiento–av. canto grande. *Universidad Ricardo Palma*, 2019.
- [9] Robles Raul. Cálculo del índice de condición del pavimento (pci) barranco - surco – lima – Perú - 2015. *Universidad Ricardo Palma*, 2015.
- [10] Anghelo Alexis Salazar Tello. Evaluación de las patologías del pavimento flexible aplicando el método pci, para mejorar la transitabilidad de la carretera pomalca-tumán. *Universidad César Vallejo*, 2019.

- [11] Jose Perez & Jhonel Ramirez. Evaluación y determinación de las patologías del pavimento asfáltico en la av. los tréboles – distrito de chiclayo – provincia de chiclayo - departamento lambayeque. *Universidad Señor De Sipán*, 2018.
- [12] Giuliana Barraza Eléspuru. Resistencia al deslizamiento en pavimentos flexibles: propuesta de norma peruana. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*, 2004.
- [13] Paola Beatriz Leguía Loarte and Hans Fernando Pacheco Risco. Evaluación superficial del pavimento flexible por el método pavement condition index (pci) en las vías arteriales: Cincuentenario, colón y miguel grau (huacho-huaura-lima). *Universidad de San Martín de Porres, Lima, Perú.*, 2016.
- [14] Daniela Lisbeth Romero Sarmiento. Cualificación cuantitativa de las patologías en el pavimento flexible para la vía siberia–tenjo de la sabana de bogotá. *Universidad católica de Colombia.*, 2017.
- [15] Niola Mercy. Análisis de las fallas del pavimento flexible de la avenida arizaga entre nueve de mayo y ayacucho. *Universidad Técnica De Machala*, 2015.
- [16] Jose Alvarado & Fabian Freile. Propuesta de un programa de mantenimiento de la vía izambapillaro, provincia de tungurahua. *Pontificia Universidad Católica Del Ecuador*, 2015.
- [17] Mohammed Al-Neami & Rasha Al-Rubae & Zainab Kareem. Evaluación de la calle alamarah dentro de la ciudad de alkut utilizando índice de condición del pavimento (pci) y técnica gis. *SCIENCEDIRECT*, 2018.
- [18] Eduardo Mba Lozano and Ricardo Tabares González. Diagnóstico de vía existente y diseño del pavimento flexible de la vía nueva mediante parámetros obtenidos del estudio en fase i de la vía acceso al barrio ciudadela del café-vía la badea. *Departamento de Ingeniería Civil*, 2005.
- [19] César López and Ruth López. Determinación y evaluación de las patologías en el concreto de pavimentos rígidos, distrito san juan bautista provincia de huamanga–ayacucho. *Tesis (Título Ingeniero Civil). Ayacucho, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica.*, 2014.
- [20] EL PERUANO. Reglamento nacional de edificaciones. *Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento*, 2006.
- [21] Alfonso Montejó Fonseca. Ingeniería de pavimentos para carreteras. *Agora Colombia*, 1998.
- [22] Yang Hsien Huang et al. Pavement analysis and design. *Prentice hall Englewood Cliffs, NJ*, 1993.
- [23] Carlos Hernando Higuera Sandoval, Gloria Marcela Naranjo Barrera, and Jhon Fredy Cetina Acuña. Determinación del módulo dinámico de una mezcla asfáltica por correlaciones. *Facultad de Ingeniería*, 2011.

- [24] Olga Atencia Herrera, Carlos Enrique Daza Velásquez, Ana Sofía Figueroa Infante, Wilmar Darío Fernández Gómez, and Fredy Alberto Reyes Lizcano. Análisis de la alteración del asfalto colombiano en inmersión en agua. *Ingeniería y universidad*, 2013.
- [25] Robert I Pratt, South Carolina, Norman H Roush, West Virginia, Wendel T Ruff, Mississippi Monte E Schneider, and South Dakota. American association of state highway and transportation officials. *Officials. EE.UU.*, 2000.
- [26] E8-99 ASTM et al. Standard test methods for tension testing of metallic materials. *Annual book of ASTM standards. ASTM*, 2001.

ANEXOS

Anexo 1: Plano de ubicación y localización.

Anexo 2: Fotos descriptivas.



Fotografía 1: *Ubicación del kilometraje.*



Fotografía 2: *Grietas de piel de cocodrilo.*



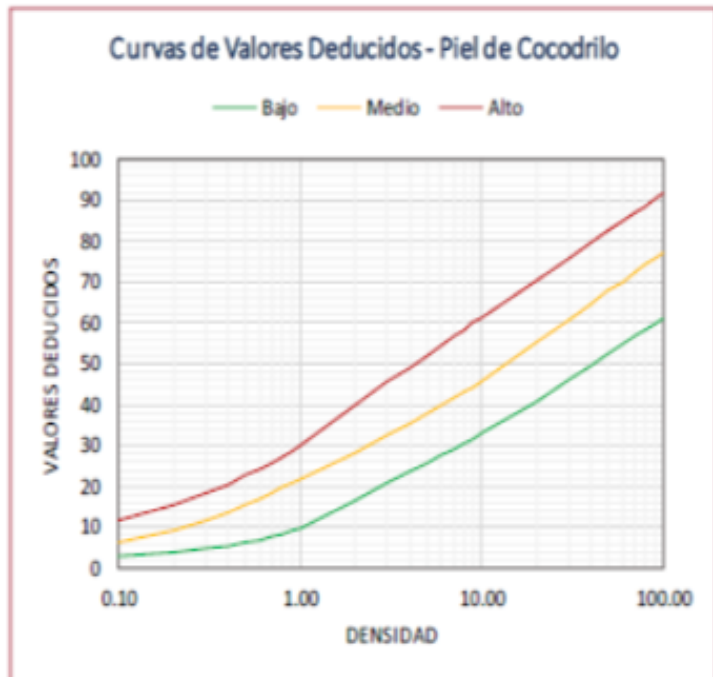
Fotografía 3: Grietas longitudinales y transversales.



Fotografía 4: Grietas longitudinales y transversales km 326+500.

Anexo 3: Cuadro y curva para análisis de piel de cocodrilo.

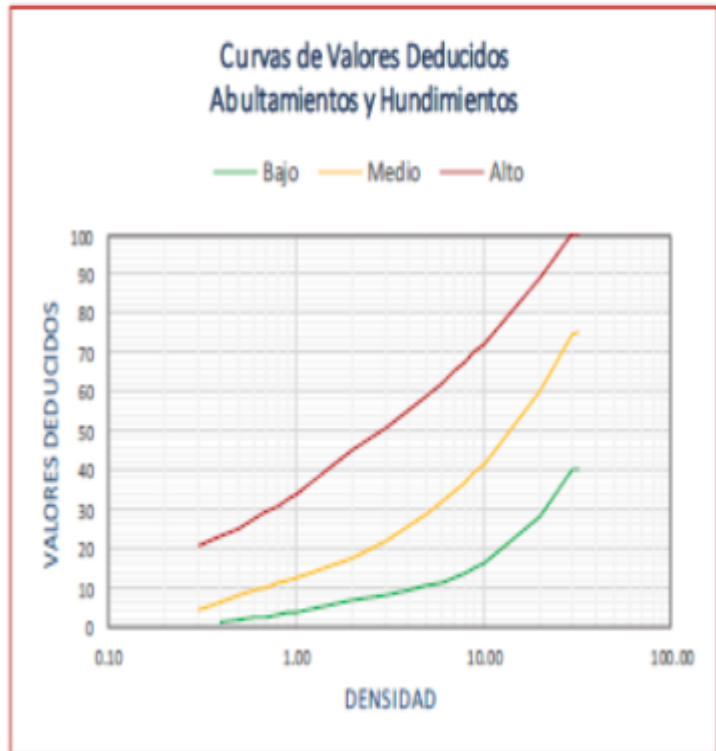
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.10	6.40	11.80
0.20	3.80	9.30	15.60
0.30	4.60	11.60	18.40
0.40	5.30	13.50	20.60
0.50	6.10	15.30	22.60
0.60	6.90	16.80	24.30
0.70	7.60	18.30	25.90
0.80	8.40	19.70	27.30
0.90	9.10	20.90	28.60
1.00	9.90	22.00	29.90
2.00	16.70	28.20	40.05
3.00	20.70	32.50	45.50
4.00	23.60	35.60	49.30
5.00	25.80	38.00	52.20
6.00	27.60	39.90	54.60
7.00	29.10	41.60	56.70
8.00	30.50	43.00	58.40
9.00	31.60	44.30	60.00
10.00	33.00	45.60	61.30
20.00	40.80	55.40	70.40
30.00	45.90	60.90	75.80
40.00	49.50	64.80	79.50
50.00	52.40	67.80	82.50
60.00	54.70	70.20	84.90
70.00	56.60	72.30	86.90
80.00	58.30	74.10	88.60
90.00	59.80	75.70	90.20
100.00	61.10	77.10	91.60



Anexo 4: Cuadro y curva para análisis de exudación.

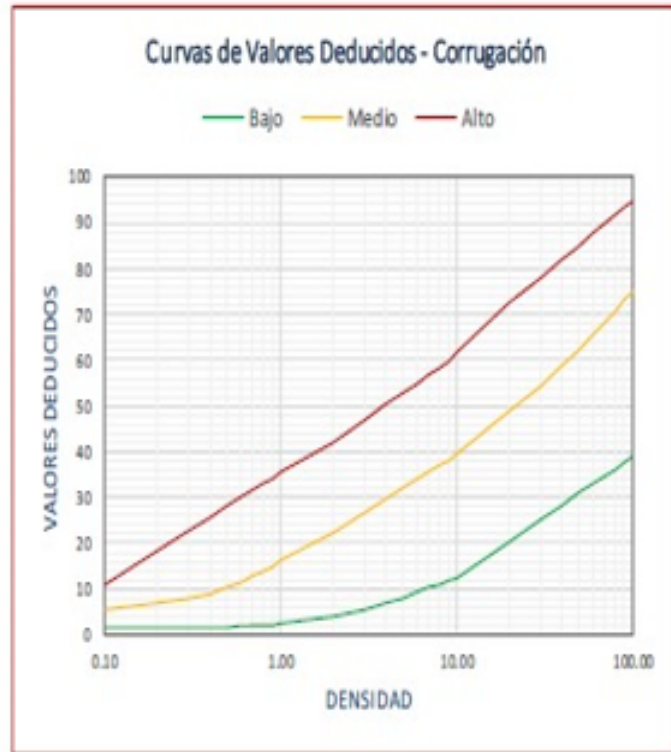
Anexo 5: Cuadro y curva para análisis de abultamientos y hundimientos.

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30		4.40	20.50
0.40	0.90	6.40	23.10
0.50	1.60	7.90	25.30
0.60	2.20	9.20	27.30
0.70	2.70	10.20	29.10
0.80	3.20	11.20	30.80
0.90	3.60	12.00	32.30
1.00	3.90	12.70	33.70
2.00	6.80	17.60	44.80
3.00	8.00	21.90	50.50
4.00	9.20	25.50	55.00
5.00	10.40	28.70	58.80
6.00	11.50	31.70	62.10
7.00	12.70	34.40	65.00
8.00	13.90	36.90	67.60
9.00	15.10	39.30	70.00
10.00	16.30	41.60	72.30
20.00	28.10	60.20	88.80
30.00	39.90	74.80	100.20
32.00	40.00	75.00	100.30
50.00			



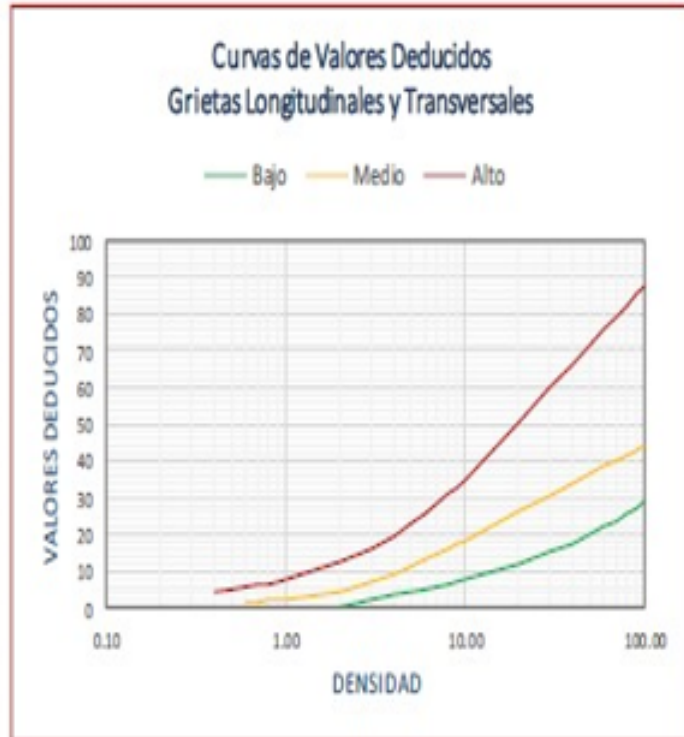
Anexo 6: Cuadro y curva para análisis de corrugación.

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	1.40	5.50	10.90
0.20	1.50	6.70	18.30
0.30	1.60	7.90	22.60
0.40	1.60	9.00	25.70
0.50	1.70	10.20	28.00
0.60	1.80	11.40	30.00
0.70	1.80	12.60	31.60
0.80	1.90	13.80	33.00
0.90	2.00	15.00	34.30
1.00	2.40	16.20	35.50
2.00	4.20	22.40	41.90
3.00	5.60	26.70	46.70
4.00	6.90	29.70	50.10
5.00	8.10	32.00	52.80
6.00	9.20	33.90	55.00
7.00	10.30	35.50	56.80
8.00	11.10	36.90	58.40
9.00	11.80	38.10	59.80
10.00	12.50	39.50	61.60
20.00	20.40	48.80	72.30
30.00	25.00	54.40	78.00
40.00	28.30	58.80	82.00
50.00	30.90	62.40	85.10
60.00	32.90	65.50	87.60
70.00	34.70	68.30	89.80
80.00	36.20	70.80	91.70
90.00	37.60	73.00	93.30
100.00	38.80	75.10	94.80



Anexo 7: Cuadro y curva para análisis de desnivel carril-berma.

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			4.30
0.50			4.90
0.60		1.40	5.60
0.70		1.70	6.20
0.80		1.90	6.70
0.90		2.10	7.30
1.00		2.40	7.80
2.00	0.10	4.60	12.30
3.00	2.00	6.90	16.10
4.00	3.30	9.20	19.50
5.00	4.30	11.50	22.60
6.00	5.10	13.00	25.50
7.00	5.80	14.30	28.20
8.00	6.40	15.50	30.80
9.00	7.00	17.10	32.50
10.00	8.00	18.30	34.30
20.00	12.20	26.10	50.30
30.00	15.10	30.60	59.70
40.00	17.70	33.90	66.30
50.00	19.90	36.40	71.50
60.00	22.00	38.40	75.70
70.00	23.90	40.10	79.30
80.00	25.60	41.60	82.30
90.00	27.30	43.00	85.10
100.00	28.90	44.20	87.50



Anexo 8: Cuadro de los valores deducidos corregidos.

VDT	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO						
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7
0.0	0.0						
10.0	10.0						
12.0	12.0	8.0					
18.0	18.0	12.5	8.0				
20.0	20.0	14.0	10.0				
25.0	25.0	18.0	13.5	8.0			
28.0	28.0	20.4	15.6	10.4	8.0		
30.0	30.0	22.0	17.0	12.0	10.0		
40.0	40.0	30.0	24.0	19.0	17.0		
42.0	42.0	31.4	25.4	20.4	18.2	15.0	15.0
50.0	50.0	37.0	31.0	26.0	23.0	20.0	20.0
60.0	60.0	44.0	38.0	33.0	29.0	26.0	26.0
70.0	70.0	51.0	44.5	39.0	35.0	32.0	32.0
80.0	80.0	58.0	50.5	45.0	41.0	38.0	38.0
90.0	90.0	64.0	57.0	51.0	46.0	44.0	44.0
100.0	100.0	71.0	63.0	57.0	52.0	49.0	49.0
110.0		76.0	68.0	62.0	57.0	54.0	54.0
120.0		81.0	73.0	68.0	62.0	59.0	59.0
130.0		86.0	78.5	73.0	67.0	63.0	63.0
135.0		88.5	81.5	75.5	69.5	65.0	65.0
140.0		91.0	84.0	78.0	72.0	68.0	67.0
150.0		94.0	88.0	82.0	76.0	72.0	70.0
160.0		98.0	93.0	86.0	81.0	76.0	74.0
166.0		100.0	94.8	88.4	83.4	79.0	75.2
170.0			96.0	90.0	85.0	81.0	76.0
180.0			99.0	93.0	88.0	84.0	79.0
182.0			100.0	93.6	88.6	84.8	79.6
190.0				96.0	91.0	88.0	82.0
200.0				98.0	94.0	90.0	84.0

Anexo 9: Instrumentos de evaluación.

UNIDAD DE MUESTRA N° 01		RESOLUCION DEL PCI EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA VIA LOS LIBERTADORES								
UBICACION :	Via Los Libertadores	DISTRITO: Ayacucho								
Tesista :	FRAN M. ZEA RODRIGUEZ	PROVINCIA: Huamanga								
Fecha :		REGION: Ayacucho								
Progresiva inicial :	KM 326 + 0.00 (inicio)									
Progresiva final :	KM 326 + 40									
Area de la muestra :	240	m2	UNIDAD DE MUESTRA UM-01							
TIPOS DE FALLAS										
1.- Grietas de piel de cocodrilo (M2) ← 2.- Exudación de asfalto (M2) 3.- Grieta de contracción (bloques) (M2) 4.- Elevaciones y hundimientos (M) ← 5.- Corrugaciones (M2) 6.- Depresiones (M2) 7.- Grieta de borde (M) 8.- Grietas de flexión de juntas (M) 9.- Desnivel calzada - hombillo (M) 10.- Grietas longitudinales y transversales (M) ←			11.- Baches y zanjas reparadas (M2) 12.- Grietas pulidos (M2) 13.- Huecos (UND) 14.- Ahuecamiento en pavimentos (M2) 15.- Deformaciones por empuje (M2) 16.- Grietas de deslizamiento (M2) 17.- Hinchamientos (M2) 18.- Disgregación y desintegración (M2)							
PATOLOGIAS										
Falla	Severidad	MUESTREO						Total	Densidad (%)	Valor Deducido
1	M	6.92	8.34	6.78	8.46	7.52	6.90			
4	M	4.20	6.85	7.80	5.60	4.20	3.80			
10	B	4.65	9.60	4.20	8.45	9.60	7.55			
		# de deducidos > 2 (q) = 3.00						SUMATORIA VD =		
		Valor deducido max (HDVI) =								
		# admisible de valor deducido (mi) =								
RESOLUCION DEL PCI										
#	datos Deducidos						Total	q	CDV	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
		PCI = 100 - MAX. CDV PCI =						MÁX CDV =		
CONDIC. DEL PAVIMENTO:										



UNIDAD DE MUESTRA N° 05		RESOLUCION DEL PCI EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA VIA LOS LIBERTADORES								
UBICACION :	Via Los Libertadores	DISTRITO: Ayacucho								
Tesista :	FRAN M. ZEA RODRIGUEZ	PROVINCIA: Huamanga								
Fecha :		REGION: Ayacucho								
Progresiva inicial :	KM 326+320									
Progresiva final :	KM 326+360									
Area de la muestra :	240	m2	UNIDAD DE MUESTRA M-05							
TIPOS DE FALLAS										
1.- Grietas de piel de cocodrilo (M2) ✓ 2.- Exudación de asfalto (M2) 3.- Grieta de contracción (bloqueo) (M2) 4.- Elevaciones y hundimientos (M) 5.- Corrugaciones (M2) 6.- Depresiones (M2) 7.- Grieta de borde (M) ✓ 8.- Grietas de flexión de juntas (M) 9.- Desnivel calzada - hornillo (M) 10.- Grietas longitudinales y transversales (M) ✓			11.- Baches y zanjas reparadas (M2) 12.- Grietas pulidas (M2) 13.- Huecos (UNO) 14.- Ahuebaniento en pavimentos (M2) 15.- Deformaciones por empuje (M2) 16.- Grietas de deslaminamiento (M2) 17.- Hinchamientos (M2) 18.- Disgregación y desintegración (M2)							
PATOLOGIAS										
Falla	Severidad	MUESTREO						Total	Densidad (%)	Valor Deducido
01	M	11.45	2.30	8.40	2.57	2.90	2.30			
07	B	6.0	2.15	3.40	4.90	1.60	2.65			
10	M	5.40	2.30	5.30	5.80	2.10	6.00			
		# de deducidos > 2 (q) =		3.00		SUMATORIA VD =				
		Valor deducido max (HDVI) =								
		# admisible de valor deducido (mi) =								
RESOLUCION DEL PCI							Total	q	CDV	
#	datos Deducidos						CONDICIÓN			
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
		PCI =		100 - MAX. CDV		MÁX CDV =				
		PCI =								
		CONDIC. DEL PAVIMENTO:								

