



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Análisis del estado físico y fallas del pavimento flexible,
utilizando el método del PCI en la avenida principal Santa
Margarita, Piura, Perú, 2019.**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
Bachiller en Ingeniería Civil**

AUTORES:

Mechato Mauricio, Jessica Elizabeth (ORCID: 0000-0003-2964-0397)

Yarleque Nima, Pedro Luis (ORCID: 0000-0002-9871-7178)

ASESORA:

Dra. Ramos Farroñan, Emma Verónica (ORCID: 0000-0003-1755-7967)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

PIURA - PERÚ

2020

Dedicatoria

Este trabajo de investigación se lo dedicamos a Dios por darnos la fuerza y la valentía para seguir en este camino de nuestra carrera profesional. A nuestra madre por ser el motor y nuestra inspiración del día a día, a nuestros padres por ser ejemplo en nuestra vida, por su apoyo incondicional en todo el trayecto de la formación de nuestra vida profesional. A nuestros hermanos por su apoyo en todo momento.

Agradecimiento

Gracias a Dios, a nuestros padres por ser los promotores de cada uno de nuestros sueños, por desear y anhelar siempre lo mejor en nuestra vida. A la asesora Emma Verónica Ramos Ferroñan por su orientación durante el desarrollo del proyecto.

ÍNDICE

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
ÍNDICE.....	v
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN.....	3
II. MÉTODO.....	22
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	22
2.2. Población y Muestra	22
2.3. Variable, Operacionalización	22
2.4. Técnicas e instrumento de recopilación de datos	24
2.5. Procedimiento	24
2.6. Método de análisis de datos	24
2.7. Aspectos éticos	25
III. RESULTADOS.....	26
IV. DISCUSIÓN	62
V. CONCLUSIONES.....	65
VI. RECOMENDACIONES	67
ANEXOS.....	71

RESUMEN

La denominada investigación tuvo como lugar de estudio la Av. Principal de Santa Margarita, distrito 26 de octubre en el departamento de Piura, la cual cuenta con un pavimento flexible por el cual transitan diversos tipos de vehículos en la ciudad. Sin embargo, con el transcurso del tiempo la capa de rodadura se ha ido deteriorando mostrando distintos tipos de fallas. Por ende los investigadores nos enfocamos primordialmente en analizar el estado físico del pavimento flexible de la Av. Principal Santa Margarita partiendo del análisis aplicado a las fallas presentes en el pavimento, para poder alcanzar el objetivo ya mencionado se tomó como guía el método de índice de condición del pavimentos (PCI), a partir del cual se podrá identificar, evaluar y cuantificar las fallas de un pavimento, atreves de un índice se cuantificara el estado en el que se encuentra el pavimento y la magnitud de las fallas. Para poder analizar la vía se obtuvieron 11 tramos como muestra de estudio a los cuales se les analizara con el PCI y sus respectivos formatos.

La investigación se desarrolla en base a un modelo no experimental-transversal, de tipo descriptivo y teniendo enfoque cuantitativo. Finalmente, luego de realizar el respectivo procedimiento para el análisis del pavimento se obtuvo como resultado que la pavimentación del lugar de estudio ya descrito anterior mente presenta una valoración de 43 por lo que se califica en un estado regular.

Palabras clave: análisis, pavimento flexible, PCI.

ABSTRACT

The so-called investigation had as its place of study the Main Avenue of Santa Margarita located in the district October 26 in the department of Piura, which has a flexible pavement until this year through which various types of vehicles pass through the city. However, over time the pavement has developed a series of flaws in its tread. Therefore, the researchers focused primarily on analyzing the physical condition of the flexible pavement of the Main Avenue Santa Margarita from the evaluation of the pavement failures, in order to achieve the aforementioned objective, the condition index method was taken as a guide of the pavement (PCI), from which it will be possible to identify and evaluate the faults of a pavement, through an index the state in which the pavement is located and the degree of severity in which the faults are found will be quantified. In order to analyze the route, 11 sections were obtained as a study sample, which will be analyzed with the PCI and its respective formats.

The research presents a non-experimental cross-sectional design, being descriptive and having a quantitative approach. Finally, after performing the respective procedure for pavement analysis, it was obtained as a result that the paving of the study site described above presents an assessment of 43, so it is rated in a regular state.

Keywords: Piura, flexible pavement, PCI.

I.INTRODUCCIÓN

Desde la creación de la humanidad la ingeniería civil le ha brindado grandes aportes innovadores, siendo las vías de comunicación las más importantes, dado a que es de vital importancia para que las poblaciones estén interconectadas, para lo cual se han construido infinidad de medios de transportes, adecuado para el debido desplazamiento, por ende debido a la gran a la importancia y utilidad de estas vías de comunicación se requiere que cada ciertos periodos se evalúe el estado de estos, para de esa manera poder saber el incremento de carga que ha sido aplicada en la capa de rodadura y así identificar los daños y fallas para poder diagnosticar el estado del pavimento y de acuerdo a esto aplicar una alternativa de solución.

Un pavimento flexible es aquel cuya estructura tiende a sufrir deformaciones dependiendo a las cargas que se transmiten sobre él. Los métodos de diseño del pavimento estiman el grosor de las capas del pavimento que necesita para soportar el peso de las cargas del vehículo y las condiciones climáticas durante su vida útil (Including reliability in the AASHTO-93 flexible pavement design method integrating pavement deterioration models, 2017)

La mayoría de los pavimentos flexibles son construidos en zonas donde existe constante tráfico de vehículos ya sean vías, aceras o parkings. Estos son los que soportaran la circulación de los vehículos en la ciudad a diario, pero como toda estructura tienen una vida útil, debemos asegurar el correcto funcionamiento evaluándola constantemente para así detectar fallas que perjudiquen su estructura. Ante la presencia de cargas y el diferente tipo de clima se presentan daños que se manifiestan con ondulaciones en la vía, generando accidentes y daño en el pavimento aceleradamente (Design, building and instrumentation of the rutting equipment for flexible pavements, 2017)

Los caminos o vías de acceso a nuestras principales ciudades están conformadas por pavimentos flexibles, que utilizan el asfalto como principal elemento para su construcción, dichos pavimentos necesitan de un mantenimiento constante, se debe analizar sus fallas para así sugerir una alternativa de solución que amplíe el tiempo de vida útil del pavimento

Entre los principales problemas que viene afrontando todo el departamento de Piura, son las rápidas y constantes fallas que se generan en los pavimentos urbanos, entre los que se encuentran el mal estado, frecuencia de fisuras, piel de cocodrilo, corrugaciones, entre otras, todas ellas capaces de presentar dificultades en el tránsito cotidiano de los automóviles que se desplazan por la ciudad. Y es así como se generan estos factores ya mencionados

Después del diagnóstico factico en la Avenida Principal de Santa Margarita se destaca el mal estado del pavimento el cual hace que los transeúntes muestren malestar, así como los conductores que todos los días circulan por la vía, debido a los diferentes tipos de acontecimientos sucedidos como accidentes y daños en los vehículos, lo cual muestra el déficit de la estructura en la ciudad de Piura

Para evitar este tipo de acontecimientos se debe hacer análisis de la pavimentación para de esa manera detectar y evaluar los daños para obtener una proyección del comportamiento del pavimento e identificar el estado en el que se encuentra la avenida. Para cuantificar este estado se utilizará la metodología PCI (Índice De Condición de Pavimento) método más utilizado para evaluar pavimentos flexibles por ser eficaz, completo y cumple con en el análisis de datos.

Para llegar analizar el estado en que se encuentra el pavimento se cuenta con un análisis de índice cuantificador, el cual según el estado detectado se calificara en escala de bueno, muy bueno o excelente o puede llegar hacer de estado regular, malo o muy malo. Una vez detectado el tipo de falla que presenta se procederá a realizar la técnica que el caso amerite para la recuperación o manteamiento que se le puede llegar hacer a la capa de rodadura.

El método del PCI consiste en que, a través de la observación, junto con el respectivo análisis documental, se podrá estimar el estado en el que se encuentra el pavimento a través de la magnitud de sus fallas para poder evaluar y ubicarlo en el tipo de clase que se encuentre. Aplicando la metodología y siguiendo el debido procedimiento para la evaluación, con los resultados encontrados después de hacer los análisis correspondientes durante el proceso de auscultación vial, se hará el cálculo correspondiente el cual se cuantificará mediante los parámetros establecidos según el estado de la pavimentación.

En el proceso de búsqueda de información se tiene por trabajos previos los mencionados a continuación:

(HUILCAPI BALDEÓN, 2015) En la Tesis titulada “Análisis comparativo de los métodos de evaluación funcional de pavimentos flexibles en las vías García Moreno y Panamericana sur del Cantón Colta – provincia de Chimborazo-Ecuador”, tuvo objetivo principal comparar los resultados obtenidos de la evaluación que realizó a la superficie de las vías a través de la evaluación visual, después de eso saber cuál es la metodología que se acopla a la realidad brindando una información asertiva a cerca de la condición del pavimento, esto se hace con el propósito de saber que tratamiento será el adecuado para cada una de vías analizadas o evaluadas. La investigación fue de observación analítica y comparativa; como resultado de los métodos aplicados se tiene que el daño encontrados de mayor incidencia en la pavimentación es la piel de cocodrilo llegando a tener un porcentaje de 36.97% con aplicación de la metodología del PCI y un 34.22% con la metodología VIZIR.

El trabajo de investigación realizado por (COTE, y otros, 2017) en su trabajo de investigación titulado “Índice de condición del pavimento rígido en la ciudad de Cartagena de Indias y medidas de conservación. Caso de estudio: carrera 1ra del barrio Bocagrande de la Universidad de Cartagena (Colombia) ”. Tuvo como principal objetivo establecer el estado actual del pavimento de la avenida el Malecón (carrera 1ra) del barrio Bocagrande, para alcanzar todos objetivos planteados se ha empleado como método de estudio del pavimento el método PCI, a partir del cual servirá para llegar a plantear cual será la opción ideal para una determinada solución a la falla encontrada desde una perspectiva técnica y a la vez que sea económica. Dado a que la información utilizada es primaria y secundaria se denominó como investigación heterogénea, para lo cual se tuvo que hacer una indagación de información, calificándose así como una investigación de tipo descriptivo teniendo un enfoque cuantitativo. Se obtuvieron como resultados un 44.4% mediante la aplicación PCI y para la calificación del estado del pavimento se hizo uso de la norma ASTM D-6433 07, se calificó como una pavimentación regular; las losas presentaron un 65 %, 25% y 10%, teniendo una calificación regular, malo y bueno respectivamente. Las muestras que se reflejaron con mayor incidencia de daños son: 1, 4, 6, 8 y 9, según el PCI los valores obtenidos son 32%,

30%, 37%, 32% y 36% respectivamente, pero también se determinaron unidades de ensayos que mostraron un estado bueno, ya que no presentaron algún tipo de fallas, estas unidades fueron 17 y 20, con un PCI de 56% y 63.02%.

En la investigación realizada por (OSORIO, 2014) titulada: “Evaluación, de la estructura del pavimento aplicando el método PCI, en el tramo redoma la piña – distribuidor de matanza puerto Ordaz Estado Bolívar”. Tiene como gran finalidad evaluar el pavimento a nivel estructural aplicando el método PCI en el tramo Redoma la Piña – Distribuidor de Matanza, Puerto Ordaz, Estado Bolívar para saber el estado que presenta la pavimentación y determinar el grado de funcionalidad de la pavimentación de estudio, la investigación primordialmente busca observar los tipos de daños o fallas presentados la variable de estudio, y dar una propuesta de solución según el daño detectado. La metodología empleada es de tipo descriptiva por lo que busca describir las condiciones de la variable de estudio, para poder evaluar la estructuración del pavimento. Después de los resultados obtenidos se llega a concluir que se identificaron nueve fallas de diferentes tipos entre las que más destacan son la piel de cocodrilo, siendo este el daño más crítico, otra de estas fallas es la exudación de la parte superior negra, la cual se observó que estaba presente un área de 1279,9 m².

La investigación realizada por (BUSTIOS, 2015) titulada “Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI) Barranco-Surco-Lima”. Tiene como objetivo principal determinar el PCI en la Av. Pedro de Osma de la cuadra N°1 a la cuadra N° 8 a partir de la determinación y evaluación de las patologías del pavimento basado en la Norma ASTM D6433-07. Para la investigación se hizo uso del método más conocido debido a su confiabilidad el cuales es del PCI, así poder alcanzar el objetivo planteado. El trabajo realizado es de tipo experimental y teniendo un enfoque descriptivo dado a que se describirá las variables de estudio. Finalmente se llega concluir que la pavimentación estudiada se encuentra un estado crítico debido al gran daño que presenta, puesto a que la transitividad vehicular ha generado fatiga en la pavimentación llegando a producir roturas en todos los tramos. Una de las fallas más peculiar es piel de cocodrilo.

El trabajo realizado por (PEREDA HUAMAN, 2014) titulada: “Índice de condición de pavimento de la carretera Cajamarca- La Colpa”. Tuvo como principal objetivo

determinar el PCI de la pavimentación, para lo cual primeramente se realizará la zonificación del lugar de estudio que comprende los tramos de la carretera, con la finalidad de calcular de determinar en cada uno de los tramos tanto el deterioro como las fallas encontradas. La tesis fue no experimental debido a que no hubo manipulación de ninguna variable teniendo a su vez un enfoque descriptivo. Después de haber aplicado la metodología del PCI se obtuvieron como resultados que las secciones 1,2 y 3 presentan fallas regulares, a diferencia del tramo 4 el cual no tiene la existencia de algún tipo de fallas, lo que se concluye que la mejor alternativa de solución sería un mantenimiento la información obtenida del lugar de estudio; por lo que se determina que la pavimentación está siendo funcional, no presentando ningún tipo de daños.

(CUBA ALVAREZ, 2017) En la Tesis: “Evaluación superficial del pavimento flexible aplicando el método del PCI en un tramo de la Av. República de Polonia – distrito de San Juan de Lurigancho”; ha tenido como motivo primordial la determinación del estado en el que se encuentra actualmente el pavimento y los estándares de calidad establecidos por los usuarios y así cuantificar de manera indirecta la integridad estructural de la Av. Republica de Polonia- Distrito de San Juan de Lurigancho. La investigación presenta un tipo de diseño no experimental con un enfoque descriptivo; el método empleado fue el del PCI, siendo un trabajo cuali-cuantitativo, las técnica e instrumentos que se utilizaron fue un cuestionario estructurado de preguntas cerrado sobre el método aplicado al lugar de estudio, se elaboró un esquema de cálculo para la recolección de información, llegando a concluir que la Av. Republica de Polonia ha presentado 7 tipos de fallas presentando entre ellos 3 de severidad: Baja, Media y Alta. También se obtuvieron resultados de la sección 1 la que cuenta con un PCI de 26 calificándose como en un estado Malo.

En la investigación por (MALLMA JIMENEZ, 2018) titulada: “Evaluación de la carpeta asfáltica del pavimento flexible aplicando el método Índice de condición del pavimento en la Av. Mártires del Periodismo- Huancayo”; tuvo como objetivo estudio de la carpeta asfáltica del pavimento flexible aplicando el método PCI en la Av. Mártires del periodismo. La metodología que empleo fue una investigación aplicada teniendo un enfoque descriptivo correlacional, presenta un diseño no

experimental y técnica: muestra – observación, las técnicas e instrumentos que se utilizaron fue la observación, plantillas de recolección de datos y tablas de Excel, llegando a la conclusión, que el pavimento de la Av. Mártires del periodismo presentó un nivel de condición de 53.10% clasificándose como una pavimentación regular, por lo que se ve en la necesidad de ser intervenido urgentemente, ya que el daños aumenta con el transcurrir de los días .

En el trabajo de investigación por (AQUINO CHAVEZ, 2018) titulada “Determinación y evaluación de las patologías en la capa de rodadura del pavimento flexible en la Av. Condorcanqui -Carabayllo” tuvo como enfoque principal que mediante el método del PCI hallar y analizar las fallas presentes en la superficie del pavimento, para conocer el número PCI que presenta la Av. Condorcanqui. La metodología fue de tipo correlacional con un diseño no experimental, las técnicas e instrumentos que se utilizaron fueron el análisis documental y la observación de campo para determinar el estado de la variable en estudio, teniendo finalmente como conclusión que estas vías presentan un PCI de 46%, precisando así que la pavimentación se encuentra en estado regular y necesitan de una intervención de rehabilitación.

En la investigación de (GARCÍAS SAAVEDRA, 2015) titulada: “Evaluación de las patologías de la superficie de rodadura del pavimento flexible de la Av. Andrés Razuri (cuadras 1 a la cuadra 5), del distrito de Tambogrande, Piura”; se consideró como principal enfoque determinar el actual estado del pavimento flexible de la Av. Andrés Razuri (cuadra 1 a la 5) del distrito de Tambogrande, Para la valuación de las fallas que se observaran y el nivel con que se presentan. El método de investigación es descriptivo y no experimental, debido al procedimiento empleado en el estudio para un periodo a corto plazo, se hizo uso de técnicas e instrumentos las que están compuestas por la observación, inspección y medición en campo, ya que a través de ello se obtendrán los datos para la calificación de la tipología de las patologías, su grado de severidad, etc. Después de la aplicación del método se verificó en todas las muestras analizadas la descomposición de los agregados, producido por la pérdida del ligante asfáltico; llegándose a la conclusión que la variable de estudio padece de una condición VI con un PCI de 33.4% por lo tanto, se determina que el grado de servicio es malo.

(DOMINGUEZ SILUPU, 2015) En la Tesis: “Análisis patológico de la superficie del pavimento flexible en la calle Loreto cuadra 4 a la 6- Piura”; se consideró como objetivo de estudio analizar las patologías de la superficie del pavimento flexible en la calle Loreto cuadra 4 a la 6 de Piura. La metodología tuvo un tipo visual y personalizada; la evaluación Visual y toma de datos fueron las técnicas e instrumentos utilizados, una vez realizado el respectivo análisis de los datos obtenido se llegó a la conclusión que el lugar de estudio posee un pavimento en buen estado, con un PCI igual a 63.

En el trabajo de investigación por (CARHUAPOMA PARIHUACHE, 2017) titulado: “Determinación y evaluación de las patologías en el pavimento flexible de la Avenida Ramón Romero, distrito Veintiséis de octubre – Piura”; se consideró como objetivo principal identificar las fallas más recurrentes que manifiesta el pavimento flexible de la Avenida Ramón Romero II etapa, a su vez también busca determinar el porcentaje o grado de severidad de las patologías que están presentes en el pavimento y llegar a determinar la condición de servicio en que se encuentra, para proceder a su respectiva clasificación. La metodología empleada fue de tipo descriptivo con enfoque cuali-cuantitativo y de diseño no experimental. Las técnicas e instrumentos que se utilizaron fueron la observación en campo junto con fichas de recolección de datos establecidas en el PCI. Finalmente se obtuvo como resultados que la pavimentación presenta 74.64% manifiesta desprendimiento de agregados, 1.32 % presenta huecos en la superficie del pavimento, 0.90% posee abultamiento y hundimiento, 0.71% piel de cocodrilo, 0.28% ahuellamiento y solo el 0.08% desnivel de carril o berma.

(HUACO CHERO, 2018) En la Tesis: “Determinación y evaluación de las patologías en el pavimento flexible de las cuadras n°1 a la n°5 de la Calle Chepa Santos, distrito de la Unión -Piura”; se consideró como objetivo de estudio, analizar las fallas e identificar el grado de incidencia de las patologías de la capa de rodadura del pavimento flexible de la cuadra N° 1 a la N° 5 de la calle Chepa Santos del distrito de La Unión. La metodología presenta un estudio descriptivo con un diseño no experimental debido a que no existe alguna manipulación de las variables, así también es de corte transversal. Entre las técnicas e instrumentos que se emplearon estuvieron la evaluación visual y ficha de recolección de datos, todo ello

se empleó para lograr alcanzar objetivo planteado. Se llegó a concluir que la falla que mayor nivel de incidencia ha tenido es el desprendimiento de los agregados que forman parte del paquete estructural, el nivel fue de 29.41%, por lo que el estado del pavimento es malo debido a los daños que presenta.

(CHUMACERO PAZ, 2017) En la tesis: “Determinación y evaluación de las patologías en pavimento flexible de la Av. Marcavelica con prolongación Miguel Grau y Av. Circunvalación”; se consideró como objetivo principal y de gran relevancia determinar y evaluar las patologías existentes en el pavimento flexible de la Avenida Marcavelica. La metodología empleada fue de tipo descriptivo-no experimental. Las técnicas e instrumentos empleadas fueron la selección de antecedentes preliminares y muestreos, por lo tanto, se obtuvieron los siguientes resultados: 33.66% fue el desprendimiento de agregados, 7.64% hundimiento, 0.67% grietas longitudinales y transversales, 0.43% parcheo, 0.38% abultamiento, 0.24% pulimiento de agregados y 0.06% ahuellamiento.

A continuación, se muestra algunas teorías y definiciones relacionadas al tema.

Según el Ministerios de Transporte y Comunicaciones (MTC, 2008 pág. 41) El pavimento está conformado por subbase, base y carpeta de rodadura. Para está estructuración primeramente se empieza a construir sobre la subrasante de la pista la cual será diseñada con la finalidad de absorber y distribuir los esfuerzos que ejercen los vehículos sobre el pavimento, así mejorar la condición de transitividad, brindando seguridad y evitar daños.

(GIORDANI, y otros, 2017) Los pavimentos son obras viales de comunicación de tipo terrestre conformadas por capas de diferentes espesores que conforman su estructura, estos pueden ser pavimentos rígidos o flexibles. Para su construcción serán colocados sobre un terreno mejorado y compactado, con la finalidad de permitir la mejor transitividad vehicular, brindando comodidades a la sociedad, entre otros. Un pavimento ya se rígido o flexible se conforma por una variedad de materiales que sean aptos y de calidad, otros materiales empleados son la madera y piedra; la denominación pavimentos en otros países es llamado asfalto. Su uso puede ser pistas, aceras, parkings.

De acuerdo a la Ingeniería, la subrasante es el terreno de fundición donde un pavimento apoya su superficie. Esta capa cumplirá la función de distribuir los esfuerzos soportados por las capas superiores a está de espesores variables y distribuirlos al suelo, estas capas conforman el paquete del pavimento el cual es elaborado de acuerdo a un diseño previo para asegurar la correcta funcionabilidad de este y además asegurar el tiempo de vida útil. En otros países el pavimento es más conocido como asfalto, y su uso puede ser para asfaltar avenidas, carreteras, calles, vías, etc.

El diseño del pavimento comprende una estructuración de diferentes tipos de capas, en las que son empleadas distintos tipos de material según el diseño, a toda esta unión de capas se les llama técnicamente paquete estructural, se requiere este sistema porque será aquel en el que aplicarán directamente cargas vehiculares constantes que serán reducidas o disipadas en cada nivel de las capas hasta llegar hasta hacerla nula. Para ello se requiere que el diseño del pavimento cumpla con la resistencia ideal capaz de tolerar las aplicaciones de cargas destructivas del tránsito cotidiano, de la intemperie, de la presencia del agua, abrasiones y esfuerzos cortantes generados debido a la transitividad de peatones, además deberá ser capaz de soportar la fuerza de compresión generados por elementos que se encuentran sobre él.

El ancho de la vía es el diseño geométrico donde se realizará el trazo horizontal y vertical siendo de suma importancia para garantizar la funcionalidad de la pavimentación; una condición importante es que el vehículo y el pavimento tengan una adherencia ideal, aún cuando haya presencia de humedad. (AASHTO, 1993 "Guide for Design of Pavement Structures 1993")

(FIUBA, 2007) Para el buen funcionamiento de la vía se debe tener una superficie de rodamiento adecuada que se apta para la circulación de vehículos, capaz de repartir los esfuerzos generados, sin que pasen los parámetros establecidos del paquete estructural y de los suelos de fundación sin que se deflexiones.

La clasificación de pavimentos será dependiendo la variedad de factores ya sea de acuerdo a la capacidad de soporte de la subrasante, el tipo de material empleado en su construcción, el índice diario de transitabilidad, etc.; de acuerdo al uso

dependerá si se construyen una o varias capas. Existen de 3 tipos de pavimentos, los cuales se construyen en donde la situación o circunstancias lo ameriten.

Pavimento flexible o conocido también como pavimento asfáltico, es aquel que está conformado por un paquete estructural además presenta una capa asfáltica en la superficie de rodadura, la que permite que está presente pequeñas deformaciones en las capas que se encuentran debajo de esta sin que la estructura altere su funcionalidad y falle. En la parte inferior de la carpeta está ubicada la base granular y además la capa de subbase, siendo éstas construidas con la finalidad de distribuir las cargas aplicadas por la circulación vehicular. Como última capa se encuentra la subrasante que es la capa base y sobre la cual descansarán las demás capas su correcta construcción asegurará el correcto funcionamiento del pavimento ya que esta capa disipará los esfuerzos y los transmitirá hacia el suelo o terreno de fundación.

(GIORDANI, y otros, 2017) Resulta más económico un diseño inicial, porque este se hará para un tiempo de vida útil teniendo como intervalo 10 y 15 años, pero como toda obra es importante tener en cuenta su respectivo mantenimiento por lograr con ello su buen funcionamiento y llegar a cumplir con su tiempo de vida útil establecido.

Otro tipo de pavimento es el hidráulico también conocido como pavimento rígido, su estructuración está conformada por la subrasante sobre la que será construida la base o subbase, la cual es soporte para las losas de concreto hidráulico las que pueden tener un armado de acero dependiendo la situación o diseño. El diseño de este tipo de pavimento no acepta deformaciones en sus capas.

(GIORDANI, y otros, 2017) Su composición son las losas elaboradas con concreto hidráulico las cuales en determinadas ocasiones presentan una estructura de concreto armado. Debido a los materiales empleados para la elaboración de esta pavimentación, su costo supera en gran cantidad a la construcción de un pavimento flexible; por ende, el tiempo de vida útil estará comprendido entre 20 y 40 años, en este periodo es indispensable el mantenimiento de la vía el cual es efectuado en las juntas de las losas, para garantizar una mejor transitabilidad.

Pavimento híbrido: (Nureña Torres, 2017) La estructuración de una pavimentación híbrido es también denominado pavimento mixto, ya que es la combinación del

pavimento hidráulico y asfáltico. Para la elaboración de este tipo de pavimento se sustituye la carpeta asfáltica por bloques quienes cumplirán la misma función y además asegurarán esa flexibilidad de los pavimentos asfálticos.

El diseño de un pavimento mixto busca reducir el exceso de velocidad, esto se genera debido a la aplicación de carga vehicular en las bloquetas de concreto, las que producen vibración en los vehículos, forzando al conductor a disminuir la velocidad límite, de esa manera brindar comodidad y seguridad al usuario evitando accidentes.

A continuación, se detallarán las partes del paquete estructural de un pavimento flexible:

Carpeta asfáltica: es una superficie homogénea y firme a la circulación vehicular, adaptando una textura y color idóneo, cuyo objetivo es tolerar los efectos abrasivos producidos por la transitividad, el ambiente y la humedad. La guía AASHTO 2002 sugiere además que el módulo de elasticidad empleado en el diseño se estime con el módulo de complejo dinámico, E . No obstante, podemos aludir que la carpeta de la pavimentación contiene valores elevados de módulo por lo que podemos omitir esta sugerencia, por lo que viene hacer una carpeta rígida.

Base: Ubicada bajo la carpeta asfáltica. Su desempeño funcional es de forma estructural ya que absorbe los esfuerzos inducidos resultantes por el tráfico transmitiéndolo a la sub base y subrasante. Se tiene que tener en cuenta el tipo de calidad de cada agregado ya que para la construcción de la base se requiere material de buena calidad, siendo dicha capa compuesta por grava chancada compactada al 100% de la máxima densidad seca. La base granular con CBR al 100% tiene un módulo resiliente de 30,000 psi (2,100 kg/cm²)

Sub base: Capa compactada, constituida por materiales naturales triturado. Su misión es parecida a la capa ase, es decir que disminuirá una parte de los esfuerzos verticales y así transmitir estos esfuerzos con menor intensidad hacia las capas inferiores. Esta capa contribuye como aporte estructural al pavimento, pero también reduce el desplazamiento de finos de las capas inferiores hacia la capa de base, esta capa se colocará dependiendo el diseño según la situación lo amerite. Esta estructura es apoyada sobre la subrasante y la exigencia de la calidad de los materiales o agregados que la conforman es mucho menor, esto se debe a que las

cargas verticales que son aplicadas en las capas del pavimento son superiores en la superficie simplificándose conforme atraviesa todas las capas del paquete estructural. El parámetro de estructuración de la base granular tendrá un CBR del 40%, siendo el valor mínimo para sub bases, establecido en el MTC, y el valor de modulo resiliente será de 17,000 psi (1,200 kg/cm²).

Terreno de fundación: constituido en su mayoría de veces por un terraplén o terreno natural, en cualquiera de las dos situaciones se le llamará a la cota geométrica superior subrasante. El módulo elástico viene hacer el módulo resiliente siendo correlacionado con el CBR.

Clasificación de las fallas en pavimentos: Según el “Manual para la inspección Visual de pavimentos flexibles”. Bogotá, 2006 los daños que se llegarán a presentar en el paquete estructural de un pavimento flexible serán clasificados dentro de 4 posiciones: fisuras, deformaciones, pérdida de capas estructurales, daños superficiales.

Piel de cocodrilo: conjunto de grietas interconectadas entre sí, producto de la fatiga sometida a la capa de rodadura por la transitividad vehicular, en la que se ve afectado el pavimento. El agrietamiento se manifiesta en el fondo de la capa asfáltica, ya que es ahí donde las cargas y deformaciones son superiores. Las grietas se empiezan a reproducir en la superficie en forma longitudinal paralelas. La piel de cocodrilo ocurre únicamente en áreas de alta transitabilidad vehicular, siendo los vehículos son los principales generadores de esta sobre carga repetida continuamente. Estas fallas producidas sobre un área no expuesta a esfuerzos se le conocen como “grietas en bloque”, ya que no es un daño producido por fatiga de transitividad. (Manual para la inspección visual del pavimento flexible).

Exudación: es una pequeña capa de material bituminoso que se expone en la superficie de la vía, se presenta con una textura brillante, cristalina y reflectora generalmente es de forma ligante. La exudación es causada por el exceso de la mezcla asfáltica, excedencia del sellante asfáltico o poco vacíos de aire. Se genera cuando en la mezcla el asfalto ocupa los espacios de aire en elevadas temperaturas ambientales para luego expandirse por la superficie del pavimento. El desarrollo de exudación no es reversible durante un periodo frío, así también el asfalto se aglomerará en la superficie. (Manual para la inspección visual del pavimento flexible)

Agrietamiento en bloque: vienen hacer aquellas grietas que interconectan y separan el pavimento en partes rectangulares. Los tamaños del bloque varían en distintos rangos de longitud. Estas aberturas en una zona son producidas por la contracción del concreto asfáltico y las fases de temperatura elevadas y habituales, manifestándose periodos diarios de fatiga / deformación unitaria

Abultamientos y hundimientos: vienen hacer los cortos desplazamientos que se encuentran ubicados en la superficie de la estructura. La diferencia entre el abultamiento y el desplazamiento es que los abultamientos son generados por la expansión de las capas del paquete estructural. Por otra parte, pueden ser causados por varios factores, que incluyen:

Levantamiento de losas de concreto hidráulico con una sobre carpeta de concreto asfáltico. Dilatación por congelación, penetración y levantamiento del material en una grieta producto de las cargas del tránsito más conocido como “tenting”.

Las distorsiones y desplazamientos generados en varias zonas del pavimento, dando inicio a extensas depresiones en el mismo, llamadas “ondulaciones” (Manual para la inspección visual del pavimento flexible)

Corrugación: secuencia de depresiones que se producen en intervalos regulares, generalmente a unos 3.0 m de separación ya sea por cualquier causa la patología se llama corrugación. Mayormente las fallas son perpendiculares al sentido del pavimento. Por lo que son originadas por la circulación vehicular. (Manual para la inspección visual del pavimento flexible)

Depresión: son falas ubicadas en la capa de rodadura con estados levemente menores que el pavimento a su alrededor. Por ellos solo en épocas de lluvia se pueden apreciar estas depresiones, una vez almacenada el agua se llega a formar “charcos”, cuando el agua halla escurrido las depresiones son más notorias debido a las manchas que quedan, si estas pozas de almacén llegaran a tener una considerable profundidad pueden provocar un hidroplaneo. Las depresiones se generan a raíz del asentamiento de la subrasante o por una inadecuada construcción del paquete estructural, generando rugosidad y al transitar vehículos van tomando más profundidad lo que causa en épocas de lluvia al ser llenadas por agua un fenómeno en el pavimento llamado hidroplaneo.

Grieta de borde: son aberturas que se presentan en una distancia de 0.30 a 0.60 m del borde exterior de la vía. Esta falla crece debido a los esfuerzos generados por

la transitividad diaria de vehículos, originándose por debilitamiento del pavimento, mayormente esta falla se da inicio por las condiciones climáticas a las que está expuesta la base o la subrasante próximas al borde del pavimento.

Desnivel carril / berma: es el desnivel existente entre el borde del pavimento y la berma. Falla que se da inicio por la erosión de la berma, el asentamiento o la colocación de sobre carpetas en la calzada.

Parcheo y acometidas de servicios públicos: Un parcheo es una zona del pavimento que ha sido renovado con un nuevo material con la finalidad de sustituir al área en mal estado. A pesar de las nuevas características y propiedades que posee el parcheo, es parte de un defecto que presenta el pavimento ya que en los muchos casos o la mayoría de veces este no llega a tener un buen comportamiento ya que no se compacta adecuadamente o la calidad del nuevo material no es apropiada. Además, que el parche da consigo origen a la rugosidad.

Pulimento de agregados: generado por la continua aplicación de la circulación vehicular. Cuando el material en la carpeta es sensible a la fricción generada entre el vehículo y el pavimento, la adherencia con las llantas disminuye considerablemente. Si los agregados que forman parte de la superficie del pavimento son de dimensiones mínimas, la textura del pavimento no influye en la reducción de la velocidad del vehículo.

Huecos: se les llama así las depresiones con altura considerable en la superficie del pavimento, usualmente con aberturas inferiores a 0.90 m y tienen una forma idéntica a la de un recipiente, debido a la acumulación de agua en el mismo pavimento el aumento de los huecos se desarrolla de manera progresiva. Esto se origina ya que el tráfico de los vehículos separa diferentes áreas de asfalto de la superficie del pavimento. La desintegración del pavimento incrementa ya que muchas veces se utiliza mezclas de clasificación pobre en la elaboración de la pavimentación, generando así puntos débiles en la base o la subrasante. Frecuentemente los huecos vienen hacer daños que se asocian a la condición de la estructura del pavimento, sin embargo, muchas veces este daño se confunde con desprendimiento o meteorización.

Ahuellamiento. Son generados por las huellas de las llantas, en ambos lados del ahuellamiento se puede generar un desprendimiento de la carpeta asfáltica, la patología del ahuellamiento puede observarse cuando existe la presencia de

líquidos debido a un colapso de desagüe o generalmente en temporadas de lluvia, cuando las huellas estén completamente llenas de agua. Las huellas son deformaciones que se desarrollan de manera constante en la superficie de rodadura, usualmente se dan inicio por la consolidación o desplazamiento lateral de los materiales producido por la aplicación de carga. Un ahuellamiento significativo puede originar una falla representativa en el pavimento causando un grave problema en la estructura del pavimento.

Desplazamiento: Es un movimiento longitudinal constante en una determinada zona de la superficie de la pavimentación originados por la aplicación de esfuerzos de los vehículos, produciendo una onda corta y abrupta. Generalmente el daño sólo se presenta en pavimentos con mezclas de asfalto líquido pobre (cutback o emulsión).

Grietas parabólicas (slippage): las aberturas parabólicas por desplazamiento son similares a una figura de media luna creciente. Producidas por las llantas del vehículo al frenar brutalmente provocando así la deformación de la carpeta. Usualmente, el daño ocurre cuando la mezcla tiene una resistencia baja. Este daño no se debe a los procesos geotécnicos sino por acción de la carga vehicular.

Hinchamiento: son pandeos en dirección perpendicular y hacia arriba de la superficie del pavimento se manifiesta mediante una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3.0 m. esta acompañado de grietas superficiales. Se debe principalmente a una mala estabilización de suelo provocada por la expansión de estos.

Meteorización / desprendimiento de agregados: es el deterioro de la superficie del pavimento causado por el desprendimiento de agregados y ligantes asfálticos que se desintegran en partículas sueltas. Además, el desasimiento muchas veces puede ser causado por el tránsito pesado como son los vehículos mayores a dos ejes. La influencia del derramamiento de aceites de los vehículos que circulan por la vía genera un impacto negativo en la estructura del pavimento causando ablandamientos de la superficie y además pérdida de agregados.

Las cargas que generan los vehículos en el pavimento se distribuyen a cada una de las capas de la estructura hasta llegara así a la subrasante. El suelo o terreno de fundación debe ser previamente preparado y estabilizada para resistir todos los

esfuerzos sin deformarse. Teniendo la capa asfáltica las siguientes funciones principales:

Estructural: su diseño y construcción deben cumplir los parámetros establecidos por el MTC cuyo requerimiento principal es resistir a los fenómenos de fatiga y deformaciones constantes causadas por los vehículos. Además de soportar los efectos de humedad y otros factores naturales

Funcional: Recibe directamente las cargas vehiculares sobre el pavimento, es por ello que se debe tener criterio a la hora de diseñar para así asegurar un tránsito fluido con el mínimo de accidentes y no generar malestar a la hora de transitar por la vía

Impermeabilización: la superficie de rodadura impermeabiliza el pavimento evitando así la filtración de agua restringiendo la pérdida de resistencia al corte.

Según el Manual del PCI (Vásquez Varela, 2002) El Índice de Condición del Pavimento, para el estudio y clasificación de los pavimentos de tipo flexibles. Este método es muy fácil de aplicar no es necesario el uso de herramientas sofisticadas o especializadas sino más bien de las que tenemos en el sistema. Empieza presentando todos los daños incluidos en la formación inicial del PCI, pero antes se deberán clasificar y hacer algunas observaciones a las fallas que no deben ser tomadas en cuenta debido a circunstancias ajenas a las condiciones locales. Quien aplique este método deberá tener experiencia en identificar las fallas, así como comprenderlas inmediatamente.

Este método se originó entre los años 1974 y 1976 por el Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los E.E.U.U. por M.Y. Shahin y S.D. Khon; tuvo como objetivo desarrollar un sistema que administre las fallas de un pavimento para proceder a efectuar un mantenimiento según sea la magnitud de las fallas.

(CUBA ALVAREZ, 2017) Metodología desarrollada con el fin de cuantificar el estado del pavimento para proceder a efectuar su mantenimiento o tratamiento según corresponda. Adema se tomarán lo datos respecto a la integridad del pavimento y el estado operativo de la superficie

(MALLMA JIMENEZ, 2018) El cálculo empieza mediante los resultados obtenidos mediante una inspección visual del pavimento en el cual se establece severidad, clase y cantidad de fallas. Para este método no se requieren ningún equipo especial de evaluación para suministrar la información.

El PCI es aplicado con la finalidad de llegar a encontrar el valor numérico de la irregularidad de la superficie del pavimento. Según el Manual del PCI. (Vásquez, 2002) Esta metodología muestra una calificación que muestra la condición de un pavimento respecto a un intervalo de 0 a 100 siendo 0 la escala más baja que describe a un pavimento fallado y 100 a un pavimento excelentes continuación, su respectiva descripción cualitativa de la condición del pavimento.

En el siguiente cuadro se muestran según su índice numérico los rangos del PCI.

Cuadro 1: Rangos de calificación del PCI

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

Fuente : (Vásquez Varela, 2002)

De los datos obtenidos del PCI se procedió hacer el cálculo en campo para hallar el rango y así saber que metodología usar para su intervención. A continuación, se muestra los siguientes detalles:

Cuadro 2: Intervención en base al rango del PCI

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

Fuente: (ASTM D6433-07, 2007)

(CUBA ALVAREZ, 2017) Incluyo un factor, llamado “valor deducido”, que indica la condición del pavimento en grado de condición a cada cierta combinación de deterioro, densidad y severidad.

El PCI es un procedimiento que consta en determinar del pavimento su condición mediante inspección visual, verificar la clase, cantidad y severidad de todas las fallas encontradas en el pavimento. No obstante, debe seguirse una adecuada metodología, pues necesita de poca implementación, ya que se mide indirectamente. (ASTM, 2004).

Del problema de la investigación se tiene como pregunta principal:

¿Cuál es el análisis del estado y las fallas del pavimento flexible, a través del método del PCI en la avenida principal Santa Margarita, Piura, Perú, 2018?

Como las preguntas específicas se destacan:

¿Qué tipos de fallas presenta el pavimento de la avenida principal Santa Margarita?

¿Cuál es el nivel de severidad de las fallas en el pavimento de la avenida principal Santa Margarita? y ¿cuál es la alternativa de solución para el pavimento de la avenida principal Santa Margarita?

La presente investigación se justifica de manera técnica y practica la que consiste en realizar con la intención de aportar a los investigadores más conocimiento acerca de pavimentos, clasificación, estructura y sobre los tipos de fallas, las cuales tienen como concepto de varias investigaciones como los cambios o deformaciones a las que se someten las estructuras de los pavimentos. Por ende, la investigación se enfoca en la determinación la condición del pavimento de la Av. Principal Santa Margarita, mediante el cálculo de los datos observados en campo se podrá determinar el ranking del pavimento, de ahí se observará las distintas patologías, utilizando el PCI como método. Finalmente, el estudio está justificado a través del método del PCI; para de esa manera llegar a identificar el tipo de fallas existentes, el grado que determine la pavimentación para ello se hará la respectiva calificación.

Como objetivo general tenemos, analizar el estado físico del pavimento flexible de la Av. Principal Santa Margarita a partir de la evaluación de las fallas del pavimento.

Así mismo destacan como objetivos específicos: analizar las fallas superficiales del pavimento flexible, determinar el nivel de severidad de las fallas del pavimento flexible y delimitar una alternativa de solución para el pavimento flexible de la Av. Principal Santa Margarita.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de la investigación

La presente investigación será cuantitativo-descriptivo ya que se observó detalladamente cada una de las fallas que encontramos en el pavimento con la guía de manual del PCI para pavimentos flexibles.

Diseño de la investigación

Este estudio es no experimental-transversal, pues observa tal y como están los daños para luego poder analizarlos según su grado de severidad y al realizarse, las variables no varían intencionalmente ya que fue realizado en un tiempo limitado.

2.2. Población y Muestra

Población

La población tomada será la Av. Principal Santa Margarita entre la Avenida Prolongación Chulucanas y la Avenida Planicie.

Muestra

La muestra conformada por la vía a evaluar ubicada entre la Av. Chulucanas y la Av. Planicie Piura con una longitud de 1400 m y un ancho de 6m por carril, en este caso se tiene 2 carriles lo cual nos da un área de 16800 m² que fueron divididas en 11 áreas de muestreo teniendo un área de 459.6 m² cada unidad.

2.3. Variable, Operacionalización

Variable independiente: Paquete estructural

Variable dependiente: Estado funcional del pavimento.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	ESCALA DE MEDICIÓN
Estado físico actual del pavimento de la Av. Principal Santa Margarita	(Vásquez, 2002) Buena, regular o mala condición del pavimento definida por las fallas encontradas en dicho pavimento	Analizar la condición del pavimento e identificar el tipo de fallas encontradas, mediante el método del PCI	Fallas superficiales del pavimento asfáltico	Nominal
			Nivel de severidad	Ordinal
			Alternativa de solución	Intervalo

FUENTE: (Elaboración Propia)

2.4. Técnicas e instrumento de recopilación de datos

Técnica

Como técnica tenemos el Análisis Visual y la recolección de datos empleado los esquemas establecidos por el manual del PCI para pavimentos flexibles.

Instrumentos

En la investigación como instrumentos se empleó la guía el Manual de Daños del PCI y sus respectivas y suficientes tablas para recolectar todos los datos que ayuden con la correcta evaluación del pavimento. En la cual se utilizó una regla y una wincha para establecer las medidas de las fallas según su unidad de medida. Por otro lado, se utilizó un Inventario de condición para recopilar información reciente de la situación en la que está el pavimento.

2.5. Procedimiento

La recopilación de datos se desarrolló de la siguiente manera:

Primeramente, se inspecciono la avenida para así poder realizar las respectivas evaluaciones al pavimento.

En segundo lugar se delimito las cotas de la vía para así poder guiarnos en el inicio y final del tramos que nos tocaba evaluar, luego clasificamos las fallas que observamos mediante los formatos de observación y las cuantificamos o medimos según como corresponda para así poder clasificarlas según su nivel de severidad una vez recolectada toda la información determinamos los valores deducidos y por consiguiente el PCI de todos los tramos establecidos y según ese valor lo clasificamos en el rating obteniendo el estado del pavimento.

2.6. Método de análisis de datos

Empleando el PCI como método de evaluación, se eligieron 11 tramos de la Av. Principal Santa Margarita. Para recolectar los datos de cada tramo se emplearon tablas de identificación y cuantificación de fallas del PCI que facilitaron la obtención de estos mostrándonos las fallas y su porcentaje respectivo de cada unidad de muestreo para clasificarlo según su nivel de severidad. Al obtener los datos de cada tramo, se suman todos los resultados para promediar y obtener el PCI de la Av. Principal Santa Margarita.

2.7. Aspectos éticos

La investigación “Análisis del estado físico y fallas del pavimento flexible, utilizando el método del PCI en la Avenida principal Santa Margarita, Piura, Perú, 2018” se desarrolló siguiendo principios éticos fundamentales de la metodología de investigación, tales como respetar la autoría de los trabajos de investigación tomados como referencia en nuestro tema, ser veraces en los datos obtenidos dando confiabilidad al respaldarnos en resultados similares predecesores a nuestro trabajo de investigación.

III. RESULTADOS

Con la información que se recopila a través de los esquemas de registro para pavimentos flexibles durante en trabajo de campo en la Av. Principal Santa Margarita se detallan los resultados obtenidos al realizar los respectivos cálculos del PCI en cada una de las áreas analizadas de la vía a, por consiguiente, el resultado del cálculo del PCI de la avenida total.

Sección de la muestra U1

La U1 de área 459.6 m², en esta sección se identificaron las fallas: exudación e intemperismo de baja severidad, baches de baja y media severidad.

Lo más crítico es la peladura por intemperismo que se encuentran por toda la superficie analizada y lo que afecta menos al pavimento son los baches, pues su área es pequeña.

Se obtuvieron 4 valores deducidos: 9, 18, 22, 10. Resultando como máximo valor deducido corregido (CDV) 33, teniendo un PCI de 67 el cual corresponde a un estado de pavimento bueno.

Registro de muestra U1, de la Av. Santa Margarita.

MÉTODO PCI							ESQUEMA										
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN LAS VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																	
HOJA DE REGISTRO																	
Nombre de la vía: <u>Av. Santa Margarita</u>			Sección: <u>1</u>		Unidad de muestra: <u>U1</u>												
Ejecutor: <u>Mechato Mauricio Jessica</u>																	
<u>Yarleque Nima Pedro</u>																	
Fecha: <u>15/11/19</u>			Área: <u>459.6 m2</u>														
1. Piel de cocodrilo	2. Exudación	3. Fisuras en bloque	4. Abultamiento y hundimientos	5. Corrugación	6. Depresión	7. Fisura de borde	8. Fisura de reflexión de junta	9. Desnivel carril-berma	10. Fisuras longitudinales y transversales	11. Parches y parches de cortes utilitarios	12. Agregado pulido	13. Baches	14. Ahuellamiento	15. Desplazamiento	16. Fisura parabólica o por desplazamiento	17. Hinchamiento	18. Peladura por intemperismo y desprendimientos de agregados
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO									
2L	60.2	70.8				131	28.50	9									

13L	4						4	0.87	18
13M	2						2	0.44	22
18L	68.4	69					137.4	29.89	10

PCI de U1.

#	Valor Deducido							Total	q	CDV
1	22	18	10	9				59	4	31
2	22	18	10	2				52	3	33
3	22	18	2	2				44	2	32
4	22	2	2	2				28	1	28

$$\text{MAX CDV} = \underline{33}$$

$$\text{PCI} = \underline{67}$$

$$\text{RATING} = \underline{\text{BUENO}}$$

Sección de la muestra U4

La U4 de área 459.6 m², se encontraron las siguientes fallas: exudación, hundimiento, baches de baja y media severidad y peladura por intemperismo media severidad.

Lo más crítico es la falla por intemperismo ya que se encuentran por toda la superficie analizada en gran porcentaje y lo que menos afecta al pavimento es el abultamiento, con un área mínima.

Se obtuvieron 5 valores deducidos: 8, 5, 22, 26, 40. Resultando como máximo valor deducido corregido (CDV) 58, teniendo un PCI de 42 que pertenece a un estado regular.

Registro de muestra U4, de la Av. Santa Margarita.

MÉTODO PCI							ESQUEMA		
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN LAS VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: <u>Av. Santa Margarita</u>		Sección: <u>4</u>		Unidad de muestra: <u>U4</u>					
Ejecutor: <u>Mechato Mauricio Jessica</u>									
<u>Yarleque Nima Pedro</u>									
Fecha: 15/11/19				Área: <u>459.6 m2</u>					
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios			16. Fisura parabólica o por desplazamiento				
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido			17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches			18. Peladura por intemperismo y desprendimientos de agregados				
4. Abultamiento y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento							
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento							
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
2L	54	72					126	27.41	8
4L	5.3						5.3	1.15	5
13L	6						6	1.30	22

13M	3						3	0.65	26
18M	159.6	171					330.6	71.93	40

PCI de U4.

#	Valor Deducido							Total	q	CDV
1	40	26	22	8	5			101	5	52
2	40	26	22	8	2			98	4	56
3	40	26	22	2	2			92	3	58
4	40	26	2	2	2			72	2	52
5	40	2	2	2	2			48	1	48

$$\text{MAX CDV} = \underline{58}$$

$$\text{PCI} = \underline{42}$$

$$\text{RATING} = \underline{\text{REGULAR}}$$

Sección de la muestra U7

La U7 de área 459.6 m², en esta sección se identificaron las fallas: exudación, hundimientos, baches de baja y alta severidad y peladura por intemperismo de baja y media severidad.

Lo crítico es la peladura por intemperismo que se encuentran por toda la superficie analizada en gran porcentaje de área, las fallas de exudación también afectan en gran porcentaje al pavimento.

Se obtuvieron 6 valores deducidos: 5, 3, 29, 43, 11, 35. Resultando como máximo valor deducido corregido (CVD) 69, PCI de 31 el cual siendo un pavimento de estado malo.

Registro de muestra U7, de la Av. Santa Margarita.

ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN LAS VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: <u>Av. Santa Margarita</u>		Sección: <u>7</u>			Unidad de muestra: <u>U7</u>				
Ejecutor: <u>Mechato Mauricio Jessica</u>									
<u>Yarleque Nima Pedro</u>									
Fecha: <u>15/11/19</u>					Área: <u>459.6m2</u>				
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios			16. Fisura parabólica o por desplazamiento				
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido			17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches			18. Peladura por intemperismo y desprendimientos de agregados				
4. Abultamiento y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento							
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento							
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
2L	25	25.6					50.6	11	5
4L	3.15						3.15	0.68	3
13L	5						5	1.09	29
13H	3						3	0.65	43

18L	114	105					219	47.65	11
18M	111	103.6					214.6	46.69	35

PCI de U7.

#	Valor Deducido							Total	q	CDV
1	43	35	29	11	5	3		126	6	62
2	43	35	29	11	5	2		125	5	63
3	43	35	29	11	2	2		122	4	68
4	43	35	29	2	2	2		113	3	69
5	43	35	2	2	2	2		86	2	60
6	43	2	2	2	2	2		53	1	51

$$\text{MAX C} = \underline{\underline{69}}$$

$$\text{PCI} = \underline{\underline{31}}$$

$$\text{RATING} = \underline{\underline{\text{MALO}}}$$

Sección de la muestra U10

La U10 de área 459.6 m², en esta sección las fallas fueron: exudación y baches de baja severidad, corrugación de alta severidad, fisura de borde con severidad media y peladura por intemperismo de media y alta severidad.

Lo falla crítica que afecta al pavimento es la peladura por intemperismo que se encuentran por toda la superficie analizada y los baches es la falla con menor porcentaje que afecta al pavimento.

Se obtuvieron 6 valores deducidos: 3, 38, 14, 15, 35, 68. Resultando como máximo valor deducido corregido (CDV) 87, con un PCI de 13 que corresponde a un estado muy malo.

Registro de muestra U10, de la Av. Santa Margarita.

MÉTODO PCI							ESQUEMA				
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN LAS VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE											
HOJA DE REGISTRO											
Nombre de la vía: <u>Av. Santa Margarita</u>			Sección: <u>10</u>			Unidad de muestra: <u>U10</u>					
Ejecutor: <u>Mechato Mauricio Jessica</u>											
<u>Yarleque Nima Pedro</u>											
Fecha: <u>15/11/19</u>			Área: <u>459.6 m2</u>								
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por desplazamiento	2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento	3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimientos de agregados
4. Abultamiento y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento		5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
2L	7.5	12.8					20.3	4.42	3		
5H	6.84						6.84	1.49	38		

7M	19	26					45	9.79	14
13L	3						3	0.65	15
18M	148	68					216	46.99	35
18H	101.5	95.7					197.2	42.91	68

PCI de U10.

#	Valor Deducido							Total	q	CDV
1	68	38	35	15	14	3		173	6	82
2	68	38	35	15	14	2		172	5	86
3	68	38	35	15	2	2		160	4	84
4	68	38	35	2	2	2		147	3	87
5	68	38	2	2	2	2		114	2	78
6	68	2	2	2	2	2		78	1	74

$$\text{MAX CDV} = \underline{\underline{87}}$$

$$\text{PCI} = \underline{\underline{13}}$$

$$\text{RATING} = \underline{\underline{\text{MUY MALO}}}$$

Sección de la muestra U13.

La U13 de área 459.6 m², en esta sección se identificaron las fallas: exudación, fisuras de borde y baches de baja severidad y peladura por intemperismos de baja y media severidad.

Lo más crítico es la peladura por intemperismo que se encuentran por toda la superficie analizada en gran porcentaje de área, las fallas de exudación también afectan al pavimento con un porcentaje considerado.

Se obtuvieron 5 valores deducidos: 4, 5, 20, 10, 27. Resultando como máximo valor deducido corregido (CDV) 40, teniendo un PCI de 60 correspondiendo a un pavimento de estado bueno.

Registro de muestra U13, de la Av. Santa Margarita.

METODO PCI							ESQUEMA										
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN LAS VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																	
HOJA DE REGISTRO																	
Nombre de la vía: <u>Av. Santa Margarita</u> Sección: <u>13</u> Unidad de muestra: <u>U13</u>																	
Ejecutor: : <u>Mecato Mauricio Jessica</u> <u>Yarleque Nima Pedro</u>																	
Fecha: <u>15/11/19</u> Área: <u>459.6 m2</u>																	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por desplazamiento	2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento	3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimientos de agregados	4. Abultamiento y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO								
2L	37.5	28					65.5	14.25	4								
7L	12	16					28	6.09	5								
13L	5						5	1.09	20								

18L	108.5	62					170.5	37.09	10
18M	54	56					110	23.93	27

PCI de U13.

#	Valor Deducido							Total	q	CDV
1	27	20	10	5	4			66	5	32
2	27	20	10	5	2			64	4	38
3	27	20	10	2	2			61	3	39
4	27	20	2	2	2			53	2	40
5	27	2	2	2	2			35	1	33

$$\text{MAX CDV} = \underline{40}$$

$$\text{PCI} = \underline{60}$$

$$\text{RATING} = \underline{\text{BUENO}}$$

Sección de la muestra U16.

La U16 de área de 459.6 m², en esta sección las fallas fueron: exudación y baches de baja severidad, peladura por intemperismo de baja y media severidad.

Lo crítico es la peladura por intemperismo que se encuentran por toda la superficie analizada en gran porcentaje de área y los baches es la falla con menor área que afecta el pavimento.

Se obtuvieron 4 valores deducidos: 8, 15, 14, 30. Así, se obtiene como máximo valor deducido corregido (CDV) 39, con PCI de 61 el cual corresponde a un pavimento de estado bueno.

Registro de muestra U16, de la Av. Santa Margarita.

METODO PCI							ESQUEMA										
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN LAS VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																	
HOJA DE REGISTRO																	
Nombre de la vía: <u>Av. Santa Margarita</u>							Sección: <u>16</u>		Unidad de muestra: <u>U16</u>								
Ejecutor: <u>Mechato Mauricio Jessica</u> <u>Yarleque Nima Pedro</u>																	
Fecha: <u>15/11/19</u>			Área: <u>459.6 m2</u>														
1. Piel de cocodrilo	2. Exudación	3. Fisuras en bloque	4. Abultamiento y hundimientos	5. Corrugación	6. Depresión	7. Fisura de borde	8. Fisura de reflexión de junta	9. Desnivel carril-berma	10. Fisuras longitudinales y transversales	11. Parches y parches de cortes utilitarios	12. Agregado pulido	13. Baches	14. Ahuellamiento	15. Desplazamiento	16. Fisura parabólica o por desplazamiento	17. Hinchamiento	18. Peladura por intemperismo y desprendimientos de agregados
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO								
2L	45.6	34.2					79.8	17.36	8								
13L	2	1					3	0.65	15								
18L	152	121.6					273.6	59.53	14								

18M	68.4	76					144.4	31.42	30
-----	------	----	--	--	--	--	-------	-------	----

PCI de U16.

#	Valor Deducido							Total	q	CDV
1	30	15	14	8				67	4	33
2	30	15	14	2				61	3	39
3	30	15	2	2				49	2	37
4	30	2	2	2				36	1	34

$$\text{MAX CDV} = \underline{\quad 39 \quad}$$

$$\text{PCI} = \underline{\quad 61 \quad}$$

$$\text{RATING} = \underline{\quad \text{BUENO} \quad}$$

Sección de la muestra U19:

La U19 de área 459.6m², en esta sección se identificaron: fisura de borde de media severidad, fisuras longitudinales de severidad alta, baches de baja severidad y peladura por intemperismo de baja y media severidad.

Lo más crítico es la peladura por intemperismo que se encuentran por toda la superficie analizada en gran porcentaje de área y la fisura de borde también afectan en gran porcentaje al pavimento.

Se obtuvieron 5 valores deducidos: 18, 16, 25, 11, 38. Así, tenemos máximo valor deducido corregido (CDV) 57, con un índice de 43 con un estado regular.

Registro de muestra U19, de la Av. Santa Margarita

METODO PCI							ESQUEMA				
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN LAS VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE											
HOJA DE REGISTRO											
Nombre de la vía: <u>Av. Santa Margarita</u>							Sección: <u>19</u>		Unidad de muestra: <u>U19</u>		
Ejecutor: <u>Mechato Mauricio Jessica</u>							<u>Yarleque Nima Pedro</u>				
Fecha: 15/11/19			Área: <u>459.6 m2</u>								
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión			11. Parches y parches de cortes utilitarios			16. Fisura parabólica o por desplazamiento			
2. Exudación		7. Fisura de borde			12. Agregado pulido			17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta			13. Baches			18. Peladura por intemperismo y desprendimientos de agregados			
4. Abultamiento y hundimientos		9. Desnivel carril-berma			14. Ahuellamiento						
5. Corrugación		10. Fisuras longitudinales y transversales			15. Desplazamiento						
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
7M	35	33					68	14.79	18		
10H	6	4.8					10.8	2.35	16		
13L	7						7	1.52	25		

18L	144.4	57.6					202	43.95	11
18M	83.6	159.6					243.2	52.92	38

PCI de U19.

#	Valor Deducido							Total	q	CDV
1	38	25	18	16	11			108	5	56
2	38	25	18	16	2			99	4	57
3	38	25	18	2	2			85	3	55
4	38	25	2	2	2			69	2	50
5	38	2	2	2	2			46	1	46

$$\text{MAX CDV} = \underline{57}$$

$$\text{PCI} = \underline{43}$$

$$\text{RATING} = \underline{\text{REGULAR}}$$

Sección de la muestra U22:

La U22 de área 459.6 m², se identificaron las fallas: piel de cocodrilo y fisuras longitudinales de media severidad, fisuras de borde de media y alta severidad, y peladura por intemperismo de baja media y alta severidad.

Lo más crítico es la peladura por intemperismo que se encuentran por toda la superficie analizada en gran porcentaje de área.

Se obtuvieron 7 valores deducidos: 39, 12, 20, 13, 9, 32, 71. Resultando como máximo valor deducido corregido (CDV) 89, con un PCI de 11 correspondiendo a un estado muy malo de pavimento.

Registro de muestra U22, de la Av. Santa Margarita.

METODO PCI							ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN LAS VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
Nombre de la vía: <u>Av. Santa Margarita</u> Sección: <u>22</u> Unidad de muestra: <u>U 22</u>										
Ejecutor: <u>Mechato Mauricio Jessica</u> <u>Yarleque Nima Pedro</u>										
Fecha: 15/11/19			Área: <u>459.6 m2</u>							
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión			11. Parches y parches de cortes utilitarios			16. Fisura parabólica o por desplazamiento		
2. Exudación		7. Fisura de borde			12. Agregado pulido			17. Hinchamiento		
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta			13. Baches			18. Peladura por intemperismo y desprendimientos de agregados		
4. Abultamiento y hundimientos		9. Desnivel carril-berma			14. Ahuellamiento					
5. Corrugación		10. Fisuras longitudinales y transversales			15. Desplazamiento					
FALLA		CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
1M		18	8.4				26.4	5.74	39	
7M		21	15				36	7.83	12	

7H	19	6.3	8.2				33.5	7.29	20
10M	6	8.3	7	3.5			24.8	5.40	13
18L	56	58					114	24.80	9
18M	76	105					181	39.38	32
18H	130	122.5					252.5	54.94	71

PCI de U22.

#	Valor Deducido								Total	q	CDV
1	71	39	32	20	13	12	9		196	7	82
2	71	39	32	20	13	12	2		189	6	87
3	71	39	32	20	13	2	2		179	5	86
4	71	39	32	20	2	2	2		168	4	46
5	71	39	32	2	2	2	2		150	3	89
6	71	39	2	2	2	2	2		120	2	82
7	71	2	2	2	2	2	2		83	1	83

$$\text{MAX CDV} = \underline{\quad 89 \quad}$$

$$\text{PCI} = \underline{\quad 11 \quad}$$

$$\text{RATING} = \underline{\quad \text{MUY MALO} \quad}$$

Sección de la muestra U25:

La U25 de área 459.6 m², en esta sección las fallas fueron: exudación de media severidad, fisura de borde de media severidad, fisuras longitudinales

Lo más crítico son las fisuras de borde que se encuentran por toda la superficie analizada en gran porcentaje de área, las fallas de exudación, baches y peladura por intemperismo también afectan en gran porcentaje al pavimento.

Se obtuvieron 5 valores deducidos: 18, 7, 5, 11, 30. Resultando como máximo valor deducido corregido (CDV) 41, con PCI 59, el cual corresponde a un pavimento de estado bueno.

Registro de muestra U25, de la Av. Santa Margarita.

METODO PCI							ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN LAS VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
Nombre de la vía: <u>Av. Santa Margarita</u>							Sección: <u>25</u>		Unidad de muestra: <u>U 25</u>	
Ejecutor: <u>Mechato Mauricio Jessica</u> <u>Yarleque Nima Pedro</u>										
Fecha: <u>15/11/19</u>			Área: <u>459.6 m2</u>							
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión			11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabólica o por desplazamiento			
2. Exudación		7. Fisura de borde			12. Agregado pulido		17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta			13. Baches		18. Peladura por intemperismo y desprendimientos de agregados			
4. Abultamiento y hundimientos		9. Desnivel carril-berma			14. Ahuellamiento					
5. Corrugación		10. Fisuras longitudinales y transversales			15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
2M	45	31.8				76.8	16.71	18		
7L	22	31				53	11.53	7		
10L	5.2	4.10	3	3.5		15.8	3.44	5		

18L	45	102					147	31.98	11
18M	60	79					139	30.24	30

PCI de U25.

#	Valor Deducido							Total	q	CDV
1	30	18	11	7	5			71	5	36
2	30	18	11	7	2			68	4	38
3	30	18	11	2	2			63	3	41
4	30	18	2	2	2			54	2	40
5	30	2	2	2	2			38	1	38

$$\text{MAX CDV} = \underline{\quad 41 \quad}$$

$$\text{PCI} = \underline{\quad 59 \quad}$$

$$\text{RATING} = \underline{\quad \text{BUENO} \quad}$$

Sección de la Muestra U28.

La U28 de área 459.6 m², esta sección las fallas fueron: fisuras de borde y baches de alta severidad, fisuras longitudinales de media severidad y peladura por intemperismo de baja y media severidad.

Lo más crítico es la peladura por intemperismo que se encuentran por toda la superficie analizada en gran porcentaje de área, las fallas de fisura de borde también afectan en gran porcentaje al pavimento.

Se obtuvieron 5 valores deducidos: 22, 9, 39, 5, 12. Resultando como máximo valor deducido corregido (CDV) 50, con PCI 50, el cual correspondiendo a un estado regular de pavimento.

Registro de muestra U28, de la Av. Santa Margarita.

METODO PCI								ESQUEMA		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN LAS VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
Nombre de la vía: <u>Av. Santa Margarita</u> Sección: <u>28</u> Unidad de muestra: <u>U28</u>										
Ejecutor: <u>Mechato Mauricio Jessica</u>										
<u>Yarleque Nima Pedro</u>										
Fecha: 15/11/19 Área: <u>459.6 m2</u>										
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión			11. Parches y parches de cortes utilitarios			16. Fisura parabólica o por desplazamiento		
2. Exudación		7. Fisura de borde			12. Agregado pulido			17. Hinchamiento		
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta			13. Baches			18. Peladura por intemperismo y desprendimientos de agregados		
4. Abultamiento y hundimientos		9. Desnivel carril-berma			14. Ahuellamiento					
5. Corrugación		10. Fisuras longitudinales y transversales			15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
7H	12	10	18				40	8.70	22	
10M	3.8	5	9				17.8	3.87	9	
13H	2						2	0.43	39	

18L	144	124					268	58.31	5
18M	74	88					162	35.25	12

PCI de U28.

#	Valor Deducido							Total	q	CDV
1	39	22	12	9	5			87	5	49
2	39	22	12	9	2			84	4	48
3	39	22	12	2	2			77	3	50
4	39	22	2	2	2			67	2	47
5	39	2	2	2	2			47	1	48

$$\text{MAX CDV} = \underline{\underline{50}}$$

$$\text{PCI} = \underline{\underline{50}}$$

$$\text{RATING} = \underline{\underline{\text{REGULAR}}}$$

Sección de la Muestra U31.

La U31 de área 459.6 m², en esta sección se identificó: fisuras de borde de alta severidad, baches de alta y baja severidad, peladura de intemperismo de baja, media y alta severidad.

Lo más crítico es la peladura por intemperismo que se encuentran por toda la superficie analizada en gran porcentaje de área y peladura por intemperismo también afectan en gran porcentaje al pavimento.

Se obtuvieron 6 valores deducidos: 22, 29, 45, 9, 34, 58. Resultando como (CDV) 89, con PCI 11, correspondiendo a un estado muy malo de pavimento.

Registro de muestra U31, de la Av. Santa Margarita.

METODO PCI							ESQUEMA										
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN LAS VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																	
HOJA DE REGISTRO																	
Nombre de la vía: <u>Av. Santa Margarita</u>		Sección: <u>31</u>			Unidad de muestra: <u>U 31</u>												
Ejecutor: <u>Mechato Mauricio Jessica</u>																	
<u>Yarleque Nima Pedro</u>																	
Fecha: <u>15/11/19</u>		Área: <u>459.6 m2</u>															
1. Piel de cocodrilo	2. Exudación	3. Fisuras en bloque	4. Abultamiento y hundimientos	5. Corrugación	6. Depresión	7. Fisura de borde	8. Fisura de reflexión de junta	9. Desnivel carril-berma	10. Fisuras longitudinales y transversales	11. Parches y parches de cortes utilitarios	12. Agregado pulido	13. Baches	14. Ahuellamiento	15. Desplazamiento	16. Fisura parabólica o por desplazamiento	17. Hinchamiento	18. Peladura por intemperismo y desprendimientos de agregados
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO								
7H	9.2	7.3	14	8.35			38.85	8.45	22								
13M	4						4	0.87	29								
13H	3						3	0.65	45								

18L	114.3						114.3	24.87	9
18M	114.6	76					190.6	41.47	34
18H	112						112	24.37	58

PCI de U31.

#	Valor Deducido							Total	q	CDV
1	58	45	34	29	22	9		197	6	89
2	58	45	34	29	22	2		190	5	88
3	58	45	34	29	2	2		170	4	89
4	58	45	34	2	2	2		143	3	86
5	58	45	2	2	2	2		111	2	76
6	58	2	2	2	2	2		68	1	66

$$\text{MAX CDV} = \underline{89}$$

$$\text{PCI} = \underline{11}$$

$$\text{RATING} = \underline{\text{MUY MALO}}$$

Análisis total de la vía

Después de haber analizado toda la vía mediante los respectivos cálculos del PCI de las secciones que tuvimos como muestras a evaluar, teniendo una idea clara y concisa de en qué estado se encuentra el pavimento flexible de la de la vía de la Av. Principal Santa Margarita.

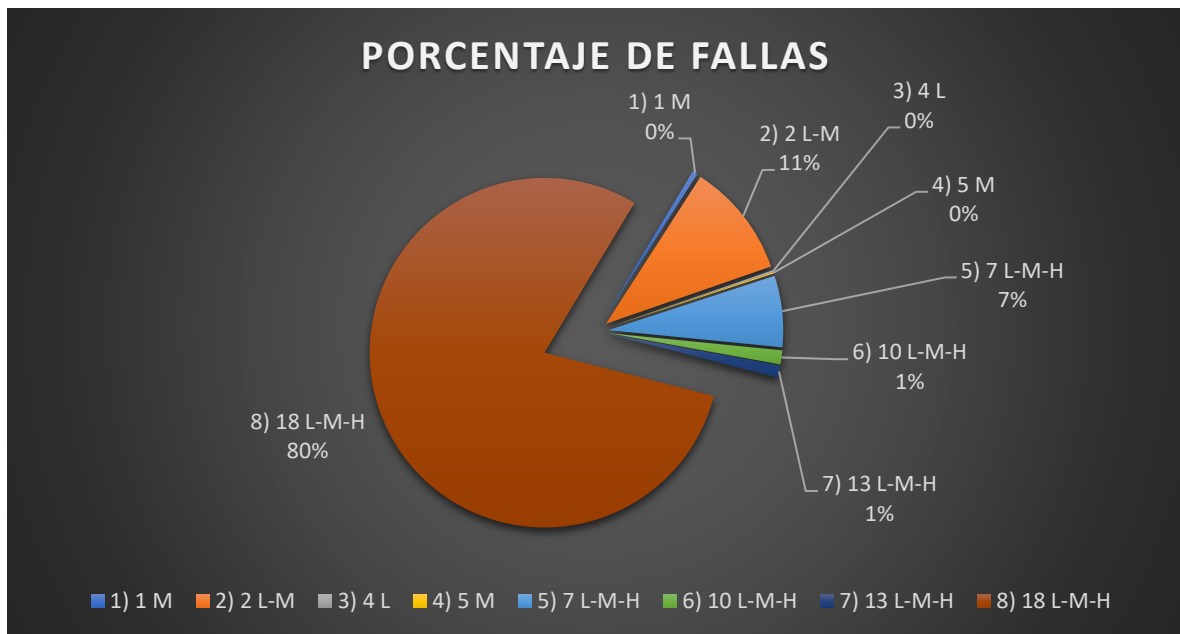
Resumen de resultados							
Unidad de muestra	Abscisa inicial	Abscisa final	Área	PCI unidad de muestra	Descripción	PCI sección	Descripción
U1	0+00	0+38.3	459.6	67	Bueno	43	Regular
U4	0+114.9	0+153.2	459.6	42	Regular		
U7	0+229.8	0+268.1	459.6	31	Malo		
U10	0+344.7	0+383	459.6	13	Muy malo		
U13	0+459.6	0+497.9	459.6	60	Bueno		
U16	0+574.5	0+612.8	459.6	61	Bueno		
U19	0+689.4	0+727.7	459.6	43	Regular		
U22	0+804.3	0+842.6	459.6	11	Muy malo		
U25	0+919.2	0+957.5	459.6	59	Bueno		
U28	1+034.1	1+072.4	459.6	50	Regular		
U31	1+149	1+187.3	459.6	11	Muy malo		

Fuente: Elaboración propia

CANTIDAD DE FALLAS POR AREA DE MUESTREO

N° DE FALLAS	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	ÁREA
1	Piel de cocodrilo	M	26.4
2	Exudación	L-M	550
3	Abultamiento y hundimientos	L	8.45
4	Corrugación	H	6.84
5	Fisura de borde	L-M-H	342.35
6	Fisuras longitudinales y transversales	L-M-H	69
7	Baches	L-M-H	58
8	Peladura por intemperismo y desprendimientos de agregados	L-M-H	4138.9

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

DESCRIPCION DE RESULTADOS

(PEREDA HUAMAN, 2014) La mayor parte de patologías son de tipo funcional ya que el tránsito vehicular no se ve afectado por estas, pues no originan daños en la estructura asfáltica. Sin embargo, al visualizar la vía nos damos cuenta que algunas fallas si intervienen en el transito normal.

Obtuvimos el PCI total de 43 el cual pertenece a un ranking de estado regular del pavimento flexible, siendo la rehabilitación de la vía la solución a intervenir, pues esto lo indicado por el PCI.

El objetivo de la rehabilitación es recuperar del camino su capacidad funcional y estructural de la vía esta medida es sumamente necesaria cuando no se le da una adecuada conservación vial.

Como resultados de la cantidad de fallas tenemos 8 tipos, con un grado de severidad bajo, medio y alto. La patología con mayor área que afecta al pavimento flexible es la patología de peladura por intemperismo y a la vez desprendimiento de agregados el cual corresponde a un área de 4138.9m² del área total del pavimento, correspondiendo así a un 80% del total del área.

IV. DISCUSIÓN

En esta sección se muestran los datos obtenidos y los discutimos empleando teorías enlazadas al tema y a los trabajos preliminares que fueron de aporte esencial para realizar la presente investigación. Este estudio se realizó con el fin de analizar el estado de la capa de rodadura de la Av. Principal Santa Margarita, el cual es un pavimento de tipo flexible; después de haber inspeccionado el pavimento y observar las fallas presentes, tomando como referencia a Pereda Huamán (2014) quien analizó el PCI del pavimento para así luego identificar cada una de las unidades de muestreo y calcular la severidad de su deterioro además identificar el tipo de fallas y que tan continua es esta en todo el trayecto del pavimento, se tomó 11 unidades de muestreo que nos ayudaron a evaluar el estado del pavimento y se comprobó además que el método de zonificar los tramos para su respectiva evaluación es muy efectiva ya que nos permite analizar de una forma eficiente el pavimento. Además, de analizar el estado del pavimento, se analizó los tipos de falla presentadas en el pavimento de la avenida principal Santa Margarita, como también el grado de severidad que poseen cada una de ellas clasificándolas en: bajo, medio y alto. Según (Cote, y otros, 2017) quien analizó y clasificó las fallas halladas en el pavimento de su lugar de estudio, la avenida El Malecón la cual presentó un valor de PCI: 44.4%, clasificándolo según la norma americana ASTM D-6433 07 como un pavimento "Regular". Del total de las unidades de muestreo analizadas el 65% se encontró en estado "Regular", 25% "Malo" y 10% "Bueno". En el estudio el análisis de datos para el índice de condición de pavimento de la av. principal Santa Margarita, se calculó repartiendo la vía en 11 secciones o áreas de estudio (11 unidades de muestra). Al empezar a interpretar y cuantificar los datos determinamos que, en la unidad de muestreo del pavimento los resultados encontrados son los siguientes. En el primer tramo (U1) que inicia en la progresiva 0+00 hasta la progresiva 0+38.3 posee un área total de 459.3 m² presenta un PCI de magnitud 67 establece que dicho tramo se encuentra en un estado bueno. La siguiente muestra (U4) que se ubica entre la progresiva 0+114.9 y 0+153.2 cuya área es de 459.3 m² presenta un PCI de magnitud establece que dicho tramo se encuentra en un estado regular. La unidad de muestreo (U7) en la progresiva 0+229.8 hasta la progresiva 0+268.1 con un área de 459.6 m² tiene un PCI de

magnitud 31 establece que dicho tramo se encuentra en un estado malo. La unidad de muestreo (U10) tomada en la progresiva 0+344.7 hasta la progresiva 0+383 cuya área es de 459.6 m² tiene un PCI de magnitud 13 establece que dicho tramo se encuentra en un estado muy malo. La unidad de muestreo (U13) tomada en la cota 0+459.6 hasta la 0+497.9 con un área de 459.6 m² presenta un PCI de magnitud 60 cuyo rango es un pavimento bueno. La unidad de muestreo (U16) tomada desde 0+574.5 hasta la progresiva 0+612.8 con un área de 459.6 m² presenta un PCI de magnitud 61 cuyo rango corresponde a un pavimento bueno. La unidad de muestreo (U19) tomada desde la progresiva 0+689.4 hasta 0+727.7 con un área de 459.6 m² con un PCI de magnitud 43 cuyo rango corresponde a un pavimento regular. La unidad de muestreo (U22) tomada desde 0+804.3 hasta 0+842.6 con un área de 459.6 m² presenta un PCI de magnitud 11 cuyo rango corresponde a un pavimento muy malo. La unidad de muestreo (U25) tomada desde la progresiva 0+919.2 hasta la progresiva 0+957.5 con un área de 459.6 m² presenta un PCI de magnitud 59 cuyo rango corresponde a un pavimento bueno. La unidad de muestreo (U28) tomada desde 1+034.1 hasta 1+072.4 con un área de 459.6 m² presenta un PCI de magnitud 50 cuyo rango corresponde a un pavimento regular. La unidad de muestreo (U31) tomada desde 1+149 hasta la progresiva 1+187.3 con un área de 459.6 m² presenta un PCI de magnitud 11 cuyo rango corresponde a un pavimento muy malo. Tomando estos datos calculamos el PCI promedio de 16800 m² de pavimento correspondiente a la AV. Principal Santa Margarita cuyo valor es 43, valor que según la clasificación del manual del PCI equivale a un estado "regular". Así también Carhuapoma Pariache (2017) evaluó las unidades de muestreo del pavimento flexible de la Avenida Ramón Romero II etapa y hayo la magnitud de las patologías que conllevan al deterioro del pavimento y las cifras fueron las siguientes, el 74.64% que representa a la mayoría de la población evaluada manifiesta desprendimiento de agregados, el 1.32 % asoma signos de huecos en el paquete estructural, el 0.90% tiene abultamiento y hundimiento a lo largo de la vía, 0.71% es piel de cocodrilo, 0.28% es ahuellamiento y solo el 0.08% de desnivel de carril y berma, datos similares a los obtenidos en nuestra investigación. Las fallas más drásticas que nuestras unidades de muestreo presentan son peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados (falla n° 18), con 80% del total de nuestra muestra. Seguido de la exudación (falla n° 2) con

un 11%. Posteriormente se tiene las fisuras de borde (falla n° 7) con el 7%; y por ultimo tenemos otras fallas que sumadas promedian 2% del total del pavimento representando una minoría pero que se suman al daño de la pista las cuales son piel de cocodrilo (falla n°1), abultamiento y hundimiento (falla n°4), corrugación (falla n°5), fisuras longitudinales y transversales (falla n°10) y baches (falla n°13). Chumacero Paz (2017) estudio el pavimento de la Av. Marcavelica para determinar y evaluar todas las patologías presenta. En su estudio se concluye que las fallas en el pavimento tienen un porcentaje de 33.66% desprendimiento de agregados, el 7.64% del total presenta huecos, el 0.67% manifiesta grietas longitudinales y transversales en los bordes y parte central de la berma, el 0.43% presenta parcheo, el 0.38% indicios de abultamiento y hundimiento, el 0.24% debido al tránsito pesado presenta pulimiento de agregados. El método se aplicó correctamente y los resultados se asemejan a nuestro trabajo de investigación. En nuestro trabajo de investigación encontramos niveles o fases de severidad: bajo, medio y alto. Clasificando a la falla de abultamiento y hundimiento con un nivel de severidad bajo (L); la falla de piel de cocodrilo con porcentaje de concurrencia moderado presenta un nivel de severidad medio (M); la falla de corrugación con un nivel de severidad alto (H); la falla de exudación con un nivel de severidad bajo(L) y medio(M) y a las fallas de fisura de borde, fisuras longitudinales y transversales, baches y peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados con tres niveles de severidad bajo(L), medio (M) y alto(H). Así pues, Huilcapi Baldeòn manifiesta que la piel de cocodrilo es la falla más frecuente con 36.97% dicha falla influye negativamente en la estructura del pavimento, además haciendo uso del método VIZIR expone al pavimento como deficiente

V. CONCLUSIONES

Conclusión general:

El índice de condición de pavimento en la Av. Principal de la Urb. Santa Margarita, la cual presenta una estructura de pavimento flexible; es de 43, el cual representa que la vía se encuentra de manera regular, pero debido a que en tres tramos de estudio se encontró un estado en índice muy malo, se puede concluir que si bien la mayoría de tramos está en un estado regular, aquellos que presentan estado muy malo nos evidencia que la vía a empezado a deteriorarse en correlación a su índice de condición de pavimento y que si no se le da una pronta y efectiva rehabilitación, en un futuro cercano tendremos la vía completa en un estado muy malo relacionado al índice de condición de pavimento, haciendo que probablemente tenga una vida residual inadecuada.

Conclusiones específicas:

Las fallas superficiales en un pavimento flexible encontradas en el lugar de estudio, Avenida Principal de Santa Margarita, son; piel de cocodrilo, abultamientos, hundimientos y exudación, entre otros, llegando a la conclusión que debido a la cantidad de fallas el nivel de confort de la vía desciende. Además, se concluye que la principal patología del pavimento flexibles es la peladura por intemperismo, ya que se encuentra en la mayoría de los tramos, teniendo como área 4138.9 m² del área total del pavimento esto ocasionaría el rápido avance en el deterioro en la vía y posterior descenso en la transitabilidad.

El nivel de severidad que presentan las fallas en un pavimento flexible, está dado por indicadores; bajo, medio y alto. Tomándose con referencia los con mayor frecuencia y mayor área de la peladura, se concluye que la falla que más se encuentra es el intemperismo de agregados y fisuras de borde de rigor baja, media y alta, exudación de severidad baja y media los cuales influirían a que se presente una rápida extensión de las fallas al total de la avenida en estudio. Lo que originaría que su tratamiento para su recuperación necesite métodos más complejos y que generen mayor costo para el proyecto.

Finalmente se concluye, dando como alternativa de solución la rehabilitación pues esto debido a que, en la mayoría de la vía, su pavimento se encuentra en un estado regular, permitiendo utilizar métodos para lograr completar la vida útil para cual fue diseñada la avenida, verificando que el refuerzo de la capa estructural. La rehabilitación permitirá atacar los problemas ejecutados a menor precio que dejando que la condición de la vía, teniéndose que aplicar una reconstrucción. Esta alternativa puede ejecutarse por parte de empresas del sector público o privado permitiendo que se ejecutado de una forma rápida mejorando el desarrollo urbano.

VI. RECOMENDACIONES

-De acuerdo con el análisis aplicado se recomienda hacer una inspección periódica de cada 3 años, para poder ver que patologías aumentan con el paso del tiempo y en qué porcentaje se desarrolla su nivel de severidad logrando así mantener un buen estado del pavimento.

-Para evitar las fallas como peladura por intemperismo que es lo que más hemos encontrado en el pavimento, se debe evitar o disminuir el exceso de carga, realizar una limpieza y un adecuado mantenimiento a la capa de rodadura ya que es una vía muy transitable. Por otro lado, se debe realizar un buen diseño y usar los materiales de mejor calidad y según los requerimientos y especificaciones técnicas.

-Se recomienda realizar un estudio de cada una de las capas que están por debajo de la carpeta de rodadura. Por otro lado, es necesario verificar la capacidad portante del suelo en el que se encuentra la avenida y así analizar los factores que originan la presencia y aumento de las fallas más concurrentes.

-Se recomienda el correcto desarrollo de un mantenimiento a la Av. Principal Santa Margarita para así poder elevar su nivel a Muy bueno, mejorando el servicio a los transeúntes y conductores.

REFERENCIAS

AQUINO CHAVEZ, Omar. 2018. *Determinación y evaluación de las patologías en la capa de rodadura del pavimento flexible en la Av. Condorcanqui -Carabayllo.*

Lima : s.n., 2018.

Bautista, Raul Robles. 2015. *Calculo del Indice de condicion del pavimento PCI Barranco-Surco-Lima.* Lima : s.n., 2015.

BUSTIOS, Raul Robles. 2015. *Calculo del Indice de condicion del pavimento PCI Barranco-Surco-Lima.* Lima : s.n., 2015.

CARHUAPOMA PARIAHUACHE, Paola. 2017. *Determinación y evaluación de las patologías en el pavimento flexible de la Avenida Ramon Romero distrito Veintiséis de Octubre - Piura.* Piura : s.n., 2017.

CHUMACERO PAZ, Dios. 2017. *Determinación y Evaluación de las Patologías En Pavimento Flexible De La Av. Marcavelica con Prolongación Miguel Grau y Av. Circunvalación.* Piura : s.n., 2017.

Cote, Gina y Oyola, Lina. 2017. *Indice de Condicion del pavimento rigido en la ciudad de cartagena de indias y medidas de conservación.* Cartagena : Universidad de Cartagena, 2017.

CUBA ALVAREZ, Williams. 2017. *Evaluación Superficial del Pavimento Flexible Aplicando el Método del PCI en un tramo de la Av. República de Polonia – Distrito de San Juan de Lurigancho.* Lima : s.n., 2017.

DOMINGUEZ SILUPU, Yuly. 2015. *Análisis patológico de la superficie del pavimento flexible en la Calle Loreto cuadra 4 a la 6- Piura; se consideró como objetivo de estudio, las patologías de la superficie del pavimento flexible en la calle Loreto cuadra 4 a la 6 del distrito de Piura.* Piura : s.n., 2015.

FIUBA. 2007. *Apuntes de pavimentos .* Buenos Aires : s.n., 2007.

Gamboa, Karla Patricia. 2009. *Cálculo del índice de condición aplicado en pavimento flexible de la Av. Las Palmeras de Piura.* Piura : s.n., 2009.

GARCÍAS SAAVEDRA, Hector. 2015. *Evaluación de las patologías de la superficie de rodadura del pavimento flexible de la Av. Andrés Razuri (cuadras 1 a la cuadra 5), del distrito de Tambogrande, Piura.* Piura : s.n., 2015.

Giordani, Claudio y Leone, Diego. 2017. *Pavimentos.* Rosario : s.n., 2017.

GIORDANI, Claudio y Leone, Diego. 2017. *Pavimentos.* Rosario : s.n., 2017.

HONDUR, REV MED. 2012. Principios de la etica de la investigacion y su aplicación. 2012.

HUACO CHERO, Jerald. 2018. *Determinación y evaluación de las patologías en el pavimento flexible de la Avenida Ramon Romero distrito Veintiséis de Octubre - Piura.* Piura : s.n., 2018.

Irigoyen, Jose Luis. 1990. IDENTIFICACIÓN DE FALLAS EN PAVIMENTOS Y TÉCNICAS DE REPARACIÓN. 1990, pág. 212.

Mahbub, Victor y Dombriz, José. 2002. *Catalogo de deterioros de pavimento flexible.* Mexico : Consejo de directores de carreteras de iberia e iberoamerica, 2002.

MALLMA JIMENEZ, Josè Luis. 2018. *Evaluacion de la carpeta asfaltica del pavimento flexible aplicando el metodo indice de condicion del pavimento en la Av. Martires del Periodismo.* Huancayo : s.n., 2018.

Osorio, Daniela. 2014. *Evaluacion de la estructura del pavimento aplicando el metodo PCI, en el tramo Redoma de la Piña.* Ayacucho : Distribuidor de Matanza Puerto Ordaz Estado Bolivar, 2014.

OSORIO, Daniela. 2014. *Evaluacion de la estructura del pavimento aplicando el metodo PCI, en el tramo Redoma de la Piña.* Ayacucho : Distribuidor de Matanza Puerto Ordaz Estado Bolivar, 2014.

PEREDA HUAMAN, Cinthia. 2014. *Indice de condicion de pavimento de la carretera Cajamarca-La colpa.* Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2014.

Pereda. 2014. *Indice de condicion de pavimento de la carretera Cajamarca-La colpa.* Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2014.

Robles Bustios, Raúl. 2015. *Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Barranco-Surco-Lima.* Lima : s.n., 2015.

Rondón, Hugo Alexander y Reyes, Fredy Alberto. 2015. *Pavimentos.* Bogotá : Ecoe Ediciones, 2015. 978-958-771-175-2.

Tamayo, Mario y Tamayo. 2003. *El proceso de la investigación científica.* Mexico : Limusa Noriega Editores, 2003.

Vásquez, Luis ricardo. 2002. *PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI).* 2002. pág. 90.

Velasquez, Daniel Rodriguez. 2009. *Calculo del indice de condicion del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, Castilla.* Piura : s.n., 2009.

Velasquez, Edgar Daniel Rodriguez. 2009. *Calculo del indice de condicion del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla.* Piura : Universidad de Piura, 2009.

ANEXOS

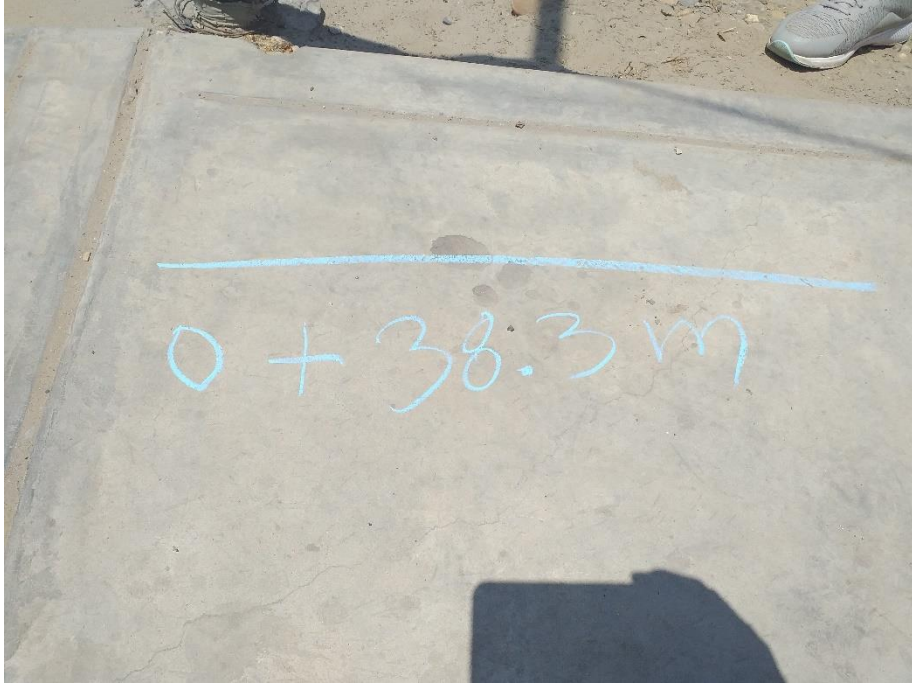
MATRIZ DE CONSISTENCIA					
PROBLEMAS GENERAL	OBJETIVOS GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE	DIMENSIONES	INTRUMENTO
¿Cuál es el análisis del estado físico y las fallas del pavimento flexible a través del método del PCI en la avenida principal Santa Margarita, Piura, Perú, 2019?	Analizar el estado físico del pavimento flexible de la Avenida principal Santa Margarita partiendo de los datos obtenidos al cuantificar las fallas del pavimento.	El estado en el que se encuentra el paquete del pavimento flexible de la Av. Principal Santa Margarita influye negativamente en la funcionalidad de la vía	Paquete estructural	- Fallas del pavimento.	- Método PCI
				-Fallas superficiales del pavimento	
				-Nivel de severidad	
				-Alternativa de solución	
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS			
¿Que tipo de fallas presenta el pavimento de la Avenida principal Santa Margarita, Piura, Perú, 2019?	Determinar las fallas superficiales del pavimento de la Avenida principal Santa Margarita, Piura, Perú, 2019	El estado actual del pavimento flexible en la Avenida principal Santa Margarita presenta deformaciones estructurales por causa de malos procesos constructivos.			
¿Cuál es el nivel de severidad de las fallas del pavimento de la Avenida principal Santa Margarita, Piura, Perú, 2019?	Determinar el nivel de severidad de las fallas del pavimento de la Avenida principal Santa Margarita, Piura, Perú, 2019				

<p>¿Cuál es la alternative de solución para el pavimento de la Avenida principal Santa Margarita , Piura, Perú, 2019?</p>	<p>Delimitar una alternative de solución para el pavimento de la Avenida principal Santa Margarita , Piura, Perú, 2019.</p>	<p>Con respect a la determinación del estado funcional del pavimento, las fallas superficiales influyen dependiendo del grado de severidad que estás presentan.</p>			
---	---	---	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

ANEXOS A: Unidades de Muestra

Unidad de muestra U1

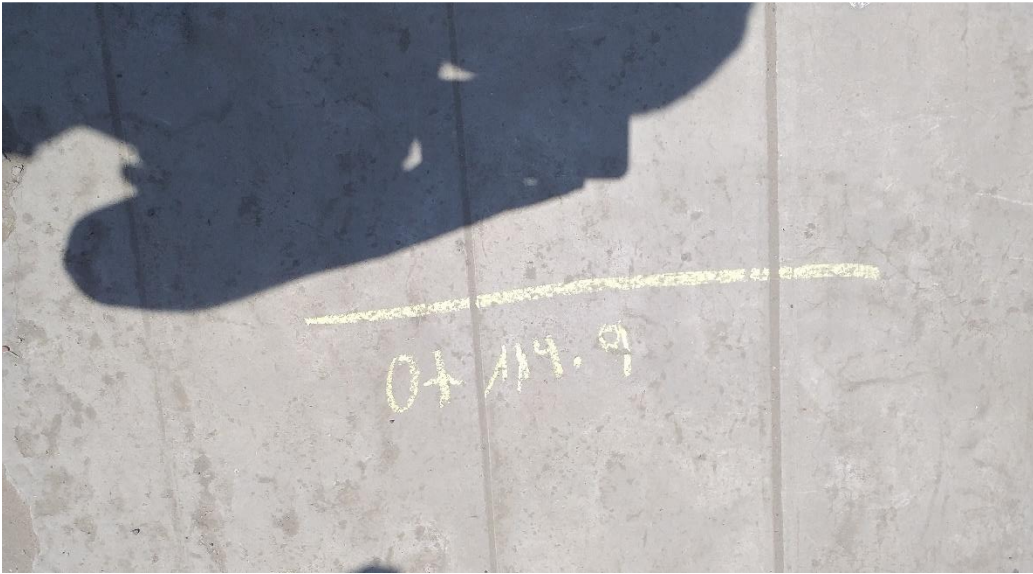


Fuente: fotografía propia



Fuente: fotografía propia

Unidad de Muestra U-4

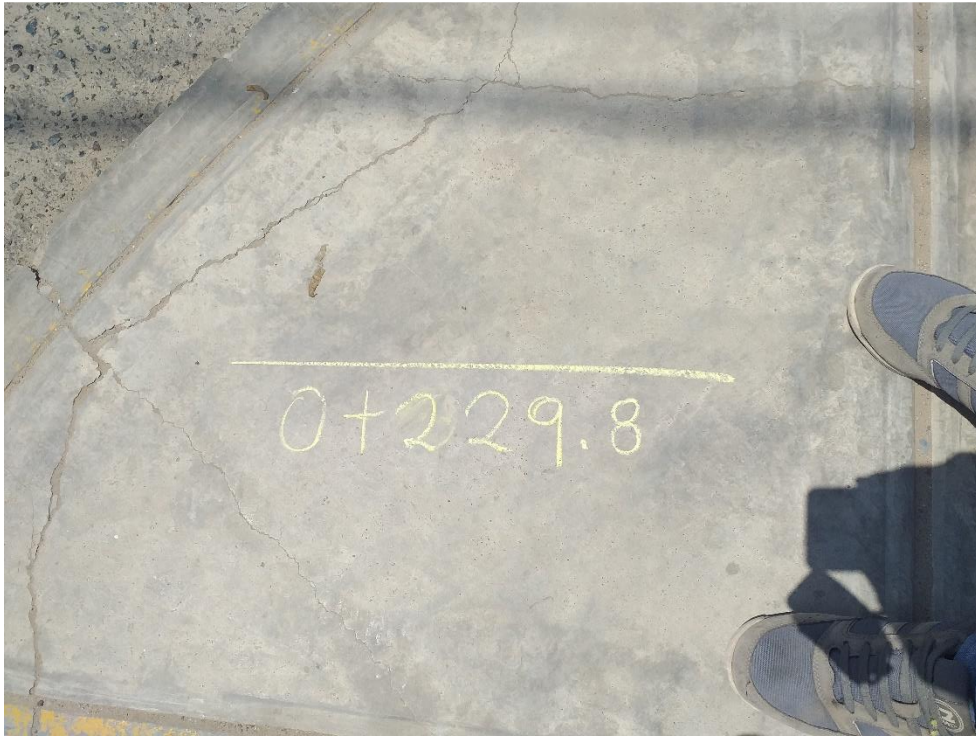


Fuente: fotografía propia



Fuente: Elaboración Propia

Unidad de Muestra U-7



Fuente: fotografía propia



Fuente: fotografía propia

Unidad de Muestra U-10

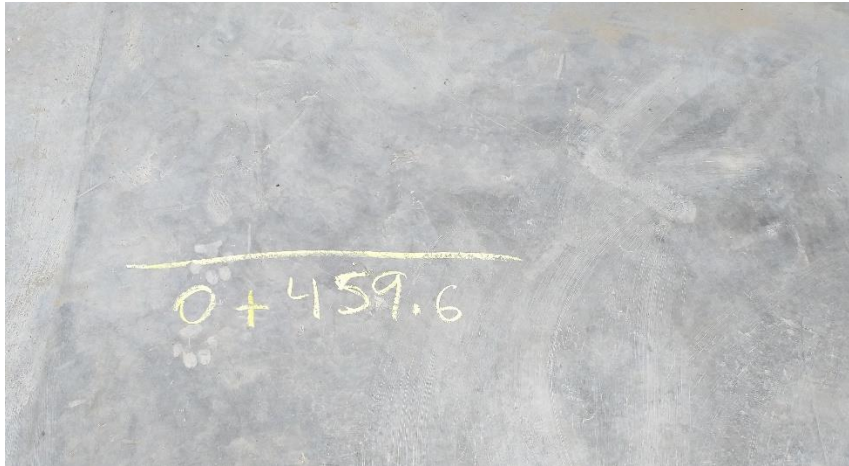


Fuente: fotografía Propia



Fuente: fotografía Propia

Unidad de Muestra U-13



Fuente: fotografía Propia



Fuente: fotografía Propia

Unidad de Muestra U-16



Fuente: fotografía Propia



Fuente: fotografía Propia

Unidad de Muestra U-19



Fuente: Fotografía Propia



Fuente: Fotografía Propia

Unidad de Muestra U-22



Fuente: Fotografía Propia



Fuente: Fotografía Propia

Unidad de Muestra U-25



Fuente: Fotografía Propia



Fuente: Fotografía Propia

Unidad de Muestra U-28



Fuente: Fotografía Propia



Fuente: Fotografía Propia

Unidad de Muestra U-31



Fuente: Fotografía Propia



Fuente: Fotografía Propia