



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación del pavimento flexible mediante el método PCI de la av.  
Don Bosco entre las av. Marcavelica y av. Raúl Mata de la Cruz.  
Veintiséis de Octubre – Piura. 2020.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Cardoza Castro, Alexander Manuel (ORCID: 0000-0002-2772-2751)

Coba Correa, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-6215-5636)

**ASESORA:**

Mg. Saldarriaga Castillo, María del Rosario (ORCID: 0000-0002-0566-6827)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de Infraestructura Vial

PIURA – PERÚ

2020

### **Dedicatoria**

A DIOS, por darnos la inteligencia y la sabiduría de poder cumplir con nuestro propósito, ya que sin él no somos nada, y nos encamina al camino correcto.

A nuestros padres porque están siempre con nosotros en las buenas y en las malas apoyándonos, enseñándonos el camino correcto a seguir lleno de valores y principios ya que sin ellos no hubiera podido cumplir con mis objetivos.

### **Agradecimiento**

A nuestros padres, que a lo largo de nuestras vidas siempre nos han motivado en nuestra formación profesional, creyendo en cada uno de nosotros y apostando por nuestras habilidades en todo momento y lugar.

A nuestros profesores, por nuestros conocimientos impartidos en nuestras aulas, por su paciencia y buenas enseñanzas; a ellos les debemos todo lo que sabemos hasta ahora, un eterno agradecimiento.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de cuadros.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. MÉTODOLÓGÍA.....	14
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	14
3.2 Variables y operacionalización.....	14
3.3 Población, muestra y muestreo.....	15
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5 Procedimientos.....	17
3.6 Método de análisis de datos.....	17
3.7 Aspectos éticos.....	17
IV. RESULTADOS.....	18
V. DISCUSIÓN.....	30
VI. CONCLUSIONES.....	33
VII. RECOMENDACIONES.....	34
REFERENCIAS.....	35
ANEXOS.....	39

## Índice de Cuadros

Cuadro 1. Técnicas e instrumentos a aplicar por objetivos y unidad de Investigación.....	17
Cuadro 2. Plano catastral, ubicación de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz. Distrito Veintiséis de Octubre – Piura. 2020.....	19
Cuadro 3. Total, fallas encontradas en el pavimento flexible en la Av. Don Bosco.....	20
Cuadro 4. Severidad de las fallas por cada unidad de muestra (Primer Carril).....	22
Cuadro 5. Severidad de las fallas por cada unidad de muestra (Primer Carril).....	22
Cuadro 6. Resultados del PCI por unidad de muestra (Primer carril) .....	26
Cuadro 7. Resultados del PCI por unidad de muestra (Segundo carril) .....	26
Cuadro 8. Ficha de registro de observación.....	39
Cuadro 9. Rangos de longitud según el ancho de la calzada.....	41
Cuadro 10. Unidades de muestra para hallar el Índice de Condición del Pavimento (PCI).....	41
Cuadro 11. Escala de clasificación del PCI.....	42

## Índice de Tablas

Tabla 1. Método de evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), carreteras y estacionamiento con superficie asfalto siguiendo la normativa ASTM D6433-16.....	40
Tabla 2. Muestra 06 evaluada por el método del PCI (Primer carril) .....	43
Tabla 3. Muestra 07 evaluada por el método del PCI (Primer carril) .....	44
Tabla 4. Muestra 09 evaluada por el método del PCI (Primer carril) .....	45
Tabla 5. Muestra 11 evaluada por el método del PCI (Primer carril) .....	46
Tabla 6. Muestra 12 evaluada por el método del PCI (Primer carril) .....	47
Tabla 7. Muestra 14 evaluada por el método del PCI (Primer carril) .....	48
Tabla 8. Muestra 15 evaluada por el método del PCI (Primer carril) .....	49
Tabla 9. Muestra 19 evaluada por el método del PCI (Primer carril) .....	50
Tabla 10. Muestra 21 evaluada por el método del PCI (Primer carril) .....	51
Tabla 11. Muestra 26 evaluada por el método del PCI (Primer carril) .....	52
Tabla 12. Muestra 36 evaluada por el método del PCI (Primer carril) .....	53
Tabla 13. Muestra 01 evaluada por el método del PCI (Segundo carril) .....	54
Tabla 14. Muestra 02 evaluada por el método del PCI (Segundo carril) .....	55
Tabla 15. Muestra 03 evaluada por el método del PCI (Segundo carril) .....	56
Tabla 16. Muestra 04 evaluada por el método del PCI (Segundo carril) .....	57
Tabla 17. Muestra 05 evaluada por el método del PCI (Segundo carril) .....	58
Tabla 18. Muestra 06 evaluada por el método del PCI (Segundo carril) .....	59
Tabla 19. Muestra 07 evaluada por el método del PCI (Segundo carril) .....	60
Tabla 20. Muestra 16 evaluada por el método del PCI (Segundo carril) .....	61
Tabla 21. Muestra 21 evaluada por el método del PCI (Segundo carril) .....	62

Tabla 22. Muestra 22 evaluada por el método del PCI (Segundo carril) .....	63
Tabla 23. Muestra 23 evaluada por el método del PCI (Segundo carril) .....	64

## RESUMEN

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo principal evaluar el estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz del Distrito Veintiséis de Octubre - Piura. 2020. La metodología a utilizar es de tipo de investigación aplicada, de diseño de investigación no experimental – transversal, de nivel descriptivo, de enfoque cuantitativo, su población es toda la Av. Don Bosco. Distrito Veintiséis de Octubre – Piura. 2020 cuya longitud es de 5 Km y la muestra fue de tipo no probabilística por conveniencia cuya longitud es de 1 km, la técnica a usar fue la observación y el instrumento la ficha de observación. El resultado general fue que el pavimento flexible tiene un PCI de 45.56%. Se obtuvo como conclusión general que el estado del pavimento flexible es regular de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz. Distrito Veintiséis de Octubre – Piura. 2020.

**Palabras clave:** Pavimento flexible, fallas del pavimento, Índice de Condición del Pavimento (PCI).



## **Abstract**

The main objective of this research work was to evaluate the state of the flexible pavement using the PCI method of Av. Don Bosco between Av. Marcavelica and Av. Raúl Mata de la Cruz of the Twenty-sixth District of October – Piura. 2020. The methodology to be used is applied research, non – experimental research design – transversal, descriptive level, quantitative approach, and its population is the entire Av. Don Bosco. District Twenty – six of October – Piura. 2020 whose length is 5 km and the simple was of a non – probabilistic type for convenience whose length is 1 km, the technique to be used was the observation and the instrument the observation sheet. The general result was that the flexible pavement has a PCI of 45.56%. It was obtained as a general conclusion that the state of the flexible pavement is regular on Av. Don Bosco between Av. Marcavelica and Av. Raúl Mata de la Cruz. District Twenty-six of October-Piura. 2020.

**Keywords:** Flexible pavement, pavement failures, Pavement Condition Index (PCI)

## **I. INTRODUCCIÓN**

En el transcurrir de los años y en diferentes partes del mundo con respecto a las carreteras y vías construidas de pavimento flexible se encuentran con las mismas deficiencias tanto con fallas superficiales y fallas estructurales, estos pavimentos asfálticos son estructuras de material bituminoso, conformada por una capa de rodadura menor a los 4cm de espesor que va por encima del pavimento flexible que lo cubre de las aguas de la lluvias para que no dañen a este mismo, así mismo están apoyados por una base y sub base que se encuentran debajo del pavimento asfáltico y están construidas de material granular. Por lo tanto, la función principal con que se construyen los pavimentos flexibles es brindar una excelente seguridad, comodidad y transitabilidad a los usuarios que van dentro de un vehículo ya sea público o privado.

Por otro lado, en el Perú, los pavimentos flexibles en algunos casos son dañados por el aumento del tráfico vehicular, por las lluvias, los cambios climáticos, límite de su vida útil y la falta de mantenimiento. En estos casos se buscará si necesariamente se requiere una rehabilitación o un mantenimiento a un corto plazo si así lo amerita. Por lo tanto, en Piura hemos sido afectados por las lluvias del fenómeno del niño en el año 1983, 1998 y 2017 afectando a las vías urbanas y rurales dentro de la misma región, tal efecto se comenzaron las rehabilitaciones correspondientes en el año 2018 a los pavimentos flexibles de las vías afectadas, sin embargo, pese que hay avenidas que han sido reconstruidas recientemente ya están presentando problemas de daños en sus pavimentos de asfalto como lo está pasando en la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Veintiséis de Octubre Piura 2020.

La situación actual que presenta esta vía en su pavimento asfáltico son fallas superficiales como fallas estructurales, ya que ocasiona un malestar para los conductores al fomentarse el tráfico vehicular y el daño a sus propios vehículos, así también causando estrés a los usuarios que viajan en los transportes públicos y privados, y las personas que viven aledañas a esa zona, por tal motivo este pavimento flexible no está cumpliendo con una funcionalidad, seguridad y comodidad adecuada es por eso que los accidentes de tránsito

vehicular pueden ocasionarse en cualquier momento hasta el punto que pueden ser muy letales.

En consecuencia, si añadimos el aumento del tráfico vehicular, los cambios climáticos y la falta de mantenimiento en el transcurrir del tiempo, se desarrollará más la criticidad de los daños que ya se encuentran presentes en el pavimento flexible, y sí continúan así está Av. Don Bosco ya no será muy transitable conforme va avanzando su deterioro y los accidentes serán más propensos a producirse con un mayor grado de gravedad ocasionando que el estrés de las personas sean mayor por estos acontecimientos, por lo tanto la solución a este problema es un mantenimiento o una rehabilitación si así lo amerita ya que en esta investigación se evaluará mediante el método del PCI, donde arrojará en qué condiciones se encuentra este pavimento flexible.

Por lo tanto, se formula la pregunta general: ¿Cuál es la evaluación del pavimento flexible mediante el método del PCI de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Distrito Veintiséis de Octubre Piura 2020? Así mismo se plantearon las siguientes preguntas específicas: ¿Cuáles son los tipos de fallas que presenta la capa de rodadura en la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Veintiséis de Octubre - Piura 2020?; ¿cuál es el grado de severidad de cada una de las fallas encontradas en la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Veintiséis de Octubre - Piura 2020? y ¿cuál es el índice de condición de pavimento de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Veintiséis de Octubre - Piura 2020?

Esta investigación se justifica en evaluar y dar nuestro aporte como investigadores, así mismo determinar en qué condiciones se encuentra este pavimento asfáltico y saber cuáles son los daños ocasionados por lo cual acarrea esta Av. Don Bosco Distrito Veintiséis de Octubre Piura-2020, así también poder identificar si necesariamente necesita con urgencia un mantenimiento o una rehabilitación para mejorar y dar solución a las necesidades de los usuarios que transitan por esta avenida, así también a las personas que viven por esta zona, por tal efecto decimos que esta avenida es una de las principales arterias de atajo directo que logra más rápido en llegar a

sus centros de labores, centros educativos, lugares donde viven y otros, por otro lado una vez realizada nuestra investigación automáticamente se presentará a las autoridades competentes con el fin que se realice el mantenimiento o reconstrucción adecuada a esta avenida antes mencionada, ya que es un beneficio de los transportistas y al cuidado de sus vehículos, y al estrés de las personas que diariamente transcurren por esta vía, así también aportar al cuidado del medio ambiente.

La limitación más importante es el aislamiento social que estamos atravesando en estos tiempos a consecuencia de un virus llamado COVID-19. Otra limitación es el diseño a aplicarse, que no es experimental, limitará a establecer relación causa- efecto y sólo establecerá relación. Por otro lado, es viable en el aspecto ambiental, porque no se causará ni se alterará ningún daño a la carpeta asfáltica. Y en el aspecto técnico es viable porque daremos a conocer a las autoridades competentes las condiciones que presenta esta vía, y realicen el mantenimiento adecuado en un corto plazo.

Se planteó como objetivo general: Evaluar el estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz del Distrito Veintiséis de Octubre - Piura. 2020. Así también, los objetivos específicos son: Identificar los tipos de fallas que presenta la capa de rodadura en la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de La Cruz Veintiséis de Octubre - Piura 2020; establecer el grado de severidad de cada una de las fallas encontradas en la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Veintiséis de Octubre- Piura 2020 y establecer el índice de condición de pavimento de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz. Veintiséis de Octubre-Piura. 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

En el proceso de búsqueda de información hemos encontrado los siguientes trabajos previos a nivel internacional:

DÍAZ, Kevin (2018), Universidad San Francisco de Quito. Tuvo como objetivo principal Implementar un adecuado plan de mantenimiento de la carretera Sardinas – El Chaco, la metodología utilizada por el investigador es descriptiva, no experimental, método del PCI tomando quince muestras de cuarenta metros cada uno, su instrumento inventario vial. La conclusión principal a la que llego es un presupuesto referencial en donde se ha podido apreciar que claramente el costo de una reposición de calzada es mucho más elevado que una lechada o sello superficial. Los mantenimientos más óptimos serían la lechada asfáltica, reconstrucción y nivelación de cunetas, bermas reposición de la capa de rodadura para los sitios con mayor daño y el mantenimiento de la señalización horizontal.

HURTADO, William. (2016), Universidad Internacional del Ecuador. Su objetivo principal es ver la condición de la capa de rodadura del pavimento de la Av. Abdón Calderón en uso, a través de una evaluación superficial y estructural que diagnostica las fallas de la vía. La metodología utilizada por el investigador de tipo de investigación cuantitativa, descriptiva, la conclusión principal a la que llego es: que la mayor parte de la vía se encuentra en pésimas condiciones estructurales en la que se recomienda rehabilitación y/o mantenimientos a corto plazo.

ARROYAVE, Gabriel y ORTEGA, Kelly. (2016), Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia. Su objetivo principal fue Identificar las fallas del pavimento flexible del tramo vía Aguachica- San Alberto (k 050+000 al k 049+000) y la vía Aguachica- Gamarra (k 10 + 000 al k 11+000) Departamento del Cesar, por medio de una auscultación del pavimento y así poder generar las posibles soluciones. La metodología utilizada por los investigadores es de tipo de investigación cuantitativa descriptiva. La conclusión a la que llegaron es: que la vía se encontraba con diferentes fallas estructurales y constructivas es por ello que necesitaban un mantenimiento a la brevedad posible en la vía.

En el proceso de búsqueda de información hemos encontrado los siguientes trabajos previos a nivel nacional:

CAMPOS, Magaly (2019), Universidad Cesar Vallejo. Tuvo como objetivo principal Evaluar el estado de conservación del pavimento flexible en la calle DORADO cuadra 1-10 del Distrito José Leonardo Ortiz – Chiclayo, mediante el método PCI, la metodología utilizada por el investigador fue el análisis descriptivo, teniendo como tipo de investigación aplicada – descriptiva. La población y muestra es la calle Dorado cuadra 1–10, como instrumentos se tiene la hoja de registro de observación por el método del PCI. La conclusión principal un índice de serviciabilidad 1 – 0 y así mismo obteniendo calificación de MUY MALO. Agregado Pulido, Peladura por interperismo y desprendimiento de agregado, grietas de borde. Todas estas fallas están con un grado de severidad de H (ALTO). El estado de pavimento es MALO.

LEGUÍA, Paola y PACHECO, Hans (2016), Universidad San Martin de Porres. Tuvo como objetivo principal determinar la evaluación superficial de pavimentos mediante el método Pavement Condition Index (PCI) para conocer el estado de conservación, la metodología utilizada por los investigadores es de tipo de investigación de enfoque mixto ya que abarca dos tipos: cualitativo y cuantitativa (Descriptiva), la muestra de estudio son las vías arteriales Cincuentenario, Colón y Miguel Grau, (Huacho-Huaura-Lima). El instrumento es, recolección de datos (Independiente), se elaboró un formato de evaluación para la recolección de datos (dependiente). La conclusión principal a la que llegaron es: identifican 14 clases de fallas, dentro de las cuales se presentan 3 tipos de severidad: Baja, Media y Alta, con las cuales se realizó la evaluación superficial del pavimento flexible, la Av. Cincuentenario tiene un PCI de 51.84 conservación “Regular”; la Av. Colón y Miguel Grau tienen un PCI de 59.29 y conservación “Bueno”.

CRUZ, Juli y VALERAM, Gina (2018), Universidad Cesar Vallejo. Tuvo como objetivo principal Evaluar la carretera asfaltada comprendida entre el centro poblado El Castillo y el centro poblado Rinconada, distrito de Santa, provincia del Santa; departamento de Ancash, la metodología utilizada por los autores es cuantitativo, descriptivo - explicativo no experimental. La conclusión principal a la que llegaron: la evaluación superficial de la carpeta asfáltica más

predominantes son la de piel de cocodrilo (29.58%) y fisuras de bloque (38.22%), con los estudios de suelos que la base y sub base tienen un CBR de excelente calidad y propusieron un nuevo diseño estructural: carpeta asfáltica de 0.05m, base granular de 0.25m, sub base granular de 0.30m.

En el proceso de búsqueda de información hemos encontrado los siguientes trabajos previos a nivel local:

CORREA, María y DEL CARPIO, Luis (2019), Universidad de Piura. Tuvo como objetivo principal: Evaluar PCI y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jirón Los Incas de Piura. La metodología utilizada por los autores es de tipo de investigación descriptiva, no experimental, método del PCI usando el software EvalPavCar de acuerdo a la norma internacional ASTM D 6433. La conclusión a la que llegaron el porcentaje de fallas que se repite es el 50 % de huecos, severidad medio (M) en la mayoría de fallas que se encuentran en el jirón y una muy escasa cantidad de fallas con una severidad alta.

HUACO, Jerald (2018), Universidad los Ángeles de Chimbote. Tuvo como objetivo principal: Determinar y evaluar las patologías existentes en el pavimento flexible de las cuadras N° 1 a la N° 5 de la calle Chepa Santos del distrito de La Unión, Provincia y departamento de Piura. La metodología utilizada por el investigador es de investigación de tipo descriptivo, no experimental por método del PCI, sus muestras seleccionaron desde la cuadra N°1 a la N°5 de calle Chepa Santos, del distrito de La Unión, el instrumento es el formulario, la conclusión principal a la que llegó es el 29.41% es desprendimiento de agregados, el 1.86 % es exudación, el 1.82 es piel de cocodrilo, el 1.1 % es huecos, el 0.71% es grieta de borde, el 0.32% desnivel de carril /berma, el 0.32% es abultamiento y hundimiento, el 0.26 % es Ahuellamiento. La patología predominante es: de desprendimiento de agregados con 29.41%, severidad es alto con un PCI (17.64 %), pavimento en un estado MUY MALO.

CHUMACERO, Dios (2017), Universidad los Ángeles de Chimbote. Tuvo como objetivo principal Determinar y evaluar las patologías existentes en el pavimento flexible de la Avenida. Marcavelica. La metodología utilizada por el autor es de

tipo descriptivo, no experimental, su muestra es 1097.4 m y 548.7 m su instrumento hoja de registro de datos. La conclusión principal a la que llego es: 33.66% desprendimiento de agregados, 7.64% huecos, 0.67% grietas longitudinales y transversales, 0.43% parches, 0.38% abultamientos y hundimientos, 0.24% pulimiento de agregados y 0.06% ahuellamiento. La patología predominante es el desprendimiento de agregados (33.66%). La severidad es alta, con una PCI igual a 42.

Como teorías relaciones a nuestra investigación, según (MTC, 2014) pavimento, es una estructura conformada por varias capas construidas una sobre la otra, este mismo va por encima de dos capas llamadas base y sub base y estas mismas están sobre la sub rasante, con la finalidad de soportar y distribuir esfuerzos originados por los vehículos para así no superar las tensiones y deformaciones específicas admisibles en el transcurso de su vida útil del pavimento, brindando así la seguridad y comodidad en el tránsito vehicular. Así mismo tenemos tres tipos de pavimentos, según el (MTC, 2014) el manual clasifica al pavimento en: pavimentos flexibles, pavimentos semirrígidos y pavimentos rígidos.

Por lo tanto, según (MTC, 2014) pavimento rígido, es de material de concreto con una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico y de ser el caso contiene aditivos, su funcionalidad y su durabilidad es más eficiente a los demás pavimentos, su mantenimiento es mínimo y es menos contaminante para el medio ambiente, su estado de vida útil es de 35 a 45 años aproximadamente, así también según (MTC, 2014) el pavimento semirrígido es una estructura compuesta por la combinación de los pavimentos flexibles y rígidos; se considera como pavimento semirrígido la estructura compuesta por carpeta asfáltica sobre base tratada con cemento o sobre base tratada con cal, los pavimentos adoquinados también son pavimentos semirrígidos.

Así también, según (MTC, 2014) los pavimentos flexibles son estructuras construidas de material bituminoso llamado asfalto, sobre este pavimento va una capa de rodadura de material bituminoso menor a los 4cm de espesor que lo cubre de las aguas de las lluvias, y estas a su vez van apoyadas sobre dos capas llamadas base y sub base construidas de material granular, su tiempo de



vida útil es de 16 a 24 años aproximadamente, su mantenimiento es muy constante, en su costo inicial es menor a los demás pavimentos. según (Sabahat Hussan, 2017) los materiales bituminosos, debido a las altas cargas repetitivas del tránsito vehicular estas pueden crear deformaciones permanentes en el pavimento a un corto plazo. Por lo tanto, todos los tipos de pavimentos siempre están constituidos por una capa de rodadura que sirven de protección del mismo.

Según (MTC, 2014) la capa de rodadura: se ubica en la parte superior de un pavimento, y pueden ser de material bituminoso (flexible) se encuentra constituida en el pavimento flexible, el de material de concreto (rígido) se encuentra constituido en el pavimento rígido y el de material de adoquines (mixto) se encuentra constituido en el pavimento semirrígido, cuya función es sostener y distribuir directamente el tránsito. Por lo tanto, para la construcción de estos pavimentos primero se nivela y se compacta un base llamado sub rasante para luego construir una capa llamada sub base y luego otra capa llamada base en ese orden una sobre otra, así mismo según (MTC, 2014) base, es una capa de material granular drenante con un  $CBR \geq 80\%$  o será tratada con asfalto, cal o cemento, así mismo una sub base, es una capa de material granular con un  $CBR \geq 40\%$  o especificado, el cual soporta a la base y a la carpeta asfáltica; así también se aprovecha como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua, dependiendo del pavimento esta capa puede eludirse.

Así también según (Tapia, 2015) sub rasante, esta debe soportar las cargas transmitidas del pavimento por el tránsito vehicular, sin tolerar desperfectos o deformaciones que afecten el buen estado del pavimento. Según (Fauzia Saeed, 2019) pavimentos flexibles, están diseñados para soportar cargas mecánicas y degradación funcional debido al tráfico y la carga ambiental. También (Daniel Perraton, 2011) dice que los pavimentos típicos usualmente están dañados por dos problemas, una por las repeticiones de tráfico de vehículos pesados, y la segunda por efectos ambientales como la variación de temperatura y la infiltración de humedad. Además, uno de los deterioros que pueden presentarse en el pavimento flexible es llegar al límite de su vida útil o

al envejecimiento del asfalto que de igual manera es uno de los causantes de los daños del mismo.

Así también según (Kai Yang, 2020) Durante la vida útil de un pavimento, el material bituminoso se encuentra en estado de tensión y carga repetida por un largo tiempo de duración, así mismo el daño por fatiga es la respuesta de carga de tráfico repetida y por reunir daños pequeños bajo cargas repetidas por el paso de vehículos, esta misma baja gradualmente la resistencia del pavimento de asfalto, el esfuerzo cortante sobrepasa la resistencia al corte, la capa intermedia generará una falla por fatiga en las áreas donde los vehículos están acelerando o desacelerando. Por otro lado, al evaluar el pavimento asfáltico utilizaremos la técnica de la observación, y en un instrumento de registro de observación anotaremos los tipos de daños y las mediciones tomadas a cada falla que están presentes en este pavimento asfáltico, para luego ser analizadas y determinar en qué condiciones de severidad se encuentran estos mismos, por lo tanto, un pavimento debe brindar una funcionalidad, comodidad y seguridad adecuada para transitar sobre ella.

Así mismo según (UMSS, 2014) el objetivo de hacer una evaluación al pavimento, es actuar de forma responsable y tomar decisiones rápidas para realizar las medidas correctivas, para el bienestar de la sociedad y del medio ambiente; es por eso que la vivencia de los ingenieros en pavimentos antiguamente no le tomaban mucha importancia a la consideración del mantenimiento o rehabilitación y se dieron cuenta que hoy en día las prioridades es atender y administrar las necesidades que acarrea un pavimento por diferentes causas que le hagan daño al mismo. Así también las fallas en los pavimentos asfálticos se pueden producir según (Leguía y Pacheco, 2016) por funcionalidad, al no brindar una seguridad adecuada donde se ve reflejado cuando el vehículo no transita de forma cómoda, y por falla estructural se presenta cuando el pavimento asfáltico pierde la capacidad portante al tránsito pesado repetitivos.

De igual manera otros factores que intervienen al daño del pavimento asfáltico son por los materiales de baja resistencia o de un espesor inadecuado, así mismo tenemos los daños por defectos constructivos que se producen por los

errores de construcción, por lo tanto, los tipos de fallas en el pavimento flexible que pueden estar presente son: según (ASTM D6433, 2016) 19 tipos de fallas, que se detallarán a continuación, tenemos según (Buttler, 2018) grietas de bloque, se forman generalmente sobre una gran parte de la superficie del pavimento flexible y se observan geométricamente en forma aproximadamente de un rectángulo causadas por la contracción que adolece el concreto asfáltico en la variación de temperatura, y en algunos casos aparecen en áreas que no tienen tráfico vehicular, en consecuencia cuando la humedad ingresa en una gran parte del sistema del pavimento esta va ocasionando otra nueva falla más grave como son los baches.

Así también (Yiren Sun, 2019) está grieta por fatiga es causado por la carga repetida del tráfico pesado, en la mayoría de los procedimientos de diseño de pavimento existentes hay la posibilidad que esta falla sea inducido por la tensión desde el fondo de la capa de hormigón asfáltico y se transmite hacia la superficie del pavimento grietas de abajo hacia arriba, por consiguiente según (Chanjun Chun, 2019) bache es una cavidad circular originada por el daño interno de la capa de hormigón asfáltico que se fatiga y fractura la superficie del pavimento flexible. Por otra parte, el concepto según (ASTM D6433, 2016) abultamientos y hundimientos; los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba causados por la inestabilidad del pavimento, en algunos casos están acompañados por fisuras. Mientras los Hundimientos son desplazamientos hacia abajo y abruptos a causa de pavimentos inestables.

Así también según (ASTM D6433, 2016) corrugación es el daño que abarca una sucesión de cimas y depresiones muy pegadas que se observan a espacios regulares, con aberturas menores a 3.0 m, causadas debido al tránsito vehicular combinado con un pavimento inestable, por lo tanto, si los abultamientos son menores a 3.0 metros de separación entre ellos, por diferentes causas, el daño es por corrugación. Así también según (ASTM D6433, 2016) grieta de borde, se encuentran a una distancia de 0.30 y 0.60 m paralelas al borde exterior del pavimento afectado, se originan por las cargas de tránsito, por el debilitamiento del pavimento y condiciones climáticas de la base o de la sub-rasante próximas al borde del pavimento.

De igual manera según (ASTM D6433, 2016) grietas longitudinales y transversales, las grietas longitudinales son las roturas longitudinales que se encuentran paralelas al eje del pavimento, con aberturas mayor a los 3mm, así mismo mencionamos otras causas y estas se deben a que los ligantes son duros, envejecidos o cuando el clima llega a los 30° C. de igual manera las Grieta transversales se encuentran perpendiculares al eje del pavimento, con aberturas mayor a los 3mm, así mismo mencionamos otras causas y estas se deben a que los ligantes son duros, envejecidos o cuando el clima llega a los 30° C. Así tenemos Según (Adu- Gyamfi, 2014) Al interactuar el tráfico vehicular con el pavimento ya están proporcionando el daño tanto funcional y estructural del mismo. Por tal efecto se evidencia a través de grietas, rugosidad, surcos, deformación permanente o golpes en la superficie del pavimento.

Así también según (ASTM D6433, 2016) pulimento de agregados, se origina por la carga repetida del tránsito vehicular, se manifiesta cuando tocas al agregado y lo sientes suave, reduciendo la adherencia del vehículo con el pavimento, haciendo el examen correspondiente. Así también según (ASTM D6433, 2016) huecos, se originan cuando el tráfico vehicular desprende por pedazos pequeños a la superficie del pavimento por ser una superficie inestabilidad o porque hay partes débiles en la base o sub rasante, otra causa es porque hay una gran severidad cuando se forma la piel de cocodrilo, los huecos son menores a los 0.90m y llegan aumentar cuando hacen contacto con el agua. según (ASTM D6433, 2016) hinchamiento, se encuentra presente por un pandeo hacia arriba que ocurre en la parte de la superficie del pavimento, y es mayor a 3 m. en algunos casos se forma un agrietamiento superficial, originado por los suelos expansivos de alta potencia o por el congelamiento de la sub-rasante.

También según (ASTM D6433, 2016) meteorización/ desprendimiento de agregado, se originan porque va desapareciendo el ligante asfáltico desprendiéndose por partículas el agregado. Por otro lado, según (ASTM D6433, 2016, P.1) PCI significa Índice de Condición del Pavimento, es un procedimiento que consiste en hallar el estado del pavimento siguiendo una inspección visual usando la metodología PCI que cuantifica el estado del

pavimento. Así también según (Leguía, y otros, 2016, pp. 43-44) severidad es la criticidad del deterioro en términos de su progresión, importantes deberán ser las medidas para su corrección, Bajo (L) se perciben entre más severo es el daño, más vibraciones en el vehículo no es necesaria la reducción de la velocidad, Medio (M) las vibraciones de los vehículos son significativas se requiere una reducción de la velocidad, Alto (H) las vibraciones de los vehículos son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable.

Por otro lado, según (Ministerio de Obras Públicas, 2015) mezcla asfáltica en caliente es la mezcla de áridos (lleva desilusión mineral) con un ligante estas determinan las propiedades físicas de la combinación, su proceso constructivo implica calentar el agregado pétreo y el ligante a alta temperatura, muy superior a la ambiental, enseguida esta mezcla es colocada en obra. Así mismo según (Mezclas asfálticas en frío en Costa Rica, 2009) mezclas asfálticas en frío es un combinado de material mineral con o sin material mineral, con asfalto emulsionado o rebajado, todo esto es a una temperatura ambiente.

Como aporte a nuestra investigación, al evaluar al pavimento flexible de la Av. Don Bosco, se hizo mediante la observación objetiva para identificar en qué estado se encuentra esta vía y así mismo determinar los daños que presenta este pavimento, pero antes de evaluar esta avenida, investigamos sus conceptos, causas y cuantos tipos de fallas podemos encontrar en cualquier pavimento flexible, con el fin de lograr identificar los daños que dificulta esta vía, por lo tanto sustentamos que un pavimento viene ser una estructura que comprende una o varias capas, estas mismas están apoyadas por una capa llamada base que es de material granular de alta resistencia a la deformación otra capa llamada sub base que es también de material granular, y tiene menores esfuerzos a comparación de la base y estas a su vez están apoyadas por una sub rasante que es propia del terreno natural, estas se realizan para una mejor transitabilidad y seguridad a los usuarios que transitan por esta misma vía.

Por lo tanto, tenemos tres tipos de pavimentos; flexibles, rígidos y mixtos, pero sólo nos enfocamos en el pavimento flexible que es objeto de evaluación, se define como una capa de material bituminoso apoyados de una base y sub base,

por otro lado, los resultados que obtuvimos es un número de 19 tipos de fallas que podemos hallar en cualquier pavimento asfáltico, y su origen del daño son casi en su mayoría por no cumplir con las especificaciones técnicas requeridas para diseñar un pavimento flexible la cual se verán sustentadas por la inestabilidad de la capa de rodadura, por un error en la construcción, porque no se cumple con el diseño de los espesores en el pavimento asfáltico, por la mala inestabilidad de la base, sub base y sub rasante, porque no hay una buena capacidad portante, por los cambios de temperatura que sufre el pavimento y por no tener los materiales adecuados o por un exceso de materiales al momento de construirlos.

Así también luego de adquirir todos los conocimientos, se hallarán los tipos de daños que se pueden encontrar en el pavimento de estudio en la Av. Don Bosco, tomando las mediciones correspondientes para saber el grado de severidad que acarrea el mismo, y mediante el método del PCI se hallará en qué condiciones se está encontrando este pavimento asfáltico de la Av. Don Bosco.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación:**

Para (Hernández, Fernández y Baptista, 2014), el tipo de investigación es aplicada porque busca aplicar los conocimientos existentes para lograr resolver un problema.

Por lo tanto, la investigación es de tipo aplicada porque permite solucionar un problema de la sociedad y del medio ambiente en evaluar las fallas que acarrea un pavimento flexible mediante el método del PCI y determinar si necesariamente la solución es hacer un mantenimiento o una rehabilitación si así lo amerita.

##### **Diseño de investigación:**

Para (Arias 2006). Explica que el diseño de investigación es la táctica total que acoge cada investigador con la finalidad de responder un problema planteado. Hace mención al diseño que la investigación se clasifica en tres: el documental, el experimental y el no experimental.

Esta investigación es de diseño no experimental-transeccional porque no se va a manipular ninguna variable, solo se hace con la observación objetiva, sin variar las fallas encontradas en el pavimento flexible, se ven tal como se muestran en la realidad. Y es transversal porque se realiza en un tiempo único.

Este proyecto de investigación es de tipo descriptiva porque permite clasificar y describir en qué condiciones se encuentra el pavimento flexible, así también nos permite medir el grado de criticidad en el que se encuentran cada una de las fallas presentes en el pavimento flexible, las que dificultan el tránsito vehicular tanto público como privado en la Av. Don Bosco.

#### **3.2. Variables y operacionalización.**

##### **Variable:**

Pavimento flexible.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población:**

Según (Hernández Sampieri, 2014), aclaran que las poblaciones tienen que ubicarse conforme a las cualidades del tema, espacio y tiempo.

En el presente trabajo de investigación la población es el pavimento flexible de la Av. Don Bosco Distrito Veintiséis de Octubre Piura 2020.

#### **Muestra:**

Según (Hernández Sampieri, 2014) indican a la muestra como el subconjunto de la población y que esta debe delimitarse con precisión.

La muestra de esta investigación es no probabilística porque ha sido determinada por la conveniencia de los autores que sea la misma dimensión y tamaño que la población, es decir, el tramo de 1 km comprendidos entre las Av. Marcavelica y la Av. Raúl Mata de la Cruz.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnica:**

Según (Arias, 2006) define las técnicas de recolección de datos como el conjunto de procedimientos y métodos que se utilizan durante el proceso de investigación, con el propósito de conseguir la información pertinente a los objetivos formulados.

La técnica a aplicar es la observación, permite ver en qué condiciones se encuentra esta vía, así mismo medir la criticidad del deterioro de las fallas presentes en el pavimento flexible en esta Av. Don Bosco.

#### **Instrumentos:**

Según (Hernández, 1991) recalca que los instrumentos sirven para reunir datos de la investigación, declara que un instrumento de medida conveniente es aquel que graba todos los datos que se han podido observar tranquilamente, y que representen las variables que el investigador ha establecido por objeto.

En esta investigación se tomó como instrumento, la ficha de recolección de datos que viene a ser la guía de observación de campo para luego evaluarlo en un formato de acuerdo a la metodología del PCI.



## Validez

Según (Hernández, et al, 2014), confiere la validez en líneas generales, refiriéndose al rango en que un instrumento verdaderamente valore la variable que se pretende evaluar.

Por lo tanto, nuestro instrumento, formato ficha de observación esta validado por el método PCI (Pavement Condition Index), por la normativa ASTM D6433-16.

## Confiabilidad

Según (Briones 2000), se refiere al grado de confianza o seguridad con el cual se pueden aceptar los resultados obtenidos por un investigador basado en los procedimientos utilizados para efectuar su estudio.

Por lo tanto, nuestro instrumento, formato ficha de observación está hecha por la normativa ASTM D6433-16.

**Cuadro 1. Técnicas e Instrumentos a aplicar por objetivos y unidad de investigación.**

OBJETIVOS	POBLACIÓN	MUESTRA	TÉCNICA	INSTRUMENTO
<b>Objetivo General:</b> Evaluar el estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz. Veintiséis Octubre-Piura.2020.	Av. Don Bosco Distrito Veintiséis Octubre Piura 2020	Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Distrito Veintiséis de Octubre Piura 2020.	La Observación	Ficha de registro de observación mediante la metodología del PCI
<b>Objetivo Específico 01:</b> Identificar los tipos de fallas que presenta la capa de rodadura en la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz. Veintiséis de octubre-Piura.2020.	Av. Don Bosco Distrito Veintiséis Octubre Piura 2020	Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Distrito Veintiséis de Octubre Piura 2020.	La observación y Toma de imágenes	Ficha de registro de observación. Cámara fotográfica.
<b>Objetivo Específico 02:</b> Establecer el grado de severidad de cada una de las fallas encontradas en la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz. Veintiséis de octubre-Piura.2020.	Av. Don Bosco Distrito Veintiséis Octubre Piura 2020	Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Distrito Veintiséis de Octubre Piura 2020.	La observación y toma de medidas con que se encuentre cada falla	Ficha de registro de observación. Cinta métrica, escuadras
<b>Objetivo Específico 03:</b> Establecer el índice de Condición del Pavimento de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz. Veintiséis de octubre-Piura.2020.	Av. Don Bosco Distrito Veintiséis Octubre Piura 2020	Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Distrito Veintiséis de Octubre Piura 2020.	Descripción y evaluación de todas las fallas encontradas por cada tramo de la muestra.	Ficha de registro de observación mediante la metodología del PCI

Fuente: Elaboración propia.

### **3.5. Procedimientos**

La evaluación del pavimento flexible de la Av. Don Bosco se realizará en un recorrido a pie en el tramo que hemos seleccionado como muestra, como observación inicial utilizaremos una cámara fotográfica para capturar cada una de las fallas encontradas en la capa de rodadura, la segunda fase se realizará una observación más detallada tomando los datos con un instrumento llamado ficha de observación cuyos datos se analizarán por el método del PCI, donde se hallarán los nombres de cada una de las fallas presentes en el pavimento asfáltico, así mismo se medirán con una cinta métrica el grado de criticidad de cada uno de los daños, luego se hará un análisis de todo lo recopilado, así también hallaremos su severidad de cada falla si es baja, media o alta, su extensión es decir que se encuentran las fallas más frecuentes en toda esta avenida para luego ser analizados por el método del PCI donde nos arrojará en qué condiciones se encuentra este pavimento flexible.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Se hará mediante la ficha de observación por el método del PCI, capturas fotográficas y gráficos.

### **3.7. Aspectos éticos**

Bilbeny (1992), indica que la ética propone el estudio de un cierto tipo de acción humana normativa a la que se llama acción moral y el objeto es averiguar la validez de sus preceptos y privilegios.

Con respecto a la presente tesis se ha desarrollado en forma objetiva y veraz, así mismo no se alterado ningún resultado, todo se ha realizado con transparencia y honestidad, de manera original porque es así como debemos de actuar y demostrar que nuestra vocación es la Ingeniería Civil al servicio de los demás.

Respeto a la autoría, se cumplió con citar y registrar los autores consultados cuyas ideas textuales fueron citadas, tarea que implicó el respeto a las reglas internacionales para la redacción de trabajos de investigación (ISO). Así misma honestidad, respecto a la veracidad de las afirmaciones recogidas y a la información citada en el contenido.

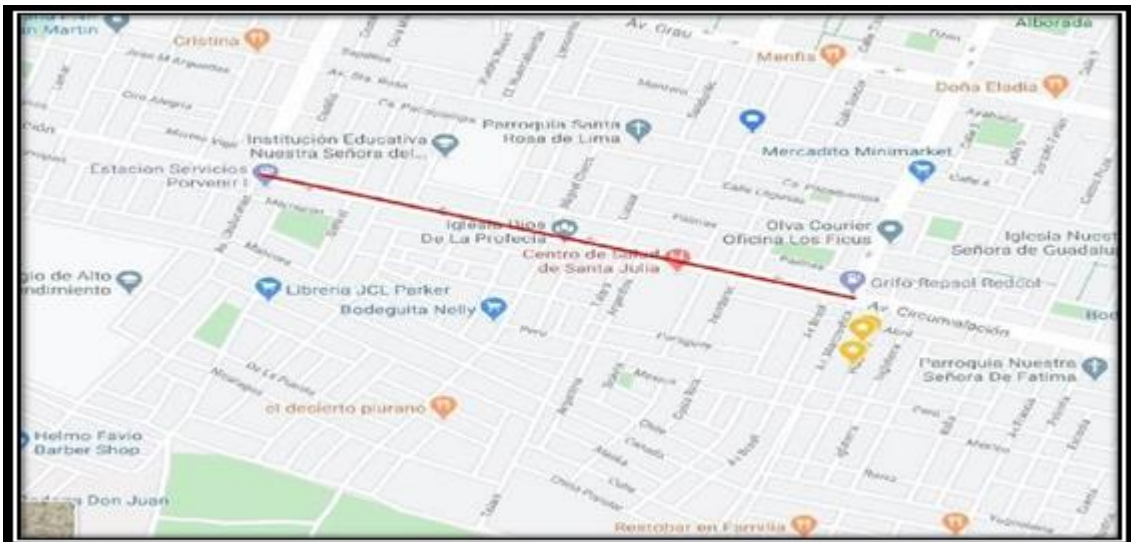
#### IV. RESULTADOS

Con relación al primero objetivo, identificar los tipos de fallas que presenta la capa de rodadura en la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de La Cruz Veintiséis de Octubre - Piura 2020, para el recojo de resultado se realizó lo siguiente:

##### **Generalidades:**

Se identificaron todas las fallas presentes en el pavimento flexible de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Raúl Mata de la Cruz Distrito Veintiséis de Octubre-Piura, corresponde un total de vía de 1000 metros.

**Cuadro 2.** *Plano Catastral, ubicación de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Distrito Veintiséis de Octubre Piura 2020.*



Fuente: Google maps.

##### **Materiales a usar:**

- Cámara fotográfica
- Lapicero
- Chalecos
- Cascos

##### **Instrumentos:**

- Ficha de registro de observación por el método PCI

**Procedimiento:**

Esta Av. Don Bosco comprende dos carriles, por lo tanto, se hizo el primer recorrido iniciando en el sentido de la Av. Mata de la Cruz hasta la Av. Marcavelica; se procedió con una cámara fotográfica a tomar las capturas correspondientes a cada una de las fallas presentes que se encontraban en esta vía, así mismo, con la ayuda de la ficha de observación se pudo identificar los nombres de cada una de los daños que padece este pavimento flexible, por consiguiente, se hizo el segundo recorrido y el mismo procedimiento mencionado anteriormente, comenzando en el sentido de la Av. Marcavelica hasta la Av. Raúl Mata de la Cruz, estas son todas las fallas que se encontraron presentes en este pavimento asfáltico y son:

**Cuadro 3.** *Total, fallas encontradas en el pavimento flexible en la Av. Don Bosco.*

<b>N°</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ENCONTRADAS</b>
1	PIEL DE COCODRILO	m2	
2	EXUDACIÓN	m2	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m2	<b>X</b>
4	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS	m2	<b>X</b>
5	CORRUGACIÓN	m2	
6	DEPRESIÓN	m	
7	GRIETA DE BORDE	m	
8	GRIETA DE REFLEXIÓN	m	
9	DESNIVEL DE CARRIL BERMA	m	
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	m	<b>X</b>
11	PARCHEO	m2	<b>X</b>
12	PULIMENTOS DE AGREGADOS	m2	<b>X</b>
13	HUECOS	Unid	<b>X</b>
14	CRUCE DE VÍA FÉRREA	m2	
15	AHUELLAMIENTO	m2	
16	DESPLAZAMIENTO	m2	
17	GRIETA PARABÓLICA	m2	
18	HINCHAMIENTO	m2	<b>X</b>
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2	<b>X</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:**

De las 19 fallas existentes Según la norma (ASTM D6433–16), en la Av. Don Bosco se encontraron en el primer carril ocho fallas presentes en está Av. Don Bosco y son: agrietamiento en bloque, hundimiento, grietas longitudinales y transversales, parcheo, pulimento de agregados, huecos, hinchamiento y desprendimiento de agregados.

Así mismo en el segundo carril se encontraron siete fallas presentes en está Av. Don Bosco y son: agrietamiento en bloque, hundimiento, grietas longitudinales y transversales, parcheo, pulimento de agregados, huecos y desprendimiento de agregados.

Con relación a los resultados del segundo objetivo, establecer el grado de severidad de cada una de las fallas encontradas en la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Veintiséis de Octubre - Piura 2020, se realizó lo siguiente:

**Materiales a usar:**

- Cámara fotográfica
- Huincha métrica de 5m de largo
- Regla métrica grande de 1.5 de largo
- Lapicero
- Dos conos de seguridad, para el tránsito vehicular
- Chalecos
- Cascos

**Instrumentos:**

- Ficha de registro de observación método del PCI

**Procedimiento:**

El método PCI estableció la necesidad de evaluar 11 muestras de la Av. Don Bosco, tomando las mediciones correspondientes a las fallas en condiciones más críticas por cada muestra. Lo que se puede apreciar en la siguiente tabla.

**Cuadro 4. Severidad de las fallas por cada unidad de muestra (Primer carril)**

FICHA DE OBSERVACIÓN							
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Evaluación del Estado Actual del Pavimento Flexible y Tipos de Fallas de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Raúl Mata de la Cuz Veintiséis de Octubre Piura 2020							
Unid. Muestra	Progr. Inicial	Progr. Final	TIPO DE FALLA	Severidad Cm2, ml, Und.	SEV. Baja	SEV. Media	SEV. Alta
UM6	0+125	0+150	Agr. en Bloque	8.41			H
			pul. de agregados	35.26			
			Desp. de agregados	73.96			H
			hueco	0.7			H
			hueco	0.9			H
			hueco	1.1			H
			hueco	0.9		M	
UM7	0+150	0+175	Griet. Transversales	2.8			H
			Griet. Transversales	2.9			H
			Griet. Transversales	0.9		M	
			Griet. Transversales	0.8		M	
			Griet. Transversales	0.6		M	
			pul. de agregados	240			
			Parqueo	6.8		M	
			Parqueo	10		M	
			Desp. de agregados	37.12			H
			Desp. de agregados	80.4			H
			Huecos	0.3		M	
UM9	0+200	0+225	Pul. de agregados	200			
			Hueco	0.9			H
			Hueco	1			H
			Hueco	0.9			H
			Grietas en bloque	5.7			H
			Grietas en bloque	4.5			H
			Griet. longitudinales	5		M	
			Griet. longitudinales	3.2			H
UM11	0+275	0+300	Hueco	0.75			H
			Hueco	0.7			H
			Desp. de agregados	30			H
			Pul. de agregados	102.5			
			Hueco	0.9		M	

			Hueco	0.85		M	
			Agriet. longitudinal	2.5		M	
			Agriet. en Bloque	46.8		M	
UM12	0+300	0+325	Hinchamiento	5.28			H
			Hueco	0.54		M	
			Hueco	0.91			H
			Hueco	0.36		M	
			pul. de agregados	140			
UM14	0+350	0+375	Desp. de agregados	250			H
			Griet. transversales	4			H
			Griet. transversales	7			H
			Hundimiento	0.9		M	
			Agriet. en Bloque	23.1			H
			Hueco	0.95			H
			Hueco	0.7		M	
			Hueco	0.73		M	
			Hueco	0.9			H
			Hueco	0.85		M	
Hueco	0.69		M				
UM15	0+375	0+400	Grietas en bloque	46.8		M	
			Griet. transversales	4		M	
			Griet. transversales	2		M	
			Griet. transversales	3.5		M	
			Griet. transversales	5		M	
			Pul. de agregados	200			
			Hueco	0.7		M	
			Hueco	0.72		M	
			Hueco	0.65		M	
			Hueco	0.55			H
			Hueco	0.35			H
Hueco	0.45		M				
UM19	0+475	0+500	Desp. de agregados	60			H
			Hueco	0.73		M	
			Hueco	0.81		M	
			Hueco	0.85			H
			Hueco	0.9			H
			Pul. de agregados	90			
UM21	0+525	0+550	Pul. de agregados	170			
			Pul. de agregados	50			
			Agriet. en Bloque	8.7		M	
			Agriet. en Bloque	8.12		M	
			Agriet. en Bloque	8.55			H
			Agriet. en Bloque	7.83			H
			Agriet. en Bloque	3.45			H

			HUECO	0.95			H
			HUECO	0.88			H
UM26	0+650	0+675	Parqueo	15		M	
			Parqueo	12.25		M	
			Parqueo	36		M	
			Pul. de agregados	64			
			Pul. de agregados	24			
			Desp. de agregados	35			H
			Hueco	0.9			H
			Hueco	0.85			H
UM36	0+900	0+925	pul. de agregados	250			
			Desp. de agregados	24.75			H
			Hueco	0.75			H

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 5. Severidad de las fallas por cada unidad de muestra (Segundo carril)**

<b>FICHA DE OBSERVACIÓN</b>							
<b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Evaluación del Estado Actual del Pavimento Flexible y Tipos de Fallas de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Raúl Mata de la Cuz Veintiséis de Octubre Piura 2020"</b>							
<b>Unid. Muestra</b>	<b>Progr. Inicial</b>	<b>Progr. Final</b>	<b>TIPO DE FALLA</b>	<b>Severidad Cm2, ml, Und.</b>	<b>SEV. Baja</b>	<b>SEV. Media</b>	<b>SEV. Alta</b>
UM1	0+000	0+025	pul. de agregados	90			H
			Desp. de agregados	54			
			Hueco	0.75			H
			Hueco	0.83			H
			Hueco	0.56			H
UM2	0+025	0+050	Desp. de agregados	10			H
			Desp. de agregados	7			H
			pul. de agregados	150			
			Hundimiento	2.95			H
			Hueco	0.6			H
			Hueco	0.9			H
UM3	0+050	0+075	Pul. de agregados	175			
UM04	0+075	0+100	pul. de agregados	200			
			Griet. Longitudinales	18			H
			Hundimiento	2.85			H



UM05	0+100	0+125	Hundimiento	2.88			H
			Parqueo	4			H
			Parqueo	9.2			H
			Hueco	0.5			H
			Hueco	0.66			H
			Hueco	0.71			H
			Hueco	0.3		M	
			Hueco	0.36		M	
			Griet. transversales	2			H
			pul. de agregados	162.5			
UM06	0+125	0+150	Desp. de agregados	7			H
			Hueco	0.8			H
			Hueco	0.35			H
			Hueco	0.5			H
			pul. de agregados	84			H
			Agriet. en Bloque	4		M	
			Griet. transversales	4		M	
UM07	0+150	0+175	Desp. de agregados	56			H
			Hueco	0.37			H
			Hueco	0.5			H
			pul. de agregados	140			
UM16	0+400	0+425	Agriet. en Bloque	17.5			H
			Agriet. en Bloque	34.4			H
			Agriet. en Bloque	19.2			H
			Agriet. en Bloque	40			H
			pul. de agregados	64			
			pul. de agregados	32			
			Pul. de agregados	12			
UM21	0+525	0+550	Pul. de agregados	148.23			
			Hueco	0.75			H
			Hueco	0.85			H
			Hueco	0.65			H
UM22	0+650	0+675	pul. de agregados	132.5			
			Griet. transversales	5.3		M	
			Griet. transversales	1.2		M	
			Griet. transversales	0.9			H
			Griet. transversales	1.1			H
			Griet. transversales	3			H
			Parqueo	0.25			H
			Parqueo	9.1			H
			Hueco	0.87			H
			Hueco	0.73			H
			Hueco	0.63			H

UM23	0+675	0+700	Griet. Longitudinales	2.5		M	
			Griet. Longitudinales	8		M	
			Griet. Longitudinales	5.3		M	
			Griet. Longitudinales	4.6		M	
			Parqueo	3.6			H

Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación:

El grado de severidad en el primer carril por cada falla encontrada en el pavimento flexible en la Av. Don Bosco del distrito Veintiséis de Octubre Piura - 2020, fue el siguiente: la presencia de diez veces un mismo tipo de falla en las 11 muestras del pavimento. Así por ejemplo se encontró que el agrietamiento en bloque presentó un índice de severidad media y alta; once veces la falla pulimento de agregado con un grado de severidad alto; ocho veces la falla desprendimiento de agregados con severidad alta; treinta y cinco veces la falla huecos en un grado de severidad media y alta, quince incidencias de falla de grietas longitudinales y transversales en un grado de severidad media y alta; cinco veces la falla de parqueo con un grado de severidad media; una vez la falla por hinchamiento en un grado de severidad alta y finalmente una sola vez falla de hundimiento en un grado de severidad media.

El grado de severidad en el segundo carril por cada falla encontrada en el pavimento flexible en la Av. Don Bosco del distrito Veintiséis de Octubre Piura - 2020, fue el siguiente: la presencia de cinco veces un mismo tipo de falla en las 11 muestras del pavimento. Así por ejemplo se encontró que el agrietamiento en bloque presentó un índice de severidad media y alta; once veces la falla pulimento de agregado con un grado de severidad alto; cinco veces la falla desprendimiento de agregados con severidad alta; veintidós veces la falla huecos en un grado de severidad media y alta, doce incidencias de falla de grietas longitudinales y transversales en un grado de severidad media y alta; cinco veces la falla de parqueo con un grado de severidad alta y finalmente tres veces la falla de hundimiento en un grado de severidad alta.

Con relación a los resultados del tercer objetivo, establecer el índice de condición de pavimento (PCI) de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Veintiséis de Octubre-Piura 2020. Los resultados fueron:

### **Generalidades**

De acuerdo a las normas ASTM 6433-16 se eligió evaluar 11 muestras para cada carril en estado más crítico, de este modo para el carril 1 se evaluó: UM6, UM7, UM9, UM11, UM12, UM14, UM15, UM19, UM21, UM26, UM36 y para el carril 2: UM1, UM2, UM3, UM4, UM5, UM6, UM7, UM16, UM21, UM22, UM23.

### **Materiales a usar:**

- Cámara fotográfica.
- Huincha métrica de 5m de largo.
- Regla métrica grande de 1.5 de largo.
- Lapicero.
- Dos conos de seguridad, para el tránsito vehicular.
- Chalecos.
- Cascos

### **Instrumentos:**

- Ficha de registro de observación método del PCI

### **Procedimiento:**

- Medición de ancho de calzadas.
- Deducción del largo de las muestras de acuerdo a parámetros del PCI.
- Determinación de cuarenta muestras a evaluar.
- Determinación de 11 muestras para evaluación de cada carril de acuerdo al nivel crítico del pavimento.

Tomando en cuenta los parámetros del método del PCI se determinó que la muestra no debe exceder, con un máximo de 230+93 metros cuadrados.

Por lo tanto, la longitudes y área de las muestras fueron:

- Tramo a estudiar: 0+000 hasta 1+000.
- Longitud de la vía: 1000 m.
- Ancho de la calzada: 12 m.
- Longitud de la muestra: 25 m.
- Área de muestra: 300 m<sup>2</sup>.
- Número total de muestras: 40 muestras.

El número de muestras mínimas se obtuvo a partir del desarrollo de la siguiente ecuación:

$$x = \frac{N * S^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + S^2}$$

Donde:

N: Número total de la muestra

S: Desviación estándar, método del PCI

e: 5% error admisible en el estimativo PCI de la sección

El resultado obtenido fueron 11 muestras a evaluar, las cuales después de su evaluación (ver Anexo N° 3) se presenta en una tabla de resumen:

**Cuadro 6. Resultados del PCI por unidad de muestra (Primer Carril).**

<b>MUESTRA</b>	<b>PROGRESIVA INICIAL</b>	<b>PROGRESIVA FINAL</b>	<b>PCI</b>	<b>ESTADO</b>
UM 06	0+125	0+150	27.24	MALO
UM 07	0+150	0+200	33.62	MALO
UM 09	0+200	0+225	46.4	REGULAR
UM 11	0+275	0+300	31.85	MALO
UM 12	0+300	0+325	52.28	REGULAR
UM 14	0+350	0+375	10.15	MUY MALO
UM 15	0+375	0+400	46.41	REGULAR
UM 19	0+475	0+500	29.24	MALO
UM 21	0+525	0+550	46.62	REGULAR
UM 26	0+650	0+675	27.44	MALO
UM 36	0+900	0+925	25.24	MALO

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 7. Resultados del PCI por unidad de muestra (Segundo carril).**

<b>MUESTRA</b>	<b>PROGRESIVA INICIAL</b>	<b>PROGRESIVA FINAL</b>	<b>PCI</b>	<b>ESTADO</b>
UM 01	0+000	0+025	41.36	REGULAR
UM 02	0+025	0+050	34.36	MALO
UM 03	0+050	0+075	86.7	EXCELENTE
UM 04	0+075	0+100	53.52	REGULAR
UM 05	0+100	0+125	27.49	MALO
UM 06	0+125	0+150	42.74	REGULAR
UM 07	0+150	0+175	38.84	MALO
UM 16	0+400	0+425	47.73	REGULAR
UM 21	0+525	0+550	57.12	BUENO
UM 22	0+650	0+675	39.62	MALO
UM 23	0+675	0+700	73.81	MUY BUENO

Fuente: Elaboración propia.

### **Interpretación**

Como se observa en la tabla 6, después del análisis del pavimento flexible de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de Cruz, Veintiséis Octubre Piura. 2020, se estableció que el índice de condición del pavimento en el primer carril se encuentra en estado malo un 54.54%; en estado regular un 36.36% y en estado muy malo un 10%.

Como se observa en la tabla 7, después del análisis del pavimento flexible de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de Cruz, Veintiséis Octubre Piura. 2020, se estableció que el índice de condición del pavimento en el segundo carril se encuentra en estado malo un 36.36%; en estado regular un 36.36%; en estado bueno un 10%; en estado muy bueno 10% y en un estado excelente 10%.

## V. DISCUSIÓN

Con respecto a los resultados encontrados en el primer objetivo, identificar los tipos de fallas que presenta la capa de rodadura en la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de La Cruz Veintiséis de Octubre - Piura 2020, por lo tanto, se identificaron en el primer carril ocho fallas y en el segundo carril siete fallas y son: grietas en bloque, grietas longitudinales y transversales, hundimientos, parcheo, huecos, pulimentos de agregados, desprendimientos de agregados e hinchamientos. Según el trabajo de LEGUÍA y PACHECO (2016), en su resultado que arrojó en la UM 08, presenta fallas por; hundimientos, agrietamiento en bloque, grietas longitudinales y transversales, parcheo, huecos, piel de cocodrilo y desprendimiento de agregados.

Así también, CHUMACERO, (2017), en su resultado nos presenta fallas por; 33.66% desprendimiento de agregados, 7.64% huecos, 0.67% grietas longitudinales y transversales, 0.43% parches, 0.38% abultamientos y hundimientos, 0.24% pulimiento de agregados y 0.06% ahuellamiento y según la normativa ASTM D6433- 16, hace referencia a 19 diecinueve fallas que se pueden encontrar en cualquier pavimento flexible entre ellas se tiene; huecos, pulimentos de agregados, desprendimientos de agregados, depresiones, parcheo, hundimientos, etc. en consecuencia, los daños mencionados anteriormente están dentro de las fallas que nombra la normativa ASTM D6433- 16 por el método del PCI. De acuerdo a lo mencionado se pueden corroborar que existe relación de identificar los tipos de fallas que presenta la capa de rodadura en la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de La Cruz Veintiséis de Octubre - Piura 2020.

Con respecto a los resultados del segundo objetivo, establecer el grado de severidad de cada una de las fallas encontradas en la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Veintiséis de Octubre- Piura 2020, por lo tanto, el grado de severidad por cada tipo de fallas contadas en cada muestra de las once en el primer carril y de las once muestras del segundo carril son: se encontró que el agrietamiento en bloque presentó un grado de severidad media y alta; pulimento de agregado con un grado de severidad alto; desprendimiento de agregados en un grado de severidad alta; huecos en un

grado de severidad media y alta; grietas longitudinales y transversales en un grado de severidad media y alta; parcheo en un grado de severidad alta; hinchamiento en un grado de severidad alta y finalmente hundimiento en un grado de severidad media y alta.

Según HUACO, (2018), en su resultado que arrojó en todas las siete muestras estudiadas el grado de severidad por cada falla fueron; desprendimientos de agregados en un grado de severidad bajo, huecos en un grado de severidad medio y alta, agrietamiento en bloque en un grado de severidad bajo y medio, así también, CHUMACERO, (2017), arrojó en sus resultados el grado de severidad de cada falla en sus once muestras y fueron; hundimientos en un grado de severidad leve y alta; grietas longitudinales y transversales en un grado de severidad leve, huecos en un grado de severidad leve, moderado y alta; desprendimientos de agregados en un grado de severidad leve, moderado y alta y finalmente parcheo en un grado de severidad leve y moderado. Y según la normativa ASTM D6433-16 el grado de severidad baja el vehículo no presenta mucha dificultad para transitar, el grado de severidad media, los vehículos bajan su velocidad y el grado de severidad alta los vehículos tienen dificultad para transitar. Se confirma que si existe relación entre los grados de severidad de cada una de las fallas encontradas por cada muestra en las investigaciones de los autores antes mencionados con respecto a nuestros resultados obtenidos.

Con respecto al tercer objetivo, establecer el índice de condición de pavimento de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz. Veintiséis de Octubre - Piura. 2020, por lo tanto, por lo tanto, se estableció por el método del PCI siguiendo los parámetros de la norma ASTM D6433-16, por consiguiente, la condición en que se encontró este pavimento flexible por cada muestra hallada fueron; en el primer carril en estado malo un 54.54%; en estado regular un 36.36% y en estado muy malo un 10%. Así mismo en el segundo carril se encontró en estado malo un 36.36%; en estado regular un 36.36%; en estado bueno un 10%; en estado muy bueno 10% y en un estado excelente 10%. Según CORREA y DEL CARPIO, (2019), arrojó como resultados en el sector 1, en estado pobre un 80%, y finalmente en estado bueno un 20%; arrojó como resultados en el sector 2, en estado muy pobre 4.17%, en estado pobre



25%, en estado bueno 16.7%, en estado muy bueno 16.7% y finalmente en estado excelente 37.5%; arrojó como resultados en el sector 3 en estado muy malo 16.7% y finalmente en estado excelente 83.33%.

Así también, CAMPOS, (2019), en sus resultados obtenidos arrojó, en estado muy malo 66.67%, en estado malo 22.22% y finalmente en estado bueno 11.11%. Así mismo, tenemos a LEGUÍA y PACHECO, (2016), arrojó como resultados en la Av. Cincuentenario, en estado muy malo 5.26%, en estado malo 9.21%, en estado regular 48.68%, en estado bueno 32.89% y finalmente en estado 2.63%. Y según la normativa ASTM D6433-16 clasifica al PCI tiene sus índices que van desde 0-10 es fallado, 10-25 muy malo, 25-40 malo, 40-55 regular, 55-70 bueno, 70-85 muy bueno, 85-100 excelente. De acuerdo con los resultados comparados y obtenidos de otras investigaciones mencionados anteriormente con los resultados de nuestra investigación y establecidos por el mismo método llamado PCI, se afirma que existe relación al evaluar el Índice de Condición del Pavimento, por lo tanto, este método PCI evalúa de acuerdo a la severidad de los daños si realmente necesita una rehabilitación o un mantenimiento a un corto plazo.

Como resultado del objetivo general, evaluar el estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz del Distrito Veintiséis de Octubre - Piura. 2020, como resultados obtuvimos un PCI de 45.56% y según CAMPOS, (2019) en sus resultados obtuvieron un PCI de 43.5, así mismo, según la normativa ASTM D6433-16 los índices del PCI van de 0 – 100. De acuerdo con los resultados comparados y obtenidos de otras investigaciones mencionados afirma que si existe relación al evaluar el índice Condición del Pavimento (PCI).

## **VI. CONCLUSIONES**

1. Se identificaron los siguientes tipos de fallas que presenta la capa de rodadura en la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Veintiséis de Octubre - Piura 2020, se encontraron los tipos de fallas como son los agrietamientos en bloque, se originaron por los cambios climáticos por la contracción del asfalto, las grietas longitudinales y transversales, se originaron por el endurecimiento del asfalto por los cambios de temperatura, los huecos, se originaron por las pequeñas depresiones, los hundimientos, se originaron por tener un pavimento inestable, los hinchamientos, se originaron por tener suelos expansivos, el parcheo, es un pavimento nuevo que se coloca a un área dañada, pulimento de agregados, fueron causados por la alta repetición de cargas de tránsito y desprendimiento de agregados se originaron porque el ligante tiene una mezcla asfáltica muy pobre. Las más prevalentes son los huecos, agrietamientos longitudinales y transversales, pulimentos de agregados y desprendimientos de agregado
2. Se estableció el grado de severidad de cada una de las fallas encontradas en la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Veintiséis de Octubre - Piura 2020, se llegó a concluir que se halló en el primer carril en cada tipo de falla un grado de severidad que va desde medio y alta y en el segundo carril el grado de severidad que se encontraron a cada tipo de falla va desde medio y alta.
3. Se estableció que el índice de condición de pavimento (PCI) de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Veintiséis de Octubre- Piura 2020, se llegó a la conclusión que el estado del pavimento flexible en esta avenida es regular.
4. Como conclusión general el pavimento flexible de la Av. Don Bosco tiene un PCI 45. 56 quiere decir que está en un estado regular y requiere de un mantenimiento o una rehabilitación a un corto plazo.

## **VII. RECOMENDACIONES**

La propuesta de intervención que se requiere para darle una mejora a este pavimento flexible y realizar el mantenimiento adecuado según cada falla es para la falla de tipo agrietamiento en bloque con un grado de severidad media y alta la reparación es un sellado en caliente, para la falla de tipo hundimiento de un grado de severidad media su reparación es un reciclado en frío, para la falla de tipo grietas longitudinales y transversales de un grado de severidad media su reparación es un sellado de grietas y en un grado de severidad alta su reparación es un sellado de grietas, parcheo parcial, para la falla de tipo parcheo en un grado de severidad media su reparación es sustituir el parche, para la falla de tipo pulimentos de agregados en un grado de severidad alta su reparación es tratamiento superficial fresado, para la falla de tipo huecos en un grado de severidad media y alta su reparación es un parcheo parcial o profundo, para la falla de tipo hinchamiento en un grado de severidad media su reparación es una reconstrucción y la falla de tipo desprendimientos de agregados en un grado de severidad alta su reparación es una reconstrucción.

## REFERENCIAS

- **Arias, F. 2006.** Mitos y errores en la elaboración de tesis y proyectos de investigación(3ªed), Caracas: Episteme.  
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=G3cpgwaggQgC&oi=fnd&pg=PA8&dq=%E2%80%A2%09Arias,+F.+2006.+Mitos+y+errores+en+la+elaboraci%C3%B3n+de+tesis+y+proyectos+de+investigaci%C3%B3n\(3%C2%Aed\)&ots=rnHpy9ChKo&sig=SBXhgX13gry1Lk7oFtPyXW9AJ38#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=G3cpgwaggQgC&oi=fnd&pg=PA8&dq=%E2%80%A2%09Arias,+F.+2006.+Mitos+y+errores+en+la+elaboraci%C3%B3n+de+tesis+y+proyectos+de+investigaci%C3%B3n(3%C2%Aed)&ots=rnHpy9ChKo&sig=SBXhgX13gry1Lk7oFtPyXW9AJ38#v=onepage&q&f=false). ISBN: 980-07-4881-4
- **Adu-Gyamfi, Attoh-Okine, Ph.D, Chandra Kambhamettu. 2014.** *Functional evaluation of pavement condition using a complete vision system.* s.l.: American Society of Civil Engineers (ASCE), 2014. pág. 10. 0733947X.  
<https://ascelibrary.org/doi/full/10.1061/%28ASCE%29TE.1943-5436.0000638>.
- **ARROYAVE, Gabriel y ORTEGA, Kelly.** “*Identificación de fallas encontradas en la vía Aguachica- san Alberto (k 050+000 al (k 049+000) y la vía Aguachica-gamarra (k 10+ 000 al k 11+000) departamento del cesar*”. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia. 2016.  
<http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/handle/123456789/1007>
- **Ary, D., Jacobs, L. Y Razavieh, A. 1989.** Introducción a la investigación pedagógica (2ª ed.). México: McGraw-Hill.  
<https://www.urbe.edu/UDWLibrary/InfoBook.do?id=4490> ISBN: 968-422-370-6
- **A.R. Pasandín, I. Pérez, A. Ramírez, M.M. Cano,** *Moisture damage resistance of hot-mix asphalt made with paper industry wastes as filler, J. Cleaner Production.*  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652615007362>  
DOI:10.1016/j.clepro.2015.06.016.
- **ARAMAYO, L.; SILVA JUNIOR, C. A. P. y FONTENELE, H. B.** Escala visual para evaluación de pavimentos urbanos: Rev. ing. constr. [online].

2019, vol.34, n.1 [citado 2020-12-15], pp.45-54. Disponible en:  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732019000100045&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732019000100045&lng=es&nrm=iso). ISSN 0718-5073.  
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732019000100045>

- **Wang, H., & Buttlar, W. G. (2018).** Three-dimensional analytical model for exploration of the block cracking phenomenon in asphalt pavements. *Road Materials and Pavement Design*, 1–21.  
<https://doi.org/10.1080/14680629.2018.1532923>  
doi:10.1080/14680629.2018.1532923
- **Correa, M. y Del Carpio, L. (2019).** Evaluación PCI y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jirón Los Incas de Piura (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú.  
<https://hdl.handle.net/11042/4162>
- **CRUZ, Juli y VALERAM, Gina,** *“Evaluación de la carretera asfaltada comprendida entre el centro poblado El Castillo y el centro poblado Rinconada, distrito de Santa provincia del Santa; departamento de Ancash”*. Universidad Cesar Vallejo. 2018. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/30961>
- **Chun, C., & Ryu, S.-K. (2019).** Road Surface Damage Detection Using Fully Convolutional Neural Networks and Semi-Supervised Learning. *Sensors*, 19(24), 5501. <https://www.mdpi.com/1424-8220/19/24/5501>  
doi:10.3390/s19245501
- **CHUMACERO, Dios.** *“Determinación y Evaluación de las Patologías en Pavimento Flexible de la Av. Marcavelica con prolongación Miguel Grau y Av. Circunvalación - Piura, octubre 2017”* Universidad los Ángeles de Chimbote. Perú. 2017.  
<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/2360>
- **DÍAZ, Kevin. 2018.** *“Criterios de conservación vial y evaluación funcional del estado de la vía Sardinas – El Chaco”* Universidad San Francisco De Quito. Ecuador. <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/7262>

- **Perraton, Daniel, Hervé Benedetto, Cédric Sauzéat, Chantal Roche, Wojtek Bankowski, Manfred Partl, and James Grenfell.** “Rutting of Bituminous Mixtures: Wheel Tracking Tests Campaign Analysis.” *Materials and Structures* 44, no. 5 (2011): 969–86. [https://www.academia.edu/17641289/Rutting\\_of\\_bituminous\\_mixtures\\_wheel\\_tracking\\_tests\\_campaign\\_analysis](https://www.academia.edu/17641289/Rutting_of_bituminous_mixtures_wheel_tracking_tests_campaign_analysis) doi:10.1617/S11527-010-9680-Y.
- **DREYER, C M W and STEYN, W J** vd M. Evaluation of the effect of deteriorating riding quality on bus-pavement interaction. *J. S. Afr. Inst. Civ. Eng.* [online]. 2015, vol.57, n.3, pp.2-8 Evaluation of the effect of deteriorating riding quality on bus-pavement interaction. ISSN 2309-8775. <http://dx.doi.org/10.17159/2309-8775/2015/V57N3A1>.
- **European Committee for Standardization,** BS EN 13108: Part 1. *Bituminous mixtures materials specification-Asphalt Concrete*. London, UK: British Standards Institution, 2013. [http://www.aapaq.org/q/2012st/doc/REF/B13\\_CEN\\_13108-1\\_May\\_2006\\_English.pdf](http://www.aapaq.org/q/2012st/doc/REF/B13_CEN_13108-1_May_2006_English.pdf)
- **Saeed, F., Rahman, M., Chamberlain, D., & Collins, P.** (2019). Asphalt surface damage due to combined action of water and dynamic loading. *Construction and Building Materials*, 196, 530–538. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.10.225> doi:10.1016/j.conbuildmat.2018.10.225
- **HURTADO, William.** 2016. “Evaluación funcional y estructural para determinar el deterioro de la estructura del pavimento de la Av. Abdón Calderón, Parroquia Conocoto, Cantón Quito”. Ecuador. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1263>
- **Zhang, H., Mao, Q., Zhu, Z., Zhang, Z., Pan, Y., Wan, J., ... Qian, J.** (2020). Experimental study on service performance of epoxy asphalt steel deck pavement of cable stayed bridge. *Case Studies in Construction Materials*, 13, e00392. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00392>. doi:10.1016/j.cscm.2020.e00392

- **HUACO, Jerald.** *“Determinación y Evaluación de las Patologías en el pavimento flexible de las cuadras №1 a la №5 de la Calle Chepa Santos, Distrito de La Unión, Piura, febrero del 2018.”* Universidad los Ángeles de Chimbote. Perú 2018.  
<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/3993>
- **Choudhary, J., Kumar, B., & Gupta, A.** (2018). Application of waste materials as fillers in bituminous mixes. *Waste Management*, 78, 417–425.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.06.009>  
doi:10.1016/j.wasman.2018.06.009
- **Yang, K., Li, R., Yu, Y., Pei, J., & Liu, T.** (2020). Evaluation of interlayer stability in asphalt pavements based on shear fatigue property. *Construction and Building Materials*, 258, 119628.  
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119628>  
doi:10.1016/j.conbuildmat.2020.119628
- **Lerma, h. 2001.** Metodología de la investigación: propuesta, ante proyecto y proyecto. Bogotá: Ecoe Ediciones. <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2016/04/Metodolog%C3%ADa-de-la-investigaci%C3%B3n-5ta-Edici%C3%B3n.pdf>
- **Leguía, Paola Beatriz y Pacheco, Hans Fernando. 2016.** *Evaluación superficial del pavimento flexible por el método pavement condition index (pci) en las vías arteriales: cincuentenario, colón y miguel grau (huachohuaura-lima) para optar el título profesional de ingeniería civil.* lima: usmp, MTC. 2014. Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos. Lima-Peru : 1era, 2014. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/2311>
- **Hussan, S., Kamal, M. A., Hafeez, I., Farooq, D., Ahmad, N., & Khanzada, S.** (2017). Statistical evaluation of factors affecting the laboratory rutting susceptibility of asphalt mixtures. *International Journal of Pavement Engineering*, 1–15. <https://doi.org/10.1080/10298436.2017.1299527>  
doi:10.1080/10298436.2017.1299527

- **Parella, S. Y Martins, F. 2011.** Metodología de la investigación cuantitativa. (3<sup>a</sup> ed.). Caracas: Fedupel. <https://www.urbe.edu/UDWLibrary/InfoBook.do?id=33389>
- **ARAMAYO, L.; SILVA JUNIOR, C. A. P. and FONTENELE, H. B.** Visual scale for evaluating urban pavements: Rev. ing. constr. [online]. 2019, vol.34, n.1 [cited 2020-12-15], pp.45-54. Available from: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732019000100045&lng=en&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732019000100045&lng=en&nrm=iso).ISSN:0718-5073. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732019000100045>.
- **Sánchez Morales, María Caridad, Lanz Acosta, Dayans Rafael, Martínez Rojo, Tomás Enrique** Detección de deterioros en pavimentos flexibles a partir del procesamiento de imágenes y modelos de su superficie. Revista de Arquitectura e Ingeniería [en línea]. 2019, 13(1), 1- 12[fecha de Consulta 3 de Julio de 2020]. ISSN: 1990-8830 [https://www.redalyc.org/pdf/1939/Resumenes/Resumen\\_193958877006\\_1.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/1939/Resumenes/Resumen_193958877006_1.pdf)
- **Tapia, Miguel Ángel. 2015.** Curso Pavimentos. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería DECDFI, 2015. <https://docplayer.es/79920356-Universidad-nacional-autonoma-de-mexico-facultad-de-ingenieria-decdfi-m-en-i-miguel-angel-tapia-garcia.html>
- **UMSS, Universidad Mayor de San Simón. 2014.** *Manual Completo Diseño de Pavimentos*. Bolivia: UMSS, 2014. <https://civilgeeks.com/2014/08/31/manual-completo-diseno-de-pavimentos/>
- **Valdivia, Sherly Marbely. 2018.** TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL “Evaluación de las fallas del pavimento flexible en la Avenida Brasil del Distrito de Nuevo Chimbote - Propuesta de solución - Ancash 2017. Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2018. <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26260>
- **Vásquez, Luis Ricardo. 2002.** *Manual Pavement Condition Index (PCI) para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en carreteras. Manizales - Colombia:*



Universidad Nacional de Colombia, 2002.  
<https://snavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>

- **Váldez Martínez, Lilibet, Alonso Aenille, Anadelys** Catálogo de deterioros de pavimentos flexibles en aeropuertos para Cuba. Revista de Arquitectura e Ingeniería [en línea]. 2017, 11(2), 1-11[fecha de Consulta 3 de Julio de 2020]. ISSN: 1990-8830.  
<https://www.redalyc.org/pdf/1939/193954081002.pdf>
- **Sun, Y., Du, C., Zhou, C., Zhu, X., & Chen, J.** (2019). Analysis of load-induced top-down cracking initiation in asphalt pavements using a two-dimensional microstructure-based multiscale finite element method. Engineering Fracture Mechanics, 216, 106497.  
<https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2019.106497>  
doi:10.1016/j.engfracmech.2019.106497

## ANEXOS

### Anexo N° 01

#### OPERACIONALIZACION DE VARIABLE

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
PAVIMENTO FLEXIBLE	son estructuras construidas de material bituminoso llamado asfalto, sobre este pavimento va una capa de rodadura de material bituminoso menor a los 4cm de espesor que lo cubre de las aguas de las lluvias, y estas a su vez van apoyadas sobre dos capas llamadas base y sub base construidas de material granular, su tiempo de vida útil es de 16 a 24 años aproximadamente, su mantenimiento es muy constante, en su costo inicial es menor a los demás pavimentos (MTC, 2014).	El pavimento flexible se evaluará mediante la técnica de observación y anotaremos en una ficha de registro de observación para posteriormente analizarse por el método PCI donde se hallarán cuantos tipos de fallas tendrá este pavimento, el grado de severidad de cada daño, el Índice de Condición del Pavimento (PCI), y la clasificación de las fallas.	Índice de condición de pavimento	Cálculo de valor deductivo (VD)	Razón
				Cálculo del máximo valor deductivo corregido	Razón
				Determinar el PCI	Intervalo
			Condición del Pavimento	Determinar la escala de clasificación del PCI	Intervalo
				Determinar la condición según escala	Ordinal
			Tipos de fallas	Parámetro de evaluación	Nominal
				Clase	Nominal
				Severidad	Medición
	Extensión	Razón			

**Instrumento de Recolección de Datos**

Cuadro 8. *Ficha de registro de observación.*

FICHA DE OBSERVACIÓN							
"Evaluación del Estado del Pavimento Flexible mediante el método PCI de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Raúl Mata de la Cruz Veintiséis de Octubre Piura 2020							
Unidad de Muestreo	Progresiva Inicial	Progresiva Final	TIPO DE FALLA	Severidad	SEVERIDAD Baja	SEVERIDAD Media	SEVERIDAD Alta
UM1							
UM2							
UM3							
UM4							
UM5							
UM6							
UM7							
UM8							
UM9							

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 1. Método de evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) carreteras y estacionamiento con superficie asfaltada, por la normativa ASTM D6433-16.**

Hoja de registro de observación

MÉTODO DEL PCI					ESQUEMA:		
Índice de Condición del Pavimento Flexible							
HOJA DE REGISTRO							
Nombre de la Vía:			Sección:		Unidad de Muestra:		
Ejecutores:			Fecha:		Área: 300 m2		
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión			11. Parcheo		16. Desplazamiento	
2. Exudación	7. Fisura de borde			12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica	
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta			13. Huecos		18. Hinchamiento	
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel Carril - Berma			14. Cruce de vía férrea		19. Desprendimiento de agregados.	
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento			
FALLAS ENCONTRADAS EN LA UNIDAD DE MUESTRA							
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD			Total	Densidad (%)	Valor Deductivo
		Números de valores deducidos > 2					TOTAL VD =
		Valor deducido más alto (HDV <sub>i</sub> )					
		Número admisible de deducidos.					
N°	valores deducidos				Total	q	CDV
							Max. CDV
		PCI =	100 - máx. CDV				
		PCI =					

Fuente: Elaboración propia siguiendo los parámetros de la Norma ASTM D6433-16.

**Cuadro 9.** Rango de longitud según el ancho de la calzada.

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

Fuente: Norma ASTM D6433-16.

**Cuadro 10.** Unidades de muestra para hallar el Índice de Condición del Pavimento (PCI).

#### MUESTREO

##### Muestreo y Unidades de Muestra

Según el PCI, (inciso 3.1. a) menciona que el área de muestreo es: 230.00 + - 93.00 m<sup>2</sup>

Máximo: 323 m<sup>2</sup>

Mínimo: 137 m<sup>2</sup>

Tramo a estudiar:

Longitud de la vía:

Ancho de la calzada:

Longitud de muestra:

Área de muestra:

N = Número total de la muestra

S = Desviación estándar, Método del PCI (3.2) P. Asfáltico

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

PCI INCISO 3.2

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

Por lo tanto, n = 9 Unidades a ser evaluadas

Se obtienen 20 unidades de la muestra, de las cuales 9 serán evaluadas

**b) SELECCIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO: Inciso (3.3) - a**

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

Por lo tanto, i = 20/9 =

2.22 Se trabajará con el intervalo i = 2

Fuente: Elaboración propia siguiendo los parámetros la Norma ASTM D6433-16.

**Cuadro 11. Escala de Clasificación del PCI.**

PCI	CLASIFICACION
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Fuente: Norma ASTM D6433-16.

Resultados del Capítulo IV

Resultados del tercer objetivo.

**Tabla 2.** Muestra 06 evaluada por el método del PCI (Primer carril)

MÉTODO DEL PCI		ESQUEMA:							
Índice de Condición del Pavimento Flexible									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la Vía: Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Sección: 0+125 al 0+150 Unidad de Muestra: UM 06									
Ejecutores: CARDOZA CASTRO, Alexander y COBA CORREA, Carlos					Fecha:		Área: 300 m <sup>2</sup>		
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión					11. Parcheo		16. Desplazamiento	
2. Exudación	7. Fisura de borde					12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica	
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta					13. Huecos		18. Hinchamiento	
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel Carril - Berma					14. Cruce de vía férrea		19. Desprendimiento de agregados.	
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales					15. Ahuellamiento			
FALLAS ENCONTRADAS EN LA UNIDAD DE MUESTRA									
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD				Total	Densidad (%)	Valor Deductivo	
3	H	8.41				8.41	2.80	13.66	
12	H	35.26				35.26	11.75	4.03	
19	H	73.96				73.96	24.65	57.34	
13	H	0.7	0.9	1.1		2.70	0.90	50.5	
13	M	0.9				0.90	0.30	13.4	
13	L	0.47				0.47	0.16	4.58	
		Números de valores deducidos > 2 (q) =		6				TOTAL VD =	143.51
		Valor deducido más alto (HDV <sub>i</sub> )		57.34					
		Número admisible de deducidos (máx)		6					
		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3.							
N°	valores deducidos						Total	q	CDV
1	13.66	4.03	57.34	50.5	13.4	4.58	143.51	6	69.40
2	13.66	4.03	57.34	50.5	13.4	2	140.93	5	72.37
3	13.66	4.03	57.34	50.5	2	2	129.53	4	72.76
4	13.66	4.03	57.34	2	2	2	81.03	3	51.17
5	13.66	4.03	2	2	2	2	25.69	2	18.55
6	22.62	2	2	2	2	2	32.62	1	32.62
								Max. CDV	72.76
		PCI =		100 - máx. CDV					
		PCI =		27.24					MALO

Fuente: Elaboración propia siguiendo los parámetros de la norma ASTM D6433

**Tabla 3. Muestra 07 evaluada por el método del PCI (Primer carril)**

MÉTODO DEL PCI						ESQUEMA:			
Índice de Condición del Pavimento Flexible									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la Vía: Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Sección: 0+150 al 0+175 Unidad de Muestra: UM 07									
Ejecutores: CARDOZA CASTRO, Alexander y COBA CORREA, Carlos					Fecha:		Área: 300 m <sup>2</sup>		
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión					11. Parcheo	16. Desplazamiento		
2. Exudación	7. Fisura de borde					12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica		
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta					13. Huecos	18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel Carril - Berma					14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados.		
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales					15. Ahuellamiento			
FALLAS ENCONTRADAS EN LA UNIDAD DE MUESTRA									
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD				Total	Densidad (%)	Valor Deductivo	
10	H	2.8	2.9			5.7	1.90	11.85	
10	M	0.9	0.8	0.6		2.3	0.77	1.84	
12		240				240	80.00	17.1	
11	M	6.8	10			16.8	5.60	23.72	
19	H	37.12	80.4			117.52	39.17	64.63	
13	M	0.3				0.30	0.10	0.1	
		Números de valores deductivos > 2 (q) =		4				TOTAL VD = 119.2448	
		Valor deductivo más alto (HDV <sub>i</sub> )		64.63					
		Número admisible de deductivos (máx)		5				$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$ Ecuación 3.	
Nº	valores deductivos					Total	q	CDV	
1	11.85	17.1	23.72	64.63		117.3	4	66.38	
2	11.85	17.1	23.72	2		54.67	3	34.27	
3	11.85	17.1	2	2		32.95	2	24.36	
4	11.85	2	2	2		17.85	1	17.85	
							Max. CDV		66.38
		PCI =		100 - máx. CDV					
		PCI =		33.62		MALO			

Fuente: Elaboración propia siguiendo los parámetros de la norma ASTM D6433



**Tabla 4. Muestra 09 evaluada por el método del PCI (Primer carril)**

MÉTODO DEL PCI						ESQUEMA:			
Índice de Condición del Pavimento Flexible									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la Vía: Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz						Sección: 0+200 al 0+225		Unidad de Muestra: UM 09	
Ejecutores: CARDOZA CASTRO, Alexander y COBA CORREA, Carlos						Fecha:		Área: 300 m2	
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión					11. Parcheo		16. Desplazamiento	
2. Exudación	7. Fisura de borde					12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica	
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta					13. Huecos		18. Hinchamiento	
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel Carril - Berma					14. Cruce de vía férrea		19. Desprendimiento de agregados.	
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales					15. Ahuellamiento			
FALLAS ENCONTRADAS EN LA UNIDAD DE MUESTRA									
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD				Total	Densidad (%)	Valor Deductivo	
12		200				200.00	66.67	14.80	
13	H	0.9	1	0.9		2.80	0.93	50.77	
3	H	5.7	4.5			10.20	3.40	15.2	
10	H	3.2				3.20	1.07	8.12	
10	M	5	5.2			10.20	3.40	7.82	
		Números de valores deducidos > 2		5			TOTAL VD =	96.71	
		Valor deducido más alto (HDVi)		50.77					
		Número admisible de deducidos (r)		6					
						$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3.			
Nº	valores deducidos					Total	q	CDV	
1	14.8	50.77	15.2	8.12	7.82	96.71	5	50.03	
2	14.8	50.77	15.2	8.12	2	90.89	4	51.53	
3	14.8	50.77	15.2	2	2	84.77	3	53.60	
4	14.8	50.77	2	2	2	71.57	2	52.10	
5	14.8	2	2	2	2	22.8	1	22.8	
							Max. CDV	53.60	
		PCI = 100 - máx. CDV							
		PCI = 46.40				REGULAR			

Fuente: Elaboración propia siguiendo los parámetros de la norma ASTM D6433

**Tabla 5. Muestra 11 evaluada por el método del PCI (Primer carril)**

MÉTODO DEL PCI		ESQUEMA:							
Índice de Condición del Pavimento Flexible									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la Vía: Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz		Sección: 0+275 al 0+300			Unidad de Muestra: UM 11				
Ejecutores: CARDOZA CASTRO, Alexander y COBA CORREA, Carlos				Fecha:		Área: 300 m2			
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión					11. Parcheo		16. Desplazamiento	
2. Exudación	7. Fisura de borde					12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica	
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta					13. Huecos		18. Hinchamiento	
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel Carril - Berma					14. Cruce de vía férrea		19. Desprendimiento de agregados.	
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales					15. Ahuellamiento			
FALLAS ENCONTRADAS EN LA UNIDAD DE MUESTRA									
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD				Total	Densidad (%)	Valor Deductivo	
3	M	46.8				46.80	15.60	19.36	
10	M	2.5				2.50	0.83	1.96	
12		102.5				102.50	34.17	9.05	
19	H	30				30.00	10.00	42	
13	H	0.75	0.7			1.45	0.48	38.68	
13	M	0.9	0.85			1.75	0.58	23.22	
		Números de valores deductivos > 2	5				TOTAL VD =	134.27	
		Valor deductivo más alto (HDV <sub>i</sub> )	38.68						
		Número admisible de deductivos (r)	7				$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$ Ecuación 3.		
N°	valores deductivos					Total	q	CDV	
1	19.36	9.05	42	38.68	23.22	132.31	5	68.16	
2	19.36	9.05	42	38.68	2	111.09	4	62.65	
3	19.36	9.05	42	2	2	74.41	3	47.15	
4	19.36	9.05	2	2	2	34.41	2	25.53	
5	19.36	2	2	2	2	27.36	1	27.36	
							Max. CDV	68.16	
		PCI =	100 - máx. CDV						
		PCI =	31.85			MALO			

Fuente: Elaboración propia siguiendo los parámetros de la norma ASTM D6433

**Tabla 6.** Muestra 12 evaluada por el método del PCI (Primer carril)

MÉTODO DEL PCI					ESQUEMA:			
Índice de Condición del Pavimento Flexible								
HOJA DE REGISTRO								
Nombre de la Vía: Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz					Sección: 0+300 al 0+325		Unidad de Muestra: UM 12	
Ejecutores: CARDOZA CASTRO, Alexander y COBA CORREA, Carlos					Fecha:		Área: 300 m <sup>2</sup>	
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión				11. Parcheo		16. Desplazamiento	
2. Exudación	7. Fisura de borde				12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica	
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta				13. Huecos		18. Hinchamiento	
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel Carril - Berma				14. Cruce de vía férrea		19. Desprendimiento de agregados.	
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales				15. Ahuellamiento			
FALLAS ENCONTRADAS EN LA UNIDAD DE MUESTRA								
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD				Total	Densidad (%)	Valor Deductivo
18	H	5.28				5.28	1.76	36.53
12		140				140.00	46.67	11.23
13	H	0.91				0.91	0.30	31.70
13	M	0.54	0.36			0.90	0.30	13.4
		Números de valores deductivos > 2 (q) =		4			TOTAL VD =	92.86
		Valor deductivo más alto (HDV <sub>i</sub> )		36.53				
		Número admisible de deductivos (máx)		7		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3.		
N°	valores deductivos					Total	q	CDV
1	36.53	11.23	31.7	13.4		92.86	5	47.72
2	36.53	11.23	31.7	2		81.46	4	45.88
3	36.53	11.23	2	2		51.76	3	32.23
4	36.53	2	2	2		42.53	2	42.53
							Max. CDV	47.72
		PCI =		100 - máx. CDV				
		PCI =		52.28	REGULAR			

Fuente: Elaboración propia siguiendo los parámetros de la norma ASTM D6433

**Tabla 7. Muestra 14 evaluada por el método del PCI (Primer carril)**

MÉTODO DEL PCI		ESQUEMA:							
Índice de Condición del Pavimento Flexible									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la Vía: Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Sección: 0+350 al 0+375 Unidad de Muestra: UM 14									
Ejecutores: CARDOZA CASTRO, Alexander y COBA CORREA, Carlos					Fecha:		Área: 300 m2		
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión					11. Parcheo		16. Desplazamiento	
2. Exudación	7. Fisura de borde					12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica	
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta					13. Huecos		18. Hinchamiento	
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel Carril - Berma					14. Cruce de vía férrea		19. Desprendimiento de agregados.	
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales					15. Ahuellamiento			
FALLAS ENCONTRADAS EN LA UNIDAD DE MUESTRA									
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					Total	Densidad (%)	Valor Deductivo
19	H	250					250.00	83.33	76.1
10	H	4	7				11.00	3.67	18.4
3	H	23.1					23.10	7.70	25.47
4	M	0.9					0.90	0.30	4.4
13	H	0.95	0.9				1.85	0.62	43.08
13	M	0.7	0.73	0.85	0.69		2.97	0.99	31.8
		Números de valores deducidos > 2	6					TOTAL VD=	199.25
		Valor deducido más alto (HDV <sub>i</sub> )	43.08						
		Número admisible de deducidos (r)	7						
								$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$ Ecuación 3.	
N°	valores deducidos						Total	q	CDV
1	76.1	18.4	25.47	4.4	43.08	31.8	199.25	6	89.85
2	76.1	18.4	25.47	4.4	43.08	2	169.45	5	84.78
3	76.1	18.4	25.47	4.4	2	2	128.37	4	72.19
4	76.1	18.4	25.47	2	2	2	125.97	3	76.28
5	76.1	18.4	2	2	2	2	102.5	2	72.25
6	76.1	2	2	2	2	2	86.1	1	86.1
								Max. CDV	89.85
		PCI =	100 - máx. CDV						
		PCI =	10.15			MUY MALO			

Fuente: Elaboración propia siguiendo los parámetros de la norma ASTM D6433

**Tabla 8. Muestra 15 evaluada por el método del PCI (Primer carril)**

MÉTODO DEL PCI						ESQUEMA:		
Índice de Condición del Pavimento Flexible								
HOJA DE REGISTRO								
Nombre de la Vía: Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz						Sección: 0+375 al 0+400		Unidad de Muestra: UM 15
Ejecutores: CARDOZA CASTRO, Alexander y COBA CORREA, Carlos						Fecha:		Área: 300 m2
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión					11. Parcheo		16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde					12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta					13. Huecos		18. Hinchamiento
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel Carril - Berma					14. Cruce de vía férrea		19. Desprendimiento de agregados.
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales					15. Ahuellamiento		
FALLAS ENCONTRADAS EN LA UNIDAD DE MUESTRA								
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD				Total	Densidad (%)	Valor Deductivo
3	M	46.8				46.80	15.60	19.86
10	M	4	2	3.5	5.00	14.50	4.83	11.11
12		200				200.00	66.67	14.80
13	H	0.55	0.35			0.90	0.30	31.7
13	M	0.7	0.72	0.65	0.45	2.07	0.69	25.7
		Números de valores deductivos > 2 (q) =		5			TOTAL VD =	103.17
		Valor deductivo más alto (HDV <sub>i</sub> )		31.7				
		Número admisible de deductivos (máx)		7				
							$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3.	
N°	valores deductivos					Total	q	CDV
1	19.86	11.11	14.8	31.7	25.7	103.17	5	53.59
2	19.86	11.11	14.8	31.7	2	79.47	4	44.68
3	19.86	11.11	14.8	2	2	49.77	3	30.84
4	19.86	11.11	2	2	2	36.97	2	27.58
5	19.86	2	2	2	2	27.86	1	27.86
							Max. CDV	53.59
		PCI =		100 - máx. CDV				
		PCI =		46.41	REGULAR			

Fuente: Elaboración propia siguiendo los parámetros de la norma ASTM D6433

**Tabla 9. Muestra 19 evaluada por el método del PCI (Primer carril)**

MÉTODO DEL PCI						ESQUEMA:			
Índice de Condición del Pavimento Flexible									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la Vía: Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz						Sección: 0+475 a 10+500		Unidad de Muestra: UM 19	
Ejecutores: CARDOZA CASTRO, Alexander y COBA CORREA, Carlos						Fecha:		Área: 300 m2	
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión					11. Parcheo		16. Desplazamiento	
2. Exudación	7. Fisura de borde					12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica	
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta					13. Huecos		18. Hinchamiento	
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel Carril - Berma					14. Cruce de vía férrea		19. Desprendimiento de agregados.	
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales					15. Ahuellamiento			
FALLAS ENCONTRADAS EN LA UNIDAD DE MUESTRA									
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD				Total	Densidad (%)	Valor Deductivo	
19	H	60				60.00	20.00	54.5	
12		90				90.00	30.00	8.3	
13	H	0.85	0.9			1.75	0.58	41.88	
13	M	0.81	0.73			1.54	0.51	20.84	
		Números de valores deductivos > 2		4			TOTAL VD =	125.52	
		Valor deductivo más alto (HDVi)		54.5					
		Número admisible de deductivos (r)		5		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3.			
Nº	valores deductivos					Total	q	CDV	
1	54.5	8.3	41.88	20.84		125.52	4	70.76	
2	54.5	8.3	41.88	2		106.68	3	66.34	
3	54.5	8.3	2	2		66.8	2	48.76	
4	54.5	2	2	2		60.5	1	60.50	
							Max. CDV	70.76	
		PCI =		100 - máx. CDV					
		PCI =		29.24			MALO		

Fuente: Elaboración propia siguiendo los parámetros de la norma ASTM D6433

**Tabla 10. Muestra 21 evaluada por el método del PCI (Primer carril)**

MÉTODO DEL PCI					ESQUEMA:			
Índice de Condición del Pavimento Flexible								
HOJA DE REGISTRO								
Nombre de la Vía: Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz					Sección: 0+525 al 0+550		Unidad de Muestra: UM 21	
Ejecutores: CARDOZA CASTRO, Alexander y COBA CORREA, Carlos					Fecha:		Área: 300 m <sup>2</sup>	
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión				11. Parcheo		16. Desplazamiento	
2. Exudación	7. Fisura de borde				12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica	
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta				13. Huecos		18. Hinchamiento	
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel Carril - Berma				14. Cruce de vía férrea		19. Desprendimiento de agregados.	
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales				15. Ahuellamiento			
FALLAS ENCONTRADAS EN LA UNIDAD DE MUESTRA								
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD				Total	Densidad (%)	Valor Deductivo
12		170	50			220.00	73.33	15.97
3	H	8.55	7.83	3.45		19.83	6.61	23.18
3	M	8.7	8.12			16.82	5.61	12.03
13	H	0.95	0.88			1.83	0.61	42.79
		Números de valores deductivos > 2 (q) =		4			TOTAL VD =	93.97
		Valor deductivo más alto (HDV <sub>i</sub> )		42.79				
		Número admisible de deductivos (máx)		6		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3.		
N°	valores deductivos					Total	q	CDV
1	15.97	23.18	12.03	42.79		93.97	4	53.38
2	15.97	23.18	12.03	2		53.18	3	33.23
3	15.97	23.18	2	2		43.15	2	32.21
4	15.97	2	2	2		21.97	1	21.97
							Max. CDV	53.38
		PCI =			100 - máx. CDV			
		PCI =			46.62	REGULAR		

Fuente: Elaboración propia siguiendo los parámetros de la norma ASTM D6433

**Tabla 11. Muestra 26 evaluada por el método del PCI (Primer carril)**

MÉTODO DEL PCI					ESQUEMA:					
Índice de Condición del Pavimento Flexible										
HOJA DE REGISTRO										
Nombre de la Vía: Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz					Sección: 0+650 al 0+675		Unidad de Muestra: UM 26			
Ejecutores: CARDOZA CASTRO, Alexander y COBA CORREA, Carlos					Fecha:		Área: 300 m2			
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión				11. Parcheo		16. Desplazamiento			
2. Exudación	7. Fisura de borde				12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica			
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta				13. Huecos		18. Hinchamiento			
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel Carril - Berma				14. Cruce de vía férrea		19. Desprendimiento de agregados.			
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales				15. Ahuellamiento					
FALLAS ENCONTRADAS EN LA UNIDAD DE MUESTRA										
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD				Total	Densidad (%)	Valor Deductivo		
11	M	15	12.25	36		63.25	21.08	41.75		
12		64	24			88	29.33	8.18		
19	H	35				35	11.67	44.09		
13	H	0.9	0.85	0.79		2.54	0.85	49.25		
		Números de valores deductivos > 2		4				TOTAL VD =	143.27	
		Valor deductivo más alto (HDV <sub>i</sub> )		49.25						
		Número admisible de deductivos (r)		6						
						$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3.				
N°	valores deductivos					Total	q	CDV		
1	41.75	8.18	44.09	49.25		143.27	4	79.31		
2	41.75	8.18	44.09	2		96.02	3	60.61		
3	41.75	8.18	2	2		53.93	2	39.75		
4	41.75	2	2	2		47.75	1	47.75		
							Max. CDV	79.31		
		PCI = 100 - máx. CDV								
		PCI = 20.69						MUY MALO		

Fuente: Elaboración propia siguiendo los parámetros de la norma ASTM D6433



**Tabla 12.** Muestra 36 evaluada por el método del PCI (Primer carril)

MÉTODO DEL PCI					ESQUEMA:			
Índice de Condición del Pavimento Flexible								
HOJA DE REGISTRO								
Nombre de la Vía: Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz					Sección: 0+900 al 0+925		Unidad de Muestra: UM 36	
Ejecutores: CARDOZA CASTRO, Alexander y COBA CORREA, Carlos					Fecha:		Área: 300 m <sup>2</sup>	
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión				11. Parcheo	16. Desplazamiento		
2. Exudación	7. Fisura de borde				12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica		
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta				13. Huecos	18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel Carril - Berma				14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados.		
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales				15. Ahuellamiento			
FALLAS ENCONTRADAS EN LA UNIDAD DE MUESTRA								
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD			Total	Densidad (%)	Valor Deductivo	
12		250			250.00	83.33	17.7	
19	H	24.75			24.75	8.25	38.18	
13	H	0.75			0.75	0.25	29.20	
		Números de valores deducidos > 2 (q) =		3		TOTAL VD =	85.08	
		Valor deducido más alto (HDV <sub>i</sub> )		38.18				
		Número admisible de deducidos (máx)		7	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3.}$			
N°	valores deducidos				Total	q	CDV	
1	17.7	38.18	29.2		85.08	3	53.80	
2	17.7	38.18	2		57.88	2	42.52	
3	15.97	2	2		19.97	1	19.97	
						Max. CDV	53.80	
		PCI =		100 - máx. CDV				
		PCI =		46.20	REGULAR			

Fuente: Elaboración propia siguiendo los parámetros de la norma ASTM D6433

**Tabla 13.** Muestra 01 evaluada por el método del PCI (Segundo carril)

MÉTODO DEL PCI				ESQUEMA:			
Índice de Condición del Pavimento Flexible							
HOJA DE REGISTRO							
Nombre de la Vía: Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Sección: 0+000 al 0+025 Unidad de Muestra: UM 01							
Ejecutores: CARDOZA CASTRO, Alexander y COBA CORREA, Carlos			Fecha:		Área: 300 m2		
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión			11. Parcheo	16. Desplazamiento		
2. Exudación	7. Fisura de borde			12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica		
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta			13. Huecos	18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel Carril - Berma			14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados.		
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento			
FALLAS ENCONTRADAS EN LA UNIDAD DE MUESTRA							
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD			Total	Densidad (%)	Valor Deductivo
12		90			90.00	30.00	8.3
19	H	18			18.00	6.00	33.4
13	H	0.75	0.83	0.56	2.14	0.71	45.66
		Números de valores deducidos > 2		3		TOTAL VD =	87.36
		Valor deducido más alto (HDVi)		45.66			
		Número admisible de deducidos (r)		6		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$ Ecuación 3.	
Nº	valores deducidos			Total	q	CDV	
1	45.66	33.4	8.3	87.36	3	55.28	
2	45.66	33.4	2	81.06	2	58.64	
3	45.66	2	2	49.66	1	49.66	
						Max. CDV	58.64
		PCI = 100 - máx. CDV					
		PCI = 41.36				REGULAR	

Fuente: Elaboración propia siguiendo los parámetros de la norma ASTM D6433

**Tabla 14.** Muestra 02 evaluada por el método del PCI (Segundo carril)

MÉTODO DEL PCI					ESQUEMA:			
Índice de Condición del Pavimento Flexible								
HOJA DE REGISTRO								
Nombre de la Vía: Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz					Sección: 0+025 al 0+050		Unidad de Muestra: UM 02	
Ejecutores: CARDOZA CASTRO, Alexander y COBA CORREA, Carlos					Fecha:		Área: 300 m2	
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión				11. Parcheo		16. Desplazamiento	
2. Exudación	7. Fisura de borde				12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica	
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta				13. Huecos		18. Hinchamiento	
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel Carril - Berma				14. Cruce de vía férrea		19. Desprendimiento de agregados.	
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales				15. Ahuellamiento			
FALLAS ENCONTRADAS EN LA UNIDAD DE MUESTRA								
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD				Total	Densidad (%)	Valor Deductivo
4	H	2.95				2.95	0.98	33.42
12		150				150.00	50.00	11.8
13	H	0.6	0.9	0.85		2.35	0.78	47.56
19	H	7				7.00	2.33	22.29
		Números de valores deducidos > 2		4			TOTAL VD =	115.07
		Valor deducido más alto (HDVi)		47.56				
		Número admisible de deducidos (r)		6				
						$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3.		
Nº	valores deducidos					Total	q	CDV
1	47.56	33.42	22.29	11.8		115.07	4	65.04
2	47.56	33.42	22.29	2		105.27	3	65.64
3	47.56	33.42	2	2		84.98	2	61
4	47.56	2	2	2		53.56	1	53.26
							Max. CDV	65.64
		PCI =		100 - máx. CDV				
		PCI =		34.36		MALO		

Fuente: Elaboración propia siguiendo los parámetros de la norma ASTM D6433

**Tabla 15.** Muestra 03 evaluada por el método del PCI (Segundo carril)

MÉTODO DEL PCI					ESQUEMA:				
Índice de Condición del Pavimento Flexible									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la Vía: Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz					Sección: 0+050a  0+075		Unidad de Muestra: UM 03		
Ejecutores: CARDOZA CASTRO, Alexander y COBA CORREA, Carlos					Fecha:		Área: 300 m2		
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión				11. Parcheo		16. Desplazamiento		
2. Exudación	7. Fisura de borde				12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica		
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta				13. Huecos		18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel Carril - Berma				14. Cruce de vía férrea		19. Desprendimiento de agregados.		
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales				15. Ahuellamiento				
FALLAS ENCONTRADAS EN LA UNIDAD DE MUESTRA									
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD				Total	Densidad (%)	Valor Deductivo	
12		175				175.00	58.33	13.3	
		Números de valores deductivos > 2	1				TOTAL VD=	13.3	
		Valor deductivo más alto (HDVi)	13.3						
		Número admisible de deductivos (r)	8				$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3.		
Nº	valores deductivos					Total	q	CDV	
1	13.3					13.3	1	13.3	
							Max. CDV	13.3	
		PCI =	100 - máx. CDV						
		PCI =	86.7				Excelente		

Fuente: Elaboración propia siguiendo los parámetros de la norma ASTM D6433

**Tabla 16.** Muestra 04 evaluada por el método del PCI (Segundo carril)

MÉTODO DEL PCI					ESQUEMA:			
Índice de Condición del Pavimento Flexible								
HOJA DE REGISTRO								
Nombre de la Vía: Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz					Sección: 0+075 al 0+100		Unidad de Muestra: UM 04	
Ejecutores: CARDOZA CASTRO, Alexander y COBA CORREA, Carlos					Fecha:		Área: 300 m <sup>2</sup>	
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión				11. Parcheo	16. Desplazamiento		
2. Exudación	7. Fisura de borde				12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica		
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta				13. Huecos	18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel Carril - Berma				14. Cruce de vía férrea	19. Desprendimiento de agregados.		
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales				15. Ahuellamiento			
FALLAS ENCONTRADAS EN LA UNIDAD DE MUESTRA								
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD			Total	Densidad (%)	Valor Deductivo	
4	H	2.85			2.85	0.95	33	
12		200			200.00	66.67	14.8	
10	H	18			18.00	6.00	25.5	
		Números de valores deducidos > 2		3		TOTAL VD =	73.3	
		Valor deducido más alto (HDV <sub>i</sub> )		33				
		Número admisible de deducidos (r)		7	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3.			
Nº	valores deducidos				Total	q	CDV	
1	33	25.5	14.8		73.3	3	46.48	
2	33	25.5	2		60.5	2	44.35	
3	33	2	2		37	1	37	
						Max. CDV	46.48	
		PCI = 100 - máx. CDV						
		PCI = 53.52		REGULAR				

Fuente: Elaboración propia siguiendo los parámetros de la norma ASTM D6433

**Tabla 17. Muestra 05 evaluada por el método del PCI (Segundo carril)**

MÉTODO DEL PCI		ESQUEMA:							
Índice de Condición del Pavimento Flexible									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la Vía: Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Sección: 0+100 al 0+125 Unidad de Muestra: UM 05									
Ejecutores: CARDOZA CASTRO, Alexander y COBA CORREA, Carlos					Fecha:		Área: 300 m2		
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión					11. Parcheo		16. Desplazamiento	
2. Exudación	7. Fisura de borde					12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica	
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta					13. Huecos		18. Hinchamiento	
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel Carril - Berma					14. Cruce de vía férrea		19. Desprendimiento de agregados.	
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales					15. Ahuellamiento			
FALLAS ENCONTRADAS EN LA UNIDAD DE MUESTRA									
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					Total	Densidad (%)	Valor Deductivo
4	H	2.88					2.88	0.96	33.14
11	H	4	9.2				13.20	4.40	36.16
13	H	0.5	0.66	0.71			1.87	0.62	43.16
13	M	0.3	0.36				0.66	0.22	10.2
12		162.5					162.50	54.17	12.55
10	H	2					2.00	0.67	6.02
		Números de valores deducidos > 2		6				TOTAL VD=	141.23
		Valor deducido más alto (HDV <sub>i</sub> )		43.16					
		Número admisible de deducidos (r)		6					
		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3.							
Nº	valores deducidos						Total	q	CDV
1	43.16	33.14	36.16	12.55	10.2	6.02	141.23	6	68.49
2	43.16	33.14	36.16	12.55	10.2	2	137.21	5	70.61
3	43.16	33.14	36.16	12.55	2	2	129.01	4	72.51
4	43.16	33.14	36.16	2	2	2	118.46	3	72.23
5	43.16	33.14	2	2	2	2	84.3	2	60.58
6	43.16	2	2	2	2	2	53.16	1	53.16
								Max. CDV	72.51
		PCI =		100 - máx. CDV					
		PCI =		27.49		MALO			

Fuente: Elaboración propia siguiendo los parámetros de la norma ASTM D6433

**Tabla 18.** Muestra 06 evaluada por el método del PCI (Segundo carril)

MÉTODO DEL PCI						ESQUEMA:		
Índice de Condición del Pavimento Flexible								
HOJA DE REGISTRO								
Nombre de la Vía: Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz						Sección: 0+ al 0+800		Unidad de Muestra: UM 06
Ejecutores: CARDOZA CASTRO, Alexander y COBA CORREA, Carlos						Fecha:		Área: 300 m2
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión					11. Parcheo		16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde					12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta					13. Huecos		18. Hinchamiento
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel Carril - Berma					14. Cruce de vía férrea		19. Desprendimiento de agregados.
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales					15. Ahuellamiento		
FALLAS ENCONTRADAS EN LA UNIDAD DE MUESTRA								
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD				Total	Densidad (%)	Valor Deductivo
19	H	7				7.00	2.33	22.29
13	H	0.8	0.35	0.5		1.65	0.55	40.95
12		84				84.00	28.00	7.94
3	M	4				4.00	1.33	3.05
10	H	4				4.00	1.33	9.29
		Números de valores deducidos > 2		5			TOTAL VD =	83.52
		Valor deducido más alto (HDVi)		40.95				
		Número admisible de deducidos (r)		6		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3.		
Nº	valores deducidos					Total	q	CDV
1	40.95	22.29	9.29	7.94	30.05	110.52	5	57.26
2	40.95	22.29	9.29	7.94	2	82.47	4	46.48
3	40.95	22.29	9.29	2	2	76.53	3	48.42
4	40.95	22.29	2	2	2	69.24	2	50.47
5	40.95	2	2	2	2	48.95	1	48.95
							Max. CDV	57.26
		PCI =		100 - máx. CDV				
		PCI =		42.74		REGULAR		

Fuente: Elaboración propia siguiendo los parámetros de la norma ASTM D6433

**Tabla 19.** Muestra 07 evaluada por el método del PCI (Segundo carril)

MÉTODO DEL PCI		ESQUEMA:								
Índice de Condición del Pavimento Flexible										
HOJA DE REGISTRO										
Nombre de la Vía: Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Sección: 0+075 al 0+100 Unidad de Muestra: UM 07										
Ejecutores: CARDOZA CASTRO, Alexander y COBA CORREA, Carlos					Fecha:		Área: 300 m2			
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión					11. Parcheo		16. Desplazamiento		
2. Exudación	7. Fisura de borde					12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica		
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta					13. Huecos		18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel Carril - Berma					14. Cruce de vía férrea		19. Desprendimiento de agregados.		
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales					15. Ahuellamiento				
FALLAS ENCONTRADAS EN LA UNIDAD DE MUESTRA										
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD				Total	Densidad (%)	Valor Deductivo		
19	H	60				60.00	20.00	54.5		
13	H	0.37	0.5			0.87	0.29	31.2		
12		140				140.00	46.67	11.23		
		Números de valores deducidos > 2		3				TOTAL VD =	96.93	
		Valor deducido más alto (HDVi)		54.5						
		Número admisible de deducidos (r)		6						
		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3.								
Nº	valores deducidos				Total	q	CDV			
1	54.5	31.2	11.23		96.93	3	46.48			
2	54.5	31.2	2		87.7	2	61.16			
3	54.5	2	2		58.5	1	58.5			
							Max. CDV	61.16		
		PCI = 100 - máx. CDV								
		PCI = 38.84								MALO

Fuente: Elaboración propia siguiendo los parámetros de la norma ASTM D6433



**Tabla 20.** Muestra 16 evaluada por el método del PCI (Segundo carril)

MÉTODO DEL PCI						ESQUEMA:		
Índice de Condición del Pavimento Flexible								
HOJA DE REGISTRO								
Nombre de la Vía: Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz						Sección: 0+400 al 0+425		Unidad de Muestra: UM 16
Ejecutores: CARDOZA CASTRO, Alexander y COBA CORREA, Carlos						Fecha:		Área: 300 m <sup>2</sup>
1. Piel de Cocodrilo		6. Depresión				11. Parcheo		16. Desplazamiento
2. Exudación		7. Fisura de borde				12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica
3. Agrietamiento en bloque		8. Fisura de reflexión de junta				13. Huecos		18. Hinchamiento
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel Carril - Berma				14. Cruce de vía férrea		19. Desprendimiento de agregados.
5. Corrugación		10. Fisuras longitudinales y transversales				15. Ahuellamiento		
FALLAS ENCONTRADAS EN LA UNIDAD DE MUESTRA								
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD				Total	Densidad (%)	Valor Deductivo
3	H	17.5	34.4	19.2	40.00	111.10	37.03	50.27
12		64	32	12		108.00	36.00	9.38
		Números de valores deducidos > 2		2			TOTAL VD =	59.65
		Valor deducido más alto (HDV <sub>i</sub> )		50.27				
		Número admisible de deducidos (r)		5				
							$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3.	
Nº	valores deducidos					Total	q	CDV
1	50.27	9.38				59.65	2	43.76
2	50.27	2				52.27	1	52.27
							Max. CDV	52.27
		PCI =		100 - máx. CDV				
		PCI =		47.73		REGULAR		

Fuente: Elaboración propia siguiendo los parámetros de la norma ASTM D6433

**Tabla 21.** Muestra 21 evaluada por el método del PCI (Segundo carril)

MÉTODO DEL PCI					ESQUEMA:				
Índice de Condición del Pavimento Flexible									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la Vía: Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz					Sección: 0+525 al 0+550		Unidad de Muestra: UM 21		
Ejecutores: CARDOZA CASTRO, Alexander y COBA CORREA, Carlos					Fecha:		Área: 300 m2		
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión				11. Parqueo		16. Desplazamiento		
2. Exudación	7. Fisura de borde				12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica		
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta				13. Huecos		18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel Carril - Berma				14. Cruce de vía férrea		19. Desprendimiento de agregados.		
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales				15. Ahuellamiento				
FALLAS ENCONTRADAS EN LA UNIDAD DE MUESTRA									
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD				Total	Densidad (%)	Valor Deductivo	
12		148.23				148.23	49.41	11.7	
13	H	0.75	0.85	0.65		2.25	0.75	46.7	
		Números de valores deductivos > 2		2			TOTAL VD =	58.4	
		Valor deductivo más alto (HDVi)		46.7					
		Número admisible de deductivos (r)		6			$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3.		
Nº	valores deductivos					Total	q	CDV	
1	46.7	11.7				58.4	2	42.88	
2	46.7	2				48.7	1	48.7	
							Max. CDV	42.88	
		PCI =	100 - máx. CDV						
		PCI =	57.12				BUENO		

Fuente: Elaboración propia siguiendo los parámetros de la norma ASTM D6433

**Tabla 22.** Muestra 22 evaluada por el método del PCI (Segundo carril)

MÉTODO DEL PCI					ESQUEMA:			
Índice de Condición del Pavimento Flexible								
HOJA DE REGISTRO								
Nombre de la Vía: Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz					Sección: 0+550 al 0+575		Unidad de Muestra: UM 22	
Ejecutores: CARDOZA CASTRO, Alexander y COBA CORREA, Carlos					Fecha:		Área: 300 m2	
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión				11. Parcheo		16. Desplazamiento	
2. Exudación	7. Fisura de borde				12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica	
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta				13. Huecos		18. Hinchamiento	
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel Carril - Berma				14. Cruce de vía férrea		19. Desprendimiento de agregados.	
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales				15. Ahuellamiento			
FALLAS ENCONTRADAS EN LA UNIDAD DE MUESTRA								
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD				Total	Densidad (%)	Valor Deductivo
12		132.5				132.50	44.17	10.81
10	M	5.3	1.2			6.50	2.17	5
10	H	0.91	1.1	3		5.01	1.67	10.82
11	H	9.1	0.25			9.35	3.12	31.28
13	H	0.87	0.73	0.63		2.23	0.74	46.68
		Números de valores deducidos > 2		5			TOTAL VD =	104.59
		Valor deducido más alto (HDV <sub>i</sub> )		46.68				
		Número admisible de deducidos (r)		6		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$ Ecuación 3.		
Nº	valores deducidos					Total	q	CDV
1	46.68	31.28	10.82	10.81	5	104.59	5	54.3
2	46.68	31.28	10.82	10.81	2	101.59	4	30.87
3	46.68	31.28	10.82	2	2	92.78	3	58.67
4	46.68	31.28	2	2	2	83.96	2	60.38
5	46.68	2	2	2	2	54.68	1	54.64
							Max. CDV	60.38
		PCI = 100 - máx. CDV						
		PCI = 39.62				MALO		

Fuente: Elaboración propia siguiendo los parámetros de la norma ASTM D6433

**Tabla 23.** Muestra 23 evaluada por el método del PCI (Segundo carril)

MÉTODO DEL PCI		ESQUEMA:								
Índice de Condición del Pavimento Flexible										
HOJA DE REGISTRO										
Nombre de la Vía: Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Sección: 0+525 a 10+550 Unidad de Muestra: UM 23										
Ejecutores: CARDOZA CASTRO, Alexander y COBA CORREA, Carlos					Fecha:		Área: 300 m <sup>2</sup>			
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión					11. Parcheo		16. Desplazamiento		
2. Exudación	7. Fisura de borde					12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica		
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta					13. Huecos		18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel Carril - Berma					14. Cruce de vía férrea		19. Desprendimiento de agregados.		
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales					15. Ahuellamiento				
FALLAS ENCONTRADAS EN LA UNIDAD DE MUESTRA										
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD				Total	Densidad (%)	Valor Deductivo		
10	M	2.5	8	5.3	4.6	20.40	6.80	14.04		
11	H	3.6				3.60	1.20	21.2		
		Números de valores deducidos > 2		2				TOTAL VD =	35.24	
		Valor deducido más alto (HDV <sub>i</sub> )		21.2						
		Número admisible de deducidos (r)		9				$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3.		
N°	valores deducidos					Total	q	CDV		
1	21.2	14.04				35.24	2	26.19		
2	21.2	2				23.2	1	23.2		
								Max. CDV	26.19	
		PCI =		100 - máx. CDV						
		PCI =		73.81						MUY BUENO

Fuente: Elaboración propia siguiendo los parámetros de la norma ASTM D6433

Anexo N° 04

**Matriz de Consistencia**

PROBLEMA GENERAL Y ESPECÍFICOS.	OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Cuál es la evaluación del pavimento flexible mediante el método PCI de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Veintiséis de Octubre Piura 2020?</p> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>¿Cuáles son los tipos de fallas que presenta la capa de rodadura de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Veintiséis de Octubre Piura 2020?</p> <p>¿Cuál es el grado de severidad de cada una de las fallas encontradas en la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Veintiséis de Octubre Piura 2020?</p> <p>¿Cuál es el Índice de Condición del Pavimento de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Veintiséis de Octubre Piura 2020?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Evaluar el estado del pavimento flexible mediante el método PCI de la Av. Don Bosco Ex Circunvalación entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Veintiséis de Octubre Piura 2020.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Identificar los tipos de falla que presenta la capa de rodadura de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Veintiséis de Octubre Piura 2020.</p> <p>Establecer el grado de severidad de cada una de las fallas encontradas en la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Veintiséis de Octubre Piura 2020.</p> <p>Establecer el Índice de Condición del Pavimento de la Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz Veintiséis de Octubre Piura 2020.</p>	<p><b>1.- Variable</b></p> <p>Pavimento flexible.</p>	<p>Índice de condición de pavimento</p> <p>Condición del Pavimento</p> <p>Tipos de fallas</p>	<p>Cálculo de valor deductivo (VD)</p> <p>Cálculo del máximo valor deductivo corregido (CDV)</p> <p>Determinar el PCI</p> <p>Determinar la escala de clasificación del PCI</p> <p>Determinar la condición según escala</p> <p>Parámetro de evaluación</p> <p>Clase</p> <p>Severidad</p> <p>Extensión</p>	<p><b>Tipo:</b></p> <p>Descriptiva</p> <p><b>Enfoque:</b></p> <p>Cuantitativo</p> <p><b>Diseño:</b></p> <p>No Experimental Transversal</p> <p><b>Técnica:</b></p> <p>Observación</p> <p><b>Instrumento:</b></p> <p>Ficha de observación, Formato PCI</p> <p><b>Población:</b></p> <p>Av. Don Bosco</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>Av. Don Bosco entre las Av. Marcavelica y Av. Raúl Mata de la Cruz.</p> <p><b>Observación:</b></p> <p>La metodología también es cualitativa</p>