



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA RED VIAL VECINAL DEL DISTRITO DE SANTA ROSA UTILIZANDO EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS (PCI) CON EL SOFTWARE EVALPAV, EN LA CIUDAD DE LIMA - 2020”

Tesis para optar el título profesional de:
INGENIERO CIVIL

Autor:

Arnaldo Lenin Jara Beraun

Asesor:

Ing. Edwin Aquise Dueñas

Lima - Perú

2020

DEDICATORIA

Con profundo cariño y gratitud le dedico;
A mis padres y hermana por su apoyo incondicional.
A mis abuelos que aún me acompañan.
Y a toda mi familia a quienes estimo mucho.

Lenin Jara.

AGRADECIMIENTO

Agradezco al asesor Ing. Edwin Aquis Dueñas por el apoyo y orientación, porque gracias a sus conocimientos y su experiencia se logró culminar satisfactoriamente la presente tesis.

Agradezco a la Universidad Privada del Norte y a sus docentes que nos brindaron todos sus conocimientos durante nuestra formación académica.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE ECUACIONES	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA	10
1.1.1 Antecedentes	12
1.1.2 Bases Teóricas	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	60
1.2.1. Objetivo general	60
1.2.2. Objetivos específicos	60
1.3. Hipótesis	61
1.3.1. Hipótesis general	61
1.3.2. Hipótesis específicas	61
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	62
2.1. Tipo de investigación	62
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	62
2.2.1 Población	62
2.2.2 Muestra	63
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	66
2.4. Procedimiento	66
2.5. Plan De Análisis	69
CAPÍTULO III. RESULTADOS	71
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	113
REFERENCIAS	116
ANEXO 01: PLANOS	120
ANEXO 2: PANEL FOTOGRAFICO	136
ANEXO 3: FORMATO DE EXPLORACIÓN DE PCI - VALIDADO	141
ANEXO 4: ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS	143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Calificación de la condición del pavimento PCI	22
Tabla 2: Formato de toma de muestras para superficies asfálticas.....	23
Tabla 3: Niveles de severidad para huecos.....	47
Tabla 4: Criterios para establecer el nivel de mantenimiento rutinario.....	57
Tabla 5: Criterios para establecer el nivel de mantenimiento periódico.....	58
Tabla 6: Criterios para establecer el nivel de rehabilitación.....	59
Tabla 7. Población Total Distrito de Santa Rosa.....	62
Tabla 8. Longitudes de unidades de muestreo.....	64
Tabla 9: Tabla de registros de datos.....	67
Tabla 10: Materiales e instrumentos para recolección de datos.....	74
Tabla 11: Porcentaje de severidad.....	103
Tabla 12: Extensión.....	104
Tabla 13: Presupuesto de Mantenimiento.....	108

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Número mínimo de unidades de muestreo.....	64
Ecuación 2. Desviación estándar del PCI.	64
Ecuación 3. Intervalo de inspección del PCI.	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Indica la Red viales dentro del Distrito de Santa Rosa.....	12
Figura 2: Estructura típica de un pavimento asfáltico (flexible).....	18
Figura 5: Piel de cocodrilo - severidad baja.....	28
Figura 6: Piel de cocodrilo - severidad media.....	28
Figura 7: Piel de cocodrilo - severidad alta.....	29
Figura 8: Exudación - severidad baja.....	30
Figura 9: Exudación - severidad media.....	30
Figura 10: Exudación - severidad alta.....	30
Figura 11: Agrietamiento en bloque - severidad baja.....	32
Figura 12: Agrietamiento en bloque - severidad media.....	32
Figura 13: Agrietamiento en bloque - severidad alta.....	32
Figura 14: Abultamiento y hundimientos - severidad baja.....	34
Figura 15: Abultamientos y hundimientos - severidad media.....	34
Figura 16: Abultamientos y hundimientos - severidad alta.....	34
Figura 17: Corrugación - severidad baja.....	35
Figura 18: Corrugación - severidad media.....	35
Figura 19: Corrugación - severidad alta.....	35
Figura 20: Depresión - severidad baja.....	36
Figura 21: Depresión - severidad media.....	36
Figura 22: Depresión - severidad alta.....	37
Figura 23: Grieta de borde - severidad baja.....	37
Figura 24: Grieta de borde - severidad media.....	38
Figura 25: Grieta de borde - severidad alta.....	38
Figura 26: Grieta de reflexión de junta - severidad baja.....	39
Figura 27: Grieta de reflexión de junta - severidad media.....	40
Figura 28: Grieta de reflexión de junta - severidad alta.....	40
Figura 29: Desnivel carril/berma - severidad baja.....	41
Figura 30: Desnivel carril/berma - severidad media.....	41
Figura 31: Desnivel carril/berma - severidad alta.....	42
Figura 32: Grietas longitudinales y transversales - severidad baja.....	43
Figura 33: Grietas longitudinales y transversales - severidad media.....	43
Figura 34: Grietas longitudinales y transversales - severidad alta.....	43
Figura 35: Parcheo y acometidas de servicios públicos - severidad baja.....	44
Figura 36: Parcheo y acometidas de servicios públicos - severidad media.....	45

Figura 37: Parcheo y acometidas de servicios públicos - severidad alta.....	45
Figura 38: Pulimiento de agregados.....	46
Figura 39: Huecos - severidad baja.....	47
Figura 40: Huecos - severidad media.....	47
Figura 41: huecos - severidad alta.....	48
Figura 42: Cruce de vía férrea - severidad baja.....	48
Figura 43: Cruce de vía férrea - severidad media.....	48
Figura 44: Cruce de vía férrea - severidad alta.....	49
Figura 45: Ahuellamiento - severidad baja.....	49
Figura 46: Ahuellamiento - severidad media.....	50
Figura 47: Ahuellamiento - severidad alta.....	50
Figura 48: Desplazamiento - severidad baja.....	50
Figura 49: Desplazamiento - severidad media.....	51
Figura 50: Desplazamiento - severidad alta.....	51
Figura 51: Grietas parabólicas - severidad baja.....	52
Figura 52: Grietas parabólicas - severidad media.....	53
Figura 53: Grietas parabólicas - severidad alta.....	53
Figura 54: Hinchamiento.....	53
Figura 55: Meteorización y desprendimiento de agregados - severidad baja.....	54
Figura 56: Meteorización y desprendimiento de agregados - severidad media.....	55
Figura 57: Meteorización y desprendimiento de agregados - severidad alta.....	56
Figura 58: Indica la zona de estudio.....	56
Figura 59 Ejemplo de muestreo sistemático aleatorio.....	63
Figura 60: Software EvalPav.....	69
Figura 61 Ingreso al Software EvalPav.....	70
Figura 62: Vista satelital de la Red Vial Vecinal	71
Figura 63: Esquema de Paños a estudiar del pavimento.....	73
Figura 64: Tipos de Fallas.....	102
Figura 65: Porcentaje de fallas encontradas.....	103

RESUMEN

La presente tesis tiene como fin delimitar el estado actual de conservación de la vía pavimentada con asfalto. Se empleó la metodología PCI y el *software* EvalPav en la Red Vial Vecinal, vía ubicada en el distrito limeño de Santa Rosa, con la finalidad de sugerir la mejor alternativa de intervención del pavimento.

La avenida de la muestra cuenta con una totalidad de 3600 m de longitud, en los que se pretende conocer los parámetros de evaluación, las fallas recurrentes, su nivel de severidad y su extensión, de modo que se dé como resultado el valor del PCI. En primera instancia, se efectúa una inspección visual del lugar de estudio y se registra en diagramas las diversas fallas presentes en el pavimento, según la metodología PCI. Luego, se computariza los diagramas en hojas de cálculo que llegarían a ser importadas al *software* EvalPav, implementado por el MTC, el cual nos arrojará el valor de PCI, así como resúmenes de las muestras, las cuales serán plasmadas en planos por cada tramo, respectivamente.

Como resultado de las 13 muestras unitarias, se obtiene un índice de condición de pavimento de 41 y se encuentra un estado de conservación del pavimento regular.

Palabras Claves: evaluación superficial del pavimento, índice de condición del pavimento, estado de conservación del pavimento.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Actualmente el país, la región, y especialmente la ciudad de Lima, se encuentra afrontando un gran problema de tipo sanitario, social, económico y político, por el mismo hecho que se viene dando estos acontecimientos, las autoridades competentes han descuidado el mantenimiento de las vías de la ciudad de Lima, al cual, se le suman el gran aumento de tránsito vehicular que afronta la ciudad, ya que, a lo largo y ancho de la ciudad encontramos vías en mal estado. Específicamente en la Red Vial Vecinal del Distrito de Santa Rosa, notamos que el pavimento se encuentra deteriorado, para lo cual, se elaborara un estudio del estado del pavimento flexible de la Red Vial Vecinal del Distrito de Santa Rosa , por el método del PCI, este estudio nos permitirá indicar el tipo de intervención a tomar, dependiendo de los resultados obtenidos del estudio, los que podrían ser: rehabilitación, mantenimiento, reemplazo, según sea la severidad del daño del pavimento flexible de la mencionada vía, para así, mejorar las condiciones del pavimento y finalmente mejorar la transitabilidad de vehículos y peatones que circulan por dicha vía.

Santa Rosa no es ajeno al deterioro que se hallan en los pavimentos flexibles de la capital, lo que en consecuencia trae la disminución de la comodidad del usuario, la seguridad, tanto del peatón como la del conductor del vehículo, así como también se sufre alteraciones de velocidad que se reflejan directamente en el tránsito vehicular.

Viéndolo desde el aspecto metodológico e ingenieril algunas vías del distrito están en un muy mal estado, ya que presentan parches, desprendimiento de agregados, grietas longitudinales y transversales, huecos entre otros, encontrándose en diferentes niveles de severidad.

Todos los defectos encontrados y lo antes descrito solo llevan a resultados negativos como por ejemplo la dificultad del tránsito y la accesibilidad a las diferentes unidades de vivienda del distrito, arrojando como resultado final inseguridad en el tránsito y el deterioro del ornato público del distrito norteño.

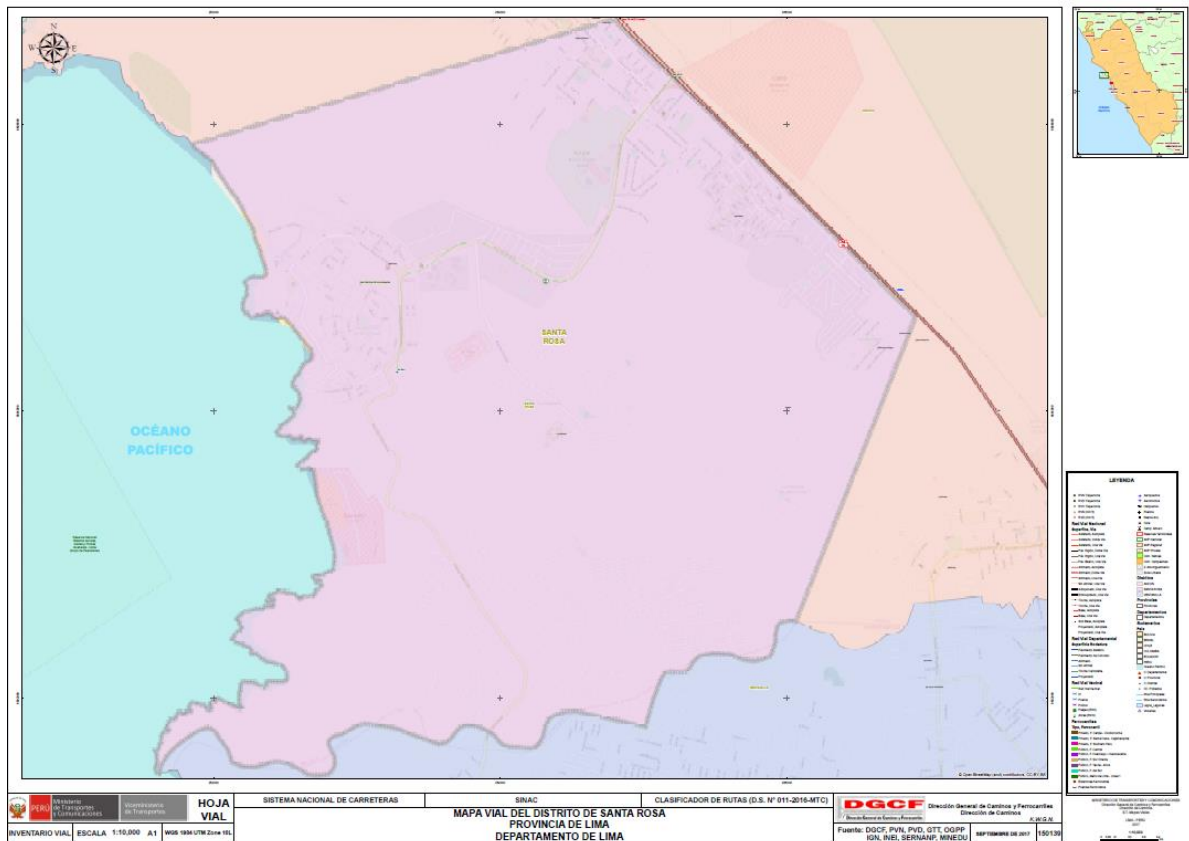
En resumen, necesitamos diagnosticar el estado del pavimento. Lo cual es ideal ya que evaluando los daños con la suficiente antelación se podrán realizar reparaciones menores y no de gran envergadura que necesariamente conllevarán un alto costo. Ahorrando así de gran manera y pudiendo destinar recursos a otras necesidades del distrito de Santa Rosa como, por ejemplo, la seguridad.

El tramo de estudio se ubica en la Av. Alejandro Bertello, la cual, forma parte de la avenida principal del Distrito de Santa Rosa siendo considerada una vía importante que conecta con el Distrito de Ancón, dichos distritos en época de verano albergan un gran porcentaje de ciudadanos del cono norte, pues poseen diversas playas; por la cual, transitan los diversos tipos de vehículos, entre ellos, particulares y de transporte público. Asimismo, según la revista *ANDINA* (2016, 16 de Mayo) Declaran distrito de Santa Rosa en situación de emergencia ante desastres naturales. Recuperado de <https://andina.pe/agencia/noticia-declaran-distrito-santa-rosa-situacion-emergencia-ante-desastres-naturales-612808.aspx/> señala que al menos 70% de sus residentes vive en casas levantadas en los cerros, dejándolos como único acceso la avenida Alejandro Bertello.

Con el presente estudio se viene cerrando una brecha tanto social como técnica, puesto que tiene un aporte social, ya que se brindará un estatus actual de la condición de conservación del pavimento en estudio, con ello se beneficiará a los vecinos de la Av. Alejandro Bertello (Santa Rosa – Lima) ya que el financiamiento de esta rehabilitación sería de menor costo frente a una reconstrucción total de la vía. Asimismo, tiene un aporte técnico, porque con la metodología PCI y la complementación del software EvalPav, permitirá que este proceso sea determinado de forma mucho más exacta y precisa; además de servir como guía de información para la elaboración de un plan de mejoramiento de los pavimentos de la avenida en estudio.

La red vial vecinal a estudiar fue referenciada de la plataforma del **Ministerio de Transportes y Comunicaciones**, el cual data de septiembre del 2017.

Figura 1: Indica la Red viales dentro del Distrito de Santa Rosa



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017)

1.1.1 Antecedentes

- **(Carlos Coripuna & Yesenia Huanacchiri)** en la tesis titulada Evaluación del estado de conservación del pavimento, utilizando el Método PCI con el software Evalpav, en las avenidas el Trébol, Vvenus y Manuel Gonzales Prada (km 0+000 - 2+383) del distrito de los olivos, la cual tuvo como fin delimitar el estado actual de conservación de la vía pavimentada con asfalto. Se empleó la metodología PCI y el software EvalPav con la finalidad de presentar el estado de conservación del pavimento y con ello sugerir la mejor alternativa de intervención del pavimento para prolongar la vida útil del mismo. Como resultado de la aplicación de 96 muestras unitarias, se obtuvo un índice de condición de pavimento de 25 y se encuentra en un estado de conservación del pavimento bastante defectuoso.

- **(Paola Leguía y Hans Pacheco, 2016)** en la tesis titulada “Evaluación superficial del pavimento Flexible por el Método PavementCondition Index (PCI) En Las Vías Arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau” fue presentada por los alumnos de la Universidad San Martín de Porres (USMP); El trabajo tuvo como objetivo principal realizar la evaluación superficial de vías mencionadas aplicando el método PCI para poder conocer la condición del pavimento existente. En el desarrollo de la tesis se profundiza sobre la importancia del método PCI, describiéndolo como un método ampliamente aceptado y formalmente adoptado como procedimiento estandarizado debido a que ha sido publicado por el ASTM como método de análisis y aplicación. Este método es considerado como el modo más completo para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos debido a que permite determinar las condiciones actuales del pavimento, conociendo si se encuentra operando en un nivel de servicio óptimo, y asimismo permite proponer la mejor alternativa de intervención para la reparación del pavimento en análisis. Finalmente, al realizar la evaluación superficial del pavimento flexible resulta que el estado de conservación de la Av. Cincuentenario es descrito como “Regular” con un PCI de 51.84, mientras que la Av. Colón y Miguel Grau presenta un estado de conservación “Bueno” con un PCI de 59.29.
- **(González, 2015)** en la tesis denominada Fallas en el pavimento flexible de la avenida Vía de Evitamiento Sur, Cajamarca, 2015 se orienta al uso directo de la metodología PCI. El autor se plantea como objetivos describir las fallas que se exhiben en el pavimento flexible de la avenida cajamarquina Vía de Evitamiento Sur, determinar el tipo de severidad de estas y establecer propuestas para una operación futura de mantenimiento de la referida avenida. A partir de su análisis, el autor, por una parte, concluye que 929.88 metros cuadrados constituyen el área total de fallas halladas en la avenida Vía de Evitamiento Sur (esto es, el 2.66 % del total de la vía evaluada) y, por otra parte, que las fallas de dicha avenida presentan una severidad baja con una incidencia de 278.74 metros cuadrados.

- **(Rabanal Pajares, 2014)** en la ciudad de Cajamarca, en la tesis “Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la Vía de Evitamiento Norte, utilizando el método del índice de condición del pavimento. Cajamarca - 2014”, realiza un inventario de los diferentes tipos de fallas, luego de determinar el nivel de severidad de cada uno de los tipos de fallas para así poder determinar el índice de condición de pavimento de la Vía de Evitamiento Norte.
- **(Hiliquín, 2016)** en la tesis denominada Evaluación del estado de conservación del pavimento, utilizando el método PCI, en la av. Jorge Chávez del distrito de Pocollay en el año 2016 tiene como fin analizar el pavimento en el distrito tacneño de Pocollay a través del método PCI. Se emplearon las diferentes curvas para encontrar las anomalías o fallas en la avenida Jorge Chávez, vía formada por dos carriles en una misma dirección. Con base en su análisis, la autora obtuvo como resultado que el pavimento se halla en pésimo estado, por lo que recomienda su rehabilitación para asegurar los niveles de serviciabilidad de la vía. Si no se toma en cuenta el análisis, el pavimento terminará deteriorado en su totalidad. En consecuencia, se requerirá una reconstrucción para la avenida tacneña Jorge Chávez.
- **(Gabriel Díaz, 2017)** La tesis titulada “Evaluación, análisis y planteo de alternativas para la conservación y rehabilitación del pavimento asfáltico en la carretera Puente Cunyac-Cusco desde el km 890+000 al km 895+000” fue presentada por el alumno de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP); la cual, en su introducción describe la importancia del mantenimiento y reparación de la superficie de rodamiento debido a que facilita la transitabilidad, comodidad y seguridad de los usuarios. En el desarrollo, se realiza la aplicación de los métodos: Índice de Condición del Pavimento (PCI), Índice de Regularidad Internacional (IRI) y el ensayo de Deflectometría (HWD) para determinar la condición superficial, funcional y estructural del tramo de pavimento en estudio. Finalmente, luego del análisis de los resultados, plantearon cuatro alternativas de intervención para la rehabilitación de la carretera.

- **Edgar Rodríguez(2009)**, en la tesis titulada “Cálculo del Índice de Condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla” fue presentada por el alumno de la Universidad de Piura (UDEP); la cual tiene como objetivo principal la aplicación el método PCI para determinar la condición superficial del pavimento flexible de la Av. Luis Montero; Se analizaron dos tramos de 600 metros lineales cada uno (según los dos sentidos de vía), del cual, se determinó las fallas existentes y se cuantifico el estado en el que se encontraba la vía; Al aplicar el método PCI se obtuvo resultado que la avenida presenta un Índice de condición de pavimento (PCI) ponderado de 49, lo cual, indica un estado regular de la vía gracias a las obras de mantenimiento que se dieron en 2008, las cuales disminuyeron la formación de fallas estructurales dañinas en el pavimento.
- **Escobar y Huincho (2017)** En la tesis que se titula Diseño de pavimento flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa -Sachapite- Huancavelica, Perú se plantea el diseño del pavimento debido a la presencia de deterioros que existen en la vía, mediante un análisis donde se pudo evaluar el desempeño estructural del pavimento por medio del diseño AASHTO 93 y cómo influyen los factores para su modelamiento. La relación entre los factores y el propio diseño del pavimento fueron obtenidas, por lo que se tuvo como conclusión que el nuevo diseño del pavimento flexible evite el deterioro prematuro para la vía ubicada en Santa Rosa, Huancavelica.
- **Diaz Diaz (2018)** En la tesis titulada Evaluación superficial del pavimento flexible mediante método PCI para determinar el estado de conservación en la Av. Del Parque, 2018, se planteó la evaluación superficial del pavimento mediante la aplicación del método del PCI, con la finalidad de conocer el estado de conservación del mismo y brindar alternativas de intervención para prolongar la vida útil, así como brindar un mejor servicio al transporte público y privado de dicha zona.

A continuación, se exponen los trabajos de investigación más representativos que se han realizado en el ámbito nacional aledañas a la zona de estudio, los cuales se relacionan con los objetivos planteados en el presente estudio.

- **Coripuna Osorio, Carlos Alexander; Huanacchiri Huaman, Yesenia (2019)** Evaluación del estado de conservación del pavimento, utilizando el método PCI con el software EvalPav, en las avenidas El Trébol, Venus y Manuel Gonzales Prada (KM 0+000 - 2+383) del distrito de Los Olivos
- **Vidaurre Carrión, Brenda Teresa (2018)** Evaluación para la reconstrucción del Pavimento Flexible del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos, Lima, 2018
- **Charca Aguilar, Christian Alfonso; Yachachi Elguera, Christiansen Hasen (2018)** Diagnóstico funcional del pavimento asfáltico para la rehabilitación sostenible de la avenida Los Incas, distrito de Comas
- **Gaspar Espinoza, Cristian Jesus (2018)** Propuesta de priorización de asignación de recursos para el tratamiento de pavimentos mediante la aplicación del índice de condición del pavimento flexible, en la condición funcional de la Av. Lomas de Carabayllo, Lima, 2016
- **Leguía Loarte, Paola Beatriz; Pacheco Risco, Hans Fernando (2016)** Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima)
- **(Roque Cacha, 2011)** en la ciudad de Huaraz, en la Tesis: "Determinación y evaluación del pavimento flexible mediante el método del índice de condición del pavimento del barrio de patay bajo del distrito de independencia, provincia de Huaraz- región Áncash, enero 2011"

1.1.2 Bases Teóricas

Pavimentos

Según la Norma CE.010 Pavimentos Urbanos (2010), es una estructura compuesta por capas que apoya en toda su superficie sobre el terreno preparado para soportarla durante un Período de Diseño y dentro de un rango de Serviciabilidad. Esta definición incluye pistas, estacionamientos, aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclovías.

Para Becerra (2012) Los pavimentos son soluciones para la configuración de caminos, siendo concebidos diseñados y construidos pensando en mejorar y mantener condiciones óptimas de transitabilidad a lo largo de su vida útil. Son estructuras formadas por un conjunto de capas granulares y carpeta de rodadura, que descansan sobre el suelo de cimentación conocido como: subrasante.

Según (Montejo Fonseca, 2002). Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cuál fue diseñada la estructura del pavimento.

Pavimentos flexibles

(Montejo Fonseca, 2002). Define que los pavimentos flexibles están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub base. No obstante puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra.

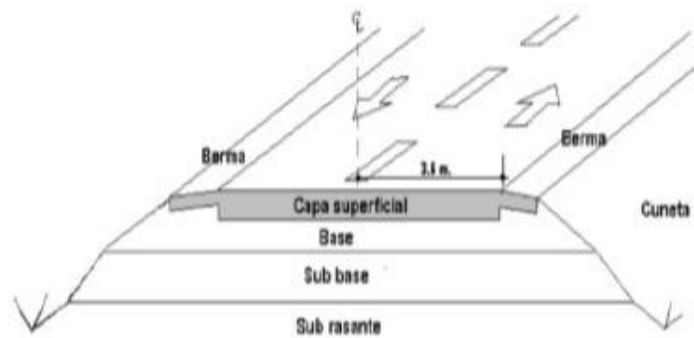


Figura 2: Estructura típica de un pavimento asfáltico (flexible)

Fuente: Maya Gaviria, J. (2012)

Carpeta Asfáltica

Es la capa que se coloca en la parte superior de estructura, sobre la base, y es la que le proporciona la superficie de rodamiento a la vía.

Cumple la función de impermeabilizar la superficie evitando el ingreso de agua que podría saturar las capas inferiores. También evita la desintegración de las capas subyacentes y contribuye al resto de capas a soportar las cargas y distribuir los esfuerzos.

La carpeta es elaborada con material pétreo seleccionado y un aglomerante que es el asfalto. Es de gran importancia conocer el contenido óptimo de asfalto a emplear, para garantizar que la carpeta resista las cargas a la que será sometida. Un exceso de asfalto en la mezcla puede provocar pérdida de estabilidad, e incluso hacer resbalosa la superficie, es el elemento más importante de toda la estructura. (Reyes Lizcano, 2003).

Base

Es la capa de pavimento ubicada debajo de la superficie de rodadura y tiene como función primordial soportar, distribuir y transmitir las cargas a la subbase, que se encuentra en la parte inferior.

La base puede estar constituida principalmente por material granular, como piedra triturada y mezcla natural de agregado y suelo; pero también puede estar conformada con cemento Portland, cal o materiales bituminosos, recibiendo el nombre de base estabilizada. Éstas deben tener la suficiente resistencia para recibir la carga de la superficie y transmitirla hacia los niveles inferiores del paquete estructural. (Reyes Lizcano, 2003).

Subbase

Es la capa que se localiza en la parte inferior de la base, por encima de la sub rasante.

Es la capa de la estructura de pavimento destinada a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas en la carpeta asfáltica.

Está conformada por materiales granulares, que le permiten trabajar como una capa de drenaje y controlador de ascensión capilar de agua, evitando fallas producidas por el hinchamiento del agua, causadas por el congelamiento, cuando se tienen bajas temperaturas. Además, la sub base controla los cambios de volumen y elasticidad del material del terreno de fundación, que serían dañinos para el pavimento. (Reyes Lizcano, 2003).

Subrasante

Es la capa de terreno que soporta el paquete estructural y que se extiende hasta una profundidad en la cual no influyen las cargas de tránsito.

Esta capa puede estar formada en corte o relleno, dependiendo de las características del suelo encontrado. Una vez compactada, debe tener las propiedades, secciones transversales y pendientes especificadas de la vía.

El espesor del pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la sub rasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de estabilidad, incompresibilidad y resistencia a la expansión y contracción por efectos de la humedad. (Reyes Lizcano, 2003).

Fallas en los pavimentos flexibles.

Según (Vásquez Valera, 2002), las fallas son el resultado de interacciones complejas de diseño, materiales, construcción, tránsito vehicular y medio ambiente. Estos factores combinados, son la causa del deterioro progresivo del pavimento, situación que se agrava, al no darle un mantenimiento adecuado a la vía.

Existen dos tipos de fallas:

Estructurales: son las que originan un deterioro en el paquete estructural del pavimento, disminuyendo la cohesión de las capas y afectando su comportamiento frente a cargas externas

Funcionales: Las fallas funcionales, en cambio, afectan la transitabilidad, es decir, la calidad aceptable de la superficie de rodadura, la estética de la pista y la seguridad que brinda al usuario.

Los niveles de severidad son tres: Bajo, Medio y Alto o L, M H por sus iniciales en inglés; correspondiente a cada tipo de falla y que representan los efectos que éstas tienen sobre la calidad del tránsito.

Características de los pavimentos

Los pavimentos poseen características funcionales y estructurales; las funcionales corresponden a la superficie de rodamiento y son las que más afectan a los usuarios, y las estructurales, que son más bien del interés de las personas encargadas de operar y conservar los pavimentos.

Dentro de las características funcionales podemos mencionar:

a) Resistencia al derrapamiento

Esta es obtenida a través de una adecuada textura en la superficie de rodamiento, esta textura debe estar adaptada para las velocidades de circulación previstas en el diseño.

b) Regularidad transversal y longitudinal en la superficie de rodamiento.

Esta característica afecta directamente la comodidad del usuario y en la medida de la severidad de las deformaciones presentes en el pavimento, se podrá o no alcanzar la velocidad considerada en el proyecto.

c) Drenaje superficial rápido

Esta característica evita que el espesor de la película de agua que escurre sobre la superficie de rodamiento sea considerable y con esto impide el efecto conocido como acuaplaneo.

Las características estructurales están relacionadas con las características mecánicas de los materiales utilizados para la construcción de las diferentes capas que conforman el pavimento. Estas características mecánicas definen el espesor de cada capa.

Método de evaluación superficial PCI

Fue desarrollado entre los años 1974 y 1976 a cargo del Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los E.E.U.U. por M.Y. Shahin y S.D. Khon y publicado en 1978; con el objetivo de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles.

Este método constituye el modo más completo para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, siendo ampliamente aceptado y formalmente adoptado como procedimiento estandarizado, por agencias como por ejemplo: el departamento de defensa de los Estados Unidos, el APWA (American Public Work Association) y ha sido publicado por la ASTM como método de análisis y aplicación, conocida como procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03.

El método sirve para identificar los daños superficiales de un pavimento mediante la evaluación visual, los rangos de clasificación de daños por clase, la severidad y la cantidad o densidad.

Clase o tipo: las fallas se agrupan esencialmente en categorías según los mecanismos que las originan. Se pueden clasificar de acuerdo con la causa primaria posible, como lo son el clima, los materiales de construcción y las debilidades del suelo de subrasante. Las fallas se clasifican en 19 tipos.

Severidad: representa la criticidad del deterioro en términos de su progresión. Entre más severo sea el daño, más importantes deberán ser las medidas para su corrección. El indicador de severidad está clasificado en 3 rangos: bajo, medio y alto.

El cálculo se fundamenta en los resultados de un inventario visual del estado del pavimento en el cual se establecen clase, severidad y cantidad de cada falla presente. Este método de evaluación superficial se caracteriza por no requerir ningún equipo especial o sofisticado para la evaluación; por suministrar información confiable sobre las fallas que presenta el pavimento, su severidad y la condición final que este presenta;

por su empleo que no resulta ser complejo; porque es un método estándar y más detallado para evaluar pavimentos y por ser la base para determinar necesidades de mantenimiento o rehabilitación del pavimento. (Gutiérrez, 1994)

Índice de condición del pavimento (PCI)

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 modelo 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. En la tabla 01 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento. (Rivas Vargas,2017)

Tabla 1: Calificación de la condición del pavimento PCI

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

Fuente: Procedimiento estándar PCI según ASTM D 6433-03

Unidades de muestreo

Se divide la vía en secciones cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:

- a) Pavimentos con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$.
- b) Pavimentos con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Pórtland y losas con longitud inferior a 7.60 m, el área de la unidad de muestreo debe estar en el rango 20 ± 8 losas.

Estas dimensiones pueden ser reducidas con la finalidad de obtener mayor cantidad de unidades de muestra cuando el pavimento presenta cambio de superficies.

Evaluación de la Condición

Se utilizará equipos tales como odómetro, cinta métrica para la toma de dimensiones, tizas para delimitar las unidades de muestras, así mismo el Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para la toma de datos.

En la inspección de las unidades de muestra se debe medir el tipo, cantidad y severidad de fallas presentes y anotarlos de manera ordenada en los formatos.

El equipo de inspección deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la vía inspeccionada.

Cálculo del PCI de las unidades de muestra.

Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI. El cálculo se basa en los Valores Deducidos de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas.

a) Cálculo para pavimentos con capa de rodadura asfáltica:

a.1) Cálculo de los valores deducidos:

Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna TOTAL del formato utilizado. El daño puede medirse en área, longitud o por número según su tipo.

Divida la cantidad de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el ÁREA TOTAL de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje. Esta es la densidad del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.

Determine el valor deducido para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas Valor Deducido del Daño que se adjuntan en los anexos, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

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

Si ninguno o tan sólo uno de los Valores Deducidos es mayor que 2, se usa el Valor Deducido Total en lugar del mayor Valor Deducido Corregido, de lo contrario, deben realizarse los siguientes pasos:

Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.

Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), utilizando la siguiente ecuación.

$$m = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$$

Donde:

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

HDV = El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo.

El número de valores individuales deducidos se reduce a m , inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan todos los que se tengan.

a.3) Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido(CDV)

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo.

Determine el número de valores deducidos, q , mayores que 2.0.

Determine el Valor Deducido Total sumando todos los valores deducidos individuales.

Determine el CDV con q y el Valor Deducido Total en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.

Reduzca a 2.0 el menor de los Valores Deducidos individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas anteriores hasta que q sea igual a 1.

El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

Calcule el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la etapa 3.

Fallas en pavimentos flexibles

a) Piel de cocodrilo

Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito. El agrietamiento se inicia en el fondo de la capa asfáltica donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son mayores bajo la carga de una rueda. Inicialmente, las grietas se propagan a la superficie como una serie de grietas longitudinales paralelas. Después de repetidas cargas de tránsito, las grietas se conectan formando polígonos con ángulos agudos que desarrollan un patrón que se asemeja a una malla de gallinero o a la piel de cocodrilo. Generalmente, el lado más grande de las piezas no supera los 0.60 m.

El agrietamiento de piel de cocodrilo ocurre únicamente en áreas sujetas a cargas repetidas de tránsito tales como las huellas de las llantas. Por lo tanto, no podría producirse sobre la totalidad de un área a menos que esté sujeta a cargas de tránsito en toda su extensión.

Niveles de severidad

- L (Low: Bajo): Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están descascaradas, es decir, no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.
- M (Medium: Medio): Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.
- H (High: Alto): Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.

Unidad de medida

Se miden en o metros cuadrados de área afectada. La mayor dificultad en la medida de este tipo de daño radica en que, a menudo, dos o tres niveles de severidad coexisten en un área deteriorada. Si estas porciones pueden ser diferenciadas con facilidad, deben medirse y registrarse separadamente. De lo contrario, toda el área deberá ser calificada en el mayor nivel de severidad presente.



Figura 5: Piel de cocodrilo - severidad baja

Fuente: ASTM D6433



Figura 6: Piel de cocodrilo - severidad media

Fuente: ASTM D6433



Figura 7: Piel de cocodrilo - severidad alta

Fuente: ASTM D6433

b) Exudación

La exudación es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie brillante, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa. La exudación es originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales y entonces 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.

Niveles de severidad

- L: La exudación ha ocurrido solamente en un grado muy ligero y es detectable únicamente durante unos pocos días del año. El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.
- M: La exudación ha ocurrido hasta un punto en el cual el asfalto se pega a los zapatos y vehículos únicamente durante unas pocas semanas del año.
- H: La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y vehículos al menos durante varias semanas al año.

Unidad de medida

Se mide en metros cuadrados de área afectada. Si se contabiliza la exudación no deberá contabilizarse el pulimento de agregados.



Figura 8: Exudación - severidad baja

Fuente: ASTM D6433



Figura 9: Exudación - severidad media

Fuente: ASTM D6433



Figura 10: Exudación - severidad alta

Fuente: ASTM D6433

c) Agrietamiento en bloque

Las grietas en bloque son aquellas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.3 m a 3.0 m x 3.0 m. Las grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios. Las grietas en bloque no están asociadas a cargas e indican que el asfalto se ha endurecido significativamente. Normalmente ocurre sobre una gran porción del pavimento, pero algunas veces aparecerá únicamente en áreas sin tránsito. Este tipo de daño difiere de la piel de cocodrilo en que este último forma pedazos más pequeños, de muchos lados y con ángulos agudos. También, a diferencia de los bloques, la piel de cocodrilo es originada por cargas repetidas de tránsito y, por lo tanto, se encuentra únicamente en áreas sometidas a cargas vehiculares (por lo menos en su primera etapa).

Niveles de severidad.

- L: Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales.
- M: Bloques definidos por grietas de severidad media
- H: Bloques definidos por grietas de alta severidad.

Unidad de medida

Se mide en metros cuadrados de área afectada. Generalmente, se presenta un solo nivel de severidad en una sección de pavimento; sin embargo, cualquier área de la sección de pavimento que tenga diferente nivel de severidad deberá medirse y anotarse separadamente.

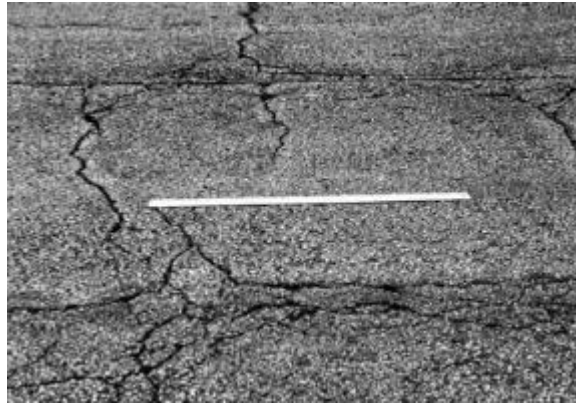


Figura 11: Agrietamiento en bloque - severidad baja

Fuente: ASTM D6433



Figura 12: Agrietamiento en bloque - severidad media

Fuente: ASTM D6433



Figura 13: Agrietamiento en bloque - severidad alta

Fuente: ASTM D6433

d) Abultamientos y hundimientos

Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento. Se diferencian de los desplazamientos, pues estos últimos son causados por pavimentos inestables. Los abultamientos, por otra parte, pueden ser causados por varios factores, que incluyen:

Levantamiento o combadura de losas de concreto de cemento Portland con una sobrecarpeta de concreto asfáltico.

Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo). Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito (algunas veces denominado “tenting”).

Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento. Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento, causando grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman ondulaciones (hinchamiento: swelling).

Niveles de severidad

- L: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.
- M: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.
- H: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.

Unidad de medida

Se miden en metros lineales. Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0 m, el daño se llama corrugación. Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, ésta también se registra.

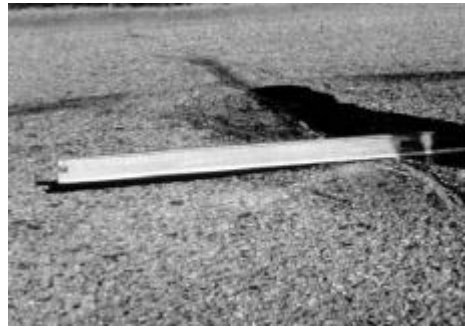


Figura 14: Abultamiento y hundimientos - severidad baja

Fuente: ASTM D6433



Figura 15: Abultamientos y hundimientos - severidad media

Fuente: ASTM D6433



Figura 16: Abultamientos y hundimientos - severidad alta

Fuente: ASTM D6433

e) **Corrugación**

La corrugación (también llamada “lavadero”) es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m. Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestables. Si los abultamientos ocurren en una serie con menos de 3.0 m de separación entre ellos, cualquiera sea la causa, el daño se denomina corrugación.

Niveles de severidad

- L: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad.
- M: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad.
- H: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad.

Unidad de medida

Se mide en metros cuadrados de área afectada.



Figura 17: Corrugación - severidad baja

Fuente: ASTM D6433



Figura 18: Corrugación - severidad media

Fuente: ASTM D6433

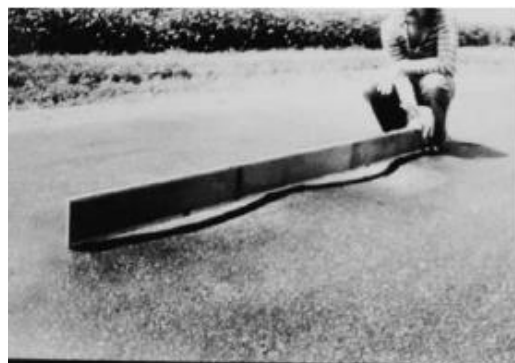


Figura 19: Corrugación - severidad alta

Fuente: ASTM D6433

f) Depresión

Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves solo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un “baño de pájaros” (bird baht). En el pavimento seco las depresiones pueden ubicarse gracias a las manchas causadas por el agua almacenada. Las depresiones son formadas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta. Originan alguna rugosidad y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua pueden causar hidroplaneo. Los hundimientos a diferencia de las epresiones, son las caídas bruscas del nivel.

Niveles de severidad

- L: 13.0 a 25.0 mm.
- M: 25.0 a 51.0 mm.
- H: Más de 51.0 mm.

Unidad de medida

Se mide en metros cuadrados del área afectada.



Figura 20: Depresión - severidad baja

Fuente: ASTM D6433



Figura 21: Depresión - severidad media

Fuente: ASTM D6433



Figura 22: Depresión - severidad alta

Fuente: ASTM D6433

g) Grieta de borde

Las grietas de borde son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento. Este daño se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de la base o de la subrasante próximas al borde del pavimento. El área entre la grieta y el borde del pavimento se clasifica de acuerdo con la forma como se agrieta (a veces tanto que los pedazos pueden removerse).

Niveles de severidad

- L: Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.
- M: Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.
- H: Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.

Unidad de medida

La grieta de borde se mide en metros lineales.



Figura 23: Grieta de borde - severidad baja

Fuente: ASTM D6433



Figura 24: Grieta de borde - severidad media

Fuente: ASTM D6433



Figura 25: Grieta de borde - severidad alta

Fuente: ASTM D6433

h) Grieta de reflexión de junta

Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Pórtland. No incluye las grietas de reflexión de otros tipos de base. Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento Pórtland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico. Este daño no está relacionado con las cargas; sin embargo, las cargas del tránsito pueden causar la rotura del concreto asfáltico cerca de la grieta. Si el pavimento está fragmentado a lo largo de la grieta, se dice que aquella está descascarada.

Niveles de severidad

- L: Existe una de las siguientes condiciones: 1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm, o 2. Grieta rellena de cualquier ancho con condición satisfactoria del material llenante.

- M: Existe una de las siguientes condiciones: 1. Grieta sin relleno con ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm. 2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio. 3. Grieta rellena de cualquier ancho rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.
- H: Existe una de las siguientes condiciones: 1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad. 2. Grietas sin relleno de más de 76.0 mm. 3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas (la grieta está severamente fracturada).

Unidad de medida

La grieta de reflexión de junta se mide metros lineales. La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado. Por ejemplo, una grieta de 15.0 m puede tener 3.0 m de grietas de alta severidad; estas deben registrarse de forma separada. Si se presenta un abultamiento en la grieta de reflexión este también debe registrarse.



Figura 26: Grieta de reflexión de junta - severidad baja

Fuente: ASTM D6433



Figura 27: Grieta de reflexión de junta - severidad media

Fuente: ASTM D6433



Figura 28: Grieta de reflexión de junta - severidad alta

Fuente: ASTM D6433

i) Desnivel carril / berma

El desnivel carril / berma es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño se debe a la erosión de la berma, el asentamiento berma o la colocación de sobrecarpetas en la calzada sin ajustar el nivel de la berma.

Niveles de severidad

- L: La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 y 51.0 mm.
- M: La diferencia está entre 51.0 mm y 102.0 mm.
- H: La diferencia en elevación es mayor que 102.00 mm.

Unidad de medida

El desnivel carril / berma se miden en metros lineales.



Figura 29: Desnivel carril/berma - severidad baja

Fuente: ASTM D6433



Figura 30: Desnivel carril/berma - severidad media

Fuente: ASTM D6433

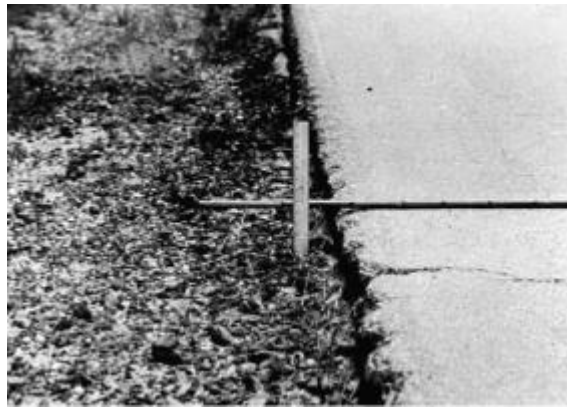


Figura 31: Desnivel carril/berma - severidad alta

Fuente: ASTM D6433

j) Grietas longitudinales y transversales

Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción y pueden ser causadas por contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al endurecimiento del asfalto o al ciclo diario de temperatura; una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base, incluidas las grietas en losas de concreto de cemento Pórtland, pero no las juntas de pavimento de concreto. Las grietas transversales se extienden a través del pavimento en ángulos aproximadamente rectos al eje del mismo o a la dirección de construcción. Usualmente, este tipo de grietas no está asociado con carga.

Niveles de severidad

L: Existe una de las siguientes condiciones: 1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm. 2. Grieta rellena de cualquier ancho.

M: Existe una de las siguientes condiciones: 1. Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm. 2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas aleatorias pequeñas. 3. Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.

H: Existe una de las siguientes condiciones: 1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta. 2. Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho. 3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.

Unidad de medida Las grietas longitudinales y transversales se miden en metros lineales. La longitud y severidad de cada grieta debe registrarse después de su identificación. Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su longitud, cada porción de la grieta con un nivel de severidad diferente debe registrarse por separado. Si ocurren abultamientos o hundimientos en la grieta, estos deben registrarse.

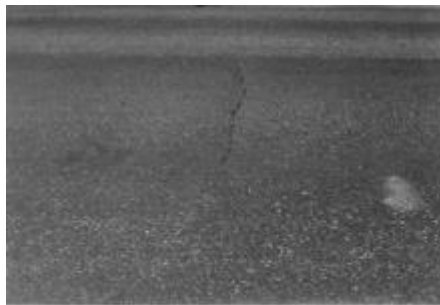


Figura 32: Grietas longitudinales y transversales - severidad baja

Fuente: ASTM D6433



Figura 33: Grietas longitudinales y transversales - severidad media

Fuente: ASTM D6433



Figura 34: Grietas longitudinales y transversales - severidad alta

Fuente: ASTM D6433

k) Parcheo y acometidas de servicios públicos

Un parche es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche se considera un defecto no importa que tan bien se comporte (usualmente, un área parchada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original de pavimento). Por lo general se encuentra alguna rugosidad está asociada con este daño.

Niveles de severidad

- L: El parche está en buena condición buena y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.
- M: El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.
- H: El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución.

Unidades de medida

Los parches se miden en metros cuadrados de área afectada. Sin embargo, si un solo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada. Por ejemplo, un parche de 2.32 m² puede tener 0.9 m² de severidad media y 1.35 m² de baja severidad. Estas áreas deben registrarse separadamente. Ningún otro daño se registra dentro de un parche; aún si el material del parche se está desprendiendo o agrietando, el área se califica únicamente como parche. Si una cantidad importante de pavimento ha sido reemplazada, no se debe registrar como un parche sino como un nuevo pavimento.



Figura 35: Parcheo y acometidas de servicios públicos - severidad baja

Fuente: ASTM D6433



Figura 36: Parqueo y acometidas de servicios públicos - severidad media

Fuente: ASTM D6433



Figura 37: Parqueo y acometidas de servicios públicos - severidad alta

Fuente: ASTM D6433

1) Pulimiento de agregados

Este daño es causado por la repetición de cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente. Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo. El pulimiento de agregados debe contarse cuando un examen revela que el agregado que se extiende sobre la superficie es degradable y que la superficie del mismo es suave al tacto. Este tipo de daño se indica cuando el valor de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha caído significativamente desde una evaluación previa.

Niveles de severidad

No se define ningún nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimiento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto.

Unidad de medida

Se mide en metros cuadrados de área afectada. Si se contabiliza exudación, no se tendrá en cuenta el pulimento de agregados.

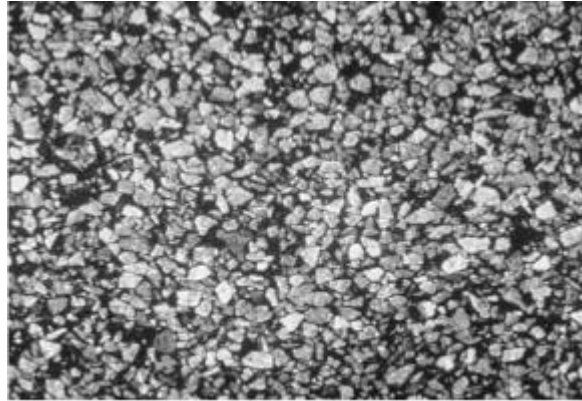


Figura 38: Pulimento de agregados

Fuente: ASTM D6433

m) Huecos

Los huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 0.90 m y con forma de tazón. Por lo general presentan bordes aguzados y lados verticales en cercanías de la zona superior. El crecimiento de los huecos se acelera por la acumulación de agua dentro del mismo. Los huecos se producen cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento. La desintegración del pavimento progresa debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles de la base o la subrasante, o porque se ha alcanzado una condición de piel de cocodrilo de severidad alta. Con frecuencia los huecos son daños asociados a la condición de la estructura y no deben confundirse con desprendimiento o meteorización. Cuando los huecos son producidos por piel de cocodrilo de alta severidad deben registrarse como huecos, no como meteorización.

Niveles de severidad

Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos.

Tabla 3: Niveles de severidad para huecos

Profundidad	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
máxima del hueco			
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
> 25.4 a a50.8 mm	L	M	H
> 50.8 mm	M	M	H

Fuente: Vásquez Varela, R.

Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en metros cuadrados) y dividirla entre 0.47 m² para hallar el número de huecos equivalentes.

Unidad de medida

Los huecos se miden contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta, y registrándolos separadamente.



Figura 39: Huecos - severidad baja

Fuente: ASTM D6433



Figura 40: Huecos - severidad media

Fuente: ASTM D6433



Figura 41: huecos - severidad alta

Fuente: ASTM D6433

n) Cruce de vía férrea

Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles.

Niveles de severidad

- L: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.
- M: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.
- H: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad alta.

Unidad de medida

El área del cruce se mide metros cuadrados de área afectada. Si el cruce no afecta la calidad de tránsito, entonces no debe registrarse. Cualquier abultamiento considerable causado por los rieles debe registrarse como parte del cruce.



Figura 42: Cruce de vía férrea - severidad baja

Fuente: ASTM D6433



Figura 43: Cruce de vía férrea - severidad media

Fuente: ASTM D6433



Figura 44: Cruce de vía férrea - severidad alta

Fuente: ASTM D6433

o) Ahuellamiento

El ahuellamiento es una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas. Puede presentarse el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados del ahuellamiento, pero, en muchos casos, solo es visible después de la lluvia, cuando las huellas estén llenas de agua. El ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito.

Niveles de severidad

Profundidad media del ahuellamiento:

- L: 6.0 a 13.0 mm.
- M: >13.0 mm a 25.0 mm.
- H: > 25.0 mm.

Unidad de medida

El ahuellamiento se mide en metros cuadrados de área afectada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella. La profundidad media del ahuellamiento se calcula colocando una regla perpendicular a la dirección del mismo, midiendo su profundidad, y usando las medidas tomadas a lo largo de aquel para calcular su profundidad media.

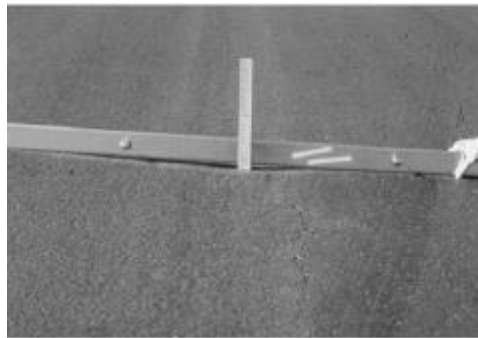


Figura 45: Ahuellamiento - severidad baja

Fuente: ASTM D6433



Figura 46: Ahuellamiento - severidad media

Fuente: ASTM D6433



Figura 47: Ahuellamiento - severidad alta

Fuente: ASTM D6433

p) **Desplazamiento**

El desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie. Normalmente, este daño solo ocurre en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables. Los desplazamientos también ocurren cuando pavimentos de concreto asfáltico confinan pavimentos de concreto de cemento Pórtland. La longitud de los pavimentos de concreto de cemento Pórtland se incrementa causando el desplazamiento.

Niveles de severidad

- L: El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.
- M: El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.
- H: El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Unidad de medida

Los desplazamientos se miden en metros cuadrados de área afectada. Los desplazamientos que ocurren en parches se consideran para el inventario de daños como parches, no como un daño separado.



Figura 48: Desplazamiento - severidad baja

Fuente: ASTM D6433

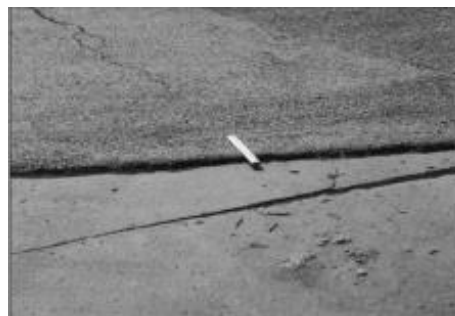


Figura 49: Desplazamiento - severidad media

Fuente: ASTM D6433



Figura 50: Desplazamiento - severidad alta

Fuente: ASTM D6433

q) Grietas parabólicas

Las grietas parabólicas por deslizamiento son grietas en forma de media luna creciente. Son producidas cuando las ruedas que frenan o giran inducen el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento. Usualmente, este daño ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, o de una liga pobre entre la superficie y la capa siguiente en la estructura de pavimento. Este daño no tiene relación alguna con procesos de inestabilidad geotécnica de la calzada.

Niveles de severidad

- L: Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.
- M: Existe una de las siguientes condiciones: 1. Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm. 2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.
- H: Existe una de las siguientes condiciones: 1. Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm. 2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.

Unidad de medida El área asociada con una grieta parabólica se mide en metros cuadrados y se califica según el nivel de severidad más alto presente en la misma.

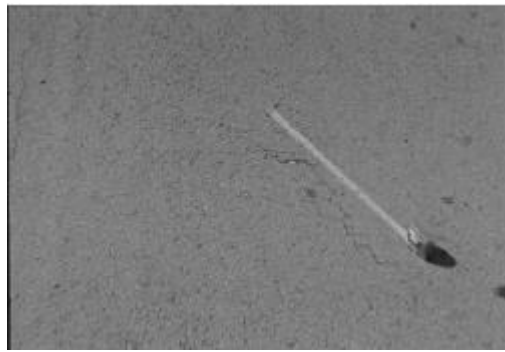


Figura 51: Grietas parabólicas - severidad baja

Fuente: ASTM D6433



Figura 52: Grietas parabólicas - severidad media

Fuente: ASTM D6433



Figura 53: Grietas parabólicas - severidad alta

Fuente: ASTM D6433

r) Hinchamiento

El hinchamiento se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento – una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3.0 m. El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial. Usualmente, este daño es causado por el congelamiento en la subrasante o por suelos potencialmente expansivos.

Nivel de severidad

- L: El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad. El hinchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe un hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba.
- M: El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.
- H: El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Unidad de Medida

El hinchamiento se mide en metros cuadrados de área afectada.



Figura 54: Hinchamiento

Fuente: ASTM D6433

s) Meteorización / Desprendimiento de agregados

La meteorización y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad. Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento.

Niveles de severidad

- L: Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.
- M: Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.
- H: Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran huecos. En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto.

Unidad de Medida

La meteorización y el desprendimiento se miden en metros cuadrados de área afectada.

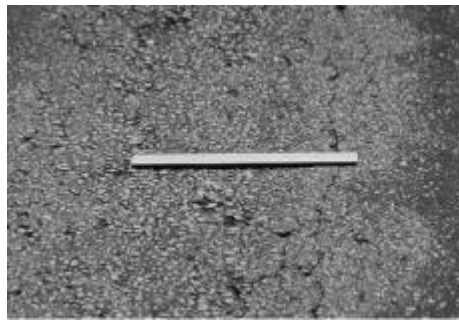


Figura 55: Meteorización y desprendimiento de agregados - severidad baja

Fuente: ASTM D6433



Figura 56: Meteorización y desprendimiento de agregados - severidad media

Fuente: ASTM D6433



Figura 57: Meteorización y desprendimiento de agregados - severidad alta

Fuente: ASTM D6433

Niveles de intervención en la conservación vial.

Se denomina niveles de intervención a las diversas acciones relacionadas con la vía, clasificadas de acuerdo a la magnitud de los trabajos, desde una intervención sencilla pero permanente (mantenimiento rutinario), hasta una intervención más costosa y complicada (reconstrucción o rehabilitación). Uno de los objetivos primordiales de la conservación vial es evitar, al máximo posible, la pérdida del capital ya invertido, mediante la protección física de la infraestructura básica y de la superficie del camino. La conservación procura específicamente evitar la destrucción de partes de la estructura de los caminos y su posterior rehabilitación o reconstrucción. La conservación constituye, por tanto, en la realización de actividades o tareas que no impliquen modificar la estructura existente del camino. (Menéndez, 2003).

a) **Mantenimiento Rutinario.**

Consiste en la reparación localizada de pequeños defectos en la superficie de rodadura; en la nivelación de la misma y de las bermas; en el mantenimiento regular de los sistemas de drenaje (zanjas, cunetas, etc.), de los taludes laterales, de los bordes y otros elementos accesorios de las vías; en el Mantenimiento Rutinario De Caminos Con Microempresas: Manual Técnico 9 control del polvo y de la vegetación; la limpieza de las zonas de descanso y de los dispositivos de señalización. Se aplica con regularidad una o más veces al año, dependiendo de las condiciones específicas de la vía. Las actividades, en general, consideradas como mantenimiento rutinario son las siguientes: (Menéndez, 2003).

- Limpieza de calzada y pequeños derrumbes.
- Reparación localizada de pequeños defectos en la superficie de rodadura.
- Mantenimiento de los sistemas de drenaje.
- Control de la vegetación y mantenimiento de señalización.

Tabla 4: Criterios para establecer el nivel de mantenimiento rutinario

MANTENIMIENTO RUTINARIO	
CRITERIO PARA APLICACIÓN	VALOR
Espesor de lastrado.	mayor o igual a 10 centímetros
Bombeo.	de 2 a 3 %
Baches, encalaminados.	de 0 a 10 %
Ahuellamientos, hundimientos.	de 0 a 5%
Señalización.	sí cuenta con señalización
Cunetas y alcantarillas.	limpias
Puentes, pontones, muros de contención y badenes.	en buen estado

Fuente: (Menéndez, 2003)

b) Mantenimiento periódico.

Aunque este concepto puede inducir a error, pues todas las actividades de conservación son periódicas, es decir que deben ser repetidas cada cierto tiempo, se ha optado por la utilización de este término, pues se diferencia del mantenimiento rutinario en que las actividades “periódicas” se realizan cada cierto número de años. Se aplica generalmente al tratamiento y renovación de la superficie de la vía.

El tratamiento de superficie se orienta a restablecer algunas características de la superficie de rodadura, sin constituirse en un refuerzo estructural. Entre sus características está la de preservar en buena forma la textura de la superficie de rodadura, de manera que asegure la integridad estructural del camino por un tiempo más prolongado y evite su destrucción. En un camino afirmado, se refiere a la replicación de la capa de grava, cuando ésta aún se encuentre en un estado regular de conservación, antes de llegar al mal estado.

Las actividades contenidas dentro de los trabajos de mantenimiento periódico pueden ser agrupadas de la siguiente manera: (Menéndez, 2003)

Tabla 5: Criterios para establecer el nivel de mantenimiento periódico.

MANTENIMIENTO PERIÓDICO	
CRITERIO PARA APLICACIÓN	VALOR
Espesor de lastrado.	mayor o igual a 10 centímetros
Bombeo.	menor a 2%
Baches, encalaminados.	de 10 a 40 %
Ahuellamientos, hundimientos.	de 5 a 15%
Señalización.	no cuenta con señalización
Cunetas y alcantarillas.	limpias a medianamente colmatadas
Puentes, pontones, muros de contención y badenes.	en estado bueno a regular

Fuente: (Menéndez, 2003)

c) **Rehabilitación.**

Consiste en la reparación selectiva y de refuerzo estructural, previa demolición parcial de la estructura existente. La rehabilitación procede cuando el camino se encuentra demasiado deteriorado como para poder resistir una mayor cantidad de tránsito en el futuro, pudiendo incluir algunos mejoramientos en los sistemas de drenaje y de contención. La rehabilitación tiene como propósito restablecer la capacidad estructural y la calidad de la superficie de rodadura.

En la mayoría de casos, la rehabilitación se hace cuando no ha existido una conservación adecuada, pero en un esquema sano de conservación sólo debería ser ocasionalmente necesaria, como cuando deben rehabilitarse fracciones defectuosas de una vía nueva. Debe señalarse al respecto que estos defectos se producen por falta de homogeneidad en la ejecución de la obra, imposible de evitar completamente al momento de su construcción. Las actividades contenidas dentro de los trabajos de rehabilitación pueden ser agrupadas de la siguiente manera: (Menéndez, 2003)

- Restablecer la capacidad estructural y la calidad de la superficie de rodadura.
- Mejorar el sistema de drenaje.

Tabla 6: Criterios para establecer el nivel de rehabilitación.

MANTENIMIENTO PERIÓDICO	
CRITERIO PARA APLICACIÓN	VALOR
Espesor de lastrado.	menor a 5 centímetros
Bombeo.	menor a 2%
Baches, encalaminados.	de 40 a 60 %
Ahuellamientos, hundimientos.	de 15 a 30%
Señalización.	no cuenta con señalización
Cunetas y alcantarillas.	medianamente colmatadas a colmatadas
Puentes, pontones, muros de contención y badenes.	en estado malo

Fuente: (Menéndez, 2003)

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la condición actual del pavimento flexible de la Red Vial Vecinal del Distrito de Santa Rosa utilizando el Método de Índice de Condición de Pavimentos (PCI) mediante el Software EvalPav, en la Ciudad De Lima - 2020?

1.2.1. Objetivo general

Determinar el estado de conservación del pavimento, utilizando el método PCI mediante el Software EvalPav, de la Red Vial Vecinal del Distrito de Santa Rosa utilizando el Método de Índice de Condición de Pavimentos (PCI).

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar los parámetros de evaluación de la metodología PCI para conocer el estado de conservación del pavimento de la Red Vial Vecinal del Distrito de Santa Rosa utilizando el de Índice de Condición de Pavimentos (PCI)
- Calcular el PCI para conocer el estado de conservación de los pavimentos en la Red Vial Vecinal del Distrito de Santa Rosa utilizando el Método de Índice de Condición de Pavimentos (PCI)
- Determinar la condición del pavimento de todas las muestras para conocer el estado de conservación del pavimento en la Red Vial Vecinal del Distrito de Santa Rosa utilizando el Método de Índice de Condición de Pavimentos (PCI)

1.3. Hipótesis

El deficiente estado del pavimento crea incomodidad en la población ya que hasta la fecha no se intervino en dicho tramo y debido a esto se hará una evaluación del estado funcional y estructural para determinar una alternativa de solución para mejorar las medidas de confort y dar seguridad en el trayecto de los vehículos.

La metodología de la determinación del PCI es un método confiable para la evaluación del pavimento considerando costo-eficiencia para la determinación de Procedimientos de rehabilitación que brinden recomendaciones prácticas de resoluciones a partir del diagnóstico con observaciones visuales. Las determinaciones que se establezcan con los resultados de dicha metodología reducirán costos en comparación a intervenciones, como la reconstrucción de la vía.

1.3.1. Hipótesis general

Realizando la evaluación del estado funcional y estructural del pavimento mediante la metodología PCI con el software EvalPav de la Red Vial Vecinal del Distrito de Santa Rosa nos ayudara en la determinar el estado de conservación de dicha avenida.

1.3.2. Hipótesis específicas

- Los parámetros de evaluación de la metodología PCI contribuye a conocer el estado de conservación del pavimento de la Red Vial Vecinal del Distrito de Santa Rosa.
- El cálculo del PCI contribuye a conocer el estado de conservación del pavimento de la Red Vial Vecinal del Distrito de Santa Rosa.
- La condición del pavimento de todas las muestras contribuye a conocer el estado de conservación del pavimento de la Red Vial Vecinal del Distrito de Santa Rosa.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación que adopta el estudio es de investigación descriptiva, puesto que, describe el proceso de identificación de fallas recurrentes en las carpetas asfálticas según sus características; asimismo, adopta el enfoque cuantitativo, ya que busca medir el estado de la conservación del pavimento de la avenida para luego clasificarlas mediante el Método PCI según su severidad y determinar la condición actual en la que se encuentra el pavimento.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1 Población

Distrito de Santa Rosa

Santa Rosa fue fundada el 6 de febrero de 1962 mediante Ley N°13982 firmada por el presidente de la República, Manuel Prado Ugarteche sobre la base de la “Urbanización Country Club”. Incorporándose como el primer distrito costero de la ciudad de Lima que limita con la ciudad del Callao y el distrito de Ancón.

Tiene una extensión territorial de 21,5 km² y una población estimada cerca a los 20,000 habitantes, con 10,129 electores según datos de INEI.

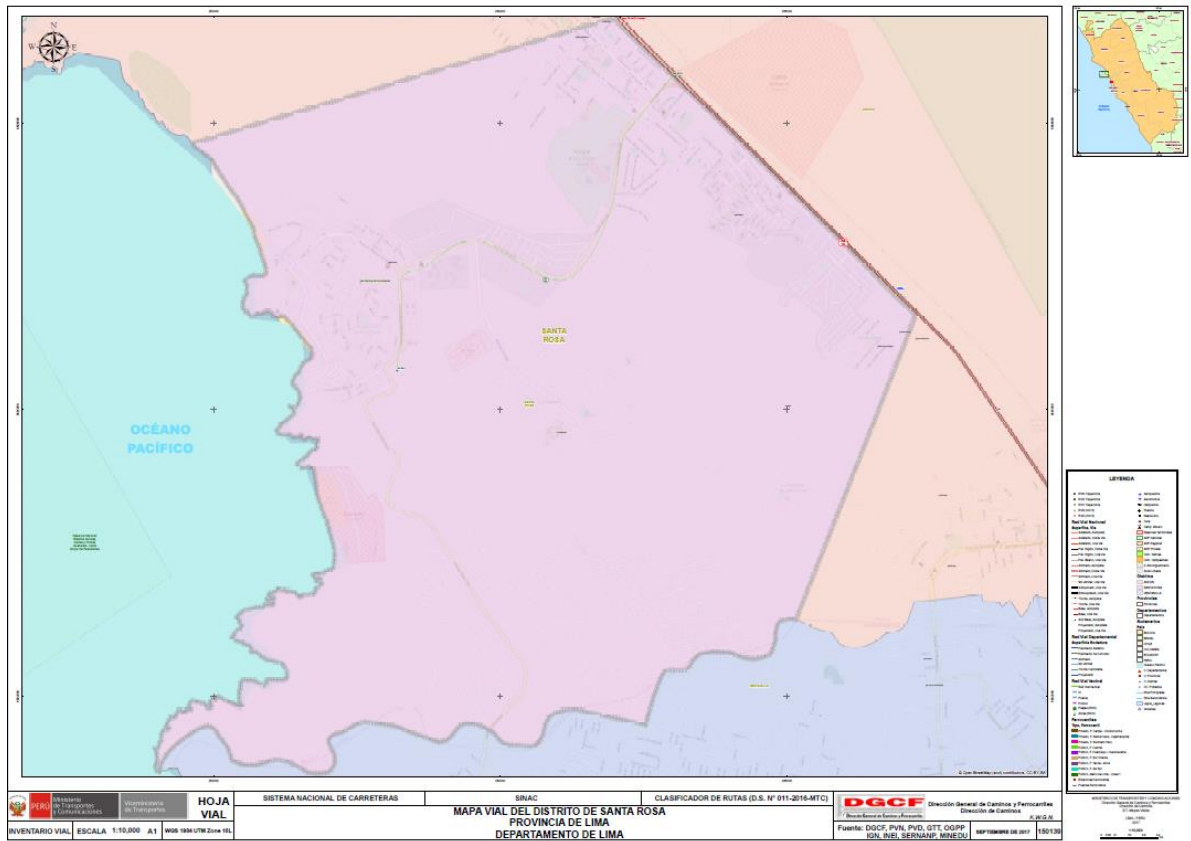
Tabla 7. Población Total Distrito de Santa Rosa

	Población Total Proyectada al 30/06/2017	Densidad Poblacional (Hab./Km²)
Santa Rosa	19802	921
Ancon	41474	139
Puente Piedra	373062	5241
Carabaylo	317952	917

Fuente: INEI: Censo 2017

La red vial vecinal a estudiar fue referenciada de la plataforma del **Ministerio de Transportes y Comunicaciones**, el cual data de septiembre del 2017.

Figura 58: Indica la zona de estudio.



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017)

La población utilizada en el presente proyecto es la Red Vial Vecinal del Distrito de Santa Rosa, el cual consta de 3600 m de largo y 6.00m de ancho.

2.2.2 Muestra

Para aplicar el método PCI primero se requiere dividir el tramo de estudio en Unidades de Muestra; las cuales, deben cumplir con lo siguiente, para carreteras con capa asfáltica y ancho menor que 7.30 m, el área debe estar en el Rango de 230.0 ± 93.0 m².

Tabla 8. Longitudes de unidades de muestreo.

Ancho de Sección (m)	Longitud de la U.M (m)
5	46
5.5	41.8
6	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: Vásquez Varela, 2002.

Para la determinación del número mínimo de unidades se empleará la Ecuación 1, la cual indica el número de U.M a evaluar en cada sección, con un estimado del $PCI \pm 5$ del promedio verdadero, con una confiabilidad del 95%.

Ecuación 1. Número mínimo de unidades de muestreo.

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

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar (redondeado al mayor entero).

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

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

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Según Vásquez Varela (2002), es recomendable asumir una desviación estándar del PCI igual a 10 para pavimentos asfálticos. Sin embargo, este supuesto debe ser comprobado calculando la desviación estándar actual mediante la Ecuación 2.

Ecuación 2. Desviación estándar del PCI.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n PCI_i - PCI_s^2}{(n - 1)}}$$

PCI_i: valor PCI de las unidades de muestra inspeccionadas.

PCI_s: valor PCI de la sección.

n: número de unidades de muestreo inspeccionadas.

La desviación estándar calculada en base a las unidades inspeccionadas, estimará un nuevo número de unidades a inspeccionar, si este nuevo valor para n es menor al valor n mínimo calculado en primera instancia, no será necesario unidades de inspección adicional; de lo contrario se deberá escoger unidades adicionales al azar (separadas uniformemente) hasta lograr una desviación estándar actual que cumpla la condición n mínima.

Selección de las unidades de muestreo

Vásquez Varela (2002), señala que las unidades deben estar espaciadas uniformemente y que la primera unidad puede ser elegida al azar. El espaciamiento de muestreo se determinará por:

Ecuación 3. Intervalo de inspección del PCI.

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

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior.

Número Total de Unidades de Prueba en la Sección (N)	= 47
Número Mínimo de Unidades a ser evaluadas (n)	= 13
Intervalo (i) = $\frac{N}{n}$	= $\frac{47}{13}$ = 3.6 = 3
Partida Aleatoria (S)	= 3



Figura 59 Ejemplo de muestreo sistemático aleatorio.

Fuente: Morales & Sancho, 2004.

La vía en estudio tiene un ancho de 6.00m, para lo cual, se ha dividido la vía en 13 unidades de muestra con longitudes de 50 m cada una, obteniendo un área de 300 m² por Unidad de Muestra.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

- **Hoja de datos de campo.** Documento donde se registrará toda la información obtenida durante la inspección visual: fecha, ubicación, tramo, sección, tamaño de la unidad de muestra, tipos de fallas, niveles de severidad, cantidades, y nombres del personal encargado de la inspección.
- **Odómetro Manual.** Instrumento utilizado para medir distancias en calles, carreteras, caminos, etc.
- **Regla o Cordel.** Para medir la deformación longitudinal y transversal del pavimento en estudio.
- **Conos de seguridad vial.** Para aislar el área de calle en estudio, ya que el tráfico representa un peligro para los inspectores que tienen que caminar sobre el pavimento.
- **Plano de Distribución.** Plano donde se esquematiza la red de pavimento que será evaluada.
- **Cámara fotográfica.** Para el registro y captura de imágenes.
- **Software de procesamiento.** Excel y EVALPAV.
- **Hojas de Excel** de importación y exportación.

2.4. Procedimiento

El método de evaluación PCI comprende dos etapas:

- La primera es el trabajo de campo el cual consiste en la recopilación de la información mediante la inspección visual.

Técnica: Metodología PCI

Instrumento: Hoja de recopilación de información.

- La segunda consiste en subir la información recopilada al software para que ello pueda realizar cálculos bajo la metodología PCI.

Técnica: Metodología PCI

Instrumento: Excel y Evalpav.

Recolección de datos

La inspección visual se deberá ejecutar considerando la selección de unidades indicada. Un aspecto importante es la seguridad del personal que inspeccionará las unidades, la metodología implica la interrupción del tránsito, por lo que es necesario adoptar medidas de seguridad como la señalización apropiada y establecer estrategias sobre el horario de evaluación de la vía. La evaluación del PCI incluye lo siguiente:

Tabla 9: Materiales e instrumentos para recolección de datos.

Materiales e instrumentos	Descripción
Formato de exploración de PCI	Según lo mostrado en el Anexo G, la ficha deberá contener información que identifique la unidad de muestreo evaluada y registro de los daños así como su cuantificación.
Odómetro	Instrumento manual para medir longitudes de los daños presentes.
Regla y cinta métrica	Para medir los daños que impliquen variación de nivel.
Elementos de seguridad vial	La norma D6433 no establece aspectos relacionados a la seguridad, fue enfocada a determinar el índice de condición del pavimento, por ello debe tomarse algunas consideraciones para la práctica de la mismo.
Plano de Distribución	Plano donde se esquematiza la red de pavimento que será evaluada.

Fuente: Gaspar Espinoza, 2018

Instrumentos de recolección de datos

El instrumento utilizado para recolectar los datos fue un formato de evaluación estructurada, tal como indica el método PCI. Este permite registrar todos los datos importantes de la vía, las mismas que se analizaron posteriormente: nombre de la vía, ancho de la vía, unidad de muestra, tramo, progresiva inicial, progresiva final, etc.

El primer paso es identificar cada tipo de falla. En este caso, el pavimento flexible se clasifica en 19 tipos; además, su severidad se clasifica en tres niveles baja, media y alta. Una vez identificadas, se las coloca en el orden del formato de la siguiente manera:

- El tipo de falla se colocará en el número de orden que tiene cada falla establecida junto con su severidad.
- En cantidad, se colocará el área ocupada por la falla. Si hay varias cantidades de una misma falla y de un mismo tipo de severidad, se colocan a su costado, de modo que se obtenga como cantidad total la suma de estas. Ese resultado se colocará en la columna total.

Técnicas de procesamiento de datos

El procesamiento de los datos recopilados de la zona estudiada se realizó a través de una hoja de cálculo elaborada bajo la metodología PCI, la misma que fue llenada con datos obtenidos en la inspección visual.

Instrumentos de procesamiento de datos

Se emplearon dos instrumentos para procesar los datos: Excel y EvalPav. El primero permitió registrar y procesar los datos de las fallas encontradas en la inspección visual; asimismo, facilitó la creación de gráficos estadísticos que resumían los resultados. El segundo hizo posible el cálculo del PCI y la exportación de resúmenes con los resultados.

2.5 Plan De Análisis:

Los resultados estarán comprendidos en lo siguiente: La Ubicación del área de estudio (Red Vial Vecinal del Distrito de Santa Rosa).

El análisis se realizará, teniendo el conocimiento general de la ubicación del área que se está estudiando por tramos para un mejor estudio. Evaluando de manera general toda la infraestructura, se determinará los diferentes tipos de patologías que existen y poder realizar los cuadros de evaluación. Todo aquello acompañado con una hoja de cálculo elaborada bajo los procedimientos de la metodología PCI con el programa (Microsoft Excel) y el Software EvalPav.

SOFTWARE EVALPAV

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2015), citado por Rodas y Ybarra (2018, p.44), menciona el software EvalPav, elaborado por el ingeniero Gerber J. Zabala y desarrollado en la Dirección de Estudios Especiales de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del referido ministerio. Dentro del marco establecido en el Reglamento de Organización y Funciones, se busca promover la investigación y desarrollo de tecnologías aplicables a los estudios, obras y administración de infraestructura vial.



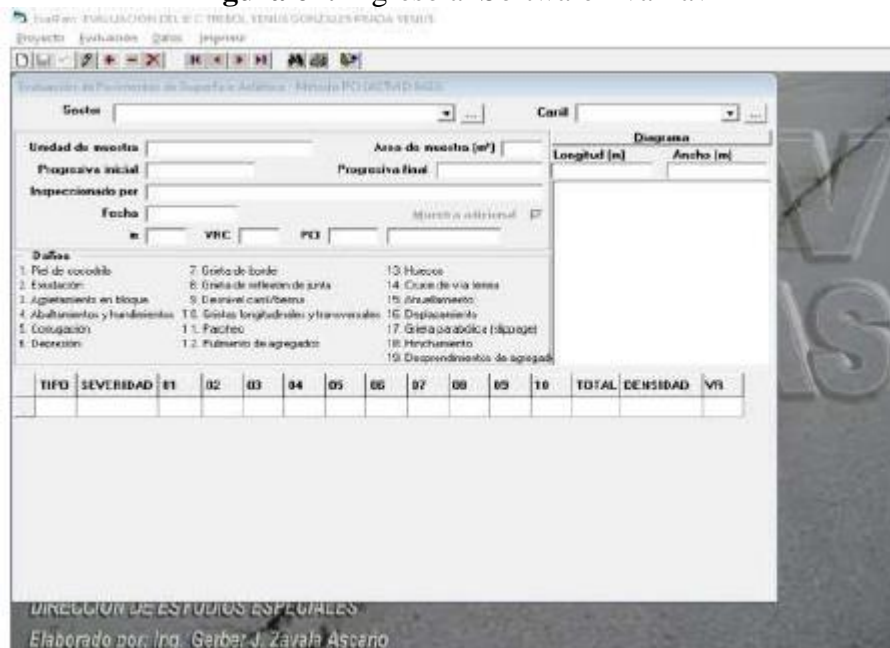
Figura 60: Software EvalPav

Fuente: MTC

La aplicación del sistema de gestión de base de datos EvalPav para la evaluación de la condición superficial en el área de mantenimiento, así como para el mejoramiento y la rehabilitación de pavimentos, permite optimizar la recopilación de datos de campo y el procesamiento de la información en menor tiempo, calidad y grado de confiabilidad para facilitar el análisis mediante la interpretación de resultados y la proposición de alternativas de solución en el tiempo.

Este software es una herramienta que automatiza el proceso de la metodología PCI, lo que da como resultado, en forma de reporte, por un lado, el índice de condición de pavimento de cada muestra y el de toda la sección; y, por otro lado, el estado de conservación de cada muestra y el de toda la sección. En cuanto a toda la sección, este software es capaz de realizar hojas de cálculo donde se detallan resumidamente los parámetros de evaluación, el área de cada muestra, la progresiva inicial y final, la densidad de cada falla, el Valor Deducido Corregido (VRC) y su clasificación, es decir, el estado de conservación del pavimento. **(Carlos Coripuna & Yesenia Huanacchiri)**

Figura 61: Ingreso al Software EvalPav



Fuente: MTC

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Evaluación del pavimento flexible de la Red Vial Vecinal (Av. Alejandro Bertello).

3.1.1 Ubicación del proyecto

La zona de estudio se encuentra localizada en el distrito de Santa Rosa, provincia de Lima, departamento de Lima, específicamente en el Cono Norte de la ciudad. En dicho distrito, se encuentra la Red Vial Vecinal de dicho distrito la cual comprende tramo de la avenida Alejandro Bertello, la misma que está referenciada de la plataforma del **Ministerio de Transportes y Comunicaciones**, el cual data de septiembre del 2017.

La mencionada avenida tiene una extensión de 3600 m de largo, el trabajo se realizó desde la progresiva 0+000m hasta la progresiva 3+600m, la misma que se puede apreciar desde una2 vista satelital del área indicada.

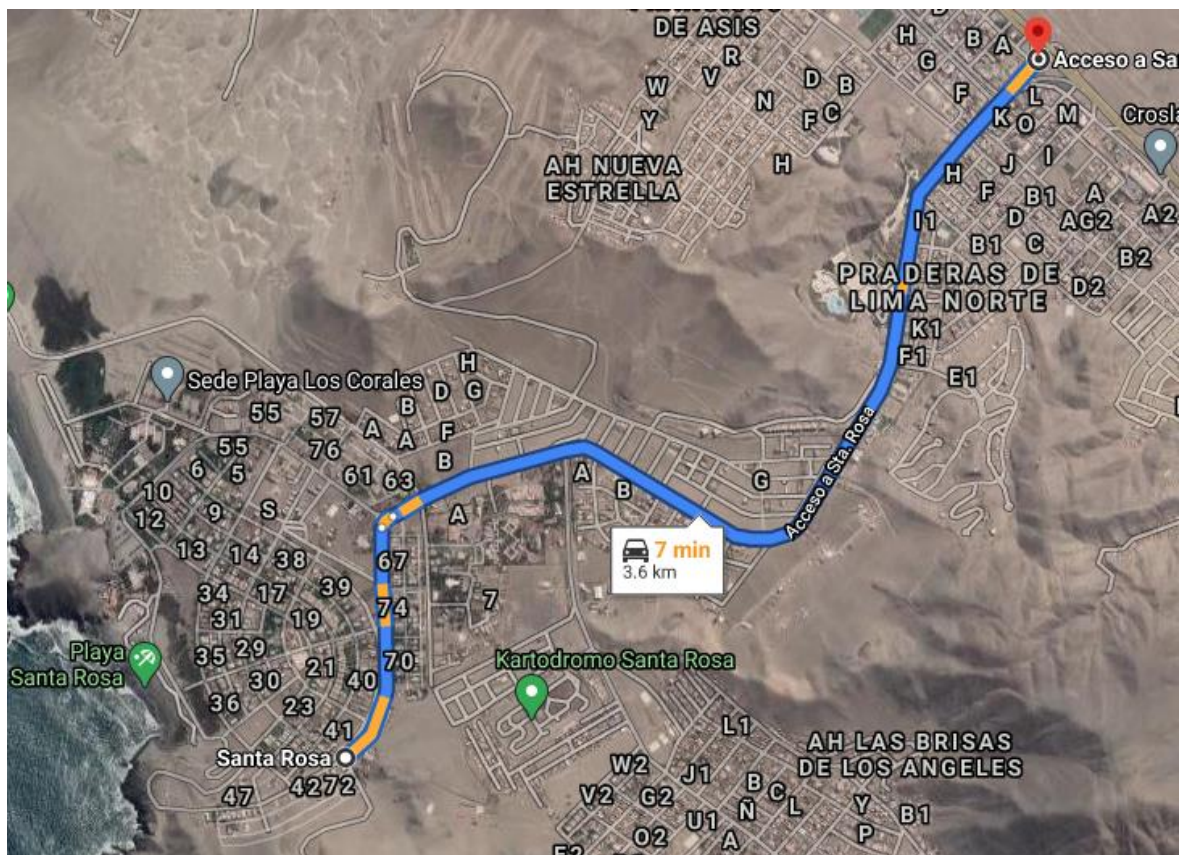


Figura 62: Vista satelital de la Red Vial Vecinal del distrito de Santa Rosa.

Fuente: Google Maps

Características de la muestra

- Extensión: 3600 m.
- Ancho de calzada: 6 m.
- Vía de Dos sentidos
- Tipo de pavimento: flexible

a) Muestreo y unidades de muestra

ASTM D6433, inciso (2.1.7) menciona que el área de muestreo es: 230+-
93m²

Máximo = 323.00 m²

Mínimo = 137.00 m²

Tramo a estudiar : 00+000.00 - 03+600.00

Longitud de la vía : 3,600.00 m

Ancho de la calzada : 6.00 m

Longitud de muestra : 50.00 m

Área de muestra : 300.00 m²

N = 72.00 Número total de la muestra

s = 10 Desviación estandar, ASTM D6433, inciso (7.5.2) (p.asfalto)

e = 5% Error aceptable, ASTM D6433, inciso (7.5.2)

ASTM D6433, inciso (7.5.2)

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

n = 13.24 Unidades a ser evaluadas

Se obtiene 72.00 unidades de muestra

de las cuales 13.24 deberán ser evaluadas

b) Selección de las unidades de muestreo

ASTM D6433, inciso (7.5.3)

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

$i = 5.44$ Intervalo de muestreo

Por lo tanto, el intervalo de muestreo será:

$i = 5.00$ Intervalo de muestreo

c) Esquema del Pavimento para muestreo

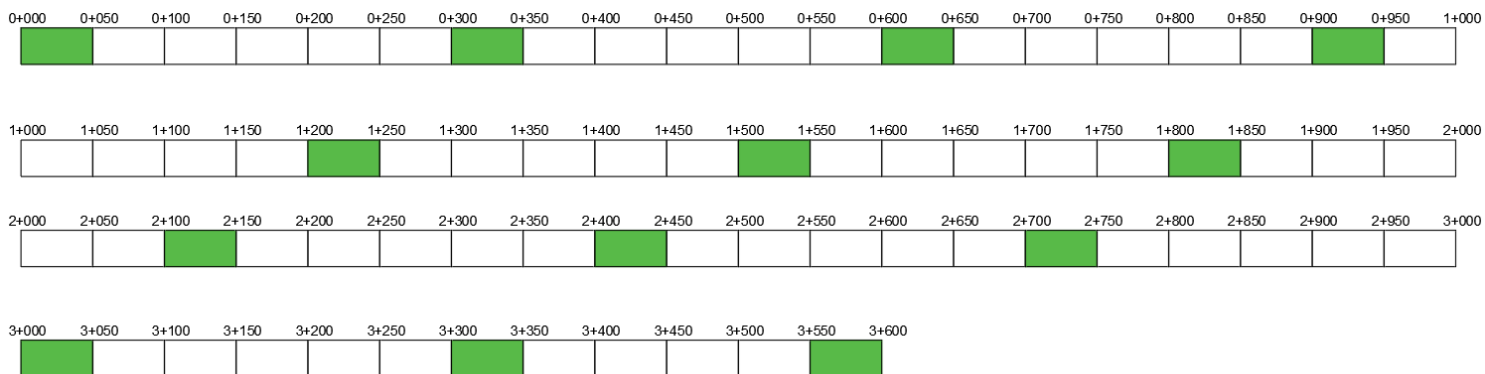


Figura 63: Esquema de Paños a estudiar del pavimento.

Elaboración Propia

Para realizar todo el proceso de inspección, se siguió con la metodología resultando las siguientes muestras a estudiar como se indica en la tabla a continuación:

Tabla 10: Seccionamiento de la vía en unidades de muestra

UND. MUESTRA	COTA INICIAL	COTA FINAL	TIPO DE PAVIMENTO	AREA (m2)
UM-01	0+000	0+050	Flexible	50 m2
UM-02	0+300	0+350	Flexible	50 m2
UM-03	0+600	0+650	Flexible	50 m2
UM-04	0+900	0+950	Flexible	50 m2
UM-05	1+200	1+250	Flexible	50 m2
UM-06	1+500	1+550	Flexible	50 m2
UM-07	1+800	1+850	Flexible	50 m2
UM-08	2+100	2+150	Flexible	50 m2
UM-09	2+400	2+450	Flexible	50 m2
UM-10	2+700	2+750	Flexible	50 m2
UM-11	3+000	3+050	Flexible	50 m2
UM-12	3+300	3+350	Flexible	50 m2
UM-13	3+550	3+600	Flexible	50 m2

Elaboración Propia

Pasos a seguir para realizar la recopilación de la información:

Una vez identificado las muestras se procedió a realizar el llenado de la ficha que se encuentra en el Anexo 3. Esta señala los 19 tipos de fallas del pavimento según la metodología PCI; adicionalmente se encuentra el diagrama de muestras, donde se realizará el llenado conforme se vayan encontrando las fallas, señalizando también su extensión y su severidad.

Luego de obtener las fichas tuvieron que ser digitalizadas en hojas de cálculo, de tal manera que se diferencie cada tipo de falla, así como su severidad, su ubicación en los ejes X e Y en el diagrama, el nombre de muestra, la progresiva inicial y final, el ancho de vía y el área de la muestra.

Posteriormente a la digitalización de la ficha, se procedió a realizar los resúmenes de fallas por cada muestra, donde se detallan la progresiva inicial, la progresiva final, el tipo de daño, la severidad, la ubicación en el eje X e Y, el ancho, el carril (derecho o izquierdo), el ancho del carril y la persona que llevó a cabo la inspección.

3.2 Aplicación y Análisis de la metodología PCI mediante el (Software EvalPav).

El índice de condición de pavimento es calculado automáticamente por el programa luego de que se realice la importación de datos.

Unidad de Muestra - 01

El resultado del PCI para la unidad de muestra **UM-01** fue de **32**, el cual ubica esta vía en un estado **Pobre**.

RED VIAL VECINAL DEL DISTRITO DE SANTA ROSA
TRAMO: KM 00 +000 - KM 03+600

Método Estándar de Evaluación del Índice de la Condición Superficial del Pavimento												
Carreteras con Superficie Asfáltica												
ASTM D 6433 (2003)												
SECCION		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO							
KM 0+000 - KM 3+600		km 00+000			0001							
CARRIL		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTREO			10H				
CALZADA		km 00+050			300 m ²							
INSPECCIONADO POR					FECHA			10H				
LENIN JARA BERAUN					17 - Noviembre - 2020							
DAÑOS												
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Huecos			10H			
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de juntas			14. Cruce de vía ferrea			T3H			
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril / berma			15. Ahuellamiento			11H			
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento						
5. Corrugación			11. Parcheo			17. Grieta parabólica (slippage)						
6. Depresión			12. Pulimento de agregados			18. Hinchamiento			44H			
						19. Desprendimiento de agregados						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	H	18.0								18.0	6.0	25.0
11	H	4.8	12.0							16.8	5.6	38.0
13	H	2.0								2.0	0.7	45.0

Diagrama

	TIPO	SEVERIDA	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
▶	10	H	0	42	0	6	6
	10	H	0	33	0	6	6
	10	H	0	22	0	6	6
	11	H	0	13	0.8	6	4.8
	11	H	0	3	2	6	12
	13	H	4	18	0.7	0.7	2

Unidad de muestra UM-01

Se encontraron las siguientes fallas con un grado de severidad.

Fallas de nivel de severidad bajo: -

Fallas de nivel de severidad medio: Grietas Longitudinales y Transversales / Parcheo / Huecos.

Fallas de nivel de severidad alto: -

Unidad de Muestra - 02

El resultado del PCI para la unidad de muestra **UM-02** fue de **49**, el cual ubica esta vía en un estado **Regular**.

RED VIAL VECINAL DEL DISTRITO DE SANTA ROSA
TRAMO: KM 00 +000 - KM 03+600

METODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO												
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA												
ASTM D 6433 (2003)												
SECCION			PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO						
KM 0+000 - KM 3+600			km 00+300			0002			11H			
CARRIL			PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTREO						
CALZADA			km 00+350			300 m²						
INSPECCIONADO POR						FECHA						
LENIN JARA BERAUN						17 - Noviembre - 2020						
DAÑOS									10H			
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Huecos						
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de juntas			14. Cruce de vía ferrea						
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril / berma			15. Ahuellamiento						
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento						
5. Corrugación			11. Parchoeo			17. Grieta parabólica (slippage)						
6. Depresión			12. Pulimento de agregados			18. Hinchamiento						
						19. Desprendimiento de agregados			11H			
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	H	12.0	25.0							37.0	12.3	38.0
11	H	4.8	7.2							12.0	4.0	33.0

Diagrama

	TIPO	SEVERIDA	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
▶	10	H	0	36	0	6	6
	10	H	0	25	0	6	6
	10	H	3	12	25	0	25
	11	H	0	45	0.8	6	4.8
	11	H	0	5	1.2	6	7.2

Unidad de muestra UM-02

Se encontraron las siguientes fallas con un grado de severidad.

Fallas de nivel de severidad bajo: -

Fallas de nivel de severidad medio: Grietas Longitudinales y Transversales / Parcheo

Fallas de nivel de severidad alto: -

Unidad de Muestra - 03

El resultado del PCI para la unidad de muestra **UM-03** fue de **49**, el cual ubica esta vía en un estado **Regular**.

RED VIAL VECINAL DEL DISTRITO DE SANTA ROSA
TRAMO: KM 00 +000 - KM 03+600

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO															
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA															
ASTM D 6433 (2003)															
SECCION		PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO									
KM 0+000 - KM 3+800		km 00+800				0003									
CARRIL		PROGRESIVA FINAL				AREA DE MUESTREO				10H					
CALZADA		km 00+850				300 m²				3M					
INSPECCIONADO POR						FECHA				10H					
LENIN JARA BERAUN						17 - Noviembre - 2020				11H					
DAÑOS															
1. Piel de cocodrilo				7. Grieta de borde				13. Huecos							
2. Exudación				8. Grieta de reflexión de juntas				14. Cruce de vía ferrea							
3. Agrietamiento en bloque				9. Desnivel carril / berma				15. Ahuellamiento							
4. Abultamientos y hundimientos				10. Grietas longitudinales y transversales				16. Desplazamiento							
5. Corrugación				11. Parcheo				17. Grieta parabólica (slippage)							
6. Depresión				12. Pulimento de agregados				18. Hinchamiento							
								19. Desprendimiento de agregados				10H			
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD										TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
	H	18.0										18.0	6.0	25.0	
11	H	15.0										15.0	5.0	38.0	
13	M	0.5										0.5	0.2	8.0	
3	M	21.0										21.0	7.0	16.0	

Diagrama

	TIPO	SEVERIDA	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
▶	10	H	0	42	0	6	6
	10	H	0	30	0	6	6
	10	H	0	8	0	6	6
	11	H	4	15	10	1.5	15
	13	M	1.5	3.5	0.7	0.7	0.49
	3	M	1	32	7	3	21

Unidad de muestra UM-03

Se encontraron las siguientes fallas con un grado de severidad.

Fallas de nivel de severidad bajo: -

Fallas de nivel de severidad medio: Grietas Longitudinales y Transversales / Parcheo

Fallas de nivel de severidad alto: Agrietamiento en bloque / Huecos

Unidad de Muestra - 04

El resultado del PCI para la unidad de muestra **UM-04** fue de **35**, el cual ubica esta vía en un estado **Pobre**.



RED VIAL VECINAL DEL DISTRITO DE SANTA ROSA
TRAMO: KM 00 +000 - KM 03+600

MÉTODO ESTÁNDAR DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA ASTM D 6433 (2003)													
SECCION		PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO			19H				
KM 0+000 - KM 3+800		km 00+900				0004							
CARRIL		PROGRESIVA FINAL				AREA DE MUESTREO							
CALZADA		km 00+950				300 m ²							
INSPECCIONADO POR						FECHA			13H				
LENIN JARA BERAUN						17 - Noviembre - 2020							
DAÑOS								10H					
1. Piel de cocodrilo		7. Grieta de borde		13. Huecos		14. Cruce de vía ferrea			11H				
2. Exudación		8. Grieta de reflexión de juntas		14. Cruce de vía ferrea		15. Ahuellamiento			6M				
3. Agrietamiento en bloque		9. Desnivel carril / berma		15. Ahuellamiento		16. Desplazamiento							
4. Abultamientos y hundimientos		10. Grietas longitudinales y transversales		16. Desplazamiento		17. Grieta parabólica (slippage)			10H				
5. Corrugación		11. Parocho		17. Grieta parabólica (slippage)		18. Hinchamiento							
6. Depresión		12. Pulimento de agregados		18. Hinchamiento		19. Desprendimiento de agregados							
6. Depresión		12. Pulimento de agregados		19. Desprendimiento de agregados									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	H	12.0									12.0	4.0	20.0
11	H	4.8									4.8	1.6	23.0
13	H	1.0									1.0	0.3	33.0
19	H	18.0									18.0	6.0	32.0
3	M	21.0									21.0	7.0	16.0

Diagrama

	TIPO	SEVERIDA	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
▶	10	H	0	27.4	0	6	6
	10	H	0	8.8	0	6	6
	11	H	0	19.3	0.8	6	4.8
	13	H	2	31.5	1	1	1
	19	H	4.5	38	12	1.5	18
	3	M	1.5	9.7	3	7	21

Unidad de muestra UM-04

Se encontraron las siguientes fallas con un grado de severidad.

Fallas de nivel de severidad bajo: -

Fallas de nivel de severidad medio: Grietas Longitudinales y Transversales / Parcheo / Huecos / Desprendimiento de Agregados /

Fallas de nivel de severidad alto: Agrietamiento en bloque

Unidad de Muestra - 05

El resultado del PCI para la unidad de muestra **UM-05** fue de **15**, el cual ubica esta vía en un estado **Muy Pobre**.

**RED VIAL VECINAL DEL DISTRITO DE SANTA ROSA
TRAMO: KM 00 +000 - KM 03+600**

METODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA ASTM D 6433 (2003)															
SECCION		PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO				19H					
KM 0+000 - KM 3+600		km 01+200				0005									
CARRIL		PROGRESIVA FINAL				AREA DE MUESTREO				10H					
CALZADA		km 01+250				300 m²									
INSPECCIONADO POR						FECHA				10H					
LENIN JARA BERAUN						17 - Noviembre - 2020				11H					
DAÑOS															
1. Piel de cocodrilo				7. Grieta de borde				13. Huecos				19H			
2. Exudación				8. Grieta de reflexión de juntas				14. Cruce de vía ferrea				13H			
3. Agrietamiento en bloque				9. Desnivel carril / berma				15. Ahuellamiento				11H			
4. Abultamientos y hundimientos				10. Grietas longitudinales y transversales				16. Desplazamiento				10H			
5. Corrugación				11. Parcheo				17. Grieta parabólica (slippage)				11H			
6. Depresión				12. Pulimento de agregados				18. Hinchamiento							
								19. Desprendimiento de agregados							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD										TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
	H	12.0										12.0	4.0	20.0	
11	H	16.0	22.5									38.5	12.8	57.0	
13	H	2.3										2.3	0.8	47.0	
19	H	15.0										15.0	5.0	30.0	

Diagrama

	TIPO	SEVERIDA	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
▶	10	H	0	36.3	0	6	6
	10	H	0	11.8	0	6	6
	11	H	4	22.5	2	8	16
	11	H	0	0	9	2.5	22.5
	13	H	1	16.6	1.5	1.5	2.25
	19	H	4.5	40	10	1.5	15

Unidad de muestra UM-05

Se encontraron las siguientes fallas con un grado de severidad.

Fallas de nivel de severidad bajo: -

Fallas de nivel de severidad medio: Grietas Longitudinales y Transversales / Parcheo / Huecos / Desprendimiento de Agregados

Fallas de nivel de severidad alto:

Unidad de Muestra - 06

El resultado del PCI para la unidad de muestra **UM-06** fue de **35**, el cual ubica esta vía en un estado **Pobre**.

RED VIAL VECINAL DEL DISTRITO DE SANTA ROSA
TRAMO: KM 00 +000 - KM 03+600

METODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO														
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA														
ASTM D 6433 (2003)														
SECCION		PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO				3M				
KM 0+000 - KM 3+600		km 01+500				0008								
CARRIL		PROGRESIVA FINAL				AREA DE MUESTREO				10H				
CALZADA		km 01+550				300 m²				13H				
INSPECCIONADO POR		FECHA				10H								
LENIN JARA BERAUN		17 - Noviembre - 2020				11H								
DAÑOS														
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Huecos			10H					
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de juntas			14. Cruce de vía ferrea			10H					
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril / berma			15. Ahuellamiento								
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento								
5. Corrugación			11. Parcheo			17. Grieta parabólica (slippage)								
6. Depresión			12. Pulimento de agregados			18. Hinchamiento								
						19. Desprendimiento de agregados								
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD										TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	H	12.0	10.0									22.0	7.3	28.0
11	H	4.8										4.8	1.6	23.0
13	H	2.3										2.3	0.8	47.0
3	M	32.0										32.0	10.7	16.0

Diagrama

	TIPO	SEVERIDA	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
▶	10	H	0	35.8	0	6	6
	10	H	0	18.9	0	6	6
	10	H	3	5.5	10	0	10
	11	H	0	2	0.8	6	4.8
	13	H	1.5	27.1	1.5	1.5	2.25
	3	M	1	40.5	8	4	32

Unidad de muestra UM-06

Se encontraron las siguientes fallas con un grado de severidad.

Fallas de nivel de severidad bajo: -

Fallas de nivel de severidad medio: Grietas Longitudinales y Transversales / Parcheo / Huecos

Fallas de nivel de severidad alto: Agrietamiento en bloque

Unidad de Muestra - 07

El resultado del PCI para la unidad de muestra **UM-07** fue de **32**, el cual ubica esta vía en un estado **Pobre**.



**RED VIAL VECINAL DEL DISTRITO DE SANTA ROSA
TRAMO: KM 00 +000 - KM 03+600**

MÉTODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA ASTM D 6433 (2003)													
SECCION		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO								
KM 0+000 - KM 3+800		km 01+800			0007								
CARRIL		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTREO			10H					
CALZADA		km 01+850			300 m²			10H					
INSPECCIONADO POR		FECHA						13H					
LENIN JARA BERAUN		17 - Noviembre - 2020						10H					
DAÑOS													
1. Piel de cocodrilo				7. Grieta de borde				13. Huecos					
2. Exudación				8. Grieta de reflexión de juntas				14. Cruce de vía ferrea					
3. Agrietamiento en bloque				9. Desnivel carril / berma				15. Ahuellamiento					
4. Abultamientos y hundimientos				10. Grietas longitudinales y transversales				16. Desplazamiento					
5. Corrugación				11. Parcheo				17. Grieta parabólica (slippage)					
6. Depresión				12. Pulimento de agregados				18. Hinchamiento					
								19. Desprendimiento de agregados					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10	H	24.0									24.0	8.0	30.0
11	H	25.0									25.0	8.3	46.0
13	H	1.0									1.0	0.3	33.0

Diagrama

	TIPO	SEVERIDA	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
▶	10	H	0	42.9	0	6	6
	10	H	0	36.7	0	6	6
	10	H	0	27.9	0	6	6
	10	H	0	9.3	0	6	6
	11	H	1	15.7	10	2.5	25
	13	H	2	32.8	1	1	1

Unidad de muestra UM-07

Se encontraron las siguientes fallas con un grado de severidad.

Fallas de nivel de severidad bajo: -

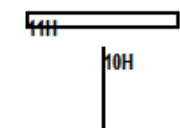
Fallas de nivel de severidad medio: Grietas Longitudinales y Transversales / Parcheo / Huecos

Fallas de nivel de severidad alto: -

Unidad de Muestra - 08

El resultado del PCI para la unidad de muestra **UM-08** fue de **53**, el cual ubica esta vía en un estado **Regular**.

RED VIAL VECINAL DEL DISTRITO DE SANTA ROSA
TRAMO: KM 00 +000 - KM 03+600

METODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO													
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA													
ASTM D 6433 (2003)													
SECCION		PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO							
KM 0+000 - KM 3+800		km 02+100				0008							
CARRIL		PROGRESIVA FINAL				AREA DE MUESTREO							
CALZADA		km 02+150				300 m²							
INSPECCIONADO POR						FECHA						10H	
LENIN JARA BERAUN						17 - Noviembre - 2020							
DAÑOS													
1. Piel de cocodrilo				7. Grieta de borde				13. Huecos				10H	
2. Exudación				8. Grieta de reflexión de juntas				14. Cruce de vía ferrea					
3. Agrietamiento en bloque				9. Desnivel carril / berma				15. Ahuallamiento				10H	
4. Abultamientos y hundimientos				10. Grietas longitudinales y transversales				16. Desplazamiento					
5. Corrugación				11. Parcheo				17. Grieta parabólica (slippage)				10H	
6. Depresión				12. Pulimento de agregados				18. Hinchamiento					
								19. Desprendimiento de agregados					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	H	18.0	12.0								30.0	10.0	34.0
11	H	4.0	6.0								10.0	3.3	31.0

Diagrama

	TIPO	SEVERIDA	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
▶	10	H	0	46.8	0	6	6
	10	H	3	24.8	12	0	12
	10	H	0	19.3	0	6	6
	10	H	0	7.4	0	6	6
	11	H	2	39.4	2	2	4
	11	H	1	10.2	3	2	6

Unidad de muestra UM-08

Se encontraron las siguientes fallas con un grado de severidad.

Fallas de nivel de severidad bajo: -

Fallas de nivel de severidad medio: Grietas Longitudinales y Transversales / Parcheo

Fallas de nivel de severidad alto: Agrietamiento en bloque

Unidad de Muestra - 09

El resultado del PCI para la unidad de muestra **UM-09** fue de **48**, el cual ubica esta vía en un estado **Regular**.



**RED VIAL VECINAL DEL DISTRITO DE SANTA ROSA
TRAMO: KM 00 +000 - KM 03+600**

MÉTODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA ASTM D 6433 (2003)																																	
SECCION		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO																												
KM 0+000 - KM 3+600		km 02+400			0009			10H																									
CARRIL		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTREO																												
CALZADA		km 02+450			300 m²			10H																									
INSPECCIONADO POR		FECHA						10H																									
LENIN JARA BERAUN		17 - Noviembre - 2020																															
DAÑOS																																	
<table border="0"> <tr> <td>1. Piel de cocodrilo</td> <td>7. Grieta de borde</td> <td>13. Huecos</td> </tr> <tr> <td>2. Exudación</td> <td>8. Grieta de reflexión de juntas</td> <td>14. Cruce de vía ferrea</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque</td> <td>9. Desnivel carril / berma</td> <td>15. Ahuellamiento</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamientos y hundimientos</td> <td>10. Grietas longitudinales y transversales</td> <td>16. Desplazamiento</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugación</td> <td>11. Parqueo</td> <td>17. Grieta parabólica (slippage)</td> </tr> <tr> <td>6. Depresión</td> <td>12. Pulimento de agregados</td> <td>18. Hinchamiento</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>19. Desprendimiento de agregados</td> </tr> </table>													1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos	2. Exudación	8. Grieta de reflexión de juntas	14. Cruce de vía ferrea	3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril / berma	15. Ahuellamiento	4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento	5. Corrugación	11. Parqueo	17. Grieta parabólica (slippage)	6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento			19. Desprendimiento de agregados
1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos																															
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de juntas	14. Cruce de vía ferrea																															
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril / berma	15. Ahuellamiento																															
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento																															
5. Corrugación	11. Parqueo	17. Grieta parabólica (slippage)																															
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento																															
		19. Desprendimiento de agregados																															
10H																																	
10H																																	
11H																																	
10H																																	
11H																																	
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO																					
	H	24.0	8.2	9.4						41.6	13.9	41.0																					
11	H	4.8	6.0							10.8	3.6	32.0																					

Diagrama

	TIPO	SEVERIDA	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
▶	10	H	3	41.2	8.2	0	8.2
	10	H	0	37.5	0	6	6
	10	H	3	27.4	9.4	0	9.4
	10	H	0	24.6	0	6	6
	10	H	0	17.8	0	6	6
	10	H	0	10.6	0	6	6
	11	H	3	11.3	3	2	6
	11	H	0	2.2	0.8	6	4.8

Unidad de muestra UM-09

Se encontraron las siguientes fallas con un grado de severidad.

Fallas de nivel de severidad bajo: -

Fallas de nivel de severidad medio: Grietas Longitudinales y Transversales / Parcheo

Fallas de nivel de severidad alto: Agrietamiento en bloque

Unidad de Muestra - 10

El resultado del PCI para la unidad de muestra **UM-10** fue de **51**, el cual ubica esta vía en un estado **Regular**.

RED VIAL VECINAL DEL DISTRITO DE SANTA ROSA
TRAMO: KM 00 +000 - KM 03+600

METODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO													
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA													
ASTM D 6433 (2003)													
SECCION			PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO						
KM 0+000 - KM 3+600			km 02+700				0010				10H		
CARRIL			PROGRESIVA FINAL				AREA DE MUESTREO						
CALZADA			km 02+750				300 m²				11H		
INSPECCIONADO POR						FECHA						10H	
LENIN JARA BERAUN						17 - Noviembre - 2020						10H	
DAÑOS													
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde				13. Huecos				10H		
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de juntas				14. Cruce de vía ferrea				10H		
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril / berma				15. Ahuellamiento						
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales				16. Desplazamiento						
5. Corrugación			11. Parcheo				17. Grieta parabólica (slippage)						
6. Depresión			12. Pulimento de agregados				18. Hinchamiento				3M		
							19. Desprendimiento de agregados						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	H	18.0	7.9	8.7							34.6	11.5	37.0
11	H	4.8									4.8	1.6	23.0
3	M	24.0									24.0	8.0	16.0

Diagrama

	TIPO	SEVERIDA	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
▶	10	H	0	45.8	0	6	6
	10	H	0	33.6	0	6	6
	10	H	3	21.8	8.7	0	8.7
	10	H	0	19.7	0	6	6
	10	H	3	10.8	7.9	0	7.9
	11	H	0	39.2	0.8	6	4.8
	3	M	1	1.6	6	4	24

Unidad de muestra UM-10

Se encontraron las siguientes fallas con un grado de severidad.

Fallas de nivel de severidad bajo: -

Fallas de nivel de severidad medio: Grietas Longitudinales y Transversales / Parcheo

Fallas de nivel de severidad alto: Agrietamiento en bloque

Unidad de Muestra - 11

El resultado del PCI para la unidad de muestra **UM-11** fue de **39**, el cual ubica esta vía en un estado **Pobre**.

RED VIAL VECINAL DEL DISTRITO DE SANTA ROSA
TRAMO: KM 00 +000 - KM 03+600

METODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO												
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA												
ASTM D 6433 (2003)												
SECCION			PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO						
KM 0+000 - KM 3+600			km 03+000			0011			11H			
CARRIL			PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTREO						
CALZADA			km 03+050			300 m ²						
INSPECCIONADO POR						FECHA						
LENIN JARA BERAUN						17 - Noviembre - 2020						
DAÑOS												
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Huecos			10H			
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de juntas			14. Cruce de vía ferrea			3M			
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril / berma			15. Ahuellamiento						
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento			10H			
5. Corrugación			11. Parqueo			17. Grieta parabólica (slippage)						
6. Depresión			12. Pulimento de agregados			18. Hinchamiento			11H			
						19. Desprendimiento de agregados						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	H	18.0								18.0	6.0	25.0
11	H	12.0								12.0	4.0	33.0
13	H	1.0								1.0	0.3	33.0
3	M	28.0								28.0	9.3	16.0

Diagrama

	TIPO	SEVERIDA	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
▶	10	H	0	35.9	0	6	6
	10	H	0	23.8	0	6	6
	10	H	0	11.6	0	6	6
	11	H	3	41.9	3	2	6
	11	H	3	2.4	3	2	6
	13	H	4	28.7	1	1	1
	3	M	1	13.6	7	4	28

Se encontraron las siguientes fallas con un grado de severidad.

Fallas de nivel de severidad bajo: -

Fallas de nivel de severidad medio: Grietas Longitudinales y Transversales / Parcheo / Huecos

Fallas de nivel de severidad alto: Agrietamiento en bloque

Unidad de Muestra - 12

El resultado del PCI para la unidad de muestra **UM-12** fue de **46**, el cual ubica esta vía en un estado **Regular**.

RED VIAL VECINAL DEL DISTRITO DE SANTA ROSA
TRAMO: KM 00 +000 - KM 03+600

METODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO													
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA													
ASTM D 6433 (2003)													
SECCION		PROGRESIVA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO				11H			
KM 0+000 - KM 3+600		km 03+300				0012							
CARRIL		PROGRESIVA FINAL				AREA DE MUESTREO				10H			
CALZADA		km 03+350				300 m ²				3M			
INSPECCIONADO POR		FECHA											
LENIN JARA BERAUN		17 - Noviembre - 2020											
DAÑOS										10H			
1. Piel de cocodrilo		7. Grieta de borde				13. Huecos				11H			
2. Exudación		8. Grieta de reflexión de juntas				14. Cruce de vía ferrea							
3. Agrietamiento en bloque		9. Desnivel carril / berma				15. Ahuellamiento							
4. Abultamientos y hundimientos		10. Grietas longitudinales y transversales				16. Desplazamiento				3M			
5. Corrugación		11. Parqueo				17. Grieta parabólica (slippage)							
6. Depresión		12. Pulimento de agregados				18. Hinchamiento							
						19. Desprendimiento de agregados							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	H	12.0									12.0	4.0	20.0
11	H	6.0	20.0								26.0	8.7	47.0
3	M	14.0	27.0								41.0	13.7	16.0

Diagrama

	TIPO	SEVERIDA	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
▶	10	H	0	41.4	0	6	6
	10	H	0	24.3	0	6	6
	11	H	3	43	3	2	6
	11	H	0	0	20	1	20
	3	M	2	28.2	9	3	27
	3	M	3	7.3	7	2	14

Agregar

Grabar

Cancelar

Modificar

Eliminar

Salir

Unidad de muestra UM-12

Se encontraron las siguientes fallas con un grado de severidad.

Fallas de nivel de severidad bajo: -

Fallas de nivel de severidad medio: Grietas Longitudinales y Transversales / Parcheo

Fallas de nivel de severidad alto: Agrietamiento en bloque

Unidad de Muestra - 13

El resultado del PCI para la unidad de muestra **UM-13** fue de **46**, el cual ubica esta vía en un estado **Regular**.



RED VIAL VECINAL DEL DISTRITO DE SANTA ROSA
TRAMO: KM 00 +000 - KM 03+600

METODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO													
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA													
ASTM D 6433 (2003)													
SECCION		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO								
KM 0+000 - KM 3+800		km 03+550			0013			41H					
CARRIL		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTREO								
CALZADA		km 03+800			300 m²								
INSPECCIONADO POR		FECHA			10H			10H					
LENIN JARA BERAUN		17 - Noviembre - 2020											
DAÑOS													
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Huecos			10H				
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de juntas			14. Cruce de vía ferrea			3M				
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril / berma			15. Ahuellamiento							
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento							
5. Corrugación			11. Parocho			17. Grieta parabólica (slippage)							
6. Depresión			12. Pulimento de agregados			18. Hinchamiento			10H				
						19. Desprendimiento de agregados			41H				
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	H	18.0	11.4								29.4	9.8	34.0
11	H	12.0									12.0	4.0	33.0
3	M	24.0									24.0	8.0	16.0

Diagrama

	TIPO	SEVERIDA	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
▶	10	H	3	23.2	11.4	0	11.4
	10	H	0	20.4	0	6	6
	10	H	0	6.5	0	6	6
	10	H	0	36.2	0	6	6
	11	H	1	2.1	3	2	6
	11	H	3	41.6	3	2	6
	3	M	1.5	9	8	3	24

Unidad de muestra UM-13

Se encontraron las siguientes fallas con un grado de severidad.

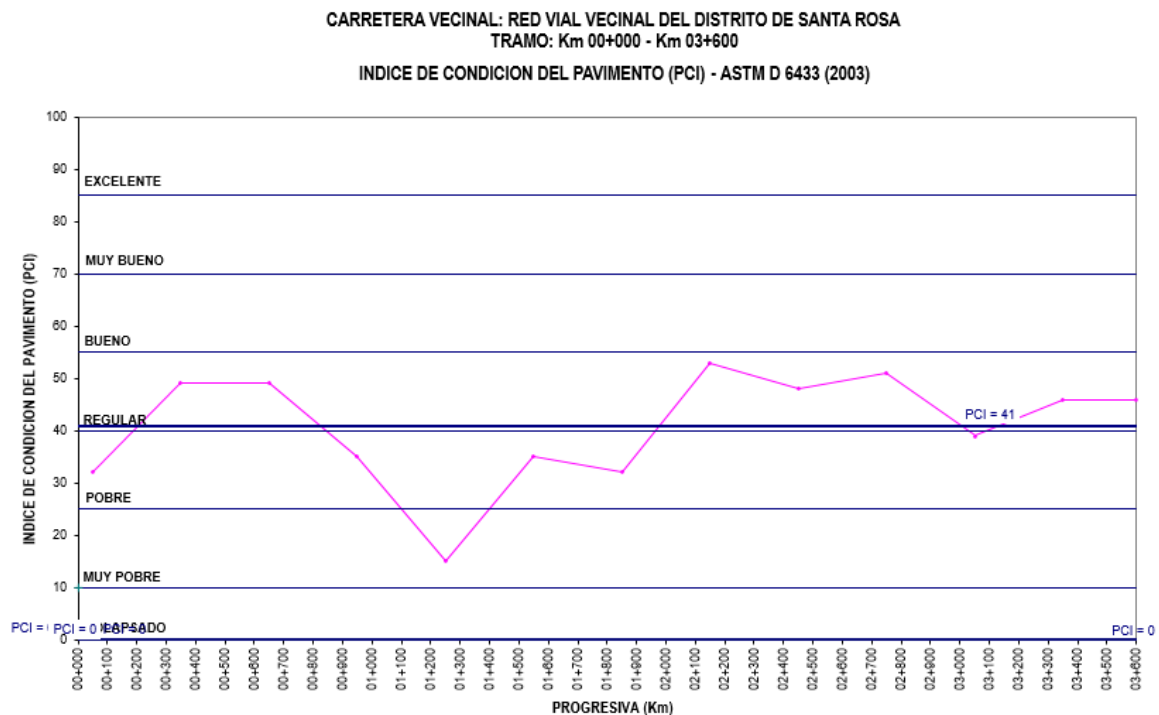
Fallas de nivel de severidad bajo: -

Fallas de nivel de severidad medio: Grietas Longitudinales y Transversales / Parcheo

Fallas de nivel de severidad alto: Agrietamiento en bloque

Resultado: HIPOTESIS GENERAL

Con la evaluación superficial del pavimento mediante el método PCI con el software Evalpav, se conoce el estado de conservación en la Red Vial Vecinal, localizada en el distrito de Santa Rosa.



Por los resultados obtenidos del presente estudio mediante la evaluación superficial, la cual fue realizada dentro de la metodología PCI, y el uso del software EvalPav para la obtención del Índice de Condición de Pavimento, se puede concluir que resultó válida la hipótesis general, ya que fue muy conveniente por la rapidez, el orden y la sistematización de los datos, así como de la obtención de los resultados, tanto en resumen como en planillas generales.

Resultado: Hipótesis específica 1

Parámetros de evaluación

Los parámetros de evaluación de la metodología PCI contribuyen a conocer el estado de conservación del pavimento en la Red Vial Vecinal, localizada en el distrito de Santa Rosa.

Los parámetros de evaluación son indicadores de la metodología PCI, los cuales son los siguientes: tipo de falla, severidad y extensión.

a) Tipo o clase de falla

Al realizar el levantamiento visual de las fallas, se encontraron las siguientes:

TIPO DE FALLA
Agrietamiento en Bloque
Grietas Longitudinales y Transversales
Parcheo
Huecos
Desprendimiento de Agregados

Figura 64: Tipos de fallas
Fuente: Elaboración propia

A partir del cuadro donde se presentan las fallas encontradas, se desprende el siguiente cuadro, donde se detalla el porcentaje de fallas encontradas. Se observa que solamente se encontraron 5 de las 19 fallas, donde las grietas longitudinales y transversales presentan mayor porcentaje y el desprendimiento de agregados, con menor porcentaje.

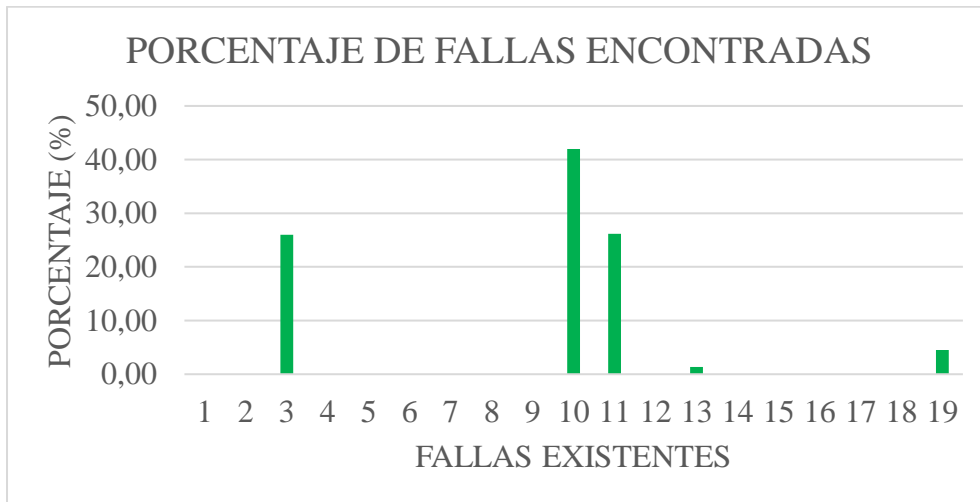


Figura 65: Porcentaje de fallas encontradas
Fuente: Elaboración propia

b) Severidad

Con respecto a este parámetro, se encontraron los tres tipos de severidad, los cuales son alta (hard) y media (medium) A continuación, se presenta una tabla en la cual se detalla cuánto es el porcentaje por cada tipo de severidad.

Tabla 11: Porcentaje de severidad

SEVERIDAD	PORCENTAJE
HARD	80.95
MEDIUM	19.05
LOW	0.00

Fuente: Elaboración propia

c) Extensión

La extensión de las fallas, según la metodología, son diferentes en metros cuadrados para fallas que impliquen extensión en superficie, en metros lineales para fallas que solo tengan una dimensión y en otras en unidades, como es el caso de huecos.

Tabla 12: Extensión

N°	TIPO DE FALLA	und	EXTENSION
1	Piel de Cocodrilo	m2	0
2	Exudación	m2	0
3	Agrietamiento en Bloque	m2	191
4	Agrietamientos y Hundimientos	m2	0
5	Corrugación	m2	0
6	Depresión	m2	0
7	Grieta de Borde	m	0
8	Grieta de Reflexión de junta	m	0
9	Desnivel Carril / Berma	m	0
10	Grietas Longitudinales y Transversales	m	308.6
11	Parcheo	m2	192.5
12	Pulimiento de Agregados	m2	0
13	Huecos	und	10.1
14	Cruce de vía férrea	m2	0
15	Ahuellamiento	m2	0
16	Desplazamiento	m2	0
17	Grieta Parabólica	m2	0
18	Hinchamiento	m2	0
19	Desprendimiento de Agregados	m2	33

Fuente: Elaboración propia

Por ello, se concluye que la hipótesis específica 1 es válida, ya que se pudieron encontrar los parámetros de evaluación, así como su inventariado, los cuales servirán para conocer el estado de conservación del pavimento.

RESULTADO: Hipótesis específica 2

Cálculo de PCI

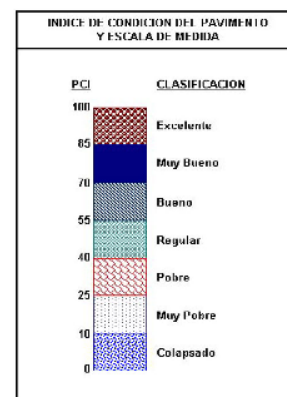
El cálculo del PCI contribuye a conocer el estado de conservación del pavimento en Red Vial Vecinal, localizada en el distrito de Santa Rosa.

Al realizar el cálculo del índice de condición del pavimento (PCI) en media de toda la muestra, se halla un PCI de 41.

RED VIAL VECINAL DEL DISTRITO DE SANTA ROSA
TRAMO: KM 00 +000 - KM 03+600

MÉTODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA ASTM D 6433 (2003)								
---	--	--	--	--	--	--	--	--

TRAMO: KM 0+000 - KM 3+600 / CARRIL CALZADA								
Nº	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	300.0	0001	00+000	00+050	6.1	68	32	Pobre
02	300.0	0002	00+300	00+350	6.7	51	49	Regular
03	300.0	0003	00+600	00+650	6.9	51	49	Regular
04	300.0	0004	00+900	00+950	7.2	65	35	Pobre
05	300.0	0005	01+200	01+250	5.0	85	15	Muy Pobre
06	300.0	0006	01+500	01+550	5.9	65	35	Pobre
07	300.0	0007	01+800	01+850	6.0	68	32	Pobre
08	300.0	0008	02+100	02+150	7.1	47	53	Regular
09	300.0	0009	02+400	02+450	6.4	52	48	Regular
10	300.0	0010	02+700	02+750	6.8	49	51	Regular
11	300.0	0011	03+000	03+050	7.2	61	39	Pobre
12	300.0	0012	03+300	03+350	5.9	54	46	Regular
13	300.0	0013	03+550	03+600	7.1	54	46	Regular
PROMEDIO							41	Regular



Resultando con un 80.95% de severidad ALTA y un 19.05% con severidad MEDIA.

Tabla 11: Porcentaje de severidad
SEVERIDAD PORCENTAJE

HARD	80.95
MEDIUM	19.05
LOW	0.00

Fuente: Elaboración propia

Se concluye que la hipótesis específica 2 es válida porque, al conocer el indicador PCI de la muestra, se podrá conocer el estado de conservación del pavimento.

RESULTADO: Hipótesis Específico 3

Condición del pavimento

La condición del pavimento de todas las muestras contribuye a conocer el estado de conservación del pavimento de la Red Vial Vecinal, localizada en el distrito de Santa Rosa.

Tal como se puede observar en los resultados obtenidos, el saber la condición del pavimento de cada muestra va a contribuir directamente a conocer el estado de conservación de toda la sección, ya que este se obtiene del promedio de todas las muestras, las 13.

TRAMO: KM 0+000 - KM 3+600 / CARRIL CALZADA								
N°	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	300.0	0001	00+000	00+050	6.1	68	32	Pobre
02	300.0	0002	00+300	00+350	6.7	51	49	Regular
03	300.0	0003	00+600	00+650	6.9	51	49	Regular
04	300.0	0004	00+900	00+950	7.2	65	35	Pobre
05	300.0	0005	01+200	01+250	5.0	85	15	Muy Pobre
06	300.0	0006	01+500	01+550	5.9	65	35	Pobre
07	300.0	0007	01+800	01+850	6.0	68	32	Pobre
08	300.0	0008	02+100	02+150	7.1	47	53	Regular
09	300.0	0009	02+400	02+450	6.4	52	48	Regular
10	300.0	0010	02+700	02+750	6.8	49	51	Regular
11	300.0	0011	03+000	03+050	7.2	61	39	Pobre
12	300.0	0012	03+300	03+350	5.9	54	46	Regular
13	300.0	0013	03+550	03+600	7.1	54	46	Regular
PROMEDIO							41	Regular

Se concluye que el estado de conservación de toda la vía, al tener un PCI de 41, se define como un pavimento REGULAR.

Resultando el 38.46% de pavimentos en un estado MUY POBRE, el 7.69% en estado POBRE Y EL 53.85% en un estado REGULAR.

La hipótesis específica 3 es válida porque, luego de hallar la condición del pavimento de cada una de las 13 muestras, se pudo conocer el estado actual de conservación del pavimento, el cual es REGULAR.

Propuesta de mantenimiento para la Red Vial Vecinal.

Como resultado del análisis del pavimento flexible nos dio un estado de conservación regular. La mayoría de sus fallas está en nivel moderado y severo, siendo un buen momento para intervenir el pavimento.

Los trabajos de mantenimiento y rehabilitación mayormente corresponden a modificar la carpeta asfáltica, así como además la compostura de la base y sellado de fisuras. Las fallas de severidad moderada y severa se han optado por cambiar la carpeta asfáltica y sellado de fisuras según sea el caso. En el caso de los huecos, se propone renovar la carpeta asfáltica y la base, pues presentan una severidad severa.

Para el propósito solo se han considerado las partidas que recaen en el mantenimiento y rehabilitación de la vía quedando por analizar otras partidas como obras provisionales, gastos generales, etc. Los análisis de precios unitarios para cada tipo de trabajo se encuentran adjuntas en los anexos. Los costos que se tuvieron en cuenta para la elaboración del presupuesto fueron referenciados del estudio de (Medina Palacios & De la Cruz Puma, 2015).

El presupuesto es presentado a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 13: Presupuesto de Mantenimiento

Presupuesto de Mantenimiento					
Item	Descripcion	Unidad	Metrado	Precio	Parcial
1.00	Trabajos preliminares				4,797.00
1.01	Trazo y replanteo	m2	3,900.00	1.23	4,797.00
2.00	Movimiento de Tierras y demolición				34,152.73
2.01	Demolición de pavimento asfáltico en parches de pistas	m2	192.50	7.43	1,430.28
2.02	Fresado de carpeta asfáltica existente en mal estado	m2	3,900.00	8.14	31,746.00
2.03	Excavación a nivel de subrasante para bacheo de pistas	m3	5.00	25.12	125.60
2.04	Eliminación de material excedente	m3	38.50	22.1	850.85
3.00	Pavimentación				139,369.30
3.01	Conformación de subrasante para bacheo de	m2	416.50	4.05	1,686.83
3.02	Base granular para bacheo en pistas e=0.15 m	m2	416.50	14.31	5,960.12
3.03	Imprimación m2	m2	3,900.00	3.05	11,895.00
3.04	Carpeta asfáltica en caliente de 2"	m2	3,900.00	30.05	117,195.00
3.05	Sellado de fisuras severas	ml	308.60	8.53	2,632.36
4.00	Señalización Horizontal				23,955.75
4.01	Pintado de línea continua e=0.10 m	ml	1,950.00	5.46	10,647.00
4.02	Pintado de línea discontinua e=0.10 m	ml	2,437.50	5.46	13,308.75
TOTAL					202,274.77

Fuente: Elaboración propia

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL.

Hipótesis alterna (Ha): Realizando la evaluación del estado funcional y estructural del pavimento mediante la metodología PCI con el software EvalPav de la Red Vial Vecinal del Distrito de Santa Rosa nos ayudara en la determinar el estado de conservación de dicha avenida.

Hipótesis nula (H0): Realizando la evaluación del estado funcional y estructural del pavimento mediante la metodología PCI con el software EvalPav de la Red Vial Vecinal del Distrito de Santa Rosa no nos ayudara en la determinar el estado de conservación de dicha avenida.

Procedimientos para la prueba de hipótesis:

Paso 1: se establece la hipótesis nula (H0) y la hipótesis alternativa (Ha).

Ho1 : $\mu = 0$

Ha1 : $\mu > 0$

Paso 2: se selecciona un nivel de significancia.

El nivel de significancia será $\alpha = 0.05$

El nivel de confianza será $= 1 - \alpha = 0.95$

Paso 3: calcular los valores críticos y de prueba, definiendo las zonas de aceptación y rechazo de Ho1.

$n=13$

$u=0$

$s=10.74$

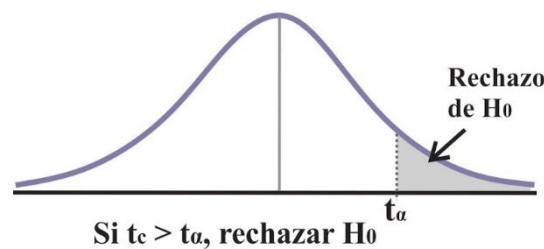
$x=41$

GI= 12

$Tc=1.7823$

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{S/\sqrt{n}}$$

Tp= 13.764



Paso 4: tomar la decisión y conclusión.

Decisión: se rechaza la Hipótesis Nula Ho1, puesto que la Tp está en la zona de rechazo.

Conclusión: Podemos afirmar que realizando la evaluación del estado funcional y estructural del pavimento mediante la metodología PCI con el software EvalPav de la Red Vial Vecinal del Distrito de Santa Rosa nos ayudara en la determinar el estado de conservación de dicha via. Con una significación del 5%

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1

Hipótesis alterna (Ha1): Los parámetros de evaluación de la metodología PCI contribuye a conocer el estado de conservación del pavimento de la Red Vial Vecinal del Distrito de Santa Rosa.

Hipótesis nula (Ho1): Los parámetros de evaluación de la metodología PCI no contribuye a conocer el estado de conservación del pavimento de la Red Vial Vecinal del Distrito de Santa Rosa.

Procedimientos para la prueba de hipótesis:

Paso 1: se establece la hipótesis nula (Ho1) y la hipótesis alternativa (Ha1).

Ho1 : $\mu = 0$

Ha1 : $\mu > 0$

Paso 2: se selecciona un nivel de significancia.

El nivel de significancia será $\alpha = 0.05$

El nivel de confianza será $= 1 - \alpha = 0.95$

Paso 3: calcular los valores críticos y de prueba, definiendo las zonas de aceptación y rechazo de Ho1.

En este caso usaremos el estadístico de prueba Tc puesto que la muestra es de 19 tipos de fallas:

Tamaño de muestra: $n = 19$

Promedio teórico $\mu = 0$

Desviación estándar $s = 10.74$

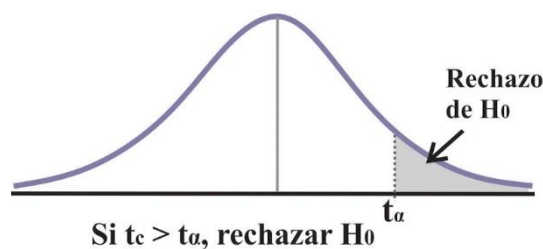
Promedio de la muestra $\bar{X} = 5$

Gl=18

Tc=1.7341

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{S/\sqrt{n}}$$

Tp=2.0292



Paso 4: tomar la decisión y conclusión.

Decisión: se rechaza la Hipótesis Nula Ho1, puesto que la Tp está en la zona de rechazo.

Conclusión: Podemos afirmar que mediante la evaluación al pavimento flexible se pudo identificar los tipos de fallas y los parámetros de evaluación según la metodología PCI, se tiene 5 tipos de fallas existentes los cuales perjudican el estado funcional del pavimento flexible de la vía. Con una significación del 5%.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2

Hipótesis alterna (Ha2): El cálculo del PCI contribuye a conocer el estado de conservación del pavimento de la Red Vial Vecinal del Distrito de Santa Rosa.

Hipótesis nula (Ho2): El cálculo del PCI no contribuye a conocer el estado de conservación del pavimento de la Red Vial Vecinal del Distrito de Santa Rosa.

Procedimientos para la prueba de hipótesis:

Paso 1: se establece la hipótesis nula (Ho2) y la hipótesis alternativa (Ha2).

$$Ho2 : \mu = 0$$

$$Ha2 : \mu > 0$$

Paso 2: se selecciona un nivel de significancia.

El nivel de significancia será $\alpha = 0.05$

El nivel de confianza será $= 1 - \alpha = 0.95$

Paso 3: calcular los valores críticos y de prueba, definiendo las zonas de aceptación y rechazo de Ho2.

En este caso usaremos el estadístico de prueba T_c puesto que existe 3 grados de severidad en cada tipo de falla:

Tamaño de muestra: $n = 3$

Promedio teórico $\mu = 0$

Desviación estándar $s = 1.162$

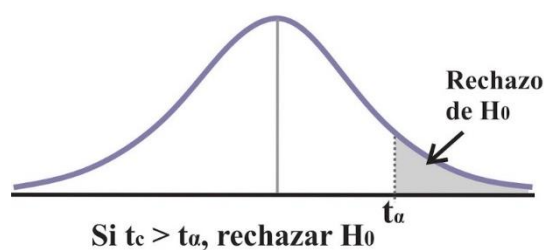
Promedio de la muestra $\bar{X} = 3$

GI=2

$T_c = 2.920$

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{S/\sqrt{n}}$$

$T_p = 4.472$



Paso 4: tomar la decisión y conclusión.

Decisión: se rechaza la Hipótesis Nula Ho2, puesto que la T_p está en la zona de rechazo.

Conclusión: Podemos afirmar que mediante el cálculo del PCI no contribuye a conocer el estado de conservación del pavimento de la Red Vial Vecinal del Distrito de Santa Rosa, Resultando con un 80.95% de severidad ALTA y un 19.05% con severidad MEDIA. Con una significación del 5%.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3

Hipótesis alterna (Ha3): La condición del pavimento de todas las muestras contribuye a conocer el estado de conservación del pavimento de la Red Vial Vecinal del Distrito de Santa Rosa.

Hipótesis nula (Ho3): La condición del pavimento de todas las muestras contribuye a no conocer el estado de conservación del pavimento de la Red Vial Vecinal del Distrito de Santa Rosa.

Procedimientos para la prueba de hipótesis:

Paso 1: se establece la hipótesis nula (Ho3) y la hipótesis alternativa (Ha3).

$$Ho3 : \mu = 0$$

$$Ha3 : \mu > 0$$

Paso 2: se selecciona un nivel de significancia.

El nivel de significancia será $\alpha = 0.05$

El nivel de confianza será $= 1 - \alpha = 0.95$

Paso 3: calcular los valores críticos y de prueba, definiendo las zonas de aceptación y rechazo de Ho3.

En este caso usaremos el estadístico de prueba T_c puesto que existe 3 grados de severidad en cada tipo de falla:

Tamaño de muestra: $n = 3$

Promedio teórico $\mu = 7$

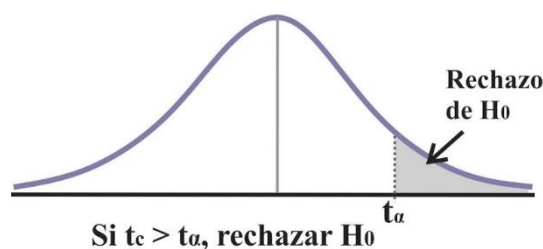
Desviación estándar $s = 10.74$

Promedio de la muestra $\bar{X} = 41$

Gl=2

$T_c = 2.920$

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{S/\sqrt{n}}$$



$T_p = 5.4832$

Paso 4: tomar la decisión y conclusión.

Decisión: se rechaza la Hipótesis Nula $Ho3$, puesto que la T_p está en la zona de rechazo.

Conclusión: Podemos afirmar que mediante el hallazgo de la condición del pavimento de todas las muestras contribuye a conocer el estado de conservación del pavimento de la Red Vial Vecinal del Distrito de Santa Rosa. Resultando el 38.46% de pavimentos en un estado MUY POBRE, el 7.69% en estado POBRE Y EL 53.85% en un estado REGULAR. Con una significación del 5%.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

El efecto del estudio en la Red Vial Vecinal del pavimento flexible nos dio un PCI de “41” que viene a ser una situación regular según la clasificación del procedimiento del (PCI). Por lo que requiere medidas de un mantenimiento correctivo, a lo cual fueron semejante a los estudios ya realizados como Diaz (2018) en su tesis que hizo una Evaluación superficial del pavimento flexible mediante método PCI para determinar el estado de conservación en la Av. Del Parque, 2018, que llegó a tener un (PCI) de 40.46 que viene a ser un estado regular y presentaron fallas como piel de cocodrilo, fisuras en bloque y abultamiento, con el tiempo perjudica al pavimento y los pobladores.

En la tesis de Hiliquín (2016), se logró analizar la vía mediante la metodología PCI. En la referida tesis, se concluyó que la muestra presentaba un estado de conservación malo; además, se evaluó para observar cuán deteriorado se encontraba su muestra según el tipo de falla, lo que hace ver que, si se quiere llevar a cabo un mejoramiento, se tiene que conocer el estatus del pavimento. Respecto a esta tesis, se contrasta que, antes de realizar una mejora en el pavimento o de que se tenga como plan llevarlo a cabo, se tiene que inspeccionar correctamente el pavimento para proponer un plan que, técnicamente, sea el más viable y económico.

Con respecto a la investigación: Evaluación Superficial del Pavimento Flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales : Cincuentenario , Colon y Miguel Grau (Huacho – Huaral – Lima) Leguía , P y Pacheco , H. (2016) concluye que Con la aplicación de la metodología Pavement Condition Index (PCI) se puede clasificar el estado de conservación en el que se encuentran los pavimentos flexibles, así como también el tipo de fallas que presentan, a fin de realizar el tratamiento que corresponda. Los resultados en la presente investigación se ha seguido la misma metodología de evaluación superficial obteniéndose información importante, en cuanto al procedimiento para la evaluación del pavimento para hallar su condición actual.

4.2 Conclusiones

1. Dentro de la evaluación de inspección visual realizada en la Red Vial Vecinal, localizada en el distrito de Santa Rosa., con el uso del software EvalPav, se logró identificar que esta muestra tiene un PCI de 41, lo cual lo define como un pavimento REGULAR.
2. Se calculó el PCI para la evaluación superficial de la carpeta asfáltica de la Red Vial Vecinal mediante las 13 unidades de muestreo.
3. Se identificó los deterioros del pavimento en lo cual se hallaron 5 fallas presentes de las 19 fallas que menciona el manual del PCI entre ellas se encontraron como agrietamiento en bloque, grietas longitudinales, parches, huecos y desprendimiento de agregado.
4. Dentro de la evaluación de cada una de las muestras, se encontró como parámetros 5 clases de fallas, donde se presentaron dos tipos de severidades (media y alta) y de diferentes extensiones (en metro lineal se obtuvo 308.60 m, en metros cuadrados se obtuvo 416.50 y 10 unidades de huecos), las cuales sirvieron como base para hallar el estado de conservación del pavimento.
5. Finalmente se vio que el método del PCI es confiable y acertado en el momento de hacer la evaluación superficial de la carpeta asfáltica, ya que nos detalla las fallas presentes y según el manual podemos proponer una reparación o rehabilitación al pavimento de acuerdo al PCI que presenta, esto a fin de mejorar la conservación del pavimento.

4.3 Recomendaciones

1. En futuras investigaciones que se aplique la metodología PCI, consideren las medidas de seguridad pertinentes, ya que, al tomar las mediciones en campo, el tránsito dificulta el accionar produciéndose algunos incidentes; por ello es recomendable emplear equipos de protección personal y accesorios de seguridad.
2. Primero, a la recolección de datos en campo, el evaluador debe capacitarse respecto a las características de cada falla que identifica la metodología PCI, ya que, en ocasiones, el aspecto visual es similar y se diferencia en pequeños detalles.
3. Se debe tener en consideración que el presente estudio aplica para la fecha actual en la cual ha sido publicado, ya que, con el transcurso del tiempo, el estado de conservación del pavimento tenderá a disminuir por el mismo desgaste que sufre.
4. Si se realiza un mantenimiento de las vías en estudio o de otras, se sugiere a la Municipalidad Distrital de Santa Rosa tenga como referencia la metodología del presente estudio con el fin de poder estandarizar el manejo del software EvalPav, que ha resultado muy útil.
5. Si se realiza un mantenimiento de las vías en estudio o de otras, se requerirá que se desarrollen estudios adicionales (como de mecánica de suelos, de tráfico, de topografía, etc.), ya que el estudio llevado a cabo implica solamente un diagnóstico superficial que sirve como base para saber dónde y qué es necesario para el mantenimiento o reconstrucción de vías.

CAPÍTULO V . REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baltodano, W. (2017). Modelo de gestión de conservación vial basado en criterios sostenibilidad para reducir los costos de mantenimiento vial en la carretera desvío Salaverry - Santa (Tesis de maestría). Recuperada de http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3731/1/RE_MAEST_ING_WILMAN.BALTODANO_MODELO.DE.GESTION_DATOS.PDF
- Becerra, M. (2012). Tópicos de Pavimentos de Concreto. Diseño, Construcción y Supervisión. Recuperado de https://www.academia.edu/9036949/Autor_T%C3%B3picos_de_Pavimentos_de_Concreto
- Campos, M., (2017). Evaluación del estado del pavimento flexible según índice de condición del pavimento (PCI), de la carretera CP. Huambocancha Baja – CP. El Batán, provincia de Cajamarca – 2015. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- Carlos Alexander Coripuna Osorio, Yesenia Huanacchiri Huaman (2019). Evaluación Del Estado De Conservación Del Pavimento, Utilizando El Método Pci Con El Software Evalpav, En Las Avenidas El Trébol, Venus Y Manuel Gonzales Prada (Km 0+000 - 2+383) Del Distrito De Los Olivos
<http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/5959>
- Comité Nacional de Administración del Fondo para la Construcción de Viviendas y Centros Recreacionales para los Trabajadores en Construcción Civil del Perú (2019). Tabla Salarial con Beneficios Sociales Régimen de Construcción Civil. Recuperado de <http://www.conafovicer.com/index.php/noticias/409-publicacion-de-lanuevatabla-salarial-2018-2019>
- Concretos Supermix (2019). Obras públicas [Mensaje en página]. Recuperado de <https://www.supermix.com.pe/obras-publicas/>
- Diaz Diaz (2018). Evaluación superficial del pavimento flexible mediante método PCI para determinar el estado de conservación en la Av. Del Parque, 2018. Recuperada de: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/33939>

- Escobar, L., & Huincho, J. (2017). Diseño de pavimento flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa -Sachapite, Huancavelica - 2017 (Tesis de licenciatura). Recuperada de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1388>
- Gamboa, K. (2009). Cálculo del Índice de Condición Aplicado en Pavimento Flexible de la av. Las Palmeras de Piura (Tesis de licenciatura). Recuperado de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1351/ICI_181.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- González, C. (2015). Fallas en el pavimento flexible de la avenida Vía de Evitamiento Sur, Cajamarca, 2015 (Tesis de licenciatura). <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/6815>
- Gonzales, J. (2016). Evaluación de pavimentos en la conservación de carreteras México (Tesina). Recuperada de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/9804/1/tesis>.
- Hiliquín, M. (2016). Evaluación del estado de conservación del pavimento, utilizando el método PCI, en la av. Jorge Chávez del distrito de Pocollay en el año 2016 (Tesis de licenciatura). Recuperada de <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/UPT/157>
- Huamán, N., & Chang, M. (2011). La deformación permanente en las mezclas asfálticas y el consecuente deterioro de los pavimentos asfálticos en el Perú. Perfiles de Ingeniería, 2(11). Recuperado de http://revistas.urp.edu.pe/index.php/Perfiles_Ingenieria/article/view/402
- Instituto de la Construcción y Gerencia (2018). Diseño de Pavimentos Flexibles y Rígidos. Lima.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017). Censos Nacionales 2017:XII de Población y VII de Vivienda. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1530/libro.pdf

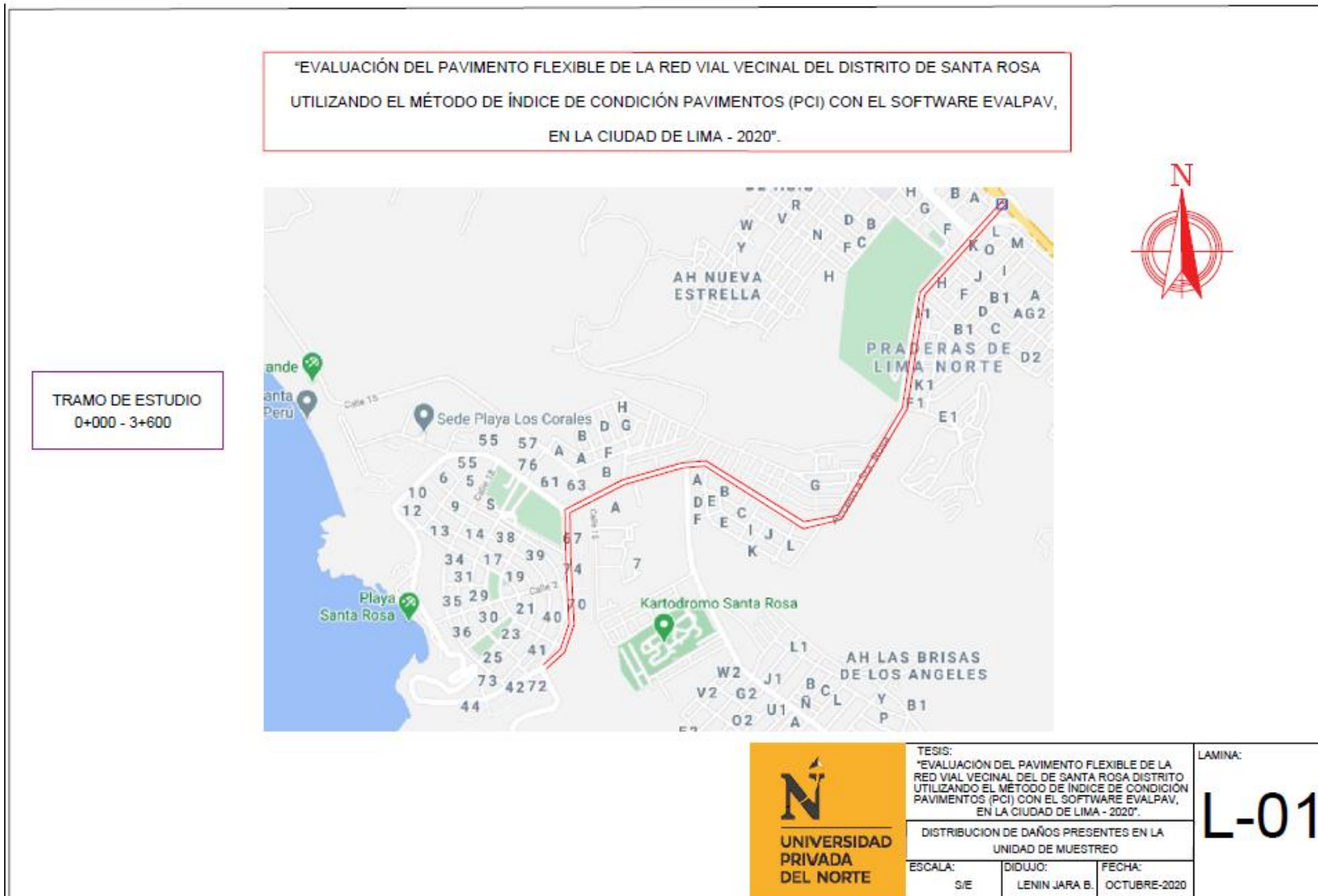
- Leguía, P., & Pacheco, H. (2016). Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Circuntenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima) (Tesis de licenciatura). Recuperada de <http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/2311>
- Medina Palacios & De la Cruz Puma (2015) Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI. Recuperada de. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/581505>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2006). Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial. Recuperado de <http://www.proviasdes.gob.pe/Normas/Proyecto.pdf>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013). Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial. Lima: El Peruano.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013). Manual de Carreteras de Conservación Vial. Recuperado de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4877.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Recuperada de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (diciembre de 2018). Concesiones otorgadas en infraestructura de transportes [Mapa]. Recuperado de https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/files/mapas/transportes/infraestructura/00_infraestructura/concesiones_otorgadas_infraestructura_transportes_2018.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). Infraestructura vial existente del Sinac. Recuperado de https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:P47XSulnM1EJ:https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/files/cuadros/Transportes_Carretero_1_2.xlsx+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe

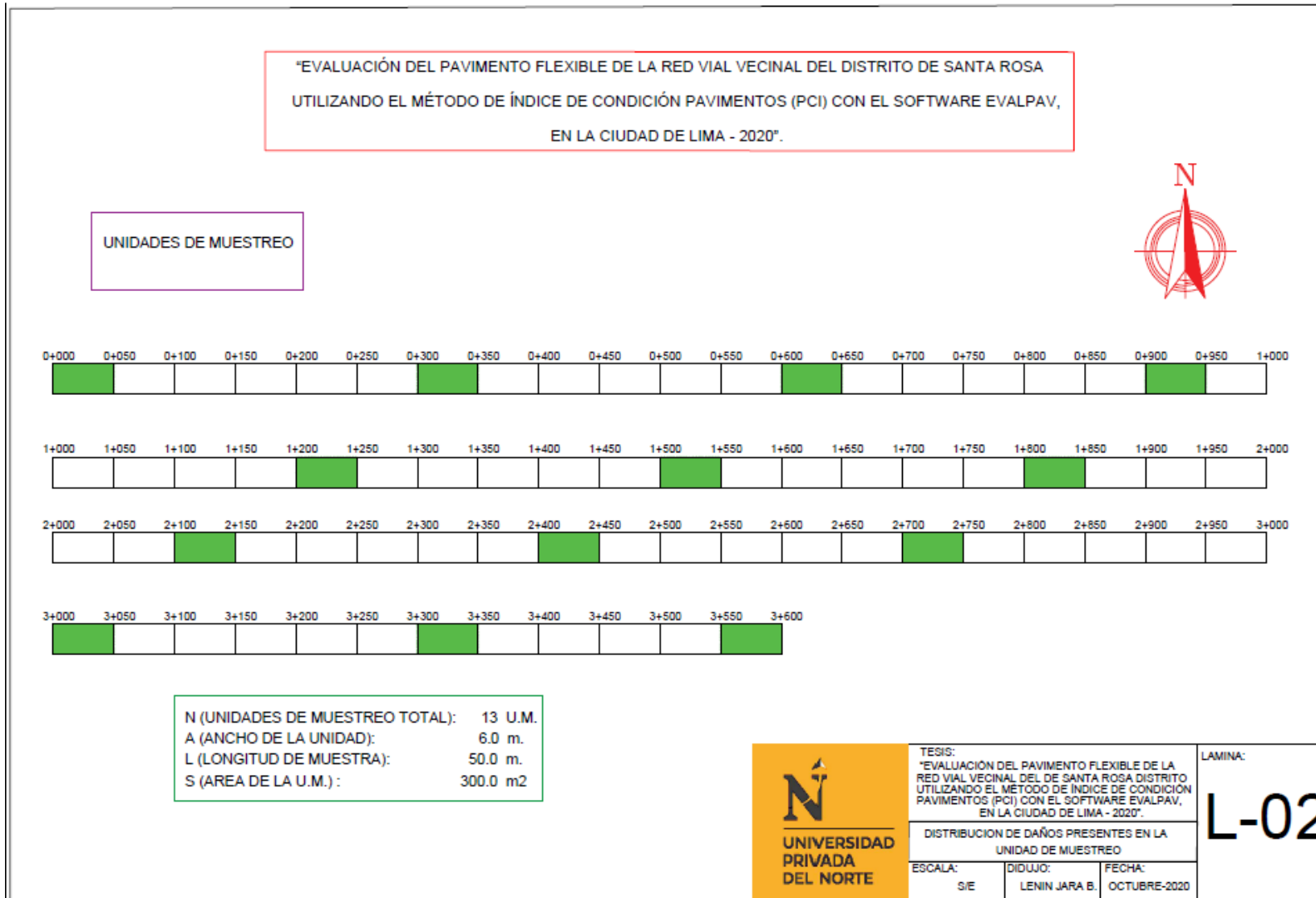
- Montejo, A. (2006). Ingeniería de Pavimentos. Evaluación estructural, obras de mejoramiento y nuevas tecnologías. Bogotá: Universidad Católica de Colombia Ediciones y Publicaciones.
- Rodríguez, E. (2009). Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla. (Tesis de licenciatura). Recuperada de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1350/ICI_180.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sánchez, R. (2014). Terapia de Puteo – Las Pistas de Lima [Mensaje en blog]. Recuperado de <https://bajopalabraperu.wordpress.com/2014/06/13/terapiade-puteo-las-pistas-de-lima/> Shah, Y., Jain, S., Tiwari, D. & Jain, M. (2013). Development of Overall Pavement Condition Index for Urban Road Network. Procedia - Social and Behavioral
- Sierra, C., & Rivas, A. (2016). Aplicación y comparación de las diferentes metodologías de diagnóstico para la conservación y mantenimiento del tramo PR 00+000 – PR 01+020 de la vía al llano (DG 78 BIS Sur – Calle 84 Sur) en la UPZ Yomasa (Tesis de licenciatura). Recuperada de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/13987/4/TRABAJO%20DE%20GRADO%20VIZIR%20Y%20PCI%202016%20.pdf>
- Sosa, A. (2018). Propuesta de renovación del pavimento para la mejora de la transitabilidad vial en la avenida Cuzco, distrito Mi Perú – Callao (Tesis de licenciatura). Recuperada de <http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/4751>
- Vásquez, L. (2002). Manual Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Recuperado de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>
- Vera, R. (2014). Pavimentos [Mensaje en blog]. Recuperado de <https://libropavimentos.blogspot.com/2014/10/indice-de-serviciabilidad.html>

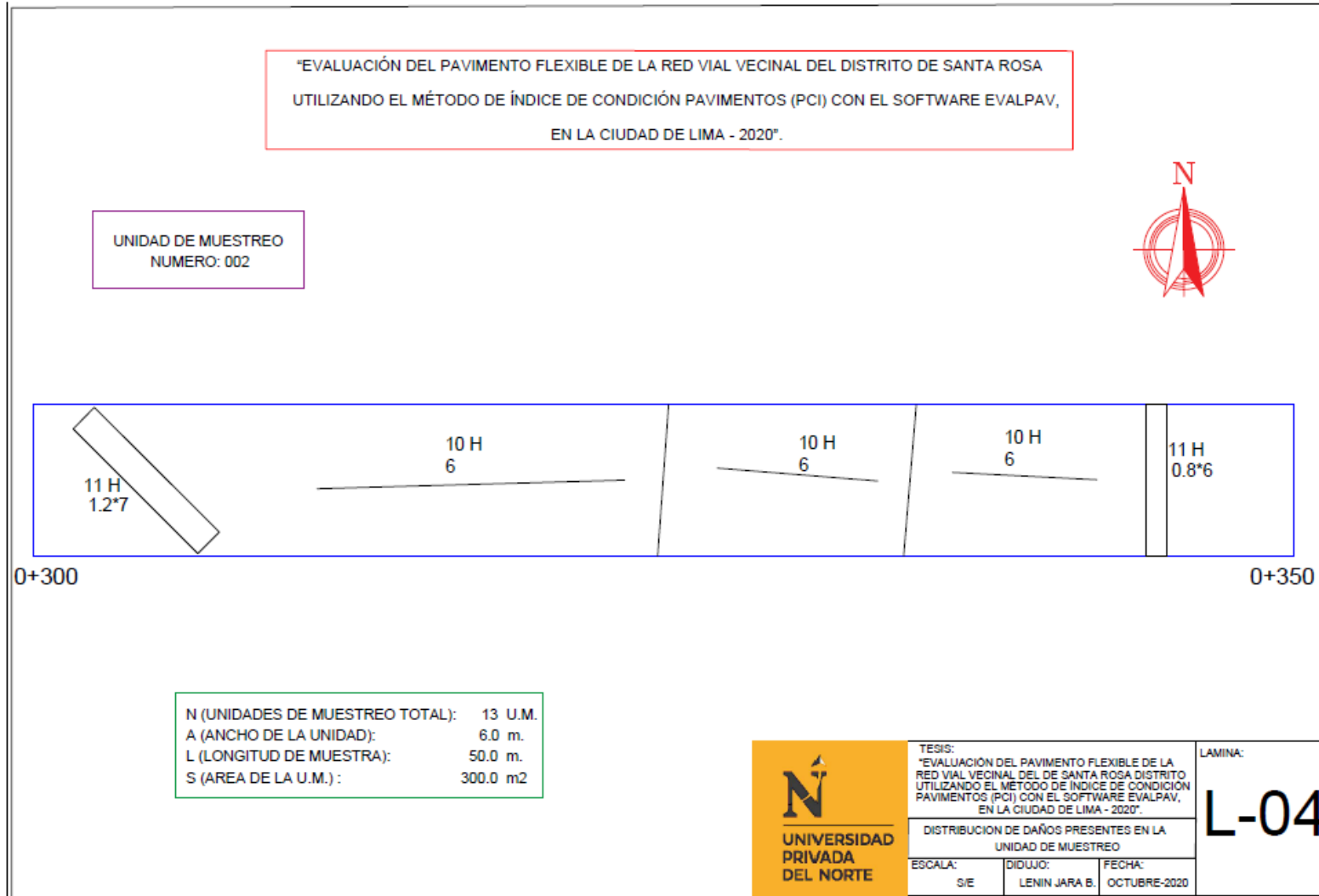
ANEXOS

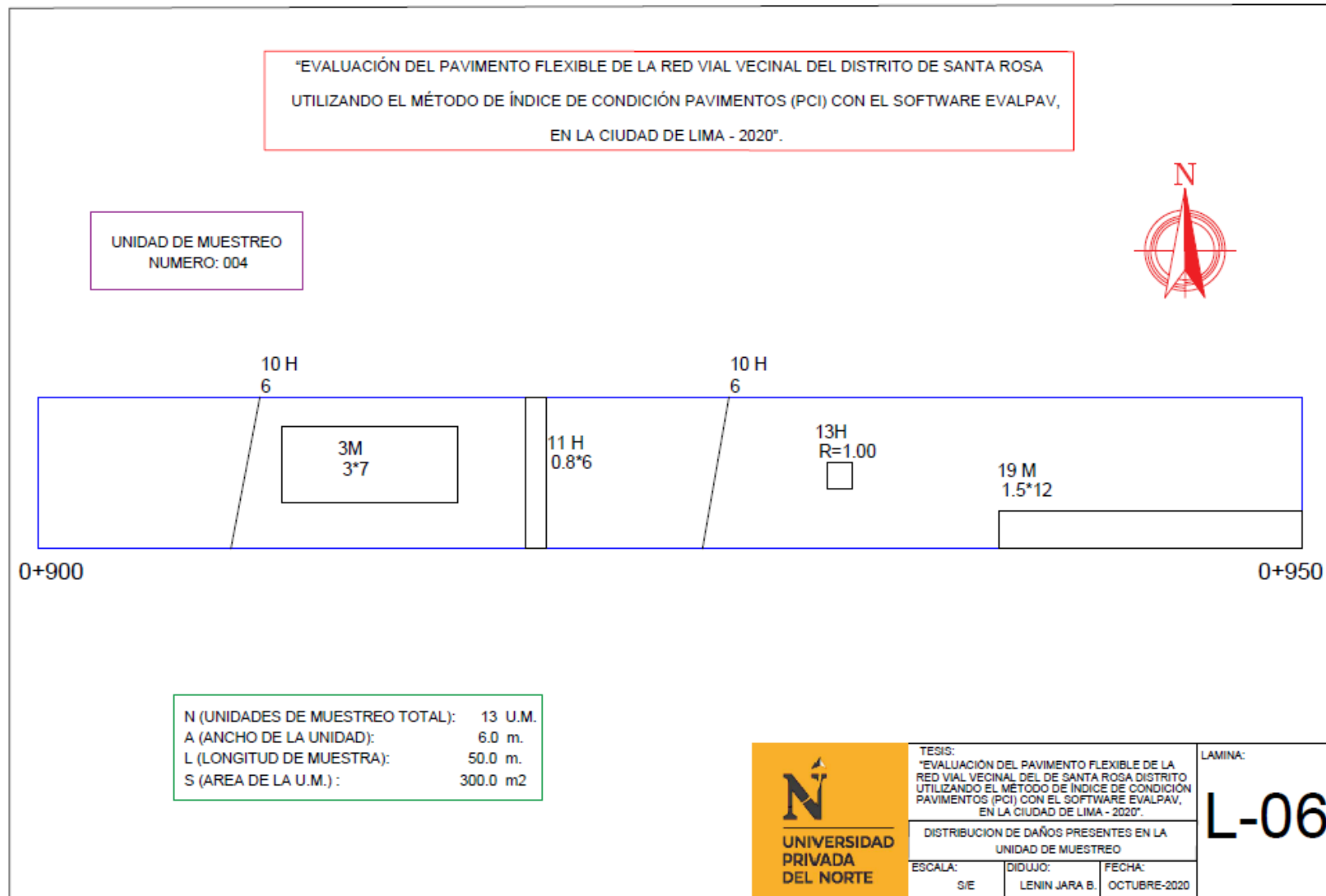
ANEXO 1:

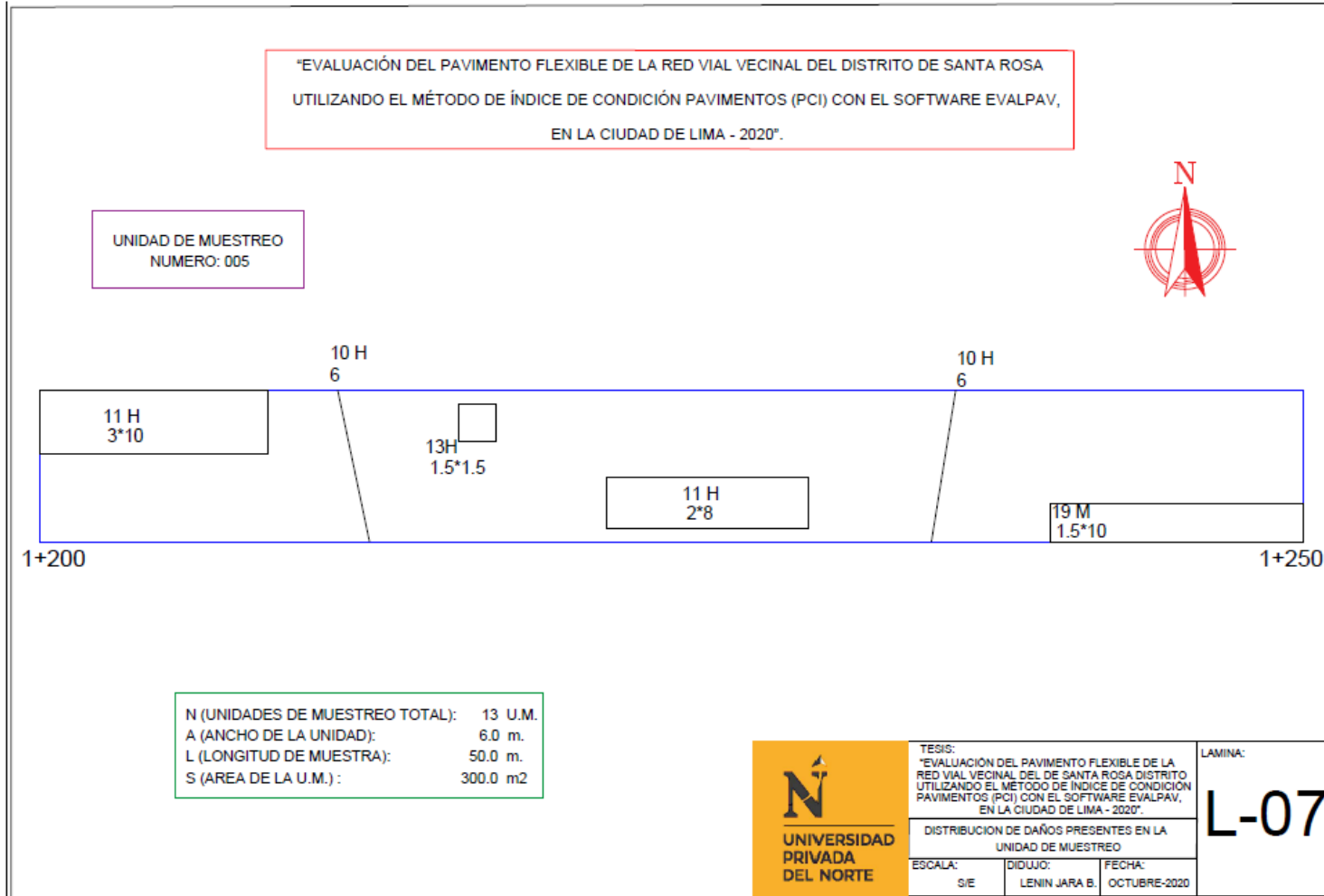
Planos.

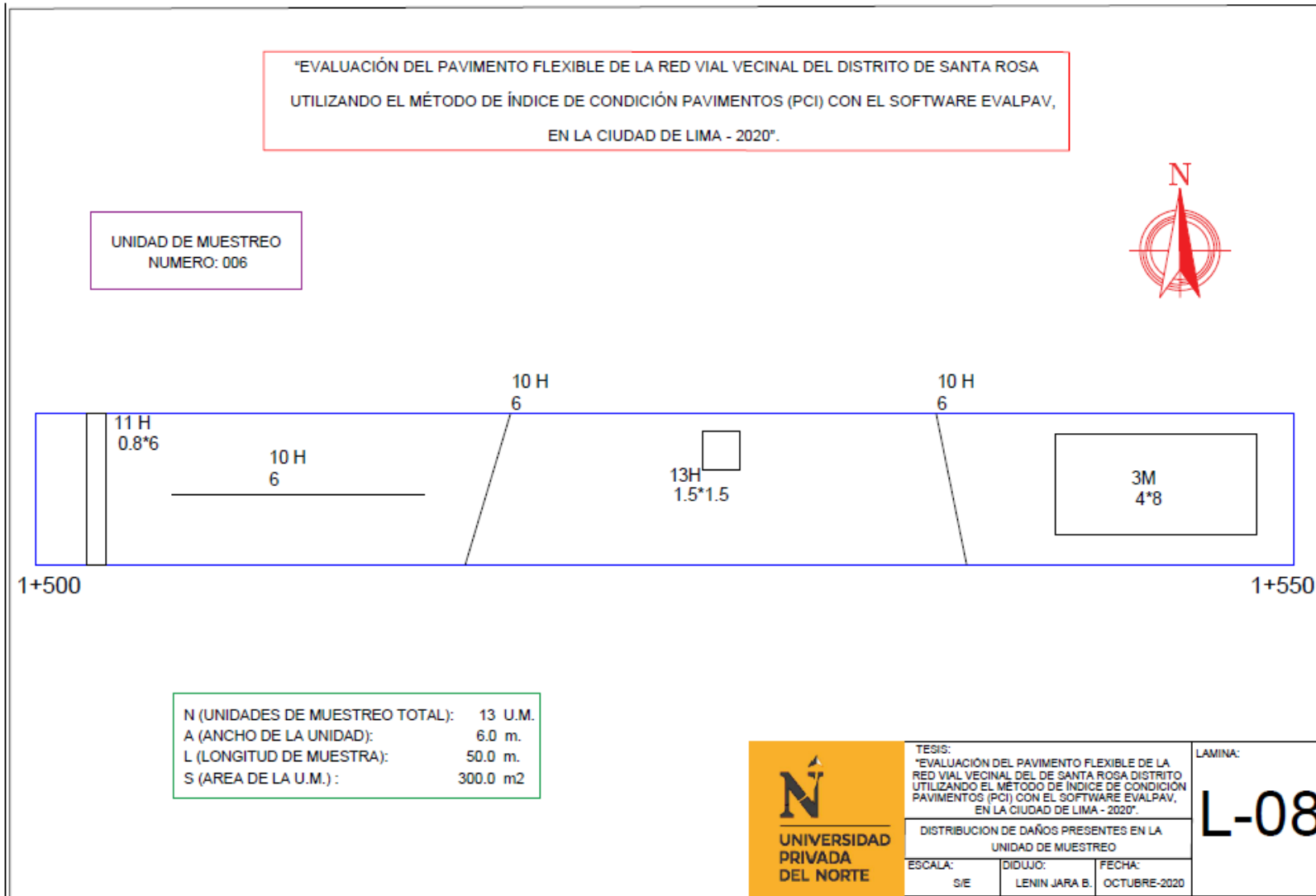


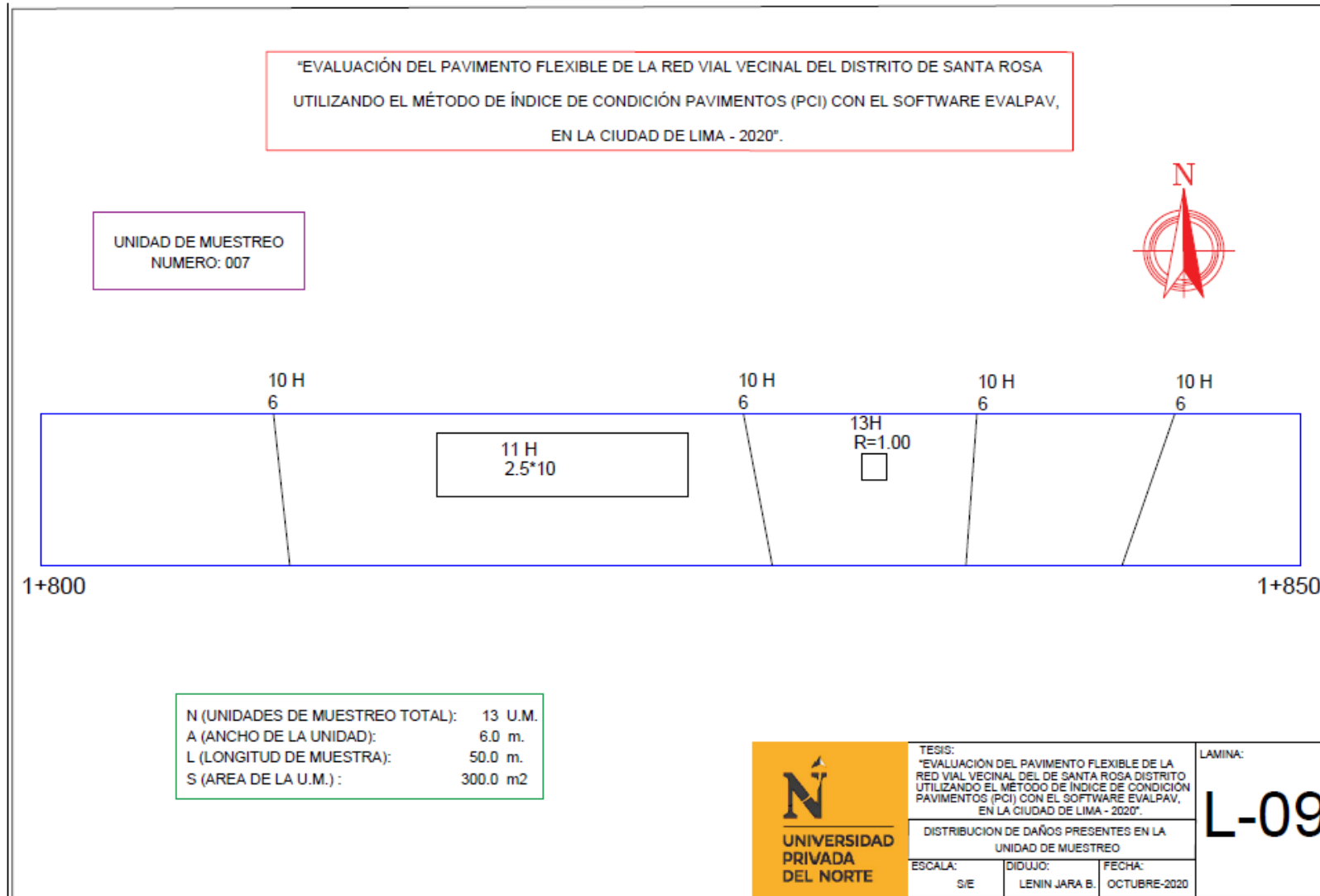


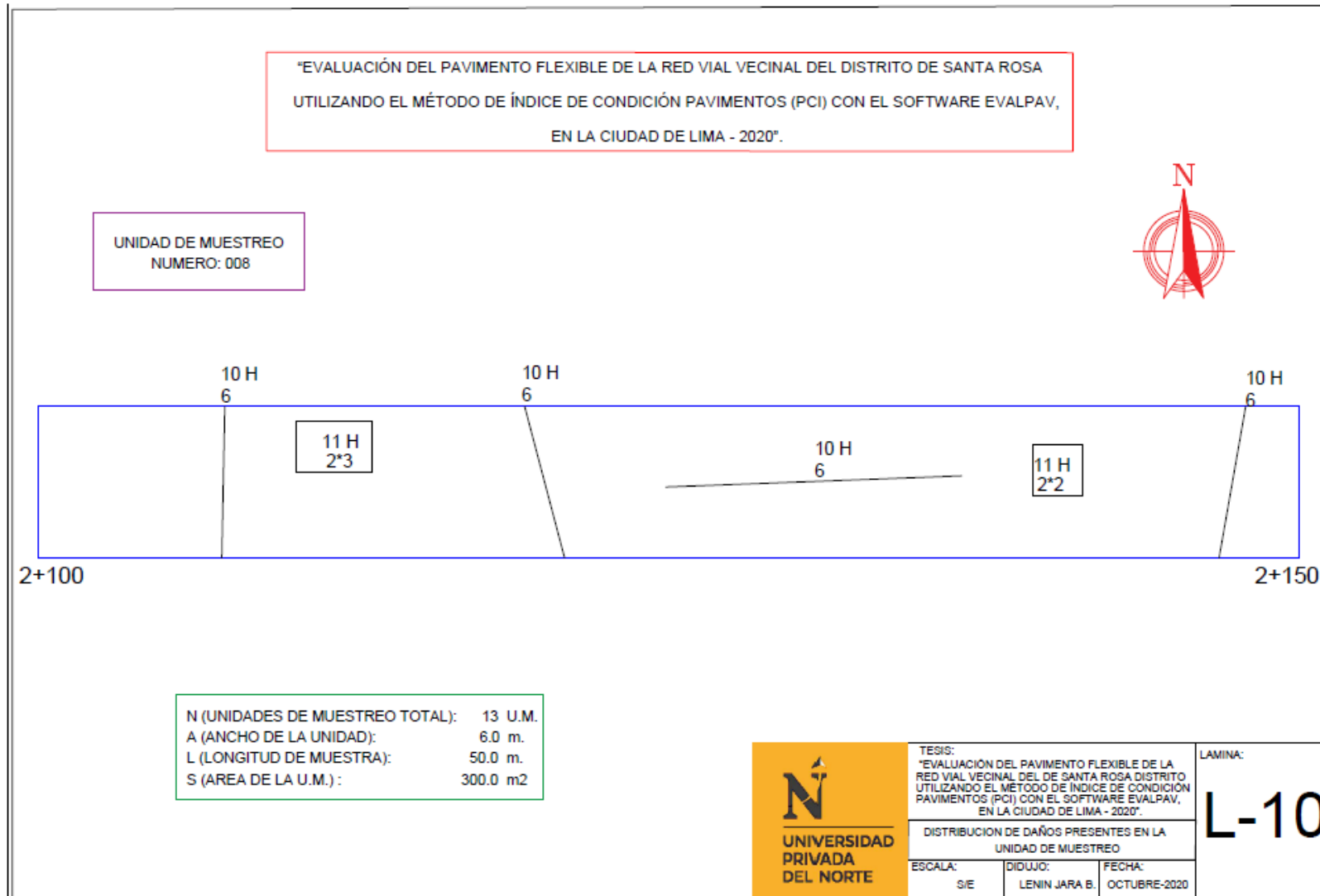


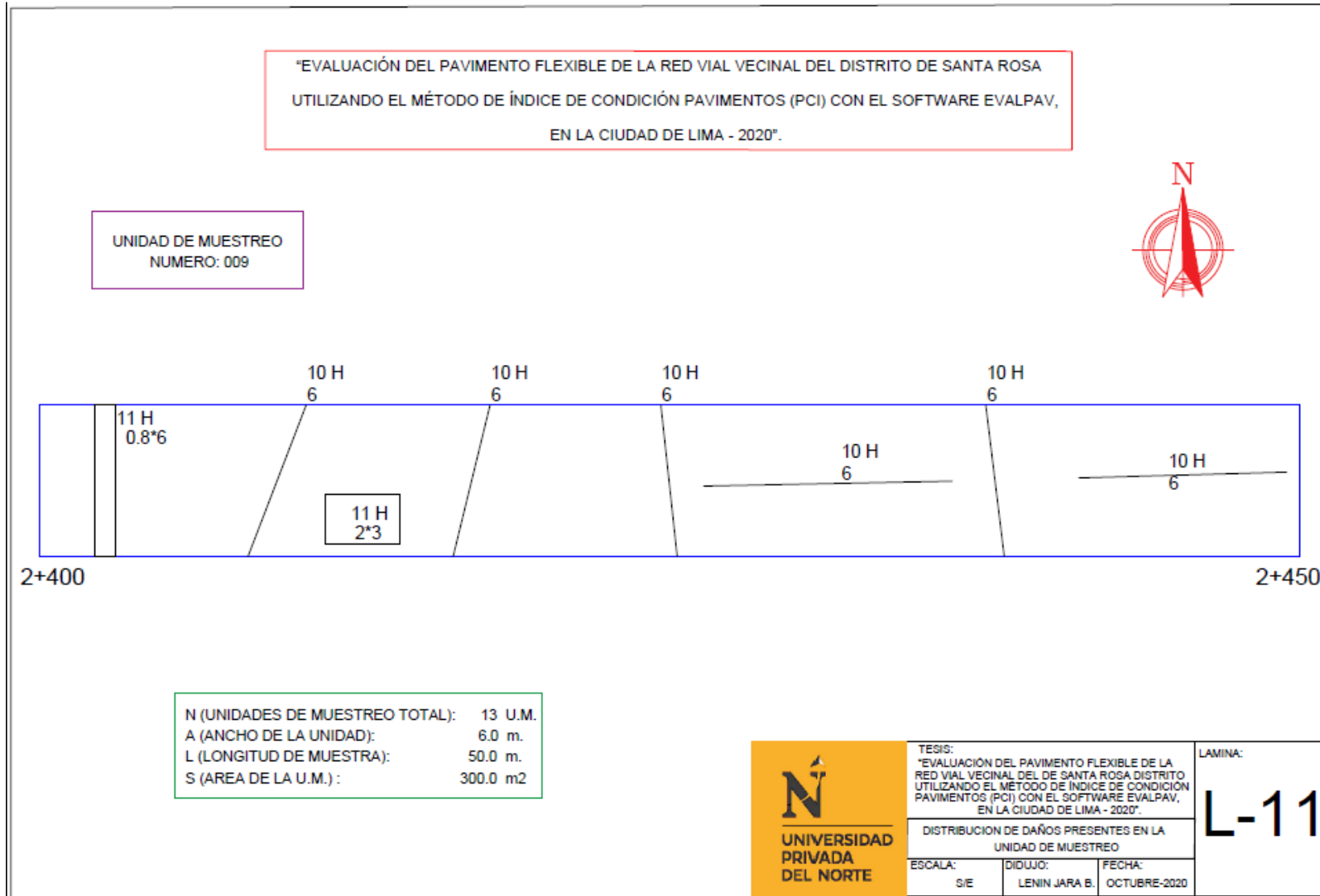


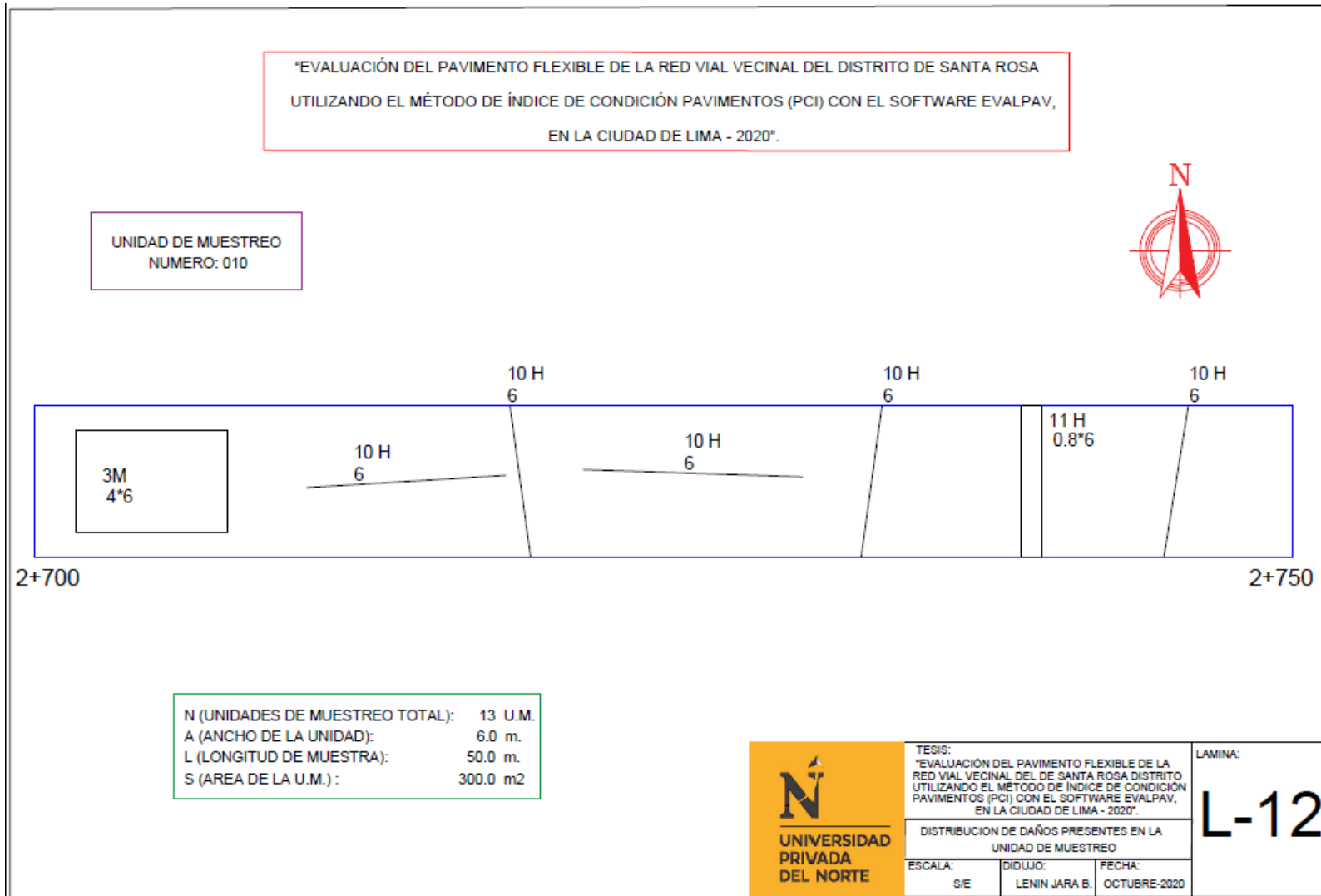


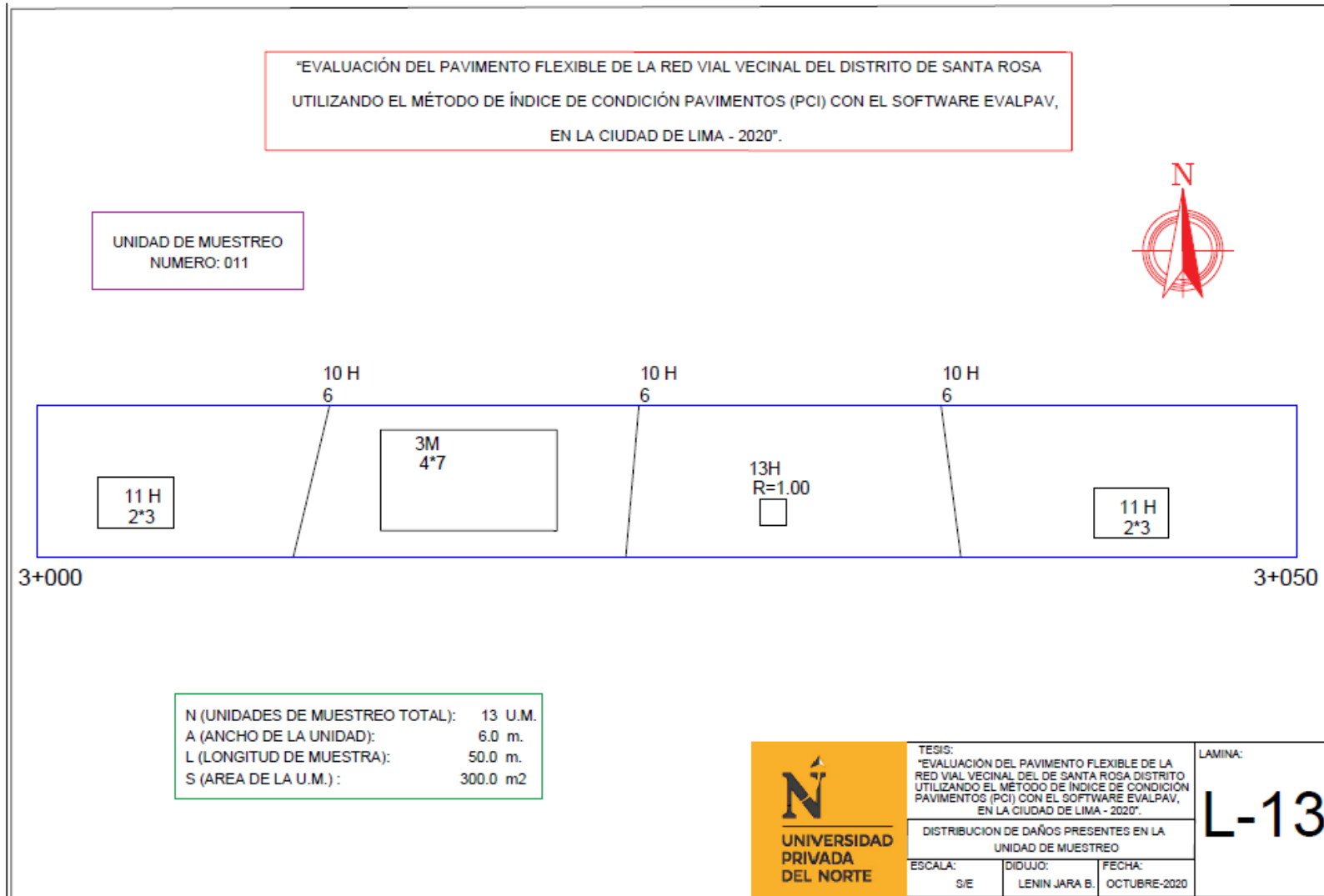


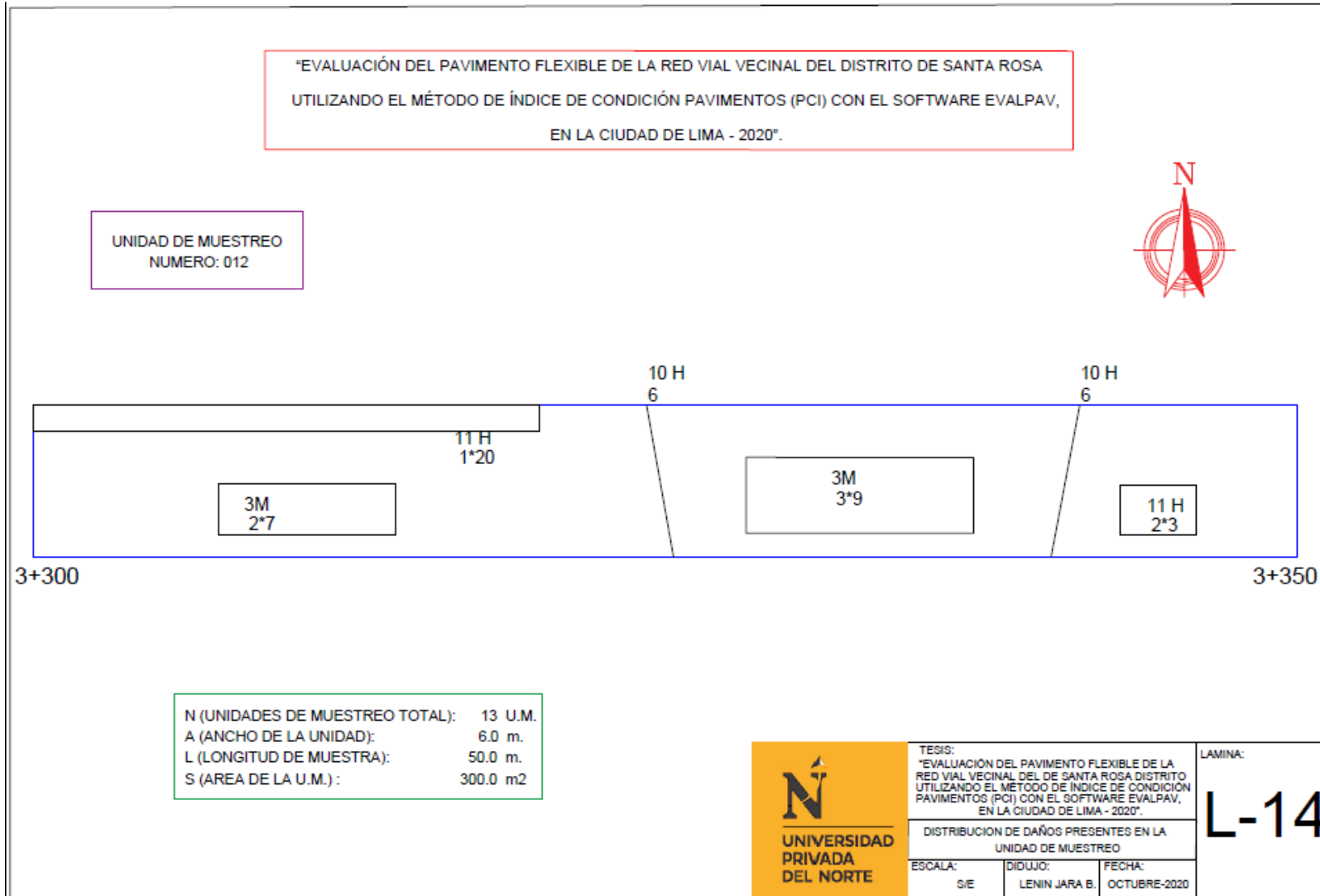


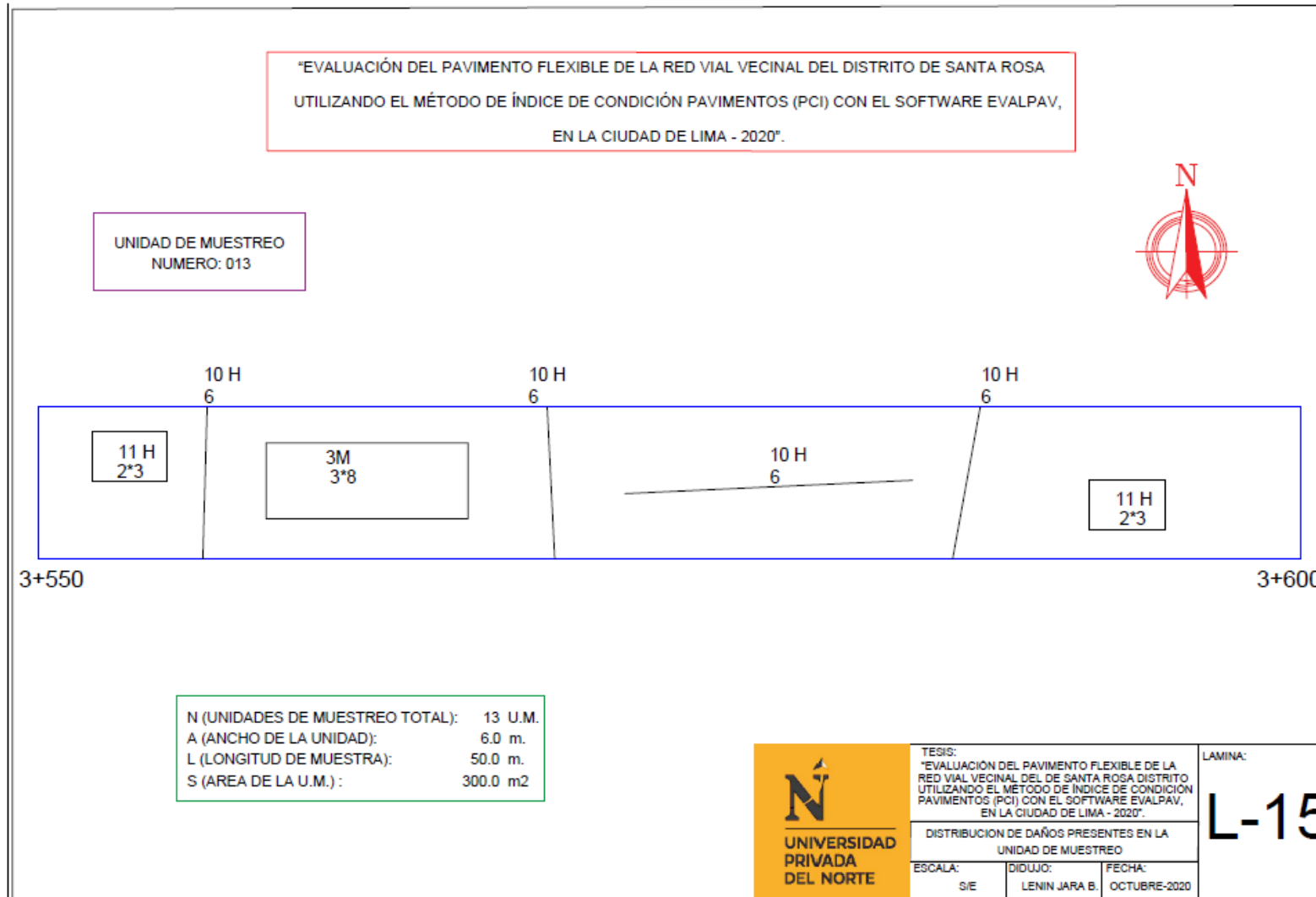












ANEXO 2:

PANEL FOTOGRÁFICO

IDENTIFICACIÓN DE FALLAS



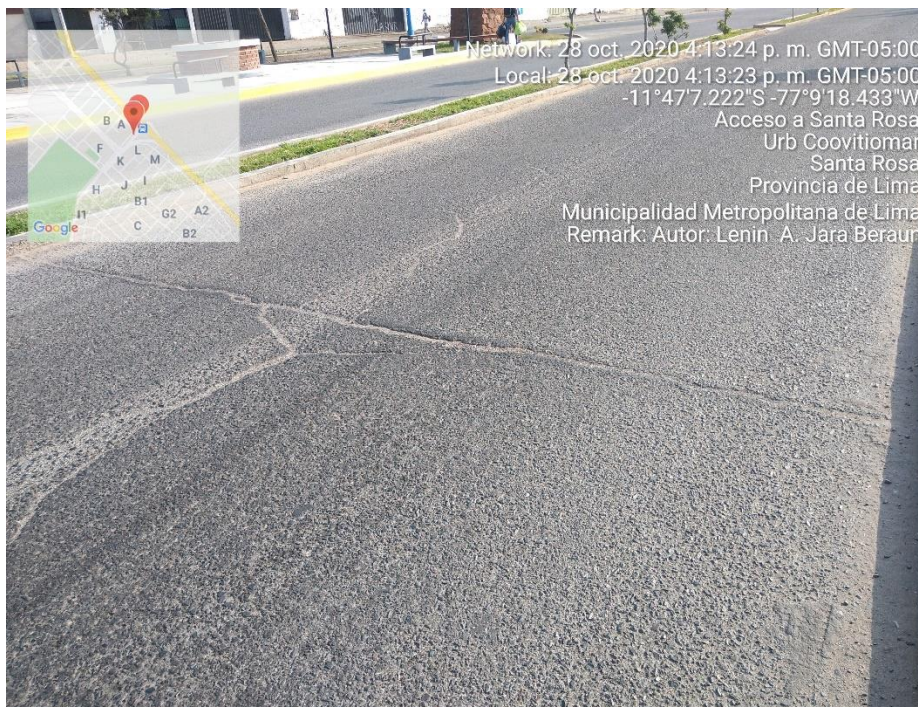
Identificación de Parcheo.



Identificación de Parcheo.



Identificación de Grietas Longitudinales y Transversales.



Identificación de Grietas Longitudinales y Transversales.



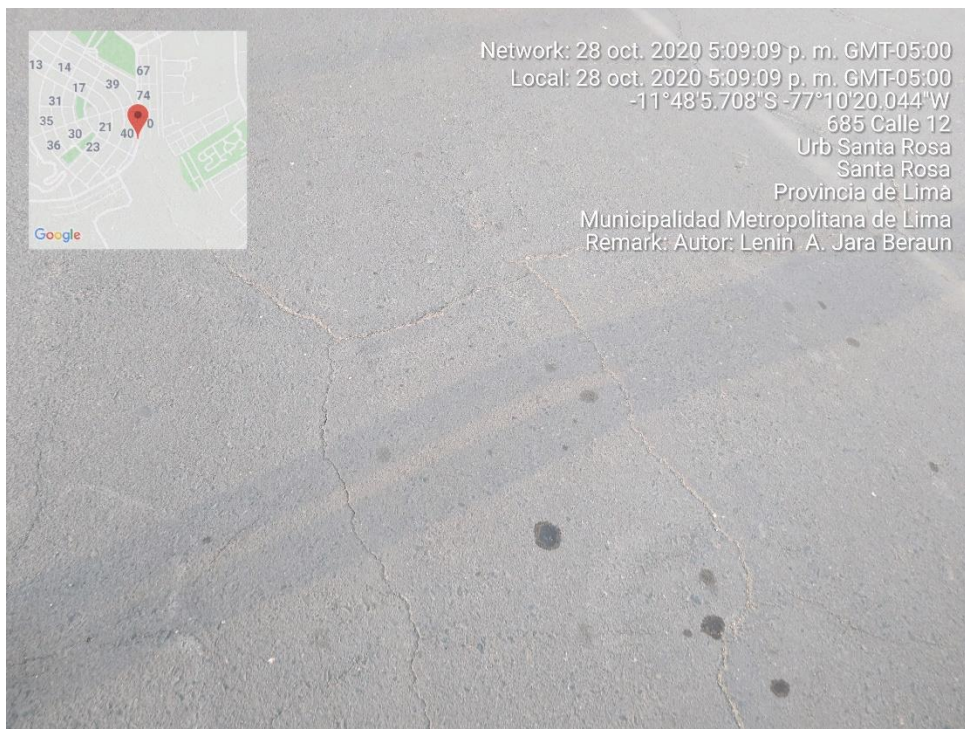
Identificación de Huecos.



Identificación de Huecos.



Identificación de Agrietamiento en Bloque.



Identificación de Agrietamiento en Bloque.

ANEXO 3:

**FORMATO DE
EXPLORACIÓN DE
PCI - VALIDADO**

ANEXO 4:

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Partida	Demolicion de Pavimento Asfáltico en Parches de Pistas (m2)					
Rendimienm2/DIA	MO. 235.0000	EQ. 235.0000	Costo unitario directo por : m2		7.46	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.5000	0.0170	21.89	0.37	
OFICIAL	hh	1.0000	0.0340	15.28	0.52	
PEON	hh	2.0000	0.0681	13.74	0.94	
					1.83	
Materiales						
Agua	m3		0.015	5.0000	0.08	
					0.08	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.04	1.83	0.07	
Compresora Numatica 250-330 PCM.87HP	hm	2.0000	0.0681	71.62	4.88	
Martillo Neumatico de 29 kg	hm	2.0000	0.0681	8.93	0.61	
					5.56	
Partida	Trazo y Replanteo (m2)					
Rendimienm2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2		1.23	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	1.0000	0.0080	21.89	0.18	
Peon	hh	6.0000	0.0480	13.74	0.66	
Operario Topografo	hh	1.0000	0.0080	15.20	0.12	
					0.96	
Materiales						
Clavos para Madera con Cabeza de 3"	kg		0.005	2.6300	0.01	
Yeso de 28 kg	bis		0.01	12	0.12	
					0.13	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.04	0.96	0.04	
Teodolito	hm	1.0000	0.0080	14.00	0.11	
					0.15	
Partida	Eliminación de Material Excedente (m3)					
Rendimienm2/DIA	MO. 280.0000	EQ. 280.0000	Costo unitario directo por : m2		22.13	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.5000	0.0143	21.89	0.31	
Oficial	hh	1.0000	0.0286	15.28	0.44	
Peon	hh	4.0000	0.1143	13.74	1.57	
					2.32	
Materiales						
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.04	2.32	0.09	
Cargador Frontal CAT-930	hm	1.0000	0.0286	150.00	4.29	
Camion Volquete	hm	2.0000	0.0571	270.00	15.43	
					19.81	

Partida	Base Granular para Bacheo en Pistas E=0.15 mts				
Rendimienm ² /DIA	MO. 430.0000	EQ. 430.0000	Costo unitario directo por : m ²		14.31
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0019	21.89	0.04
Oficial	hh	1.0000	0.0186	15.28	0.28
Peon	hh	3.0000	0.0558	13.74	0.77
					1.09
Materiales					
Base Granular	m ³		0.164	36.0000	5.90
					5.90
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.04	1.09	0.04
Camion Cisterna	hm	1.00	0.02	130.00	2.42
Rodillo Vibratorio DYNAPAC Liso	hm	1.00	0.02	96.00	1.79
Motoniveladora	hm	1.00	0.02	165.00	3.07
					7.32
Partida 01.02.02	Carpeta Asfáltica en Caliente de 2" (m ²)				
Rendimienm ² /DIA	MO. 850.0000	EQ. 850.0000	Costo unitario directo por : m ²		30.05
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1.0000	0.0094	21.89	0.21
Operario	hh	2.0000	0.0188	18.24	0.34
Peon	hh	8.0000	0.0753	13.74	1.03
					1.58
Materiales					
Mezcla Asfáltica	m ³		0.06	361.6000	21.70
					21.70
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.04	1.58	0.06
Rodillo Vibratorio Autopropulsado 127 Hp 8-23ton	hm	1.52	0.0143	157.00	2.25
Rodillo TANDEM EST 8-10 ton	hm	1.50	0.0141	170.00	2.40
Pavimentadora Sobre Orugas 69 HP 10-16"	hm	1.50	0.0141	146.00	2.06
					6.77
Partida	Sellado de Fisuras Severas (m)				
Rendimienm ² /DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m ²		8.50
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	5.0000	0.0400	21.89	0.88
Operario	hh	4.0000	0.0320	18.24	0.58
Oficial	hh	10	0.0800	15.28	1.22
Peon	hh	1.0000	0.0080	13.74	0.11
					2.79
Materiales					
Sellador Elastomérico para Fisuras	Kg		0.25	11.1500	2.79
					2.79
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.04	2.79	0.11
Compresora Neumática 250-330 PCM, 87HP	hm	1.00	0.0080	71.62	0.57
RUTEADOR	hm	1.00	0.0080	143.40	1.15
Tractor de Tiro de 80 HP	hm	1.00	0.0080	80.00	0.64
Camioneta Pick-Up 4x2107HP 1TON	hm	1.00	0.0080	56.12	0.45
					2.92

Partida		Fresado de Carpeta Asfáltica Existente en mal estado (m ²)			
Rendimiento m ² /DÍA		MO. 160.0000	EQ. 160.0000	Costo unitario directo por : m ²	8.14
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	0.0500	18.24	0.91
PEON	hh	3.0000	0.1500	13.74	2.06
					2.97
Materiales					
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.04	2.97	0.12
Maquinaria para Fresado Sobre Asfalto	hm	1.5000	0.0750	67.30	5.05
					5.17
Partida		Excavación a Nivel de Subrasante para Bacheo de Pistas (m ³)			
Rendimiento m ² /DÍA		MO. 520.0000	EQ. 520.0000	Costo unitario directo por : m ²	25.16
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
Operario	hh	0.5028	0.0077	18.24	0.14
Oficial	hh	2.0000	0.0308	15.28	0.47
Peon	hh	8.0000	0.1231	13.74	1.69
					2.30
Materiales					
Petroleo D-2	gal		0.798	16.0000	12.77
					12.77
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.04	2.30	0.09
Retroexcavadora Sobre Oruga 115-165 HP 0.75-1.4 Y	hm	2.0000	0.0308	325.00	10.00
					10.09
Partida		Conformación de Subrasante para bacheo de Pistas (m ²)			
Rendimiento m ² /DÍA		MO. 520.0000	EQ. 520.0000	Costo unitario directo por : m ²	4.06
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
Capataz	hh	0.5000	0.0077	21.89	0.17
Oficial	hh	1.0000	0.0154	15.28	0.24
Peon	hh	8.0000	0.1231	13.74	1.69
					2.09
Materiales					
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.04	2.09	0.08
Camion Cisterna	hm	0.5000	0.0077	130.00	1.00
Rodillo Vibratorio DYNAPAC Liso		0.6000	0.0092	96.00	0.89
					1.97

Partida	Imprimación (m ²)				
Rendimien m ² /DIA	M.O. 1,900.0000	EQ. 1,900.0000	Costo unitario directo por : m ²		3.06
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
Capataz	hh	2.0000	0.0084	21.89	0.18
Oficial	hh	2.0000	0.0084	15.28	0.13
Peon	hh	8.0000	0.0337	13.74	0.46
					0.78
Materiales					
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.04	0.78	0.03
Compresora Neumatica 250-330 PCM, 87 HP	hm	1.9000	0.0076	71.62	0.54
Tractor de Tiro de 80 HP	hm	1.9000	0.0080	80.0000	0.6400
Camion Imprimador	hm	1.9000	0.0080	134.0000	1.0720
					2.2838
Partida	Sellado de Fisuras Moderadas (m)				
Rendimien m ² /DIA	M.O. 1,600.0000	EQ. 1,600.0000	Costo unitario directo por : m ²		6.36
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	5.0000	0.0250	21.89	0.55
Operario	hh	4.0000	0.0200	18.24	0.36
Oficial	hh	10	0.0500	15.28	0.76
Peon	hh	1.0000	0.0050	13.74	0.07
					1.74
Materiales					
Sellador Elastomerico para Fisuras	Kg		0.25	11.1500	2.79
					2.79
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.04	1.74	0.07
Compresora Neumatica 250-330 PCM, 87HP	hm	1.00	0.0050	71.62	0.36
Sellador de Fisuras	hm	1.00	0.0050	143.40	0.72
Tractor de Tiro de 80 HP	hm	1.00	0.0050	80.00	0.40
Camioneta Pick-Up 4x2107HP ITON	hm	1.00	0.0050	56.12	0.28
					1.83
Partida	Pintado de Linea Continua E=0.10 mts				
Rendimien m ² /DIA	M.O. 180.0000	EQ. 180.0000	Costo unitario directo por : m ²		5.40
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
Operario	hh	2.0000	0.0889	18.24	1.62
Peon	hh	4.0000	0.1778	13.74	2.44
					4.06
Materiales					
Disolvente de Pintura para Trafico	gal		0.0248	20.0000	0.50
Pintura Esmalte para Trafico	gal		0.015	45	0.68
					1.17
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.04	4.06	0.16
					0.16

Partida	Pintado de Línea Discontinua E=0.10 mts				
Rendimiento/DIA	MO. 180.0000	EQ. 180.0000	Costo unitario directo por : m2		5.44
Descripción Recurso Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Operario	hh	2.0000	0.0889	18.24	1.62
Peon	hh	4.0000	0.1778	13.74	2.44
					4.06
Materiales					
Disolvente de Pintura para Trafico	gal		0.0248	20.0000	0.50
Pintura Esmalte para Trafico	gal		0.015	45	0.68
					1.17
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.05	4.06	0.20
					0.20
Partida 01.02.02	4.2185				
Rendimiento/DIA	MO. 21.0000	EQ. 21.0000	Costo unitario directo por : m2		22.97
Descripción Recurso Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Operario	hh	1.0000	0.3810	18.24	6.95
Peon	hh	2.0000	0.7619	13.74	10.47
					17.42
Materiales					
Disolvente de Pintura para Trafico	gal		0.1178	20.0000	2.36
Pintura Esmalte para Trafico	gal		0.0556	45	2.50
					4.86
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.04	17.42	0.70
					0.70

ANEXO 5:

**MANUAL DEL USUARIO
EVALPAV - SOFTWARE PARA EVALUACION DE
PAVIMENTOS EN CARRETERAS Y AEROPUERTOS DE
SUPERFICIE ASFALTICA, Y CARRETERAS NO
PAVIMENTADAS.**