



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EXISTENTES EN EL
PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA DON BOSCO,
CUADRAS 28, 29,30 Y 31 DEL AA- HH. SANTA ROSA,
DISTRITO VEINTISEIS DE OCTUBRE, DEPARTAMENTO
DE PIURA, OCTUBRE - 2017.

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

AUTOR:

BACH. ANDRÉS AGUILERA CHINCHAY

ASESOR:

MGTR. CARMEN CHILÓN MUÑOZ

PIURA – PERÚ

2017

2. Jurado evaluador de la tesis

Mgtr. Miguel Ángel Chan Heredia
PRESIDENTE

Mgtr. Wilmer Oswaldo Córdova Córdova
SECRETARIO

Ing. Orlando Valeriano Suarez Elías
MIEMBRO

3. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria

3.1. Agradecimiento

Agradecer a mis padres y hermanos por brindarme todo el apoyo para realizar mi tesis, al Ing. Carmen Chilón Muñoz, por guiarme para realizar con éxito mi tesis, a la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote – Piura y los Catedráticos, quienes me brindaron sus conocimientos en todo el periodo de formación de mi carrera profesional.

3.2. Dedicatoria

La presente tesis está dedicada al creador que nos permite vivir, por guiarme en mi camino y darme las fortalezas para poder seguir adelante en todos mis proyectos planteados.

Luego con mucho cariño a mi Madre Celia Chinchay Cueva, por su esfuerzo, amor y cariño brindado en todas las etapas de mi vida, a todos mis Hermanos, que fueron el soporte para lograr este Objetivo también.

4. Resumen y Abstract

4.1. Resumen

La presente tesis de investigación es del tipo cualitativo, con esquema descriptivo, se realizó con la finalidad de determinar el estado del pavimento capa de rodadura, Av. Don Bosco del distrito Veintiseis de Octubre Piura, 2017. Tiene como **problema de investigación**: ¿En qué medida la determinación y apreciación de las patologías del pavimento de la av. Don Bosco distrito Veintiseis de Octubre para conseguir el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de la pista de la avenida Don Bosco, permitirá conocer el nivel de severidad que se encuentra el pavimento? **La metodología de la investigación** empleada fue descriptivo no experimental y de corte transversal. Nivel de investigación, descriptivo, explicativo correlacionado. Su **objetivo general** fue determinar el tipo y nivel de patologías, el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de la vía en estudio. a partir de la determinación y evaluación de las patologías encontradas en este pavimento Concluyéndose que los tramos del pavimento flexible en estudio presentan patologías siendo las más recurrentes. Pulimiento de agregados, Desprendimiento de agregados, Piel de cocodrilo, Huecos, Depresión, Exudación, obteniendo un PCI promedio de 42.33% que nos indica que la condición operacional del pavimento es; **Regular**. El trabajo se llevó a cabo con mucha entrega esperamos que se use como material de consulta.

Palabras clave: Estudió visual patologías Av. Don Bosco.

4.2. Abstract

This research thesis is of the qualitative type, with a descriptive scheme, was carried out with the purpose of determining the state of the pavement layer, Av. Don Bosco district Veintiseis de October Piura, 2017. It has as a research problem: what measure the determination and appreciation of the pavement pathologies of the av. Don Bosco district Twenty-six of October to get the index of structural integrity of the pavement and operational condition of the surface of the runway of the avenue Don Bosco, will allow to know the level of severity that is the pavement? The research methodology used was descriptive, non-experimental and cross-sectional. Research level, descriptive, explanatory correlated. Its general objective was to determine the type and level of pathologies, the structural integrity index of the pavement and the operational condition of the surface of the road under study. from the determination and evaluation of the pathologies found in this pavement concluding that the stretches of the flexible pavement under study present pathologies being the most recurrent. Aggregate polish, Aggregate detachment, Crocodile skin, Gaps, Depression, Exudation, obtaining an average PCI of 42.33% which indicates that the operational condition of the pavement is; regular. The work was carried out with a lot of delivery and we hope it will be used as a reference material.

Key words: Studied visual pathologies Av. Don Bosco.

5. Contenido

2.	Jurado evaluador de la tesis	ii
3.	Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria	iii
3.1.	Agradecimiento	iii
3.2.	Dedicatoria.....	iv
4.	Resumen y Abstract.....	v
4.1.	Resumen	v
4.2.	Abstract.....	vi
5.	Contenido	vii
6.	Índice de gráficos, tablas y cuadros.....	ix
6.1.	Índice de gráficos	ix
6.2.	Índice de tablas	ix
6.3.	Índice de cuadros	x
I.	Introducción.....	12
II.	Revisión de la Literatura.....	14
2.1.	Antecedentes	14
2.1.1.	Antecedentes Internacionales	14
2.1.2.	Antecedentes Nacionales	19
2.1.3.	Antecedentes Locales	23
2.2.	Bases Teóricas de la Investigación	27
2.2.1.	Pavimento	27
2.2.2.	Clasificación de los pavimentos	27
2.2.2.1.	Pavimento flexible.....	27
2.2.3.	Índice de condición del pavimento (PCI)	28
2.2.4.	Patologías en pavimentos flexibles.....	32
2.2.4.1.	Patologías por insuficiencia estructural.....	33
2.2.4.2.	Patologías por defectos constructivos	33
2.2.4.3.	Patologías por fatiga.	33
2.2.5.	Causas del surgimiento de las fallas	34
2.2.5.	Fallas según su origen.....	34
2.2.6.	Patologías en pavimentos	36
2.2.6.1.	Piel de cocodrilo	36

2.2.6.2. Exudación	37
2.2.6.3. Fisuras y grietas en bloques	38
2.2.6.4. Ahuellamiento	39
2.2.6.5. Corrugación	40
2.2.6.6. Depresiones	41
2.2.7. Evaluación De Los Pavimentos	44
III. Metodología.....	57
3.2. Diseño de la Investigación	57
3.3. Población y muestra.....	59
3.2.1. Población	59
3.2.2. Muestra	59
3.4. Definición y operacionalización de variables	63
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	64
3.5.4. Técnicas de recolección de datos.....	64
3.5.5. Instrumentos de recolección de datos	64
3.6. Plan de análisis.....	65
3.7. Matriz de consistencia.	66
3.8. Principios éticos.....	67
IV. Resultados.....	68
4.1. Resultados.....	68
4.2. Análisis de resultados	98
V. Conclusiones.....	101
Aspectos complementarios:.....	102
Recomendaciones:	102
Referencias bibliográficas	103
Anexos	107
Plano de Ubicación y Localizacion de la Av. Don Bosco.....	116
Plano de localización: Lugar de estudio de las unidades de muestra de la Av. Don Bosco, AA.HH. Santa Rosa, Distrito Veintiséis de Octubre.....	117

6. Índice de gráficos, tablas y cuadros

6.1. Índice de gráficos

Gráfico 1: Ideograma del diseño de investigación.	59
Gráfico 2: Incidencia de las patologías en la (UM-1).	76
Gráfico 3: Incidencia de las patologías en la (UM-2).	79
Gráfico 4: Incidencia de las patologías en la (UM-3).	82
Gráfico 5: Incidencia de las patologías en la (UM-4).	85
Gráfico 6: Incidencia de las patologías en la (UM-5).	88
Gráfico 7: Incidencia de las patologías en la (UM-6).	91
Gráfico 8: Incidencia de las patologías en la (UM-7).	94
Gráfico 9: Incidencia de las patologías en la (UM-8).	97

6.2. Índice de tablas

Tabla 1: Operacionalización de las variables.	63
Tabla 2: Hoja de inspección, cálculo (UM-01).	70
Tabla 3: Hoja de inspección, cálculo (UM-02).	77
Tabla 4: Hoja de inspección, cálculo (UM-03).	80
Tabla 5: Hoja de inspección, cálculo (UM-04).	83
Tabla 6: Hoja de inspección, cálculo (UM-05).	86
Tabla 7: Hoja de inspección, cálculo (UM-05).	89
Tabla 8: Hoja de inspección, cálculo (UM-07).	92
Tabla 9: Hoja de inspección, cálculo (UM-08).	95

6.3. Índice de cuadros

Cuadro 1: Patologías encontradas en las muestras y su nivel de severidad.	69
Cuadro 2: Resumen de las patologías (UM-01).	71
Cuadro 3: Patologías encontradas en las unidades de muestra.....	99
Cuadro 4: Cuadro estadístico porcentaje de las patologías.	100
Cuadro 5: Promedio ponderado (PCI).	100
Imagen 1: Piel de cocodrilo en pavimento flexible.	37
Imagen 2. Manchas en pavimentos flexibles (Exudación)	38
Imagen 3. Grietas de bloque o contracción.	39
Imagen 4. Ahuellamiento en pavimento flexible.....	40
Imagen 5. Corrugación en la superficie del pavimento	41
Imagen 6. Depresiones en la superficie del pavimento	42
Imagen 7. Pulimiento y desprendimiento del agregado.	44
Imagen 8. Rangos de clasificación del PCI.	47
Imagen 9. Wincha métrica.....	108
Imagen 10. Wincha métrica para medir las patologías.....	108
Imagen 11. Libreta de apuntes.....	109
Imagen 12. Casco de seguridad	109
Imagen 13. Cámara para las fotografías de las muestras.....	110
Imagen 14. Se observa el tipo de patología denominada Baches, Depresión en la AV. Don Bosco.	111
Imagen 15. Se observa el tipo de patología denominada Desprendimiento de agregados.	111

Imagen 16. Se observa el tipo de patología denominada Peladuras, Desprendimientos de agregados y Exudación.....	112
Imagen 17. Se observa el tipo de patología denominada Emisión de polvo, Baches...	112
Imagen 18. Se observa el tipo de patología denominada Desconchamiento de agregados, Exudación.....	113
Imagen 19. Se observa el tipo de patología denominada Punzonamiento, Peladuras..	113
Imagen 20. Se observa el tipo de patología denominada Exudación, Piel cocodrilo...	114
Imagen 21. Se observa el tipo de patología denominada Pulimiento de agregados, desprendimiento de agregados.....	114
Imagen 22. Se observa el tipo de patología denominada Desprendimientos de agregados.	115
Imagen 23. Se observa el tipo de patología denominada Baches, Exudación, Desprendimiento de agregados.....	115

I. Introducción

El presente proyecto de investigación “Evaluación de las patologías existentes en el pavimento flexible de la avenida Don Bosco cuerdas 28, 29, 30,31del AA-HH. Santa Rosa distrito Veintiseis De Octubre, departamento de Piura Octubre 2017” ha sido elaborado con mucha dedicación, con el propósito de comprender y explicar los conceptos en base a la evaluación de pavimentos, el objetivo del mismo es identificar las principales patologías que se presentan en la mencionada vía y sus posibles causas a fin de evitar su posible aparición y posibilitando la mejora en el del pavimento, en la tecnología de los materiales considerar la climatología de lugar para tener pavimentos de calidad el **problema de la investigación** es ¿En qué medida la determinación y apreciación de las patologías del pavimento, nos permitirá obtener el estado actual y condición, operatividad y funcionamiento de la avenida Don Bosco , los distintos tipos de patologías que se producen en los pavimentos ya sea por el tiempo de servicio, o el mal proceso constructivo y/o otros, factores?.

Como **objetivo general** se tendrá: La determinación y apreciación de las patologías del pavimento avenida Don Bosco, distrito Veintiséis de Octubre, provincia de Piura, departamento Piura – Octubre 2017, derivándose como **objetivos específicos**:

- Reconocer los tipos de patologías de la AV Don Bosco – periodo Octubre – 2017.
- Estimar los diferentes elementos y áreas comprometidas para obtener los resultados de la evaluación actual del pavimento.

En tal sentido el método a utilizar será el método Índice de condición del pavimento (**PCI**) para determinar un valor (de 0 a 100), el mismo que indicará su estado. La

metodología para la presente tesis será cualitativa - cuantitativa, no experimental y de corte transversal, el vigente análisis ofrece la apreciación de una investigación esforzada, en función del presente estado, analizando los fenómenos y factores que dañan esta superficie condición actual, sin alterarla.

El diseño y la ejecución de una pavimentación no es suficientes para garantizar la calidad de servicio de este, también el mantenimiento periódico para la vida útil el cual basado en la teoría de evaluación de pavimentos, se realizó la investigación con el método Índice de condición del pavimento (**PCI**) y su aplicación para el diagnóstico de la vía en estudio, se hizo una inspección visual por unidades de muestreo del pavimento. Fue necesario recursos humanos y materiales como cámaras fotográficas, de video, hojas de apunte, fuentes bibliográficas.

Esta investigación se **justifica** por la necesidad de conocer las patologías que se aprecian y el estado en que se encuentra el pavimento Avenida. Don Bosco del Distrito Veintiséis de Octubre, Provincia Piura, Región Piura. Según el tipo de patologías identificadas y los factores que causan se determinara el grado de afectación en que se encuentra el pavimento, por lo que desarrollaremos un **Tipo de Investigación** Descriptiva, no experimental, de corte transversal para el periodo Octubre- 2017. El resultado de nuestras muestras según el método PCI son: UM-01, **PCI**: 51.58; UM-02, **PCI**: 35.20; UM- 03, **PCI**: 17.85; UM-04, **PCI**: 39.16; UM-05, **PCI**: 48.36; UM-06, **PCI**: 73.55. UM-07, **PCI**: 42.28, UM-08, **PCI**: 30.69 respectivamente, obteniendo un PCI ponderado siendo el estado de condición del pavimento **Regular**.

II. Revisión de la Literatura

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

a. Deterioros en pavimentos flexibles, ciudad de Valdivia – Chile, mayo – 2010.

Miranda R.¹

Esta tesis muestra la conservación de pavimentos aplicado al sector 1 y 2 de Valdivia, donde se verán los tipos de fallas ocurridas y la correcta solución de conservación que se le deberá aplicar.

El **objetivo** es identificar las fallas que sufren los pavimentos flexibles y otorgar soluciones para la conservación y rehabilitación de los mismos, al mínimo costo y con el más eficiente resultado posible.

En esta tesis se entrega una descripción resumida de los principales elementos que conforman las carreteras, de las fallas más importantes que los afectan y de las causas que más comúnmente las originan.

Se tendrá con **objetivos específicos**:

- ✓ Desarrollar una guía que permita conocer los diferentes deterioros existentes en pavimentos y sus soluciones constructivas.
- ✓ Revisar en la bibliografía existente, fallas típicas en pavimentos flexibles y rígidos.
- ✓ Entregar los principales parámetros de construcción para realizar los diferentes trabajos de mantenimiento.

- ✓ Aplicar la metodología en el Sector 1 y 2 de Valdivia, y las correctas operaciones utilizadas para devolverle la serviciabilidad a los pavimentos.

Por último, se dan las siguientes **conclusiones**:

- ✓ Aún no se toma verdadera conciencia de que hacer mantención o conservación de pavimentación es mucho más barato que reparar el mismo pavimento, además de ahorrarnos millones de pesos, se puede ofrecer más serviciabilidad y confortabilidad a los conductores.
- ✓ Tan pronto ha sido determinada la necesidad de hacer reparaciones, éstos deben hacerse inmediatamente, ya que los pavimentos continúan deteriorándose día a día, produciendo así una conducción peligrosa.
- ✓ Es necesario determinar primero la causa que produjo el daño en el pavimento, para poder realizar una reparación correcta, pudiendo así evitar una recurrencia.
- ✓ Un mantenimiento oportuno y continuo es necesario para preservar la inversión y mantener el pavimento en completo servicio al público, con respecto a los trabajos realizados en los sectores 1 y 2 de Valdivia alguna de las técnicas empleadas en la reparación de pavimentos no fue la adecuada ya que no emplearon los criterios adecuados al tipo de falla con su solución respectiva, y los trabajos efectuados tienen que tener mayor inspección por parte del mandante.

b. Evaluación y rehabilitación de pavimentos flexibles – San Salvador, agosto - 2004.

Rodríguez M.²

La presente tesis tiene como propósito la necesidad de volver a proporcionar una nueva condición adecuada para el tráfico y con la limitación de la falta relativa de agregados, para la recuperación de las carreteras a través de los métodos que nos beneficien con pavimentos duraderos.

Se tiene como **objetivo** principal la elaboración de un documento en el cual se den a conocer todos aquellos aspectos más importantes de la técnica de reciclado de pavimentos flexibles sea este en frío o en caliente.

Derivándose como **objetivos específicos**:

- ✓ Conocer los estudios previos que se le realizan a un pavimento asfáltico antes de ser sometido a un proceso de reciclaje.
- ✓ Conocer los lineamientos o especificaciones técnicas que aplican al proceso constructivo del reciclado.
- ✓ Conocer las características y propiedades generales de los materiales nuevos y existentes de un pavimento que será sujeto de un proceso de reciclado.
- ✓ Dar una descripción de cuales son y cómo funcionan los equipos más utilizados en nuestro país, para el uso de la técnica de reciclado.
- ✓ Conocer el proceso constructivo de la técnica del reciclaje.

Luego de haber realizado una extensa investigación acerca de los Métodos de Reciclaje de Pavimentos Flexibles, se pueden considerar las siguientes

conclusiones:

- ✓ Cuando se trata de pavimentos viejos en los cuales su vida útil ya se ha cumplido, se puede notar que como parte de las obras de mantenimiento (bacheo o recarpeteo) se han incorporado materiales que han modificado la granulometría original de la mezcla asfáltica, base o subbase del pavimento.
- ✓ Para reponer el material que se haya perdido por los daños sufridos en el pavimento debido a las cargas de los vehículos y el clima.
- ✓ Mejoramiento o modificación de la rasante proyectada.
- ✓ En el diseño de la estructura del pavimento con bases estabilizadas siempre se está expuesto a agrietamientos por contracción del material por esto es necesario colocar carpetas asfálticas divididas en subcarpetas.

Por último, se da las siguientes **recomendaciones:**

- ✓ Se recomienda profundizar en el tema de las emulsiones asfálticas, como el uso de ellas reduce los espesores a reciclar y aumentan las resistencias que alcanzan los materiales estabilizados sin llegar a los agrietamientos
- ✓ Realizar pruebas para determinar el MR , el CBR y otros datos que se deben conocer para lo que es el diseño de espesores de pavimentos

- ✓ Investigar sobre los aspectos que han provocado que existan fallas en los proyectos de reciclaje de pavimentos realizados en nuestro país.
- ✓ Se recomienda investigar sobre el grado de envejecimiento máximo que puede tener un asfalto hasta el cual es aplicable la técnica de reciclaje en caliente.

c. Estudio de Patologías en Pavimentos Flexibles en la ciudad la Plata - Argentina, agosto - 2011.

Prunell S.³

La presente tesis presenta una descripción general de las fallas presentes en los pavimentos flexibles. Como ejemplo práctico se dan a conocer los daños presentes actualmente en ciertas calles de la ciudad de La Plata, donde se analizan las posibles causas que generar el daño y las formas de reparación.

Se **concluye** que la mayoría de los deterioros hallados, pueden producirse por causa de uno o varios factores simultáneos. Debe considerarse el mantenimiento de los pavimentos como un punto importante para evitar deterioros de severidad alta, ya que, en todos los 11 casos, según el estudio estadístico realizado, los defectos con mayor frecuencia de aparición en las superficies de concreto son: fallas de borde 22,3 %, fallas de juntas 19,4 %, fisuras transversales 13,8 %, fisura longitudinales 10,3 %) dislocamiento 9,1 % hundimiento de vías 6,1 %. Nidos de abeja 19 %.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

- a. **Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible, para obtener el índice de integridad estructural del pavimento flexible y condición operacional de la superficie de rodadura de la avenida Carlos la Torre Cortéz, distrito de Huanta, provincia de Huanta, región Ayacucho – agosto 2016.**

Cárdenas R.⁴

La presente tesis, evaluó cada una de las patologías del pavimento flexible, determinando la obtención del índice de integridad estructural “PCI” y la condición operacional de la superficie de rodadura de la avenida Carlos la Torre Cortéz, del distrito de Huanta, provincia de Huanta, región Ayacucho al mes de agosto del año 2016; cuyo **objetivo** principal estuvo relacionada con el estudio de las patologías en cada unidad de muestra y determinación del PCI para dichas unidades permitiéndonos determinar la condición operacional de la superficie de rodadura en el tramo vial estudiado.

Los resultados nos dan un dato referencial del estado situacional de la condición funcional que tiene cada unidad muestra y que influyen en la necesidad de generar un resultado global, para ello se adjunta el cuadro de valores resultantes de las 16 unidades muestrales, luego de la evaluación final, cuya severidad de fallas están en la clasificación de incidencias medio a alto y cuyo rango promedio final del PCI es de 34, resultando en su clasificación como un Pavimento Malo.

Se tiene las siguientes **conclusiones**:

- ✓ La presencia de patologías en cada unidad muestra son similares, con una incidencia permanente principal de pérdida de áridos en el 95% de la población muestra, ahuellamiento en el 60%, huecos en el 40% y fisuras de bloque en el 60%, con existencia de bacheos hasta del 40% en condiciones regulares a malas, que generan incomodidad durante la transpirabilidad a velocidades mayores a 30 km/h, determinándose la existencia de una falla funcional acentuada motivo del presente trabajo de investigación en el pavimento flexible del tramo elegido entre las progresivas 0+000 al 0+500 de la Avenida Carlos la Torre Cortéz, del distrito de Huanta, provincia de Huanta, departamento de Ayacucho.
- ✓ Los cálculos realizados en el presente trabajo de tesis, para la determinación del índice de condición operacional a través del método (PCI), en las 16 unidades muestrales del pavimento flexible de la Avenida Carlos la Torre Cortéz, del distrito de Huanta, provincia de Huanta y región de Ayacucho, nos ha reportado un valor promedio de $PCI = 34$, clasificándonos como un pavimento en estado de conservación MALO, según la tabla de clasificación de fallas y que para su puesta en operación requiere de permanentes mejoras que generan mayores gastos de mantenimiento para un pavimento cuya vida útil del proyecto ha superado los 15 años de servicio, y cuyos mantenimientos periódicos no se han proyectado con regularidad..

b. Determinación y evaluación de las patologías para obtener el índice de integridad estructural del pavimento flexible y condición operacional de la pista de aeropuerto del aeródromo “Manuel Prado” - distrito de Mazamari, provincia de Satipo, región Junín, agosto – 2015.

Serrano C.⁵

La presente tesis de investigación tiene como **objetivo** determinar y Evaluar las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento flexible y condición operacional de la Pista de Aeropuerto del Aeródromo “Manuel Prado” del distrito de Mazamari, provincia de Satipo, región Junín.

Con esta investigación y mediante el Método Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) que se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, se ha diagnosticado el nivel de afectación de las patologías de pavimento flexible, que presenta esta infraestructura aeroportuaria.

Se obtuvieron los siguientes **resultados**, nuestro trabajo de investigación ha logrado la evaluación de un área de estudio de 16,650 metros cuadrados de pavimento flexible de la pista de aeropuerto del aeródromo “Manuel Prado” del distrito de Mazamari provincia de Satipo región Junín, mediante el método PCI siendo un promedio PCI= 32.90 estableciendo un Índice de Condición de Pavimento MALO. Asimismo, hemos determinado que, por la utilización de la referida pista de aterrizaje, existe tres sectores

de usos, criterio que se utilizó para poder seccionarlos en tres secciones; aplicando un análisis por secciones se puede mencionar que:

Sección 1: Ubicada de Norte a Sur, zona que para este estudio se delimitó desde la progresiva 00+000 hasta la 00+570 también podemos identificarla como el Umbral de la Pista (Sección 3 según plano CAD), es la que menos patologías se ha determinado teniendo la más alta calificación con relación a las demás siendo su PCI = 45.03 REGULAR. **Sección 2:** Ubicada en el sector medio de la Pista de Aeropuerto, dicha zona está ubicada entre la progresiva 00+570 hasta la 01+140 (Sección 2 según plano CAD), es la que ha resultado con una mediana calificación con relación de patologías encontradas siendo su PCI = 28.88 MALO. **Sección 3:** Ubicada en el sector Norte de la Pista de Aeropuerto, conocida también como la Cabecera de la Pista, dicha zona está ubicada entre la progresiva 01+140 hasta la 01+720 (Sección 3 según plano CAD), es la que ha resultado con la más baja calificación con relación de patologías encontradas siendo su PCI = 24.43 MALO.

Finalmente, como **conclusiones**, El Índice de Condición de Pavimento del Aeródromo “Manuel Prado” del distrito de Mazamari Provincia de Satipo región Junín es 32.90 que corresponde a la clasificación de MALO.

2.1.3. Antecedentes Locales

- a. **Determinación y evaluación de las patologías en la carpeta de rodadura del pavimento flexible empleando el método del PCI (índice de condición del pavimento) en la calle Moquegua entre la intercepción de la calle Tacna - avenida Loreto, distrito de Piura, provincia de Piura, departamento de Piura - marzo 2017.**

Zeña C.⁶

La presente investigación realizada con lo mejor de las intenciones y esperando sea de mucha utilidad para las entidades públicas y privadas dedicadas al rubro de la construcción, mantenimiento y rehabilitación de pavimentos, se inicia mencionando el **problema** ¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías en la carpeta de rodadura del pavimento flexible de la Calle Moquegua entre la intercepción de la Calle Tacna – Avenida Loreto, Distrito de Piura, Provincia de Piura, Departamento de Piura; permitirá saber el grado de afectación y lograr un diagnóstico de su estado actual? y por ello se tiene como **objetivo general** de determinar y evaluar los tipos de patologías presentes en la carpeta de rodadura del pavimento flexible de la Calle Moquegua entre la intercepción de la Calle Tacna – Avenida Loreto, Distrito de Piura, Provincia de Piura, Departamento de Piura.

Además, se tiene como **objetivos específicos:**

- ✓ Definir los diferentes tipos de patologías que se pueden encontrar en los pavimentos Flexibles.

- ✓ Clasificar la patología según su apariencia y determinar los factores que las causan.
- ✓ Desarrollar una guía que permita conocer los diferentes deterioros existentes en pavimentos flexibles y sus soluciones correctivas.

Para la obtención de los resultados en el tramo o sección de Calle Moquegua en estudio con una longitud de 362 m, el pavimento estuvo compuesto por ocho unidades de muestra, siete de ellas con un área de 230 m² y una con un área de 200 m², donde cada una de ellas fue inspeccionada con la finalidad de evaluar las patologías existentes. Como **resultados y respectivos análisis** se obtuvo que cuatro unidades de muestra (U-1, U-3, U-4, U-6) se encuentran en un estado bueno (PCI entre el rango de 55 – 70), tres de ellas (U-2, U-7, U-8) se encuentran en estado regular (PCI entre el rango de 40 – 55), y la U-5 se encuentra en estado malo (PCI entre el rango de 25– 40). Las fallas más representativas y perjudiciales fueron las fisuras longitudinales y transversales de severidad baja y media, baches de severidad baja y media, parches de severidad media y alta.

Se llegó a la **conclusión** de que el tramo o sección de la carpeta asfáltica del pavimento de la Calle Moquegua entre la intercepción de la Calle Tacna – Avenida Loreto, distrito de Piura, provincia de Piura, departamento de Piura, tiene un Índice de Condición de Pavimento (PCI) de 55.30, lo que indica que el pavimento evaluado presenta un estado bueno. Además, se obtuvo que el 8% del total de unidades de muestra están en un estado bueno, el 34% están en un estado regular, y el 8% está en estado malo.

Finalmente se propuso algunas **recomendaciones**:

- ✓ Se recomienda que durante la inspección del pavimento asfáltico debemos de estar asesorados y orientados por un especialista en pavimentos y contar con el material necesario para el trabajo de campo y gabinete.
- ✓ Según el estado que presenta la superficie asfáltica del pavimento, es recomendable emplear mantenimientos rutinarios, correctivos y tratamientos de rehabilitación de mediana intensidad con la finalidad de alargar el ciclo de vida útil del pavimento.

b. Cálculo del Índice de Condición aplicado en Pavimento Flexible de la Av. Las Palmeras, distrito de Piura, Provincia de Piura, departamento de Piura, diciembre - 2009.

Gamboa C.⁷

La presente tesis tiene por **objetivo** la aplicación del índice de condición del pavimento (PCI) en un tramo de vía de la ciudad de Piura, experiencia que puede quedar como ejemplo a los gobiernos locales.

El PCI es un método de auscultación que proporciona un valor numérico de la calidad del pavimento, utilizado en carreteras como paso previo a diversas mediciones tales como el índice internacional de rugosidad (IRI), coeficiente de fricción (CF) y a una evaluación de la capacidad estructural del pavimento (deflexiones, espesor real de carpeta, etc.).

Se obtiene los siguientes **resultados**:

- ✓ La sección 1 se encuentra en mal estado y es probable que no tenga vida residual, entendiéndose por vida residual como la capacidad

del pavimento para soportar cargas antes de llegar a la falla. Urge establecer trabajos de rehabilitación tales como: nivelación, sobre capas, lechada asfáltica, fresado, remoción y reemplazo de capas, etc.

- ✓ La sección 2 y la sección 4 se encuentran en buen estado, bastará conservar ese estado con mantenimiento rutinario y periódico, tales como: lechada asfáltica, sellado de grietas, limpieza de maleza, alcantarillas, plataforma, etc.
- ✓ La sección 3 y la sección 5 se encuentran en regular estado, es necesario reparar las fallas de severidad media y alta que se presenten, además se deben ejecutar trabajos de mantenimiento rutinario y periódico.

Finalmente se **concluye:**

- ✓ El método de inspección ASTM D6433 o PCI es el primer paso en la evaluación de pavimentos, posteriormente se deben realizar otras mediciones, por ejemplo: el índice internacional de rugosidad (IRI), lo que nos permitirá determinar con mayor exactitud el estado real del pavimento.
- ✓ El índice de condición del pavimento (PCI) es un método de auscultación sencillo y que aplicado adecuadamente resulta de gran utilidad, ya que, permite estimar según el valor del PCI, el estado real del pavimento y las posibles técnicas de conservación.

2.2. Bases Teóricas de la Investigación

2.2.1. Pavimento

Montejo A. (2010)⁸

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y se construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la sub rasante de la vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de restringir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento.

2.2.2. Clasificación de los pavimentos

2.2.2.1. Pavimento flexible

Osuna R. (2010)⁹

Pavimentos formados, por una sub-base y/o base hidráulica o estabilizada, y una superficie de rodamiento, que puede ser: una carpeta de riegos; una carpeta de mezcla asfáltica elaborada en frío o en el lugar, o de mezcla en caliente elaborada en planta, también llamadas de concreto asfáltico, pudiendo tener incluso además un riego de sello aplicado sobre la superficie de la carpeta. Esta serie de capas inicialmente estaban constituidas por materiales con una resistencia a la deformación decreciente conforme la profundidad, de modo análogo a la disminución de las presiones transmitidas desde la superficie. el aumento de las

intensidades y número de aplicaciones de cargas, llevo a los denominados pavimentos rígidos, con capas tratadas o estabilizadas con cemento, o con un espesor muy importante de mezclas asfálticas como las denominadas “full depth”, con espesores del orden de 30 cm. estos pavimentos suelen incluirse en el grupo de los flexibles, debido a que tienen un pavimento asfáltico análogo, pero su comportamiento es muy diferente con capas inferiores de igual o mayor rigidez que las superiores, como en el caso de los pavimentos de sección invertida.

2.2.3. Índice de condición del pavimento (PCI)

2.2.3.1. Definición

Vásquez L. (2002)⁰⁹

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento. El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado.

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima.

2.2.3.2. Objetivos del PCI

Vásquez L. (2002)¹⁰

Los objetivos que se persiguen con la aplicación del Método PCI son:

- Determinar el estado de un pavimento en términos de su integridad estructural y su nivel de servicio.
- Obtener un indicador que permita comparar con un criterio uniforme la condición y comportamiento de los pavimentos.
- Obtener un criterio racional para justificar la programación de obras de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.
- Obtener información relevante de retroalimentación respecto del comportamiento de las soluciones adoptadas en el diseño, evaluación y criterios de mantenimiento de pavimentos.

Se debe establecer el Inventario de Pavimentos. Es decir, los pavimentos se separan definiéndose los siguientes conceptos:

RED: El conjunto de pavimentos a ser administrados (cada Institución Educativa es una red).

RAMA: Parte fácilmente identificable de la red (p. ej.: plataforma).

SECCIÓN: La menor unidad de administración con características homogéneas (p. ej.: tipo de pavimento, estructura, historia de construcción, condición actual, etc.).

2.2.3.3. Determinación de las Unidades de Muestreo para evaluación.

Corredor M. (2014)¹¹

En la “Evaluación De Una Red” puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

En la “Evaluación de un Proyecto” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación, la cual produce un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

FÓRMULA:

$$n = \frac{Ns}{(e/4) * (N - 1) + s}$$

Dónde: n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

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

s: Desviación estándar del PCI entre las unidades. Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (s) del PCI de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35) En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse.

2.2.3.4. Calculo del P.C.I

Espinoza T. (2010)¹²

Si solo uno o ninguno de los VD es mayor a 5, la suma de los VDs es utilizada en lugar del máximo VDC para la determinación del PCI. De no ser así utilizar el siguiente procedimiento para determinar el máximo VDC.

Determinar m, el máximo número de fallas permitidas:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i)$$

Dónde:

m = Número permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).

VAD = Valor individual más alto de VD.

Ingresar los VDs en la primera fila en forma descendente, reemplazando el menor VD por el producto del mismo y la fracción decimal del m calculado y utilizar este valor como el menor en la

primera fila. Si el número de VDs es menor al valor de m, ingresar todos los VDs en la tabla. Si el número de VDs es mayor a m utilizar los m valores más altos solamente.

Sumar todos los valores de VDs de la fila y colocar ese valor en la columna de “total”, luego poner en la columna “q” el número de valores de VDs que son mayores a 5.

Determinar el VDC con la curva de corrección correcta, para pavimentos de concreto, con los valores de “Total” y “q”. Copiar los VDs a la siguiente línea, cambiando el menor valor de VD mayor que 5 a 5. Luego repetir lo anterior hasta que se cumpla “q” = 1.

2.2.4. Patologías en pavimentos flexibles

Rico y del Castillo. (1984)¹³

La tecnología que se ha desarrollado para pavimentos, tiene como meta evitar deterioros y fallas, se han logrado establecer relaciones de causa efecto, para desarrollar normas de criterio de proyecto y conservación. En pavimentos, la palabra falla se utiliza tanto para verdaderos colapsos como deterioros simples. El concepto de deterioro o falla está asociado al nivel de servicio que depende de la exigencia del consumidor. Una falla es algo que se aparta de lo que se consideró perfecto. Las patologías de pavimentos pueden dividirse en tres grupos:

- Patologías por insuficiencia estructural.
- Patologías por defectos constructivos.

- Patologías por fatiga.

2.2.4.1. Patologías por insuficiencia estructural

Carlos R. (2012)¹⁴

Pavimentos contruidos con material inapropiado en cuanto a resistencia. Se puede utilizar materiales con buena calidad, pero espesores insuficientes. Esta falla se produce por combinación de la resistencia al esfuerzo cortante de cada capa y sus espesores.

2.2.4.2. Patologías por defectos constructivos

Carlos R. (2012)¹⁴

Pavimentos bien proporcionados y con materiales de buena calidad pero que en su construcción se cometieron errores.

2.2.4.3. Patologías por fatiga.

Carlos R. (2012)¹⁴

Pavimentos que originalmente estuvieron bien proporcionados y contruidos, con el paso del tiempo y la continua repetición de cargas sufren efectos de fatiga, degradación estructural, pérdida de resistencia y acumulan deformaciones. Aparte de estos tres grupos, también se agrupan por su origen, es decir por el modo en que suceden y se manifiestan. Se dividen en: por fracturamiento, por deformación y por desintegración. Se relacionan con el efecto del tránsito, las características y estructuración del pavimento.

2.2.5. Causas del surgimiento de las fallas

Carlos R. (2012)¹⁴

Durante la vida de servicio de un pavimento, causas de diverso origen afectan la condición de la superficie de rodamiento, lo cual compromete su función de ofrecer a los usuarios la posibilidad de un rodaje seguro, cómodo y económico. Entre las causas de falla de un pavimento se pueden mencionar:

- Fin del período de diseño original y ausencia de acciones de rehabilitación mayor durante el mismo. En este caso la falla es la prevista o esperada.
- Incremento del tránsito con respecto a las estimaciones del diseño de pavimento original.
- Deficiencias en el proceso constructivo, bien en procesos como tal como en la calidad de los materiales empleados.
- Diseño deficiente (errores en la estimación del tránsito o en la valoración de las propiedades de los materiales empleados).
- Factores climáticos imprevistos (lluvias extraordinarias).
- Insuficiencia de estructuras de drenaje superficial y/o subterráneo.
- Insuficiencia o ausencia de mantenimiento y/o rehabilitación de pavimentos.

2.2.5. Fallas según su origen

2.2.5.1. Fallas funcionales (superficiales)

Carlos R. (2012)¹⁴

El defecto se presenta o circunscribe a la superficie de la capa asfáltica y las acciones de reparación se dirigen a la corrección de la fricción (seguridad), o al restablecimiento de la a rugosidad o regularidad (comodidad), lo cual se logra con la colocación de capas asfálticas de bajo espesor que no contribuyen desde el punto de vista estructural.

2.2.5.2. Fallas estructurales

Carlos R. (2012)¹⁴

Tienen su origen en defectos en una o más de las capas que conforman la estructura del pavimento, las cuales están destinadas a resistir y compartir los esfuerzos impuestos por el tráfico, de manera que a nivel de sub-rasante o suelo de fundación de pavimento lleguen los menores esfuerzos y lo más distribuido posible. En estos casos la corrección de las fallas va dirigida al refuerzo de la estructura existente mediante la colocación de una capa cuyo espesor debe ser calculado en función de los requerimientos de las cargas de tráfico previstas en el período de tiempo previsto para la rehabilitación. La falla estructural se deriva de dos causas fundamentales:

Cuando la capacidad de deformación-recuperación de los materiales que conforman la estructura de pavimento es “excedida más allá del valor que determinan las deformaciones recuperables por elasticidad instantánea y retardada, desarrollándose deformaciones permanentes (Ahuellamiento) en cada aplicación de

las cargas, las que se acumulan modificando los perfiles de la calzada hasta valores que resultan intolerables para la comodidad seguridad y rapidez del tránsito y aún pueden provocar el colapso de la estructura.

2.2.6. Patologías en pavimentos

2.2.6.1. Piel de cocodrilo

Rodríguez E. (2009)¹⁵

La piel de cocodrilo es un conjunto de fisuras interconectadas que forman polígonos irregulares, de hasta 0.5 m de longitud en el lado más largo. El patrón es parecido a la piel de un cocodrilo, de ahí el nombre de esta falla. El agrietamiento se origina en el fondo del paquete asfáltico, en la base, donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son elevados. De ahí, las grietas se propagan hacia la superficie como una serie de fisuras longitudinales paralelas, que luego se conectan formando varias piezas. Otra causa que contribuye a que se produzca este tipo de falla, es el envejecimiento del ligante asfáltico, que trae consigo la pérdida de flexibilidad del pavimento.

La piel de cocodrilo indica la pérdida de la capacidad estructural del pavimento, pues disminuye su capacidad de resistencia frente a sollicitaciones externas.



Imagen 1: Piel de cocodrilo en pavimento flexible.

Fuente: Elaboración propia (2017).

2.2.6.2. Exudación

Ing. Hugo (2012)¹⁶

La exudación es una película de material bituminoso que se extiende sobre una determinada área del pavimento, creando una superficie brillante, resbaladiza y reflectante que generalmente llega a ser pegajosa (durante tiempo cálido). Esta falla puede ser causada por diversos factores, como: el exceso de ligante asfáltico en la dosificación (mezcla), el uso de un ligante asfáltico muy blando, la aplicación excesiva de un sello bituminoso, un deficiente porcentaje de vacíos, etc. La exudación ocurre durante tiempo cálido, cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla y luego se expande en la superficie del pavimento. Debido a que el proceso de exudación no es

reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie.



Imagen 2. Manchas en pavimentos flexibles (Exudación)

Fuente: Guía pavimentos flexibles Colombia- Rojas H.

2.2.6.3. Fisuras y grietas en bloques

Rojas E. (2013)¹⁷

Las fisuras en bloque son grietas interconectadas que forman piezas rectangulares de tamaño variable, desde aproximadamente 0.30 x 0.30 m hasta 3.00 x 3.00 m.

Agrietamiento que divide el pavimento en trozos aproximadamente rectangulares de diversas dimensiones.

Causas Posibles: • Mezcla asfáltica muy rígida. • Espesor del pavimento inadecuado para el nivel de sollicitaciones y/o baja capacidad de soporte de la sub-rasante.



Imagen 3. Grietas de bloque o contracción.

Fuente: Elaboración propia (2017).

2.2.6.4. Ahuellamiento

Ing. Hugo. (2011)¹⁶

El Ahuellamiento es una depresión longitudinal continua a lo largo de la trayectoria del vehículo, que trae como consecuencia la deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o subrasante. Esta falla puede ser causada por una pobre compactación del paquete estructural, lo que origina inestabilidad en las capas (bases, sub-bases) permitiendo el movimiento lateral de los materiales debido a las cargas de tráfico.



Imagen 4. Ahuellamiento en pavimento flexible.

Fuente: Guía Fallas en pavimentos - Ing. Barrientos H.

2.2.6.5. Corrugación

Rojas E. (2013)¹⁷

La corrugación es una serie de ondulaciones constituidas por cimas y depresiones muy cercanas entre sí y espaciadas a intervalos bastante regulares (generalmente menores a 3.00m) a lo largo del pavimento. Las cimas son perpendiculares al sentido del tránsito.

Este tipo de falla es causada por la acción del tránsito vehicular combinada con la inestabilidad de las capas superficiales o de la base del pavimento.



Imagen 5. Corrugación en la superficie del pavimento

Fuente: Tesis daños en vías – Gamboa C.

2.2.6.6. Depresiones

Corredor M. (2014)¹¹

Las depresiones son áreas localizadas en la superficie del pavimento que poseen niveles de elevación ligeramente menores a aquellos que se encuentran a su alrededor. (19) Las depresiones son visibles cuando el agua se empoza dentro de ellas después de la caída de lluvia, o, a través de las manchas causadas por el agua empozada, en caso de superficies secas. Pueden causar alguna rugosidad en la superficie de la pista, y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua, pueden causar hidropneumático (los neumáticos de un vehículo pierden contacto con el pavimento a causa de una película de agua, eliminando así la adherencia de las ruedas con la superficie de rodadura).



Imagen 6. Depresiones en la superficie del pavimento

Fuente: Elaboración propia (2017).

2.2.6.7. Popouts

William A. (2001)¹⁸

Un Popouts es un pequeño pedazo de pavimento que se desprende de la superficie del mismo. Puede deberse a partículas blandas o fragmentos de madera rotos y desgastados por el tránsito. Varían en tamaño con diámetros entre 25.0 mm y 102.0 mm y en espesor de 13.0 mm a 51.0 mm.

Niveles de severidad:

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el Popouts debe ser extenso antes que se registre como un daño. La densidad promedio debe exceder aproximadamente tres por metro cuadrado en toda el área de la losa.

Medida:

Debe medirse la densidad del daño. Si existe alguna duda de que el promedio es mayor que tres Popouts por metro cuadrado, deben revisarse al menos tres áreas de un metro cuadrado

elegidas al azar. Cuando el promedio es mayor que dicha densidad, debe contabilizarse la losa.

Opciones de reparación:

L, M y H: No se hace nada.

2.2.6.8. Punzonamiento

William A. (2001)¹⁸

Este daño es un área localizada de la losa que está rota en pedazos. Puede tomar muchas formas y figuras diferentes, pero, usualmente, está definido por una grieta y una junta o dos grietas muy próximas, usualmente con 1.52 m entre sí. Este daño se origina por la repetición de cargas pesadas, el espesor inadecuado de la losa, la pérdida de soporte de la fundación o una deficiencia localizada de construcción del concreto (por ejemplo, hormigueros).

Medida:

Si la losa tiene uno o más punzonamientos, se contabiliza como si tuviera uno en el mayor nivel de severidad que se presente.

Opciones de reparación:

L: No se hace nada. Sellado de grietas, **M:** Parcheo profundo,

H: Parcheo profundo.

2.2.6.9. Pulimiento y desprendimiento de Agregados

William A. (2012)¹⁸

Este daño se causa por aplicaciones repetidas de cargas del tránsito. Cuando los agregados en la superficie se vuelven

suaves al tacto, se reduce considerablemente la adherencia con las llantas. Cuando la porción del agregado que se extiende sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye significativamente a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados que se extiende sobre el concreto es despreciable y suave al tacto. Este tipo de daño se reporta cuando el resultado de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha disminuido significativamente respecto a evaluaciones previas.



Imagen 7. Pulimento y desprendimiento del agregado.

Fuente: Elaboración propia (2017).

2.2.7. EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS

La evaluación de pavimentos consiste en un informe, que presenta el estado en que se encuentra la superficie del mismo, con el fin de poder adoptar las medidas de reparación y mantenimiento adecuadas, con las cuales se pretende prolongar la vida útil de los pavimentos, es así, que es de mucha importancia

elegir y llevar a cabo una evaluación que sea objetiva y acorde con el entorno en el que se ubica.

2.2.7.1. IMPORTANCIA DE LA EVALUACION DE LOS PAVIMENTOS

La evaluación de pavimentos es importante, ya que permitirá conocer oportunamente los deterioros presentes en la superficie, y de esta forma realizar las correcciones, obteniendo de esta forma una oferta de servicio óptima para el usuario. Con la realización de una evaluación periódica del pavimento, será posible predecir el nivel de vida de una red o proyecto.

La evaluación de pavimentos también optimizará los costos de rehabilitación, ya que, si un deterioro se trata a tiempo, su vida útil se prolonga, ahorrando de este modo mayores gastos.

2.2.7.2. OBJETIVIDAD EN LA EVALUACION DE PAVIMENTOS

La objetividad en la evaluación de pavimentos juega un papel primordial, pues se necesita personas verdaderamente capacitadas para que realicen las evaluaciones, de no ser así, dichas pruebas pueden perder credibilidad con el tiempo y no podrán ser comparadas, además, es importante que se escoja un modelo de evaluación que se encuentre estandarizado para poder decir que se ha realizado una evaluación verdaderamente objetiva

2.2.7.3. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE UN PAVIMENTO

El procedimiento para la evaluación de un pavimento incluye: una etapa de trabajo de campo en la que los daños se identifican teniendo en

cuenta su clase, gravedad y características de cada uno de ellos y una segunda fase que es el cálculo de las áreas afectadas.

Para la evaluación de pavimentos, la clase de patologías está relacionada con el tipo de degradación que ocurre en la superficie de un pavimento entre las patologías más comunes se encuentran, piel de cocodrilo, exudación, agrietamiento de bloques, ahuellamiento, entre otras, cada una de ellas se describe en el PCI.

La gravedad representa es estado crítico del deterioro en términos de progresión; Cuanto más severo es el daño, más importante, las medidas para su corrección. De esta forma, se debe evaluar la calidad del viaje, la percepción que tiene el usuario cuando viaja en un vehículo a velocidad normal; Así es como se describe una guía general para ayudar a establecer el grado de severidad de la calidad del tráfico:

Leve, (L): las vibraciones se perciben en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones), pero la reducción de velocidad no es necesaria para la comodidad o la seguridad. Los abultamientos y el hundimiento individual provocan un ligero rebote del vehículo, pero no causan incomodidad.

Moderado, (M): las vibraciones del vehículo son fuertes y requieren una reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; Los baches individuales o los hundimientos causan una nueva reacción y crean incomodidad.

Alto, (H): las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que la velocidad se reduce por comodidad y seguridad; causan un rebote

excesivo del vehículo, lo que crea una incomodidad considerable o un alto riesgo de daño o daños al vehículo.

2.2.7.4. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) PAVEMENT CONDITION INDEX)

El PCI es un índice numérico, desarrollado para obtener el valor de la irregularidad de la superficie del pavimento y la condición operacional de este. El PCI varía entre 0 para pavimentos fallados y un valor de 100 para pavimentos en excelente condición. En el siguiente cuadro se representa los rangos del PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición de un pavimento.

RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI	
Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

Imagen 8. Rangos de clasificación del PCI.

Fuente: Índice condición del pavimento (PCI)

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de una encuesta visual de la condición de pavimento en el cual se establecen su tipo, severidad y cantidad que presenta cada daño.

2.2.7.5. OBJETIVOS DEL PCI.

Los objetivos que se persiguen con la aplicación del método PCI son:

- Determinar la condición de un pavimento en términos de su integridad estructural y nivel de servicio.
- Obtener un indicador que permita comparar la condición y el comportamiento de los pavimentos con un criterio uniforme.
- Obtener criterios racionales para justificar la programación de trabajos de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.
- Obtener información de retroalimentación relevante sobre el comportamiento de las soluciones adoptadas en los criterios de diseño, evaluación y mantenimiento de pavimentos.

2.2.7.6. TERMINOLOGÍA

Los siguientes términos utilizados en el método del PCI, que es vital para la comprensión y la aplicación correcta.

Red de pavimento: es el conjunto de pavimentos a gestionar, es una entidad única y tiene una función específica. Por ejemplo, un aeropuerto o avenida, es una red de pavimento.

Sección de pavimento: una sección es una parte identificable del pavimento. Por ejemplo, un pavimento o estacionamiento es una sección separada. La sección de pavimento es un área de pavimento contigua de construcción, mantenimiento, historial de uso y condición uniformes. Una sección debe tener el mismo volumen de tráfico e intensidad de carga.

Unidad de muestra de pavimento: esta es una subdivisión de una sección de pavimento que tiene un tamaño estándar que varía de 225 +/- 90 m², si el pavimento no es exactamente divisible entre 2500 o para las condiciones de campo específicas.

Muestra al azar: unidad de muestra de la sección de pavimento, seleccionada para inspección mediante técnicas de muestreo aleatorias. Además, hay una unidad de muestra inspeccionada adicionalmente en las unidades de muestra seleccionadas para la visualización de la condición del pavimento.

Índice de condición del pavimento (PCI): es un grado numérico de la condición del pavimento. Varía de cero (0), para un pavimento defectuoso o en malas condiciones, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. Cada rango del PCI tiene su correspondiente descripción cualitativa del estado del pavimento.

2.2.7.7. MATERIALES E INSTRUMENTOS

Hoja de datos de campo: documento donde se puede registrar toda la información durante la inspección visual: fecha, ubicación, sección, sección, tamaño de la unidad de muestra, tipos de fallas, niveles de gravedad, cantidades y nombres del personal a cargo de la inspección. Regla o cuerda para medir la distorsión longitudinal y transversal del pavimento en estudio.

Conos de seguridad vial. Encerrando el área de la calle en estudio, ya que el tráfico significa un peligro para los inspectores que tienen que caminar sobre el pavimento. Equipo de protección individual.

2.2.7.8. MUESTREO Y UNIDAD DE MUESTRA

El muestreo se llevó a cabo siguiendo el siguiente procedimiento:

Identifique secciones o áreas en el pavimento con diferentes usos en el plan de distribución, historias tales como pavimentos y estacionamientos.

Divida cada sección en secciones de acuerdo con criterios tales como el diseño del pavimento, el historial de construcción, el tráfico y las condiciones.

Divida las secciones establecidas del pavimento en unidades de muestra.

Identifique las unidades de las muestras individuales que pueden inspeccionar para que los inspectores puedan ubicarlas en la superficie del pavimento. Es necesario que las unidades de muestra se reubiquen fácilmente, de modo que sea posible la verificación de las fallas existentes, el examen de los cambios en la unidad de tiempo con futuras inspecciones de la misma unidad de muestra si es necesario

Se seleccionó las unidades de muestra que se inspeccionarán. El número de unidades de muestra a inspeccionar puede variar de la siguiente manera: considerando todas las unidades de muestra en la sección, teniendo en cuenta las unidades de muestra que alcanzan un nivel de confianza del 95% o un número menor de unidades de muestra.

- Todas las unidades de muestra en la sección pueden ser inspeccionadas para determinar el valor PCI promedio en la

sección. Este tipo de análisis es ideal para una mejor estimación del mantenimiento y las reparaciones necesarias.

- El número mínimo de unidades de muestra "n" para inspeccionar en una determinada sección, para obtener un valor estadísticamente adecuado (95% de confiabilidad), se calcula usando la siguiente ecuación y redondeando el valor obtenido de "n" a número de tiempo entero mayor.

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

Dónde:

e = error admisible en el cálculo PCI de la sección (e = +/- 5 puntos PCI)

σ = Desviación estándar del PCI de una muestra a otra en la misma sección.

N = Número total de unidades de muestra en la sección.

n = Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

- Al realizar la inspección, se supone que la desviación estándar es 10. Esta suposición debe verificarse como se describe después de haber determinado los valores de PCI. Para inspecciones posteriores, se debe usar la desviación estándar de la inspección anterior para determinar el valor. Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menos de cinco

(n < 5), se espera que evalúe todas las unidades.

- Obtenga una confiabilidad del 95% en crítico, se debe verificar la conveniencia de la cantidad de unidades inspeccionadas. El número de unidades de muestra se estimó en función de un valor de desviación estándar asumido. Calcule el valor real de la desviación estándar de la siguiente manera:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_i^n 1 (PCI_i - PCI_f)^2}{n - 1}}$$

Dónde:

PCI_i = PCI de la unidad de muestra i.

PCI_f = PCI promedio de las unidades de muestra analizadas.

n = Número total de unidades de muestra analizadas.

s = Desviación estándar.

- Calcular el número mínimo de unidades de muestra que se inspeccionarán utilizando el valor real de la desviación estándar. Si el número de unidades inspeccionadas a inspeccionar es mayor que el número de muestras, seleccione e inspeccione las unidades de la muestra al azar.
- Estas unidades de muestra deben estar espaciadas uniformemente en toda la sección. Repita este proceso para verificar el número de unidades de muestra revisadas e inspeccione aleatoriamente las unidades de muestra adicionales hasta el número total de unidades de la muestra de mar inspeccionada igual o mayor que el número mínimo de unidades de muestra "n", use el total de la desviación estándar de muestras reales.

- Una vez que se define el número de unidades de muestra a inspeccionar, calcule el intervalo de separación de las unidades utilizando la asignación aleatoria sistemática. Las muestras deben espaciarse en toda la sección para seleccionar la primera muestra al azar. El intervalo de separación "I" de las unidades y el nombre del alumno al siguiente entero más pequeño:

$$i = \frac{N}{n}$$

Dónde:

N = número total de unidades de muestra en la sección.

n = número de unidades de muestra a inspeccionar.

- Se deben inspeccionar unidades de muestra adicionales solo cuando se observen fallas no representativas. Estas unidades de muestra son elegidas por el usuario.

2.2.7.9. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN

- Inspeccione individualmente cada unidad de muestra seleccionada.
- Registre la sección y el número de sección, así como el número y tipo de unidad de muestra (aleatoria o adicional).
- Registre el tamaño de la unidad de muestra.
- Realice la inspección de las fallas, cuantifique cada nivel de severidad y registre la información obtenida.
- El método de medición se detalla en la descripción de cada patología.
- Repita este procedimiento para cada unidad de muestra que se inspeccionará.

2.2.7.10. CÁLCULO DEL PCI PARA PAVIMENTO FLEXIBLE

Etapla 1. Cálculo de los valores deducidos (DV)

- Agregue la cantidad total de cada tipo de patología para cada nivel de gravedad. La patología se puede medir en área, longitud o número de acuerdo con su tipo.
- Divida la cantidad total de cada tipo de patología según el nivel de gravedad entre el área total de la unidad de muestra y multiplique el resultado por 100 para la densidad porcentual para cada tipo y gravedad de la patología.
- Determine el valor deducido para cada tipo de patología y su nivel de gravedad mediante las curvas llamadas "Valor de daño deducido" para el pavimento flexible.

Etapla 2. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

Si ninguno o solo un valor individual deducido es mayor al 2%, el valor total deducido se usa en lugar del valor máximo deducible corregido (CDV) para determinar el ICP; de lo contrario, el CDV máximo debe determinarse por los pasos:

- Crear una lista de los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.
- El número máximo admisible de valores deducidos (m) se determina utilizando el gráfico de ajuste del número de valores reducidos o la siguiente fórmula:

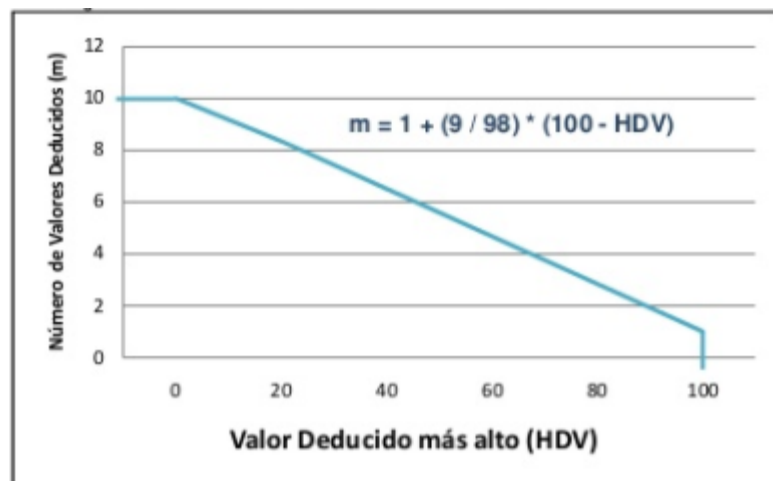
$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - HDV_i)$$

Dónde:

HDV_i = mayor valor deducido individual para la unidad de muestra.

m = Número máximo admisible de valores deducidos, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo.

Ajuste del número de valores deducidos



Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos

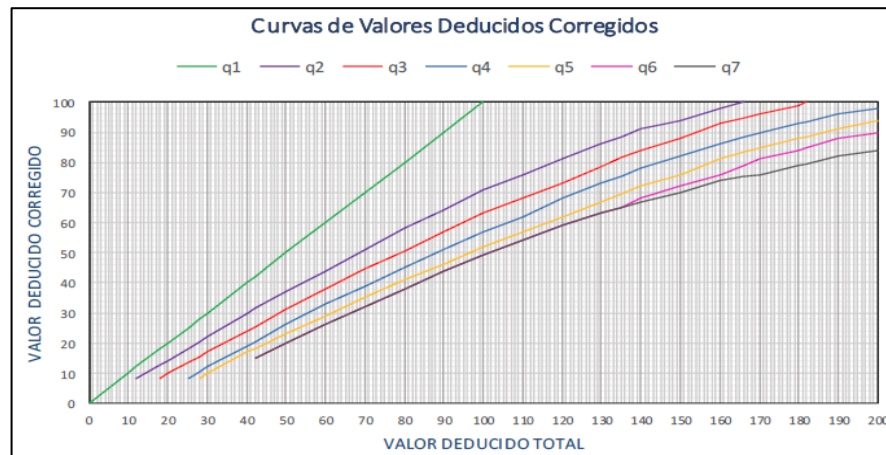
ASTM D6433-03.

Etapas 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV).

- Si ninguno o solo un valor individual deducido es mayor al 2%, se usa el valor total deducido en lugar del valor máximo deducible corregido (CDV) para determinar el PCI; de lo contrario, el CDV máximo debe determinarse utilizando los pasos:

- Crear una lista de los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.
- El número máximo admisible de valores deducidos (m) se determina utilizando la tabla de ajuste del número de valores reducidos o la siguiente fórmula:

Curva de valor deducido para pavimentos asfálticos.



Fuente: Índice de condición del pavimento (PCI)

- En la siguiente iteración, se cambia el valor más bajo deducido por 2% para luego sumar y encontrar un nuevo valor deducido total, en este caso el valor es igual a "m -1". El mismo procedimiento se repite hasta que $q = 1$.
- El CDV máximo es el más alto de CDV obtenido en este proceso, un valor que podemos encontrar en el PCI usando la siguiente fórmula:

$$PCI = 100 - \max. CDV.$$

III. Metodología

3.2. Diseño de la Investigación

El tipo de la investigación para la presente tesis será cualitativa - cuantitativa, el vigente análisis ofrece la apreciación de una investigación esforzada, en función del presente estado analizar los fenómenos y factores que dañan esta superficie condición actual, sin alterarla.

El nivel de la investigación para la presente tesis, de acuerdo al área en estudio, por el nivel característico de un estudio es de tipo descriptivo, basado para puntualizar las propiedades importantes, medir, evaluar aspectos, dimensiones lineales componentes, Fenómenos estudiados convenientes del proyecto fueron: análisis, síntesis, deductivo, inductivo, descriptivo, y estadístico.

El diseño de la investigación es no experimental, porque su estudio se basa en la observación de los hechos en pleno acontecimiento sin alterar el entorno en estudio y de corte transversal porque se está analizando el estudio durante el periodo octubre 2017.

La investigación es desarrollada, con el apoyo de planos, ejes y tramos proyectados para facilitar su aplicación de métodos como cálculo de áreas, este software para digitar fundamentos y reducir márgenes de error en las evaluaciones de los estudios verificados.

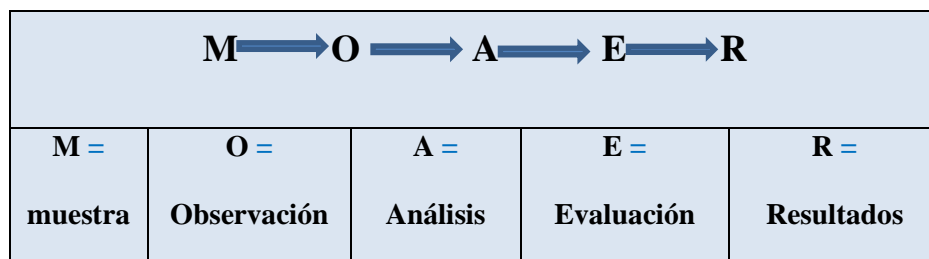
La metodología a utilizar, para el proceso del proyecto de tesis será:

- Selección de antecedentes preliminares, etapa en la cual se procederá a realizar la indagación de información, toma de datos para la evaluación

y validación de los ya existentes. Esta información es necesaria para cumplir con el objetivo inicial propuesto para el proyecto.

- En el presente estudio de aplicación para la determinación y apreciación de los diferentes tipos de patologías, están desarrollados mediante tramos, los que de manera conjunta nos proporcionara tener el resultado detallado, de la evaluación realizada del espacio en el presente proyecto.
- El diseño y método de investigación, se realizará de la siguiente forma: El estudio realizado es del tipo descriptivo, cualitativo, no experimental. Se utilizó la inspección visual y toma de datos a través de fichas técnicas, proporcionado por la “Guía de Inspección pavimentos” formularios alcanzados por el Manual de Inspección de pavimentos Condición Integral de Patologías. para determinar el estado de tensiones de la estructura, Para la determinación de las muestras se consideraron esta AV Don Bosco vía principal de la Región Grau-Piura 2017, este diseño se gráfica de la siguiente manera:

Gráfico 1: Ideograma del diseño de investigación.



Fuente: Elaboración propia (2017)

3.3. Población y muestra

Para el presente proyecto de investigación, el universo está dado por la delimitación geográfica que ésta contemplada, teniendo como referencia 4 cuadras de la vía, por lo que se tomará una muestra y ésta será dividida en tramos, para su respectiva determinación y evaluación de las patologías del pavimento de la avenida Don Bosco del distrito veintiséis de Octubre, provincia de Piura, departamento de Piura.

3.2.1. Población

Se seleccionará pavimentos de la superficie avenida Don Bosco distrito Veintiséis de Octubre, provincia de Piura, departamento Piura.

3.2.2. Muestra

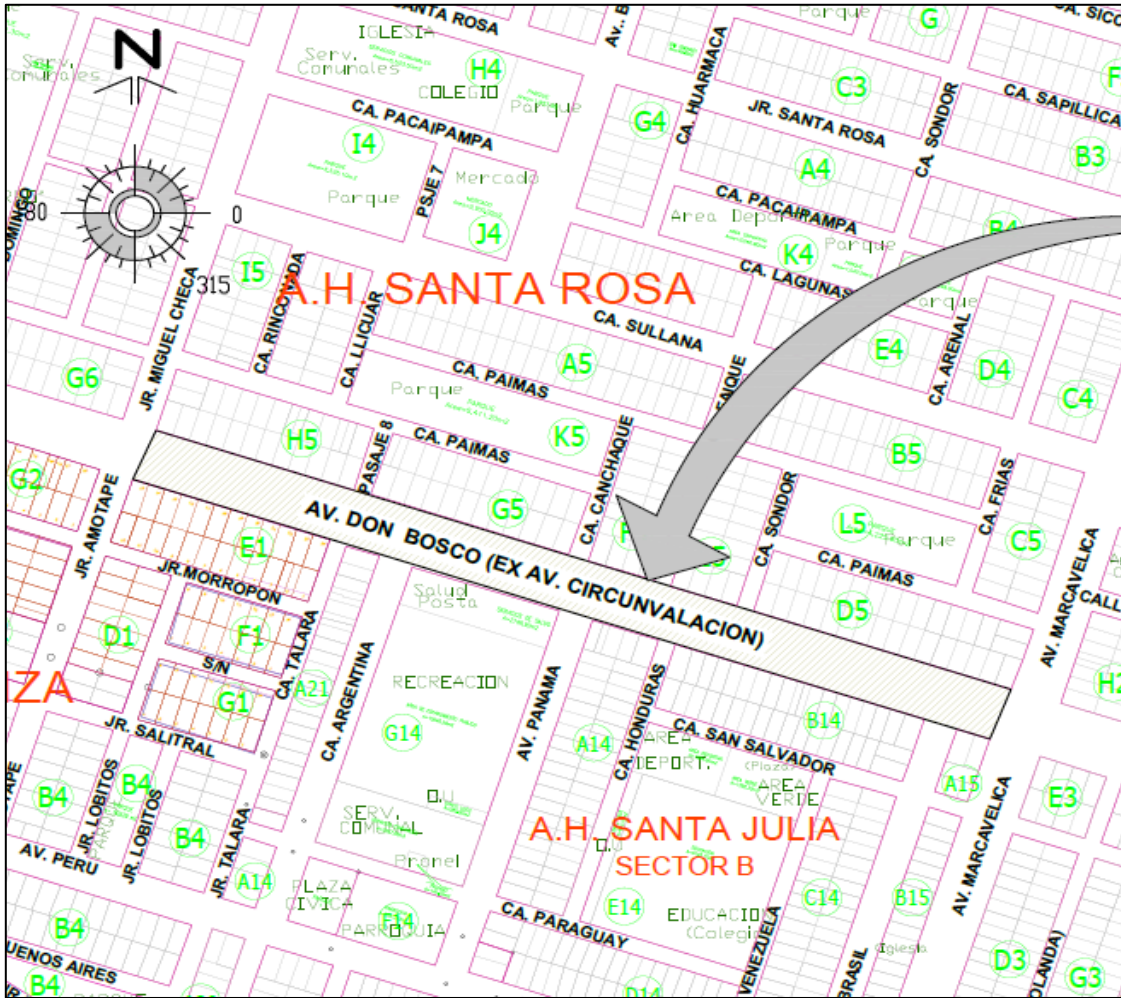
La muestra está comprendida entre Av. Marcavelica y Av. Amotape (cuadras 28, 29, 30, y 31) AA. HH Santa Rosa distrito Veintiséis de Octubre Piura, necesariamente las unidades de muestra sean fácilmente reubicables, para que sea posible la verificación de la información de fallas presentes, la exanimación de variaciones de la unidad de muestra

con el tiempo y las inspecciones futuras de la misma unidad de muestra si fuese necesario.

El muestreo comprende un total de cuatro cuadras que empieza en intersección AV Marcavelica hasta AV Amotape, es un tramo con un alto índice de tráfico vehicular de tránsito pesado y liviano. El muestreo se llevará a cabo siguiendo el procedimiento detallado a continuación:

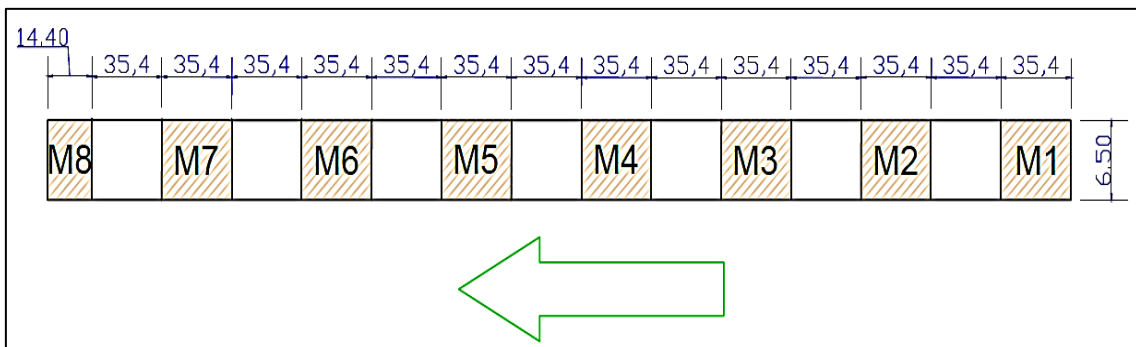
1. Identificar tramos o áreas en el pavimento con diferentes usos el Plano de distribución de la red, tales como caminos y estacionamientos.
2. Dividir cada tramo en secciones basándose en criterios como diseño del pavimento, historia de construcción, tráfico y condición del mismo.
3. Dividir las secciones establecidas del pavimento en unidades de muestra.
4. Identificar las unidades de muestras individuales a ser inspeccionadas de tal forma que permita al equipo calificado, localizar fácilmente sobre la superficie del pavimento.
5. Seleccionar las unidades de muestra a ser inspeccionadas.
6. El número de unidades de muestra a inspeccionar puede variar, considerando todas las unidades de muestra de la sección, un número de unidades de muestras que garantice un nivel de confiabilidad del 95%.

Ubicación del área de estudio



Fuente: Propia (2017).

MUESTRAS INTERVENIDAS CARRIL DERECHO



Fuente: Propia (2017).

LONGITUD DE UNIDADES DE MUESTREO ASFALTICAS

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(maximo)	31.5

Fuente: Manual del PCI.

El número mínimo de unidades a evaluar (N) será igual a la división entre la longitud total del tramo en estudio y la longitud de la unidad de muestreo:

$$N = \frac{510}{35.4} = 14.4 \approx 14$$

Aplicando la siguiente formula obtenemos las unidades de muestra a estudiar

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

Reemplazando tenemos:

$$n = \frac{14 \times 7.583^2}{\frac{5^2}{4} \times (14 - 1) + 5^2} = 7.58 \approx 8$$

El tamaño de muestra es 8

El intervalo de separación será

$$i = \frac{14}{8} = 1.75 \approx 2$$

Es decir, se cogerán cada 2 unidades hasta completar la muestra a estudiar.

3.4. Definición y operacionalización de variables

Tabla 1: Operacionalización de las variables.

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>Diferentes patologías del pavimento flexible.</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>Se tiene como variable dependiente el estado del pavimento flexible avenida Don Bosco distrito Veintiséis de Octubre</p>	<p>La determinación o establecimiento de las patologías encontradas en el pavimento calzada lado derecho de la avenida Don Bosco distrito veintiséis de Octubre provincia Piura.</p>	<p>Los tipos de patologías más comunes que se presentan en los pavimentos son agrupados en 4 categorías:</p> <p>1.Fisuras</p> <p>2.Deformaciones superficiales</p> <p>3. Desintegración de pavimentos o desprendimiento.</p> <p>4. Afloramientos y otras fallas.</p>	Variable en:	Tipo, forma de falla.
			Grado de afectación	<p>Clases de fallas</p> <p>Nivel de severidad:</p> <p>BAJO</p> <p>MEDIO</p> <p>ALTO</p>

Fuente: Elaboración propia (2017).

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.5.4. Técnicas de recolección de datos

La técnica empleada será la evaluación visual, la cual será decisivo para iniciar la toma de datos, considerando como método recolección de información de la muestra, según el análisis de muestreo. Donde la toma de datos es elemental contar con los instrumentos necesarios para la elaboración de la misma.

3.5.5. Instrumentos de recolección de datos

- Cámara fotográfica, la cual nos permitirá puntualizar las diferentes patologías encontradas con el fin de tener mejores vistas de las superficies comprometidas en estudio.
- Cuaderno de apuntes o tablas de incorporación de datos para la estimación, la cual será necesaria para mantener un orden conforme en el proceso de investigación.
- Planos de planta y elevación de la avenida Don Bosco, la cual proporcionará mayor propiedad en la selección y evaluación de muestras Obtenidas, ésta siendo representada por cuadras y tramos.
- Winchas y/o regla para realizar las diferentes medidas, tales como áreas. Totales y áreas afectadas en los elementos de Asfalto, con el fin de garantizar una evaluación detallada de los daños que se presentan en los tramos
- Libros y/o manuales, guías de referencia, para conocer los diferentes tipos de patologías en los pavimentos

Procesamiento de datos

Para realizar el presente informe de tesis se llegó a utilizar el software básico: Microsoft Word es un software destinado al procesamiento de textos. **Excel** es un programa informático desarrollado y comercializado por Microsoft Corp. Se trata de un software que permite realizar tareas contables Financieras e ingenieriles gracias a sus oficinas, desarrolladas concretamente para ayudar a crear y trabajar con hojas de cálculo. **PowerPoint** es uno de los programas de presentación más vastos. Extensamente utilizado en distintos contornos de la instrucción, **AutoCAD** es un software reconocido a nivel internacional por sus extensas capacidades, que hacen posible el dibujo, planos imágenes en 3D; es uno de los programas más usados para las actividades Ingenieriles.

3.6. Plan de análisis.

El plan de análisis estuvo comprendido de la siguiente manera:

- El análisis se realizará, teniendo el conocimiento de la ubicación del espacio en estudio. Se aplicará el método del PCI para una mejor evaluación.
- Estimado de manera general, podremos determinar los diferentes tipos de Patologías que existen y según ello realizar los cuadros de apreciación en base al método **PCI**.
- Procedimiento de recopilación de información de campo, mediante medidas para obtener cuadros informativos de los tipos de patologías.

3.7. Matriz de consistencia.

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EXISTENTES EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA DON BOSCO CUADRAS 28, 29,30Y 31 A.A- HH. SANTA ROSA, DISTRITO VEINTISEÍS DE OCTUBRE, DEPARTAMENTO DE PIUA, OCTUBRE - 2017.

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><u>Problema Principal:</u> El A.A-H.H. Santa Rosa se encuentra ubicado al oeste de la provincia de Piura y a unos 35 msnm la Avenida Don Bosco se encuentra deteriorada y cada día que pasa aumenta más su deterioro en la vía sin que haya un mantenimiento y/o rehabilitación, como se sabe lo cierto es que el tramo mencionado se viene agravando las condiciones cada día la carpeta rodadura se ha deteriorado, por el tránsito pesado que siempre circula en la zona Por lo tanto necesariamente se hará una inspección a lo largo de cuatro cuadras tomadas para realizar la evaluación del estado actual de la vía.</p> <p><u>Enunciado del Problema:</u> En qué medida la Determinación y Apreciación de las Patologías existentes Pavimento Asfáltico de la AV Don Bosco en el AA-HH. Santa Rosa distrito Veintiseís de Octubre, ¿provincia Piura y Región Piura nos permitirá obtener el estado actual y mejorar sus condiciones de servicio de esta vía?</p>	<p><u>Objetivo General:</u> Evaluación de las Patologías existentes en el pavimento flexible AV Don Bosco cuadras 28,29,30 y 31 en la zona más crítica A.A-H.H. Santa Rosa distrito Veintiseis de Octubre y así obtener el estado actual y condición de servicio en que se encuentra el pavimento identificar los diferentes tipos de patologías que presenta la vía de acceso.</p> <p><u>Objetivos Específicos</u></p> <ol style="list-style-type: none"> Determinar los factores favorables para la apreciación de las patologías en la capa de rodadura del Pavimento. Identificar las patologías del pavimento asfáltico en la zona mencionada. Calcular el nivel de severidad de las patologías del pavimento e identificar sus incidencias en el tránsito vehicular en la Av. Don Bosco. Realizar ensayos para su evaluación visual y estructural, determinar si la vía esta apta para brindar adecuado confort para los usuarios. 	<p><u>Variable Independiente:</u> Incidencias de las patologías existentes en el pavimento flexible de la avenida Don Bosco A.A-HH Santa Rosa, Distrito Veintiseís de Octubre, departamento de Piura.</p> <p><u>Variable Dependiente:</u> Patologías existentes en el pavimento flexible de la avenida Don Bosco A.A-H.H. Santa Rosa, Distrito Veintiseís de Octubre, departamento de Piura.</p>	<p>El tipo de la investigación Para la presente tesis será cualitativa - cuantitativa, el vigente análisis ofrece la apreciación de una investigación esforzada, en función del presente estado analizar los fenómenos y factores que dañan esta superficie condición actual, sin alterarla.</p> <p>El nivel de la investigación Para la presente tesis, de acuerdo al área en estudio, por el nivel característico de un estudio es de tipo descriptivo, basado para puntualizar las propiedades importantes, medir, evaluar aspectos, dimensiones lineales componentes.</p> <p>El diseño de la investigación Es no experimental, porque su estudio se basa en la observación de los hechos en pleno acontecimiento sin alterar el entorno en estudio y de corte transversal porque se está analizando el estudio durante el periodo octubre 2017.</p>

Fuente: Elaboración propia (2017).

3.8. Principios éticos.

- a. **Principios Generales:** Como alumnos de la carrera profesional de Ingeniería Civil, en un futuro estaremos al servicio de la humanidad, teniendo como responsabilidad en este proceso adquirir conocimiento para, también contribuir al bienestar social, y adecuada utilización de los recursos en el ejercicio de cada tarea que se nos encomiende. Manteniendo la lealtad, honor, medida de nuestra carrera profesional.
- b. **La relación con la sociedad:** En un futuro constaremos en la Capacidad de desplegar nuevos proyectos que beneficien a la Sociedad, así como garantizar o autorizar planos, e investigaciones.
- c. **La relación con el público:** en este paso de alcanzar el título de Ingeniero civil uno tiene que comprometer y platicar los valores que un profesional tiene que tener para con la humanidad, los informes objetivos que presentemos deben ser sencillos de comprender, con una justificación moderada de las decisiones que se tomaran.
- d. **La competencia y perfeccionamiento:** Los conocimientos y exigencias que nos brindaron los docentes y nuestro propio interés tenemos que llegar lejos, ser finalista y dejar bien nuestro nombre, el nombre de nuestra casa de estudios.
- e. **El ejercicio profesional:** podremos hacer la publicidad de nuestros servicios profesionales de manera abierta, mencionar los lugares de donde hayamos laborado o donde actualmente se está elaborando.

IV. Resultados

4.1. Resultados

A continuación, se presenta el resumen de los anexos y gráficos procesados de las muestras del Pavimento flexible de la avenida Don Bosco Distrito Veintiseis De Octubre Provincia Piura, Región Piura Octubre – 2017.

Evaluadas de acuerdo al siguiente orden:

- Determinación del número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.
- Nivel de Índice de Condición de Pavimento, para cada cuadra evaluada de la Avenida Don Bosco del Distrito Veintiséis de Octubre, Provincia Piura, Región Piura Octubre-2017.
- Tipos de patologías existentes en cada Cuadra de la avenida Don Bosco del Distrito Veintiséis de Octubre, Provincia Piura, Región Piura, Octubre – 2017.
- Nivel de Índice de Condición de Pavimento promedio de las cuatro cuadras evaluadas AV Don Bosco del Distrito Veintiséis de Octubre, Provincia Piura.


Cuadro 1: Patologías encontradas en las muestras y su nivel de severidad.

PATOLOGIAS SEGÚN EL PCI		Nº VECES	LARGO	ANCHO	TOTAL	NIVEL DE SEVERIDAD
M1	6 Depresión	1.00	4.63	1.45	6.714	BAJO
	12 Pulimento de Agregados	1.00	9.35	3.05	28.518	MEDIO
	19 Desprendimiento de Agregados	1.00	9.38	2.52	23.638	MEDIO
	13 Huecos	1.00	5.03	2.07	10.412	BAJO
M2	1 Piel de Cocodrilo	1.00	5.18	2.47	12.795	MEDIO
	2 Exudación	1.00	8.02	2.03	16.281	BAJO
	13 Huecos	1.00	5.08	2.89	14.681	BAJO
	6 Depresión	1.00	3.91	2.89	11.3	BAJO
M3	13 Huecos	1.00	5.09	2.45	12.471	MEDIO
	12 Pulimento de Agregados	1.00	7.33	3.09	22.65	BAJO
	19 Desprendimiento de Agregados	1.00	11.39	2.80	31.892	ALTO
	6 Depresión	1.00	7.52	2.93	22.034	BAJO
	2 Exudación	1.00	8.27	3.03	25.058	MEDIO
M4	12 Pulimento de Agregados	1.00	8.67	3.39	29.391	BAJO
	13 Huecos	1.00	3.05	2.08	6.344	MEDIO
	19 Desprendimiento de Agregados	1.00	5.88	2.82	16.582	MEDIO
	10 Grietas Long. Y Transversal	1.00	5.35	2.07	11.075	BAJO
	9 Desnivel Carril / Berma	1.00	6.16	2.83	17.433	MEDIO
M5	13 Huecos	1.00	6.05	2.11	12.766	BAJO
	12 Pulimento de Agregados	1.00	9.37	3.09	28.953	MEDIO
	19 Desprendimiento de Agregados	1.00	9.07	3.05	27.664	MEDIO
	6 Depresión	1.00	7.34	1.98	14.533	BAJO
M6	12 Pulimento de Agregados	1.00	7.09	3.47	24.602	MEDIO
	2 Exudación	1.00	5.35	3.03	16.211	BAJO
	19 Desprendimiento de Agregados	1.00	8.27	2.82	23.321	MEDIO
	6 Depresión	1.00	5.31	3.15	16.727	BAJO
M7	12 Pulimento de Agregados	1.00	12.62	3.03	38.239	MEDIO
	19 Desprendimiento de Agregados	1.00	9.35	3.09	28.892	MEDIO
	13 Huecos	1.00	5.08	3.56	18.085	BAJO
	6 Depresión	1.00	3.32	1.87	6.208	BAJO
M8	1 Piel de Cocodrilo	1.00	5.13	3.85	19.751	BAJO
	2 Exudación	1.00	10.91	3.56	38.84	BAJO
	13 Huecos	1.00	3.93	1.87	7.349	MEDIO
	19 Desprendimiento de Agregados	1.00	9.05	4.21	38.101	MEDIO

(*) Según 2.2.7.3 (Procedimiento de evaluación de la condición de un pavimento PCI)

Fuente: Elaboración propia (2017).

Tabla 2: Hoja de inspección, cálculo (UM-01).

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - PCI							
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							
NOMBRE DE LA VIA		Av. Don Bosco			ESQUEMA		
INSPECCIONADO POR		Bach. Andres Aguilera Chinchay					
FECHA		26/10/2017					
SECCION		1					
UNIDAD DE MUESTREO		01					
AREA DE MUESTREO		230.10 m2					
Nº	DAÑO	Nº	DAÑO				
1	Piel de Cocodrilo	11	Parcheo				
2	Exudación	12	Pulimento de Agregados				
3	Agrietamiento en Bloque	13	Huecos				
4	Abultamientos y Hundimientos	14	Cruce de Vía Férrea				
5	Corrugación	15	Ahuellamiento				
6	Depresión	16	Desplazamiento				
7	Grieta de Borde	17	Grieta Parabólica				
8	Grieta de Reflexión de Junta.	18	Hinchamiento				
9	Desnivel Carril / Berma	19	Desprendimiento de Agregado				
10	Grietas Long. Y Transversal						
FALLA	PATOLOGIA	SEVERIDAD (*)	LARGO	ANCHO	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
6	Depresión	BAJO	4.63 m2	1.45 m2	6.71 m2	2.92	6.69
12	Pulimento de Agregados	MEDIO	9.35 m2	3.05 m2	28.52 m2	12.39	4.22
19	Desprendimiento de Agregado	MEDIO	9.38 m2	2.52 m2	23.64 m2	10.27	19.17
13	Huecos	BAJO	5.03 m2	2.07 m2	10.41 m2	4.52	42.42
	-						

(*) Según 2.2.7.3 (Procedimiento de evaluación de la condición de un pavimento).

Fuente: Elaboración propia (2017)

Cuadro 2: Resumen de las patologías (UM-01).

PATOLGÍAS SEGÚN PCI		LARGO	ANCHO	TOTAL
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
5	-	-	-	-
6	Depresión	4.63	1.45	6.714
7	-	-	-	-
8	-	-	-	-
9	-	-	-	-
10	-	-	-	-
11	-	-	-	-
12	Pulimento de Agregados	9.35	3.05	28.518
13	Huecos	5.03	2.07	10.412
14	-	-	-	-
15	-	-	-	-
16	-	-	-	-
17	-	-	-	-
18	-	-	-	-
19	Desprendimiento de Agregados	9.38	2.52	23.638

Fuente: Elaboración propia (2017).

La densidad es hallada a través de la división de la cantidad total de cada tipo de patología de acuerdo con el nivel de gravedad entre el área total de la unidad de muestra y multiplicada por 100

$$D = \frac{6.71}{230.1} \times 100 = 2.916 = 2.92$$

$$D = \frac{28.52}{230.1} \times 100 = 12.39$$

$$D = \frac{23.64}{230.1} \times 100 = 10.27$$

$$D = \frac{10.41}{230.1} \times 100 = 4.52$$

Para encontrar los **CDV** utilizamos la siguiente formula:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - 42.42) = 6.28$$

N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	42.42	19.17	6.69	4.22		72.50	4	40.5
2	42.42	19.17	6.69	2		70.28	3	44.668
3	42.42	19.17	2	2		65.59	2	47.913
4	42.42	2	2	2		48.42	1	48.42
5								

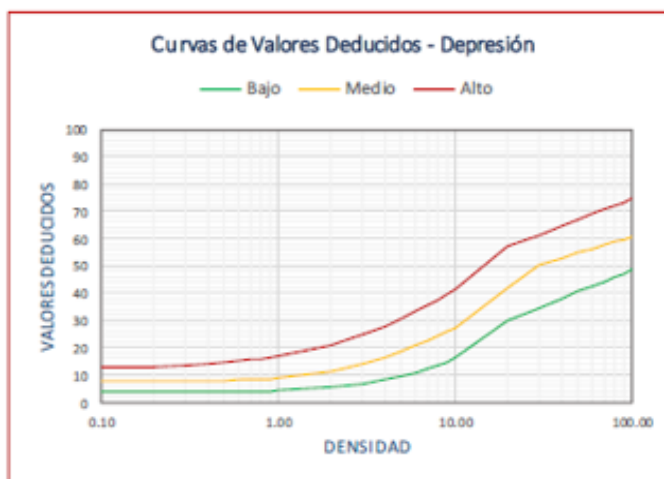
Fuente: Elaboración propia (2017).

El valor deducido para cada tipo de daño se determina a través de las curvas “valor de daño deducido”

Valor deducido para Depresión.

Interpolamos utilizando la densidad

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.10	3.80	7.80	12.60
0.20	3.90	7.80	13.00
0.30	3.90	7.80	13.50
0.40	3.90	7.90	14.00
0.50	3.90	8.00	14.50
0.60	3.90	8.10	15.00
0.70	4.00	8.10	15.50
0.80	4.00	8.20	15.90
0.90	4.00	8.30	16.40
1.00	4.10	9.00	17.00
2.00	5.40	11.20	20.70
3.00	6.80	14.00	24.60
4.00	8.10	16.40	27.80
5.00	9.40	18.60	30.60
6.00	10.80	20.60	33.10
7.00	12.10	22.40	35.40
8.00	13.50	24.10	37.50
9.00	14.80	25.70	39.40
10.00	16.20	27.30	41.30
20.00	29.80	42.00	56.90
30.00	34.50	50.30	61.30
40.00	37.80	55.70	64.50
50.00	40.40	54.60	66.90
60.00	42.50	56.20	68.90
70.00	44.30	57.50	70.60
80.00	45.90	58.60	72.00
90.00	47.20	59.60	73.30
100.00	48.40	60.50	74.50



Fuente: Elaboración propia (2017).

El valor deducido corregido se halla a través de las curvas de corrección para pavimentos.

VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

VDT	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO				
	q1	q2	q3	q4	q5
0.0	0.0				
10.0	10.0				
12.0	12.0	8.0			
18.0	18.0	12.5	8.0		
20.0	20.0	14.0	10.0		
25.0	25.0	18.0	13.5	8.0	
28.0	28.0	20.4	15.6	10.4	8.0
30.0	30.0	22.0	17.0	12.0	10.0
40.0	40.0	30.0	24.0	19.0	17.0
42.0	42.0	31.4	25.4	20.4	18.2
50.0	50.0	37.0	31.0	26.0	23.0
60.0	60.0	44.0	38.0	33.0	29.0
70.0	70.0	51.0	44.5	39.0	36.0
80.0	80.0	58.0	50.5	45.0	41.0
90.0	90.0	64.0	57.0	51.0	46.0
100.0	100.0	71.0	63.0	57.0	52.0
110.0		76.0	68.0	62.0	57.0
120.0		81.0	73.0	68.0	61.0
130.0		86.0	78.5	73.0	67.0
135.0		88.5	81.5	75.5	69.5
140.0		91.0	84.0	78.0	72.0
150.0		94.0	88.0	82.0	76.0
160.0		98.0	93.0	86.0	81.0
166.0		100.0	94.8	88.4	83.4
170.0			96.0	90.0	85.0
180.0			99.0	93.0	88.0
182.0			100.0	93.6	88.6
190.0				96.0	91.0
200.0				98.0	94.0

Fuente: método del PCI.

CURVA DE VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS (VDC) – PCI



Fuente: método del PCI.

Para hallar el PCI escogemos el máximo CDV utilizando la fórmula

$$\text{PCI} = 100 - \text{max. CDV}$$

$$\text{PCI} = 100 - 48.42 = 51.58$$

MAX CDV	48.42
PCI	51.58
SEVERIDAD	Regular

RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI	
RANGOS	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 .. 0	Fallado

Patologías encontradas (UM-1).

MUESTRA U1	
PATOLOGÍAS	TOTAL
6 Depresión	2.92
12 Pulimento de Agregados	12.39
19 Desprendimiento de Agregados	10.27
13 Huecos	4.52
Pavimento en Buen Estado	69.89
	100.00

Fuente: Elaboración propia (2017).

Gráfico 2: Incidencia de las patologías en la (UM-1).

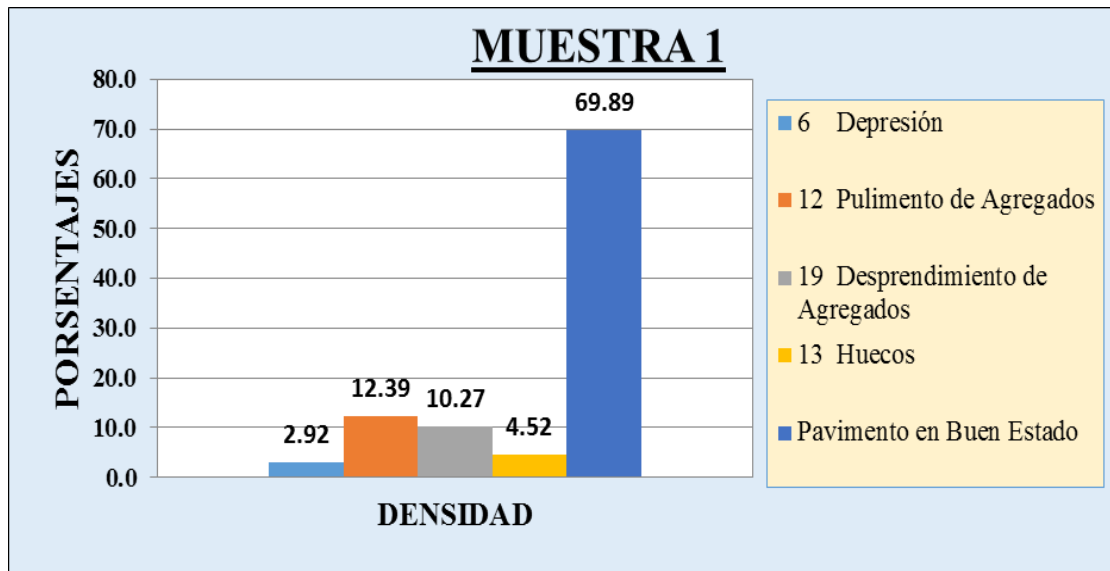



Tabla 3: Hoja de inspección, cálculo (UM-02).

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - PCI							
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							
NOMBRE DE LA VIA		Av. Don Bosco			ESQUEMA 		
INSPECCIONADO POR		Bach. Andres Aguilera Chinchay					
FECHA		26/10/2017					
SECCION		3					
UNIDAD DE MUESTREO		02					
AREA DE MUESTREO		230.10 m2					
N°	DAÑO	N°	DAÑO				
1	Piel de Cocodrilo	11	Parcheo				
2	Exudación	12	Pulimento de Agregados				
3	Agrietamiento en Bloque	13	Huecos				
4	Abultamientos y Hundimientos	14	Cruce de Vía Férrea				
5	Corrugación	15	Ahuellamiento				
6	Depresión	16	Desplazamiento				
7	Grieta de Borde	17	Grieta Parabólica				
8	Grieta de Reflexión de Junta.	18	Hinchamiento				
9	Desnivel Carril / Berma	19	Desprendimiento de Agregados				
10	Grietas Long. Y Transversal						
FALLA	PATOLOGIA	SEVERIDAD	LARGO	ANCHO	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	Piel de Cocodrilo	MEDIO	5.18 m2	2.47 m2	12.80 m2	5.56	39.06
2	Exudación	BAJO	8.02 m2	2.03 m2	16.28 m2	7.08	2.14
13	Huecos	BAJO	5.08 m2	2.89 m2	14.68 m2	6.38	48.08
6	Depresión	BAJO	3.91 m2	2.89 m2	11.30 m2	4.91	9.28
-							

(*) Según 2.2.7.3 (Procedimiento de evaluación de la condición de un pavimento).

Fuente: Elaboración propia (2017)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - 48.08) = 5.76$$

N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	48.08	39.06	9.28	2.14		98.56	4	56.14
2	48.08	39.06	9.28	2		98.42	3	62.05
3	48.08	39.06	2	2		91.14	2	64.80
4	48.08	2	2	2		54.08	1	54.08
5								

MAX CDV	64.80
PCI	35.20
SEVERIDAD	Malo

Fuente: Elaboración propia (2017).

RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI	
RANGOS	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 .. 0	Fallado

Fuente: Elaboración propia (2017).

MUESTRA U2	
PATOLOGÍAS	TOTAL
1 Piel de Cocodrilo	5.56
2 Exudación	7.08
13 Huecos	6.38
6 Depresión	4.91
Pavimento en Buen Estado	76.07
	100.00

Gráfico 3: Incidencia de las patologías en la (UM-2).

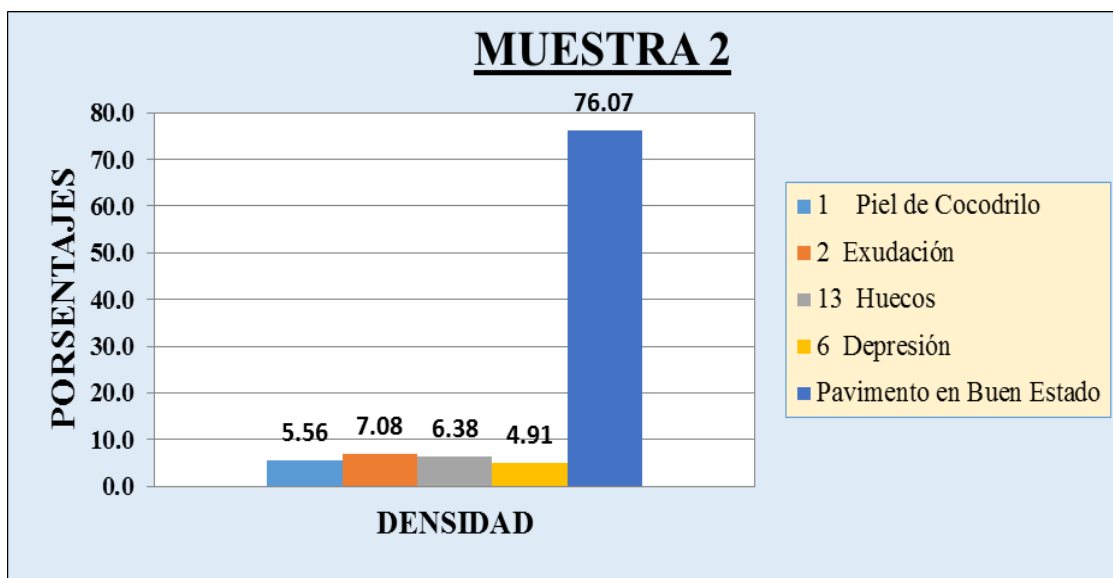


Tabla 4: Hoja de inspección, cálculo (UM-03).

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - PCI							
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							
NOMBRE DE LA VIA		Av. Don Bosco			ESQUEMA		
INSPECCIONADO POR		Bach. Andres Aguilera Chinchay					
FECHA		26/10/2017					
SECCION		5					
UNIDAD DE MUESTREO		03					
AREA DE MUESTREO		230.10 m2					
Nº		DAÑO					
1	Piel de Cocodrilo	11	Parcheo				
2	Exudación	12	Pulimento de Agregados				
3	Agrietamiento en Bloque	13	Huecos				
4	Abultamientos y Hundimientos	14	Cruce de Vía Férrea				
5	Corrugación	15	Ahuellamiento				
6	Depresión	16	Desplazamiento				
7	Grieta de Borde	17	Grieta Parabólica				
8	Grieta de Reflexión de Junta.	18	Hinchamiento				
9	Desnivel Carril / Berma	19	Desprendimiento de Agregados				
10	Grietas Long. Y Transversal						
FALLA	PATOLOGIA	SEVERIDAD	LARGO	ANCHO	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
13	Huecos	MEDIO	5.09 m2	2.45 m2	12.47 m2	5.42	69.49
12	Pulimento de Agregados	BAJO	7.33 m2	3.09 m2	22.65 m2	9.84	3.44
19	Desprendimiento de Agregados	ALTO	11.39 m2	2.80 m2	31.89 m2	13.86	46.82
6	Depresión	BAJO	7.52 m2	2.93 m2	22.03 m2	9.58	15.60
2	Exudación	MEDIO	8.27 m2	3.03 m2	25.06 m2	10.89	13.47

(*) Según 2.2.7.3 (Procedimiento de evaluación de la condición de un pavimento).

Fuente: Elaboración propia (2017)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - 69.49) = 3.80$$

N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	69.49	46.82	15.60	13.47	3.44	148.82	5	75.52
2	69.49	46.82	15.60	13.47	2	147.38	4	80.95
3	69.49	46.82	15.60	2	2	135.91	3	81.95
4	69.49	46.82	2	2	2	122.31	2	82.15
5	69.49	2	2	2	2	77.490	1	77.49

Fuente: Elaboración propia (2017).

MAX CDV	82.15
PCI	17.85
SEVERIDAD	Muy Malo

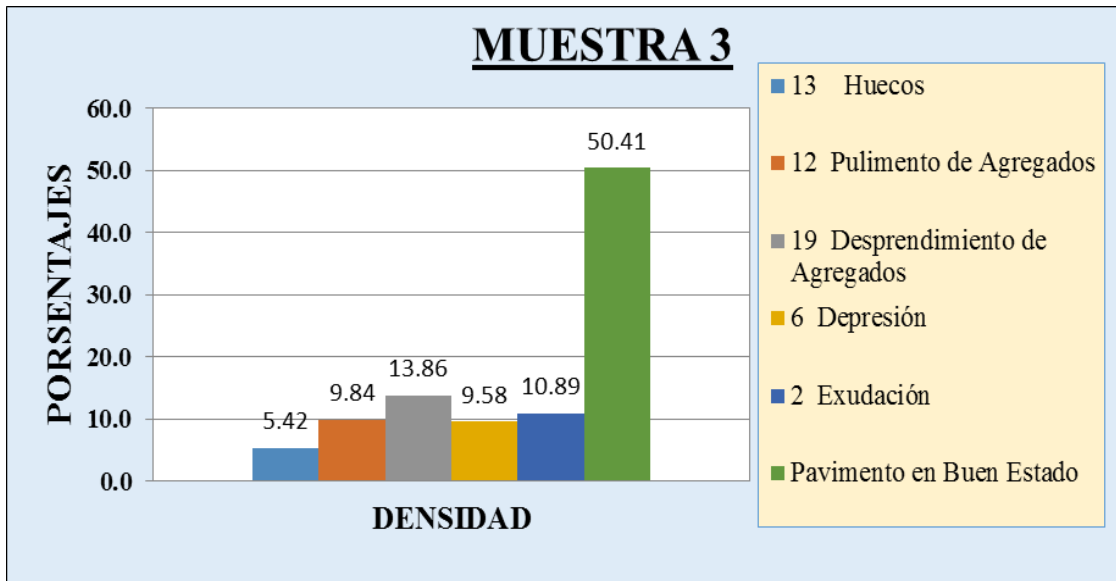
RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI	
RANGOS	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Fuente: Elaboración propia (2017).

MUESTRA U3	
PATOLOGÍAS	TOTAL
13 Huecos	5.42
12 Pulimento de Agregados	9.84
19 Desprendimiento de Agregados	13.86
6 Depresión	9.58
2 Exudación	10.89
Pavimento en Buen Estado	50.41
	100.00

Fuente: Elaboración propia (2017).

Gráfico 4: Incidencia de las patologías en la (UM-3).



Fuente: Elaboración propia (2017).

Tabla 5: Hoja de inspección, cálculo (UM-04).

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - PCI							
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							
NOMBRE DE LA VIA		Av. Don Bosco			ESQUEMA		
INSPECCIONADO POR		Bach. Andres Aguilera Chinchay					
FECHA		26/10/2017					
SECCION		7					
UNIDAD DE MUESTREO		04					
AREA DE MUESTREO		230.10 m2					
N°	DAÑO	N°	DAÑO				
1	Piel de Cocodrilo	11	Parcheo				
2	Exudación	12	Pulimento de Agregados				
3	Agrietamiento en Bloque	13	Huecos				
4	Abultamientos y Hundimientos	14	Cruce de Vía Férrea				
5	Corrugación	15	Ahuellamiento				
6	Depresión	16	Desplazamiento				
7	Grieta de Borde	17	Grieta Parabólica				
8	Grieta de Reflexión de Junta.	18	Hinchamiento				
9	Desnivel Carril / Berma	19	Desprendimiento de Agregados				
10	Grietas Long. Y Transversal						
FALLA	PATOLOGIA	SEVERIDAD	LARGO	ANCHO	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
12	Pulimento de Agregados	BAJO	8.67 m2	3.39 m2	29.39 m2	12.77	4.33
13	Huecos	MEDIO	3.05 m2	2.08 m2	6.34 m2	2.76	52.84
19	Desprendimiento de Agregados	MEDIO	5.88 m2	2.82 m2	16.58 m2	7.21	15.93
10	Grietas Long. Y Transversal	BAJO	5.35 m2	2.07 m2	11.08 m2	4.81	4.11
9	Desnivel Carril / Berma	MEDIO	6.16 m2	2.83 m2	17.43 m2	7.58	6.68

(*) Según 2.2.7.3 (Procedimiento de evaluación de la condición de un pavimento).

Fuente: Elaboración propia (2017)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - 52.84) = 5.33$$

N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	52.84	15.93	6.68	4.33	4.110	83.90	5	42.95
2	52.84	15.93	6.68	4.33	2	81.79	4	46.074
3	52.84	15.93	6.68	2	2	79.46	3	50.176
4	52.84	15.93	2	2	2	74.77	2	54.339
5	52.84	2	2	2	2	60.840	1	60.84

Fuente: Elaboración propia (2017).

MAX CDV	60.84
PCI	39.16
SEVERIDAD	Malo

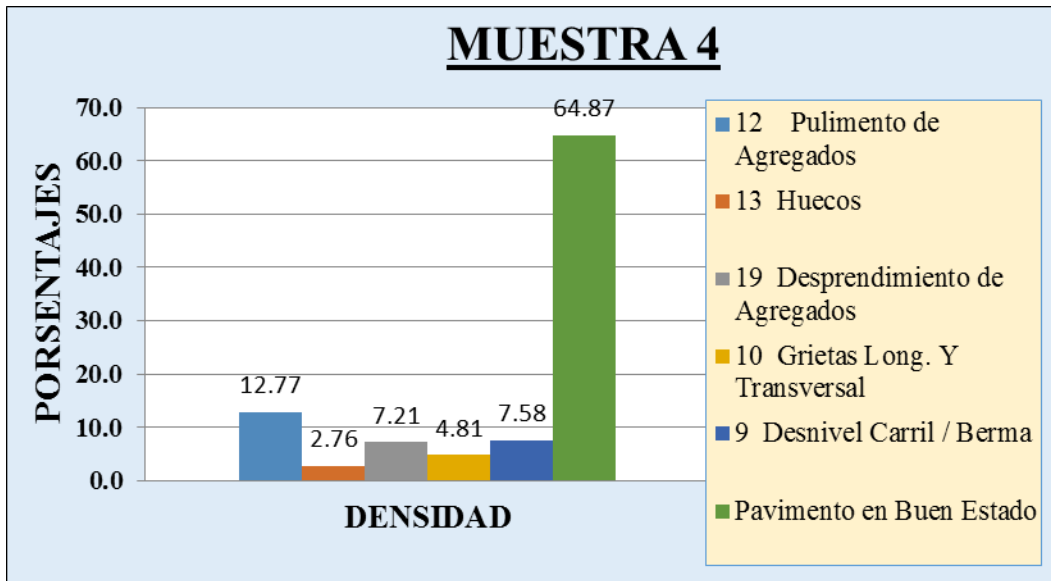
RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI	
RANGOS	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 .. 0	Fallado

Fuente: Elaboración propia (2017).

MUESTRA U4	
PATOLOGÍAS	TOTAL
12 Pulimento de Agregados	12.77
13 Huecos	2.76
19 Desprendimiento de Agregados	7.21
10 Grietas Long. Y Transversal	4.81
9 Desnivel Carril / Berma	7.58
Pavimento en Buen Estado	64.87
	100.00


Fuente: Elaboración propia (2017).

Gráfico 5: Incidencia de las patologías en la (UM-4).



Fuente: Elaboración propia (2017).

Tabla 6: Hoja de inspección, cálculo (UM-05).

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - PCI							
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							
NOMBRE DE LA VIA		Av. Don Bosco					
INSPECCIONADO POR		Bach. Andres Aguilera Chinchay					
FECHA		26/10/2017					
SECCION		9					
UNIDAD DE MUESTREO		05					
AREA DE MUESTREO		230.10 m2					
Nº	DAÑO	Nº	DAÑO				
1	Piel de Cocodrilo	11	Parcheo				
2	Exudación	12	Pulimento de Agregados				
3	Agrietamiento en Bloque	13	Huecos				
4	Abultamientos y Hundimientos	14	Cruce de Vía Férrea				
5	Corrugación	15	Ahuellamiento				
6	Depresión	16	Desplazamiento				
7	Grieta de Borde	17	Grieta Parabólica				
8	Grieta de Reflexión de Junta.	18	Hinchamiento				
9	Desnivel Carril / Berma	19	Desprendimiento de Agregados				
10	Grietas Long. Y Transversal						
FALLA	PATOLOGIA	SEVERIDAD	LARGO	ANCHO	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
13	Huecos	BAJO	6.05 m2	2.11 m2	12.77 m2	5.55	45.64
12	Pulimento de Agregados	MEDIO	9.37 m2	3.09 m2	28.95 m2	12.58	4.27
19	Desprendimiento de Agregados	MEDIO	9.07 m2	3.05 m2	27.66 m2	12.02	20.27
6	Depresión	BAJO	7.34 m2	1.98 m2	14.53 m2	6.32	11.20
-							

(*) Según 2.2.7.3 (Procedimiento de evaluación de la condición de un pavimento).

Fuente: Elaboración propia (2017)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - 45.64) = 5.81$$

N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	45.64	20.27	11.20	4.27		81.39	4	45.834
2	45.64	20.27	11.20	2		79.12	3	49.972
3	45.64	20.27	2	2		69.91	2	50.937
4	45.64	2	2	2		51.64	1	51.64

Fuente: Elaboración propia (2017).

MAX CDV	51.64
PCI	48.36
SEVERIDAD	Regular

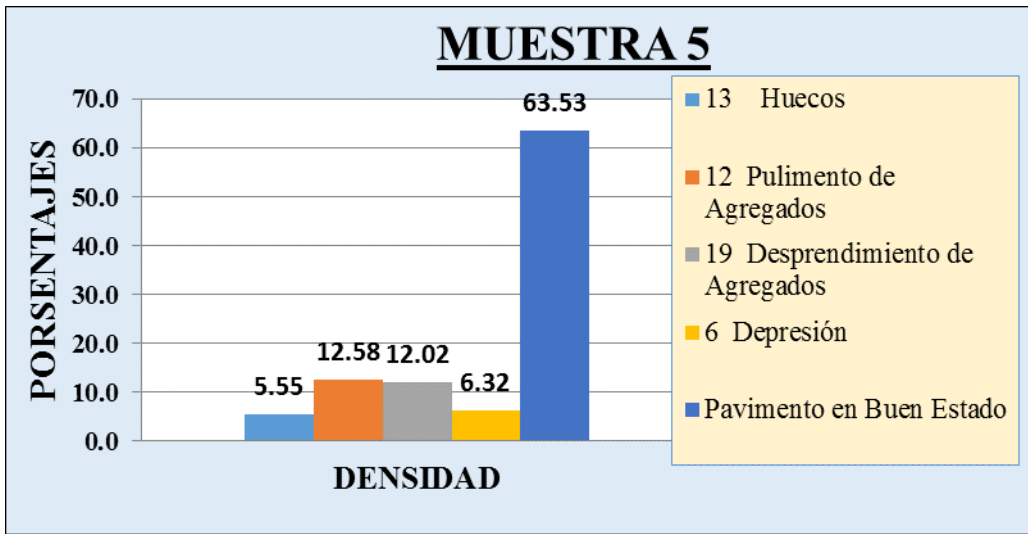
RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI	
RANGOS	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 .. 0	Fallado

Fuente: Elaboración propia (2017).

MUESTRA U5	
PATOLOGÍAS	TOTAL
13 Huecos	5.55
12 Pulimento de Agregados	12.58
19 Desprendimiento de Agregados	12.02
6 Depresión	6.32
Pavimento en Buen Estado	63.53
	100.00

Fuente: Elaboración propia (2017).

Gráfico 6: Incidencia de las patologías en la (UM-5).



Fuente: Elaboración Propia (2017)

Tabla 7: Hoja de inspección, cálculo (UM-06).

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - PCI							
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							
NOMBRE DE LA VIA		Av. Don Bosco			ESQUEMA		
INSPECCIONADO POR		Bach. Andres Aguilera Chinchay					
FECHA		26/10/2017					
SECCION		11					
UNIDAD DE MUESTREO		06					
AREA DE MUESTREO		230.10 m2					
N°	DAÑO	N°	DAÑO				
1	Piel de Cocodrilo	11	Parcheo				
2	Exudación	12	Pulimento de Agregados				
3	Agrietamiento en Bloque	13	Huecos				
4	Abultamientos y Hundimientos	14	Cruce de Vía Férrea				
5	Corrugación	15	Ahuellamiento				
6	Depresión	16	Desplazamiento				
7	Grieta de Borde	17	Grieta Parabólica				
8	Grieta de Reflexión de Junta.	18	Hinchamiento				
9	Desnivel Carril / Berma	19	Desprendimiento de Agregados				
10	Grietas Long. Y Transversal						
FALLA	PATOLOGIA	SEVERIDAD	LARGO	ANCHO	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
12	Pulimento de Agregados	MEDIO	7.09 m2	3.47 m2	24.60 m2	10.69	3.71
2	Exudación	BAJO	5.35 m2	3.03 m2	16.21 m2	7.05	2.12
19	Desprendimiento de Agregados	MEDIO	8.27 m2	2.82 m2	23.32 m2	10.14	19.08
6	Depresión	BAJO	5.31 m2	3.15 m2	16.73 m2	7.27	12.48
-							

(*) Según 2.2.7.3 (Procedimiento de evaluación de la condición de un pavimento).

Fuente: Elaboración propia (2017)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - 19.08) = 8.43$$

N°	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV
1	19.08	12.48	3.71	2.12	37.39	4	17.2
2	19.08	12.48	3.71	2	37.27	3	22.09
3	19.08	12.48	2	2	35.56	2	26.45
4	19.08	2	2	2	25.08	1	25.08
5							

MAX CDV	26.45
PCI	73.55
SEVERIDAD	Muy Bueno

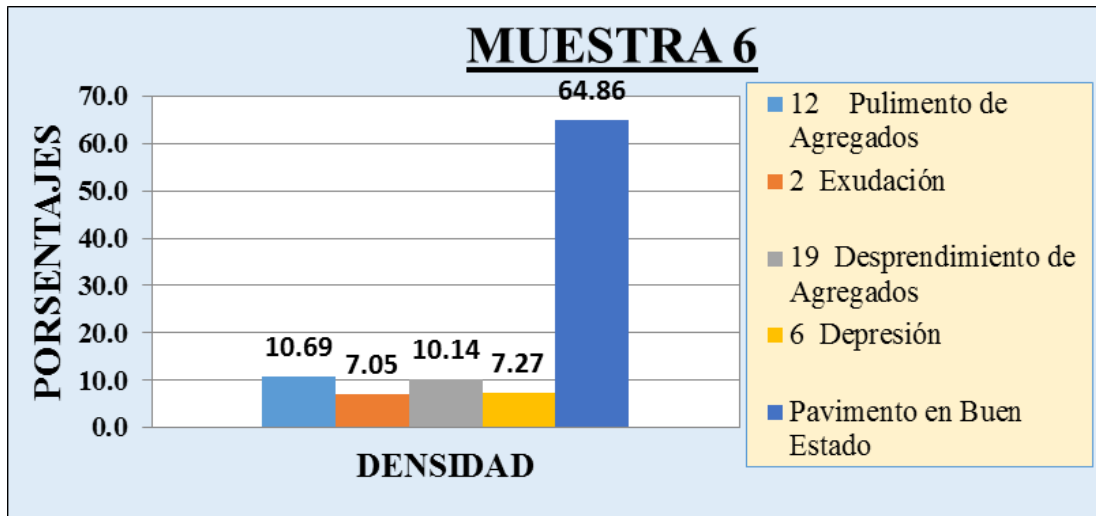
RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI	
RANGOS	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 .. 0	Fallado

Fuente: Elaboración propia (2017).

MUESTRA U6	
PATOLOGÍAS	TOTAL
12 Pulimento de Agregados	10.69
2 Exudación	7.05
19 Desprendimiento de Agregados	10.14
6 Depresión	7.27
Pavimento en Buen Estado	64.86
	100.00


Fuente: Elaboración propia (2017).

Gráfico 7: Incidencia de las patologías en la (UM-6).



Fuente: Elaboración propia (2017).

Tabla 8: Hoja de inspección, cálculo (UM-07).

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - PCI							
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							
NOMBRE DE LA VIA		Av. Don Bosco					
INSPECCIONADO POR		Bach. Andres Aguilera Chinchay					
FECHA		26/10/2017					
SECCION		13					
UNIDAD DE MUESTREO		07					
AREA DE MUESTREO		230.10 m2					
Nº	DAÑO	Nº	DAÑO				
1	Piel de Cocodrilo	11	Parcheo				
2	Exudación	12	Pulimento de Agregados				
3	Agrietamiento en Bloque	13	Huecos				
4	Abultamientos y Hundimientos	14	Cruce de Vía Férrea				
5	Corrugación	15	Ahuellamiento				
6	Depresión	16	Desplazamiento				
7	Grieta de Borde	17	Grieta Parabólica				
8	Grieta de Reflexión de Junta.	18	Hinchamiento				
9	Desnivel Carril / Berma	19	Desprendimiento de Agregados				
10	Grietas Long. Y Transversal						
FALLA	PATOLOGIA	SEVERIDAD	LARGO	ANCHO	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
12	Pulimento de Agregados	MEDIO	12.62 m2	3.03 m2	38.24 m2	16.62	5.49
19	Desprendimiento de Agregados	MEDIO	9.35 m2	3.09 m2	28.89 m2	12.56	20.61
13	Huecos	BAJO	5.08 m2	3.56 m2	18.09 m2	7.86	51.72
6	Depresión	BAJO	3.32 m2	1.87 m2	6.21 m2	2.70	6.38
	-						

(*) Según 2.2.7.3 (Procedimiento de evaluación de la condición de un pavimento).

Fuente: Elaboración propia (2017)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - 51.72) = 5.43$$

N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	51.72	20.61	6.38	5.49		84.20	4	47.52
2	51.72	20.61	6.38	2		80.71	3	50.96
3	51.72	20.61	2	2		76.33	2	55.43
4	51.72	2	2	2		57.72	1	57.72
5								

Fuente: Elaboración propia (2017).

MAX CDV	57.72
PCI	42.28
SEVERIDAD	Regular

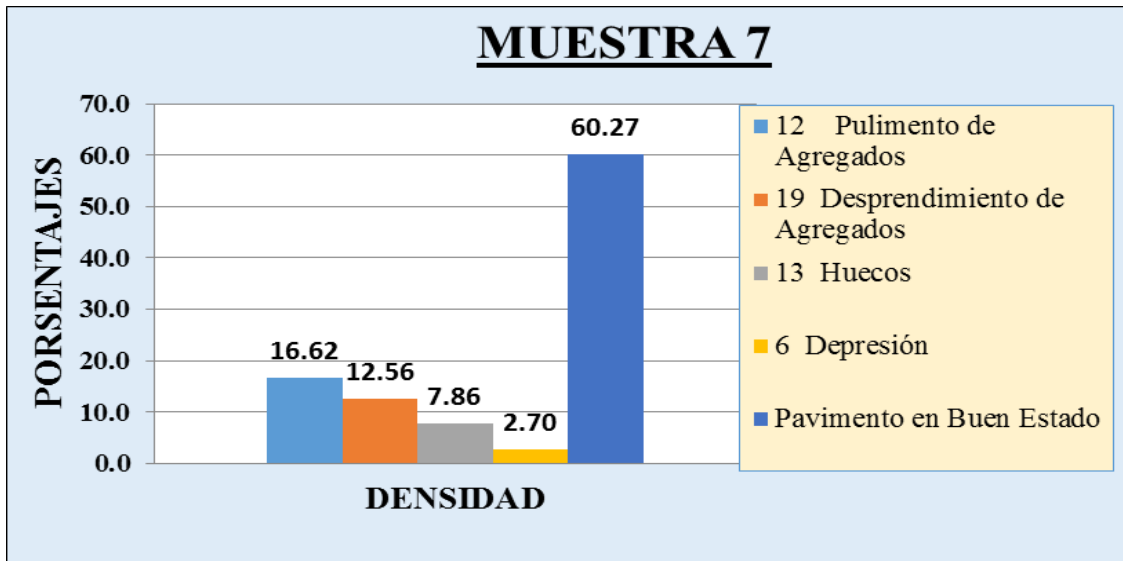
RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI	
RANGOS	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 .. 0	Fallado

Fuente: Elaboración propia (2017).

MUESTRA U7	
PATOLOGÍAS	TOTAL
12 Pulimento de Agregados	16.62
19 Desprendimiento de Agregados	12.56
13 Huecos	7.86
6 Depresión	2.70
Pavimento en Buen Estado	60.27
	100.00

Fuente: Elaboración propia (2017).

Gráfico 8: Incidencia de las patologías en la (UM-7).



Fuente: Elaboración propia (2017).

Tabla 9: Hoja de inspección, cálculo (UM-08).

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - PCI							
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							
NOMBRE DE LA VIA		Av. Don Bosco			ESQUEMA		
INSPECCIONADO POR		Bach. Andres Aguilera Chinchay					
FECHA		26/10/2017					
SECCION		14					
UNIDAD DE MUESTREO		08					
AREA DE MUESTREO		230.10 m ²					
N°	DAÑO	N°	DAÑO				
1	Piel de Cocodrilo	11	Parcheo				
2	Exudación	12	Pulimento de Agregados				
3	Agrietamiento en Bloque	13	Huecos				
4	Abultamientos y Hundimientos	14	Cruce de Vía Férrea				
5	Corrugación	15	Ahuellamiento				
6	Depresión	16	Desplazamiento				
7	Grieta de Borde	17	Grieta Parabólica				
8	Grieta de Reflexión de Junta.	18	Hinchamiento				
9	Desnivel Carril / Berma	19	Desprendimiento de Agregados				
10	Grietas Long. Y Transversal						
FALLA	PATOLOGIA	SEVERIDAD	LARGO	ANCHO	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	Piel de Cocodrilo	BAJO	5.13 m ²	3.85 m ²	19.75 m ²	8.58	31.14
2	Exudación	BAJO	10.91 m ²	3.56 m ²	38.84 m ²	16.88	5.12
13	Huecos	MEDIO	3.93 m ²	1.87 m ²	7.35 m ²	3.19	56.35
19	Desprendimiento de Agregados	MEDIO	9.05 m ²	4.21 m ²	38.10 m ²	16.56	23.13
-							



(*) Según 2.2.7.3 (Procedimiento de evaluación de la condición de un pavimento).

Fuente: Elaboración propia (2017)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - 56.35) = 5.00$$

N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	56.35	23.13	31.14	5.12		115.74	4	65.438
2	56.35	23.13	31.14	2		112.62	3	69.305
3	56.35	23.13	2	2		83.48	2	65.043
4	56.35	2	2	2		62.35	1	62.35
5								

Fuente: Elaboración propia (2017).

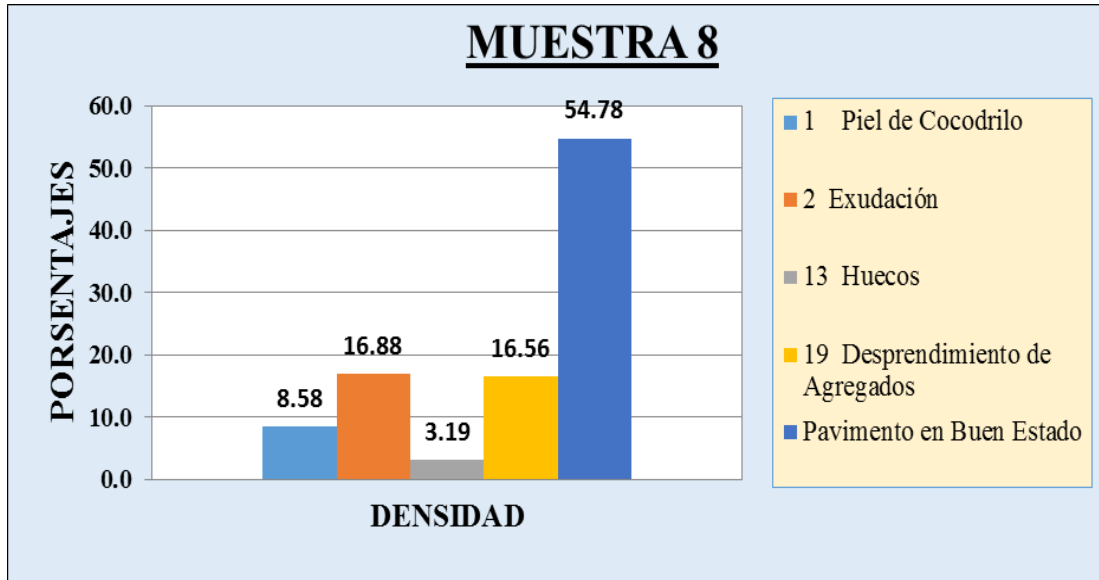
MAX CDV	69.305
PCI	30.695
SEVERIDAD	Malo

RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI		
RANGOS	CALIFICACIÓN	
100 - 85	Excelente	
85 - 70	Muy Bueno	
70 - 55	Bueno	
55 - 40	Regular	
40 - 25	Malo	
25 - 10	Muy Malo	
10 .. 0	Fallado	

MUESTRA U8		
PATOLOGÍAS		TOTAL
1	Piel de Cocodrilo	8.58
2	Exudación	16.88
13	Huecos	3.19
19	Desprendimiento de Agregados	16.56
Pavimento en Buen Estado		54.78
		100.00

Fuente: Elaboración propia (2017).

Gráfico 9: Incidencia de las patologías en la (UM-8).



Fuente: Elaboración propia (201

4.2. Análisis de resultados

De acuerdo al análisis en campo en la superficie del pavimento de la avenida Don Bosco, distrito Veintiséis de Octubre, provincia Piura, departamento Piura se obtuvo la descripción de las unidades de muestras evaluadas. Nuestra área de estudio comprende al Pavimento flexible de la AV. Don Bosco desde la Avenida Marcavelica hasta Avenida Amotape – carril derecho, para la cual hemos seleccionado 08 unidades de muestra distribuidas en una longitud de 510 Mts del pavimento equivalente a 04 cuadras que la conforman sin considerar las intersecciones.

- **Cuadra 28:** desde la avenida Marcavelica hasta Jirón Sondor, con 125 metros lineales carril derecho.
- **Cuadra 29:** Jiron Sondor hasta Jiron Canchaque, 115 metros lineales
- **Cuadra 30:** Jirón Canchaque hasta Jiron Talara, 120 metros.
- **Cuadra 31:** Jiron Talara, hasta avenida Amotape.150metros lineales

La longitud total que se evaluaron fueron **510** metros lineales carril derecho de la avenida Don Bosco, que se seleccionaron de acuerdo a ciertos parámetros como la homogeneidad de las cuadras, el sentido de flujo vehicular y las condiciones a las que están expuestos. De acuerdo a los objetivos trazados en nuestro estudio se procedió a determinar los tipos de patología que se encontraron en el pavimento de la Avenida Don Bosco desde la avenida Marcavelica hasta avenida Amotape, carril derecho tomando datos de campo mediante una inspección identificando cada una de las patologías que se encontraron.

Se detallan las patologías que se identificaron en cada muestra y el porcentaje de afectación al pavimento en estudio.

Cuadro 3: Patologías encontradas en las unidades de muestra

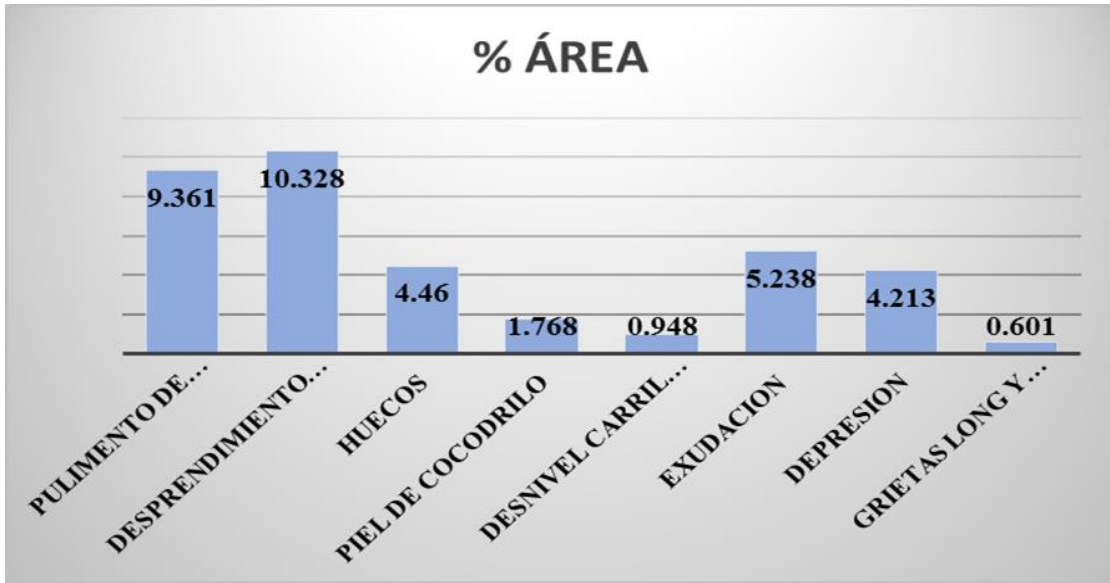
PATOLOGÍAS	UNIDAD DE MUESTRA								TOTAL	% ÁREA
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8		
Pulimiento de Agregados	12.39		9.84	12.77	12.6	10.7	16.62		74.89	9.361
Desprendimiento de Agregados	10.27		13.86	7.21	12.02	10.1	12.56	16.56	82.62	10.328
Huecos	4.52	6.38	5.42	2.76	5.55		7.86	3.19	35.68	4.460
Piel de Cocodrilo		5.56						8.58	14.14	1.768
Desnivel carril Berma				7.58					7.58	0.948
Exudacion		7.08	10.89			7.05		16.88	41.9	5.238
Grieta Long y Trasversal				4.81					4.81	0.601
Depresion	2.92	4.91	9.58		6.32	7.27	2.7		33.7	4.213

Fuente: Elaboración propia (2017).

El porcentaje ponderado es obtenido a través del total de la densidad de cada patología entre la cantidad de muestras

$$\frac{74.89}{8} = 9.361$$

Cuadro 4: Cuadro estadístico porcentaje de las patologías.



Fuente: Elaboración propia (2017).

Cuadro 5: Promedio ponderado (PCI).

CÁLCULO PROMEDIO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) AV. DON BOSCO				
UNIDAD DE MUESTRA	PCI ENCONTRADO	CLASIFICACIÓN	PCI PONDERADO	RANGO
M1	51.58	Regular		
M2	35.20	Malo		
M3	17.85	Muy Malo		
M4	39.16	Malo	42.33	REGULAR
M5	48.36	Regular		
M6	73.55	Muy Bueno		
M7	42.28	Regular		
M8	30.69	Malo		
TOTAL	338.67			

Fuente: Elaboración propia (2017).

V. Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye:

1. Las patologías determinantes son: Pulimiento de agregados. 9.361%, Desprendimiento de agregados. 10.328%, Huecos.4.46%, Piel de cocodrilo, 1.768%, Desnivel carril/ Berma.0.948%, Exudación.5.238%, Depresión 4.213%, Grieta Long Y transversal. 0.601%
2. La patología más predominante es **Desprendimiento de agregados** con 10.328%.
3. El grado de severidad que presenta en el área estudio es Alto, con un PCI promedio igual a 42.33% lo cual nos quiere decir que el índice de la condición de su pavimento la avenida Don Bosco esta con una calificación **Regular**.

Aspectos complementarios:

Recomendaciones:

Para evitar la patología Desprendimiento de agregados se debe llevar a cabo.

- Emplear la proporción necesaria de ligante asfáltico de acuerdo a las normas
- Un estudio de suelos para el diseño construcción del pavimento, garantice la calidad de los materiales con los que se construirá la base.
- Evitar que circulen carga de tráfico especiales como vehículos Orugas.
- Realizar el diseño correcto de la estructura del pavimento (flexible), en cuanto a las fuerzas actuantes para las cuales serán utilizadas
- Antes de ejecutar todo tipo de pavimentación, realizar un estudio completo del estado situacional del sistema de agua y alcantarillado.
- Conocer las diferentes técnicas constructivas que garanticen un nivel de serviciabilidad de la vía
- Realizar pruebas de laboratorio de los suelos que se encuentren en el lugar, de tal manera que se verifique que si son apropiados para la cimentación de la estructura o si se requiere de suelos de mejores propiedades.
- Programar una inspección periódica de la avenida en estudio, y Realizar un mantenimiento permanente (cada 3 años) y/o rehabilitación de la vía seleccionada.

Referencias bibliográficas

1. Miranda R. Deterioros en pavimentos flexibles ciudad de Valdivia Mayo del 2010. Disponible en:
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>
2. Rodríguez M. Evaluación y rehabilitación de pavimentos flexibles. [Tesis para la obtención del título de Ingeniero Civil]. San Salvador Agosto año 2004. disponible en:
<https://es.scribd.com/document/353447007/evaluacion-y-rehabilitacion-de-pavimentos-flexibles-por-el-metodo-reciclaje-pdf>
3. Prunell S. Estudio de Patologías en Pavimentos Flexibles. [Tesis para la obtención del título de Ingeniero Civil]. La Plata, Argentina; 2011. [citado Junio 10] disponible en :
<http://lemac.frlp.utn.edu.ar/wp-content/uploads/2014/05/LEMaC-MEMORIA2013.pdf>
4. Cárdenas R. Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible, para obtener el índice de integridad estructural del pavimento flexible y condición operacional de la superficie de rodadura de la avenida Carlos la Torre Cortéz, distrito de Huanta, provincia de Huanta, región Ayacucho, Agosto - 2016. [Tesis para la obtención del título de Ingeniero Civil] Chimbote, Perú: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 2016.
5. Serrano C. Determinación y evaluación de las patologías para obtener el índice de integridad estructural del pavimento flexible y condición operacional de la pista de aeropuerto del aeródromo “Manuel Prado” - distrito

- de Mazamari, provincia de Satipo, región Junín, agosto – 2015. [Tesis para la obtención del título de Ingeniero Civil]. Chimbote, Perú: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 2015.
6. Zeña C. Determinación y evaluación de las patologías en la carpeta de rodadura del pavimento flexible empleando el método del PCI (índice de condición del pavimento) en la calle Moquegua entre la intercepción de la calle Tacna - avenida Loreto, distrito de Piura, provincia de Piura, departamento de Piura - marzo 2017. [Tesis para la obtención del título de Ingeniero Civil]. Chimbote, Perú: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 2017.
 7. Gamboa C. Cálculo del Índice de Condición aplicado en Pavimento Flexible de la Av. Las Palmeras, distrito de Piura, Provincia de Piura, departamento de Piura, diciembre - 2009. [Tesis para la obtención del título de Ingeniero Civil] Piura, Perú: Universidad de Piura; 2009.
 8. Montejo, A. Pavimentos, constitución y conceptos generales. En AGORA (Ed.), Ingeniería de Pavimentos para Carreteras 2012. <http://librosscribd.blogspot.com/2012/10/ingenieria-de-pavimentospara.html>
 9. Osuna, R. Propuesta para la implementación de un sistema de administración de pavimentos para la red vial de la ciudad de Mazatlán, Sin. Universidad Nacional Autónoma de México.2002 [citado 2015 Junio], disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.1>
 10. Vásquez L. Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de

Colombia; 2002.citado2002Junio], disponible.
<https://www.yumpu.com/es/document/view/14306602/pavementcondition-index-pci-camineros>

11. Corredor M., Gustavo. Diseño de Pavimentos [Tesis Magisterial]. Panamá. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico de la Universidad Nacional de Ingeniería; 2008. Disponible en:
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/58Veintiseis/RENGIFO_KIMIKO_PAVIMENTOS_CARRETERA_HUACHO_PATI_VILCA.pdf?sequence=1
12. Espinoza T. Determinación y evaluación del nivel de Incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba, departamento de Piura. [Tesis para optar al Título de Ingeniero Civil]. Piura, Perú: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 154 2010. [Seriada en línea] 2006 [citado 2015 Junio 12], disponible en:
<http://es.scribd.com/doc/103596390/Patologia-pavimentos#scribd>
13. Rico Rodríguez, Del Castillo Hermilo (1984). La ingeniería de suelos en las vías terrestres, carreteras, ferrocarriles y aeropistas. Editorial Limusa vol. 2.
14. Carlos Rubio Navarro. Principales fallas y causas en pavimentos flexibles. [Seriada en línea] 2012 [citado 2012 Abril 28]. disponible en:
<https://es.scribd.com/presentation/95010163/Fallas-en-Pavimentos-Flexibles>
15. Rodríguez E. 2009. Universidad de Piura. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero distrito de Castilla. [Tesis para optar del título de Ingeniero Civil] [Seriada en línea] 2010 [citado junio 10]

disponible

en:

http://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1350/ICI_180.pdf

16. Ing. Hugo Pichilingue M. 2012. Proceso constructivo de pavimentos flexibles

[Seriada en línea] 2012 [citado 2012 Octubre disponible en:

<https://es.scribd.com/document/101355527/Pavimento-Flexible>

17. Rojas E, ingeniería de pavimentos, pavimentos, constitución y conceptos

generales [seriado en línea] 2013. [Citado 2010 Junio 16], disponible en:

<http://www.buenastareas.com/ensayos/Clases-De-Pavimentos/927061.html>

18. William A. Robertson, director Nazario Saucedo, subdirector Ron Olive,

Condición de las calles evaluación de la infraestructura vial ciudad de los

Ángeles, septiembre 2008. Disponible en:

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

Anexos

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - PCI							
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							
NOMBRE DE LA VIA						ESQUEMA	
INSPECCIONADO POR							
FECHA							
SECCION							
UNIDAD DE MUESTREO							
AREA DE MUESTREO							
Nº	DAÑO	Nº	DAÑO				
1	Piel de Cocodrilo	11	Parqueo				
2	Exudación	12	Pulimento de Agregados				
3	Agrietamiento en Bloque	13	Huecos				
4	Abultamientos y Hundimientos	14	Cruce de Vía Férrea				
5	Corrugación	15	Ahuellamiento				
6	Depresión	16	Desplazamiento				
7	Grieta de Borde	17	Grieta Parabólica				
8	Grieta de Reflexión de Junta.	18	Hinchamiento				
9	Desnivel Carril / Berma	19	Desprendimiento de Agregado				
10	Grietas Long. Y Transversal						
FALLA	PATOLOGIA	SEVERIDAD	LARGO	ANCHO	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO

Fuente: Elaboración propia (2017).

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



Imagen 9. Wincha métrica
(Fuente propia 2017).



Imagen 10. Wincha métrica para medir las patologías.
(Fuente propia 2017).



Imagen 11. Libreta de apuntes.

(Fuente propia 2017).



Imagen 12. Casco de seguridad

(Fuente propia 2017).



Imagen 13. Cámara para las fotografías de las muestras.
(Fuente propia 2017).

PANEL FOTOGRAFICO



Imagen 14. Se observa el tipo de patología denominada Baches, Depresión en la AV. Don Bosco.

Fuente: Elaboración propia (2017).



Imagen 15. Se observa el tipo de patología denominada Piel de Cocodrilo.

Fuente: Elaboración propia (2017).



Imagen 16. Se observa el tipo de patología denominada Peladuras, Desprendimientos de agregados y Exudación.

Fuente: Elaboración propia (2017).



Imagen 17. Se observa el tipo de patología denominada Huecos, Baches.

Fuente: Elaboración propia (2017).



Imagen 18. Se observa el tipo de patología denominada Desprendimiento de agregados, Exudación.

Fuente: Elaboración propia (2017).



Imagen 19. Se observa el tipo de patología denominada Huecos.

Fuente: Elaboración propia (2017).



Imagen 20. Se observa el tipo de patología denominada Exudación, Piel Cocodrilo.

Fuente: Elaboración propia (2017).



Imagen 21. Se observa el tipo de patología denominada Pulimiento de agregados, desprendimiento de agregados.

Fuente: Elaboración propia (2017).



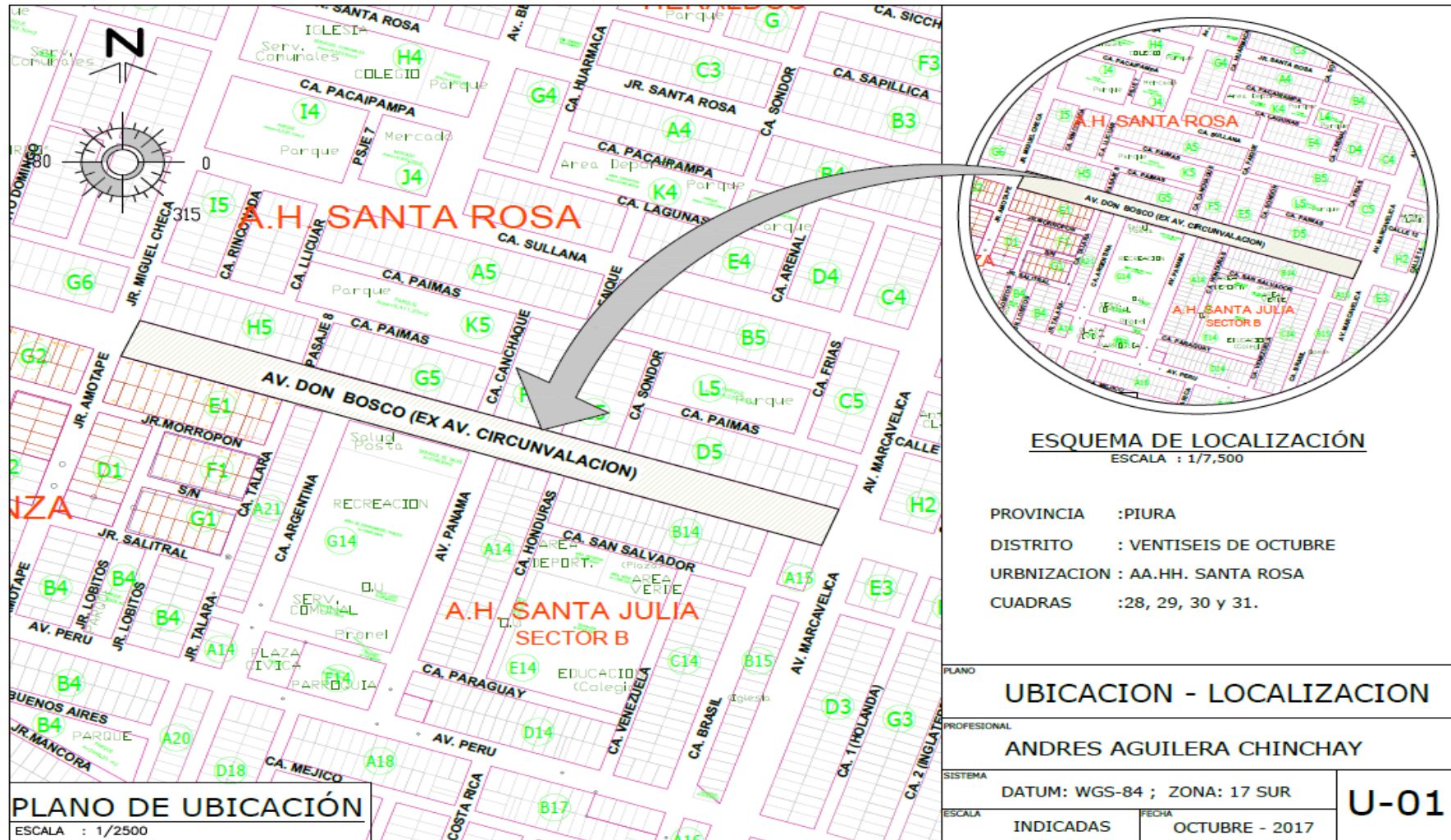
Imagen 22. Se observa el tipo de patología denominada Desprendimientos de agregados.

Fuente: Elaboración propia (2017).

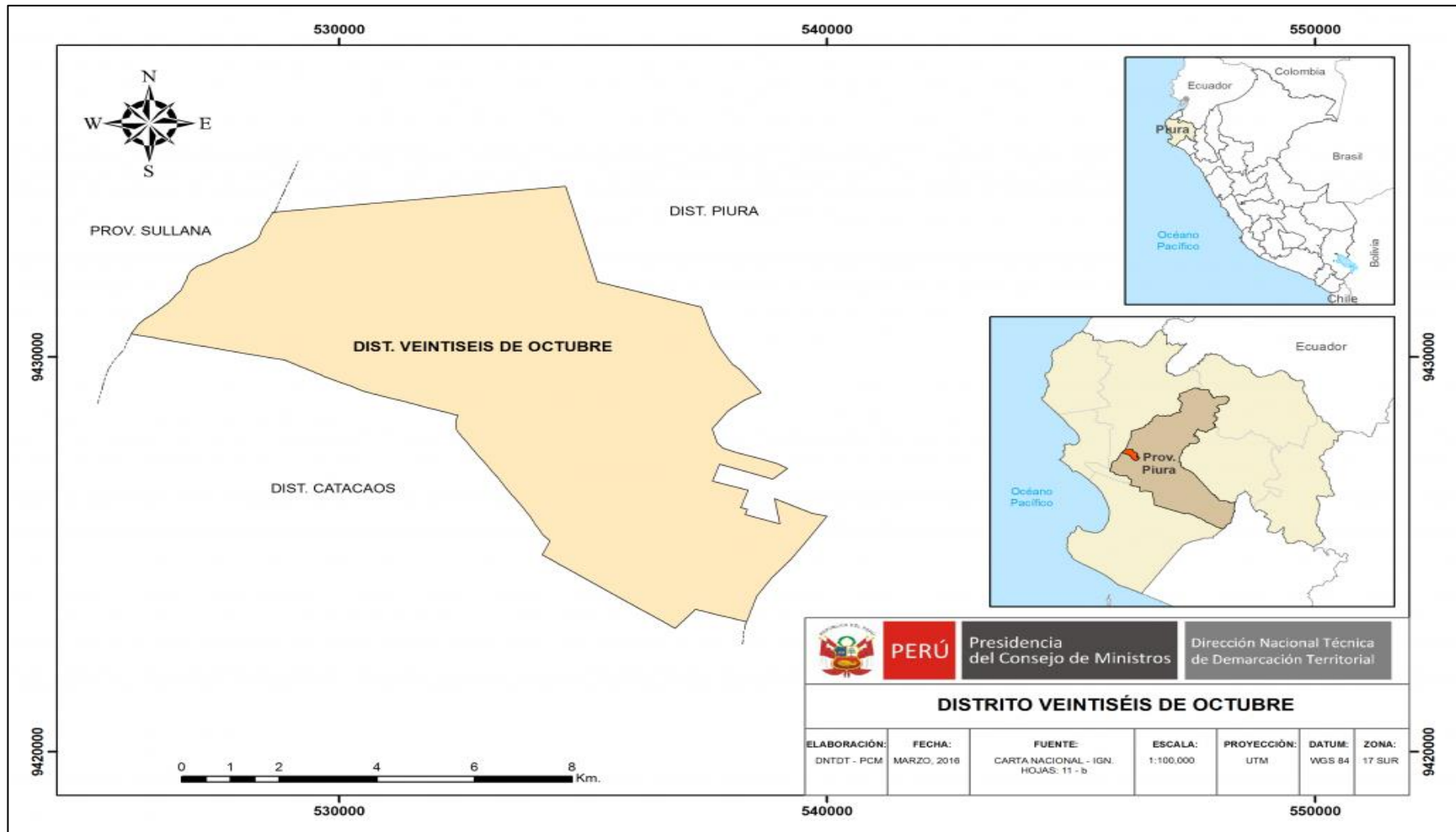


Imagen 23. Se observa el tipo de patología denominada Baches, Exudación, Desprendimiento de agregados.

Fuente: Elaboración propia (2017).



Plano de Ubicación y Localización de la Av. Don Bosco.



Plano de localización: Lugar de estudio de las unidades de muestra de la Av. Don Bosco, AA.HH. Santa Rosa, Distrito Veintiséis de Octubre.