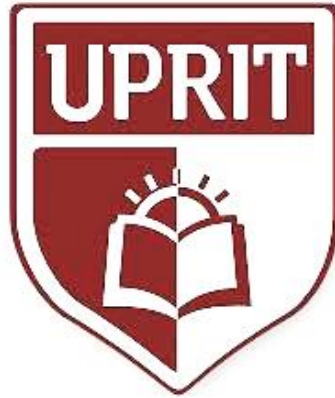


**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**BASES TEÓRICAS PARA EVALUACIÓN CON EL MÉTODO PCI Y MTC PARA
MEJORAR EL MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EN LA AVENIDA
ROMA, DISTRITO DE TRUJILLO, 2019.**

**TRABAJO DE INVESTIGACION PARA
OPTAR EL GRADO DE BACHILLER**

AUTOR

GREGORIO GABINO, CHAIÑA SUCASACA

OSCAR DANTE, CHAIÑA ARAPA

TRUJILLO – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A nuestro padre celestial mi dios por esta oportunidad de llegar a esta etapa de vida profesional, de sus bendiciones para salir adelante con esfuerzos imparables.

A la Universidad Privada De Trujillo UPRIT. Por esta acogida y formación que nos izó grandes conocedores de la ingeniería, por todo lo que representan para nuestras personas, el grupo de personas que laboran en la universidad siempre estuvieron en el lugar y momento para cuanto información necesitamos, brindarnos su apoyo incondicional, para lograr metas trazadas.

Siempre impulsándome a ser mejor persona siempre llevando en alto el nombre de la Universidad Privada De Trujillo UPRIT.

Gregorio G. Chaiña Sucasaca

Oscar Dante Chaiña Arapa

PÁGINA DE JURADO

Ing. Enrique Durand Bazán
PRESIDENTE

Ing. Guido Marín Cubas
SECRETARIO

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Privada de Trujillo, la facultad de Ingeniería Civil, docentes y plana administrativa, por habernos impartido conocimientos significativos, durante la permanencia de tiempo de estudio, con humildad, paciencia y comprensión para llegar al objetivo de obtener el grado de bachiller en ingeniería Civil, lo cual será una carta de presentación para servir como un profesional de éxito, dejando huellas el nombre de esta casa de estudios.

Gregorio G. Chaiña Sucasaca

Oscar Dante Chaiña Arapa

INDICE

I. INTRODUCCION.....	4
1.1. Delimitación del problema que motiva el estado del arte....	6
1.1.1. Campo temático.....	6
1.1.2. Espacio.....	6
1.1.3. Tiempo.....	5
1.2. Formulación del problema.....	6
1.3. Justificación del tema.....	6
1.3.1. Realidad Problemática.....	7
1.4. Objetivos.....	10
1.4.1. Objetivo General.....	10
1.4.2. Objetivo específicos.....	10
1.5. Procedimientos metodológicos seguidos.....	11
1.5.1. Instrumentos de recolección.....	11
1.5.2. Fuentes de información.....	11
II. RESULTADOS RESPECTO A LOS ANTECEDENTES ESTADO DEL ARTE O ESTADO DE LA CUESTION.....	11
2.1. ..Antecedentes.....	12
2.2. Bases teóricas.....	21
III. CONCLUSIÓN.....	40
IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
V. ANEXOS.....	42

RESUMEN

La presente monografía busca obtener información técnica necesaria para elaborar la investigación Evaluación con el método PCI y MTC para el mantenimiento de pavimentos flexibles en la Avenida Roma, distrito de Trujillo, en el año 2019.

La presente investigación pretende reunir información para conocer la condición del estado del pavimento en la avenida Roma en el distrito de Trujillo, conocer el estado de deterioro que tiene esta vía que es un componente vital en el sistema de mantenimiento de pavimentos, existen diferentes métodos de cuantificación del estado actual. Se plantea tal investigación con la finalidad de poder hallar solución al problema que se encuentra actualmente en lo pavimentos flexibles, tales como los daños patológicos que existen. Así también se pretende estar mejor informado sobre tales problemas que presentan los pavimentos en Trujillo y pueda servir como antecedentes de Mantenimiento de pavimentos flexibles utilizando el Método PCI y el MTC a posteriores observaciones y trabajos que realice la entidad distrital de la ciudad a cargo de la municipalidad distrital de Trujillo.

PALABRAS CLAVE

- Método del PCI.
- Método del MTC
- Mantenimientos de pavimentos.
- Pavimento flexible.

ABSTRACT

This monograph seeks to obtain the necessary technical information to prepare the research Evaluation with the PCI and MTC method for the maintenance of flexible pavements in Avenida Roma, Trujillo district, in the year 2019.

The present investigation intends to gather information to know the condition of the pavement state in Rome avenue in the Trujillo district, to know the state of deterioration that this road has that is a vital component in the pavement maintenance system, there are different methods of quantification of the current state. Such research is proposed in order to find a solution to the problem that is currently in flexible pavements, such as the pathological damage that exists. Thus, it is also intended to be better informed about such problems that the pavements in Trujillo present and can serve as a precedent for the maintenance of flexible pavements using the PCI Method and the MTC for subsequent observations and work carried out by the city's district entity in charge of the Trujillo district municipality.

KEYWORDS

- PCI method.
- MTC method
- Pavement maintenance.
- Flexible pavement.

I. INTRODUCCION

A nivel mundial el incremento del tráfico y el efecto abrasivo son algunas de las causas del deterioro visible en la capa de rodadura, más específicamente sobre la textura y el aspecto decorativo del pavimento; sin embargo, si se implementan técnicas de reparación en el momento oportuno y de manera adecuada, se puede garantizar un buen resultado, desempeño y durabilidad en el pavimento de concreto.

En España para mejorar la calidad de vida de su población y mejorar la competitividad, tienen una mayor disponibilidad de vías adecuadas para el transporte. Por ello los países realizan mayores esfuerzos para la mejora de sus vías, Por consiguiente por un mayor uso de vías se deterioran, y si no se realizan los mantenimientos adecuados esto afecta la vida útil del pavimento.

Una infraestructura con carencias, afecta directamente la competitividad, desarrollo, y bienestar social, por consiguiente en los países de la región en cuanto a la mejora y expansión del transporte ha adquirido una mayor importancia, su mantenimiento requiere que las instituciones encargadas tengan una buena organización y herramientas necesarias, para hacerlo en forma eficaz y eficiente. Sin embargo los organismos públicos encargados del mantenimiento de la infraestructura vial, se deberían fortalecer institucionalmente y promover el uso de los recursos para una mayor sostenibilidad vial.

Actualmente nuestro País cuenta con un creciente avance socio-económico, el desarrollo de la vialidad y de los transportes es una importante necesidad nacional. La integración que se consigue a través de este medio, permite unir nuestras regiones Costa, Sierra y Selva.

En Cajamarca los pavimentos flexibles se encuentran en una etapa de apogeo en la construcción urbana, es por ello que se debe tener presente que los daños en los pavimentos flexibles se deben a diversas causas, entre ellas se encuentran las que se deben a la mala calidad de las mezclas asfálticas, ocasionadas por fallas en los procesos industriales de su fabricación o a los materiales usados en la producción de las mismas, ya sean los áridos de base o subbase o los ligantes, y por los procesos constructivos, por lo que se exige un mayor control de calidad que se debe aplicar desde el diseño y construcción de la estructura.

En Trujillo se puede describir que mejorar las condiciones del estado de los caminos viales y sus bypass que existen en la ciudad incidirá en una mejor calidad de vida e ingreso de sus habitantes y por ende, en una reducción de los índices de pobreza.

1.1. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA QUE MOTIVA EL ESTADO DEL ARTE

Los daños en los pavimentos flexibles se deben a múltiples causas, entre ellas se encuentran las que se deben a la mala calidad de las mezclas asfálticas, ocasionadas por fallas en los procesos industriales de su fabricación o a los materiales usados en la producción de las mismas, ya sean los áridos de base o subbase o los ligantes, y por los procesos constructivos, por lo que se exige un mayor control de calidad que se debe aplicar desde el diseño y construcción de la estructura.

Un factor importante para el pavimento es la obtención de una adecuada compactación, al no lograrlo debido a la presión del neumático es que se reduce la vida útil del pavimento.

Cuando se produce una sobrecarga ocasionan roderas y dislocamientos en el asfalto. Generalmente es ocasionado en los peajes, por donde hay un frenado y arranque de vehículos, por lo que pueden ocasionar que se produzca un mayor deslizamiento.

Los pavimentos flexibles se encuentran en una etapa de apogeo en la construcción Urbana, y sobre todo en la ciudades, es por ello que debido a su continuo uso se requiere de un adecuado mantenimiento, de lo contrario la estructura se vería expuesta a su fácil deterioro y eso perjudicaría tanto a los ciudadanos como entidades gubernamentales, ocasionando el retroceso, caso contrario a la búsqueda que se desea de la modernización y globalización que conducen al avance como sociedad rumbo al cambio.

Campo Temático

- Estructuras

1.1.1. Espacio

Distrito : Trujillo
Provincia : Trujillo.
Región : La Libertad

1.1.2. Tiempo

Enero del 2019 a septiembre 2019

1.1.3. FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las bases teóricas que permitirán la realización de la investigación Evaluación con el método PCI y MTC para el mantenimiento de pavimentos flexibles en la Avenida Roma, distrito de Trujillo, en el año 2019?

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

1.2.1. Realidad Problemática

Lo que se desea realizar en este estudio, encontrar la información necesaria para evaluar el pavimentos a través del método PCI y MTC las condiciones de las Av. Roma, la cual se encuentra en una conducción irresponsable, el mal estado de este pavimento puede traer consigo dificultades en el vehículo y accidentes de tránsito como consecuencia además, de un mayor consumo de combustible y aumento en la contaminación del medio ambiente.

El especialista de la Universidad Santa María, Sede Viña del Mar, Mario González, explica que las dificultades que presenta un vehículo por la gran cantidad de hoyos que existen en las calles pueden ser múltiples, como pérdida de estabilidad en velocidades altas, deterioro de los sistemas de suspensión, amortiguación, dirección, neumáticos y rodamientos de masa. “Las irregularidades de los pavimentos afectan a los vehículos, como aumento de las vibraciones para lo cual dañan la estructura del vehículo, en caso de ahuellamientos producen el incremento de frecuencia de revisiones y mayor consumo de combustibles”.

Los pavimentos flexibles, debe de tener como duración mínimo de ocho años antes que se coloque otra capa, generalmente el diseño es de 20 años. Finalmente, si no se realiza un estudio para mejorar la calidad de vida útil del pavimento esto podría traer consecuencias en esta vía de transporte, que de por si es una avenida principal puesto que une al emporio comercial de Trujillo regresando a lo mismo de años atrás con un asfaltado poco favorable para la transitabilidad.

1.2.2. Aspectos diferenciados de justificación

La presente investigación se justifica por la necesidad de conocer la Condición de los Pavimentos flexibles existentes en la avenida Roma, Distrito de Trujillo, Provincia Trujillo, Departamento de la Libertad, y en la búsqueda de posibles soluciones y prevenciones para que de esta manera los pavimentos tengan una vida útil y sostenible con el transcurrir del año. El presente trabajo servirá de base para la que toma de decisiones pudiera realizar la Municipalidad Distrital de Trujillo, de reparar o renovar los tramos de los pavimentos flexibles existentes en la Av. Roma, Distrito de Trujillo, Provincia Trujillo, Departamento de la Libertad; de acuerdo al índice de condición de pavimentos obtenidos como resultado del desarrollo del presente trabajo y al Manual de Transporte y Comunicaciones del año 2018.

Actualmente la Municipalidad de Trujillo en el área encargada de la Gerencia de Transportes, Transito y Seguridad Vial no cuenta con información relevante sobre el tema de mantenimiento en vías urbanas, es así que este estudio será de gran aporte y quedara como antecedente a futuras construcciones y estudios que abarquen el tema de pavimentos.

En nuestro país no se encuentra información donde se tome el tema de mantenimiento vial a detalle, es decir, documentos o procesos que mencionen como se debe evaluar la sostenibilidad de un pavimento flexible urbano, es por ello que a través de este estudio y a la aplicación del método PCI y al MTC, se podrá brindar un génesis en el tema de control de Pavimentos sostenibles

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Redactar bases teóricas para realizar la investigación Evaluación con el método PCI y MTC para el mantenimiento de pavimentos flexibles en la Avenida Roma, distrito de Trujillo, en el año 2019.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar información acerca de los pavimentos, composición de los pavimentos y principales fallas.
- Evaluar información acerca del método de evaluación PCI, métodos, objetivos y procedimientos.
- Redactar información sobre el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.
- Buscar información acerca de los métodos de evaluación del MTC, métodos, objetivos y procedimientos a ejecutar.

1.4. PROCEDIMIENTOS METODOLOGICOS SEGUIDOS

1.4.1. Técnica de recolección

- La técnica utilizada en la presente investigación fue revisión documental y análisis al contenido de la búsqueda de información, clasificación y selección de información de Bases Teóricas, con la consiguiente toma de lectura de las condiciones, procesos y consecuencias observables, servirán de aporte importante a una solución al problema detectado.

1.4.2. Instrumentos de recolección

El instrumento empleado fue la matriz de datos la cual representa el modo y forma que utiliza el investigador para recolectar la información adecuada para su tema, utilizando:

- Ver Anexo 01º, Anexo N° 02.

1.4.3. Fuentes de Información

Corresponde a los instrumentos diferenciados para la toma de conocimientos, búsqueda y acceso a información necesaria.

- **Fuente de datos primaria:**

- Manual de carreteras del Ministerio de transportes y comunicaciones.
- Investigaciones de artículos científicos en revistas indexadas acerca de los métodos de evaluación de pavimentos como el PCI y el MTC.
- Tesis relacionadas con el método de evaluación de pavimentos como el PCI y el MTC.

II. RESULTADOS RESPECTO A LOS ANTECEDENTES ESTADO DEL ARTE O ESTADO DE LA CUESTION

2.1 ANTECEDENTES:

INTERNACIONAL

A. VENEZUELA

(Llavaneras, 2008), en su tesis titulada “Gestión del Mantenimiento Vial Preventivo, Revisión y Propuesta para Caracas “, según su metodología descriptiva, tuvo como objetivo impulsar el concepto de que la conservación vial comprende el mantenimiento rutinario, periódico y rehabilitación de los pavimentos. Esta investigación, se concluyó con los diferentes componentes de los pavimentos: sistema de drenaje, estructuras, puentes, caminos y demás; con sus respectivas condiciones de mantenimiento para su vida útil.

B. CHILE

(Miranda Rebolledo, 2010), en su informe titulada “Deterioros en pavimentos Flexibles y Rígidos” según su metodología descriptiva, tuvo como objetivo describir la ausencia de toma de conciencia que realizar mantenimiento o conservación de pavimentación es mucho más rentable y económico que restaurar el mismo pavimento, y sobre todo se puede ahorrar mucho dinero, brindando más comodidad y serviciabilidad a los conductores. Concluyendo que, el mantenimiento de los pavimentos requiere de profesionales capacitados, es decir, que conozcan ampliamente el tema, para que los bienes determinados a conservación vial sean utilizados de manera eficaz, es necesario inspeccionar los pavimentos de forma constante y detalladamente por periodo que se deben establecer.

B. MÉXICO

(Marcha Moreno, 2005), en su tesis de grado “Métodos de rehabilitación en Pavimentos” según su metodología descriptiva, tuvo como objetivo explicar que la función básica del pavimento desde el punto de vista operacional es poder permitir una comodidad, seguridad y fácil transitabilidad de los vehículos, es así que la finalidad de las personas capacitadas en el área de mantenimiento de pavimentos es el estar atentos ante las posibles patologías que se pueda presentar. Concluyendo que la elección del desarrollo constructivo de pavimentos flexibles debe ser el que se estime como la opción más económica y técnica.

NACIONAL

A. Piura

(Gamboa Chicchón, 2009) en su informe titulado “Cálculo del Índice de Condición aplicado en el Pavimento Flexible en la Av. Las Palmeras de Piura” según su metodología descriptiva, tuvo como objetivo describir que el método de inspección PCI es el comienzo en el peritaje de pavimentos, sucesivamente se deben realizar otras mediciones, tales como: el índice internacional de rugosidad (IRI), lo que permite hallar con mejor precisión el estado autentico del pavimento. El índice de condición del pavimento (PCI) es un método de examen asequible y que adaptado apropiadamente surge de mucho provecho, puesto que, permite evaluar según el valor del PCI, el estado real del pavimento y las posibles técnicas de preservación, mantenimiento y rehabilitación a usar. Así la investigación concluye con que la

decisión conveniente respecto a las técnicas de mantenimiento y reparación conllevara a prolongar la vida útil del pavimento, así como representar una mejora económica para la dirección distrital.

B. Ayacucho

(Martínez Rebata, 2014) en su tesis de grado “Determinación y Evaluación de las Patología del Concreto para obtener el Índice de Integridad Estructural del Pavimento y Condición Operacional de la superficie del Pavimento Rígido existente en la Av. Universitaria, distrito de Ayacucho, Provincia Huamanga, Departamento de Ayacucho, Diciembre 2014” según su metodología es descriptivo, no experimental, porque describe la realidad, sin alterarla, es así que en la ciudad donde se realizó el estudio se explica que tiene muchos años en servicio, con una superficie de rodadura a nivel de afirmado en terrible estado de conservación, ocasionando dificultad el tránsito vehicular y de peatones en periodos de lluvia y con grandes emisiones de polvo, concluye en que pese a la conservación municipal que se realizan, no son suficientes debido al incremento del tráfico de vehículos, a ello se le adhiere los constantes apremios pluviales que se presentaban en la zona, mediante la construcción de pavimento rígido, se permitirá mejorar el parámetro público, la transitabilidad tanto peatonal como vehicular generando un ambiente confortable.

C. Piura

(Rodríguez Velásquez, 2009) en su informe titulado “Cálculo del PCI para un pavimento flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla”, señala que el Método PCI que es una excelente herramienta para el cálculo del deterioro del pavimento a través de inspecciones visuales, clasificando, intensidad y cantidad de fallas existentes. Concluye que con su reporte de campo obtenido durante el reconocimiento vial, y siguiendo el procedimiento indicado en el PCI, se puede calcular un índice que cuantifica el estado en que se encuentra el pavimento estudiado, es así que se especifica si el pavimento tiene fallas, es malo, muy malo, regular, bueno, muy bueno o excelente.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 PAVIMENTOS.

Un pavimento puede definirse como la capa o conjunto de capas seleccionadas que se le asigna de forma directa las cargas de tránsito y las distribuyen uniformemente a las capas inferiores de manera homogénea. Todas estas capas componen y brindan la superficie de rodamiento, en donde se debe tener una operación rápida y cómoda.

2.2.1.1 EL PAVIMENTO FLEXIBLE

El pavimento flexible o también denominado pavimento asfálticos, se le denomina así ya que al ser sometido a cargas la carpeta asfáltica que tiene en la superficie de rodamiento permite pequeñas deformaciones en las capas inferiores sin que la estructura falle.

El pavimento flexible tiene un periodo de vida de entre 10 a 15 años y cabe resaltar que es muy económico en su construcción inicial pero tiene la desventaja su mantenimiento es costoso, y periódico.

Ventajas y Desventajas del Pavimento Flexible.

Ventajas:

- Asequible financiamiento por su bajo costo inicial.
- La construcción del pavimento flexible se realiza en un tiempo mucho más corto en comparación a otro tipo de pavimentos.
- Ante la implementación una nueva capa nueva de rodaje, la existente sirve como base.

Desventajas:

- Su mantenimiento resulta ser costoso.
- En la temporada de invierno los daños que presentan aumentan y por ello el mantenimiento suele resultar tener gastos más elevados.

Los pavimentos flexibles son una estructura de tres capas, principalmente de una carpeta asfáltica, de la base y de la sub-base.

Carpeta o capa de rodadura:

Es la capa más superficial y sobre esta circulan los vehículos durante su vida útil, es por ello que su principal función es brindar una superficie segura, cómoda y estable en el tránsito vehicular; además protege la estructura siendo una capa impermeable que impide la fácil infiltración de agua en la estructura del pavimento.

Base:

Esta capa se encuentra directamente debajo de la capa Superficial, se construye sobre la sub-base y es la encargada de recibir los esfuerzos de la capa de rodadura y distribuirlos de manera adecuada a la sub-base y a la sub-rasante. En su construcción se emplean materiales de mejor calidad y con mejores especificaciones técnicas, se utiliza componentes de agregados (ya sea estabilizado o sin estabilizar).

Capa Sub-base:

Esta capa es económica, puesto que sus materiales son muy asequibles, actúa como capa de transición entre la base y la subrasante, ya que impide la introducción de materiales finos de la subrasante así, como la elevación capilar, su capa inferior es de concreto asfáltico, que consta de ligante, normalmente el asfalto, material que deriva del petróleo.

Capa Sub -Rasante:

Es la superficie que sirve de creación del pavimento y está constituida netamente por el suelo, esta capa de terreno es la que soporta el paquete estructural, en esta capa no hay cargas del pavimento

2.2.1.2 MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS

Los aspectos mas importantes para la duración de un pavimento son el mantenimiento y la rehabilitación, para lo cual se clasifican en función al grado de intervención del pavimento, puede ser una simple hasta una compleja y costoso.

El mantenimiento disminuye el deterioro del pavimento, para lo cual se corrigen los defectos antes de que ello se incremente a mayores, ya sean causados por un tránsito mayor o factores climáticos, en determinado punto el mantenimiento no es lo suficiente, por lo que se necesitan incrementar obras de rehabilitación para tener las condiciones originales del periodo de vida del pavimento.

Los mantenimientos pueden ser preventivos y correctivos. Los preventivos son aquellas acciones para la protección de los pavimentos y disminuir así su deterioro. Los correctivos son las acciones para la corrección de fallas o áreas deterioradas, Para el método PCI se presenta la tabla 01 donde existen rangos para determinar las acciones a realizar.

Tabla 01: Categorías de acciones con rangos de PCI

RANGOS	CATEGORÍAS DE ACCIONES
100 - 85	Mantenimientos Preventivos, Mínimos
85 - 60	Mantenimientos Preventivos, Rutinarios, Periódicos
60 - 40	Mantenimientos Correctivos
40 - 25	Rehabilitaciones – Refuerzos Estructurales
Menores de 25	Rehabilitaciones o Reconstrucciones

Los mantenimientos preventivos, pueden ser rutinarios y periódicos. Los rutinarios tienen a ser una o más veces con regularidad, todo en base al estado del pavimento. Los periódicos son los que se realizan cada cierto tiempo (años) de acuerdo a su programación.

2.2.1.2.1 TÉCNICAS DEL MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO.

Sellado de grietas: Los sellados de grietas, son las acciones de limpieza de grietas y sellado de los mismos, para ello se usan lechadas, diversos tipos de asfalto o mezclas asfálticas, con el objetivo de prevenir el ingreso de agua u otros a la estructura del pavimento.

Figura 01: Sellado de fisuras



Ruteado de la grieta



**Limpieza de la grieta con
aire comprimido**



Sellado de la grieta



**Aplicación
de arena**

Bacheo o parche: Su objetivo es la remoción y reposición de las áreas afectadas, o rellenos de huecos. Se emplea este método en la corrección de fallas estructurales, por los diversos tipos de fallas como piel de cocodrilo según la grado de severidad media o alta, profundos ahuellamientos, deslizamientos de las grietas, huecos, hundimientos, etc. Existen cuatro tipos, u son los siguientes:

Emergencias: Se usan materiales granulares, cemento asfáltico o Portland, mezclas asfálticas caliente o frío, etc. Requiere poca preparación para la reparación.

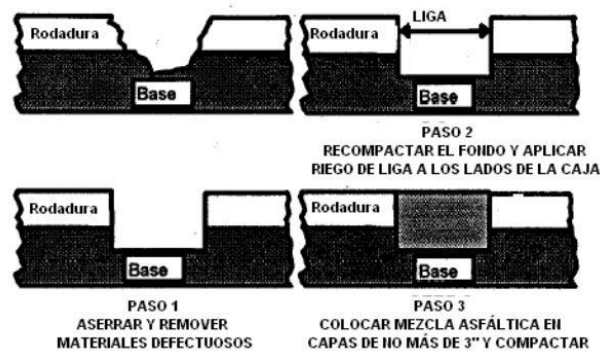
Superficial: No se extrae el pavimento. Consiste en la aplicación de un riego de adherencia y mezcla asfáltica puede ser en frío o caliente, para un sellado tiene que ser sobre la zona afectada de la falla. Su procedimiento es limpieza superficial, aplicación de riego asfáltico, extensión y compactado de la mezcla asfáltica, por lo que pueden tener espesores de 2 y 4 cm.

Carpeta: Se refiere a la extracción total o parcial de la capa asfáltica, en el área afectada, en la superficie de apoyo se realiza limpieza y conformación,

se aplica un riego de adherencia, el cual puede eliminarse según la severidad de la falla, y la reposición con mezcla asfáltica debidamente compactado.

Profundos: Consiste en la reposición y remoción de la base o sub-rasante, capa asfáltica. Cuando no se encuentre una superficie solida se realizara la remoción de la base, sub base o sub-rasante, generalmente estos se producen por malos materiales aplicados, o contaminación de materiales, mala compactación, exceso de humedad. Por consiguiente se tiene que hacer una remoción y reemplazo de la mala calidad de material.

Figura 02: Método de colocación de parches



Tratamiento Superficial (Sello): Se realiza para un área menor a 300 m², consiste en aplicar un sello asfáltico, mediante un riego con asfalto cubierto de agregados o lechado asfáltico. Generalmente se usa en pavimentos oxidados y envejecidos, que se muestren con pérdida de agregados con disgregación menor o grietas finas. También se usan para corregir textura y mejorar los deslizamientos en los puntos críticos ya sea en pendientes, curvas o intersecciones, Antes de la aplicación se realizará, una limpieza superficial, barrido, bacheo, nivelación de zonas dañadas, y un sellado de las grietas anchos, el procedimiento mas común son la capa de sello con piedra o grava chancado o arena, y lechada asfáltico.

Nivelación localizada con mezcla asfáltica: Es similar a la acción del bacheo superficial. Por lo que se usa en fallas leves, y pueden ser zanjas, hundimientos, ahuellamientos, etc. Dentro de su procedimiento se hace un riego asfáltico y un barrido, y después aplica la mezcla asfáltica, que es extendido herramientas de construcción, y

como parte final se tiene que hacer una compactación con rodillo para obtener una adecuada compactación.

Micro-fresado y/o texturizado: Para un fresado en frío consiste en aplicar un cilindro rotatorio, con dientes para la remoción de pavimentos hasta una profundidad requerida, el equipo tiene una nivelación automática generalmente tiene una profundidad de 1 a 3 cm de pavimento con el objetivo de alisar las áreas dañadas con fallas como corrugación, elevación, ahuellamiento menor, grietas superficiales. Su aplicación del equipo no daña las capas inferiores, por lo que es más fácil colocar las capas superiores, Y para una texturación generalmente tiene una profundidad de 3 a 10 mm para así mejorar la fricción del pavimento.

2.2.1.2.1 TÉCNICAS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS

Tratamientos Superficiales (Capas de Sello): Consiste en la corrección de fallas menores, sellar grietas, tras la aplicación de este método aumenta la vida útil de un pavimento, asimismo reduce su deterioro, dentro del procedimiento se realizan acciones previas como reparación en zonas afectadas, bacheo nivelación, sellado de grietas, etc, la duración del sello depende de la condición del pavimento sobre lo que se aplicó, pero generalmente tiende a durar 4 y 8 años

Figura 10: Sello arena sello arena – asfalto



El sellado de arena – asfalto, en su procedimiento se usa emulsión de rotura rápida, después se extiende y compacta una delgada capa de arena. Se usa para una impermeabilización de una capa de rodadura rodadura, con un exceso de vacíos por lo que aumenta su deterioro y permeabilidad

Figura 03: Riego negro



El riego negro es una aplicación ligera de emulsión asfáltica para sellar áreas localizadas fisuradas o con vacíos superficiales.

Figura 04: Procedimiento típico de arenado



El arenado se usa en zonas superficial donde se encuentre un exceso de asfalto

Figura 05: Aplicación de lechada asfáltica y micro-aglomerado en frío

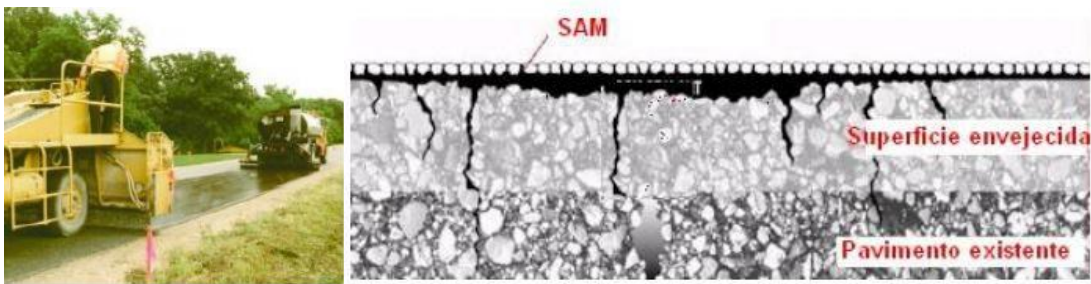


Se usa la lechada asfáltica y micro-aglomerado en frío, para mejorar la superficie (fricción) y tener una impermeabilización óptima. Su uso en el sello en zonas afectadas

con grietas superficiales. Y el micro - aglomerado en caliente, tras la aplicación mejora el drenaje y la resistencia al deslizamiento de pavimentos.

Figura 06: Asfalto modificado con polímeros o caucho (Superficial)

(SAM)



Con el método SAM (Superficial) rejuvenece la superficie y mejora la fricción y impermeabilización.

Capas o sobre-carpeta: Con la aplicación de concreto asfáltico, reduce la rugosidad, protege el pavimento, y aumenta la resistencia al deslizamiento y refuerza la estructura de un pavimento flexible. Las capas asfálticas de alta calidad ofrecen solución para casi todo tipo de problema. Tiene tres alternativas, y son:

Nivelación: Se realizan cuando tienen capas de espesor variable (elevación de la rasante), al aplicar otra capa cumple función de nivelación, generalmente se usan encapas delgadas 2 a 4 cm con el fin de proteger la superficie envejecida, incrementa la calidad de resistencia al deslizamiento, del drenaje, y rodaje.

Fricción y/o sello: Tras la aplicación mejora la resistencia al deslizamiento del pavimento, son capas de concreto asfáltico. Se usan con agregados de gran dureza y cumpliendo con textura. Se usan con pavimentos sanos, con espesor de 2 y 4 cm. Mejora la fricción, calidad de rodaje y aun aporte estructural moderado.

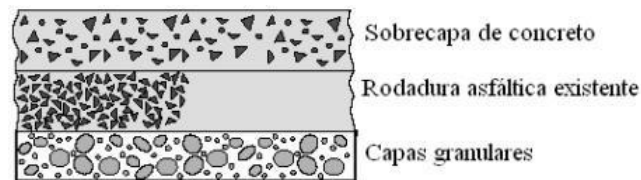
Refuerzo estructural: Se usan concreto asfáltico, y el espesor se determina mediante un análisis de la condición del pavimento, esto se produce debido a un falla estructural del pavimento, generalmente cuando soportan exceso de cargas, según el diseño

inicial. Cabe señalar que también se puede hacer uso del cemento portland, por encima de capa del concreto asfáltico realizando así un pavimento compuesto.

Figura 07: Sobre-carpeta de asfalto



Figura 08: Sobre-carpeta de concreto de cemento portland



Reciclado: Este método es la reutilización de materiales de las capas de un pavimento, con la finalidad de mejorar las propiedades y colocar nuevamente en su estructura de la pavimentación. Este puede ser procesado en frío o caliente. El reciclado en frío corrige pavimentos con fallas estructurales se usan, emulsión asfáltica, asfalto espumado y cemento

El reciclado en caliente corrige las fallas no atribuibles a fallas estructurales

Figura 09: Reciclado superficial en sitio y en caliente



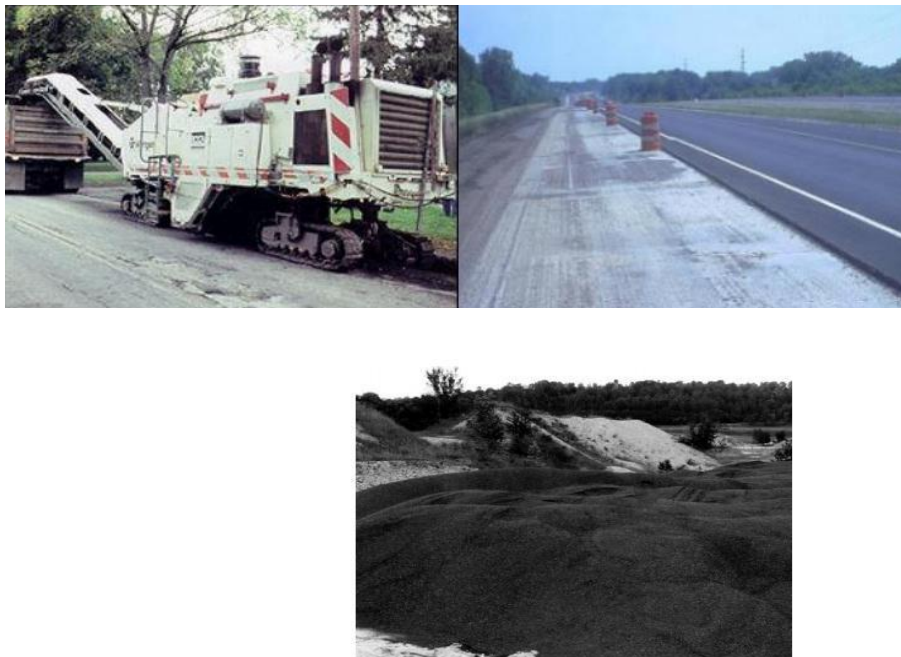
Figura 10: Reciclado en frío en sitio y con emulsión asfáltica



Remoción por fresado: Se realizan para la remoción de las elevaciones y corrugaciones, o fallas, para lo cual hay equipos capas de remover 10 cm de una sola pasada, generalmente se usan en vías multicarril, para el caso del fresado se remueve el carril fallado, para realizar un correctivo, en la zona afectado y no en toda las calzada,

en caso que se requiera colocar un refuerzo a un determinado carril, la nueva rasante no obliga un nuevo sobre-espesor, obteniendo una eficiencia económica, no produce daño a las capas inferiores, y la reutilización del material removido reduce las molestias, al trafico. Se deberá de tomar en cuenta el costo de los equipos.

Figura 11: *Maquina fresadora, pavimento fresado y material fresado*



2.2.1.3 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS:

En esta parte, el estudio se realizara tomando en cuenta el Método del PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX) para Pavimentos Flexibles; y el MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones)

2.2.1.3.1 MÉTODO PCI:

Es el Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) es una metodología muy completa para la evaluación y calificación, del deterioro del pavimento (rigido o flexible), por lo cual es un índice numérico y que clasifica en función a la clase de daño su severidad y cantidades o las densidades de los mismo con un rangos de 0 a 100 en perfecto estado, se asignaron valores deducidos, con la finalidad de indicar el grado de afectación, la densidad y el nivel de afectación.

RANGOS DEL PCI

CALIFICACION DEL PCI	
RANGOS	CLASIFICACION
100 - 85	EXCELENTE
85 - 75	MUY BUENO
70 - 55	BUENO
55 - 40	REGULAR
40 - 25	MALO
25 - 10.	MUY MALO
10 - 0	FALLADO

Como resultado de la inspección visual se establecen la condición del pavimento según el daño SEVERIDAD, CLASE, Y CANTIDAD, por lo que el indicador va señalar.

También los fines principal del PCI es: Clasificar el estado de un pavimento rígido o flexible, Mediante el indicador obtener la condición y comportamiento de la estructura del pavimento, Programar los mantenimiento y rehabilitaciones mediante el indicador

Procedimiento de inspección

- Inspecciona cada unidad de muestra seleccionada. Registra el tramo, número de sección, número y tipo de unidad de muestra.
- El tamaño de la unidad muestra debe ser medido empleando el odómetro
- Realiza la inspección de fallas y registrar su tamaño y severidad.

Formato para evaluación PCI

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA			
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
INSPECCIONADA POR		FECHA				
<input type="text"/>		<input type="text"/>				
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo.	11	Parcheo.			
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.			
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.			
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.			
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.			
6	Depresión.	16	Desplazamiento.			
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.			
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long y transversal.					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido

2.2.1.3.1.1 FALLAS EN PAVIMENTOS URBANOS FLEXIBLES

Los tipos de fallas presentes en una estructura de pavimento flexible son: Deterioro superficial, Fisuras y Grietas, y otros deterioros

2.2.1.3.1.1 FISURAS Y GRIETAS

PIEL DE COCODRILO

También llamada agrietamiento por fatiga, el patrón que presenta se asemeja a la piel de un cocodrilo, de ahí el nombre de esta falla, el agrietamiento se produce al fondo de la capa asfáltica, por donde existe mas carga en el fondo de la capa y se propaga a la superficie con una serie de grietas paralelas y longitudinales, y con el tiempo se conectan formando ángulos.

Usualmente el lado mas grande no supera los 0.60 m. de longitud el lado más largo, en consecuencia pierde su capacidad estructural de la capa asfáltica y disminuye su durabilidad y resistencia a factores externos, si no se realiza su mantenimiento se incrementa una fisura a una desprendimiento.

Medida;

Se miden según la zona afectada. Para la clasificación según el nivel de severidad de la falla, se deberá realizar una medida y registro por separado.

Posibles Causas:

Las fallas son producidas en el fondo de la capa asfáltica, donde la tensión, deformación y esfuerzos es mayor. Por consecuencia aparecen en la superficie en forma paralela longitudinal, y cuando se conectan forman varias piezas, el envejecimiento del ligante asfáltico, conlleva a la perdida de flexibilidad del pavimento.

Nivel de severidad

L (Low: Bajo): Son grietas finas capilares en forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. No están descascaradas, no hay rotura del material a los lados de la grieta.

Fotos del proyecto



M (Medio): Se desarrollan las grietas por los que pueden estar ligeramente descascaradas.

Fotos del proyecto



H (High: Alto): Son grietas en forma de pedazos y son descascarados a los bordes. Y hay presencia de pedazos bajo el tránsito.

Fotos de modelo



EXUDACIÓN.

La exudación es una lámina de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie luminosa, cristalina y que usualmente llega a ser pegajosa.

La exudación es producida por un exceso de asfalto en la mezcla, o un sustancial en el uso de sellantes asfálticos o un bajo contenidos de vacíos de aire. Ocurre cuando el

asfalto sella los vacíos de la mezcla en medio de elevadas temperaturas ambientales y así se expande en la superficie del pavimento.

El proceso de exudación no es variable durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie.

Nivele de severidad.

L (Bajo): Se produce en un grado muy ligero, durante unos pocos días del año. El asfalto no se pega al vehículo o al zapato.

Foto de modelo



M (Medio): Se produce cuando el asfalto se pega al vehículo y al zapato con un periodo corto (pocas semanas del año).

Foto de modelo



H (Alto): Se produce en forma extensa y con una gran cantidad de asfalto se pega al vehículo y al zapato por un periodo de varias semanas al año.

Foto de modelo



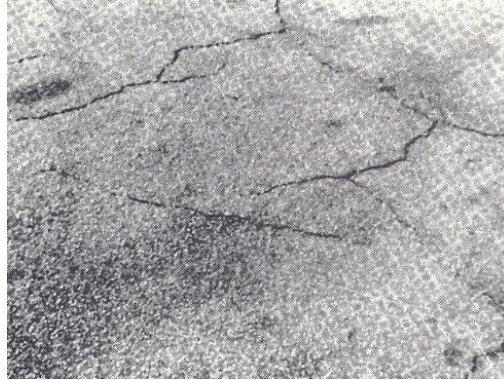
AGRIETAMIENTO EN BLOQUE.

Son grietas que se han interconectado en pedazos rectangulares. Los bloques pueden ser de 0.30 m x 0.3 m a 3.0 m x 3.0 m. Son originados. Las grietas no están asociadas a cargas del asfalto. Generalmente es sobre una gran parte del pavimento, y algunas aparecerá en áreas sin tránsito. Este difiere de la piel de cocodrilo es que es en pedazos pequeños, con ángulos agudos.

Niveles de severidad.

L (Bajo): Son Grietas con ancho menor a 10.0 mm.

Foto de modelo.



M (Medio): Son Grietas de ancho 10.0 mm. y 76.0 mm²; Grieta sin relleno hasta 76.0 mm,

Foto del proyecto



H: (Alto): Son grietas sin relleno de más de 76.0 mm. de ancho, por lo que están severamente fracturadas

Foto del proyecto



ABULTAMIENTOS (BUMPS) Y HUNDIMIENTOS (SAGS).

El hundimiento son desplazamientos hacia abajo, abruptos y pequeño. Y generalmente son menores a 3.0 m. Los desplazamientos se dan sobre grandes zonas del pavimento, ocasionando largas depresiones, se llaman “ondulaciones”. Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba, son ocasionados por:

- Elevación e infiltración en una grieta por cargas de tránsito.
- Se expande por congelación.
- Cuando se levanta carpeta asfáltico, cuando se asfalta sobre las losas de concreto.

Niveles de severidad

L (Bajo): Los hundimientos originan no afectan a la calidad de tránsito.

M (Medio): Los hundimientos si afectan la originan calidad de tránsito en mediana proporción.

Foto de modelo



H (Alto): Los hundimientos afectan severamente la calidad de tránsito.

DEPRESIONES

Son producidos por un asentamiento de la subrasante, en zonas ubicado en la superficie del pavimento, con un nivel más bajo a su alrededor, cuando la depresión es suave solo es visible después de la lluvia, ocasionando empozamiento de agua almacenada.

Nivel de severidad

L (Bajo); La profundidad máxima es: 13.0 a 25.0 mm.

M (Medio); La profundidad máxima es: 25.0 a 51 mm.

H (Alto); La profundidad máxima es: Más de 51 mm.

Foto del proyecto



GRIETA DE BORDE.

Las grietas son con una distancia de 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento. Esta falla ocasiona un debilitamiento de la base o de la subrasante próxima al borde del pavimento.

Niveles de severidad.

L: (Bajo) sin fragmentación o desprendimiento.

M: (Medio) es con algo de fragmentación y desprendimiento.

Foto de modelo



H: (Alto) es considerable desprendimiento a lo largo del borde.

DESNIVEL CARRIL / BERMA.

Esta falla es producto de la diferencia de niveles entre la calzada y la berma, debido a un desplazamiento de la berma. Permite la infiltración de agua hacia el interior de la estructura del pavimento, provocando su deterioro

Posibles causas:

Es la colocación de sobre carpetas en la calzada, sin ajustar en nivel de la berma y el daño se da a la erosión de la berma o su asentamiento.

Nivel de severidad

L: (Bajo) Es la diferencia de elevación del borde del pavimento entre 25.0 y 51.0 mm.

M (Medio): La diferencia del nivel es 51.0 mm y 102.0 mm.

H (Alto): La diferencia del nivel es mayor 102.00 mm

Foto según modelo



PARCHEO Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS.

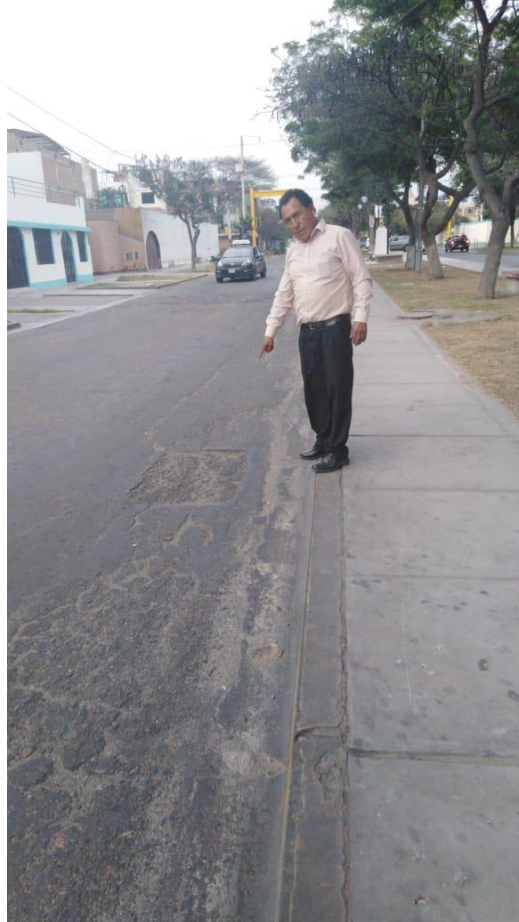
Es un parche en una zona del pavimento, la cual reemplaza con material nuevo para la reparación. El parche no se comporta bien sobre la zona parchada. Por lo que cuenta con rugosidad.

Niveles de Severidad.

L (Bajo): El parche se encuentra en buenas condiciones. Lo cual no afecta muy poco a la calidad del tránsito.

M (Medio): Está deteriorado moderadamente el parche. Lo cual afecta moderadamente la calidad del tránsito.

Foto según modelo



H (Alto): Está muy deteriorado el parche y afecta altamente la calidad del tránsito.

Foto del proyecto



HUECOS.

Los huecos son depresiones en forma de tazon menores que 0.90 m. Por lo que acumula agua en el pavimento y acelera así la vida útil del pavimento. Los huecos son producidos cuando el tráfico arranca un parte de la superficie del pavimento debido a una mezcla pobre.

Foto del proyecto



AHUELLAMIENTO:

Es un declive de la zona ubicada de la llantas de los vehículos. Por lo cual producto del declive sufre una elevación del área adyacentes de la zona deprimida y de fisuración.

Un Ahuellamiento notorio puede llevar a la falla estructural del pavimento y posibilitar la retención por almacenamiento de agua.

Posibles Causas:

El ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito. Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento.

METEORIZACIÓN / DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS.

Es la desintegración, disgregación por desgaste en la superficie del pavimento es producido por el bajo ligante asfáltico y partículas de agregado. También es ocasionado por vehículos o maquinarias de orugas, derrames de aceite u otros. Esto indica que el asfalto es de mala calidad

Niveles de severidad

L(Bajo): Solo hay pérdida de agregados en algunas partes del pavimento.

M (Medio): Se han perdido de manera moderada los agregados o el ligante.

H: Se han perdido considerablemente el agregado o el ligante.

Foto del proyecto



2.2.1.3.2 MTC (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES)

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) es un órgano del Poder Ejecutivo, encargado del desarrollo de los sistemas de transporte, la infraestructura de las comunicaciones y telecomunicaciones del país.

Su función es importante para el desarrollo socio-económico porque permite la integración nacional, regional e internacional, la facilitación del comercio, la reducción de la pobreza y el bienestar del ciudadano.

El MTC promueve el desarrollo de eficientes sistemas de carreteras, ferrovías, tráfico aéreo y marítimo, así como de los programas de concesiones en los ámbitos de su competencia. Por medio de los órganos de control e instituciones sectoriales se supervisa también el correcto funcionamiento de las vías de comunicación, las telecomunicaciones y el transporte, incluyendo autos, camiones, barcos, aviones y comunicaciones telefónicas e internet.

Para el (ministerio de transportes y comunicaciones, 2018)

“las fallas superficiales comprende los defectos de las superficies de rodadura debido a las fallas de las capa asfáltica propiamente dicha y no guarda relación con la estructura del pavimento. Las fallas estructurales comprenden los defectos de la superficie de rodadura cuyo origen es una falla en la estructura del pavimento, es decir afecta a una o más capas del pavimento”.

III. CONCLUSION

- Se redactaron las bases teóricas para realizar la investigación “Evaluación con el método PCI y MTC para el mantenimiento de pavimentos flexibles en la Avenida Roma, distrito de Trujillo, en el año 2019” encontrando la información necesario para realizar la evaluación.
- Se identificó la información acerca de pavimentos, composición de los pavimentos y principales fallas de los pavimentos.
- Se redactó información sobre el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.
- Se evaluó la información encontrada acerca del método de evaluación PCI, métodos, objetivos y procedimientos.
- Se encontró información acerca de los métodos de evaluación del MTC, métodos, objetivos y procedimientos a ejecutar

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- Gamboa, C. (2009). *Cálculo del índice de condición aplicado en el pavimento flexible en la Av. Las palmeras de Piura*. Universidad Privada de Piura. Piura, Perú.
<https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1351/ICI181.pdf>.
- Llavaneras, g. Z. (2008). “*Gestión del mantenimiento vial preventivo, revisión y propuesta para Caracas*”.
- Martinez Rebata (2014). *Determinación y e/valuación de la patología del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie del pavimento rígido existente en la avenida universitaria distrito de Ayacucho, provincia de huamanga departamento de Ayacucho*.
- Marcha Moreno, (2005) “*Métodos de rehabilitación en pavimentos*”
- Ministerio de transportes y comunicaciones (2018). *Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial 2018*.
- Miranda Rebolledo (2010), “*Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos.*” Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>
- Rodríguez Velásquez, (2009). “*Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla.*” Disponible en <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1350>

V. ANEXOS

ANEXO N° 1

Ítems	TEMA	AUTOR	FUENTE

ANEXO N° 2

MATRIZ DE DATOS

Ítems	TEMA	AUTOR	FUENTE
1	Cálculo del índice de condición aplicado en el pavimento flexible en la Av. Las palmeras de Piura.	Gamboa Chicchón, (2009)	https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1351/ICI_181.pdf
2	Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie del pavimento rígido existente en la Av. Universitaria, distrito de Ayacucho	Martinez (2014)	http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/1290
3	Plan de desarrollo urbano metropolitano de Trujillo.	Municipalidad Provincial de Trujillo, (2016)	http://sial.segat.gob.pe/documentos/pla n-desarrollo-urbano-metropolitano-trujillo-2012-2022
4	Métodos de rehabilitación en pavimentos	Marcha Moreno (2005)	http://vialidad21.galeon.com/manual_mrvial.pdf
5	Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial 2014	MTC, (2018)	https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20N

			ORMAS/ARCH_PDF/MAN_9%20M CV-2014_2016.pdf
6	Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos	. J. Miranda rebolledo, (2010)	http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf
7	Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla.	Rodríguez Velásquez, (2009).	https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1350
8	“Gestión del mantenimiento vial preventivo, revisión y propuesta para Caracas”.	Llavaneras, G. Z. (2008).	https://www.academia.edu/34609581/TRABAJO_DE_GRADO_GESTION_DEL_MANTENIMIENTO_VIAL_PREVENTIVO_REVISION_Y_PROPOSTA_PARA_CARACAS