



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Evaluación de patologías aplicando la metodología PCI en el pavimento flexible de la Av. Tacna – Castilla – Piura - 2022”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Garrido Villegas, Katherine Cecilia (ORCID: 0000-0001-7545-2958)

ASESOR:

Mg. Ordinola Enriquez, Luis Enrique (ORCID: 0000-0003-0439-4388)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño De Infraestructura Vial

PIURA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación está dedicada en primera instancia a mis padres y hermano quienes me han brindado su incondicional apoyo y respaldo en cada paso que he dado para lograr mis metas trazadas y me han estado motivando en cada logro obtenido a lo largo de la vida.

Al docente de tesis que con su paciencia y sabiduría ha sabido guiarme y motivarme durante todo el trayecto de la elaboración de esta investigación.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermano quienes a lo largo de mi vida me han motivado y me han sabido guiar tanto para mi vida profesional como personal y de esta forma llegas a cumplir mis metas planteadas, confiando en mis capacidades en todo momento.

A mis amigos mis familiares quienes han estado motivándome en cada logro obtenido y en el trayecto de los mismos, agradezco a mis docentes porque todas sus enseñanzas impartidas en aula me han guiado para la elaboración de esta investigación y las cuales me ayudaran en mi desarrollo profesional

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	18
3.1. Tipo y diseño de la investigación	18
3.2. variables y operacionalización	19
3.3. Población, muestra y muestreo	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.5. Procedimientos	22
3.6. Método de análisis de datos.....	23
3.7. Aspectos éticos	23
IV. RESULTADOS	24
V. DISCUSIÓN	32

VI. CONCLUSIONES	36
VII. RECOMENDACIONES	38
REFERENCIAS	39
ANEXOS	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Técnicas e instrumentos para ejecutar por unidad y objetivos de investigación	22
Tabla 2: Resumen de patologías encontradas en la Av. Tacna – Castilla	26
Tabla 3. Patologías de acuerdo a su nivel de severidad	27
Tabla 4. Distribución y porcentaje de las patologías halladas en la Av. Tacna – Castilla.	28
Tabla 5. Clasificación de severidad de las patologías existentes por tramo.....	29
Tabla 6. Tabla de resumen de severidad de las muestras según el método del PCI.	31
Tabla 7. Cuadro de operacionalización de variables	1
Tabla 8: Ficha de recolección de datos.	1
Tabla 9: Tipo de mantenimiento de acuerdo a su clasificación.....	2
Tabla 10: Patologías consideradas según el PCI	2
Tabla 11: Rango de severidad por patología.....	3
Tabla 12: Total de fallas encontradas en la Av. Tacna – Castilla	6
Tabla 13: Severidad se cada patología encontrada	20
Tabla 14: Calculo del PCI del pavimento flexible de la Av. Tacna – Castilla – Piura.....	23
Tabla 15: Matriz de consistencia	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura de un pavimento flexible	9
Figura 2: Capas de un pavimento asfáltico.	11
Figura 3: Patología por fatiga.....	14
Figura 4. Rangos de calificación del PCI.....	15
Figura 5. Longitudes de unidades de muestreo asfálticas.....	15
Figura 6. Fórmula para hallar el número de muestras.	16
Figura 7. Fórmula de cálculo del intervalo de muestreo a analizar	16
Figura 8: Ubicación del área de estudio	24
Figura 9: Porcentaje de severidad	22
Figura 10: Porcentaje por patología.....	22
Figura 11: Pulimiento de agregados.....	24
Figura 12: Desprendimiento de agregados	24
Figura 13: Desprendimientos de agregados	25
Figura 14: Parcheo	25
Figura 15: Piel de cocodrillo.....	26
Figura 16: Desprendimiento de agregados	26
Figura 17: Pulimiento de agregados.....	27
Figura 18: Huecos	27
Figura 19: Desprendimiento de agregados	28
Figura 20: Huecos	28
Figura 21: Pulimiento de agregados.....	29
Figura 22: Pulimiento de agregados.....	29

Figura 23: Desprendimiento de agregados	30
Figura 24: Desprendimiento de agregados	31
Figura 25: Agrietamiento en Bloque	32
Figura 26: Agrietamiento en bloque.....	32
Figura 27: Parcheo	33
Figura 28: Parcheo	34

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo primordial evaluar las patologías existentes aplicando la metodología PCI al pavimento flexible de la Av. Tacna – Castilla – Piura, el tipo de investigación empleada fue aplicada con un diseño de investigación no experimental, de nivel descriptivo, el enfoque que se le ha dado ha sido cuantitativo.

Se tomo como muestra del estudio la Av. Tacna – Castilla, desde la Av Ramon Castilla, hasta la calle Ica, teniendo como longitud 1.2 km, la muestra empleada fue de tipo no probabilística por conveniencia, la longitud utilizada para el muestreo ha sido la longitud total del estudio lo que equivale a 1200 metros. La técnica empleada fue la observación y como instrumento se hizo uso de la ficha que nos proporciona el método del PCI para realizar la evaluación.

Luego de haber realizado el trabajo de campo y la tabulación de los datos se tuvo como resultado que el pavimento flexible de la Av. Tacna tiene un PCI de 59.16, como conclusión general se obtuvo que el estado en el que se encuentra el pavimento flexible de la Av. Tacna – Castilla es bueno, con un porcentaje del pavimento que necesita mantenimiento para que este estado no empeore.

Palabras clave: pavimento flexible, patologías, conclusión general, índice de condición del pavimento (PCI)

ABSTRACT

The main objective of this research work was to evaluate the existing pathologies by applying the PCI methodology to the flexible pavement of Av. Tacna - Castilla - Piura, the type of research used was applied with a non-experimental research design, descriptive level, the approach that has been given has been quantitative.

Av. Tacna - Castilla was taken as a sample of the study, from Av Ramon Castilla, to Ica street, having a length of 1.2 km, the sample used was non-probabilistic for convenience, the length used for sampling was the total length of the study which is equivalent to 1200 meters. The technique used was observation and as an instrument we used the card that provides us with the PCI method to carry out the evaluation.

After having carried out the field work and the tabulation of the data, the result was that the flexible pavement of Av. Tacna has a PCI of 59.16, as a general conclusion it was obtained that the state in which the flexible pavement of Av. Av. Tacna – Castilla is good, with a percentage of the pavement that needs maintenance so that this condition does not worsen.

Keywords: flexible pavement, pathologies, general conclusion, pavement condition index (PCI)

I. INTRODUCCIÓN

Para iniciar este proyecto, tomamos en cuenta todo lo que engloba la construcción de un pavimento, nos apegamos a los estándares requeridos para que este nos brinde las condiciones óptimas en cuanto a calidad y durabilidad, considerando que, si estamos hablando de un pavimento, lo definimos como una estructura que puede soportar diversas cargas, por este motivo es importante regirnos a las normas ya establecida para su correcta construcción.

Cuando hablamos de aceras, debemos tener en cuenta que hay tres tipos; flexibles, rígidos y articulados, en este proyecto de investigación nos centramos en el estudio de los pavimentos flexibles, ya que suelen ser los de uso más frecuente y son fundamentales para el crecimiento de las ciudades, por eso es tan importante mantenerlas bien, ya que son de los principales motores del desarrollo económico.

En Perú, los ligantes bituminosos primarios son el medio de transporte más utilizado, lo que nos obliga a realizar investigaciones continuas sobre formas de mejorar la calidad y durabilidad de los pavimentos.

Con un notorio enfoque en el pavimento flexible, podemos decir que se trata de estructuras hechas de materiales asfálticos, con una capa abrasiva de al menos cuatro centímetros de espesor, con el fin de protegerlo de múltiples daños, como lo son la lluvia y los cambios climáticos que puede afrontar el paquete estructural, si está bien diseñado y los espesores de base y sub base son los adecuados serán mínimos

Previo al diseño se determina el índice medio diario anual considerando el tráfico actual y el tráfico proyectado, se debe realizar un estudio detallado de datos precisos, que evitaren que la capa de asfalto sea dañada cuando es sometida a una mayor carga para la cual no ha sido diseñada.

Actualmente, los principales factores que conducen a ocasionar fallas son el uso inadecuado de cargas mayores a las que están diseñadas, la falta de materiales adecuados en la construcción y especialmente la falta de

mantenimiento de la superficie de carreteras blandas, ya que en la actualidad a un pavimento se le está dando una mayor vida útil a la que usualmente está diseñada, ocasionando que se genere una mayor existencia de patologías en este tipo de pavimentos flexibles, pero también debemos tener en cuenta un factor secundario importante como el cambio climático.

En la localidad de Piura, podemos decir que la mayoría de las rutas alimentadoras se basan en este tipo de pavimentos flexibles y que a pesar de un mantenimiento constante sufren patologías visibles a lo largo del tiempo.

El estado actual de este tipo de pavimentos flexibles es de deterioro superficial y estructural lo que resulta frustrante tanto para conductores, principales usuarios de estas vías, como para los transeúntes.

Las patologías existentes en la avenida Tacna – Castilla – Piura presenta en gran medida diversos problemas como la generación de tráfico, daños en el propio vehículo del conductor y en el transporte público que suele ser donde ocasiona mayores molestias a los usuarios, por las siguientes razones: Este pavimento flexible no es apto para un adecuado desempeño, seguridad y comodidad, por lo que puede dar lugar a accidentes con consecuencias potencialmente fatales.

En definitiva, la Av. Tacna – Castilla – Piura provoca mucho malestar a los vecinos y vecinas que viven en la zona, por lo que la solución a este problema es el mantenimiento o restauración, si así se requiere. Ya que las patologías existentes en esta avenida se evaluarán mediante el método del PCI, donde mostrará en qué condiciones se encuentra el pavimento flexible.

Teniendo en cuenta lo anterior, lo ideal sería presentar el problema principal de este proyecto de investigación, de esta manera la siguiente pregunta se presenta como un problema general; ¿De qué modo la evaluación de las patologías aplicando la metodología PCI en el pavimento flexible de la Av. Tacna – Castilla – Piura nos permite determinar su estado de conservación?, de igual forma se plantearon las siguientes interrogantes específicas; ¿Cuáles son los tipos de fallas que presenta la capa de rodadura en la Av. Tacna – Castilla – Piura?, ¿cuál es el porcentaje de severidad de cada una de las fallas

encontradas en la Av. Tacna – Castilla – Piura?, y por último ¿Cuál es el índice de condición de pavimento de la Av. Tacna – Castilla – Piura?

Se comprueba que este proyecto de investigación analiza y contribuye a futuros estudios sobre este tipo de pavimento, de la misma forma que se utiliza para determinar la severidad del pavimento en la zona antes mencionada. De la misma forma es posible encontrar las principales patologías que se encuentran ubicadas en la Av. Tacna - Castilla - Piura, para determinar los daños ocasionados y analizar si es necesario el mantenimiento o rehabilitación de toda la vía flexible asfaltada de la zona, en base a estos resultados, con el fin de extraer algunas conclusiones que pueden contribuir a una mejor calidad de vida tanto para las personas como para los conductores que lo utilizan.

En este trabajo se han fijado metas generales y específicas, partiendo del objetivo general, es decir; evaluar las patologías aplicando la metodología PCI al pavimento flexible de la Av. Tacna – Castilla – Piura, para poder llegar al desarrollo de este objetivo general nos hemos planteado objetivos específicos los cuales son los siguientes; Identificar las patologías existentes en el pavimento flexible Av. Tacna – Castilla – Piura, precisar el nivel de severidad que presentan las patologías identificadas en el pavimento flexible Av. Tacna – Castilla – Piura, y determinar el estado de conservación del pavimento flexible Av. Tacna – Castilla – Piura.

II. MARCO TEÓRICO

En el siguiente punto, describimos el trabajo previo que sustenta la investigación.

Silva, (2017). En su investigación sobre evaluación estructural y visual El pavimento flexible de la urbanización de Los Jardines en Barranca, su investigación tuvo como propósito realizar una evaluación visual y estructural de la capa asfáltica. Este proyecto se llevó a cabo en métodos para este pavimento, el primero es una evaluación de la superficie a través del método PCI, que incluye registrar su tipo, severidad y densidad, y luego la evaluación visual mediante una tabla de campo, la cual se utiliza según el formato establecido por el manual PCI y un instrumento llamado haz Benkelman, esto corresponde a los ensayos no destructivos.

El autor llegó a la conclusión de que el pavimento de la urbanización de Jardine en Los Ángeles está en Condiciones "generales", determinadas por evaluación visual. Las exacerbaciones más frecuentes son agregados en Severidad baja, media y alta.

Jimenez, (2018). En su disertación sobre la Evaluación de Carpeta Asfáltica, Aplicando el Método PCI, se realizó el estudio de la Av. Mártires del periodismo - Huancayo, proyecto orientado a evaluar pavimentos flexibles aplicando el método Índice de Condición en cuanto al pavimento, el autor evaluó un área total de 16.200 metros cuadrados mediante métodos de investigación descriptivos pertinentes, de los cuales 8.100 metros cuadrados correspondieron al Tramo 01, y los 8.100 metros cuadrados restantes correspondieron al Tramo 02. Los resultados arrojaron que el pavimento fue evaluado en el tramo 01 determinado. El PCI fue de 53.11, correspondiente a condiciones normales de vía, mientras que el PCI en el tramo 02 fue de 53.09, correspondiente a condiciones normales de vía. el autor concluyó que la capa asfáltica de la Av. Mártires del pavimento flexible está en 53.10% clasificación regular, por lo que requiere ser intervenido inmediatamente ya que con el pasar de las fechas esta condición reducirá llegando al punto de un estado MALO.

Aquino, (2018). En su proyecto de tesis, sobre la determinación y evaluación de la patología durante el desgaste en pavimentos flexibles con Av. Condorcanqui-Carabaylo, el objetivo general de la investigación es identificar y evaluar la patología del mencionado pavimento a través de un estudio aplicado con método de enfoque mixto. La muestra para este estudio consta de 1.200 metros lineales de pavimento flexible, divididos en 32 muestras y 8 tramos. El estudio se realizó por observación directa, para determinar el tipo de falla en la Av. Condorcanqui, y recabar información a través de fichas técnicas y guías de observación. Se concluye que el índice de condición del pavimento de la capa desgastada es de 46%, lo que indica que se encuentra en estado normal, se recomienda realizar primero el mantenimiento y reparación de fallas, para luego aplicar una capa asfáltica de 3 pulgadas de espesor.

Sabando, (2019). En su tesis titulada “Evaluación del Estado del Pavimento Flexible Mediante Método del PCI de la Carretera Puerto Aeropuerto (Tramo II) desde la abscisa 1+080,00 hasta la abscisa 4+680,00 ubicada en la Ciudad de Manta, Provincia de Manabi”, tuvo como objetivo principal diagnosticar el estado en que se encuentra el pavimento flexible de la carretera mencionada mediante el método del PCI, con el fin de conocer la condición de la carpeta asfáltica existente.

Para realizar dicha investigación primero, se realizó el levantamiento de la información en la zona de estudio, identificando de esta manera las fallas, cantidades y sus respectivas severidades, en segunda instancia, se procedió a calcular el valor PCI para las 26 Unidades de la muestra seleccionada dentro del estudio, y posteriormente para toda la sección correspondiente a este, que representa una longitud de 3.600 metros.

Finalmente, se concluyó que las patologías con mayor nivel de severidad que se presentan en la capa de rodadura de la carretera Puerto-Aeropuerto (Tramo II) son: Desprendimiento de Agregados, Piel de cocodrilo, Grietas Longitudinales y Transversales y que el valor del PCI en dicha carretera equivale a 49, lo que califica su condición operacional como Regular.

Calderón, Cardoza, y García, (2019). En su proyecto de tesis titulado “Evaluación de Patologías en Pavimentos Flexibles del tramo comprendido entre el K6+000 hasta el K7+000 de la Vía Ibagué – Rovira, departamento del Tolima” donde se plantea la necesidad de evaluar la Vía Ibagué – Rovira por la importancia que tiene para los dos municipios (Ibagué y Rovira) debido a que es una conexión entre ellos por la cual se pueden intercambiar los productos agrícolas y demás productos provenientes, lo que les permite el desarrollo económico. Esta investigación tuvo como objetivo determinar el grado de deterioro que presenta la vía Ibagué – Rovira en el tramo vial mencionado, mediante la evaluación patológica y estructural.

Para llevar a cabo el desarrollo del presente trabajo, se tomarán datos cualitativos y cuantitativos con respecto a la situación actual de la vía en estudio. Para ello se establecieron 4 fases del proyecto: la primera fase hace referencia a todos los datos geográficos, el cual denominamos “Georreferenciación”; en la segunda fase el “Nivel de servicio”; en la tercera fase se tratarán los daños de la vía, por eso la fase se llamará “Tipos de patología”; y por último “Causas y posibles soluciones”.

Cordero y Ponce, (2019). En su proyecto de investigación referido a la Determinación de fallas en el pavimento flexible de la Av. John F. Kennedy ubicada en la ciudad de Jipijapa, cuyo objetivo central fue conocer a fondo la condición actual de la calzada del pavimento debido a que en la ciudad de Jipijapa, las vías presentan daños con altos niveles de severidad debido a diversos indicadores como la falta de mantenimiento preventivo/correctivo y la falta de estudios geotécnicos en la zona, el tipo de investigación fue aplicada. Además, para realizar la evaluación el autor seleccionó 10 paños de muestreo aleatorias con un área de 230 m² cada una.

Se concluye que el pavimento flexible de la Av. John F. Kennedy presenta un Índice de Condición (PCI) de 28%, lo que indica que la condición de la carpeta asfáltica es mala, lo que implica una tarea total de construcción del área de estudio.

Montalván, (2018). Los principales objetivos de su investigación son: determinar y evaluar las condiciones patológicas de la calzada flexible en la intersección Av. Juan Velasco Alvarado de Av. Chulucanas y Luciano Castillo Colonna Jr.-distrito Veintiséis de Octubre, provincia y departamento de Piura. Aplicar el método PCI; la investigación es visual, descriptiva, analítica, no experimental y lateral. Este estudio utiliza 730,00 metros lineales como muestra para evaluarlo y determinar las lesiones encontradas, a fin de identificar las condiciones de la superficie de la carretera.

En este proyecto de investigación se obtuvieron los siguientes resultados:

-Las condiciones existentes del pavimento flexible en la intersección de Av. Juan Velasco Alvarado y Av. Chulucanas y Jr. Luciano Castillo Colonna son: índice de pulido agregado 16.93%, golpes y asentamientos 14.22%, vacíos 1.94%, grietas longitudinales y transversales. crack es 0,58%.

-La principal patología es: pulido de áridos con 16,93%.

-El grado de daño en el área de estudio es alto, con un nivel de PCI de 33: MALO.

Carhuapoma, (2017). Muestra que este trabajo de investigación se llevó a cabo en la Av. Ramón Romero II etapa-Piura, y su propósito es el estudio de la patología existente en la Av. Ramón Romero II etapa-Piura calzada flexible, determinar la calzada en estudio y obtener el estado de la superficie de la carretera flexible y sus condiciones de uso.

El objetivo principal es investigar y evaluar la patología existente del Pavimento Flexible Avenida Ramón Romero Fase II-Piura, y calcular el Índice de Condición del Pavimento mediante inspección visual y aplicando el método del PCI. En este trabajo se utilizaron como muestra 780,8 metros lineales para evaluarlos en detalle para identificar patologías existentes y obtener su estado actual.

Reyes, (2017) Nos presentó su proyecto de investigación sobre la determinación de la patología del pavimento rígido de la Avenida Pampa Alegre, cuadras 1, 2 y 3, enfatizó las causas de estos desgastes y los métodos de construcción para comprender y evitar que sea dañado por llantas ante cualquier deterioro de la capa superficial.

El trabajo actual tiene un objetivo específico: señalar la causa de la patología presente en la capa de rodadura. Analizar el impacto del deterioro de la carretera en la capa de la banda de rodadura. Brindar alternativas para mejorar la calzada.

Los métodos utilizados en la investigación son descriptivos, no experimentales y transversales, y su evaluación es intuitiva y sencilla.

Este proyecto se trata de un gran aporte a los profesionales que pretenden desarrollarse en el campo de la ingeniería vial. La conclusión de Reyes para nosotros en su investigación es que Av debe controlarse mejor en términos de diseño, construcción y mantenimiento para evitar accidentes de tráfico con consecuencias destructivas.

Es así que podemos definir al pavimento como una estructura compuesta por varias capas las cuales están superpuestas, tiene dos capas como lo son la base y sub base, estas dos están puestas sobre la capa llamada sub rasante, toda esta estructura está construida con el fin de soportar fuerzas y cargas ocasionadas por los vehículos que van a hacer uso de estas vías por todo lo largo de la vida útil del pavimento, de igual forma podemos definir el pavimento en tres tipos: los rígidos, semirrígidos y los flexibles.

Según Sarmiento y Arias, (2015) en su investigación detallan que un pavimento flexible está compuesto por agregados minerales posteriormente elegidos, estos materiales se encuentran unidos por un ligante bituminosa, además nos indican que el asfalto es un material que incorpora una gran diversidad en lo que es la aplicación en pavimentos que pueden darse desde tratamientos superficiales finos a gruesas capas de concretos asfálticos.

Se podría concluir que los pavimentos flexibles son estructuras de material asfáltico el cual este cubierto por una capa de rodadura no mayor a los 4 cm de espesor, la finalidad de esta capa es proteger el pavimento del agua de las lluvias y de los cambios climáticos que pueda haber. En cuanto a lo que implica la vida útil de este tipo de pavimento es de 16 a 24 años aproximadamente, este tipo de pavimento es el que genera un menor costo en su construcción a comparación de los otro tipo de pavimento y su mantenimiento es de forma continua.

Martinez, (2020)

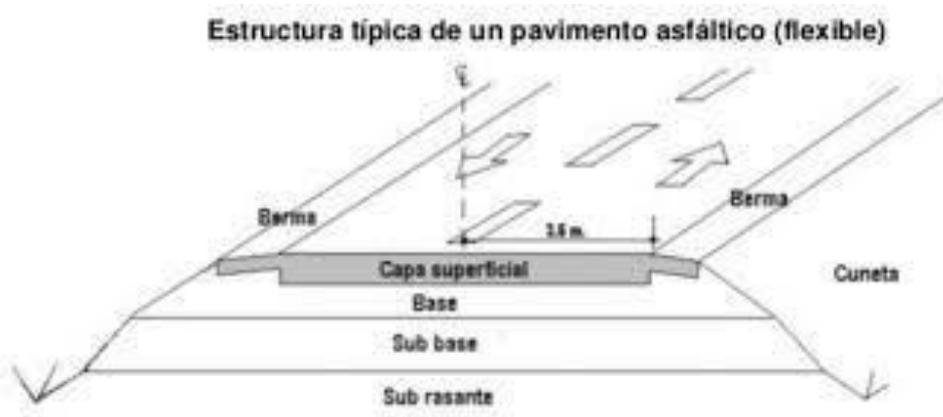


Figura 1: Estructura de un pavimento flexible.

En la figura 1 se puede observar la estructura correcta que debe tener un pavimento flexible

Si hablamos de pavimento semirrígidos Calla, (2015) nos indica que este tipo de pavimento tiene prácticamente la misma estructura de un pavimento flexible, anteriormente definido, con la diferencia que una de las capas del pavimento semirrígido esta rigidizada, pero sin ningún tipo de acero es decir a esta capa se le aplica un aditivo que la rigidiza de forma artificial, estos aditivos pueden ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos. El empleo de estos aditivos tiene el objetivo de corregir o modificar las propiedades mecánicas de los materiales locales que no son aptos para la construcción de las capas del pavimento. Dentro de este tipo de pavimentos también podemos considerar los pavimentos adoquinados como pavimentos semirrígidos.

Pérez, (2010). En su tesis de investigación nos define el pavimento rígido como una estructura que consiste de una losa de concreto hecha de cemento portland, dicha losa va apoyada sobre una capa de sub base, en el caso de que el material de la sub rasante sea granular se puede obviar esta última capa. Cuando el autor define el pavimento rígido como una losa de concreto no detalla que posee unas características de viga lo cual le posibilita el que se pueda alargar de un lado a otro de las anomalías en el material subyacente, cuando este tipo de pavimentos son construidos de forma adecuada, teniendo en cuenta los parámetros y haciendo uso de los materiales correctos, con un adecuado mantenimiento proporcionan un promedio de 35 a 45 años de vida útil.

Según Romero, (2017) la capa de rodadura también llamada carpeta asfáltica es aquella capa principal del pavimento flexible esta capa está colocada sobre la parte superior y sujeta directamente el tránsito. Su primordial objetivo es preservar las capas que se encuentran debajo de ella las cuales forman la estructura interna del pavimento, además la carpeta asfáltica da una función adicional de impermeabilizante por lo cual ayuda a evitar posibles filtraciones pluviales, también impide el desgaste de las carpetas inferiores, dicho desgaste o destrucción de estas capas inferiores en su mayoría es causado por las cargas vehiculares. La capa de rodadura debe ser la capa con mejor calidad en cuanto a materiales ya que de ello depende la estabilidad de las demás capas, esta debe tener como características principales la fricción. Suavidad al igual que un control de ruido y drenaje.

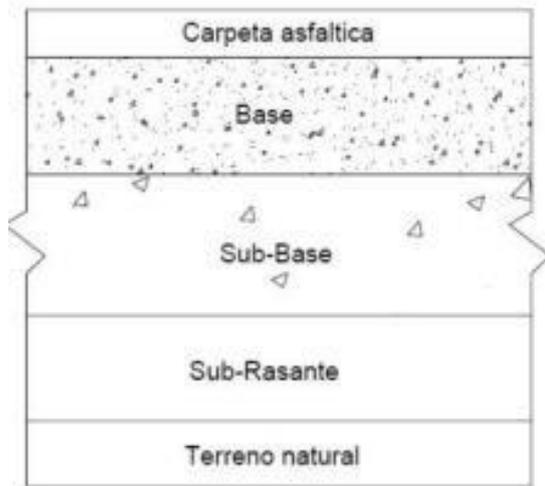


Figura 2: Capas de un pavimento asfáltico.

En la figura 2 se especifica las diferentes capas que tiene un pavimento flexible, logrando identificar la correcta estructura en lo que es las capas de pavimento flexible

Según Giordani y Leone la función primordial de la capa de base es soportar las cargas que genera el tránsito y transmitir dichas cargas a la sub base, el autor también nos detalla que esta base está conformada por material granular drenante con un CBR mayor o igual a un 80% o es una capa tratada con cemento portland, cal, asfalto u otros agentes estabilizantes. Luego de esta base se encuentra la capa de subbase en donde Pazamiño, (2019) nos indica que está compuesta por materiales que tienen la capacidad de ser un soporte superior a diferencia del suelo compactado, esta se usa para poder disminuir el espesor de la capa base, dicha capa está compuesta por material tipo granular, el espesor de esta capa dependerá de los materiales a utilizar. La sub base al ser la tercera capa no será sometida a grandes esfuerzos, es por ello que la calidad de esta base es en baja proporción.

Esta capa de subbase debe cumplir ciertos requisitos: los materiales usados deberán tener un C.B.R superior o igual al 30% en el ensayo de abrasión hecho en la máquina de los ángeles, el desgaste no debe ser mayor al 50% y el material pasante del tamiz 40 no deberá superar un índice de plasticidad y un límite de 6 y 25 respectivamente.

Miranda, (2010) Nos detalla la subrasante como la capa que debe soportar las cargas que le son transmitidas por el pavimento, la subrasante es una capa que está vinculada con el diseño del espesor de las demás capas del pavimento, el autor también nos informa que esta capa es muy importante para el desempeño del pavimento, ya que ayuda a protegerlo e interviene en la conservación de la integridad del pavimento.

Miranda también nos indica que es muy importante utilizar suelos compactados y procurar obtener un grado de compactación de mínimo un 95%.

La capa sub rasante es en conclusión aquella capa que va a soportar todas las cargas que se le serán transmitidas por el pavimento, dichas cargas son las que el pavimento soportará las cuales son causadas por el tráfico vehicular, la sub rasante al recibir todas estas cargas no deberá sufrir ningún tipo de deformaciones que puedan afectar al mal funcionamiento del pavimento.

Al hablar de un pavimento tanto como en su estructura y su funcionamiento, debemos tener en cuenta la vida útil para la cual ha sido diseñada debido a que uno de los principales deterioros de esta es exceder este tiempo, ya que se empiezan a presentar envejecimientos en el pavimento lo cual lo hace más vulnerable a futuras patologías.

Así también según Guerrero, (2017) define tres conceptos dentro de lo que es vida útil, según el autor clasifica como vida útil del proyecto el tiempo adecuado que se le da a la estructura para que comience a deteriorarse o dañar el pavimento debido a que la capa de rodadura que protege el pavimento comienza a envejecer. También define la vida útil de servicio como el tiempo que transcurre desde el momento de la construcción del pavimento hasta que se llega a un período en el que se inicia el deterioro de la estructura. El autor también nos detalla cómo vida útil total, este tiempo que se define desde el momento en que se realiza la construcción del proyecto hasta que la estructura colapsa total o parcialmente, este colapso se da como consecuencia de los daños que ya tiene la estructura. finalmente, indica la

vida útil residual como el período que se inicia desde el inicio de la supervisión, en el cual la estructura aún se encuentra en capacidad de desempeñar sus funciones.

A lo largo de la vida útil de un pavimento flexible, sus materiales se encuentran en tensión y soportando las cargas generadas por el tráfico, esto provoca deterioros en la estructura tales como daños por fatiga, grietas y desintegración de materiales y otras patologías. Estos daños son generados principalmente por vehículos que están acelerando y desacelerando constantemente. Con el fin de determinar los tipos de patologías existentes en la Av. Tacna-Castilla-Piura, tenemos que tener en claro que es una patología; Aguilera, (2017) nos indica que la palabra patología o también llamada falla es usada tanto para deterioros leves como severos, como definición específica podemos indicar que una patología son las enfermedades que sufre el pavimento a lo largo de su vida útil, estas fallas dependen de la exigencia que se le da a dicho pavimento, una patología es un daño que sufre la estructura que en un inicio se consideraba perfecta, entre las patologías de un pavimento podemos encontrar las más comunes clasificadas en tres grupos:

Patologías por insuficiencia estructural. Este tipo de falla se debe a que los pavimentos están contruidos con un material el cual no es el adecuado, en su mayoría se hace uso de materiales de buena calidad, pero el error se comete en los espesores de las capas.

Patologías por defectos constructivos. Estas fallas son mayormente debido a los errores que se comenten durante la construcción



Figura 3: *Patología por fatiga.*

Patología por fatiga. Este tipo de patologías son las más comunes, son ocasionadas debido al paso del tiempo, falta de mantenimiento y las cargas que soportan los pavimentos, entre este grupo se pueden observar patologías como degradación estructural, pérdida de resistencia y acumulación de deformaciones. Además de estas existen otros grupos de fallas como lo son la desintegración de material y la fracturación.

Para determinar la severidad de las fallas halladas en el pavimento flexible de la Av. Tacna – Castilla – Piura se realizó un análisis mediante el método del PCI.

Según Rodríguez, (2009). El PCI es un procedimiento que consiste en hallar la condición en la que se encuentra el pavimento mediante el método de la observación, de esta forma se puede determinar la clase, severidad y cantidad de fallas encontradas, entre las principales patologías que sufre un pavimento flexible tenemos las siguientes: desplazamiento, grietas, agrietamiento en bloque, abultamientos y hundimientos, piel de cocodrillo, pulimiento de agregados, ahuellamiento, exudación, depresión, huecos.

Este es un método de una sencilla aplicación que no necesita herramientas especializadas para ser aplicado, ya que se mide la condición del pavimento de manera directa y con datos certeros y reales, para poder medir el estado del pavimento el PCI nos proporciona una tabla en la cual se miden los rangos de clasificación del PCI.

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

Figura 4. Rangos de calificación del PCI

Para poder llegar a determinar el tipo de rango de clasificación que tiene un pavimento flexible, se toma en cuenta como primer punto a realizar el análisis de la longitud de las muestras, para ello se debe tener en cuenta la siguiente tabla.

LONGITUDES DE UNIDADES DE MUESTREO ASFÁLTICAS

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Figura 5. Longitudes de unidades de muestreo asfálticas.

En esta figura se visualiza la longitud que debe tener la muestra según el ancho que tenga la vía.

Para poder determinar el número de muestras en las que se va a dividir el pavimento en estudio se tiene que aplicar la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2} \text{ Ecuación 1.}$$

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%)

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Figura 6. Fórmula para hallar el número de muestras.

Teniendo la cantidad de muestras en las que se divide el pavimento en estudio, se procede a realizar el cálculo del intervalo en el que serán analizadas.

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

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 3.7 se redondea a 3)

Figura 7. Fórmula de cálculo del intervalo de muestreo a analizar

Esta fórmula nos proporciona un intervalo en el que se tiene que tomar cada muestra, pudiendo así seleccionar al azar entre la primera unidad de muestreo y el intervalo arrojado por el cálculo.

La correcta aplicación del método del Índice de Condición del Pavimento proporcionara un resultado veraz sobre el estado en el que se encuentra el pavimento flexible identificando de esta forma cuales son las soluciones más recomendables.

Como aporte a nuestra investigación podemos determinar que la evaluación del pavimento flexible de la Av. Tacna- Castilla – Piura se hizo mediante la

observación para en primera instancia identificar en qué estado es que se encuentra dicho pavimento y de la misma poder identificar en qué estado es que se encuentran las fallas halladas en la vía, teniendo en cuenta que antes de realizar los estudios de campo correspondientes, se ha tenido como vital importancia investigar los conceptos, como lo son la estructura de un pavimento, las fallas que este podría presentar, en cuanto tiempo de su vida útil en que debería empezar a presentar dichos daños, de igual manera se ha determinado conceptos acerca de que es una patología en un pavimento y cuáles son los posibles daños que se pueden encontrar en la capa asfáltica, es por este motivo que podemos decir que un pavimento es una estructura que está conformada por una o más capas, las cuales están apoyadas por una capa denominada base, esta es la capa de mayor resistencia ya que es la que va a recibir todas las cargas transmitidas por la capa asfáltica, esta capa está compuesta por un tipo de material granular, debajo de ella se encuentra la capa denominada sub Así mismo, la base está conformada por un material granular con la diferencia que requiere menos refuerzo que la base ya que soporta menos carga, ambas capas se encuentran sobre una capa denominada subrasante la cual está conformada por el material suelo naturalmente la unión de todos como resultado de estas capas, es posible obtener una vía que brinde un mejor tránsito a la sociedad en las vías, y además brinde mayor seguridad a los usuarios que utilizan esta vía.

III.METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

Tipo de investigación

Según Rodríguez, (2012) el tipo de investigación es aplicada debido a que depende de los conocimientos hallados los cuales se utilizarán para resolver la problemática. Este tipo de investigación busca saber hacer, actuar, construir, modificar.

Por ello esta investigación es de tipo aplicada ya que nos ayuda a resolver la problemática que mantiene tanto la sociedad como el medio ambiente en la actualidad, también nos ayuda para poder determinar y evaluar las patologías que se encuentran en el pavimento en investigación de la Av. Tacna – Castilla – Piura mediante el método del PCI, de igual forma este tipo de investigación nos permite determinar si es necesario un mantenimiento o una rehabilitación del pavimento.

Diseño de la investigación

Cuando se habla del diseño de una investigación se define como las estrategias utilizadas en el proyecto para resolver todas las interrogantes planteadas sobre el problema que se presenta en dicho proyecto de investigación. Cortés Cortés y Iglesias León, (2004)

Con respecto a esta investigación podemos concluir que es de tipo no experimental – transversal ya que no se hará ninguna modificación en las variables, esta investigación solo se realizará mediante la observación, sin cambiar las patologías halladas, estas patologías se muestran en la realidad en la que han sido encontradas, y se define como transversal debido a que se realiza en un determinado tiempo único.

También podemos definir a este proyecto como de tipo descriptivo ya que nos va a permitir clasificar y definir en qué estado se encuentra el pavimento flexible de la Av. Tacna – Castilla – Piura, de igual forma nos va a permitir identificar el grado de daño en el que se encuentran las patologías halladas.

3.2. variables y operacionalización

Variable: Pavimento flexible

Definición conceptual: Rivva, (2006). Indica que las patologías también conocidas como enfermedades del pavimento, son principalmente el estudio de los procedimientos y los distintos tipos de características que presentan dichas fallas o también podemos definirlo como el estudio de los defectos y daños que sufre un pavimento, obteniendo de este estudio las causas, consecuencias y soluciones o recomendaciones para su mejoramiento.

Es decir, las patologías son aquellas fallas que obtiene el pavimento a lo largo de su vida útil, el estudio de este mismo, nos ayudará a determinar cuáles son las patologías existentes en el pavimento flexible ubicado en la Av. Tacna – Castilla – Piura

Definición operacional: Si hablamos de patologías estas son ocasionadas por diversos factores ya sean físicos, mecánicos o químicos, estos se encuentran en diferentes tipos de fallas. Como son las patologías por fisura, erosión desgaste, grietas, hundimientos, piel de cocodrilo, estas fallas en su mayoría provocan daños mayores a la estructura del pavimento flexible, deteriorando su vida útil y ocasionando que la carpeta asfáltica tenga menor durabilidad y una calidad mucho menor que la que tenía en un inicio, la aparición de estas patologías va a depender de los factores a los que sea sometido el pavimento, como el clima, la falta de mantenimiento y soportar cargas mayores para las cuales ha sido diseñado.

Teniendo en cuenta a la población estas fallas presentadas en el pavimento ocasiona malestar entre los moradores de dicha zona ya que constantemente tienen que hacer uso de una vía que no se encuentra en buen estado, lo que provoca un malestar al momento de trasladarse de un lugar a otro.

INDICADORES: los indicadores se identifican de acuerdo a las dimensiones las cuales son:

Nivel de severidad: Bajo, medio, alto.

Patologías: piel de cocodrillo, desprendimiento de agregados, pulimiento de agregados, huecos, desplazamientos, hundimientos, agrietamiento en bloque, grietas transversales y longitudinales.

Estado de conservación: operacional y funcional.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Arias, Villasis, y Miranda, (2016). Se detalla a una población como un grupo de elementos con similitudes, esté determinado conjunto limitado es utilizado principalmente para la elección de la muestra y para obtener conclusiones de la investigación, la población puede ser de cualquier índole, ya sean personas, lugares o sectores, en el presente trabajo de investigación la población es el pavimento flexible de la Av. Tacna – Castilla – Piura.

Muestra

Según Hernández, (2014) detalla a la muestra como un subconjunto de la población ya que esta sale del grupo de elementos que hayamos tomado como muestra.

En este proyecto de investigación la muestra es no probabilística ya que se va a tomar como muestra el tramo total a estudiar, en este caso es el tramo de 1200 mts km los cuales se encuentran entre la Av. Tacna desde la Av Ramón Castilla hasta la calle Ica

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

Parasabermas, nos determina que la técnica es un conjunto de métodos que ayudan al investigador a obtener una relación con el objetivo principal del proyecto de investigación y el problema de la misma.

En esta investigación la técnica a utilizar es aplicada, la cual a través de la observación nos permite determinar en qué tipo de severidad se encuentra la vía Av. Tacna – Castilla – Piura, de la misma forma nos ayudará a determinar el grado de daño que ha ocasionado las patologías existentes en el pavimento Av. Tacna – Castilla – Piura.

Instrumentos

Parasabermas, el instrumento es la técnica que se utiliza para recopilar y llevar un orden de registro sobre la información hallada, esta se hace mediante formularios, pruebas y encuestas.

En esta investigación acerca de los pavimentos flexibles se utilizó como instrumento la ficha de recopilación de datos, la cual es la guía de observación de campo, luego de obtener todos los datos realizar la evaluación de los mismos mediante el formato que nos proporciona la metodología del PCI, ya que este será el método que se utilizó.

Validez: Según Cabezas, Andrade, y Torres, (2018) nos detalla que la validez es un indicador muy eficaz, cuya función es medir lo que se está indicando, existen dos tipos de validez las cuales son validez interna y externa.

La validez interna es cuando existe una correcta conceptualización y operacionalización de las variables.

La validez externa consiste en la confiabilidad y veracidad de la fuente de información utilizada.

Tabla 1. *Técnicas e instrumentos para ejecutar por unidad y objetivos de investigación.*

OBJETIVOS	POBLACIÓN	MUESTRA	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Evaluar las patologías aplicando la metodología PCI al pavimento flexible de la Av. Tacna – Castilla – Piura.	Avenida Tacna - Castillas, con una longitud de 1200 km	Avenida Tacna - Castillas, con una longitud de 1200 km	observación	*Fichas de observación *Ficha documental
Identificar las patologías existentes en el pavimento flexible Av. Tacna – Castilla – Piura.	Avenida Tacna - Castillas, con una longitud de 1200 km	Avenida Tacna - Castillas, con una longitud de 1200 km	observación	*Fichas de observación *Ficha documental
Precisar el nivel de severidad que presentan las patologías identificadas en el pavimento flexible Av. Tacna – Castilla – Piura.	Avenida Tacna - Castillas, con una longitud de 1200 km	Avenida Tacna - Castillas, con una longitud de 1200 km	Análisis mediante el método del PCI	*Fichas de observación *Ficha documental
Determinar el estado de conservación del pavimento flexible Av. Tacna – Castilla – Piura.	Avenida Tacna - Castillas, con una longitud de 1200 km	Avenida Tacna - Castillas, con una longitud de 1200 km	Análisis mediante el método del PCI	*Fichas de observación *Ficha documental

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 1 se especifica las técnicas e instrumentos que se han utilizado para poder ejecutar el análisis y poder llegar a los objetivos trazados.

3.5. Procedimientos

En este proyecto de investigación sobre las patologías existentes en el pavimento flexible de la Av. Tacna – Castilla – Piura como primera etapa se llevará a cabo el trabajo de campo el cual consistirá en un recorrido a pie en la zona delimitada como muestra, como primer instrumento se utilizará una cámara fotográfica de esta forma captamos evidencia de las patologías existentes en la zona de muestra seleccionada, como segunda fase se hará una observación con más énfasis y a mayor detalle en donde todos los datos obtenidos se colocaran en una ficha de observación, estos datos hallados se serán analizados siguiendo el método del PCI, De esta manera, obtendremos datos específicos para cada falla existente en el pavimento flexible, nuevamente, luego de obtener y analizar todos los datos necesarios, si es necesario, se medirá la longitud, el ancho y la profundidad de cada patología, luego de tener todos los datos recopilados se procederá a su análisis.

De igual manera se determinará la severidad de los daños existentes que se encuentran en la capa asfáltica, teniendo en cuenta el grado de severidad que brinda el método PCI ya sea baja, media o alta, también determinaremos la extensión de cuáles son las fallas más comunes encontrados en el pavimento flexible para que luego puedan ser analizados mediante el método PCI para determinar condiciones favorables o desfavorables para encontrar la estructura del pavimento flexible.

3.6. Método de análisis de datos

Para el análisis de datos del presente trabajo de investigación se utilizó la ficha de recolección de datos utilizada en el método del PCI, fotografías para el análisis de las patologías existentes, luego de ello se procedió a reunir todas las muestras y datos hallados para ser utilizados en el análisis del método del PCI.

3.7. Aspectos éticos

Con respecto al proyecto de tesis el cual se ha desarrollado de manera objetiva y con veracidad, teniendo en cuenta que no se altere resultado hallado durante la investigación, así mismo se ha trabajado con honestidad y transparencia, con el fin de no causar ningún tipo de malestar ni daños tanto a la zona en estudio como a los moradores de dicha Av. siendo auténticos con los resultados ya que es así la forma en la que se debe actuar y demostrar que nuestra vocación por la ingeniería civil se enfoca mayormente en el servicio a la comunidad mejorando la calidad de vida de todos.

Se ha cumplido todos los objetivos planeados y se ha respetado la autoría de todos los conceptos utilizados siendo citados y registrados para de esta forma cumplir con los requisitos establecidos para un buen proyecto de investigación. De igual manera se ha tenido como principios fundamentales la honestidad y el respeto a la verdad a acerca de la información recogida en campo, para así poder dar unos resultados lo más certeros posibles con respecto a los daños y el estado en el que se encuentra el pavimento.

IV. RESULTADOS

Teniendo en cuenta el primer objetivo planteado en este proyecto de investigación el cual es Evaluar las patologías aplicando la metodología PCI al pavimento flexible de la Av. Tacna – Castilla – Piura, con el fin de obtener el resultado del objetivo antes mencionando se empleó los siguientes procedimientos.

Características:

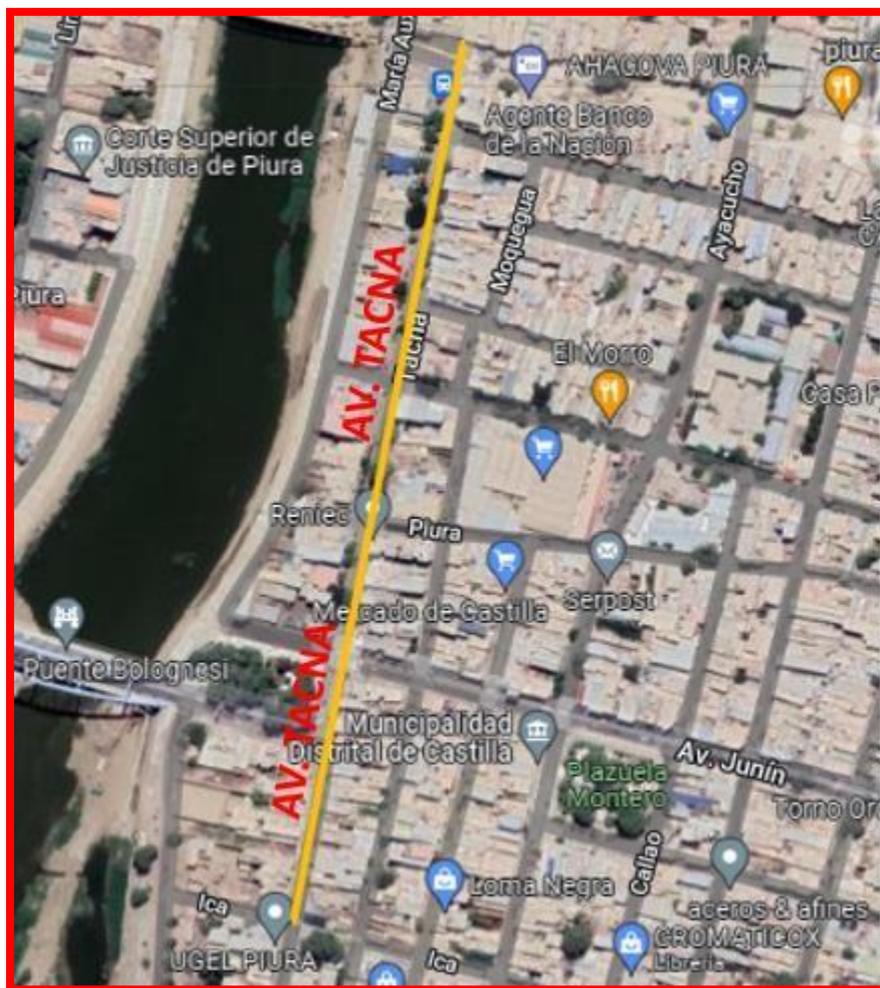


Figura 8: Ubicación del área de estudio

- La Av. Tacna está ubicada en el departamento de Piura, provincia de Piura, distrito de Castilla, cuenta con una longitud de 1200 metros lineales, dicha Av es de doble vía, la cual está compuesta con un pavimento flexible asfáltico.

MATERIALES UTILIZADOS:

- Cámara fotográfica.
- Cuaderno de campo
- Lapiceros
- Chalecos
- Calculadora
- Casos de seguridad
- Yeso

INSTRUMENTOS:

- Wincha
- Regla
- Ficha de observación de PCI
- Manual PCI
- Elaboración de fichas y hojas de cálculo mediante Excel

PROCEDIMIENTO

La Av. Tacna cuenta con dos carriles, para la presente investigación, se tomaron ambos carriles de dicha Av. Para realizar el trabajo de campo en primera instancia se hizo un recorrido a pie por la zona en estudio, luego se hizo para la recolección de datos de cada muestra se hizo uso de la ficha de observación del método del PCI, mediante este se fue colocando los datos de cada falla encontrada, con la ayuda del manual PCI se logró identificar las patologías halladas y con una cámara fotográfica se tomó evidencia de cada daño, además de ello, se procedió a tomar las medidas de cada falla haciendo uso de una wincha y una regla para de esta forma tener toda la información requerida para el cálculo de la severidad de las fallas.

Seguidamente pasamos a mostrar todas las patologías halladas en la zona de estudio:

Tabla 2: Resumen de patologías encontradas en la Av. Tacna – Castilla.

N°	CLASE DE FALLA	SÍMBOLO	UNIDAD	
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	X
2	Exudación	EX	m2	
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2	X
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2	X
5	Corrugación	COR	m2	
6	Depresión	DEP	m2	
7	Grieta de Borde	GB	ml	X
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	ml	X
9	Desnivel Carril Berma	DN	ml	
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	ml	X
11	Parcheo	PA	m2	X
12	Pulimiento de Agregados	PU	m2	X
13	Huecos	HUE	unid	X
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2	
15	Ahuellamientos	AHU	m2	
16	Desplazamientos	DES	m2	X
17	Grieta Parabólica	GP	m2	X
18	Hinchamiento	HN	m2	
19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2	X

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla numero 02 podemos observar todas las patologías halladas en la zona de estudio la cual es la Av. Tacna, como conclusión se puede indicar que la Av. Cuenta con 12 de los 19 tipos de fallas que nos indica el PCI.

Tabla 3. Patologías de acuerdo a su nivel de severidad.

N°	CLASE DE FALLA	SÍMBOLO	UNIDAD	SEVERIDAD			TOTAL	
				L	M	H		
1	Piel de Cocodrilo	PC	M2	1			1	2.04%
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	M2	1	1	3	5	10.20%
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	M2	2	1	2	5	10.20%
7	Grieta de Borde	GB	ML	1			1	2.04%
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	ML		3		3	6.12%
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	ML	1	1	2	4	8.16%
11	Parqueo	PA	M2		1	1	2	4.08%
12	Pulimiento de Agregados	PU	M2	2	1	3	6	12.24%
13	Huecos	HUE	UND		3	7	10	20.41%
16	Desplazamientos	DES	M2		1		1	2.04%
17	Grieta Parabólica	GP	ML		1		1	2.04%
19	Desprendimiento de Agregados	DAG	M2	1	5	4	10	20.41%
							49	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla número 03 podemos observar la cantidad de fallas existentes en la Av. Tacna, concluyendo que se observa mayor cantidad de fallas de Huecos la cual tiene 10 unidades de dicha patología encontradas y la falla Desprendimiento de agregados de la cual existen 10 unidades, en ambas patologías en su mayoría dicha. fallas tienen una severidad que oscila entre la media y alta, también podemos concluir que cuenta con 6 fallas de pulimiento de agregados, 5 de agrietamiento en bloque y 5 de abultamientos y hundimientos las cuales se encuentran entre los rangos baja, media y alta.

Tabla 4. Distribución y porcentaje de las patologías halladas en la Av. Tacna – Castilla.

FISURAS Y GRIETAS		DEFOMACIONES SUPERFICIALES		DESPRENDIMIENTOS		OTRAS FALLAS	
Agrietamiento en bloque	10.20%	Abultamientos y Hundimientos	10.20%	Huecos	20.41%	Parqueo	4.08%
Grieta de Borde	2.04%	Desplazamientos	2.04%	Desprendimiento de Agregados	20.41%	Pulimiento de Agregados	12.24%
Grieta de reflexión de junta	6.12%						
Grieta parabólica	2.04%						
Grietas Longitudinales y Transversales	8.16%						
Piel de cocodrillo	2.04%						
TOTAL	30.60%	TOTAL	12.24%	TOTAL	40.82%	TOTAL	16.32%

Fuente: elaboración propia

En la tabla N°04 se indica el porcentaje obtenido por cada tipo de falla según su clasificación. Se identificó 12 tipos entre los cuales tenemos: Agrietamiento en bloque con 10.20%, grieta de borde con 2.04%, grieta de reflexión de junta con 6.12%, grieta parabólica con 2.04%, grietas longitudinales y transversales con 8.16%, piel de cocodrillo con 2.04%, abultamientos y hundimientos con una 10.20%, desplazamientos con 2.04%, huecos con 20.41%, desprendimiento de agregados con 20.41%, parqueo con 4.08% y por último pulimiento de agregados con una 12.24%.

Tabla 5. Clasificación de severidad de las patologías existentes por tramo.

UNID. MUESTRA	PROGR. INICIAL	PROGR. FINAL	TIPO DE FALLA	UND	AREA /LONGITUD/UNIDAD			SEVERIDAD UNID.	TOTAL	SEV. BAJA	SEV. MEDIA	SEV. ALTA
UM1	0 + 0.00	0 + 46	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M2	26.00	2.00	-	52.0	52.0		M	
			GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTAS	ML	26.00			26.0	26.0		M	
			GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	ML	2.90			2.9	2.9			H
			HUECOS	UND			1	1.0	3.0			H
			HUECOS	UND			1	1.0				H
			HUECOS	UND			1	1.0				H
			DESPLAZAMIENTOS	M2	1.20	0.5		0.6	0.6		M	
UM3	0 + 92	0 + 138	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	M2	3.00	2.00	-	6.0	6.0	L		
			PULIMIENTO DE AGREGADOS	M2	5.00	2.00		10.0	10.0	L		
			GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	ML	5.00		-	5.0	5.0	L		
UM5	0 + 184	0 + 230	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M2	1.20	1.20	-	1.4	25.4		M	
			DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M2	20.00	1.20	-	24.0			M	
			AGRIETAMIENTOS EN BLOQUE	M2	1.00	1.10	-	1.1	1.1			H
			GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	ML	20.00		-	20.0	20.0			H
			GRIETAS DE REFLEXIÓN DE JUNTA	ML	5.00		-	5.0	5.0		M	
UM7	0 + 276	0 + 322	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	M2	9.00	5.00	-	45.0	45.0	L		
			DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M2	2.60	1.60	-	4.2	4.2			H
UM9	0 + 368	0 + 414	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	ML	5.00			5.0	5.0		M	
			DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M2	8	0.8		6.4	6.4		M	
			PULIMIENTO DE AGREGADOS	M2	20	1.4		28.0	28.0	L		
UM11	0 + 460	0 + 506	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M2	2.00	0.30	-	0.6	0.6	L		
UM13	0 + 552	0 + 598	PIEL DE COCODRILO	M2	6.00	2.00	-	12.0	12.0	L		
UM15	0 + 644	0 + 690	HUECOS	UND			1	1.0	2.0			H
			HUECOS	UND			1	1.0				H
			GRIETA PARABÓLICA	ML	5			5.0	5.0		M	
UM17	0 + 736	0 + 782	PARCHEO	M2	4	0.7		2.8	2.8		M	
			HUECOS	UND			1	1.0	1.0			H
			GRIETA DE BORDE	ML	6			6.0	6.0	L		
			GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	ML	5			5.0	5.0		M	
			AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M2	3	3		9.0	9.0		M	
			DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M2	1.3	3		3.9	3.9		M	
			ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	M2	0.7	1		0.7	0.7		M	
UM19	0 + 828	0 + 874	HUECOS	UND			1	1.0	3.0		M	
			HUECO	UND			1	1.0			M	
			HUECO	UND			1	1.0			M	
			PULIMIENTO DE AGREGADOS	M2	5	3	-	15.0	15.0		M	

UM21	0 + 920	0 + 966	HUECOS	UND			1	1.0	3.0			H
			HUECOS	UND			1	1.0				H
			HUECOS	UND			1	1.0				H
			AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M2	16	4		64.0	64.0			H
UM23	0 + 1012	0 + 1058	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M2	26	5		130.0	130.0			H
			AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M2	24.00	5.00		120.0	120.0			H
			HUECOS	UND			1	1.0	1.0			H
			PARCHEO	M2	1	0.5		0.5	0.5			H
			ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	M2	0.8	0.6		0.5	1.1			H
			ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	M2	0.9	0.7		0.6				H
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M2	6	5		30.0	30.0			H			
UM25	0 + 1104	0 + 1050	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M2	10.00	7.00		70.0	70.0			H
			DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M2	6	4		24.0	24.0			H

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N°05 podemos divisar todas las patologías encontradas en la zona de estudio en la Av. Tacna – Castilla ubicada entre la Av Ramon Castilla y la calle Ica, se pudo identificar que el 18.37% de las fallas son de nivel leve o bajo, el 36.73% son de severidad media o moderada y por último el 44.90% de las patologías halladas con de severidad alta.

Tabla 6. *Tabla de resumen de severidad de las muestras según el método del PCI.*

UNID. MUESTRA	PROGR. INICIAL	PROGR. FINAL	PCI	ESTADO
UM01	0 + 0.00	0 + 46	34.77	MALO
UM03	0 + 92	0 + 138	83.05	MUY BUENO
UM05	0 + 184	0 + 230	59.04	BUENO
UM07	0 + 276	0 + 322	64.6	BUENO
UM09	0 + 368	0 + 414	85.06	EXCELENTE
UM11	0 + 460	0 + 506	99.36	EXCELENTE
UM13	0 + 552	0 + 598	73.8	BUENO
UM15	0 + 644	0 + 690	46.25	REGULAR
UM17	0 + 736	0 + 782	53.12	REGULAR
UM19	0 + 828	0 + 874	61.8	BUENO
UM21	0 + 920	0 + 966	3.66	FALLADO
UM23	0 + 1012	0 + 1058	11.18	MUY MALO
UM25	0 + 1104	0 + 1050	36.49	MALO

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla número 6 se puede observar el estado de severidad en el que se encuentran las muestras tomadas en el análisis del pavimento flexible de la Av. Tacna – Castilla, se tomaron 13 muestras totales, entre las cuales se encuentran 10 muestras que nos indica el método del PCI y 3 muestras adicionales, de todo el análisis realizado podemos concluir que en dicho pavimento existe un porcentaje de 7.69% que se encuentra fallado, 7,69% en estado muy malo, 15.38 muy malo, 7.69 es regular, 30.77% está bueno y el 7.69 está en estado excelente.

V. DISCUSIÓN

En base a los resultados obtenidos, y teniendo en cuenta el primer objetivo planteado que es hallar las patologías que se encuentran en el pavimento flexible de la Av. Tacna – Castilla – Piura, se pudo evaluar las muestras tomadas de la zona en investigación de la cual se identificaron 12 patologías de las 19 existentes que nos indica el manual del PCI, entre las fallas encontradas tenemos piel de cocodrillo, agrietamiento en bloque, abultamiento y hundimientos, grieta de borde, grieta de reflexión de junta, parcheo, pulimiento de agregados, huecos, desplazamientos, grieta parabólica y por ultimo desprendimiento de agregados, desplazamientos.

Según Ugaz Mesta, (2020) en los resultados de su investigación pudo identificar 19 tipos de fallas, dentro de las cuales se identificaron 14 y fueron del tipo Piel de Cocodrilo, Exudación, Agrietamiento el Bloque, Abultamientos y Hundimientos, Corrugación, Depresión, Grieta de Borde, Grietas Longitudinales y Transversales, Parcheo, Huecos, Ahuellamiento, Desplazamiento, Hinchamiento y Desprendimiento de Agregados.

También en los resultados obtenidos por Alvarado Cornejo & Castillo García (2020) en su tesis logro encontrar 9 patologías, entre las cuales figuran; depresiones, desgaste superficial, fracturamiento de confinamiento internos, ahuellamiento, abultamiento, desplazamiento de borde, escalonamiento entre adoquines, fracturamiento de confinamientos externo y fracturamientos.

De la misma forma Araujo y Carmen, (2020) en si investigacion en el jirón Los Incas. Distrito de Piura, identifico 13 variedades de patologías (piel de cocodrillo, agrietamiento en bloques, abultamientos y hundimientos, corrugación, grieta de borde, desnivel de carril y berma, grietas longitudinales y transversales, parcheo, pulimento de agregados, huecos, ahuellamientos, grieta parabólica, desprendimiento de agregado).

Con relación a todo lo anteriormente expuesto se puede dar veracidad en la existencia de una relación en identificar los tipos de patologías encontradas por los autores mencionados y las fallas halladas en la presente investigación en la Av. Tacna – Castilla – Piura.

Con respecto a lo que es el segundo objetivo de esta investigación el cual es determinar el nivel de severidad en la que se encuentran las patologías halladas en el pavimento flexible Av. Tacna – Castilla – Piura, se pudo identificar como resultado que la patología con mayor porcentaje de cantidad en todas las muestras tomadas, son los huecos y el desprendimiento de agregados, en la zona de estudio de la Av. Tacna – Castilla – Piura, se halló 10 patologías de huecos, al igual se identificó la misma cantidad de patologías de desprendimiento de agregados. Ambas fallas se encuentran en un rango de severidad que en su mayoría oscila entre la media y alta, de igual manera se determinaron 6 patologías de pulimiento de agregados con una severidad de 2 de ellas leve, 1 media y 3 de nivel alto, también se hallaron 5 presencias de agrietamiento en bloque, 1 leve, 1 media y 3 con severidad alta; 5 abultamientos y hundimientos, 2 leves, 1 medio y 2 altas; 4 patologías de grietas longitudinales y transversales, 1 leve, 1 media y 2 altas; 3 fallas de grietas de reflexión de junta con un nivel de severidad media; 2 existencia de parcheo entre severidad media y alta; 1 patología tipo piel de cocodrillo y 1 grieta de borde, ambas se encuentran en una severidad baja; y por último se determinó la existencia de 1 falla de desplazamiento y 1 grieta parabólica.

Araujo y Carmen, (2020). En sus resultados determino que encontró la anomalía de huecos con 48 repeticiones entre severos altos, medios y bajos; grietas longitudinales y transversales con una cantidad de 42 entre ellas de severidad media y baja; y Agrietamiento en bloques con una cantidad de 1 siendo de severidad baja.

Según Alvarado Cornejo & Castillo García, (2020) en su investigación sobre el índice de deterioro que presenta el pavimento articulado de la Avenida Grau del distrito de Máncora-Talara-Piura, 2020, del total de sus muestras identifico que 2 presentan índice de coeficiente de pavimento en nivel de servicio bueno, 4 presentan coeficiente de pavimento en nivel de servicio regular y 5 presentan índice de coeficiente de pavimento en nivel muy bueno y 1 presenta coeficiente de pavimento en nivel de servicio muy malo, en general la Av. Grau se le ha considerado en un promedio de coeficiente de pavimento de nivel regular ya que dicho pavimento analizado tiene varios niveles.

En los resultados de Ugaz Mesta, (2020) nis da a conocer sus resultados eentre los cuales se consideraron: relleno de grietas, bacheo superficial en las fallas de baja V. DISCUSIÓN 69 severidad y en el caso de severidad alta se propuso la rehabilitación del pavimento en el sector dañado.

Respecto a lo expuesto anteriormente se puede llegar a la conclusión de que si existe relación alguna entre las escalas de severidad de todas las anomalías halladas por los autores anteriormente citados.

En relación al tercer objetivo el cual es Determinar el estado de conservación del pavimento flexible Av. Tacna – Castilla – Piura, se aplicó el método del PCI siguiendo los puntos establecidos que determina dicho método, para así poder identificar el estado de conservación en el que se encuentra el pavimento flexible de la Av. Tacna – Castilla – Piura, con dicho método se logró determinar que el pavimento antes mencionado tiene el 7.69% en estado fallado, 7,69% en estado muy malo, 15.38 muy malo, 7.69 es regular, 30.77% bueno y el 7.69 está en estado excelente.

Ugaz Mesta, (2020) muestra que el porcentaje de la condición del pavimento es que el 36% de las muestras se encuentran en MUY BUEN estado, el 25% en BUEN estado, el 21% en REGULAR estado, el 14% en EXCELENTE estado y tan solo el 4% en MUY MAL estado.

En los resultados de Araujo y Carmen, (2020) nos define que de adecuado a la falla existente en el pavimento flexible ubicado en el Jr. los incas , se observa que 1 tramo se encuentra en un estado colapsado donde se propone una rehabilitación ;1 tramo se encuentra en un estado pobre donde se propone un mantenimiento correctivo o rehabilitación ;20 tramos se encuentran en un estado regular donde se propone un mantenimiento correctivo ; 4 tramos se encuentran en un estado bueno donde se propone un mantenimiento correctivo y 1 tramo se encuentra en un estado muy bueno.

Tomando en cuenta lo indicado anteriormente, se puede concluir que las investigaciones tomadas como referencia y la presente investigación tienen una concordancia en los resultados obtenidos a cerca de determinar el estado en el que se encuentra el pavimento flexible de la Av. Tacna – Castilla.

VI. CONCLUSIONES

1. Se realizó el estudio de las patologías existentes en la capa asfáltica de la Av. Tacna – Castilla – Piura 2022, teniendo en cuenta los puntos suscitados para la aplicación del método del PCI, en este estudio se determinaron diferentes tipos de fallas tales como: piel de cocodrillo las cuales se originan por las cargas de tránsito generadas repetidas veces; el agrietamiento en bloque se origina por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura a las que es sometida diariamente; el abultamiento y hundimientos son ocasionados en su mayoría por la filtración del agua o líquidos en el pavimento; grieta de borde es originada por la excesiva carga de tránsito a la que es sometida, al igual las condiciones climáticas también son causantes de dicha falla; grieta de reflexión de junta estas son originadas por las cargas de tránsito que provocan la ruptura del asfalto cerca de una junta, este es provocado por la temperatura y la humedad; grietas longitudinales y transversales han sido originadas por una junta de carril del pavimento pobremente construido; parcheo se originó por el remplazo de un material nuevo sobre uno que ya existía, pulimiento de agregados fue causado por la repetición de cargas de tránsito; huecos fueron ocasionados por pequeñas depresiones que se originaron en la superficie del pavimento, desplazamientos, se originó debido a que el tránsito al que ha sido sometido el pavimento lo ha empujado produciendo una onda corta sobre la superficie; grieta parabólica fue producida por las llantas de los vehículos que al frenar o girar provocan el deslizamiento de la superficie del asfalto; y desprendimiento de agregados, esta falla fue ocasionada debido a la pérdida de los litigantes asfálticos y las partículas sueltas de agregados.

2. Para determinar el grado de severidad en el que se encuentran las fallas analizadas se aplicó el método de índice de condición del pavimento, en el cual se pudo identificar que las 13 muestras analizadas en la zona de investigación se encuentran en estado, excelente, muy bueno, bueno, malo, muy malo y fallado, con estos resultados obtenidos se podrá llegar al tipo de intervención más adecuada para cada tipo de patologías halladas.

3. En la presente investigación llegamos a determinar el estado de severidad del pavimento de la Av. Tacna – Castilla – Piura mediante el método del PCI, el cual nos brindó un resultado de estado BUENO de dicho pavimento.

Como conclusión global se identificó que el pavimento flexible de la Av. Tacna – Castilla – Piura tiene un PCI de 59.16, lo que nos indica que dicho pavimento se encuentra en estado bueno y requiere un constante mantenimiento para que no pase a ser un pavimento de estado malo.

VII. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda realizar un constante mantenimiento del pavimento flexible de la Av. Tacna – Castilla – Piura para poder así evitar que las fallas encontradas en el análisis pasen a un estado más grave.
- Teniendo en consideración el método aplicado en esta investigación como lo es el PCI, se recomienda hacer el uso de todas las unidades muestreadas para de esta forma poder obtener un resultado al cálculo más exacto del estado en el que se encuentra el pavimento.
- Se recomienda realizar un estudio que determine el Índice Medio Diario, este estudio se basa en el conteo de los vehículos que transitan por la Av. el cual ayudara a tener un dato más
- certero en lo que es la carga vehicular que soporta el pavimento flexible y de esta forma determinar si la estructura es la adecuada para soportar dicha carga.
- Se sugiere tener en cuenta el porcentaje de fallas halladas en esta investigación como referencia para una posterior rehabilitación de la vía.
- Su sugiera realizar un mantenimiento constante a la Av. Tacna – Castilla – Piura para de estar forma las fallas ya existentes con un rango de severidad baja no aumenten su rango de severidad.

VIII. REFERENCIAS

(s.f.).

Aguilera Chinchay, A. (Octubre de 2017). *Repositorio Uladech*. Obtenido de

Repositorio Uladech:

http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3342/ESTUDIO_VISUAL_PATOLOGIAS_AV_DON_BOSCO_AGUILERA_CHINHAY_ANDRES.pdf?sequence=1%20pagina%2033

Alvarado Cornejo, J., & Castillo García, B. (2020). *Repositorio UCV*. Obtenido de Repositorio UCV.

Aquino Chávez, O. (2018). *Repositotios Latinoamericanos*. Obtenido de

Repositotios Latinoamericanos:

<http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3230033>

Araujo Terrones, J., & Carmen Chunga, G. (2020). *Repositorio UCV*. Obtenido de Repositorio UCV:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/56214/Araujo_TJA-Carmen_CGS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Arias Gómez, J., Villasis keever, M., & Miranda Novales, M. (2016). *Revista*

Alergia Mexico. Obtenido de Revista Alergia Mexico:

<https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>

Cabezas Mejía, E., Andrade Naranjo, D., & Torres Santamaría, J. (2018).

Repositotio universidad de las fuerzas armadas. Obtenido de Repositotio universidad de las fuerzas armadas:

<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>

Calderón Aldana, H., Cardozo Solórzano, C., & García Jaramillo, B. (Mayo de 2019). *Repositorio Universidad Cooperativa de Colombia*. Obtenido de

Repositorio Universidad Cooperativa de Colombia:

https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14452/3/2019_Evaluacion_patolog%C3%ADas_pavimentos_flexibles.pdf

Calla Mamani , E. A. (2015). *Repositorio UNAP*. Obtenido de Repositorio

UNAP:

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1862/Calla_Mamani_Efrain_Albert.pdf?sequence=1

Carhuapoma Pariahuache, P. (2017). *Repositorio Uladech*. Obtenido de Repositorio Uladech:

<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/3704>

Cordero Garcés, M., & Ponce Indacochea, C. (2019). *Repositoio digital UNESUM*. Obtenido de Repositoio digital UNESUM:

<http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1695>

Cortés Cortés, M., & Inglesis León, M. (2004). *Universidad Autónoma del Carmén*. Obtenido de Universidad Autónoma del Carmén:
https://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia_investigacion.pdf

Giordani, C., & Leone, D. (s.f.). *Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Region Rosario*. Obtenido de Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Region Rosario:

https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_anio/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf

Guerrero Choquehuanca, E. (2017). *Repositorio ULADECH*. Obtenido de Repositorio ULADECH.

Hernández Sampieri, R. (2014). *booksmedicos.org*. Obtenido de booksmedicos.org: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Bap-tista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

Mallma Jimenez, J. (2018). *Repositorio institucional de universidad Peruana los Andes*. Obtenido de

<http://www.repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1041>

Miranda Rebolledo, R. J. (2010). *Repositorio UACH*. Obtenido de Repositorio UACH:

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcm672d/doc/bmfcm672d.pdf>

- Parasabermas. (s.f.). *Diplomados en Aprendizaje Orientado a Proyectos*.
Obtenido de
<http://www.cca.org.mx/ps/profesores/cursos/apops/Obj02/web/media/pdf/Parasabermas.pdf>
- Pazamiño Lovato, G. A. (2019). *Repositorio Pontifica Universidad Catolica del Ecuador*. Obtenido de Repositorio Pontifica Universidad Catolica del Ecuador.
- Peña Montalván, N. (2018). *Repositorio Uladech*. Obtenido de Repositorio Uladech: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/3429>
- Pérez García, R. A. (Junio de 2010). *Biblioteca USAC*. Obtenido de Biblioteca USAC: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3151_C.pdf
- Reyes Castillo, J. (MARZO de 2017). *Repositorio Uladech*. Obtenido de Repositorio Uladech:
<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/2187>
- Rivva, E. (2006). *Slideshare*. Obtenido de Slideshare:
<https://es.slideshare.net/mariobariffo/durabilidad-ypatologiadelconcretoenriquerival>
- Rodríguez Velásquez, E. (Octubre de 2009). *Reservorio Universidad de Piura*. Obtenido de Reservorio Universidad de Piura:
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1350/ICI_180.pdf
- Rodriguez, A. (2012). *Universidad Nacional del Callao*. Obtenido de Universidad Nacional del Callao:
https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/IF_ABRIL_2012/IF_ALFARO%20RODRIGUEZ_FIEE.pdf
- Romero Rodríguez, I. R. (Marzo de 2017). *Repositorio Uladech*. Obtenido de Repositorio Uladech:
http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/4959/PATOLOGIAS_DE_LA_CAPA_DE_RODADURA_PAVIMENTO_FLEXIBLE_ROMERO_RODRIGUEZ_IRIS_ROSELIN.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sabando Ganchozo, C. (2019). *Repositorio institucional ULEAM*. Obtenido de Repositorio institucional ULEAM:

<https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/2088>

Sarmiento Soto, J. A., & Arias Chiroque, T. W. (Marzo de 2015). *Repositorio Academico UPC*. Obtenido de Repositorio Academico UPC:

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/528141/Tesis%20Arias%20-%20Sarmiento.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ugaz Mesta, Y. (2020). *Repositorio UCV*. Obtenido de Repositorio UCV:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/55181/Ugaz_MYN-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Tabla 9: Tipo de mantenimiento de acuerdo a su clasificación.

RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI		
RANGOS	CLASIFICACIÓN	
100 – 85	Excelente	Mantenimiento preventivo y rutinario
85 – 70	Muy bueno	Mantenimiento preventivo y rutinario
70 – 55	Bueno	Mantenimiento correctivo
55 – 40	Regular	Mantenimiento correctivo
40 – 25	Malo	Rehabilitación Mayor
25 – 10	Muy malo	Reconstrucción
10 - 0	Fallado	Reconstrucción

FUENTE: Manual de (Pavement Condition Index - PCI)

Tabla 10: Patologías consideradas según el PCI

Nº	TIPO - NOMBRE	UNIDAD
1	Grieta Piel de cocodrilo.	m2
2	Exudación de Asfalto.	m2
3	Grietas de Contracción (Bloque).	m2
4	Elevaciones y Hundimiento.	M
5	Corrugaciones (encalaminado).	m2
6	Depresiones.	m2
7	Grieta de borde.	m2
8	Grietas de reflexión de juntas.	M
9	Desnivel calzada-Hombrillo.	M
10	Grietas longitudinales y transversales.	M
11	Baches y zanjas reparadas.	M
12	Agregado Pulidos.	m2
13	Huecos.	m2
14	Acceso y salidas a puentes, rejilla de drenaje, líneas férreas.	Nº
15	Ahuellamientos	m2
16	Deformación por empuje	m2
17	Grietas de deslizamiento	m2
18	Hinchamiento	m2
19	Disgregación y desintegración	m2

FUENTE: Manual de (Pavement Condition Index - PCI)

Tabla 11: Rango de severidad por patología.

N°	TRANSIABILIDAD	SÍMBO LO	UNIDAD	CARACTERISTICAS	SEVERIDAD		
					L	M	H
					Low (Baja)	Medium (Medio)	High (Alta)
0	Calidad del Tránsito	TRA		Incomodidad de usuarios	Ninguna	Moderada	Alta
				Reducción de velocidad	Nula	Regular	Considerable
				Rebotes y Vibraciones	Ligera	Significativo	Excesivo
N°	CLASE DE FALLA	SÍMBO LO	UNIDAD	CARACTERISTICAS	SEVERIDAD		
					L	M	H
					Low (Baja)	Medium (Medio)	High (Alta)
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²	Severidad de grietas	s < 10mm	10mm < s < 30mm	s > 30mm
				Interconexión	Baja	Definida	Bien definida
				Descascaramientos	NP (no presenta)	Ligero	Bien definido
				Desprendimientos	NP (no presenta)	NP (no presenta)	Bien definido
2	Exudación	EX	m ²	Grado de exudación	Ligero	Medio	Intenso
				El asfalto se pega a las ruedas de vehículos y zapatos	Pocos días al año	Pocas semanas al año	Varias semanas al año
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m ²	Severidad de grietas que definen los bloques	s < 10mm	10mm < s < 76mm	s > 76mm
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m ²	Severidad del tránsito	baja	media	alta
5	Corrugación	COR	m ²	Severidad del tránsito	baja	media	alta
6	Depresión	DEP	m ²	Severidad del tránsito	13mm < h < 25mm	25mm < h < 51mm	h > 51mm
7	Grieta de Borde	GB	m	Fragmentación o desprendimientos	NP (no presenta)	Poco Definido	Bien definido
				Severidad	s < 10mm	10mm < s < 76mm	s > 76mm
				Agrietamiento	bajo	medio	severo
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m	Grieta sin relleno	s < 10mm	10mm < s < 76mm	s > 76mm
				Grieta con relleno			
9	Desnivel Carril Berma	DN	m	Elevación entre el borde del pavimento y la berma	25mm < h < 51mm	51mm < h < 102mm	h > 102mm
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m	Severidad de las grietas	s < 10mm	10mm < s < 76mm rodeado o no por grietas	s > 76mm rodeado por grietas aleatorias de severidad M o H
11	Parcheo	PA	m ²	Condición del parche	Buen estado	Moderadamente deteriorado	Muy deteriorado
				Severidad del tránsito	baja	media	alta
12	Pulimento de Agregados	PU	m ²	Grado de pulimento deberá ser significativo para ser considerado como defecto.	ND (no definido)	ND (no definido)	ND (no definido)

13	Huecos	HUE	unid	Huecos con diametro menor a 762mm (d < 762mm)	102mm < d < 203mm	102mm < d < 203mm	203mm < d < 457mm
					h < 25.4mm	h > 50.8mm	h > 50.8mm
					102mm < d < 203mm	203mm < d < 457mm	457mm < d < 762mm
					25.4mm < h < 50.8mm	25.4mm < h < 50.8mm	25.4mm < h < 50.8mm
				203mm < d < 457mm	457mm < d < 762mm	457mm < d < 762mm	
				h < 25.4mm	h < 25.4mm	h > 50.8mm	
				Huecos con diametro mayor a 762mm (d > 762mm) N = A/0.47	No definido	h ≤ 25mm	h ≥ 25mm
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2	Severidad del tránsito	baja	media	alta
15	Ahuellamientos	AHU	m2	Profundidad media del ahuellamiento (mm)	6mm < h < 13mm	13mm < h < 25mm	h > 25mm
16	Desplazamientos	DES	m2	Severidad del tránsito	baja	media	alta
17	Grieta Parabólica	GP	m2	Severidad de la grieta	s < 10mm	10mm < s < 38mm	s > 38mm
				Área alrededor de la grieta	Normal	Fracturada levemente	Fracturada severamente
19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2	Desprendimientos	bajo	regular	considerable
				Textura superficial	Normal	Moderadamente rugosa y ahuecada	Muy rugosa y severamente ahuecada
					No puede penetrarse con una moneda	Puede penetrarse con una moneda	Agregados sueltos

FUENTE: Manual de (Pavement Condition Index - PCI)

Consentimiento informado por parte de la municipalidad de Castilla – Piura.

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Sr. JOSE ELIAS AGUILAR SILVA
ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CASTILLA
CIUDAD DE PIURA.



ATENCIÓN : GERENCIA TERRITORIAL Y DE TRANSPORTES

SOLICITO: AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR UNA
INSPECCIÓN VISUAL PARA ESTUDIO DE TESIS EN EL
PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA TACNA DEL
DISTRITO DE CASTILLA, PROVINCIA DE PIURA,
DEPARTAMENTO DE PIURA.

Yo, Katherine Cecilia Garrido Villegas, alumna de la Universidad César Vallejo, en calidad de estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, estoy realizando la investigación: "EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS APLICANDO EL MÉTODO PCI EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. TACNA, CASTILLA, PIURA, 2022"

Para conseguir el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que con la finalidad de cumplir con éxito la mencionada investigación es necesario realizar la inspección visual del pavimento flexible de la Avenida Tacna – Castilla.

Por lo tanto:

Solicito a usted me brinde la autorización correspondiente para realizar la mencionada inspección. Con la seguridad, de que lo solicitado será atendido por ser de justicia, agradeciéndole de antemano por su apoyo.

Piura, 11 de marzo de 2022.

KATHERINE CECILIA GARRIDO VILLEGAS

DNI: 75275940

Validación de instrumentos de investigación.

CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación cuyo título es:

"Evaluación de las patologías aplicando la metodología PCI en el pavimento flexible de la Av. Tacña – Castilla – Piura - 2022 ", cuyo autor es Katherine Cecilia Garrido Villegas, estudiante de la escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo – Campus Piura

Dichos instrumentos serán aplicados a la investigación por lo que cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando Las variables del trabajo de investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado para los fines de considero pertinentes.

Piura, 09 de Marzo de 2022.



CARLOS EDGARDO JACINTO USILLUS
MAG INGENIERO CIVIL

CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación cuyo título es:

"Evaluación de las patologías aplicando la metodología PCI en el pavimento flexible de la Av. Tacna - Castilla - Piura - 2022", cuyo autor es Katherine Cecilia Garrido Villegas, estudiante de la escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo – Campus Piura.

Dichos instrumentos serán aplicados a la investigación *por* lo que cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando Las variables del trabajo de investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado para los fines de considere pertinentes.

Piura, 09 de Marzo de 2022.



DONALD EUGENIO PACTIEREZ FERIAL
INGENIERO CIVIL
CIP N° 54786
DOCTOR EN INGENIERIA ESTRUCTURAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CONSTANCIA

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE
INVESTIGACIÓN**

Por la presente el que suscribe Mgtr Luis Enrique Ordinola Enríquez deja constancia haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación cuyo título es:

“Evaluación de patologías aplicando la metodología PCI en el pavimento flexible de la Av. Tacna – Castilla – Piura - 2022”, cuyo autor es Katherine Cecilia Garrido Villegas, estudiante de la escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo – Campus Piura.

Dichos instrumentos serán aplicados a la investigación por lo que cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando Las variables del trabajo de investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado para los fines de considere pertinentes.

Piura, 20 de Febrero del 2022


Mgtr LUIS ENRIQUE ORDINOLA ENRIQUEZ

LUIS ENRIQUE ORDINOLA ENRIQUEZ
ING CIVIL CIP: 159831
CONSULTOR EN OBRAS CIVILES C 103435
Mgtr. INGENIERIA ESTRUCTURAL
Mgtr. TRANSPORTES Y CONSERVACION VIAL

Cálculo de resultados:

CALCULO DEL MUESTREO

LONG TOTAL	1200
ANCHO DE LA VIA	5
LONG DE LA UM	46

NUMERO MINIMO DE UNIDADES DE MUESTRA	26.0869565	26
--------------------------------------	------------	----

26 MUESTRAS DE LONG DE 46 MTS

UNIDADES DE MUESTRA DE INSPECCIONAR	10.1463415	10
-------------------------------------	------------	----

SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO PARA INSPECCIONAR

INTERVALO DE MUESTREO 2.6

GRAFICA DE DIVISION DE MUESTRAS



Tabla 12: Total de fallas encontradas en la Av. Tacna – Castilla

N°	CLASE DE FALLA	SÍMBOLO	UNIDAD	SEVERIDAD			TOTAL
				L	M	H	
1	Piel de Cocodrilo	PC	M2	1			1
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	M2	1	1	3	5
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	M2	2	1	2	5
7	Grieta de Borde	GB	ML	1			1
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	ML		3		3
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	ML	1	1	2	4
11	Parqueo	PA	M2		1	1	2
12	Pulimiento de Agregados	PU	M2	2	1	3	6
13	Huecos	HUE	UND		3	7	10
16	Desplazamientos	DES	M2		1		1
17	Grieta Parabólica	GP	ML		1		1
19	Desprendimiento de Agregados	DAG	M2	1	5	4	10
							49

FUENTE: Elaboración propia

Cálculo del PCI por muestra

TRAMO N° 01

	DAÑO	SEVERIDAD	UND	UBICACIÓN		AREA /LONGITUD/UND			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL
				X(m)	Y(m)	L(m)	A(m)	Und		
1	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M	M2			26.00	2.00	-	52	52
2	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	M	ML			26	0		26	26
3	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	H	ML			2.9			2.9	2.9
4	HUECOS	H	UND					1	1	
5	HUECOS	H	UND					1	1	
6	HUECOS	H	UND					1	1	3
7	DESPLAZAMIENTOS	M	M2			1.2	0.5		0.6	0.6

AREA DE EVALUACIÓN 230

FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
DAG	M	M2	52					52	22.60869565	26.5
GR	M	ML	26					26	11.30434783	17.85
GLT	H	ML	2.9					2.9	1.260869565	8.97
HUE	H	UND	1	1	1			3	1.304347826	56.11
DES	M	M2	0.6					0.6	0.260869565	3.65
								TOTAL VD		113.08

Número de valor deducidos >2 (q)	5
Valor deducido más ato (HVDI)	56.11
Número de valor deducidos (mi)	5

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	
1	56.11	26.5	17.85	8.97	3.65	113.08	5	58.54	
2	56.11	26.5	17.85	8.97	2	111.43	4	62.86	
3	56.11	26.5	17.85	2	2	104.46	3	65.23	
4	56.11	26.5	2	2	2	88.61	2	63.17	
5	56.11	2	2	2	2	64.11	1	64.11	
								MÁXIMO VDC	65.23

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)		PCI =	34.77
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO		PCI=	MALO

TRAMO N' 03

	DANO	SEVERIDAD	UND	UBICACION		AREA/LONGITUD/UND			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL
				*(+)	*(+)	£(m)	A(m)	Und		
1	ABLLTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	BAJA	M2			3.01	2.0			
2	PULIMIENTO DE AGREGADOS	BAJA	M2			5	2		11	11
3	3RIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	BAJA	ML							

AREA DE EVALUACION

230

EALIA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DELISIDAD (&	VALOR DEDUEIDO
ABH	M	M2							2.6	7.5
PU	M	M2	11					1	3.3	0.7
									TOTALVD	21.2

Número de valor deducidos >2 (q)	2
Número de valores de âxiAs (mi)	3

CALCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

N'	VALORES DEDUCIDOS					VOT	q	VDC
1	12.9	7.7	0.7			21.4	3	10.99
2	12.9	7.7				22.6	2	16.14
3	12.9					16.9	1	16.95
							MAXIMO VDC	44.0

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)		PCI =	8.305
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO		PCI =	MUY BUENO

TRAMO N°05

L	AGREGADOS DESprendimiento DE	MEDIO	M2	1.20	1.20	1.44	
2	AGREGADOS	MEDIO	M2	20	1.2	24	25.44
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE GRIETAS LONGITUDINALES Y	ALTA	M2	1	1.1	1.1	1.1
4	TRANSVERSALES GRIETA DE REFLEXION DE	ALTA	ML	20		20	20
3	JUNTA	MEDIA	ML	5		5	5

AREA DE EVALUACIÓN 230

FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
DAG	M	M2	1.44	24				25.44	11.06	19.67
BLO	H	M2	1.1					1.1	0.48	3.04
GLT	H	ML	20					20	8.70	31.99
GR	M	ML	5					5	2.17	4.57
									TOTAL VD	59.27

Número de valor deducidos >2 (q)	4
Valor deducido más alto (HVDi)	31.99
Número de valor deducidos (mi)	4

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	
1	31.99	19.67	4.57	3.04		59.27	4	32.48	
2	31.99	19.67	4.57	2		58.23	3	36.76	
3	31.99	19.67	2	2		55.66	2	40.96	
4	31.99	2	2	2		37.99	1	37.99	
								MÁXIMO VDC	40.96

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)		PCI =	59.04
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO		PCI =	BUENO

TRAMON"7

	DAÑO	SEVERIDAD	UND	UBICACIÓN		AREA /LONGITUD/UND			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL
				X(m)	Y(m)	L(m)	A(m)	Und		
1	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	BAJO	M2			9.00	5.00		45	45
2	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	ALTO	M2			2.6	1.6		4.16	4.16

AREA DE EVALUACIÓN 230

FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
ABH	L	M2	45					45	19.57	27.59
	H	M2	4.16					4.16	1.81	20.05
								TOTALVD		47.64

Número de valor deducidos >2 (q)	2
Valor deducido más alto (HVDi)	27.59
Número de valor deducidos (mi)	2

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO POR REGIÓN

Nº	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	27.59	20.05				47.64	2	35.4
2	27.59	2				29.59	1	29.59
						MÁXIMO VDC		64.99

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)		PCI =	64.6
CONDICIÓN DEL GTA00 DEL PAVIMENTO		PCI =	BUENO

TRAMÓN'D

	DATgI	SMBIDAII	UND	UBICACIÓN		AREA /LONGITUD/UND			CARfIDAII	TOfAt
				X(m)	Y(m)	L(m)	A(m)	Und		
1	URIRAL LONGITUDINALES Y	MEDIO	M2			3.00			5.00	5.00
	DEDRENDMIENTO DEAGREGADOS	MEMO	M2			0.8	0.8		6.40	6.4
	PUUMIENTO DE AGREGADOS	BAO	M2			2.0	1.4		28.0	28

AREA DE EVALUATION

230

FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIO
GLT	M	M2							2.1	4.9	
OAU	M	M2	6.4					6.4	2.7	10.94	
PU	L	M2	28					28		4.1	
									TOTALVD	20.08	

CALCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

ly'	VALORES DEDUCIO€E				vOT	q	vOC
1	10.94	4.33	4.1		20.08	3	10.06
2	10.94	4.95	2		17.9	2	12.8
3	10.94	2	2		14.94	1	14.94
						M@IMOVIX	14.94

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI =	85.06
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO	PCI=	EXCELENTE

TRAMO N° 11

	DAÑO	SEVERIDAD	UND	UBICACIÓN		AREA/LONGITUD/UND			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL
				X(m)	Y(m)	L(m)	A(m)	Und		
1	DESPRENDIMIENTO DEAGREGADOS	BAJO	M2			2.00	0.30		0.6	0.6

AREA DE EVALUACIÓN 230

FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
DAG	L	M2	0.6						0.6	0.261	0.64
										TOTAL VD	0.64

Número de valor deducidos >2 (q)	0
Valor deducido más ato (HVDi)	0.64
Número de valor deducidos (mi)	1

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	0.64						0.64	1	0.64
								MÁXIMO VDC	0.64

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI =	99.36
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO	PCI=	EXCELENTE

TRAMO N' 13

	DAÑO	SEVERIDAD	UND					CANTIDADES PARCIALES	TOTAL
1	PIEL DE COCODRILO	BAJA	M2			6.00	2.00	12	12

AREA DE EVALUACIÓN 230

PC	I	M2	12					1	5.22	26.1
									TOTAL	26.1

Número de valor deducidos >2 (q)	1
Valor deducido más ato (HVDi)	26.2
Número de valor deducidos (mi)	1

CALCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

1	26.2					2k2	5	26.2	
								M@IM0 VDC	61

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI =	73.8
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO	PCI =	BUENO

TRAMO N° 15

	DAÑO	SEVERIDAD	UND				CANTIDADES PARCIALES	TOTAL
1	HUECOS	ALTO	UND				1	
2	HUECOS	ALTO	UND				1	2
3	GRIETA PARABOLICA	MEDIO	ML		5			
4	PARCHEO	MEDIO	M2	4	0.7		2.8	2.8

AREA DE EVALUACIÓN 230

HUE	H	UND	1					0.8	49.75	
GP	M	ML						2.1	20.32	
PA	M	M2	2.8				2.8	1.2	11.02	
									TD7AL VD	81.08

Número de valor deducidos >2 (q)	3
Valor deducido más ato (HVDi)	49.75
Número de valor deducidos (mi)	3

CALCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

1	49.75	20.32	11.02			81.08	3	51.21
2	49.75	20.32	2			72.07	2	52.45
3	49.75	2	2			53.75	1	53.75
							M@IMOVDC	U7.41

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) (PCI)	PCI =	46.25
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO	PCI =	REGULAR

TRAMON" 17

	DAÑO	SEVERIDAD	UND	UBICACIÓN		AREA /LONGITUD/UND			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL
				X(m)	Y(m)	L(m)	A(m)	Und		
1	HUECOS	ALTA	MND					1	1	1
2	GRIETA DE BORDE	BAJO	ML			6			6	6
3	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	MEDIO	ML			5			5	5
4	AGRIETAMIENTO EN BKXJUE	MEDIA	M2			3	3		9	9
5	DESPRENDIMIENTO DE AGREGAOS	MEDIO	M2			1.3	3		3.9	3.9
6	ABMLTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	MEDIO	M2			R7	1		0.7	0.7

HUE	H	UND	1										
GB	L	ML	6						S	ZS			
GR	M	ML	5						^	117		4J7	
BLO	M	M2	9						9	i		9	
DAG	M	M2	3.9							L		^	
ABH	M	M2	0.7						117			4.41	
										TOTAL VD		68.68	
<p style="color: red;">@LOJLO EEL VAL£¥t RI€@0D 0iE?¥AI</p>													
1	36.88	9.84	9.67	4.57	4.4	=r	68.68	6	31.21				
2	36.88	9.84	9.67	4.57	4.4	r	67.36	5	33.42				
3	W	9s	9s	4J7	2i	2r	64.96	4	35.98				
4	W	9s	9&	2i	2i	2r	62.39	3	39.55				
5	W	9@		2i	2i	2r	54.72	2	40.3				
6	368g			4i	4i	4r	46.88	1					
										MAXIMO VDC		D7M)	
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)			RI=	53.12									

TRAMON" 19

	DAÑO	SEVERIDAD	UND	UBICACIÓN		AREA /LONGITUD/UND			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL
				X(m)	Y(m)	L(m)	A(m)	Und		
1	HUECOS	MEDIO	UND					1	1	3
2	HUECO	MEDIO	UND					1	1	
3	HUECO	MEDIO	UND					1	1	
4	PUMMIENTO DEAGREGADDS	MEDIO	M2			5	3		15	15

AREA DE EVALUACIÓN 230

FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
HUE	M	UND	1	1	3	1.30	36.2
U	M	ML	15		15	6.52	2.06
TOTAL VD							38.26

Número de valor deducidos >2 (q)	2
Valor deducido más ato (HVDi)	36.2
Número de valor deducidos (mi)	2

€ÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO POR REGIÓN

Nº	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	36.2	2.06	38.26	2	28.53
2	36.2	2	38.2	1	38.2
MÁXIMO VDC					66.73

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)		PCI =	61.8
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		PCI =	BUENO

Cálculo del PCI por muestra adicional

TRAMO N° 21

	DAÑO	SEVERIDAD	UND	UBICACIÓN		AREA /LONGITUD/UND			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL
				X(m)	Y(m)	L(m)	A(m)	Und		
1	HUECOS	ALTO						1	1	3
2	HUECOS	ALTO						1	1	
3	HUECOS	ALTO						1	1	
4	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	ALTO				16	4		64	64
5	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	ALTO				26	5		130	130

AREA DE EVALUACIÓN 230

FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
HUE	H	UND	1	1	1	3	1.30	56.05
BLO	H	ML	64			64	27.83	44.92
DAG	H	ML	130			130	56.52	70.16
TOTAL VD								171.13

Número de valor deducidos >2 (q)	6
Valor deducido más ato (HVDi)	56.05
Número de valor deducidos (mi)	6

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

N°	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
1	70.16	56.05	44.92	171.13	3	96.34
2	70.16	56.05	2	128.21	2	85.11
3	70.16	2	2	74.16	1	74.16
MÁXIMO VDC						255.61

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)		PCI =	3.66
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO		PCI =	FALLADO

IIAMO N' 23

	DAÑO	SEVERIDAD	UND	UBICACIÓN		AREA /LONGITUD/UND			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL
				X(m)	Y(m)	L(m)	A(m)	Und		
1	AGIETAMIENTO EN BLOQUE	ALTO	M2			24.00	5.00		120	120
2	H8ECOS	ALTO	AND					1	1	1
3	PARCHEO	ALTO	M2			1	0.5		0.5	0.5
4	AB8LIAMIENTOS Y H8NDIMIENTOS	ALTO	M2			0.8	0.6		0.48	1.11
5	AB8LIAMIENTDS Y H8NDIMIENTOS	ALTO	M2			0.9	0.7		0.63	
6	DESPKENDIMEIJTODE AGKEGADDS	ALTO	M2			6	5		30	30

AREA DE EVALUACIÓN 230

FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
BLO	H	M2	120				120	52.17	57.51
HUE	H	UND	1				1	0.43	36.88
PA	H	M2	0.5				0.5	0.22	9.6
ABH	H	M2	0.48	0.63			1.11	0.48	24.86
DAG	H	M2	30				30	13.04	45.8
								TOTAL VD	174.65

Número de valor deducidos >2 (q)	5
Valor deducido más ato (HVDI)	57.51
Número de valor deducidos (mi)	5

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	57.51	45.8	36.88	24.86	9.6		174.65	5	86.39
2	57.51	45.8	36.88	24.86	2		167.05	4	88.82
3	57.51	45.8	36.88	2	2		144.19	3	85.68
4	57.51	45.8	2	2	2		109.31	2	75.66
5	57.51	2	2	2	2		65.51	1	65.51
								MÁXIMO VDC	402.06

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)		PCI =	11.18
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO		PCI =	MUY MALO

TfAM0 8'25

	DAÑO	SEVERIDAD	UND					CANTIDADES	
1	AGRIE#AMIE#T0 EN BfOQLE	ALTO	M2			10.00)	7.8	70	70
	DUP9E#DIMIENTODE AGREGADOS	ALTO	M2			6	4	24	24

AREA DE EVALUACIÓN 230

FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
BLO	H	M2	70					70	30.43	46.64
DAG	M	UND	24					24	10.43	42.54
									TOTAL VD	89.18

Número de valor deducidos >2 (q)	2
Valor deducido más ato (HVDi)	46.64
Número de valor deducidos (mi)	2

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

Nº	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
1	46.64	42.54			89.18	2	63.51
2	46.64	2			48.64	1	48.64
						MÁXIMO VDC	112.15

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)		PCI =	36.49
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO		PCI=	MALO

Tablas resumen

Tabla 13: Severidad se cada patología encontrada.

TIPO DE FALLA	SEV. BAJA	SEV. MEDIA	SEV. ALTA
ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	L		
ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	L		
ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS		M	
ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS			H
ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS			H
AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	L		
AGRIETAMIENTO EN BLOQUE		M	
AGRIETAMIENTO EN BLOQUE			H
AGRIETAMIENTO EN BLOQUE			H
AGRIETAMIENTO EN BLOQUE			H
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	L		
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		M	
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		M	
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		M	
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		M	
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		M	
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS			H
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS			H
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS			H
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS			H
DESPLAZAMIENTOS		M	
GRIETA DE BORDE	L		
GRIETA PARABOLICA		M	
GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA		M	
GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA		M	

GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA		M	
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	L		
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES		M	
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES			H
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES			H
HUECOS		M	
HUECOS		M	
HUECOS		M	
HUECOS			H
PARCHEO		M	
PARCHEO			H
PIEL DE COCODRILLO	L		
PULIMIENTO DE AGREGADOS	L		
PULIMIENTO DE AGREGADOS	L		
PULIMIENTO DE AGREGADOS		M	
PULIMIENTO DE AGREGADOS			H
PULIMIENTO DE AGREGADOS			H
PULIMIENTO DE AGREGADOS			H

FUENTE: Elaboración propia.

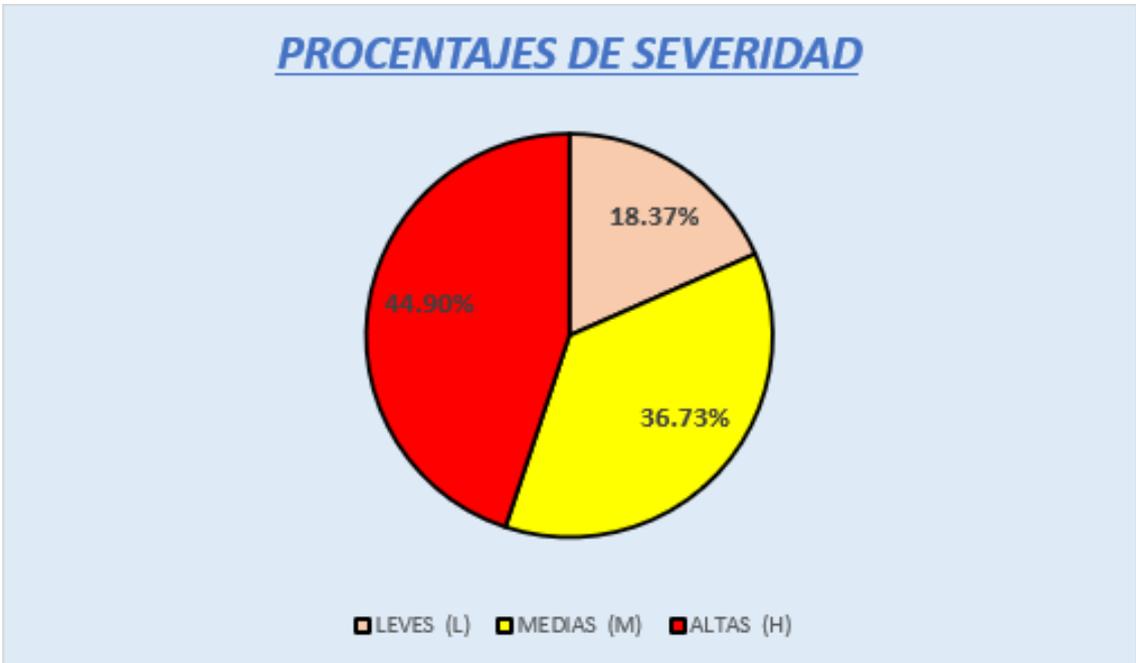


Figura 9: Porcentaje de severidad

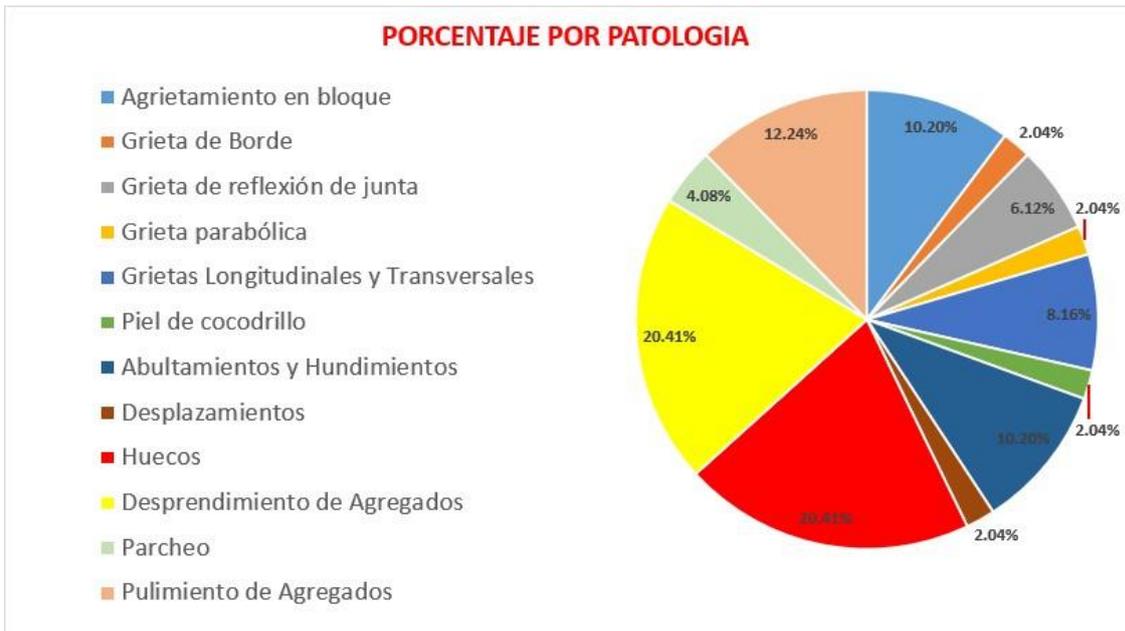


Figura 10: Porcentaje por patología.

Tabla 14: *Calculo del PCI del pavimento flexible de la Av. Tacna – Castilla – Piura*

PCI_R	60.08
PCI_A	17.11

MUESTRAS	10
ADICIONALES	3

PCIS =	59.16
---------------	--------------

CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO
---	--------------

FUENTE: Elaboración propia.

Patologías identificadas en la Av. Tacana – Castilla – Piura.



Figura 11: Pulimiento de agregados.



Figura 12: Desprendimiento de agregados.



Figura 13: Desprendimientos de agregados



Figura 14: Parcheo



Figura 15: Piel de cocodrillo



Figura 16: Desprendimiento de agregados



Figura 17: Pulimiento de agregados



Figura 18: Huecos



Figura 19: Desprendimiento de agregados



Figura 20: Huecos



Figura 21: Pulimiento de agregados



Figura 22: Pulimiento de agregados



Figura 23: Desprendimiento de agregados



Figura 24: Desprendimiento de agregados



Figura 25: Agrietamiento en Bloque



Figura 26: Agrietamiento en bloque.



Figura 27: Parcheo.

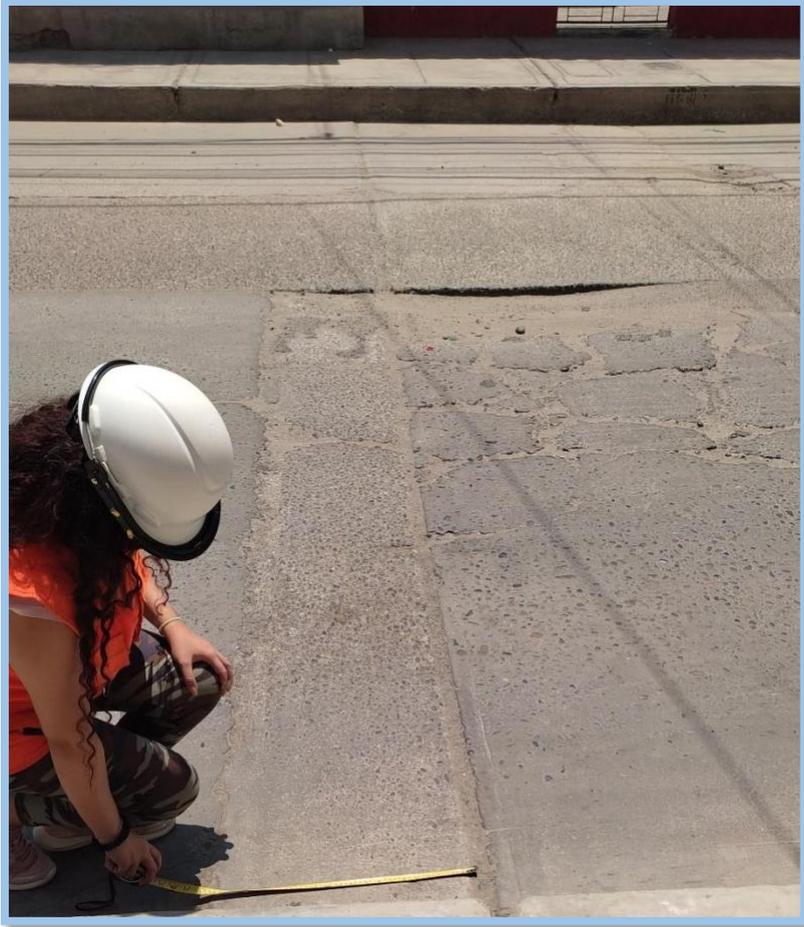


Figura 28: Parcheo

Tabla 15: Matriz de consistencia

Evaluación de las patologías aplicando la metodología PCI en el pavimento flexible de la Av. Tacna – Castilla – Piura – 2022 ^a						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	DEFINICIÓN		OPERACIONALIZACIÓN		
		CONCEPTUAL	OPERACIONAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
¿De qué modo la evaluación de las patologías aplicando la metodología PCI en el pavimento flexible de la Av. Tacna – Castilla – Piura, nos permite determinar su estado de conservación?	<p>GENERAL:</p> <p>Evaluar las patologías aplicando la metodología PCI al pavimento flexible de la Av. Tacna – Castilla – Piura.</p>	<p>Las patologías son el estudio sistemático de los procesos y características de las “enfermedades” o los “defectos y daños” que puede sufrir el concreto, sus causas, consecuencias y remedios. En resumen, se entiende por Patología a aquella parte de la durabilidad que se refiere a los signos, causas posibles y diagnóstico del deterioro que experimentan las estructuras del concreto. (Rivva, 2006)</p>	<p>Las patologías son ocasionadas por diversos factores ya sean físicos, mecánicos o químicos, estos se encuentran en diferentes tipos de fallas como son las patologías por fisuras, erosión, desgaste, estas patologías en su mayoría producen daños mayores a la estructura de en este caso los pavimentos flexibles, ocasionando un mayor daño en estos pavimentos.</p>	Evaluación de patologías en pavimento flexible	Nivel de severidad	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo • Medio • Alto
	<p>ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Precisar el nivel de severidad que presentan las patologías identificadas en el pavimento flexible Av. Tacna – Castilla – Piura. • Identificar las patologías existentes en el pavimento flexible Av. Tacna – Castilla – Piura. • Determinar el estado de conservación del pavimento flexible Av. Tacna – Castilla – Piura. 				Patologías	<ul style="list-style-type: none"> • Piel de cocodrilo • Pulimento de agregados • Fallas de superficie • Fisuras • Deformaciones
					Estado de conservación	<ul style="list-style-type: none"> • Operacional • Funcional

FUENTE: Elaboración propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ORDINOLA ENRIQUEZ LUIS ENRIQUE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Evaluación de patologías aplicando la metodología PCI en el pavimento flexible de la Av. Tacna – Castilla – Piura - 2022", cuyo autor es GARRIDO VILLEGAS KATHERINE CECILIA, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

PIURA, 04 de Abril del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ORDINOLA ENRIQUEZ LUIS ENRIQUE DNI: 16458959 ORCID 0000-0003-0439-4388	Firmado digitalmente por: OENRIQUEZLE el 18-04- 2022 21:56:59

Código documento Trilce: TRI - 0294492