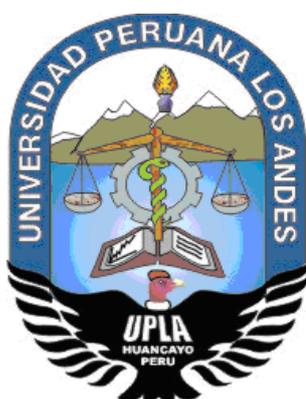


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“EVALUACIÓN DE JUNTAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS
Y SU RELACIÓN CON EL DESEMPEÑO ESTRUCTURAL
EN LAS CALLES DE PAUCARTAMBO, 2021”**

PRESENTADO POR:

Bach. TAMAYO JANAMPA, Dennis Edward

Línea de Investigación institucional: Transporte y urbanismo

Línea de investigación por programa de estudios:

Estructuras de transporte

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2022

DR. CANO CAMAYO, TIBER JOEL
ASESOR METODOLOGICO

MG. CARDENAS CAPCHA, JESÚS IDEN
ASESOR TEMATICO

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

A las personas que me dieron la vida, Isaúl Enrique Tamayo Vidal y Abilia Janampa Huaynate, a mi novia por su apoyo incondicional Nelsy Silvia Negrón Chávez y en especial a mi hermano Daniil Isaul Tamayo Janampa ya que está pasando por una etapa importante en los estudios, en el dejo el contenido de esta Tesis para que le sirva como referencia que todos los objetivos se pueden cumplir en esta vida, solo con decisión y perseverancia ya que sin ellas no se pueden lograr mucho, y con el más grande anhelo de que también logre sus objetivos planteados.

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

DR. RUBÉN DARÍO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

ING. JUAN ENRIQUE GUTIÉRREZ Waidhofer
JURADO

ING. LIDIA LEONOR ALMONACID ORDOÑEZ
JURADO

NATALY LUCIA CÓRDOVA ZORRILLA
JURADO

MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO GENERAL

CONTENIDO

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO	2
CONTENIDO	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
INDICE DE FIGURAS	8
ACRONIMOS Y ABREVIATURAS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCION	12
CAPITULO I	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. Descripción de la realidad problemática.	14
1.2. Formulación del problema	15
1.2.1. Problema general	15
1.2.2. Problemas específicos	15
1.3. Justificación de la investigación	16
1.3.1. Justificación social.	16
1.3.2. Justificación teórica.	16
1.3.3. Justificación práctica.	16
1.3.4. Justificación metodológica.	17
1.4. Delimitación del problema	17
1.4.1. Delimitación espacial	17
1.4.2. Delimitación temporal	17
1.5. Limitaciones	17
1.6. Objetivos	18
1.6.1. Objetivo general	18
1.6.2. Objetivos específicos	18
CAPITULO II	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes	22
2.2. Bases teóricas.	30
2.3. Marco conceptual.	33

2.4.	Hipótesis	35
2.4.1.	Hipótesis general	35
2.4.2.	Hipótesis específicos	35
2.5.	Variables	36
2.5.1.	Definición conceptual de las variables	36
2.5.2.	Definición operacional de la variable.	36
2.5.3.	Operacionalización de las variables.	37
CAPITULO III		38
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		38
3.1.	Método de la investigación	38
3.2.	Tipo de investigación	38
3.3.	Nivel de la investigación	39
3.4.	Diseño de investigación	39
3.5.	Población y muestra	39
3.5.1.	Población	39
3.5.2.	Muestra	40
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
3.7.	Procesamiento de la información	41
3.8.	Técnicas y análisis de datos	60
CAPITULO IV		61
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS		61
4.1.	ESPECÍFICOS.	61
4.2.	GENERAL.	98
CAPITULO V		102
DISCUSIÓN DE RESULTADOS		102
5.1.	Discusiones específicas.	102
5.2.	Discusión general.	104
CONCLUSIONES		105
RECOMENDACIONES		106
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		107
ANEXOS		111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Definición operacional de variable	37
Tabla 02: Formato PCI-02, Evaluación de la condición por unidad de	42
Tabla 03: Formato para recolección de datos de espaciamiento de juntas	43
Tabla 04: Rangos de clasificación del PCI	51
Tabla 05: daño de sello de juntas	55
Tabla 06: Obtención del máximo valor deducido corregido	57
Tabla 07: Distribución del pavimento en zonas.	61
Tabla 08: Cantidad de unidades de muestreo por zona	63
Tabla 09: formato del PCI-02 de la Zona 01 – UM - 03	64
Tabla 10: cálculo del valor deducido corregido de la Zona 01 – UM - 03	65
Tabla 11: cálculo del PCIs promedio de la Zona 01	65
Tabla 12: formato del PCI-02 de la Zona 02 – UM - 04	66
Tabla 13: cálculo del valor deducido corregido de la Zona 02 – UM - 04	67
Tabla 14: cálculo del PCIs promedio de la Zona 02	67
Tabla 15: formato del PCI-02 de la Zona 03 – UM - 01	68
Tabla 16: cálculo del valor deducido corregido de la Zona 03 – UM - 01	69
Tabla 17: cálculo del PCIs promedio de la Zona 03	69
Tabla 18: formato del PCI-02 de la Zona 04 – UM - 03	70
Tabla 19: cálculo del valor deducido corregido de la Zona 04 – UM - 03	71
Tabla 20: cálculo del PCIs promedio de la Zona 04	71
Tabla 21: formato del PCI-02 de la Zona 05 – UM - 01	72
Tabla 22: cálculo del valor deducido corregido de la Zona 05 – UM - 01	73
Tabla 23: cálculo del PCIs promedio de la Zona 05	73
Tabla 24: formato del PCI-02 de la Zona 06 – UM - 03	74
Tabla 25: cálculo del valor deducido corregido de la Zona 06 – UM - 03	75
Tabla 26: cálculo del PCIs promedio de la Zona 06	75
Tabla 27: formato del PCI-02 de la Zona 07 – UM - 01	76
Tabla 28: cálculo del valor deducido corregido de la Zona 07 – UM - 01	77
Tabla 29: cálculo del PCIs promedio de la Zona 07	77
Tabla 30: formato del PCI-02 de la Zona 08 – UM - 07	78
Tabla 31: cálculo del valor deducido corregido de la Zona 08 – UM - 07	79

Tabla 32: cálculo del PCIs promedio de la Zona 08	79
Tabla 33: formato del PCI-02 de la Zona 09 – UM - 02	80
Tabla 34: cálculo del valor deducido corregido de la Zona 09 – UM - 02	81
Tabla 35: cálculo del PCIs promedio de la Zona 09	81
Tabla 36: formato del PCI-02 de la Zona 10 – UM - 01	82
Tabla 37: cálculo del valor deducido corregido de la Zona 10 – UM - 01	83
Tabla 38: cálculo del PCIs promedio de la Zona 10	83
Tabla 39: formato del PCI-02 de la Zona 11 – UM - 03	84
Tabla 40: cálculo del valor deducido corregido de la Zona 11 – UM - 03	85
Tabla 41: cálculo del PCIs promedio de la Zona 11	85
Tabla 42: formato del PCI-02 de la Zona 12 – UM - 02	86
Tabla 43: cálculo del valor deducido corregido de la Zona 12 – UM - 02	87
Tabla 44: cálculo del PCIs promedio de la Zona 12	87
Tabla 45: Resumen de PCIs promedios de todas las unidades de muestreo	87
Tabla 46: tipo de daño y sus causas	89
Tabla 47: nivel de valoración del PCI	90
Tabla 48: Distribución del pavimento en zonas	96
Tabla 49: espaciamientos en las zonas de estudio inspeccionada	97

INDICE DE FIGURAS

Figura 01: vista en planta de la avenida principal Vía alterna	22
Figura 02: mapa de la Vía alterna del distrito de Paucartambo	45
Figura 03: medición transversal	46
Figura 04: medición longitudinal	46
Figura 05: tipos de falla, descripción, causa y opciones de reparación	47
Figura 06: Índice de condición del pavimento (PCI), escala de clasificación y colores sugeridos.	51
Figura 07: 18 Curvas de valores deducidos	52
Figura 08: curvas de valores deducidos corregido	56
Figura 09: espaciamiento máximo de las juntas	58
Figura 10: junta de contracción con sello fluido	59
Figura 11: junta de expansión o aislamiento	59
Figura 12: Porcentaje de densidad de patologías en la Zona 01	90
Figura 13: Porcentaje de densidad de patologías en la Zona 02.	90
Figura 14: Porcentaje de densidad de patologías en la Zona 03.	91
Figura 15: Porcentaje de densidad de patologías en la Zona 04.	91
Figura 16: Porcentaje de densidad de patologías en la Zona 05.	91
Figura 17: Porcentaje de densidad de patologías en la Zona 06.	92
Figura 18: Porcentaje de densidad de patologías en la Zona 07.	92
Figura 19: Porcentaje de densidad de patologías en la Zona 08.	92
Figura 20: Porcentaje de densidad de patologías en la Zona 09.	93
Figura 21: Porcentaje de densidad de patologías en la Zona 10.	93
Figura 22: Porcentaje de densidad de patologías en la Zona 11.	93
Figura 23: Porcentaje de densidad de patologías en la Zona 12.	94
Figura 24: sello de junta en todas las zonas	95
Figura 25: Daño en el sello de junta	95
Figura 26: Distribución de densidad de daño en las juntas	98

ACRONIMOS Y ABREVIATURAS

ACPA	: Asociación Estadounidense de Pavimentos de Concreto.
ASTM	: Sociedad Americana para Pruebas y Materiales
AASHTO	: La Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes.
PCI	: Índice de condición del pavimento.
PCA	: Asociación del Cemento Portland
MTC	: Ministerio de Transportes y Comunicaciones
INVIAS	: Instituto Nacional de Vías (Colombia)
CDV	: Valor deducido corregido.
HDV	: Mayor valor deducido individual
TDV	: Valor deducido total.

RESUMEN

En la presente investigación titulada “Evaluación de juntas en pavimentos rígidos y su relación con el desempeño estructural en las calles de Paucartambo, 2021” el problema de investigación planteado fue ¿Qué relación hay entre la evaluación de juntas en pavimentos rígidos y el desempeño estructural en sus calles?, y el objetivo fundamental fue evaluar las juntas en pavimentos rígidos y su relación con el desempeño estructural en las calles, como hipótesis se formuló “La evaluación de juntas en pavimentos rígidos nos indicará el pésimo estado ante el desempeño estructural en sus calles”, el método de investigación usado en este proyecto es el deductivo y de tipo aplicado, de nivel fue descriptivo y con un diseño no experimental, en las cuales usamos los instrumentos como cuadernos de investigación, encuestas, fichas, la población fue las calles del distrito de Paucartambo y como muestra se dividieron en 12 calles de la vía alterna para mejorar los datos y ser más precisos.

Para nuestro resultado general, se pudo demostrar que el pésimo estado de las juntas en pavimentos rígidos, reducen desempeño estructural de las mismas, ya que, en la recolección de datos de campo y procesamiento de dicha información, nos arrojó resultados desfavorables en cuanto a la conservación de las juntas, y como afecta negativamente su utilidad.

Palabras claves: evaluación, juntas, pavimento rígido, desempeño estructural. Calles, sellos, desplazamientos, losas.

ABSTRACT

In the present investigation entitled "Evaluation of joints in rigid pavements and their relationship with structural performance in the streets of Paucartambo, 2021" the research problem posed was: What is the relationship between the evaluation of joints in rigid pavements and structural performance in its streets?, and the fundamental objective was to evaluate the joints in rigid pavements and their relationship with the structural performance in the streets, as a hypothesis it was formulated "The evaluation of joints in rigid pavements will indicate the terrible state before the structural performance in its streets ", the research method used in this project is the deductive and applied type, the level was descriptive and with a non-experimental design, in which we used instruments such as research notebooks, surveys, cards, the population was the streets of the district of Paucartambo and as a sample they were divided into 12 streets of the alternate route to improve the data and be more precise.

For our general result, it was possible to demonstrate that the poor state of the joints in rigid pavements, reducing their structural performance, since, in the field data collection and processing of said information, it gave us unfavorable results in terms of the conservation of the joints, and how it negatively affects their usefulness.

Keywords: evaluation, joints, rigid pavement, structural performance. Streets, stamps, displacements, slabs.

INTRODUCCION

Las deficiencias que se aprecian en el pavimento rígido de la Vía alterna del distrito de Paucartambo, siendo esta una vía principal ya que son de uso constante para el transporte vehicular y peatonal, son de carácter muy preocupante porque tienen un periodo de construcción de 9 años en las cuales no se le tomó importancia. También se señala que esta vía es muy usada para el transporte de vehículos pesados, ya que transitan desde la ciudad de Oxapampa hacia Pasco y viceversa, esta vía no cuenta con rehabilitación ni mantenimiento, por ello se viene degradando periódicamente a su corto periodo de diseño. Así pues, se llega a la pregunta, “que nivel de desempeño tiene este pavimento y qué papel cumple el estado de las juntas”.

La presente investigación tiene un sustento técnico de evaluación y calificación objetiva que nos brinda una acertada respuesta del deterioro (daño, severidad) del pavimento rígido, la herramienta usada para calificar el desempeño estructural es el PCI por sus siglas en inglés Pavement Condition index (índice de condición del pavimento) la cual fue desarrollada por el ASTM Designation: D 6433 – 07, también se tomaron referencias para el diseño de juntas en pavimentos rígidos de manuales extranjeros como el de INVIAS (instituto nacional de Vías) de Colombia y se compararon con los espesores de las juntas obtenidas de campo.

Esta investigación tiene como objetivo general evaluar las juntas en pavimentos rígidos y su relación con el desempeño estructural en las calles de Paucartambo en el 2022, por lo tanto, se ha organizado la tesis en capítulos, siendo los siguientes:

El capítulo I trata del planteamiento del problema, formulación del problema de investigación general y específicos, delimitación espacial y temporal, justificación teórica, práctica o social, metodológica, limitaciones y el planteamiento del objetivo general y los específicos que se pretenden alcanzar. **En el capítulo II.** Se presentan la descripción de los objetos de estudio planteados, los

antecedentes del estudio de investigación, el marco conceptual, la definición de términos, las hipótesis generales y específicas y la definición y operacionalización de variables, cabe mencionar que es la posible respuesta a lo que se quiere demostrar. **En el capítulo III.** Aquí se toman los temas de la metodología que se utilizó para realizar el estudio tales como los métodos, tipo, nivel y diseño de investigación, también se planteó la población y muestra y las técnicas e instrumentos de recolección, el procesamiento y análisis de datos usados en la etapa de campo y gabinete. **En el capítulo IV.** Se presenta el análisis e interpretación de resultados obtenidos del trabajo de investigación realizado. **En el capítulo V.** Se presenta la discusión de los resultados, y también hacemos las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación. Por último, adjuntamos las referencias bibliográficas y los respectivos anexos donde ponemos información necesaria que sustentan la elaboración de la presente tesis con la finalidad de dar soluciones y aportar conocimiento a la juventud estudiosa.

TAMAYO JANAMPA, DENNIS EDWARD
Investigador

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática.

El objetivo fundamental de esta investigación científica fue evaluar el pésimo desempeño de las juntas en pavimentos rígidos que pertenece a la línea de investigación de transporte y urbanismo, estructura y transporte donde nos habla sobre el diseño de estructuras de pavimentos.

La evaluación de juntas en pavimentos rígidos tuvo el objetivo de demostrar su pésimo desempeño estructural ante la mala práctica de la construcción, lo que aumenta su deterioro a corto y largo plazo, y reduce así el confort del tránsito peatonal y vehicular.

En la actualidad los pavimentos no cuentan con un adecuado mantenimiento de juntas, también no se detallan el diseño adecuadamente en proyectos de inversión.

El deterioro del pavimento ocasiona que el tránsito vehicular sea reducido porque daña los vehículos y a la vez perjudica el tránsito peatonal, también la serviciabilidad es un indicador de nivel de comodidad y seguridad que un pavimento proporciona a sus usuarios en la etapa de uso.

Pésimo diseño de juntas en pavimentos que ocasionan daños al usuario del tránsito vehicular y peatonal.

En el trabajo de investigación “factores actuantes en el comportamiento de pavimentos rígidos en la calle Luis Galvani” solo se determinó que los factores actuantes en el comportamiento de pavimentos rígidos son el tráfico, clima, y los materiales de la estructura, la investigación se realizó en las calles del ámbito del distrito de Paucartambo, provincia y región Pasco.

Por otra parte, teniendo en cuenta que en la actualidad la evaluación de juntas en pavimentos rígidos son rara vez consideradas en el ámbito de estudio tomando en cuenta que no se hacen mantenimiento de juntas en pavimentos.

1.2. Formulación del problema

En la actualidad, la avenida denominada Vía alterna, siendo una avenida principal que conecta las calles del distrito de Paucartambo viene siendo afectado por deterioros en su estructura, cabe señalar que la falta de una evaluación y atención a este inconveniente está provocando su deterioro acelerado, en tal sentido se planteó los siguientes problemas.

1.2.1. Problema general

¿Qué relación hay entre la evaluación de juntas en pavimentos rígidos y el desempeño estructural en las calles de Paucartambo en el 2022?

1.2.2. Problemas específicos

A. ¿Cuál será la capacidad estructural producida en la evaluación de juntas en pavimentos rígidos en las calles de Paucartambo en el 2022?

- B.** ¿Cuál será el estado del sello de juntas en pavimentos rígidos y su relación con el desempeño estructural en las calles de Paucartambo en el 2022?

- C.** ¿Qué condiciones dará el espaciamiento de las cajas de las juntas en pavimentos rígidos en el desempeño estructural en las calles de Paucartambo en el 2022?

1.3. Justificación de la investigación

1.3.1. Justificación social.

Constituyó en la evaluación de juntas en pavimentos rígidos con métodos, técnicas y análisis en el desempeño de sus características, y así comprobar su deterioro a corto y largo plazo la cual es perjudicial para la población de la zona de investigación.

1.3.2. Justificación teórica.

El estudio estuvo dirigido a formular instrumentos de recopilación de información que permitiera hacer más eficiente el proceso de construcción de juntas en pavimentos rígidos. La investigación propuesta mediante la aplicación de la teoría de los conceptos básicos de la evaluación del proceso constructivo busca evitar errores en la elaboración de juntas para así poder obtener un mejor desempeño estructural en pavimentos rígidos.

1.3.3. Justificación práctica.

La evaluación de juntas en pavimentos rígidos mejorará el desempeño estructural post construcción de la vía y así aumentará la calidad de vida de la población en base a sus necesidades como el tránsito vehicular y peatonal garantizando un ambiente adecuado.

1.3.4. Justificación metodológica.

El estudio se hace con el propósito de establecer un conjunto de parámetros más eficaces que logren realmente prevenir, y regularizar la mala práctica de la evaluación de juntas en pavimentos rígidos y su relación con el desempeño estructural, y orientar a la utilización de diseños adecuados y normas.

1.4. Delimitación del problema

1.4.1. Delimitación espacial

El estudio delimita espacialmente en la Vía alterna que conecta las calles principales del área geográfica del departamento de Pasco, provincia de Pasco y Distrito de Paucartambo. Con una extensión superficial de setecientos cuatro con treinta y tres kilómetros cuadrados (704,33 km²) y tiene una altitud aproximada de 2,880 m.s.n.m.

1.4.2. Delimitación temporal

El estudio se delimita temporalmente al año 2021 y 2022, en los meses de octubre a enero, se realizará la elaboración del proyecto de tesis, en los meses de octubre a diciembre se realizó el trabajo de campo, para demostrar los resultados del estudio.

1.5. Limitaciones

1.5.1. Económicas

Un factor muy importante es la falta de recursos económicos ya que no se pudo contratar más personal de ayuda para la toma de datos por lo que en la primera etapa se contó con un personal, y la

adquisición de equipos más sofisticados como el deflectómetro de impacto (FWD) o equipos de evaluación de rugosidad.

1.5.2. Disponibilidad de Tiempo

El trabajo de toma de datos se realizó los fines de semana, ya que de lunes a viernes se tienen compromisos laborales, y son el sustento de los gastos para el trabajo de investigación.

1.5.3. Condición de salud

Debido a la pandemia del COVID–19 se presentaron inconvenientes durante el procesamiento de la información ya que se presentaron síntomas de esta enfermedad la que impidieron que se prosigan con el desarrollo normal de esta actividad.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Evaluar las juntas en pavimentos rígidos y su relación con el desempeño estructural en las calles de Paucartambo en el 2022.

1.6.2. Objetivos específicos

- A.** Analizar la capacidad estructural producida en la evaluación de juntas en pavimentos rígidos en las calles de Paucartambo en el 2022.
- B.** Examinar el estado del sello de juntas en pavimentos rígidos y su relación con el desempeño estructural en las calles de Paucartambo en el 2022.

- C.** Determinar las condiciones que darán el espaciamiento de las cajas de las juntas en pavimentos rígidos en el desempeño estructural en las calles de Paucartambo en el 2022.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

La avenida Vía Alternativa:

La avenida considerada para la investigación se denomina Vía alternativa, es una avenida importante y se dividió en 12 unidades de muestreo (de calle a calle) que fueron consideradas para la investigación, ya que estas unidades tienen el mismo periodo de vida y está ubicada en el departamento de Pasco, provincia de Pasco, distrito de Paucartambo, que tiene una superficie de 704.33 Km².

El área de estudio se encuentra a una altitud aproximada de 2,880 m.s.n.m. El distrito de Paucartambo comprende altitudes que van desde la región puna, suni, quechua hasta la región Yunga.

La Vía alternativa se ubica en el distrito de Paucartambo, en la región sierra central del territorio nacional. Se localiza a una altitud de 2880 m.s.n.m. La zona de estudio se encuentra geográficamente, enmarcado entre las coordenadas UTM 409401 m E y 8808627 m N, 410642 E Y 8807466 N.

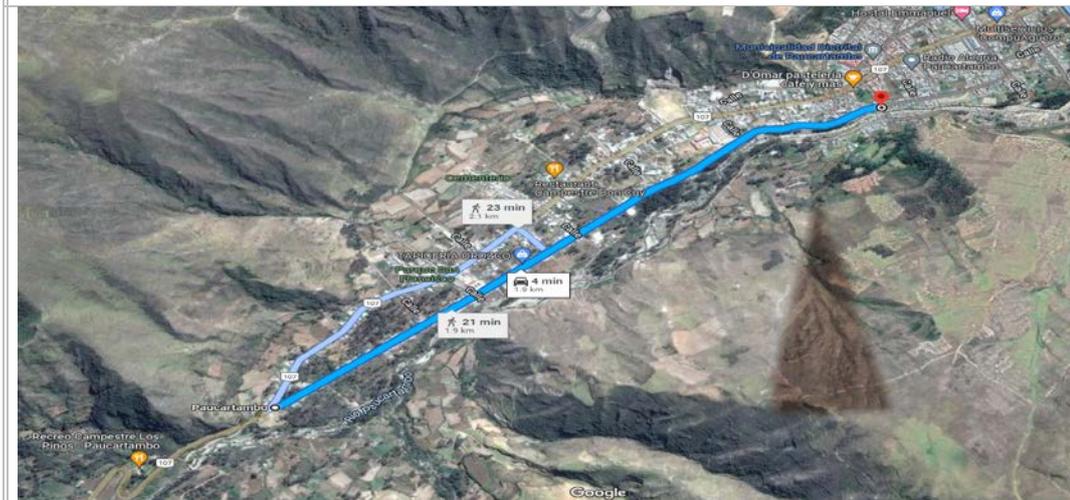
Durante décadas, las calles de Paucartambo no contaban con una vía principal por donde puedan transitar vehículos pesados que se dirigían de ciudad a ciudad, por ello la Municipalidad Distrital de Paucartambo puso en marcha un proyecto en ese entonces denominado “Mejoramiento con

veredas y pavimento rígido de la vía alterna tramo portada de ingreso a Paucartambo – puente Huagaychan, distrito de Paucartambo – Pasco – Pasco” como alternativa de solución.

Durante la etapa de construcción del pavimento se observaron inconvenientes, tales como falta de dirección técnica no siguiendo los parámetros y lineamientos de los manuales y normas para construirlas, es por ellos que en la actualidad a 10 años de su construcción se aprecian fallas en su superficie perjudicando el tránsito vehicular y peatonal, las constantes quejas de los usuarios despertaron curiosidad para poder definir las causas de estos deterioros, cabe señalar que en todas las calles del distrito de Paucartambo se aprecian los mismo inconvenientes, ya que tienen el mismo proceso constructivo, el pavimento de la vía alterna se seleccionó para su evaluación porque se considera una vía principal que tienen una conexión directa con las ciudades de Oxapampa y Carhuamayo, es por ahí donde transitan los vehículos más pesados que transportan productos de alta necesidad.

Para tener una clara y acertada conclusión de lo que le ocurre a este pavimento se optó por analizar y tomarlos como muestra utilizando principalmente el Manual del ASTM D 6433-18 índice de condición del pavimento (PCI) y manuales que puedan ayudar a definir las características técnicas correctas de su forma demostrando así que este pavimento se encuentra en pésimo estado, y sugiriendo se pueda tomar acciones inmediatas para detener su deterioro conservándolo en la etapa de su vida útil, para ello se buscó información extra de trabajos realizados en diferentes zonas del país y del mundo entero.

Figura 1 – vista en planta de la avenida principal Vía alterna



Fuente: Google Maps

2.1. Antecedentes

2.1.1. Escenarios Internacionales.

Tesis de grado, “Diseño estructural de pavimento rígido de las vías urbanas en el municipio del espinal – departamento del Tolima”, en el año 2018, de Janette Patricia Ospina Camacho, Quien concluye:

Las pruebas geotécnicas y los estudios de tráfico han demostrado que el suelo es apto para el diseño de concreto rígido. También indican la necesidad de mejorar la calzada. Idealmente, utilizar materiales de mejor calidad (incluidos materiales granulares) para aumentar el soporte de la calzada. De manera similar, el material de la subbase debe cumplir con las condiciones de dureza, durabilidad y resistencia especificadas durante la compactación.

Se determinaron dos dimensiones específicas, de acuerdo con los parámetros técnicos de la estructura del pavimento, en hormigón hidráulico, en el mejoramiento de la base y calzada se debe utilizar una capa de geotextil NT-2500 para aislar los materiales finos de las partículas.

La mejora de las carreteras mejorará en gran medida los servicios de tránsito; permitirá el paso de camiones pesados y vehículos de baja carga, proporcionando así servicios viales de alta calidad, rápidos, seguros y confiables, tanto para el acceso al centro de la ciudad, como para la comunicación entre los departamentos.

Se han desarrollado dos diseños de pavimentos para hormigón hidráulico, el primero utiliza un método denominado PCA y el segundo utiliza el método propuesto por el Instituto Nacional de Vías INVIAS. Los resultados nos llevaron a concluir que el método PCA es un método ideal para lograr el diseño, teniendo en cuenta los tipos de vehículos que circulan en la vía y las condiciones del área de implementación del proyecto.

Se recomienda desarrollar un presupuesto de trabajo y una cotización por el valor total del proyecto en consideración al diseño seleccionado (método PCA) (Ospina, 2018).

Tesis de grado, “indicadores de desempeño para capacidad estructural y vibraciones del pavimento y serviciabilidad de paraderos, para modelo de niveles de servicio en carreteras concesionadas”, en el año 2019, de Sebastián Alejandro Burgos Diedrichs, llega a las conclusiones:

Debido a la amplia aplicación de parámetros de deflexión en pavimentos flexibles y pavimentos rígidos, todos los estudios relacionados con los activos de capacidad portante estructural se evalúan mediante análisis de deflexión. Puede estar directamente relacionado con el estado estructural, proporcionando así un método simple y práctico para controlar organismos.

El método mecánico proporcionará información más precisa sobre el comportamiento de la estructura de la carretera, pero no pasará parámetros que puedan evaluarse directamente mediante mediciones de índices.

Se ha comprobado que la vibración vial es producto del tráfico, ha sido evaluada y considerada en investigaciones preliminares, y sus requisitos y

restricciones están a la vanguardia de las restricciones recomendadas por las normas internacionales. Por lo tanto, el nivel de vibración generado por el tráfico debe controlarse durante la operación de la carretera.

No se consideran un problema de integridad estructural, y es poco probable que alcancen un nivel perceptible. Para las carreteras concesionadas, no debe haber ningún problema obvio. Irregularidades en la superficie de la carretera, como baches o discontinuidades que pueden provocar vibraciones. Por lo tanto, no es necesario evaluar el desempeño de la infraestructura vial a este respecto (Burgos, 2019).

Tesis de grado, “evaluación del estado del pavimento rígido en el segmento de vía de la avenida ferrocarril entre calles 37 y 31 de la ciudad de Ibagué Tolima”, en el año 2020, de María C. Aristizabal S, Hadson L. Canizales P y Juan S. Leiva L. Llegan a las conclusiones:

La conclusión es que, en el tramo comprendido entre las calles 37 a 31 y la avenida ferroviaria de la ciudad de Ibagué, el volumen de tráfico medio semanal es de 8.375, de los cuales los automóviles representaron el 91,1%, los autobuses el 5,4% y los camiones el 3,5%. De acuerdo con su alto flujo de tráfico, refleja la importancia y demanda de la infraestructura vial. Con base en el nivel de tráfico estimado.

La característica del segmento de vía en el estudio de la avenida ferroviaria es el Tipo Dos (NT2). Esta clasificación puede revelar los requisitos de la infraestructura vial y su relación con la calidad de la piedra, así como el diseño de la mezcla utilizada para construir nuevos pavimentos.

Se concluyó que el índice de condición del pavimento para las cinco subsecciones de las secciones de terminación de la carretera en estudio generalmente representa una condición recurrente con enfermedades recurrentes como deterioro de empastes, grietas en las líneas, losas divididas, huecos y desplazamientos. Se han identificado paneles que

requieren una intervención rápida para garantizar la viabilidad y la seguridad vial (Aristizabal y otros, 2020).

Tesis de grado, “Evaluación visual de fisuras tempranas en las losas de pavimento rígido MR41 en la variante del Municipio de Urrao (Dep. Antioquia)”, en el año 2016, de Luis A. Pérez A. Concluye que:

Como hemos visto, las principales causas del desarrollo de enfermedades son la carga prematura de paneles por cargas externas esperadas por el contratista, corte superficial de algunas juntas, sellado de algunas juntas, escaso número de paneles y efectos constructivos como el endurecimiento del hormigón.

El mapeo de las patologías en el desempeño estructural del pavimento de rígido se considera moderadamente peligroso, pero se deben considerar algunas recomendaciones para garantizar la facilidad de uso de la carretera. Está claro que algunos bordes no se extienden en la misma dirección que las juntas transversales y pueden surgir problemas por el agrietamiento de los puntos de conexión con las estructuras de expansión, por lo que se debe realizar un corte adecuado para minimizar este efecto (Pérez, 2016).

Tesis de grado, “Evaluación del Pavimento Rígido de la Calle Ciruelos Desde la Avenida 42 hasta la Avenida 44, Sector Industrial Inmaconsa, Parroquia Tarqui, Cantón Guayaquil”, del año 2017, de Richard R. García F. Concluye que:

La evaluación de la calle Ciruelos se realizó considerando que el pavimento de concreto se comporta en flexión, también conocido como resistencia a tracción en flexión o módulo de falla, comúnmente conocido a los 28 días. Con los cálculos de tráfico diario promedio anual obtenidos en la Ruta 23 NW (Ciruelos) correspondiente al diseño ADT = 1012 vehículos. Corriente mixta bidireccional y ADT = 1240 vehículos. Mezcla de 2 vías con volumen del tanque = 228 carros. vehículos de dos sentidos.

Y del resultado del cálculo obtenido a partir del número de iteraciones de carga generadas por los ejes equivalentes, conocemos los siguientes datos
Esal'S diseño = 1053556 ESa'l'S actual = 1475534 La diferencia con Esal = 421978.

Gracias al método de galgas extensométricas, no se realizaron mediciones destructivas durante el trabajo de calibración en la vía 23. NW, se obtuvo la resistencia a la compresión promedio $f^c = 331 \text{ kgf / cm}^2$ (García, 2017).

2.1.2. Escenarios Nacionales.

Tesis de grado, “Factor clima y su relación con el deterioro de pavimentos rígidos en Ica año 2019”, de Ceferino G. Condorchoa, llegó a las conclusiones:

Se encuentra que el grado de disminución de las aceras rígidas en el método PCI de alta ciudad de ICA, encontrando una revisión 27 en la categoría BAD, espectáculos; Alta temperatura, baja humedad, un poco de lluvia y alta velocidad del viento para reducir las aceras rígidas por encima del nivel esperado del clima uno de los elementos principales de la disminución, incluida la velocidad de temperatura y la velocidad de la temperatura del viento.

Está vinculado entre el clima y la disminución de las aceras rígidas en el tamaño de la durabilidad, las grietas lineales, el daño de las articulaciones, las grietas con el valor de P menos de 0.05. No hay una relación significativa entre el descenso del clima y el tamaño de la carretera; Romper con la marca, adictiva, articulación pelada, un chip de ángulo; Negarse a la hipótesis de la investigación, valiosa P es mayor que 0.05.

Está vinculado entre el clima y la disminución del camino en el tamaño de; Parches grandes, varíes sintéticos, porque el valor de P es inferior a 0.05 y

no relacionado con el clima y el clima pequeño y los parches pequeños, separados, riel, bomba, rastreo cruzado debido a su valor más grande a 0.05 (Condorchoa, 2019).

Tesis de grado, “Evaluación Y Análisis Del Pavimentos Rígido En El Jirón 28 De Julio, Entre Las Cuadras 1 Al 9, Ciudad De Bagua, Región Amazonas, Al Año 2017”, de Nelina Terrones B, llegó a las conclusiones:

En el estudio del terreno permite la implementación de los planes de estudio y que se implementan en el programa básico de AutoCAD para mostrar las secciones para manejar la importancia de los diferentes tramos de la acera seleccionada, en áreas que mostraron intervenciones y, especialmente, su posición dentro del área urbana.

En el análisis de la acera estructural, se extrajo la investigación del suelo en 3 de los calibres en el cielo abierto, la arcilla biológica con baja plasticidad (CL), con una tasa más amplia registrada en Calicata 2 y 3 de estos estudios y Calicata 1 Arena Arcillosa (SC). Se registraron, registrando CBR con un promedio de 10.7% a una densidad máxima de humedad media 100% seca y óptima del 13,2%. La investigación de diamantes en la primera prueba se realizó en la resistencia del 63.35% según la estructura, en la segunda prueba realizada en el bloque 01, el resultado fue del 144.25% de la resistencia estructural su estructura y en las pruebas. 3, se realizó en un bloque 9 con una resistencia de 120.22% según su estructura.

Después de un ensayo meticuloso, los defectos se identifican para evaluar los productos de daño de la acera rígida, se han encontrado un parche grande (25%), una grieta angular (24%), una grieta lineal (21%), una escalera (10%), durabilidad de la grieta (5%), daño de sellado (5%), cuchilla dividida (4%), parche pequeño (4%)) y solo registrado / canal (2%), determinado como una imagen resumida de 3 secciones (Terrones, 2017).

Tesis de grado, “Evaluación de la Condición del Pavimento Rígido por el Método PCI en el Anillo Vial Tramo Chaupimarca – Yanacancha – Pasco 2018” de Carol G. Granda H, Concluye que:

Usando el método del índice de condición PCI, el estado encontrado en el que se determina una acera nominal, determinada al calcular el índice de condición, el indicador se determina a partir del análisis de parámetros, como ASTM D 6433 establecido. Al aplicar el método PCI para CHAUPIMARCA, YANACANCHA TRANCHES, ha obtenido que es una mala condición porque tiene un PCI 32.

El índice de anillo del anillo. Chaupimarca - Yanacancha, es el resultado de los valores promedio de PCI que se obtienen de 3 áreas evaluadas; Región Z1 - Chaupimarca tiene un índice de 46.26 clasificándose como un estado estable, el antiguo área de Z2-Yanacancha con índice 22.23 lo clasificó muy malo y finalmente Z3 - San Juan Pampa tiene un índice de 20.98 que lo clasifica como muy malo.

También en 2508 km, un total de 18 tipos de errores de 19 tipos fueron fundados por ASTM D 6433, teniendo en cuenta 18 tipos de errores de falla, las ventajas son los toques de agregado, placa. Dividir, pelusa y juntas de escape, verificadas en la Tabla V.27 y la tabla V.29 (Granda, 2018).

Tesis de grado, “Evaluación Estructural y Superficial del Pavimento de la av. Lambramani con fines de Diagnóstico y Rehabilitación” en el año 2021, de Renzo R. Ramos L, llega a las conclusiones:

Se ha determinado para el pavimento flexible de AV. Lambramani, el valor PCI promedio (Pavement Condition Index), de 52 correspondiente a la puntuación regular.

El valor promedio de IRI de 4.70 m / km “MANUAL DE CARRETERAS, SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS” y la “NORMA

TÉCNICA DE EDIFICACIONES CE.010 PAVIMENTOS URBANOS” se ha tomado del período máximo de tiempo para la investigación, este valor corresponde a una acera anciana.

Se ha determinado el valor de la desviación característica de la estructura, el valor es entre $73,06 \times 10^{-2}$ mm, menos que la desviación calificada de 82.63×10^{-2} mm y proporciona la desviación característica actual en el 88.41% del valor permitido.

El radio curvo (promedio) es equivalente a 351.17 Ml se ha calculado, de acuerdo con el manual de MANUAL DE CARRETERAS “SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS, donde recomienda al menos 80 m para un departamento de buena calidad mecánica.

El refuerzo del asfalto se calcula por el modelo HOGGS durante 15 años a partir del estudio actual, se necesita un espesor de 2 pulgadas mejorado con asfalto caliente (Ramos, 2021).

Tesis de grado, “Determinación y Evaluación de las Patologías del Concreto para Obtener el Índice de Integridad Estructural del Pavimento y Condición Operacional de la Superficie de la Pista en la Avenida las Malvinas, del Distrito de Mazamari, Provincia de Satipo, Región de Junín, Abril – 2016”, de Junior C. Alvarino D, Concluye:

En la superficie de pavimento rígido de la avenida las Malvinas cuadra 02 en el distrito de Mazamari, se analizaron las unidades de muestreo 1 y 2, y se encontraron los siguientes defectos: grieta lineal, grieta de esquina, desconchamiento y parche grande, se realizó un análisis en un cuadro de resumen con sus gráficos en el cual se representa la densidad del pavimento estudiado y su calificación según el PCI, resultado es que la carretera estudiada se encuentra en buen estado.

Para la superficie del pavimento rígido de la avenida las Malvinas cuadra 03 del distrito de Mazamari, se analizaron dos unidades de muestra 3 y 4, se encontró los siguientes daños: grieta lineal, grieta de esquina, grietas de retracción, parche grande y losa dividida, se realizó un análisis en un cuadro de resumen con sus gráficos en el cual se representa la densidad del pavimento estudiado y su calificación según el PCI, se obtuvo un resultado que el pavimento en estudio se encuentra en un estado regular.

Analizando la superficie del pavimento rígido de la avenida las Malvinas cuadra 04 del distrito de Mazamari, se inspeccionaron dos unidades de muestra 5 y 6, se encontró los siguientes daños: grieta lineal, grieta de esquina, grieta de retracción, parche grande y escala, se realizó un análisis en un cuadro de resumen con sus gráficos en el cual se representa la densidad del pavimento estudiado y su calificación según el PCI, se obtuvo un resultado que el pavimento en estudio se encuentra en un estado regular (Alvariño, 2016).

2.2. Bases teóricas.

2.2.1. Teoría de investigación.

Ciclo de vida de los materiales

La evaluación del ciclo de vida se considera un método confiable para evaluar las interrelaciones entre los sistemas de producción, fabricación y servicio y el medio ambiente. cuantifica y evalúa los flujos de un sistema (entradas (energía) y salidas (productos, coproductores, emisiones al aire, al agua y al suelo)) para evaluar los impactos potenciales que pueden tener estas interacciones, entre otras características, los resultados respaldan el desarrollo de productos que se consideran amigables con el medio ambiente, en esta investigación para el pavimento rígido su periodo de vida varía entre 20 a 40 años desde su construcción en la práctica (Carvalho, 2001).

Teoría de la resistencia de materiales

El estudio de la resistencia de los objetos y cómo los objetos pueden formar elementos estructurales se conoce como resistencia de materiales, es una rama de la mecánica que también incluye partes de otros temas como la teoría elástica mientras se estudia el mismo problema de resistencia de materiales, sin embargo, abordarlos de una manera diferente requiere fórmulas matemáticas más complejas, pero el objetivo de la resistencia de los materiales es proporcionar un método práctico para calcular los elementos estructurales más comunes, por lo que se deben hacer algunas suposiciones para simplificar el análisis, en un pavimento rígido se estudian los esfuerzos y deformaciones producidas por cargas de tránsito o cambios de temperaturas a lo largo de su vida útil (Pino y otros, 2015).

2.2.2. Normatividad.

La presente investigación se basa en la siguiente normatividad:

Índice de condición del pavimento PCI (designation D6433–18).

El ASTM (sociedad americana para pruebas y materiales) es un manual internacional de una organización que publica y desarrolla acuerdos voluntarios de normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios, PCI es el grado de deterioro del pavimento rígido y flexible en una escala de 0 a 100, donde 0 es pavimento dañado, 100 es pavimento en buen estado (Vásquez, 2002).

Diseño de estructuras de pavimentos (Guía AASHTO 93).

La Asociación Americana de Oficiales de Carreteras y Transportes es un manual para el desarrollo de estándares, emisión de especificaciones y procedimientos de prueba, y pautas para el diseño y construcción de carreteras en los Estados Unidos (Chamberlain y otros, 1997).

Diseño de espesores para pavimentos de hormigón en carreteras y calles (método de la PCA).

El manual del método de diseño de la PORTLAND CEMENT ASSOCIATION Es un método de diseño desarrollado específicamente para pavimentos de hormigón. Basado en el conocimiento de varias teorías pavimentadas como Westergaard, Picket y Ray y elementos finitos, así como en la experiencia de comportamiento en varios experimentos y estudios (como la prueba de Arlington) y diferentes diseños de la misma PCA. A partir de lo anterior, finalmente se creó este método de diseño (Packard, 1995).

Guía básica para juntas en pavimentos de concreto (TOXEMENT)

Este documento fue desarrollado como una guía de especificación para juntas de pavimento, por lo que cubre los siguientes temas: tipos de juntas, diseño de juntas, modulación y el portafolio de productos TOXEMENT para este propósito (Guía básica para juntas en pavimentos de concreto, Versión 2019).

Decreto supremo N° 001-2010-vivienda (reglamento nacional de edificaciones).

La presente norma tiene por objeto establecer los requisitos para el diseño, construcción, reparación, mantenimiento, demolición y reposición de pavimentos urbanos desde el punto de vista de la mecánica de suelos y la ingeniería de pavimentos con el fin de asegurar la durabilidad, el uso racional de los recursos y el buen comportamiento de aceras, pistas y estacionamientos de pavimentos urbanos, a lo largo de su vida de servicio (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2010)

Resolución directoral N° 10-2014-MTC/14 (manual de carreteras suelos geología geotecnia y pavimentos).

El propósito de este manual es proporcionar a los ingenieros de los sectores público y privado un estándar uniforme para pavimentación y materiales de pavimentación para facilitar su aplicación en el diseño de las capas superiores y superficies de rodadura que no sean pavimentadas y pavimentadas, básicamente para el presente estudio se tomará el capítulo 224 del presente manual. Abril de 2014 (Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos, 2014).

2.3. Marco conceptual.

Juntas en pavimentos:

La función de la junta es mantener los esfuerzos en la losa debido a la contracción y expansión del pavimento dentro de valores aceptables para un pavimento hidráulico o disipar los esfuerzos causados por el agrietamiento debajo de la propia losa. Son muy importantes para asegurar la durabilidad de la estructura y son uno de los criterios que determinan la calidad del pavimento. En caso contrario, deberán rellenarse con materiales adecuados mediante técnicas constructivas específicas. Por lo tanto, la protección y reparación oportuna de defectos en las juntas es de importancia decisiva para la vida útil del pavimento. (Conceptos básicos de pavimento rígido, 2019).

Pavimentos rígidos:

Se compone de losas de concreto hidráulico de varios espesores, hechas de cemento, agua y áridos como piedra chancada o canto rodado y arena gruesa seleccionados sobre una base estable o subestructura según especificaciones, A veces se coloca una barra de refuerzo si la capacidad

de carga supera los límites especificados para concretos simples (Chamberlain y otros, 1997).

Desempeño estructural:

En el caso de losas de pavimento rígido, la capacidad de carga de la estructura significa la transferencia de cargas del tráfico y las condiciones ambientales sin deterioro más allá de los estándares pertinentes y aceptables, como la rugosidad o el número de grietas y fisuras. (Hernández, 2020).

Calles:

Espacios urbanos que permiten la circulación de vehículos y peatones sobre el terreno, también pueden ingresar a zonas residenciales o a diferentes zonas de la ciudad, variando su tamaño según las necesidades de comodidad del vehículo, divididos por cuadras de similar o diferente longitud, ya sea por el orden público de cada ciudad (definición de calle, 2011).

Sello de juntas:

Cuando el material utilizado como sellador en la junta permite el paso de material incompresible como la infiltración de agua, no permite que las losas se muevan libremente. Como resultado, se producen otros daños, como despostillamiento de juntas o levantamientos, y cuando el agua se filtra en el suelo de los cimientos, pierde su capacidad de soporte, lo que también ayuda a bombear partículas finas. (García, 2017).

Espaciamiento de juntas:

Es el resultado de una relación esbelta, que incluye el ancho, el largo y el grosor de la losa. La longitud de la junta transversales no debe exceder 1,25 del ancho de la losa. Si el ancho de la calzada es más de 25 veces el espesor

de la losa, se requieren juntas longitudinales. (Grupo Técnico - Convenio 587 de 2003, 2006).

Desplazamientos:

Las grietas por desplazamiento son causadas por la falta de adherencia entre la capa superior y la capa inferior. La falta de adherencia puede ser causada por polvo, aceite, agua u otros materiales antiadherentes entre las dos carpetas. Por lo general, el agarre insuficiente ocurre cuando no se coloca una banda elástica. A veces, una mala compresión puede romper la cohesión entre dos carpetas (Miranda, 2010).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La evaluación de juntas en pavimentos rígidos nos indicara el pésimo estado ante el desempeño estructural en las calles de Paucartambo en el 2022.

2.4.2. Hipótesis específicos

- A.** La reducción de la capacidad estructural en la evaluación de juntas en pavimentos rígidos será considerablemente negativa en las calles de Paucartambo en el 2022.
- B.** El pésimo estado del sello de juntas en pavimentos rígidos perjudica significativamente el desempeño estructural en las calles de Paucartambo en el 2022.
- C.** El pésimo espaciamiento de las cajas de las juntas en pavimentos rígidos reduce el desempeño estructural en las calles de Paucartambo en el 2022.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de las variables

Variable independiente (X)

X1: Juntas en pavimentos rígidos.

Las juntas son una parte importante del pavimento rígido porque son superficies controladas y diseñadas para lograr un efecto estético funcional. Las juntas en pavimentos de concreto rígido pueden denominarse juntas longitudinales, paralelas al sentido de la vía y transversales perpendiculares al sentido de la vía, dependiendo de la posición de la conexión en relación con el movimiento de la vía (Javier, 2007).

Variable dependiente (Y)

Y1: Desempeño estructural.

Se producen diferentes tensiones en losas de pavimento rígidos, los más altos son los producidos por su ciclo de recorrido, el cual está controlado por el diseño preciso del espesor de las losas con la suficiente resistencia del concreto (Padilla, 2011).

2.5.2. Definición operacional de la variable.

relación de variables: dependencia (causa efecto)

VI \Rightarrow VD

VD: desempeño estructural

VI: juntas en pavimentos rígidos

2.5.3. Operacionalización de las variables.

Tabla 01 – Definición operacional de variable

Variables	Indicadores (sub dimensiones)	Unidad	Método técnica	Instrumentos	Equipo herramienta	Fuente
Juntas en pavimentos rígidos	X1. Estado de juntas.	escala numérica	Toma de datos	Ficha de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Cámara fotográfica. • flexómetro 	Campo
	X2. Estado del sello de juntas.	Escala De calidad	Toma de datos	Ficha de observación	<ul style="list-style-type: none"> • Cámara fotográfica. 	Campo
	X3. Espaciamiento de la caja de juntas	cm	Medición y observación	Ficha de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Cámara fotográfica. • Vernier. 	Campo
Desempeño estructural	y1: desplazamientos	mm	Medición	Ficha de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Cámara fotográfica. • Vernier. 	Campo
	y2: deflexiones.	mm	Medición	Ficha de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Cámara fotográfica. • Vernier. 	Campo
	y3. Radio de curvatura.	mm	Medición	Ficha de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Cámara fotográfica. • Vernier. 	campo

Fuente: elaboración propia

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de la investigación

Cálculos y los datos que se obtienen en el campo a través de la observación y la medición se denominan método de investigación científico utilizado en el estudio es el deductivo, el método científico es un procedimiento utilizado para responder preguntas de investigación sobre diversos fenómenos naturales y temas relacionados con la sociedad. Sus orígenes se remontan a la existencia de los racionalistas, aunque sólo con la llegada de los filósofos griegos (siglo VI a. C.) comienza a surgir el reflejo consciente de la Nueva ciencia (Borja, 2012).

3.2. Tipo de investigación

podemos catalogarlo como investigación aplicada, ya que nuestro estudio tiene como objetivo evaluar el estado general del pavimento rígido y relacionarlo con las propiedades estructurales para resolver este problema, según R. Sierra B. (1995), actuar, modificar, construir, saber hacer.

Al estudiar la realidad en su contexto natural, tal y como sucede, se recopila la información y analiza, se puede clasificar como **cuantitativa**.

Este tipo de investigación se basa en mediciones numéricas, conteo y a menudo, estadísticas para identificar patrones de comportamiento en una población, nos dice que una forma confiable de comprender la realidad es recopilar y analizar datos que puedan responder preguntas de investigación y probar hipótesis (Borja, 2012).

3.3. Nivel de la investigación

El nivel de aplicación del estudio es descriptivo, ya que se describen detalladamente los fenómenos y se han seleccionado sus características, Estudian e identifican los atributos y características más típicos del objeto de estudio, como personas, casas, concreto armado, probetas, o cualquier otro fenómeno que deseen estudiar (Borja, 2012).

3.4. Diseño de investigación

El diseño del estudio es no experimental debido a que las muestras fueron observadas en su ambiente natural que posteriormente se analizaron y evaluaron, y los resultados obtenidos fueron transversales ya que la toma de muestras son en una ocasión específica en el tiempo, Estos incluyen recopilar información sin manipular el valor de la variable, es decir, cómo se comporta la variable en la práctica y en un momento dado (Borja, 2012).

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

“La población es la totalidad del estudio que concuerdan con una serie de especificaciones” (Hernandez, 2014).

“Es la totalidad del fenómeno objeto de estudio, en el que se estudian unidades de población que comparten las mismas características y se generan datos de investigación” (Tamayo, 2003), la población

considerada pertenece a las calles del distrito del Distrito de Paucartambo.

3.5.2. Muestra

La Muestra es probabilística simple, las unidades observables pueden ser observadas y/o seleccionadas (Carrasco, 2005), la avenida a evaluar es la vía alterna y se dividieron entre 12 calles ya que el flujo vehicular es desviado, lo que no hace uniforme el deterioro de cada tramo y tomando todas las losas como estudio para un resultado más eficiente.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En relación a la naturaleza del trabajo de investigación se utilizarán las siguientes técnicas e instrumentos:

3.6.1. Técnicas

- **Observación fotográfica:** Se realizó la observación de la construcción de las juntas en pavimentos rígido de la avenida Vía alterna en el distrito de Paucartambo plasmándose fotográficamente.
- **Medición del deterioro del pavimento:** Se recolectaron datos de campo usando instrumentos de medición tales como flexómetro, vernier, regla, etc.
- **Toma de datos:** Después de haber realizado la observación fotográfica se procedió a la toma de datos dando uso del manual de daños del índice de condición del pavimento para desarrollarlas en gabinete y obtener resultados.

- **Equipos e implementos de inspección:** se utilizaron implementos de seguridad y protección personal y equipos de seguridad como señalización y de advertencias en el recorrido de la vía inspeccionada

3.6.2. Instrumentos

- **Cuadernos de trabajo de campo:** fue el libro de texto que se fue construyendo día a día a lo largo del trabajo, registrando en él todas las incidencias que ocurrieron en el estudio, intervenciones del ingeniero, anotaciones personales, consultas bibliográficas, hipótesis, diseños de experiencia.
- **Formatos del manual de índice de condición del pavimento (PCI):** utilizado para dar veracidad al tipo de deterioro del pavimento y el grado de severidad en la que se encuentran en su ambiente natural.
- **Hoja Excel:** hojas de cálculo de Microsoft Windows que fueron utilizado para la toma de los datos obtenidos de campo.

3.7. Procesamiento de la información

3.7.1. Facetas de preparación y planeamiento (pre campo)

Revisión bibliográfica

Para tener una clara y acertada información de lo que se quiere obtener y demostrar, se utilizaron bibliografías como el manual del índice de condición de pavimentos (PCI) de la norma de la sociedad americana para pruebas y materiales (ASTM) D 6433-03, también se dio uso del manual para la inspección visual de pavimentos rígidos de INVIAS de Colombia, lineamientos generales para el diseño geométrico de juntas del instituto boliviano del cemento y hormigón, manual de carreteras del ministerio de transportes y comunicaciones

(MTC) sección suelos y pavimentos capítulo XVI pavimentos rígidos, etc.

Elaboración de fichas para la recopilación de datos

Para poder realizar una recopilación de datos tomados de campo se realizaron formatos para la inspección de pavimentos rígidos del PCI donde nos indica el daño considerando acertadamente severidad, clase y extensión de los mismos, necesarios para cumplir con tal fin. También se consideró una ficha de campo de elaboración propia para definir el espaciamiento de las juntas de cada tramo estudiado con el fin de reconocer sus dimensiones.

Tabla 02 - Formato PCI-02, Evaluación de la condición por unidad de muestreo

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
ZONA		ABSCISA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO				
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL				NÚMERO DE LOSAS				
INSPECCIONADA POR						FECHA				
No.	Daño		No.	Daño		No.	Daño			
21	Blow up / Buckling.		27	Desnivel Carril / Berma.		34	Punzonamiento.			
22	Grieta de esquina.		28	Grieta lineal.		35	Cruce de vía férrea			
23	Losas dividida.		29	Parqueo (grande).		36	Desconchamiento			
24	Grieta de durabilidad "D".		30	Parqueo (pequeño)		37	Retracción			
25	Escala.		31	Pulimento de agregados		38	Descascaramiento de esquina			
26	Sello de junta.		32	Popouts		39	Descascaramiento de junta			
			33	Bombeo						
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA					
					o	o	o	o	o	10
					o	o	o	o	o	9
					o	o	o	o	o	8
					o	o	o	o	o	...
					o	o	o	o	o	
					1	2	3	4		

Fuente: ASTM D 643-18

Tabla 03 - Formato para recolección de datos de espaciamiento de juntas.

ESPACIAMIENTO DE JUNTAS					
Código de vía	Zona	Unidad de muestreo	Progresiva	Dimensiones (mm)	
				Longitudinal	Transversal

Fuente: elaboración propia

Determinación de las unidades de muestreo

Como primer paso según el PCI se divide la vía en secciones o unidades de muestreo cuyas dimensiones varían de acuerdo a los tipos de vía y de carpeta de rodadura, para carreteras con carpeta de rodadura de losas de pavimento rígido, el área de la unidad de muestra debe estar en un rango de 20 +/- 8 losas, donde nos recomienda tomar el valor medio del rango y en ningún caso definir unidades fuera de aquellas mencionadas, el número mínimo de unidades de muestreo que deberían evaluarse se obtienen mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 01 – número mínimo de unidades de muestreo

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

Donde:

n: número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

σ : desviación estándar del PCI entre las unidades.

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

En la inspección inicial se asumirá una desviación estándar (σ) del PCI de 15 para pavimentos rígidos, también cuando el número mínimo a evaluar es menor que 5 ($n < 5$) se deberán evaluar la totalidad de unidades.

Selección de unidades de muestreo a inspeccionar

Según el manual del PCI recomienda que las unidades de muestreo elegidas estén espaciadas con igualdad a lo largo de la vía pavimentada y que se elija al azar la primera de la manera siguiente:

Ecuación 02 – intervalo de muestreo

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

Donde:

i: intervalo de muestreo, se redondeará al número entero inferior. (ejemplo, 3.7 se redondea a 3).

N: número total de unidades de muestreo disponibles.

n: número mínimo de unidades a evaluar.

La selección al azar del inicio es entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i . por ejemplo si $i = 3$, la unidad de muestreo puede estar entre 1 y 3, Las unidades de muestreo para evaluación se identifican como (S), (S+1), (S+2), etc.

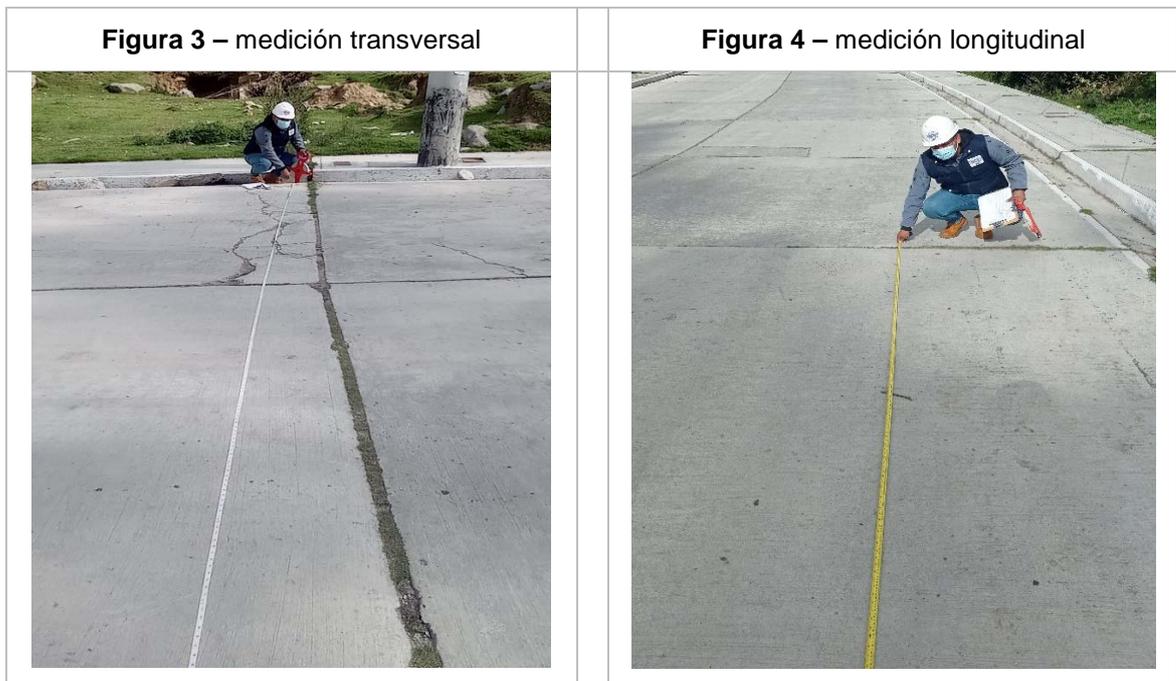
Si la primera unidad seleccionada es 2, y el intervalo de muestreo es 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 5, 8, 11, 14, etc.

Nótese que para iniciar con los trabajos de campo se deben tener ya los datos de la cantidad de unidades de muestreo a ser inspeccionadas según nos indica el manual del PCI.

al presente trabajo de investigación, dándonos así permiso para poder realizar los estudios ya que también están preocupados por el deterioro acelerado del pavimento y que es de suma importancia para la comunicación entre localidades, quedando así iniciado los preparativos para la toma de datos.

Levantamiento con cinta métrica

Se iniciaron los trabajos de medición de distancias longitudinales y transversales de la vía alterna con cinta métrica y jalones, esto nos indicó la longitud exacta de cada unidad de muestreo y su relación ancho y largo, es un método simple para poder definir distancias.



Fuente: elaboración propia

Tipo de fallas en un pavimento rígido

En la Ilustración 8, se puede observar los tipos, descripción, causas de las fallas en un pavimento rígido de acuerdo al Manual de daños en vías con superficie en concreto de Cemento Portland, y sus

opciones de reparación en función de la severidad de la superficie del pavimento rígido que se usaron en el momento de la toma de datos.

Figura 5 – tipos de falla, descripción, causa y opciones de reparación

N°	Tipo de falla	Descripción	Causas	Opciones de reparación en función de la severidad
				L: bajo, M: medio, H: alto
21	Blowup – buckling.	Ocurren en climas cálidos, a menudo como grietas horizontales o juntas que no son lo suficientemente anchas para que la losa se expanda.	Cuando la expansión no disipa suficientemente la tensión, puede ocurrir un movimiento hacia arriba (pandeo) o astillado del borde de la losa cerca de la junta, pueden ocurrir en sumideros y en los bordes de zanjas.	L: no se hace nada. Parcheo profundo o parcial. M: parcheo profundo, reemplazo de la losa. H: parcheo profundo, reemplazo de la losa.
22	Grieta de Esquina.	Esta es una grieta que corta la junta de la losa con una distancia menor o igual a la mitad de la longitud de la tabla en cualquier lado, desde la esquina. Una grieta de esquina se diferencia de un descascaramiento de esquina en que aquella se extiende verticalmente a través de todo el espesor de la losa, mientras que el otro intercepta la junta en un ángulo.	Generalmente, la repetición de cargas combinada con la pérdida de soporte y los esfuerzos de alabeo originan las grietas de esquina.	L: no se hace nada, sellado de grietas de más de 3 mm M: sellado de grietas, Parcheo profundo. H: parcheo profundo.
23	Losa dividida.	La losa está dividida en cuatro o más partes por grietas, si todas las astillas o grietas están contenidas dentro de una grieta en la esquina, el daño se clasifica como una grieta en la esquina grave.	Soporte inadecuado o sobrecarga.	L: no se hace nada, sellado de grietas de ancho mayor de 3mm. M: reemplazo de la losa. H: reemplazo de la losa.
24	Grieta de durabilidad "d".	aparece como un patrón de grietas paralelas y cercanas a una junta o a una grieta lineal. dado que el concreto se satura cerca de las juntas y las grietas, es común encontrar un depósito de color oscuro en las inmediaciones de las grietas "d". este tipo de daño puede llevar a la destrucción eventual de la totalidad de la losa.	son causadas por la expansión de los agregados grandes debido al proceso de congelamiento y descongelamiento, el cual, con el tiempo, fractura gradualmente el concreto.	L: no se hace nada. M: parcheo profundo, reconstrucción de juntas. H: parcheo profundo, reconstrucción de juntas, reemplazo de la losa.
25	escala.	es la diferencia de nivel a través de la junta.	asentamiento debido a una fundación blanda. bombeo o erosión del material debajo de la losa. Alabeo de los bordes de la losa debido a cambios de temperatura o humedad.	L: no se hace nada. Fresado. M: fresado. H: fresado.

26	daño del sello de la junta.	es cualquier condición que permite que suelo o roca se acumule en las juntas, o que permite la infiltración de agua en forma importante.	la acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda y puede resultar en fragmentación, levantamiento o descascamiento de los bordes de la junta los tipos típicos del daño de junta son: 1. desprendimiento del sellante de la junta. 2. extrusión del sellante. 3. crecimiento de vegetación. 4. endurecimiento del material llenante (oxidación). 5. pérdida de adherencia a los bordes de la losa. 6. falta o ausencia del sellante en la junta.	L: no se hace nada. M: resellado de juntas. H: resellado de juntas.
27	desnivel carril / berma	es la diferencia entre el asentamiento o erosión de la berma y el borde del pavimento. la diferencia de niveles puede constituirse como una amenaza para la seguridad.	puede ser causada por el incremento de la infiltración de agua.	L, M, H: renivelación y llenado de bermas para coincidir con el nivel del carril.
28	grietas lineales (grietas longitudinales, transversales y diagonales).	estas grietas, dividen la losa en dos o tres pedazos. las losas divididas en cuatro o más pedazos se contabilizan como losas divididas.	son causadas por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad.	L: no se hace nada, sellado de grietas más anchas que 3.0 mm M: sellado de grietas. H: sellado de grietas. Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.
29	parche grande (mayor de 0.45 m ²) y acometidas de servicios públicos.	un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material nuevo	una excavación de servicios públicos (utility cut) es un parche que ha reemplazado el pavimento original para permitir la instalación o mantenimiento de instalaciones subterráneas.	L: no se hace nada. M: sellado de grietas, reemplazo del parche. H: reemplazo del parche.
30	parche pequeño (menor de 0.45 m ²).	es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por un material de relleno.		L: no se hace nada. M: no se hace nada, reemplazo del parche. H: reemplazo del parche.
31	pulimento de agregados.	cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, se reduce considerablemente la adherencia con las llantas.	es causado por aplicaciones repetidas de cargas del tránsito.	L, M y H: ranurado de la superficie, sobre carpeta.
32	popouts.	es un pequeño pedazo de pavimento que se desprende de la superficie del mismo. varían en tamaño con diámetros entre 25.0 mm y 102.0 mm y en espesor de 13.0 mm a 51.0 mm.	puede deberse a partículas blandas o fragmentos de madera rotos y desgastados por el tránsito.	L, M y H: no se hace nada.
33	bombeo.	es la expulsión de material de la fundación de la losa a través de las juntas o grietas	se origina por la deflexión de la losa debida a las cargas. cuando una carga pasa sobre la junta entre las losas, el agua es primero forzada bajo losa delantera y luego hacia atrás bajo la losa trasera. esta acción erosiona y eventualmente remueve las partículas de suelo lo cual generan una	L, M y H: sellado de juntas y grietas, restauración de la transferencia de cargas.

			pérdida progresiva del soporte del pavimento.	
34	punzonamiento.	es un área localizada de la losa que está rota en pedazos. puede tomar muchas formas y figuras diferentes pero, usualmente, está definido por una grieta y una junta o dos grietas muy próximas, usualmente con 1.52 m entre sí.	se origina por la repetición de cargas pesadas, el espesor inadecuado de la losa, la pérdida de soporte de la fundación o una deficiencia localizada de construcción del concreto (por ejemplo, hormigueros)	L: no se hace nada, sellado de grietas. M: parcheo profundo. H: parcheo profundo.
35	cruce de vía férrea.	se caracteriza por depresiones o abultamientos alrededor de los rieles.		L: no se hace nada. M: parcheo parcial de la aproximación, reconstrucción del cruce. H: parcheo parcial de la aproximación, reconstrucción del cruce.
36	desconchamiento, mapa de grietas, craquelado.	el mapa de grietas o craquelado (crazing) se refiere a una red de grietas superficiales, finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto. las grietas tienden a interceptarse en ángulos de 120 grados.	ocurre por exceso de manipulación en el terminado y puede producir el descamado, que es la rotura de la superficie de la losa a una profundidad aproximada de 6.0 mm a 13.0 mm. el descamado también puede ser causado por incorrecta construcción y por agregados de mala calidad.	L: no se hace nada. M: no se hace nada, reemplazo de la losa. H: parcheo profundo o parcial, reemplazo de la losa, sobre carpeta.
37	grietas de retracción	son grietas capilares usualmente de unos pocos pies de longitud y no se extienden a lo largo de toda la losa.	se forman durante el fraguado y curado del concreto y generalmente no se extienden a través del espesor de la losa.	L, M y H: no se hace nada.
38	descascamiento de esquina.	es la rotura de la losa a 0.6 m de la esquina aproximadamente. un descascamiento de esquina difiere de la grieta de esquina en que el descascamiento usualmente buza hacia abajo para interceptar la junta, mientras que la grieta se extiende verticalmente a través de la esquina de losa. un descascamiento menor que 127 mm medidos en ambos lados desde la grieta hasta la esquina no deberá registrarse.		L: no se hace nada. M: parcheo parcial. H: parcheo parcial.
39	descascamiento de junta.	es la rotura de los bordes de la losa en los 0.60 m de la junta. generalmente no se extiende verticalmente a través de la losa si no que intercepta la junta en ángulo.	esfuerzos excesivos en la junta causados por las cargas de tránsito o por la infiltración de materiales incompresibles. concreto débil en la junta por exceso de manipulación.	L: no se hace nada. M: parcheo parcial. H: parcheo parcial, reconstrucción de la junta.

Fuente: ASTM D 643-18

Calidad de tránsito

La severidad, representa lo crítico del deterioro en términos de su valoración, entre más severo sea el daño, más importantes deberán ser las medidas para su corrección, se deberá valorar la calidad del viaje, ósea, la percepción que tiene el usuario al transitar en un vehículo a velocidad normal, que se describe una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de tránsito:

Bajo (L): se perciben vibraciones en el vehículo, pero no es necesaria la reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad.

Medio (M): las vibraciones del vehículo son significativas y se requiere una reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad.

Alto (H): las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad, creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo. (ASTM d 6433- 07).

3.7.3. Faces de gabinete y procesamiento de la información

Calculo con el método del índice de condición del pavimento PCI para Pavimento rígido

Al concluir con la inspección y verificación en campo, se optó por realizar el cálculo computarizado, facilitando así el trabajo de gabinete, el procesamiento de datos se realiza en base a valores deducidos de cada tipo de daño de acuerdo con la severidad y cantidad anotadas en los reportes, El PCI es un indicador numérico que califica condiciones superficiales del pavimento que varía desde 0, para un pavimento fallado o en malas condiciones hasta 100 para

un pavimento en perfectas condiciones en éste caso rígido. Este índice, tal como puede apreciarse en la Tabla 7.

Tabla 04: Rangos de clasificación del PCI

Rangos de clasificación del PCI	
Rango	Clasificación
100-85	Bueno
85-70	Satisfactorio
70-55	Regular
55-40	Malo
40-25	Muy Malo
25 - 10	Grave
10-0	Colapsado

Fuente: ASTM D 643-18

En la ilustración 8, se aprecia la escala de clasificación y colores sugeridos del índice de condición del pavimento (PCI) según rangos de calificación de las condiciones superficiales del pavimento.

Figura 6 – Índice de condición del pavimento (PCI), escala de clasificación y colores sugeridos.

PCI	Escala de Clasificación	Colores Sugeridos
100	Bueno	Verde Oscuro
85	Satisfactorio	Verde Claro
70	Regular	Amarillo
55	Malo	Rojo Claro
40	Muy Malo	Rojo Mediano
25	Grave	Rojo Oscuro
10	Colapsado	Gris Oscuro
0		

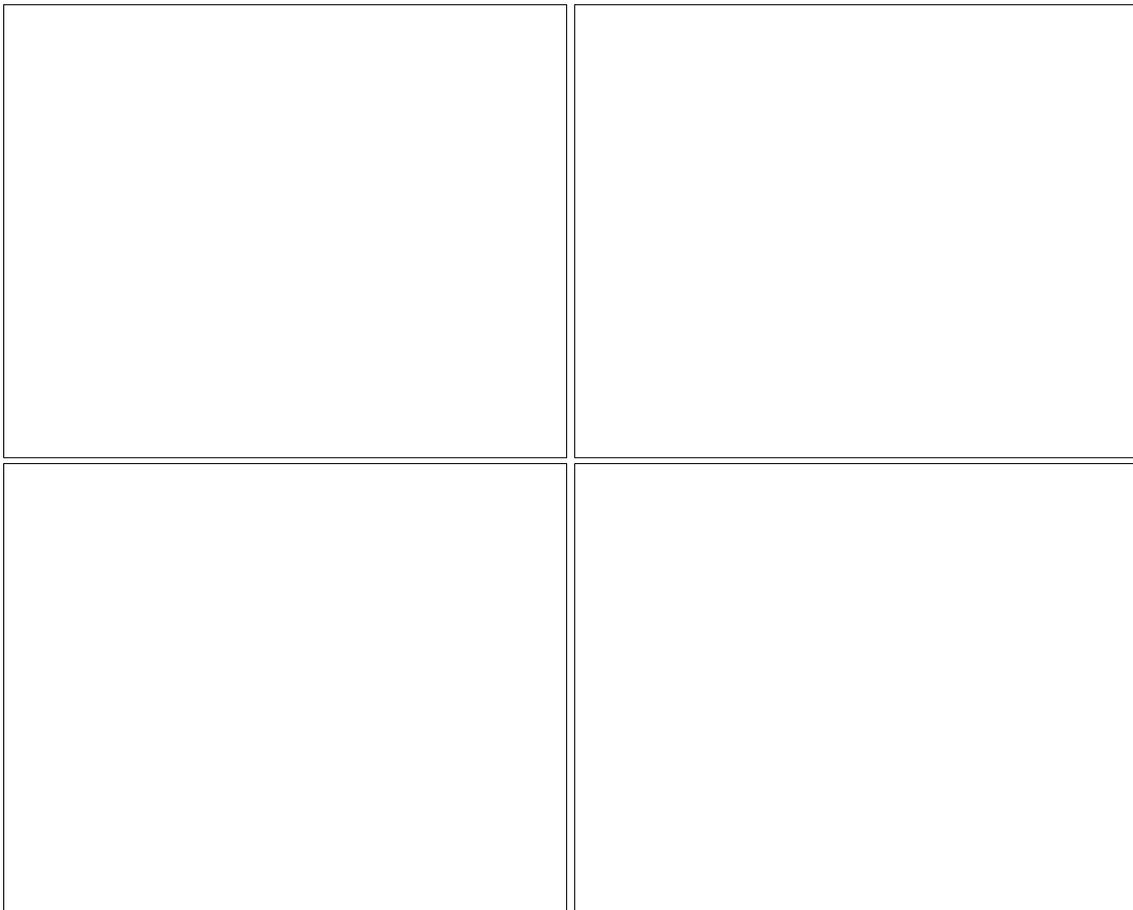
Fuente: ASTM D 643-18

Cálculo para pavimentos rígidos de cemento portland

Primera etapa: se calculan los valores deducidos.

- Contabilizar el número de losas que tengan el mismo nivel de severidad y tipo de daño que nos muestra el formato PCI-02 de la tabla 05
- Dividir el número de losas contabilizado en el párrafo anterior entre el número de losas de la unidad de muestra para luego expresar el resultado obtenido como porcentaje (%), así se obtiene la **densidad** por unidad de muestra para cada combinación de severidad y tipo de daño.
- Se determinará los valores deducidos para cada combinación de nivel de severidad y tipo de daño empleando las curvas del **valor deducido de daño** apropiadas que a continuación se adjuntan:

Figura 7 – 18 Curvas de valores deducidos para pavimentos de concreto



Fuente: ASTM D 643-18

Cabe mencionar que para el tipo de daño 26 “sello de juntas” no está relacionado por la densidad, la severidad del daño es determinada por la condición del sellador en general para una unidad de muestra en particular y los valores deducidos son:

Tabla 05: daño de sello de juntas

26: sello de juntas	
Bajo(L)	2 puntos
Medio (M)	4 puntos
Alto (H)	8 puntos

Fuente: ASTM D 643-18

Segunda etapa: cálculo del número máximo admisible de valores deducidos.

- Si ninguno o tan solo uno de los valores deducidos es mayor que 2, se usa el **valor deducido total**, en lugar del **valor deducido corregido**, CDV, en la cuarta etapa. Sino deben seguirse los pasos siguientes.
- Liste los valores deducidos individuales de mayor a menor.
- Determinar el **máximo número admisible de valores deducidos** (m), utilizando la siguiente ecuación:

Ecuación 03 – carreteras pavimentadas

$$m = 1.00 + \left(\frac{9}{98}\right) * (100 - HVD) \leq 10.00$$

Donde:

m : número máximo admisible de **valores deducidos** incluyendo fracción para la unidad de muestreo i . Debe ser menor o igual a 10.

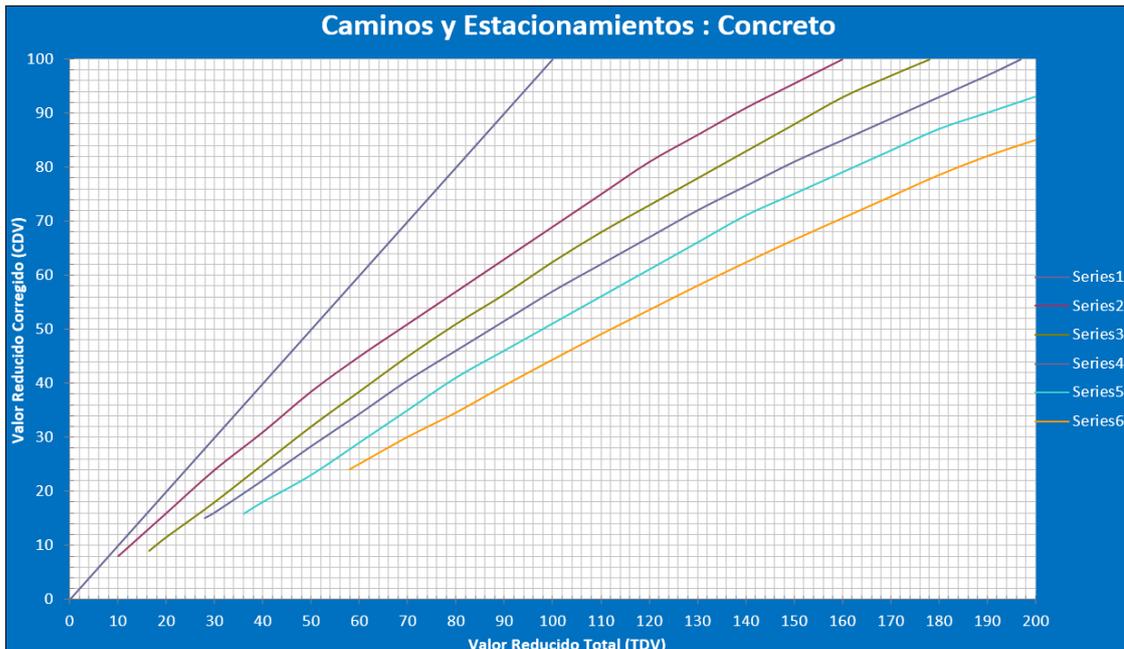
HVD: mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .

- El número de valores individuales deducidos se reduce a m , también la parte fraccional. Si se tienen menos valores deducidos que m se utilizan todos.

Tercera etapa: cálculo del **máximo valor deducido corregido**, CDV, se determina mediante un proceso iterativo utilizando la siguiente ilustración:

- Determine el número de valores deducidos, **q**, mayores a 2.0.
- Determine el **valor deducido total** (TDV) sumando todos los valores deducidos individuales.
- Determine el CDV con **q** y el **valor deducido total** en la curva de corrección de pavimentos rígidos con la siguiente Ilustración.

Figura 8 – curvas de valores deducidos corregido



Fuente: ASTM D 643-18

Donde:

Serie 1 = q1, Serie 2 = q2, Serie 3 = q3, Serie 4 = q4, Serie 5 = q6,
Serie 6 = q9

- 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 1.0.
- El CDV máximo es el mayor de los CDV obtenidos en la tercera etapa.

Cuarta etapa: calcule el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la tercera etapa

Para realizar todos los pasos a continuación se mostrará un formato para la obtención del máximo valor deducido corregido y su iteración.

Tabla 06: Obtención del máximo valor deducido corregido

N°	valor de reducción										Total	q	CDV
1													
2													
3													
4													
5													

Fuente: ASTM D 643-18

Y finalmente para obtener el PCI de una sección de pavimento, si todas las unidades de muestreo son inventariadas, el PCI de dicha sección será el promedio de los PCIs calculados en las unidades de muestreo por la cantidad de las unidades de muestra encuestadas PCIr así:

Ecuación 04 – determinación de la sección PCI

$$PCIs = PCIr = \frac{b \sum_{i=1}^n (PCIri * Ari)}{\sum_{i=1}^n Ari}$$

Donde.

Ari: área de la unidad de muestra aleatoria i.

PCIr: PCI ponderado por área de unidades de muestra encuestadas aleatoriamente.

PCIs: PCI ponderado por área de la sección de pavimento.

PCIri: PCI de la unidad de muestra aleatoria i.

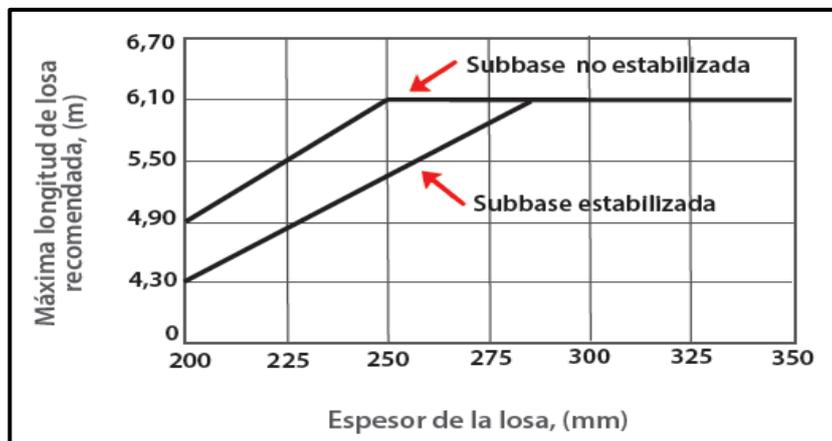
n: número de unidades de muestra aleatorias encuestadas.

Espaciamiento recomendado para distintos espesores de losa

A continuación, se muestra una ilustración para distintos espesores de losa y condiciones de soporte, El diseño de las juntas transversales de contracción incluye consideraciones del efecto del

movimiento longitudinal de las losas, del sellante y del comportamiento de la transferencia de cargas.

Figura 9 – espaciamiento máximo de las juntas.



Fuente: ACPA

Diseño de la caja de sello para selladores líquidos con fines de comparación.

Como bien se sabe el diseño de las juntas sirve para controlar el agrietamiento transversal y longitudinal generado por la contracción restringida del concreto y por los efectos combinados de alabeo y las cargas de tránsito lo que lleva a la fisuración de la losa del concreto, al realizar el diseño del sello de las juntas también se calculan las dimensiones de la caja para el sello de las juntas, estas dimensiones ayudan a los materiales selladores a soportar los movimientos de apertura y cierre de las juntas.

Las estimaciones de los movimientos de las juntas transversales se hacen con la siguiente ecuación:

Ecuación 05 – estimación de movimiento de las juntas

$$\Delta L = CL * (\alpha * \Delta T + \epsilon)$$

Donde:

ΔL : movimiento de las losas.

L: longitud de la losa.

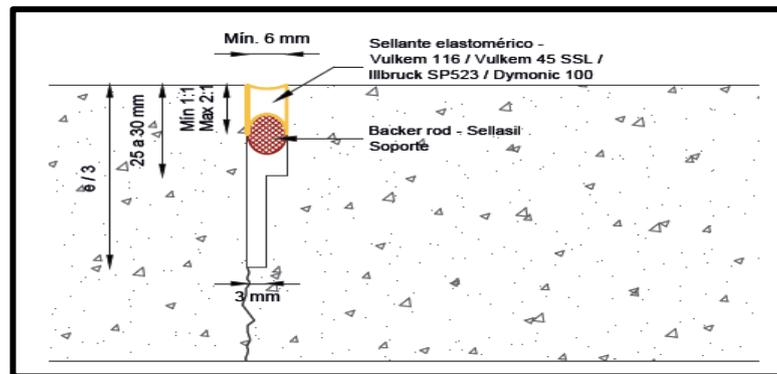
α : coeficiente de expansión térmica de la losa.

ΔT : gradiente térmico (máxima temperatura que alcanza el concreto en su colocación y temperatura más baja del año).

ϵ : coeficiente de contracción del concreto.

- El ancho de la caja para alojar el sello debe ser como mínimo de 6 mm y como máximo de 10mm de acuerdo a las recomendaciones del ACPA (Asociación americana de Pavimentos de Concreto).

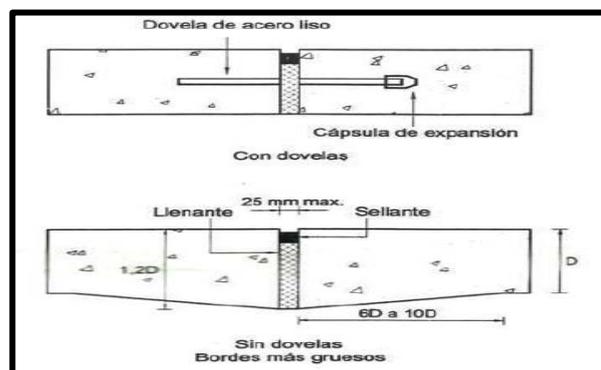
Figura 10 – junta de contracción con sello fluido.



Fuente: ACPA

Para juntas transversales de expansión o aislamiento nos recomiendan los espaciamientos correspondientes a la siguiente ilustración.

Figura 11 – junta de expansión o aislamiento.



Fuente: ACPA

En este tipo de junta se recomienda un ancho mínimo de 12 mm y un ancho máximo de 25mm. (ACPA).

3.8. Técnicas y análisis de datos

Las utilizaciones de los siguientes datos fueron necesarias para el procesamiento de los datos obtenidos:

- AutoCAD 3D, software necesario para realizar planos de las unidades de muestreo obtenidos en la etapa de recolección de datos y así diferenciarlas.
- Microsoft Word, software que permite la elaboración de la parte descriptiva sobre el procesamiento de los datos, se realizará el esquema para el trabajo de tesis.
- Microsoft Excel, software que contiene hojas de cálculo, tablas, gráficos, etc. Y ayuda al procesamiento de datos obtenidos de campo y así acelerar en los resultados requeridos para la evaluación de las juntas en pavimentos rígidos.

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ESPECÍFICOS.

A. Capacidad estructural en la evaluación de juntas en pavimentos rígidos.

Para medir la capacidad estructural de las juntas en pavimentos rígidos se evaluó el deterioro que ha sufrido en su etapa de vida desde el primer día hasta la actualidad con el índice de condición del pavimento PCI que califica el deterioro en base al daño, severidad y cantidad del mismo.

Cálculo de zonas a estudiar

Primero, para tener unidades de muestreo, se seccionó la Vía Alternativa en estudio y se dividió entre las calles paralelas a su eje ya que el tránsito es desviado por cada intersección, quedando así la vía dividida en 12 zonas que a continuación se detallan:

Tabla 7: Distribución del pavimento en zonas

Código de vía	Zona
Z - 01	Av. La Paz - Calle 04
Z - 02	Calle 04 - Jr. Grau
Z - 03	Jr. Grau – Jr. San Francisco
Z - 04	Jr. San Francisco - Calle s/n
Z - 05	Calle s/n - Jr. Ángel de la Guarda
Z - 06	Calle s/n - Ángel de la Guarda - Calle 01

Z - 07	Calle 01 - Jr. Revolución
Z - 08	Jr. Revolución - Jr. Ricardo de la Jara
Z - 09	Jr. Ricardo de la Jara - Jr. Micaela Bastidas
Z - 10	Jr. Micaela Bastidas - Psje. Colón
Z - 11	Psje. Colón - Psje. Daniel A. Carrión
Z - 12	Psje. Daniel A. Carrión - Jr. Conde de las Lagunas

Fuente: Elaboración propia

Haciendo un total de 1+928.10 km que cuentan con 966 losas de concreto de 4.00 m x 4.00 m, con dos carriles, haciendo un ancho total de vía de 8 metros.

Cálculo de unidades de muestreo por zonas

Z – 01: Av. La Paz - Calle 04. 170 losas

Ecuación 6: número total de unidades de muestreo disponible

$$N = \frac{\text{número total de losas}}{\text{número a evaluar } (20 \pm 8) \text{ losas}}$$

$$N = \frac{170}{20} = 8.5$$

Entonces la cantidad de unidades de muestreo serán:

6 unidades de muestra de 20 losas, 1 unidad de muestra de 26 losas al inicio, 1 unidad de muestra de 24 losas al final, haciendo una suma de las 170 losas para la zona 01.

Número mínimo de unidades de muestreo para la Z – 01. Reemplazando en la **ecuación 01** tenemos:

$$n = \frac{8.5 * 15^2}{\frac{5^2}{4} * (N - 1) + 15^2} = 7.035$$

Como n es 7.035 se redondea a 8 ya que el número mínimo de unidades a evaluar es el número entero superior.

Para el cálculo del intervalo de muestreo se usó la ecuación 2:

$$i = \frac{5.8}{7.035} = 1.21$$

Como el resultado es 1.21 y según el manual del PCI se redondea al número entero inferior quedando el intervalo en 1, se evaluarán todas las unidades de muestreo.

Para las demás zonas se presenta una hoja de cálculo ya desarrollada con la cantidad de unidades de muestreo.

Tabla 8: Cantidad de unidades de muestreo por zona

Total de unidades de muestreo por Zona								
Código de Vía	Zona	Número total de losas	N	n	i	Unidades de Muestreo	Progresiva	Comentarios
Z - 01	Av. La paz - calle 04	170	8.5	7.035	1	8	0+000 al 0+340.13	6 unidades de 20 losas, 1 unidad de 26 losas y 1 unidad de 24 losas
Z - 02	Calle 04 - jr. Grau	80	4	3.69	1	4	0+340.13 al 0+499.84	4 unidades de 20 losas
Z - 03	Jr. Grau - jr san francisco	78	3.9	3.61	1	4	0+499.84 al 0+656.05	3 unidades de 20 losas y 1 unidad de 18 losas
Z - 04	Jr. San francisco - calle s/n	120	6	5.27	1	6	0+656.05 al 0+895.99	6 unidades de 20 losas
Z - 05	Calle s/n - jr. Ángel de la guarda	52	2.6	2.49	1	2	0+895.99 al 1+000.08	2 unidades de 26 losas
Z - 06	Calle s/n - ángel de la guarda - calle 01	78	3.9	3.61	1	4	1+000.08 al 1+156.09	3 unidades de 20 losas y 1 unidad de 18 losas
Z - 07	Calle 01 - jr. Revolución	54	2.7	2.58	1	3	1+156.09 al 1+264.90	3 unidades de 18 losas
Z - 08	Jr. Revolución - jr. Ricardo de la jara	142	7.1	6.07	1	7	1+264.90 al 1+547.70	6 unidades de 20 losas y 1 unidad de 22 losas
Z - 09	Jr. Ricardo de la jara - jr. Micaela bastidas	68	3.4	3.19	1	3	1+547.70 al 1+677.84	2 unidades de 22 losas y 1 unidad de 24 losas
Z - 10	Jr. Micaela bastidas - psje. Colón	26	1.3	1.29	1	1	1+677.84 al 1+729.84	1 unidad de 26 losas
Z - 11	Psje. Colón - psje. Daniel a. Carrión	54	2.7	2.58	1	3	1+729.84 al 1+837.79	3 unidades de 18 losas
Z - 12	Psje. Daniel a. Carrión - jr. Cónde de las lagunas	44	2.2	2.13	1	2	1+837.79 al 1+928.10	2 unidades de 22 losas

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del PCI de las unidades de muestreo

Para una comprensión acertada del PCI se hará como ejemplo la unidad de muestreo más crítica de cada zona y luego se hará un resumen del total de PCI y el cálculo del PCI promedio.

Tabla 9: formato del PCI-02 de la Zona 01 – UM - 03

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES UPLA		INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO				UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES UPLA	
ZONA		ABSCISA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO		
zona 01		409,581.80 m			UM-03		
CÓDIGO DE LA VÍA		ABSCISA FINAL			NÚMERO DE LOSAS		
AV. LA PAZ - CALLE 04		409,845.57 m			20		
INSPECCIONADO POR					FECHA		
BACH. ING. DENNIS E. TAMAYO JANAMPA					03/12/2021		
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)			
TIPOS DE FALLA							
N°	DAÑO	N°	DAÑO	N°	DAÑO		
21	blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.		
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía ferrea.		
23	Losa dividida.	29	Parchero (grande).	36	Desconchamiento.		
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parcheo (pequeño).	37	Retracción.		
25	Escala.	31	Pulimiento de agregados.	38	Descascaramiento de esquina.		
26	Sello de junta.	32	Popouts.	39	Descascaramiento de junta.		
		33	Bombeo.				
DAÑO	SEVERIDAD	N° DE LOSAS	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	ESQUEMA		
22	M	6	30.00%	39.00		10	
26	H	20	100.00%	8.00		9	
28	M	1	5.00%	4.50		8	
37		5	25.00%	0.30		7	
38	M	6	30.00%	10.00		6	
39	L	15	75.00%	12.00		5	
39	M	3	15.00%	6.00		4	
39	H	2	10.00%	15.00		3	
						2	
						1	
		HDV =	39.00				
		$m = 1.00 + \left(\frac{9}{98}\right) * (100 - HVD)$					
		m =	6.60				

Tabla 10: cálculo del valor deducido corregido de la Zona 01 – UM – 03

			HDV =	39									
			m=	6.602									
	1	2	3	4	5	6	7	8					
	39	15	12	10	8	6	4.5	0.3					
N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV
1	39.00	15.00	12.00	10.00	8.00	6.00	2.70				92.70	7.00	36.90
2	39.00	15.00	12.00	10.00	8.00	6.00	2.00				92.00	<u>6.00</u>	36.40
3	39.00	15.00	12.00	10.00	8.00	2.00	2.00				88.00	5.00	49.30
4	39.00	15.00	12.00	10.00	2.00	2.00	2.00				82.00	<u>4.00</u>	47.20
5	39.00	15.00	12.00	2.00	2.00	2.00	2.00				74.00	<u>3.00</u>	53.60
6	39.00	15.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00				64.00	<u>2.00</u>	47.80
7	39.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00				51.00	<u>1.00</u>	51.00
											VDC max =	53.60	
											PCI = 100-VDC max	46.40	
											clasificación =	Malo	

Fuente: Elaboración propia

De la misma forma se evaluaron todas las unidades de muestreo de la zona 01, dando como resultado un PCIs de 53.91, usando la tabla 07, nos indica que se tiene una condición promedio de pavimento Malo.

Tabla 11: cálculo del PCIs promedio de la Zona 01

Zona 01: Av. La PAZ - Calle 04				
Muestra	HDV	m	CDV	PCI
UM - 01	27.80	7.63	47.00	53.00
UM - 02	34.00	7.06	49.80	50.20
UM - 03	39.00	6.60	53.60	46.40
UM - 04	18.50	8.48	45.00	55.00
UM - 05	39.00	6.60	51.00	49.00
UM - 06	34.00	7.06	49.50	50.50
UM - 07	15.00	8.81	36.00	64.00
UM - 08	13.80	8.92	36.80	63.20
$PCIs = \frac{PCI}{nUM}$				
			PCIs =	53.91
			Condición	Malo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: formato del PCI-02 de la Zona 02 – UM - 04

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES UPLA		INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO				UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES HUANCAYO	
ZONA		ABSCISA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO		
zona 02		409,845.57 m			UM-04		
CÓDIGO DE LA VÍA		ABSCISA FINAL			NÚMERO DE LOSAS		
CALLE 04 - JR. GRAU		409,970.31 m			20		
INSPECCIONADO POR					FECHA		
BACH. ING. DENNIS E. TAMAYO JANAMPA					03/12/2021		
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)			
TIPOS DE FALLA							
N°	DAÑO	N°	DAÑO	N°	DAÑO		
21	blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.		
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía ferrea.		
23	Losa dividida.	29	Parchero (grande).	36	Desconchamiento.		
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parcheo (pequeño).	37	Retracción.		
25	Escala.	31	Pulimiento de agregados.	38	Descascaramiento de esquina.		
26	Sello de junta.	32	Popouts.	39	Descascaramiento de junta.		
		33	Bombeo.				
DAÑO	SEVERIDAD	N° DE LOSAS	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	ESQUEMA		
22	M	6	30.00%	39.00		10	
23	M	1	5.00%	11.60		9	
26	H	20	100.00%	8.00		8	
28	M	2	10.00%	8.00		7	
31	-	3	15.00%	2.50		6	
32	-	8	40.00%	7.00		5	
37	-	4	20.00%	0.00		4	
38	L	2	10.00%	1.00		3	
38	M	2	10.00%	3.50		2	
39	L	10	50.00%	10.00		1	
39	M	10	50.00%	19.00			
		HDV =	39.00				
		$m = 1.00 + \left(\frac{9}{98}\right) * (100 - HDV)$					
		m =	6.60				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: cálculo del valor deducido corregido de la Zona 02 – UM – 04

			HDV =	39									
			m=	6.602									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
	39	19	11.6	10	8	8	7	3.5	2.5	1			
N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV
1	39.00	19.00	11.60	10.00	8.00	8.00	4.20				99.80	7.00	48.00
2	39.00	19.00	11.60	10.00	8.00	8.00	2.00				97.60	<u>6.00</u>	49.80
3	39.00	19.00	11.60	10.00	8.00	2.00	2.00				91.60	5.00	51.50
4	39.00	19.00	11.60	10.00	2.00	2.00	2.00				85.60	<u>4.00</u>	49.00
5	39.00	19.00	11.60	2.00	2.00	2.00	2.00				77.60	<u>3.00</u>	49.50
6	39.00	19.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00				68.00	<u>2.00</u>	49.80
7	39.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00				51.00	<u>1.00</u>	51.00
												VDC max =	51.50
												PCI = 100-VDC max	48.50
												clasificación =	Malo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: cálculo del PCIs promedio de la Zona 02

Zona 02: Calle 04 - Jr. Grau				
Muestra	HDV	m	CDV	PCI
UM - 01	18.00	8.53	34.50	65.50
UM - 02	15.00	8.81	27.80	72.20
UM - 03	17.80	8.55	33.70	66.30
UM - 04	39.00	6.60	51.50	48.50
		$PCIs = \frac{PCI}{nUM}$		
		PCIs =	63.13	
		Condición	Regular	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: formato del PCI-02 de la Zona 03 – UM - 01

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES UPLA		INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO				UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES UPLA HUANCAYO	
ZONA		ABSCISA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO		
zona 03		409,970.31 m			UM-01		
CÓDIGO DE LA VÍA		ABSCISA FINAL			NÚMERO DE LOSAS		
JR. GRAU - JR SAN FRANCISCO		410,087.59 m			20		
INSPECCIONADO POR					FECHA		
BACH. ING. DENNIS E. TAMAYO JANAMPA					03/12/2021		
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)			
TIPOS DE FALLA							
N°	DAÑO	N°	DAÑO	N°	DAÑO		
21	blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.		
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía ferrea.		
23	Losa dividida.	29	Parchero (grande).	36	Desconchamiento.		
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parcheo (pequeño).	37	Retracción.		
25	Escala.	31	Pulimiento de agregados.	38	Descascaramiento de esquina.		
26	Sello de junta.	32	Popouts.	39	Descascaramiento de junta.		
		33	Bombeo.				
DAÑO	SEVERIDAD	N° DE LOSAS	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	ESQUEMA		
22	H	4	20.00%	40.00		10	
22	M	10	50.00%	52.50		9	
23	M	4	20.00%	35.00		8	
26	H	20	100.00%	8.00		7	
28	L	4	20.00%	10.00		6	
29	M	2	10.00%	5.00		5	
29	H	2	10.00%	17.00		4	
37		7	35.00%	0.70		3	
38	L	5	25.00%	3.90		2	
38	M	1	5.00%	1.80		1	
39	L	3	15.00%	3.00			
39	M	17	85.00%	24.50			
		HDV =	52.50				
		$m = 1.00 + \left(\frac{9}{98}\right) * (100 - HDV)$					
		m =	5.36				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: cálculo del valor deducido corregido de la Zona 03 – UM – 01

			DM =	52.5									
			m=	5.362									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	52.5	40	35	24.5	17	10	8	5	3.9	3	1.8	0.7	
N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV
1	52.50	40.00	35.00	24.50	17.00	3.60					172.60	6.00	84.20
2	52.50	40.00	35.00	24.50	17.00	2.00					171.00	<u>5.00</u>	88.90
3	52.50	40.00	35.00	24.50	2.00	2.00					156.00	4.00	83.50
4	52.50	40.00	35.00	2.00	2.00	2.00					133.50	<u>3.00</u>	79.70
5	52.50	40.00	2.00	2.00	2.00	2.00					100.50	<u>2.00</u>	69.80
6	52.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00					62.50	<u>1.00</u>	62.50
											VDC máx. =	88.90	
											PCI = 100-VDC máx.	11.10	
											clasificación =	Muy Malo	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: cálculo del PCIs promedio de la Zona 03

Zona 03: Jr. Grau - Jr. San Francisco				
Muestra	HDV	m	CDV	PCI
UM - 01	52.50	5.36	88.90	11.10
UM - 02	24.50	7.93	53.60	46.40
UM - 03	46.00	5.96	71.00	29.00
UM - 04	49.00	5.68	75.50	24.50
		$PCIs = \frac{PCI}{nUM}$		
		PCIs =	27.75	
		Condición	Muy malo	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: formato del PCI-02 de la Zona 04 – UM - 03

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES UPLA		INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO				UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES HUANCAYO	
ZONA		ABSCISA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO		
zona 04		410,087.59 m			UM-03		
CÓDIGO DE LA VÍA		ABSCISA FINAL			NÚMERO DE LOSAS		
JR. SAN FRANCISCO - CALLE S/N		410,266.99 m			20		
INSPECCIONADO POR					FECHA		
BACH. ING. DENNIS E. TAMAYO JANAMPA					03/12/2021		
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)			
TIPOS DE FALLA							
N°	DAÑO	N°	DAÑO	N°	DAÑO		
21	blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.		
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía ferrea.		
23	Losa dividida.	29	Parchero (grande).	36	Desconchamiento.		
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parcheo (pequeño).	37	Retracción.		
25	Escala.	31	Pulimiento de agregados.	38	Descascaramiento de esquina.		
26	Sello de junta.	32	Popouts.	39	Descascaramiento de junta.		
		33	Bombeo.				
DAÑO	SEVERIDAD	N° DE LOSAS	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	ESQUEMA		
22	L	1	5.00%	4.00		10	
22	M	4	20.00%	27.90		9	
22	H	4	20.00%	40.00		8	
26	H	20	100.00%	8.00		7	
28	M	5	25.00%	18.00		6	
29	M	3	15.00%	8.00		5	
37	-	7	35.00%	1.90		4	
38	M	5	25.00%	8.30		3	
39	L	6	30.00%	6.00		2	
39	M	12	60.00%	20.80		1	
39	H	2	10.00%	15.00			
		HDV =	40.00				
		$m = 1.00 + \left(\frac{9}{98}\right) * (100 - HDV)$					
		m =	6.51				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: cálculo del valor deducido corregido de la Zona 04 – UM – 03

		DM =	40												
		m=	6.5102												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
	40	27.9	20.8	18	15	8.3	8	8	6	4					
N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV		
1	40.00	27.90	20.80	18.00	15.00	8.30	4.08				134.08	7.00	67.20		
2	40.00	27.90	20.80	18.00	15.00	8.30	2.00				132.00	6.00	67.00		
3	40.00	27.90	20.80	18.00	15.00	2.00	2.00				125.70	5.00	68.90		
4	40.00	27.90	20.80	18.00	2.00	2.00	2.00				112.70	4.00	63.60		
5	40.00	27.90	20.80	2.00	2.00	2.00	2.00				96.70	3.00	60.90		
6	40.00	27.90	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00				77.90	2.00	55.80		
7	40.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00				52.00	1.00	52.00		
											VDC máx. =	68.90			
											PCI = 100-VDC máx.	31.10			
											clasificación =	Muy Malo			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: cálculo del PCIs promedio de la Zona 04

Zona 04: Jr. San Francisco - Calle S/N				
Muestra	HDV	m	CDV	PCI
UM - 01	22.00	8.16	49.60	50.40
UM - 02	33.00	7.15	52.10	47.90
UM - 03	40.00	6.51	68.90	31.10
UM - 04	34.00	7.06	46.90	53.10
UM - 05	24.50	7.93	54.50	45.50
UM - 06	38.50	6.65	56.10	43.90
		$PCIs = \frac{PCI}{nUM}$		
		PCIs =	45.32	
		Condición	Malo	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: formato del PCI-02 de la Zona 05 – UM - 01

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES UPLA		INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO				UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES UPLA	
ZONA	zona 05	ABSCISA INICIAL	410,266.99 m	UNIDAD DE MUESTREO	UM-01		
CÓDIGO DE LA VÍA	CALLE S/N - JR. ANGEL DE LA GUARDA	ABSCISA FINAL	410,343.95 m	NÚMERO DE LOSAS	26		
INSPECCIONADO POR	BACH. ING. DENNIS E. TAMAYO JANAMPA			FECHA	03/12/2021		
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (M)			
TIPOS DE FALLA							
N°	DAÑO	N°	DAÑO	N°	DAÑO		
21	blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.		
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía ferrea.		
23	Losa dividida.	29	Parchero (grande).	36	Desconchamiento.		
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parcheo (pequeño).	37	Retracción.		
25	Escala.	31	Pulimiento de agregados.	38	Descascaramiento de esquina.		
26	Sello de junta.	32	Popouts.	39	Descascaramiento de junta.		
		33	Bombeo.				
DAÑO	SEVERIDAD	N° DE LOSAS	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	ESQUEMA		
22	M	10	38.46%	45.00			13
22	H	1	3.85%	9.10			12
23	M	4	15.38%	29.50			
26	H	26	100.00%	8.00			
28	M	5	19.23%	14.30			
29	M	2	7.69%	4.00			11
30	M	1	3.85%	1.10			
31	-	6	23.08%	3.50			10
32	-	4	15.38%	2.10			
34	H	1	3.85%	11.00			9
37	-	6	23.08%	0.50			
38	M	3	11.54%	3.90			8
39	L	15	57.69%	11.50			
39	M	11	42.31%	17.00		7	
							6
		HDV =	17.00				5
		$m = 1.00 + \left(\frac{9}{98}\right) * (100 - HDV)$					4
		m =	8.62				3
							2
							1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: cálculo del valor deducido corregido de la Zona 05 – UM – 01

			DM =	45									
			m=	6.051									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	45	29.5	17	14.3	11.5	11	9.1	8	4	3.9	3.5	2.1	1.1
N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV
1	45.00	29.50	17.00	14.30	11.50	11.00	0.46				128.76	6.00	65.10
2	45.00	29.50	17.00	14.30	11.50	2.00	0.46				119.76	<u>5.00</u>	66.00
3	45.00	29.50	17.00	14.30	2.00	2.00	0.46				110.26	4.00	62.40
4	45.00	29.50	17.00	2.00	2.00	2.00	0.46				97.96	<u>3.00</u>	61.50
5	45.00	29.50	2.00	2.00	2.00	2.00	0.46				82.96	<u>2.00</u>	59.00
6	45.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.46				55.46	<u>1.00</u>	55.46
VDC máx. =												66.00	
PCI = 100-VDC máx.												34.00	
clasificación =												Muy Malo	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: cálculo del PCIs promedio de la Zona 05

Zona 05: Calle S/N . Jr. Angel de la Guarda				
Muestra	HDV	m	CDV	PCI
UM - 01	45.00	6.05	66.00	34.00
UM - 02	36.00	6.88	64.90	35.10
		$PCIs = \frac{PCI}{nUM}$		
		PCIs =	34.55	
		Condición	Muy Malo	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: formato del PCI-02 de la Zona 06 – UM - 03

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES UPLA		INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO				UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES UPLA HUANCAYO	
ZONA		ABSCISA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO		
zona 06		410,343.95 m			UM-03		
CÓDIGO DE LA VÍA		ABSCISA FINAL			NÚMERO DE LOSAS		
JR. ANGEL DE LA GUARDA - CALLE 01		410,460.25 m			20		
INSPECCIONADO POR					FECHA		
BACH. ING. DENNIS E. TAMAYO JANAMPA					03/12/2021		
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)			
TIPOS DE FALLA							
N°	DAÑO	N°	DAÑO	N°	DAÑO		
21	blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.		
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía ferrea.		
23	Losa dividida.	29	Parchero (grande).	36	Desconchamiento.		
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parcheo (pequeño).	37	Retracción.		
25	Escala.	31	Pulimiento de agregados.	38	Descascaramiento de esquina.		
26	Sello de junta.	32	Popouts.	39	Descascaramiento de junta.		
		33	Bombeo.				
DAÑO	SEVERIDAD	N° DE LOSAS	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	ESQUEMA		
22	M	6	30.00%	38.90		10	
23	M	1	5.00%	11.50		9	
26	H	20	100.00%	8.00		8	
28	M	7	35.00%	21.90		7	
32	-	12	60.00%	31.80		6	
37	-	3	15.00%	0.00		5	
38	M	3	15.00%	5.00		4	
39	L	6	30.00%	6.00		3	
39	M	14	70.00%	22.00		2	
						1	
		HDV =	38.90				
		$m = 1.00 + \left(\frac{9}{98}\right) * (100 - HDV)$					
		m =	6.61				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: cálculo del valor deducido corregido de la Zona 06 – UM – 03

			DM =	38.9									
			m=	6.611									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
	38.9	31.8	22	21.9	11.5	8	6	5	0				
N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV
1	38.90	31.80	22.00	21.90	11.50	8.00	3.66				137.76	7.00	68.90
2	38.90	31.80	22.00	21.90	11.50	8.00	2.00				136.10	6.00	69.70
3	38.90	31.80	22.00	21.90	11.50	2.00	2.00				130.10	5.00	71.10
4	38.90	31.80	22.00	21.90	2.00	2.00	2.00				120.60	4.00	68.70
5	38.90	31.80	22.00	2.00	2.00	2.00	2.00				100.70	3.00	63.00
6	38.90	31.80	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00				80.70	2.00	57.80
7	38.90	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00				50.90	1.00	50.90
VDC máx. =											71.10		
PCI = 100-VDC máx.											28.90		
clasificación =											Muy Malo		

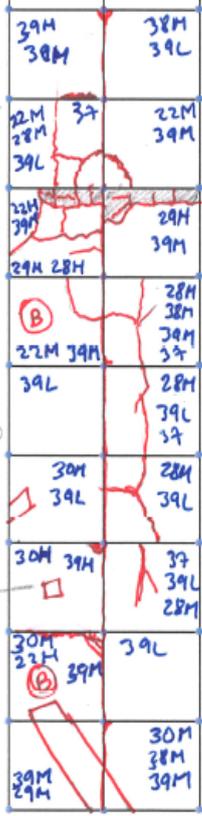
Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: cálculo del PCIs promedio de la Zona 06

Zona 06: Jr. Angel de la Guarda - Calle 01				
Muestra	HDV	m	CDV	PCI
UM - 01	16.00	8.71	35.40	64.60
UM - 02	18.00	8.53	55.80	44.20
UM - 03	38.90	6.61	71.10	28.90
UM - 04	36.90	6.79	62.00	38.00
		$PCIs = \frac{PCI}{nUM}$		
		PCIs = 43.93		
		Condición Malo		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: formato del PCI-02 de la Zona 07 – UM - 01

		INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO					
ZONA		ABSCISA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO		
zona 07		410,460.25 m			UM-01		
CÓDIGO DE LA VÍA		ABSCISA FINAL			NÚMERO DE LOSAS		
CALLE 01 - JR. REVOLUCIÓN		410,543.97 m			18		
INSPECCIONADO POR					FECHA		
BACH. ING. DENNIS E. TAMAYO JANAMPA					03/12/2021		
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)			
TIPOS DE FALLA							
N°	DAÑO	N°	DAÑO	N°	DAÑO		
21	blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.		
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía ferrea.		
23	Losa dividida.	29	Parchero (grande).	36	Desconchamiento.		
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parcheo (pequeño).	37	Retracción.		
25	Escala.	31	Pulimiento de agregados.	38	Descascaramiento de esquina.		
26	Sello de junta.	32	Popouts.	39	Descascaramiento de junta.		
		33	Bombeo.				
DAÑO	SEVERIDAD	N° DE LOSAS	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	ESQUEMA		
22	M	3	16.67%	24.00		9	
22	H	2	11.11%	27.00		8	
26	H	18	100.00%	8.00		7	
28	M	5	27.78%	18.90		6	
28	H	1	5.56%	10.20		5	
29	M	1	5.56%	2.90		4	
29	H	2	11.11%	18.50		3	
30	M	2	11.11%	2.80		2	
30	H	1	5.56%	3.00		1	
37	-	4	22.22%	0.10			
38	M	4	22.22%	7.70			
39	L	8	44.44%	8.90			
39	M	8	44.44%	17.60			
39	H	2	11.11%	16.30			
		HDV =	27.00				
		$m = 1.00 + \left(\frac{9}{98}\right) * (100 - HDV)$					
		m =	7.70				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: cálculo del valor deducido corregido de la Zona 07 – UM – 01

			DM =	27									
			m=	7.704									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	27	24	18.9	18.5	17.6	16.3	10.2	8.9	8	7.7	3	2.9	2.8
N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV
1	27.00	24.00	18.90	18.50	17.60	16.30	10.20	6.23			138.73	8.00	62.70
2	27.00	24.00	18.90	18.50	17.60	16.30	10.20	2.00			134.50	<u>7.00</u>	67.50
3	27.00	24.00	18.90	18.50	17.60	16.30	2.00	2.00			126.30	6.00	64.30
4	27.00	24.00	18.90	18.50	17.60	2.00	2.00	2.00			112.00	<u>5.00</u>	62.00
5	27.00	24.00	18.90	18.50	2.00	2.00	2.00	2.00			96.40	<u>4.00</u>	55.50
6	27.00	24.00	18.90	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			79.90	<u>3.00</u>	51.00
7	27.00	24.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			63.00	<u>2.00</u>	47.20
8	27.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			41.00	<u>1.00</u>	41.00
VDC máx. =											67.50		
PCI = 100-VDC máx.											32.50		
clasificación =											Muy Malo		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: cálculo del PCIs promedio de la Zona 07

Zona 07: Calle 01 - Jr. Revolución					
Muestra	HDV	m	CDV	PCI	
UM - 01	27.00	7.70	67.50	32.50	
UM - 02	36.80	6.80	48.32	51.68	
UM - 03	13.80	8.92	30.30	69.70	
$PCIs = \frac{PCI}{nUM}$		PCIs =			51.29
		Condición		Malo	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: formato del PCI-02 de la Zona 08 – UM - 07

ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO		
zona 08		410,543.97 m		UM-07		
CÓDIGO DE LA VÍA		ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS		
JR. REVOLUCIÓN - JR. RICARDO DE LA JA		410,757.53 m		22		
INSPECCIONADO POR		FECHA				
BACH. ING. DENNIS E. TAMAYO JANAMPA				03/12/2021		
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)		
TIPOS DE FALLA						
N°	DAÑO	N°	DAÑO	N°	DAÑO	
21	blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.	
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía ferrea.	
23	Losa dividida.	29	Parchero (grande).	36	Desconchamiento.	
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parcheo (pequeño).	37	Retracción.	
25	Escala.	31	Pulimiento de agregados.	38	Descascaramiento de esquina.	
26	Sello de junta.	32	Popouts.	39	Descascaramiento de junta.	
		33	Bombeo.			
DAÑO	SEVERIDAD	N° DE LOSAS	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	ESQUEMA	
22	M	4	18.18%	26.00		
22	H	4	18.18%	38.00		
23	M	1	4.55%	11.00		
25	H	2	9.09%	13.90		
26	H	22	100.00%	8.00		
28	M	5	22.73%	16.40		
28	H	1	4.55%	9.10		
29	M	2	9.09%	4.80		
30	M	1	4.55%	1.70		
37	-	3	13.64%	0.00		
38	M	5	22.73%	7.90		
39	L	11	50.00%	10.00		
39	M	9	40.91%	16.50		
39	H	1	4.55%	7.40		
		HDV =	38.00			
		$m = 1.00 + \left(\frac{9}{98}\right) * (100 - HDV)$				
		m =	6.69			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: cálculo del valor deducido corregido de la Zona 08 – UM – 07

		DM =	38										
		m=	6.694										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	38	26	16.5	16.4	13.9	11	10	9.1	8	7.9	7.4	4.8	1.7
N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV
1	38.00	26.00	16.50	16.40	13.90	11.00	6.90				128.70	7.00	64.80
2	38.00	26.00	16.50	16.40	13.90	11.00	2.00				123.80	<u>6.00</u>	62.90
3	38.00	26.00	16.50	16.40	13.90	2.00	2.00				114.80	5.00	63.30
4	38.00	26.00	16.50	16.40	2.00	2.00	2.00				102.90	<u>4.00</u>	58.70
5	38.00	26.00	16.50	2.00	2.00	2.00	2.00				88.50	<u>3.00</u>	56.00
6	38.00	26.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00				74.00	<u>2.00</u>	53.80
7	38.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00				50.00	<u>1.00</u>	50.00
VDC máx. =													64.80
PCI = 100 - VDC máx.													35.20
clasificación =													Muy Malo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: cálculo del PCIs promedio de la Zona 08

Zona 08: Jr. Revolución - Jr. Ricardo de la Jara				
Muestra	HDV	m	CDV	PCI
UM - 01	34.00	7.06	46.36	53.64
UM - 02	24.90	7.90	42.50	57.50
UM - 03	16.90	8.63	34.50	65.50
UM - 04	30.00	7.43	42.35	57.65
UM - 05	12.00	9.08	22.50	77.50
UM - 06	30.00	7.43	45.00	55.00
UM - 07	38.00	6.69	64.80	35.20
$PCIs = \frac{PCI}{nUM}$				
PCIs =				57.43
Condición				Regular

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: cálculo del valor deducido corregido de la Zona 09 – UM – 02

			DM =	19.8										
			m=	8.365										
	1	2	3	4	5	6	7							
	19.8	13	12	8	7.2	6.9	0							
N°	VALORES DEDUCIDOS											TOTAL	q	CDV
1	19.80	13.00	12.00	8.00	7.20	6.90	0.00					66.90	6.00	33.30
2	19.80	13.00	12.00	8.00	7.20	2.00	0.00					62.00	<u>5.00</u>	34.90
3	19.80	13.00	12.00	8.00	2.00	2.00	0.00					56.80	4.00	32.50
4	19.80	13.00	12.00	2.00	2.00	2.00	0.00					50.80	<u>3.00</u>	32.80
5	19.80	13.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00					40.80	<u>2.00</u>	32.00
6	19.80	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00					29.80	<u>1.00</u>	29.80
												VDC máx. =		34.90
												PCI = 100 - VDC máx.		65.10
												clasificación =		Regular

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35: cálculo del PCIs promedio de la Zona 09

Zona 09: Jr. Ricardo de la Jara - Jr. Micaela Bastidas				
Muestra	HDV	m	CDV	PCI
UM - 01	14.10	8.89	31.00	69.00
UM - 02	19.80	8.37	34.90	65.10
UM - 03	19.70	8.37	33.80	66.20
		$PCIs = \frac{PCI}{nUM}$		
		PCIs =	66.77	
		Condición	Regular	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: formato del PCI-02 de la Zona 10 – UM - 01

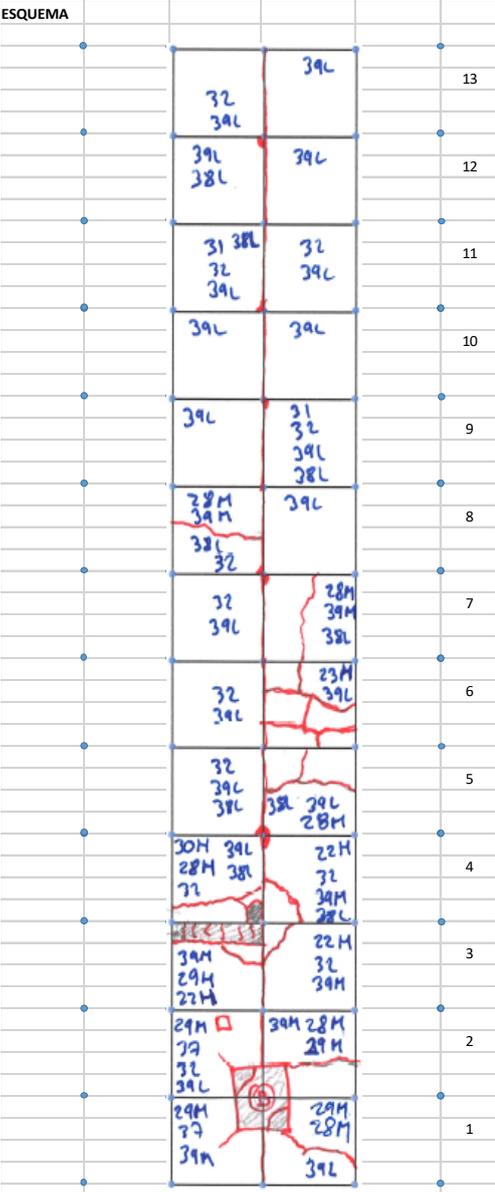
		INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO					
ZONA				ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO	
zona 10				410,877.47 m		UM-01	
CÓDIGO DE LA VÍA				ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS	
JR. MICAELA BASTIDAS - PSJE. COLÓN				410,929.01 m		26	
INSPECCIONADO POR						FECHA	
BACH. ING. DENNIS E. TAMAYO JANAMPA						03/12/2021	
NIVEL DE SEVERIDAD				BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)	
TIPOS DE FALLA							
N°	DAÑO	N°	DAÑO	N°	DAÑO		
21	blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.		
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía ferrea.		
23	Losa dividida.	29	Parchero (grande).	36	Desconchamiento.		
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parcheo (pequeño).	37	Retracción.		
25	Escala.	31	Pulimiento de agregados.	38	Descascaramiento de esquina.		
26	Sello de junta.	32	Popouts.	39	Descascaramiento de junta.		
		33	Bombeo.				
DAÑO	SEVERIDAD	N° DE LOSAS	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	ESQUEMA		
22	H	3	11.54%	27.00			
23	H	1	3.85%	11.30			
26	H	26	100.00%	8.00			
28	M	5	19.23%	14.60			
28	H	1	3.85%	7.00			
29	M	2	7.69%	3.80			
29	H	3	11.54%	19.00			
30	H	1	3.85%	1.80			
31	-	2	7.69%	1.90			
32	-	11	42.31%	7.30			
38	L	8	30.77%	5.30			
39	L	19	73.08%	12.00			
39	M	7	26.92%	11.30			
		HDV =	27.00				
		$m = 1.00 + \left(\frac{9}{98}\right) * (100 - HDV)$					
		m=	7.70				

Tabla 37: cálculo del valor deducido corregido de la Zona 10 – UM – 01

		DM =	27										
		m=	7.704										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	27	19	14.6	12	11.3	11.3	8	7.3	7	5.3	3.8	1.9	1.8
N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV
1	27.00	19.00	14.60	12.00	11.30	11.30	8.00	5.11			108.31	8.00	49.00
2	27.00	19.00	14.60	12.00	11.30	11.30	8.00	2.00			105.20	<u>7.00</u>	52.50
3	27.00	19.00	14.60	12.00	11.30	11.30	2.00	2.00			99.20	6.00	50.50
4	27.00	19.00	14.60	12.00	11.30	2.00	2.00	2.00			89.90	<u>5.00</u>	50.00
5	27.00	19.00	14.60	12.00	2.00	2.00	2.00	2.00			80.60	<u>4.00</u>	46.70
6	27.00	19.00	14.60	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			70.60	<u>3.00</u>	46.00
7	27.00	19.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			58.00	<u>2.00</u>	44.00
8	27.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			41.00	<u>1.00</u>	41.00
VDC máx. =												52.50	
PCI=100-VDC máx.												47.50	
clasificación =												Malo	

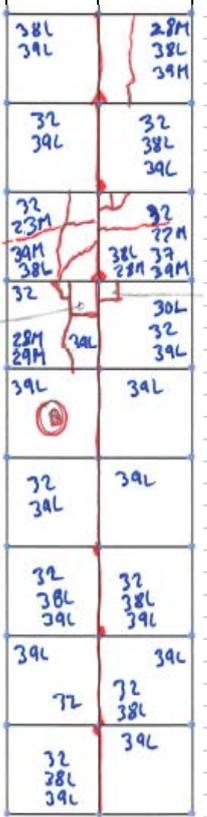
Fuente: Elaboración propia

Tabla 38: cálculo del PCIs promedio de la Zona 10

Zona 10: Jr. Micaela Bastidas - Psje. Colon				
Muestra	HDV	m	CDV	PCI
UM - 01	27.00	7.70	52.50	47.50
$PCIs = \frac{PCI}{nUM}$		PCIs =	47.50	
		Condición	Malo	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39: formato del PCI-02 de la Zona 11 – UM - 03

		INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO					
ZONA		ABSCISA INICIAL				UNIDAD DE MUESTREO	
zona 11		410,929.01 m				UM-03	
CÓDIGO DE LA VÍA		ABSCISA FINAL				NÚMERO DE LOSAS	
PSJE. COLÓN - PSJE. DANIEL A. CARRIÓN		411,029.40 m				18	
INSPECCIONADO POR						FECHA	
BACH. ING. DENNIS E. TAMAYO JANAMPA						03/12/2021	
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)			
TIPOS DE FALLA							
N°	DAÑO	N°	DAÑO	N°	DAÑO		
21	blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.		
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía ferrea.		
23	Losa dividida.	29	Parchero (grande).	36	Desconchamiento.		
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parcheo (pequeño).	37	Retracción.		
25	Escala.	31	Pulimiento de agregados.	38	Descascaramiento de esquina.		
26	Sello de junta.	32	Popouts.	39	Descascaramiento de junta.		
		33	Bombeo.				
DAÑO	SEVERIDAD	N° DE LOSAS	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	ESQUEMA		
22	M	1	5.56%	8.00		9	
23	M	1	5.56%	12.50		8	
26	H	18	100.00%	8.00		7	
28	M	3	16.67%	12.90		6	
29	M	1	5.56%	2.90		5	
30	L	1	5.56%	0.00		4	
32	-	12	66.67%	12.80		3	
37	-	1	5.56%	0.00		2	
38	L	9	50.00%	9.20		1	
39	L	15	83.33%	12.00			
39	M	3	16.67%	6.40			
		HDV =	12.90				
		$m = 1.00 + \left(\frac{9}{98}\right) * (100 - HVD)$					
		m =	9.00				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40: cálculo del valor deducido corregido de la Zona 11 – UM – 03

		DM = 12.9											
		m= 8.999											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
	12.9	12.8	12.5	12	9.2	8	8	6.4	2.9	0			
N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV
1	12.90	12.80	12.50	12.00	9.20	8.00	8.00	6.40	2.90		84.70	9.00	37.00
2	12.90	12.80	12.50	12.00	9.20	8.00	8.00	6.40	2.00		83.80	8.00	37.80
3	12.90	12.80	12.50	12.00	9.20	8.00	8.00	2.00	2.00		79.40	7.00	39.80
4	12.90	12.80	12.50	12.00	9.20	8.00	2.00	2.00	2.00		73.40	6.00	37.20
5	12.90	12.80	12.50	12.00	9.20	2.00	2.00	2.00	2.00		67.40	5.00	38.00
6	12.90	12.80	12.50	12.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		60.20	4.00	34.80
7	12.90	12.80	12.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		50.20	3.00	32.50
8	12.90	12.80	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		39.70	2.00	30.80
9	12.90	22.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		48.90	1.00	48.90
VDC máx. =											48.90		
PCI = 100 - VDC máx.												51.10	
clasificación =												Malo	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41: cálculo del PCIs promedio de la Zona 11

Zona 11: Psje. Colon - psje. Daniel A. Carrión				
Muestra	HDV	m	CDV	PCI
UM - 01	16.90	8.63	30.50	69.50
UM - 02	12.00	9.08	21.10	78.90
UM - 03	12.90	9.00	48.90	51.10
$PCIs = \frac{PCI}{nUM}$				
PCIs =				66.50
Condición				Regular

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42: formato del PCI-02 de la Zona 12 – UM - 02

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES UPLA		INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO				UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES UPLA HUANCAYO	
ZONA		ABSCISA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO		
zona 12		411,029.40 m			UM-02		
CÓDIGO DE LA VÍA		ABSCISA FINAL			NÚMERO DE LOSAS		
PSJE. DANIEL A. CARRIÓN - JR. CONDE DE LAS LAGUNAS		411,106.73 m			22		
INSPECCIONADO POR					FECHA		
BACH. ING. DENNIS E. TAMAYO JANAMPA					03/12/2021		
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)	MEDIO (M)	ALTO (H)			
TIPOS DE FALLA							
N°	DAÑO	N°	DAÑO	N°	DAÑO		
21	blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.		
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía ferrea.		
23	Losa dividida.	29	Parchero (grande).	36	Desconchamiento.		
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parcheo (pequeño).	37	Retracción.		
25	Escala.	31	Pulimiento de agregados.	38	Descascaramiento de esquina.		
26	Sello de junta.	32	Popouts.	39	Descascaramiento de junta.		
		33	Bombeo.				
DAÑO	SEVERIDAD	N° DE LOSAS	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	ESQUEMA		
22	M	3	13.64%	19.80		11	
22	H	6	27.27%	46.20		10	
26	H	22	100.00%	8.00		9	
28	M	1	4.55%	4.00		8	
29	M	4	18.18%	10.00		7	
30	L	1	4.55%	0.00		6	
31	-	1	4.55%	1.00		5	
32	-	14	63.64%	12.00		4	
37	-	3	13.64%	0.00		3	
38	L	7	31.82%	5.10		2	
38	M	2	9.09%	2.50		1	
39	L	15	68.18%	12.00			
39	M	7	31.82%	13.00			
		HDV =	46.20				
		$m = 1.00 + \left(\frac{9}{98}\right) * (100 - HDV)$					
		m =	5.94				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43: cálculo del valor deducido corregido de la Zona 12 – UM – 02

		DM =	46.2										
		m=	5.941										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
	46.2	19.8	13	12	12	10	8	5.1	4	2.5			
N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV
1	46.20	19.80	13.00	12.00	12.00	9.40					112.40	6.00	57.50
2	46.20	19.80	13.00	12.00	12.00	2.00					105.00	<u>5.00</u>	59.00
3	46.20	19.80	13.00	12.00	2.00	2.00					95.00	4.00	54.40
4	46.20	19.80	13.00	2.00	2.00	2.00					85.00	<u>3.00</u>	54.00
5	46.20	19.80	2.00	2.00	2.00	2.00					74.00	<u>2.00</u>	53.80
6	46.20	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00					56.20	<u>1.00</u>	56.20
											VDC máx. =		59.00
											PCI = 100 - VDC máx.		41.00
											clasificación =		Malo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44: cálculo del PCIs promedio de la Zona 12

Zona 12: Psje. Daniel A. Carrión- Jr. Conde de las Lagunas				
Muestra	HDV	m	CDV	PCI
UM - 01	30.20	7.41	58.50	41.50
UM - 02	46.20	5.94	59.00	41.00
		$PCIs = \frac{PCI}{nUM}$		
		PCIs =	41.25	
		Condición	Malo	

Fuente: Elaboración propia

Como podemos apreciar en las 12 zonas y sus respectivas unidades de muestreo se tiene condiciones promedias que varían desde muy malo, malo y regular tal como se aprecia en el siguiente resumen de los datos obtenidos después de procesar todas las unidades de muestreo.

Tabla 45: Resumen de PCIs promedios de todas las unidades de muestreo

PCIs de las 12 zonas y sus promedios						
Código de vía	Zona	UM	Losas	PCI	PCIs	Condición promedio
Z - 01	Av. La paz - calle 04	UM - 01	26	53.00	53.91	Malo
		UM - 02	20	50.20		
		UM - 03	20	46.40		
		UM - 04	20	55.00		
		UM - 05	20	49.00		
		UM - 06	20	50.50		
		UM - 07	20	64.00		
		UM - 08	24	63.20		
Z - 02	Calle 04 - jr. Grau	UM - 01	20	65.50	63.13	Regular
		UM - 02	20	72.20		
		UM - 03	20	66.30		
		UM - 04	20	48.50		
Z - 03	Jr. Grau - jr san francisco	UM - 01	20	11.10	27.75	Muy malo
		UM - 02	20	46.40		
		UM - 03	20	29.00		
		UM - 04	18	24.50		
Z - 04	Jr. San francisco - calle s/n	UM - 01	20	50.40	45.32	Malo
		UM - 02	20	47.90		
		UM - 03	20	31.10		
		UM - 04	20	53.10		
		UM - 05	20	45.50		
		UM - 06	20	43.90		
Z - 05	Calle s/n - jr. Ángel de la guarda	UM - 01	26	34.00	34.55	Muy malo
		UM - 02	26	35.10		
Z - 06	Calle s/n - ángel de la guarda - calle 01	UM - 01	20	64.60	43.93	Malo
		UM - 02	20	44.20		
		UM - 03	20	28.90		
		UM - 04	18	38.00		
Z - 07	Calle 01 - jr. Revolución	UM - 01	18	32.50	51.29	Malo
		UM - 02	18	51.68		
		UM - 03	18	69.70		
Z - 08	Jr. Revolución - jr. Ricardo de la jara	UM - 01	20	53.64	57.43	Regular
		UM - 02	20	57.50		
		UM - 03	20	65.50		
		UM - 04	20	57.65		
		UM - 05	20	77.50		
		UM - 06	20	55.00		
		UM - 07	22	35.20		
Z - 09		UM - 01	22	69.00	66.77	Regular

	Jr. Ricardo de la jara - jr. Micaela bastidas	UM - 02	22	65.10		
		UM - 03	24	66.20		
Z - 10	Jr. Micaela bastidas - psje. Colón	UM - 01	26	47.50	47.50	Malo
Z - 11	Psje. Colón - psje. Daniel a. Carrión	UM - 01	18	69.50	66.50	Regular
		UM - 02	18	78.90		
		UM - 03	18	51.10		
Z - 12	Psje. Daniel a. Carrión - jr. Cónde de las lagunas	UM - 01	22	41.50	41.25	Malo
		UM - 02	22	41.00		

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el tipo de daño, la causa que la ocasiona y el nivel de valoración según el ASTM D 6433-18.

Tabla 46: tipo de daño y sus causas

N°	Nombre del daño	Causa
21	Rotura por Pandeo	Clima
22	Rotura de la Esquina	Carga
23	Losa Dividida	Carga
24	Grieta de Durabilidad ("D")	Clima
25	Escalonamiento	Otra
26	Daño del Sello de Junta	Clima
27	Desnivel Carril / Berma	Otra
28	Grietas Lineales (Longitudinales, Transversales y Diagonales)	Carga
29	Parqueo Grande (>0.5 m ²) y Acometidas de Servicios Públicos	Otra
30	Parqueo Pequeño (≤0.5 m ²)	Otra
31	Pulimento de Agregados	Otra
32	Desprendimientos	Otra
33	Bombeo	Otra
34	Punzonamiento	Carga
35	Cruce de Vía Férrea	Otra
36	Descascaramiento por Agrietamiento	Otra
37	Grietas de Retracción	Clima
38	Astillamiento de Esquina	Clima
39	Astillamiento de Junta	Clima

Fuente: ASTM D-6433-18

Tabla 47: nivel de valoración del PCI

PCI	Estado	Intervención
0-30	Malo	Construcción
31-70	Regular	Rehabilitación
71-100	Bueno	Mantenimiento

Fuente: ASTM D-6433-18

Según el manual del ASTM D-6433-18 las fallas en pavimentos rígidos se dividen en 3 factores importantes, clima, carga y otros, estos son factores de esfuerzos y deformaciones en pavimentos rígidos. Nos indicará la capacidad estructural a la que están sometidas cada zona de estudio.

Figura 12: Porcentaje de densidad de patologías en la Zona 01.

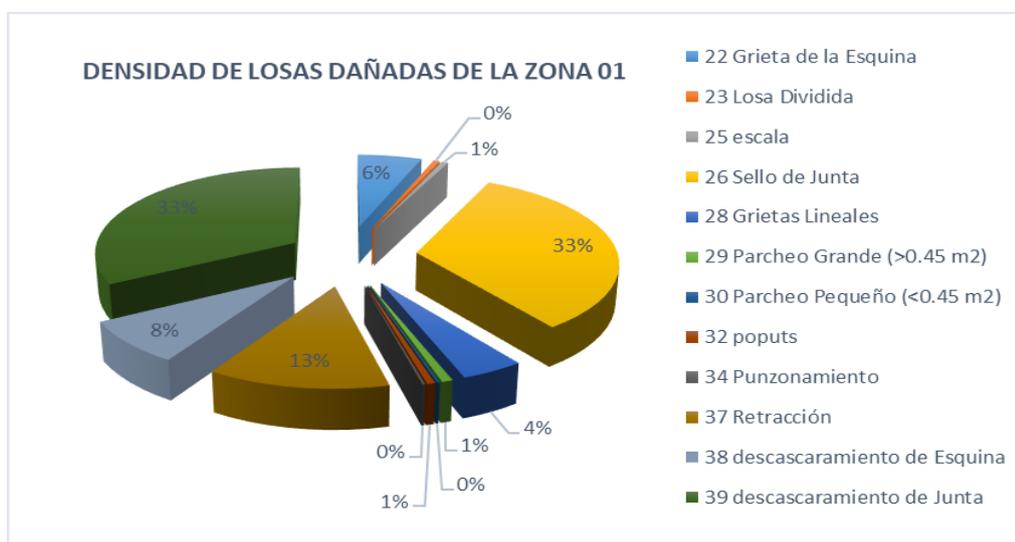


Figura 13: Porcentaje de densidad de patologías en la Zona 02.

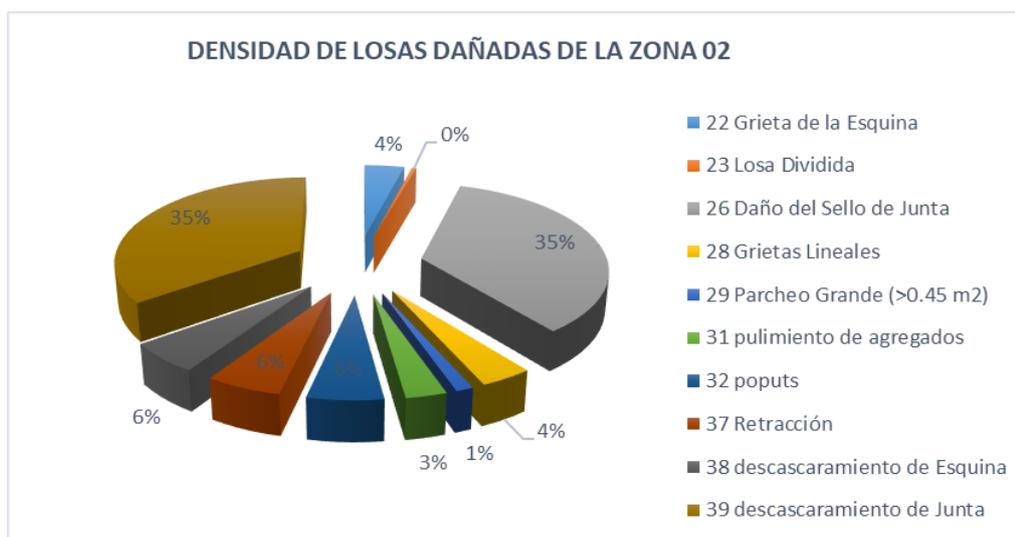


Figura 14: Porcentaje de densidad de patologías en la Zona 03.

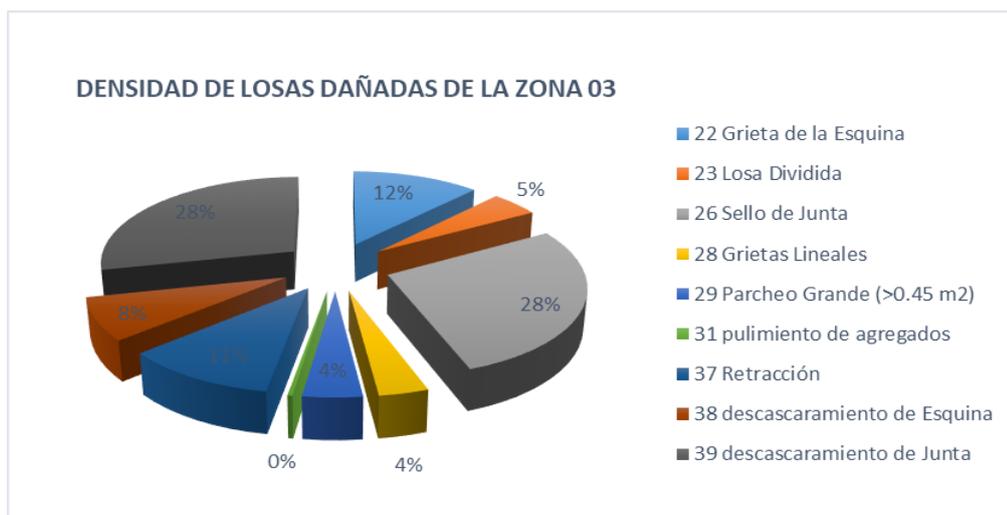


Figura 15: Porcentaje de densidad de patologías en la Zona 04.

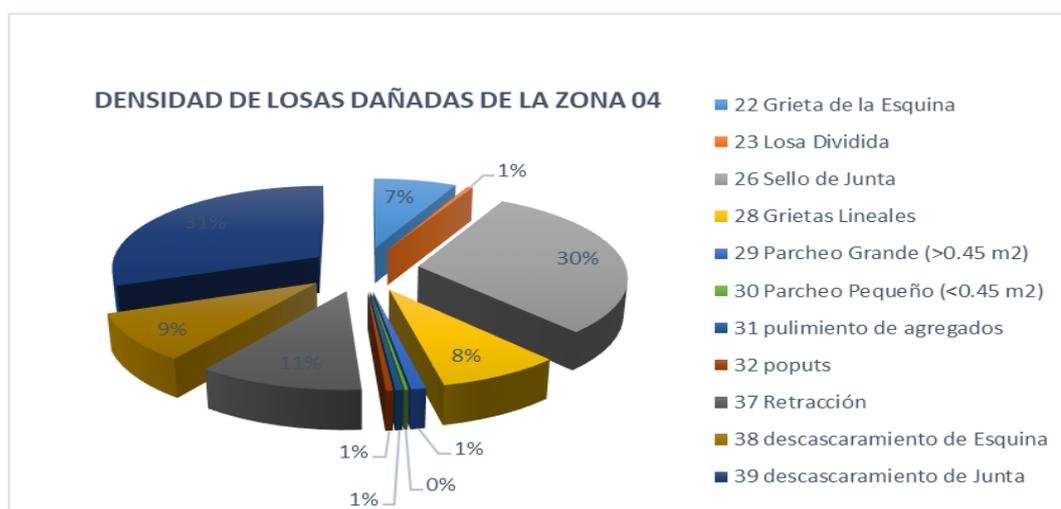


Figura 16: Porcentaje de densidad de patologías en la Zona 05.

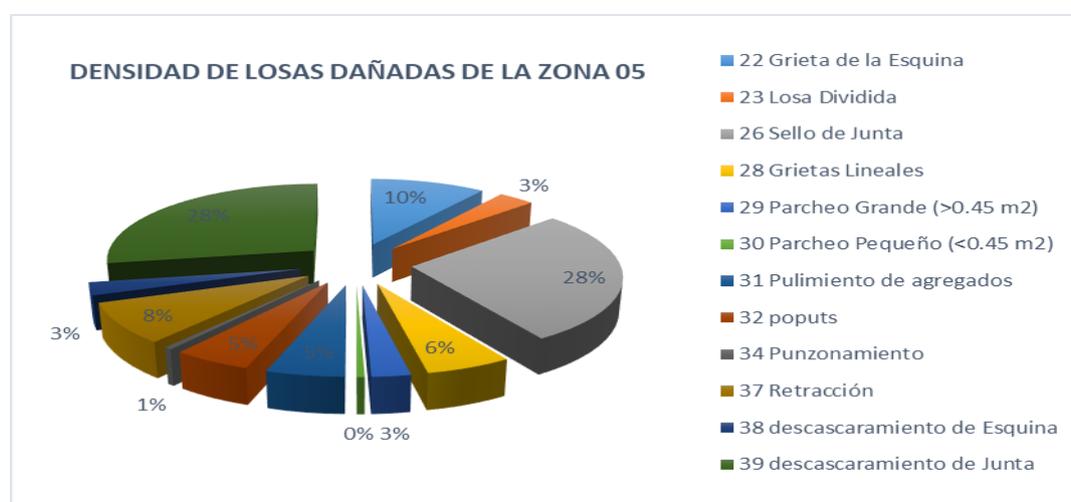


Figura 17: Porcentaje de densidad de patologías en la Zona 06.

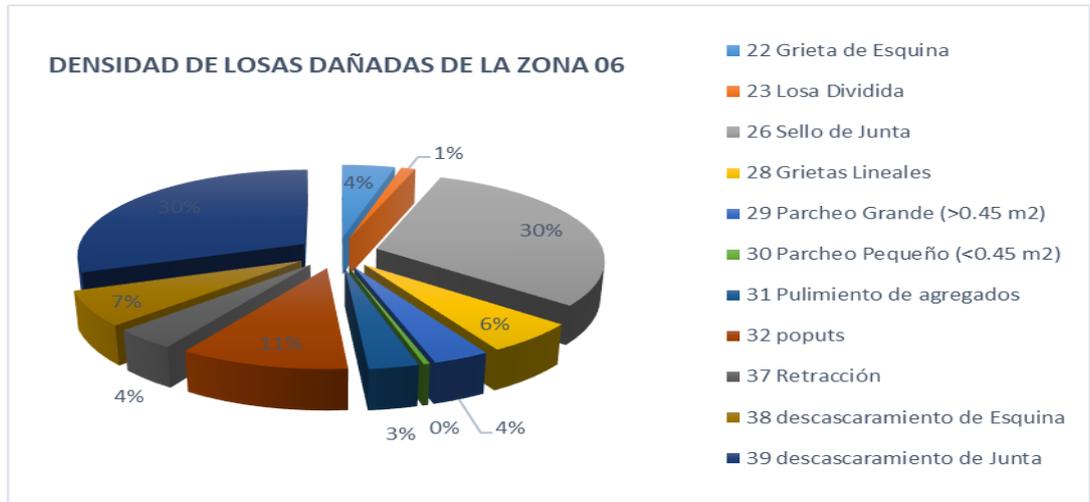


Figura 18: Porcentaje de densidad de patologías en la Zona 07.

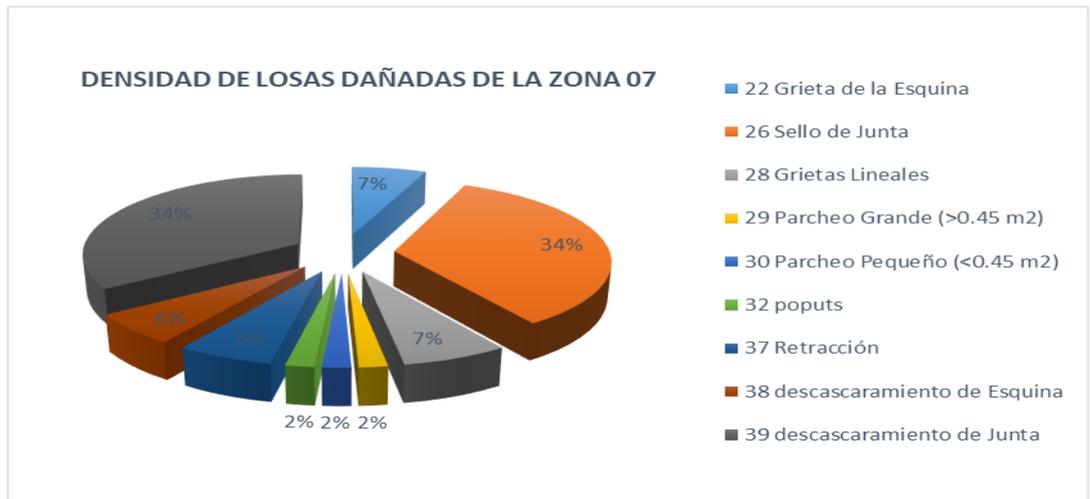


Figura 19: Porcentaje de densidad de patologías en la Zona 08.

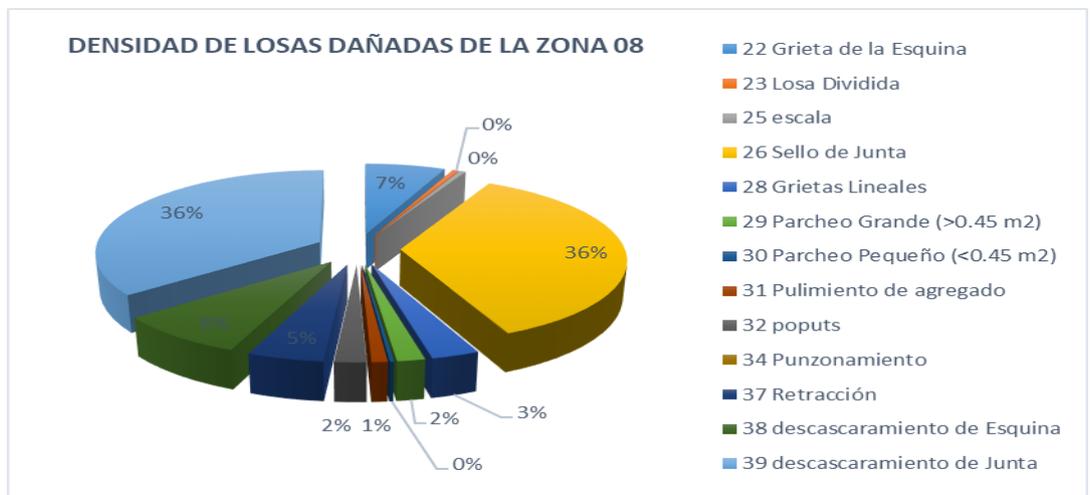


Figura 20: Porcentaje de densidad de patologías en la Zona 09.

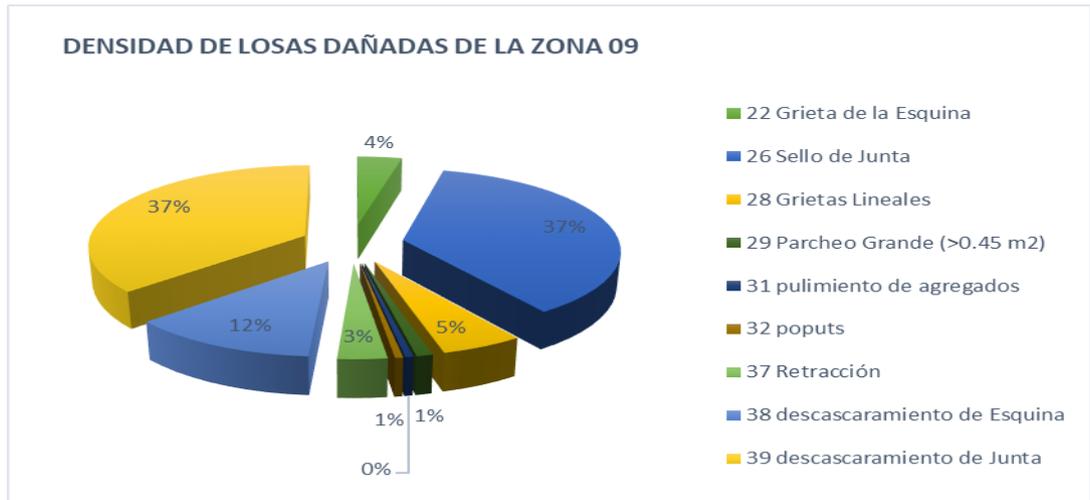


Figura 21: Porcentaje de densidad de patologías en la Zona 10.

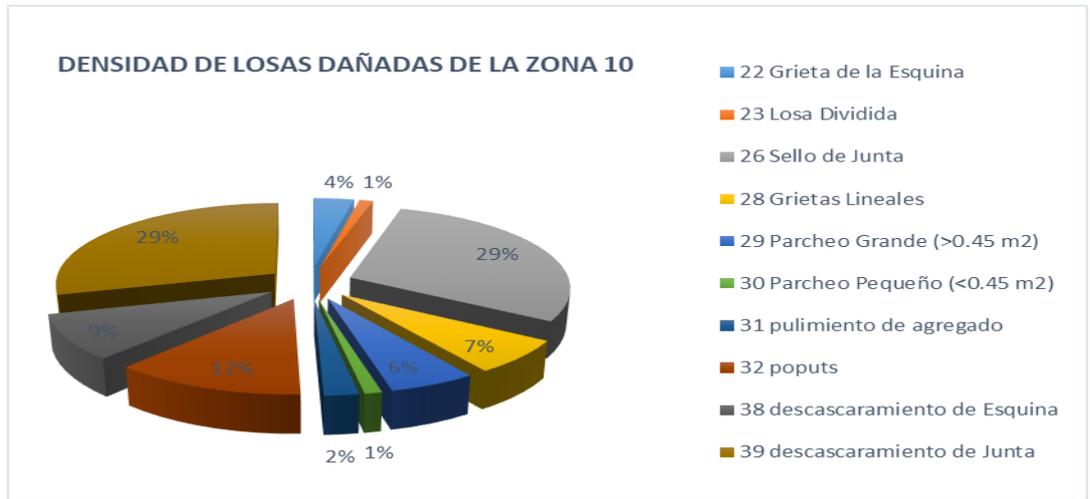


Figura 22: Porcentaje de densidad de patologías en la Zona 11.

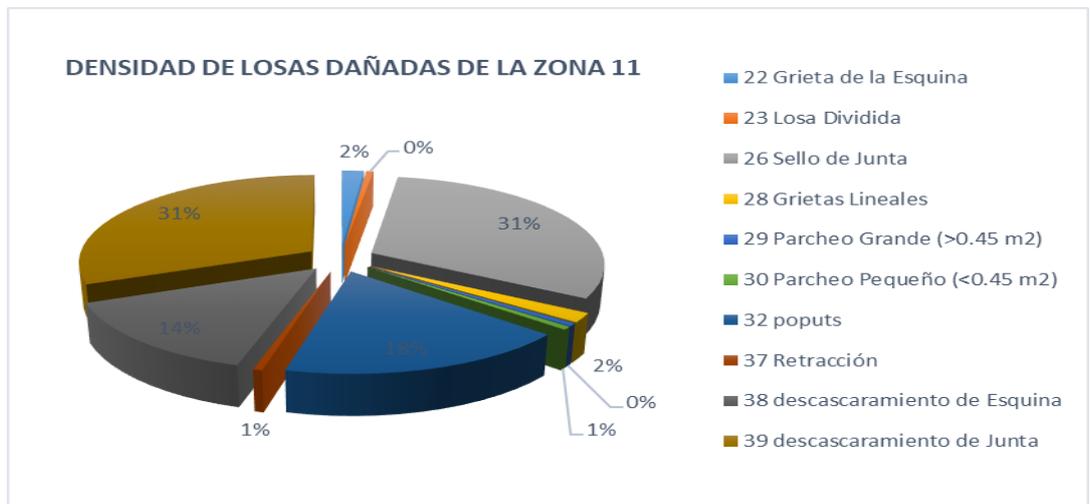
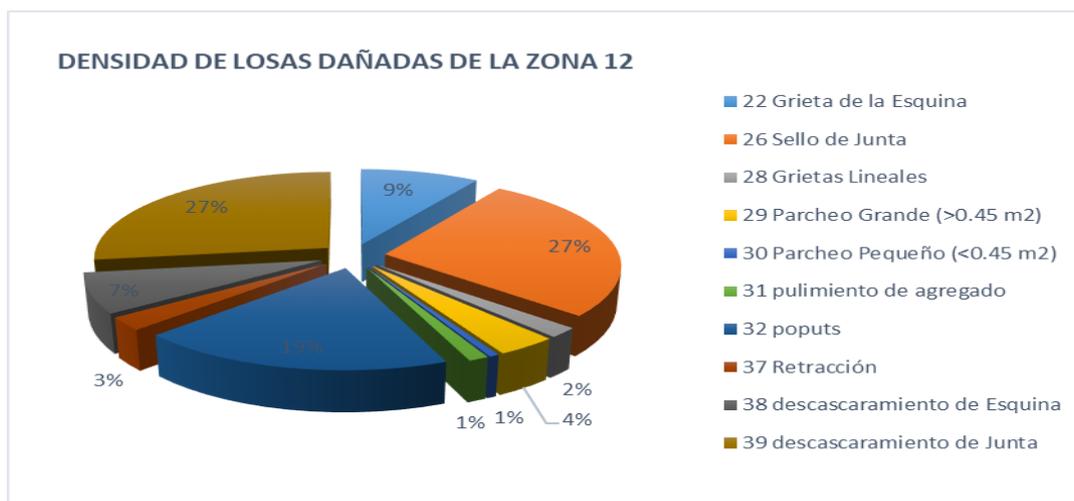


Figura 23: Porcentaje de densidad de patologías en la Zona 12.



Según los resultados obtenidos, la capacidad estructural producida en la evaluación de juntas en el pavimento rígido con el método PCI se redujeron considerablemente porque la patología sello de junta y descascaramiento de junta tienen mayor densidad, representa el porcentaje más alto de patologías más recurrentes desde el Km 0+000 hasta Km 1+928.10, lo cual afecta bastante la conservación del pavimento, debido a que las losas con ese tipo de patologías presentan un PCI promedio de regular a malo, esto indica que el pavimento requiere rehabilitación y en un caso específico construcción según la tabla 50.

B. Estado del sello de juntas en pavimentos rígidos.

Para poder verificar el estado del sello de las juntas en los pavimentos rígidos se realizó el mismo procedimiento que en el párrafo A, 4.1 ESPECÍFICOS, del CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS del presente trabajo, su función es sellar las juntas para minimizar la infiltración de agua superficial y de materiales incompresibles, los selladores de juntas longitudinales no requieren ser tan elásticas a diferencia de las juntas transversales, los sellos de juntas deben ser de dos tipos de materiales:

- Selladores líquidos

- Selladores preformados

Para considerar al sello de las juntas en nivel de severidad alto (H) tiene que cumplir estas consideraciones:

1. desprendimiento del sellante de la junta
2. extrusión del sellante.
3. crecimiento de vegetación.
4. Endurecimiento del material llenante
5. Perdida de adherencia a los bordes de la losa
6. Falta o ausencia del sellante en la junta

Resultados obtenidos de campo por zona:

Figura 24: sello de junta en todas las zonas.



Figura 25 – Daño en el sello de junta



Con respecto al estado del sello de las juntas en pavimentos rígidos, en la inspección de campo se reportó que el 100% de las juntas con cuenta con sellador, considerando al daño de sello en las juntas en nivel de severidad alto, cumpliendo así con las indicaciones del manual del PCI D6433-18, entonces se considera que el sello de las juntas esta en pésimo estado con un nivel de severidad alto, esto perjudica el comportamiento adecuado de las juntas, ya que se acumulan materiales incompresibles impidiendo que la losa se expanda o contraiga de forma libre y puede ocasionar que la losa se fragmente, se levante o se generen descascaramiento de los bordes de la junta, un material llénate adecuado impedirá que lo antes descrito suceda evitando que siga avanzando el deterioro.

C. Espaciamiento de las cajas de las juntas en pavimentos rígidos.

El tamaño de las cajas de las juntas juega un papel muy importante en la selección e implementación del sellador, las cajas de los sellos de las juntas están dimensionadas para permitir que el material de sellado resista los movimientos de apertura y cierre de las juntas, el movimiento de la junta transversal se estima mediante la **ecuación 05** del **CAPÍTULO III**, también nos especifica que el ancho mínimo permitido es 6 mm y el máximo es 10mm, en juntas para selladores líquidos, y que las juntas de dilatación, construcción y aislamiento deben ser mínimo de 12 mm y máximo de 25 mm.

A continuación, se presenta un cuadro de transferencia de cargas entre losas en función a la abertura de las juntas por trabazón de agregados:

Tabla 48: Distribución del pavimento en zonas

Abertura de la junta (mm)	Eficiencia en transferencia de cargas
0.1	99%
0.5	88%
1.0	71%
1.5	54%

2.00	38%
3.00	13%
4.00	1%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49: espaciamientos en las zonas de estudio inspeccionada

DIMENSION DE ESPACIAMIENTO DE LAS CAJAS DE LAS JUNTAS					
CÓDIGO DE VÍA	ZONA	UNIDADES DE MUESTREO	PROGRESIVA	DIMENSIONES (mm)	
				longitudinal	transversal
Z - 01	AV. LA PAZ - CALLE 04	8	0+000 al 0+340.13	44	38
Z - 02	CALLE 04 - JR. GRAU	4	0+340.13 al 0+499.84	45	39
Z - 03	JR. GRAU - JR SAN FRANCISCO	4	0+499.84 al 0+656.05	45	39
Z - 04	JR. SAN FRANCISCO - CALLE S/N	6	0+656.05 al 0+895.99	43	38
Z - 05	CALLE S/N - JR. ÁNGEL DE LA GUARDA	2	0+895.99 al 1+000.08	45	40
Z - 06	CALLE S/N - ÁNGEL DE LA GUARDA - CALLE 01	4	1+000.08 al 1+156.09	43	38
Z - 07	CALLE 01 - JR. REVOLUCIÓN	3	1+156.09 al 1+264.90	42	38
Z - 08	JR. REVOLUCIÓN - JR. RICARDO DE LA JARA	7	1+264.90 al 1+547.70	43	38
Z - 09	JR. RICARDO DE LA JARA - JR. MICAELA BASTIDAS	3	1+547.70 al 1+677.84	43	38
Z - 10	JR. MICAELA BASTIDAS - PSJE. COLÓN	1	1+677.84 al 1+729.84	45	37
Z - 11	PSJE. COLÓN - PSJE. DANIEL A. CARRIÓN	3	1+729.84 al 1+837.79	44	39
Z - 12	PSJE. DANIEL A. CARRIÓN - JR. CÓNDE DE LAS LAGUNAS	2	1+837.79 al 1+928.10	45	39

Fuente: Elaboración propia

Como se pueden observar de los resultados obtenidos de campo los espaciamientos de las cajas de las juntas en pavimentos rígidos varían entre 38 a 40 mm para las juntas transversales y de 42 a 45 mm en las juntas longitudinales, esto indica que si las losas no trabajan por el efecto trabazón de agregados la eficiencia de transferencia de cargas es nula, tampoco cuentan con barras de transferencia de carga, determinando así la condición que existe entre el espaciamiento de las cajas de las juntas y la transferencia de cargas de tránsito entre su desempeño estructural el cual es nula al 100% de la vía.

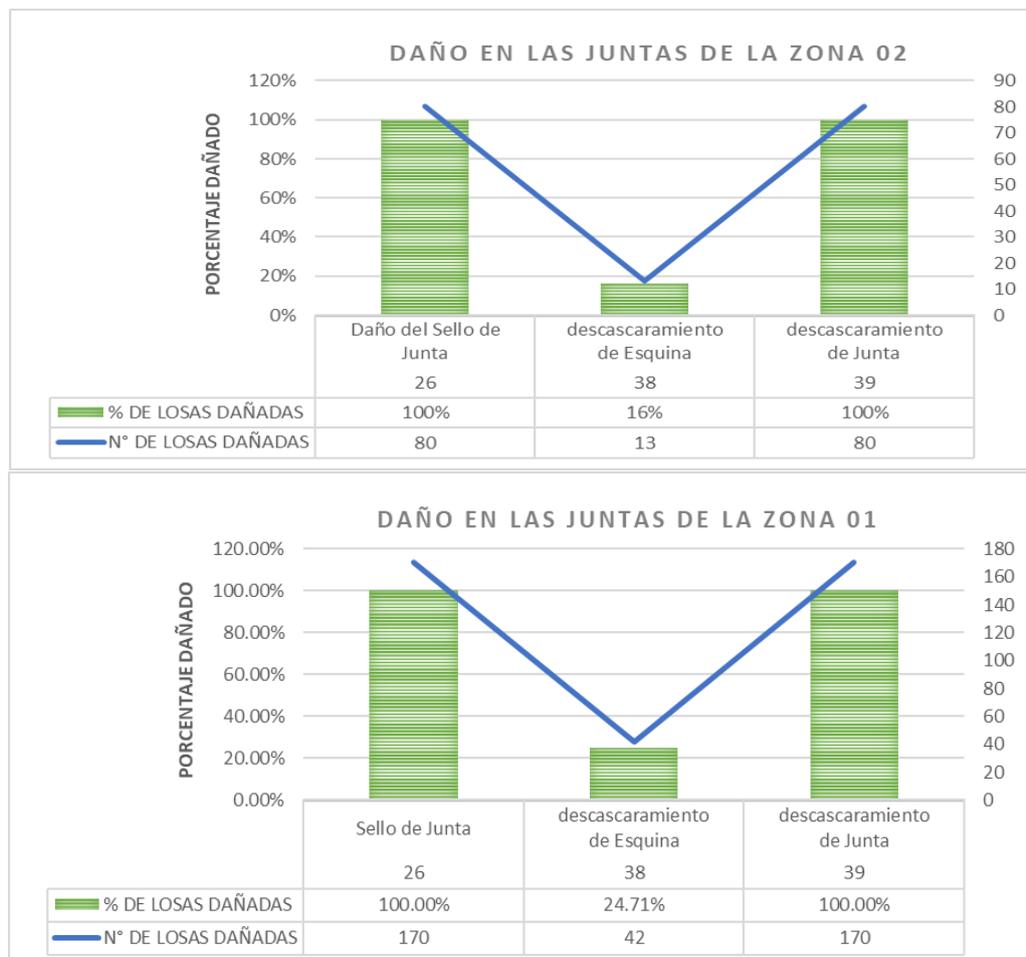
4.2. GENERAL.

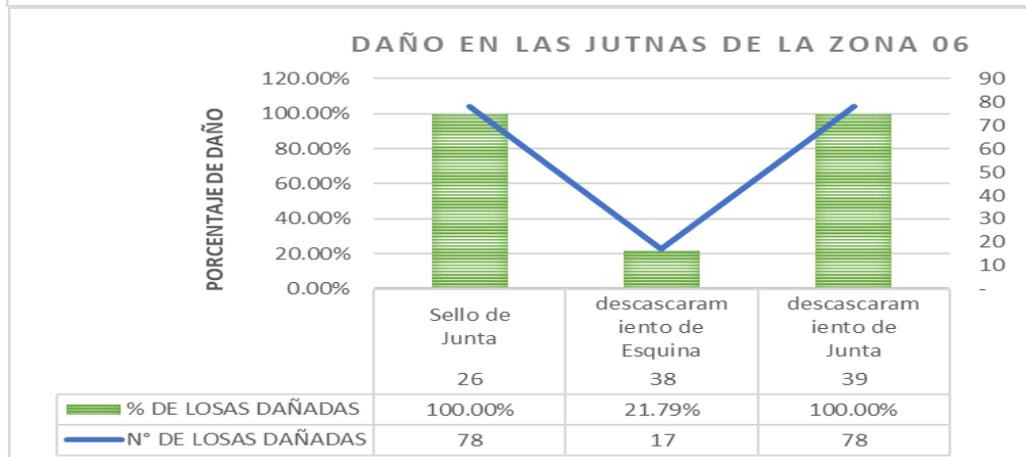
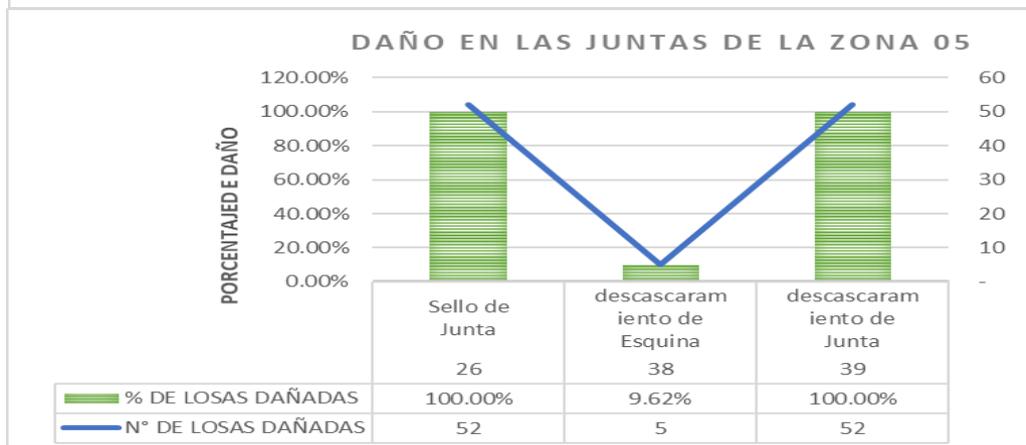
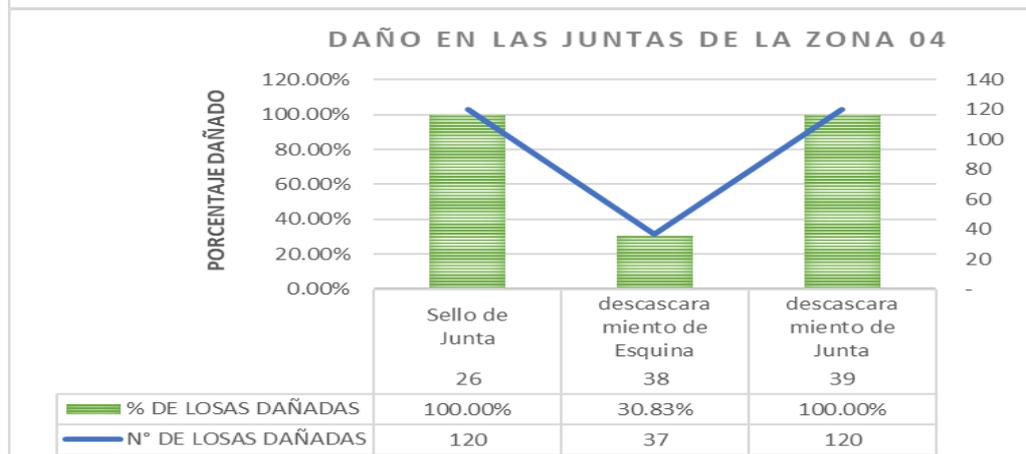
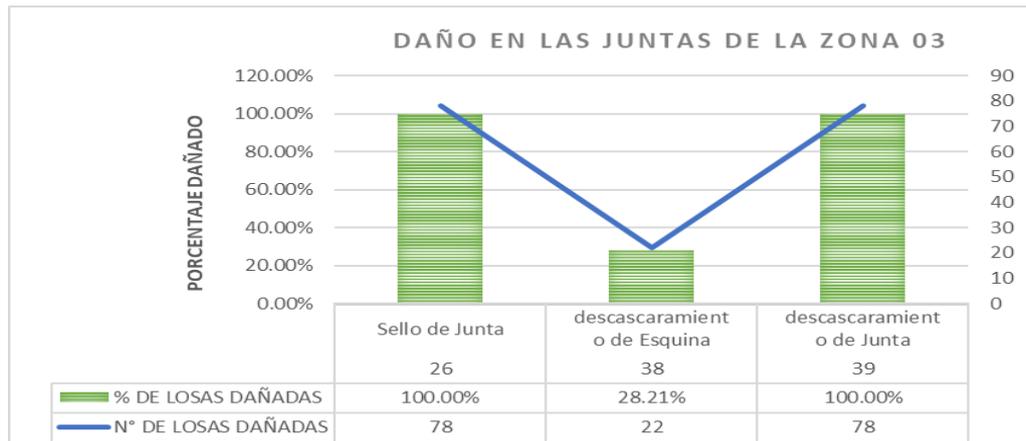
La evaluación de juntas en pavimentos rígidos nos indicará el pésimo estado ante el desempeño estructural.

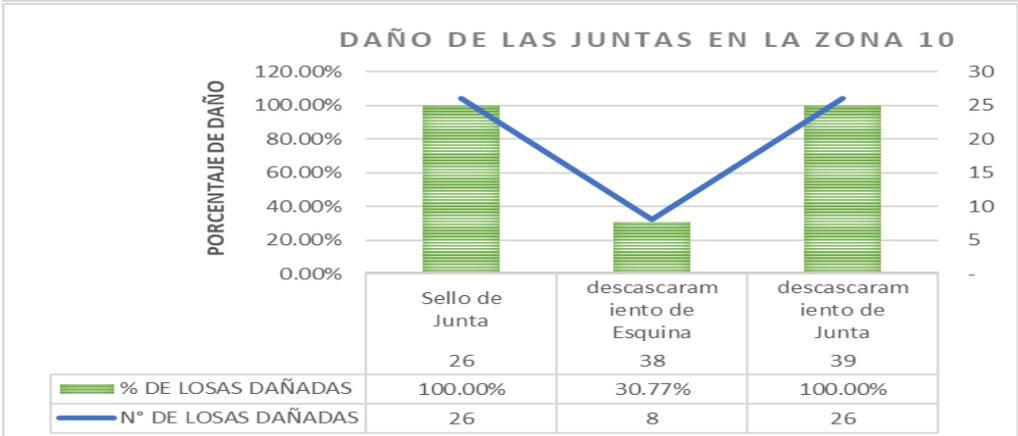
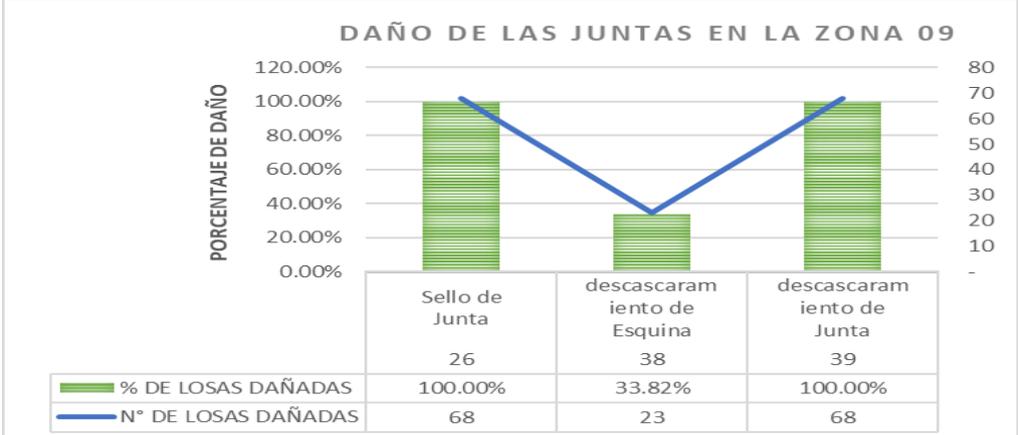
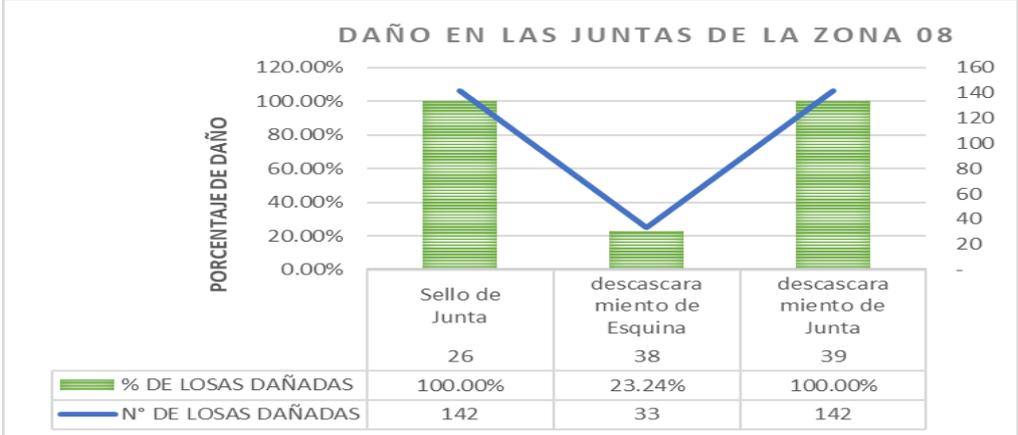
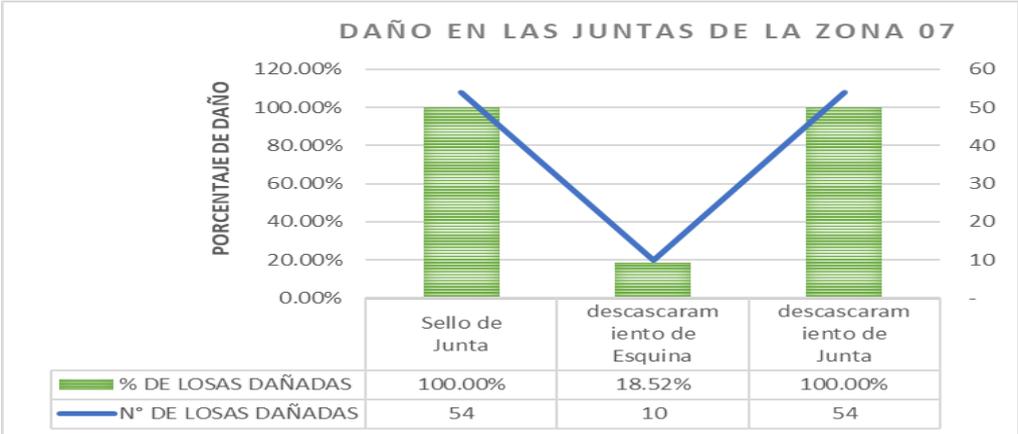
Con la recolección de datos de campo y resultados obtenidos en gabinete se pudieron evaluar la totalidad de muestras de cada zona.

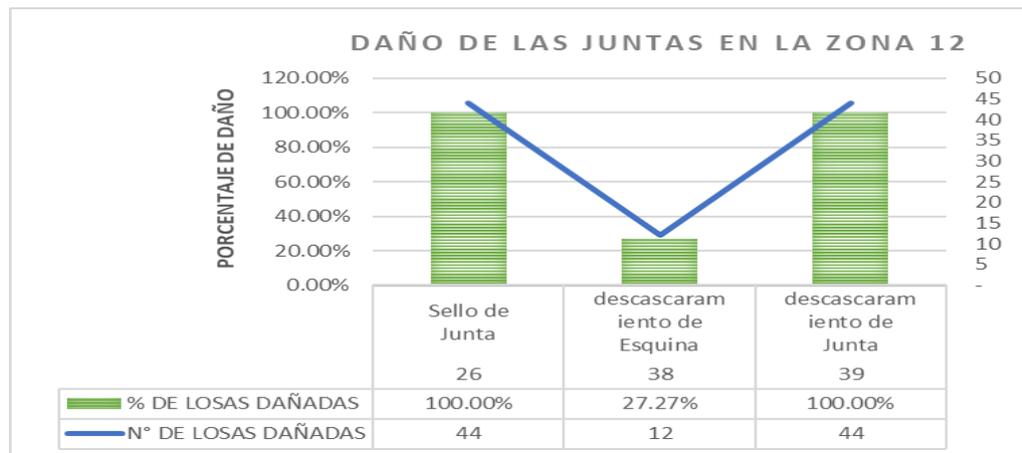
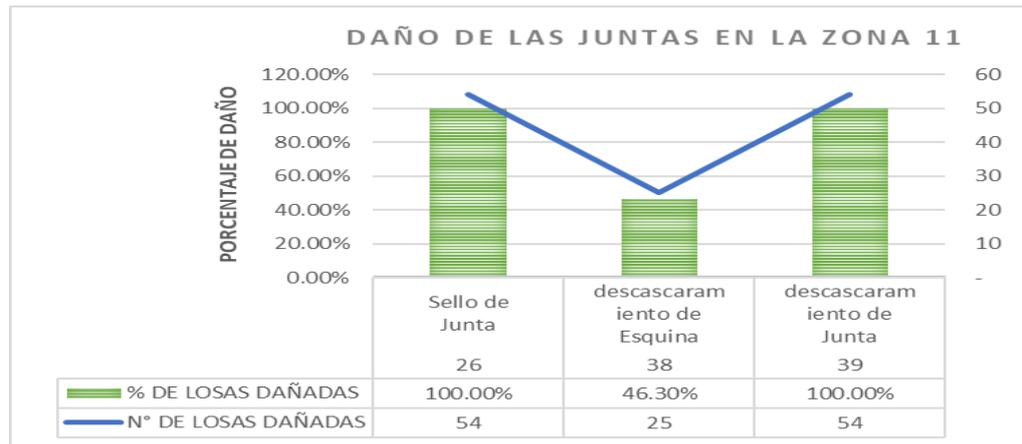
- las muestras nos indican que para la **zona 01** el estado de condición del pavimento es malo con un PCI = 53.91, donde las densidades de daños en las juntas son:

Figura 26: Distribución de densidad de daño en las juntas









Según los resultados, la evaluación de juntas en pavimentos rígidos indica que se reduce considerablemente el comportamiento óptimo ante el desempeño estructural, ya que se demostró con la evaluación del PCI el daño, severidad y cantidad de deterioro de cada zona evaluada, el PCI indica la relación que hay entre la evaluación de los daños ocurridos en las losas de todas las zonas evaluadas y su pésimo estado ante el desempeño estructural, también se observó que todas las losas sufren un daño en el sello de las juntas, daño en las esquinas y descascaramiento de las juntas, estos daños están directamente relacionados con el factor clima ya que no tuvieron mantenimiento hasta la fecha desde la etapa de construcción, se señala que el periodo de vida del pavimento es de 9 años y su periodo de diseño es de 20 años como mínimo.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusiones específicas.

A. Según los resultados obtenidos nos indica que la capacidad estructural producida en la evaluación de juntas en el pavimento rígido con el método PCI se redujeron considerablemente porque la patología sello de junta y descascaramiento de junta tienen mayor densidad, representa el porcentaje más alto de patologías recurrentes desde el Km 0+000 hasta Km 1+928.10, lo cual afecta bastante la conservación del pavimento, debido a que las losas con ese tipo de patologías presentan un PCI promedio de regular a malo, esto indica que el pavimento requiere rehabilitación y en un caso específico construcción según la tabla 50 aceptando la hipótesis planteada **“la reducción de la capacidad estructural en la evaluación de juntas en pavimentos rígidos será considerablemente negativa”** y coincidiendo con los resultados obtenidos de la tesis “factor clima y su relación con el deterioro del pavimento rígido en Ica año 2019” del investigador (Condorchoa, 2019) donde nos indica que Se evaluó el pavimento rígido de la ciudad de Ica mediante el método PCI, evidenciándose que actualmente el pavimento presenta un alto grado de deterioro, lo que se traduce en un **MAL** estado, con un índice de 27 para el grado correspondiente.

B. De los resultados obtenidos respecto al estado del sello de las juntas en pavimentos rígidos, en la inspección de campo se reportó que el 100% de las juntas con cuenta con sellador, considerando al daño de sello en las juntas en nivel de severidad alto, así como indica el manual del PCI D6433-18, entonces se considera que el sello de las juntas esta en pésimo estado con un nivel de severidad alto, esto perjudica el comportamiento adecuado de las juntas, ya que se acumulan materiales incompresibles impidiendo que la losa se expanda o contraiga de forma libre y puede ocasionar que la losa se fragmente, se levante o se generen descascaramientos de los bordes de la junta lo que reduce su desempeño estructural, se acepta la hipótesis planteada **“el pésimo estado del sello de las juntas en pavimentos rígidos perjudica significativamente el desempeño estructural”**, coincidiendo con los resultados obtenidos de la tesis “Evaluación del estado actual del pavimento rígido en el jirón Angamos desde la intersección con el jirón Saramacdougall hasta el jirón miguel Carducci - Cajamarca 2018” del investigador (Bustamante, 2018) al alcanzar el porcentaje de intervención se determinó que el 41% del pavimento rígido requieren mantenimiento, limpieza de pavimentos y sellado de juntas; 29% necesita reparación, lo que significa reemplazar partes de losas completamente dañados y algunos parches; por otro lado, se debe construir el 30% de la superficie de la carretera porque esta parte está muy dañada, reduciendo así el desempeño estructural y se convierte en un riesgo permanente para el pavimento.

C. Según los resultados obtenidos de campo los espaciamientos de las cajas de las juntas en pavimentos rígidos varían entre 38 a 40 mm para las juntas transversales y de 42 a 45 mm en las juntas longitudinales, esto indica que si las losas no trabajan por el efecto trabazón de agregados la eficiencia de transferencia de cargas es nula, tampoco cuentan con barras de transferencia de carga, determinando así la condición que existe entre el esparcimiento de las cajas de las juntas y la transferencia de cargas de tránsito entre su desempeño estructural el cual es nula al 100% de la vía, con estos resultados se acepta la hipótesis planteada **“el pésimo**

espaciamiento de las cajas de las juntas en pavimentos rígidos reduce el desempeño estructural” coincidiendo con los resultados obtenidos de la investigación “Eficiencia en la transferencia de cargas en juntas transversales de pavimento rígido reforzado con fibras metálicas” del investigador (Garzón, 2019) El trabajo muestra que los resultados para el concreto muchas veces dependen del ancho de las juntas, cuanto mayor sea el ancho, menor será la transmisión, para el concreto no armado, la eficiencia de transmisión promedio es del 45%. Para conexiones de varillas lubricadas, la transmisión es cercana al 95%, y para hormigón armado con fibras metálicas, la eficiencia alcanzada es del 90% lo que indican que dependen del tipo de transmisor de carga.

5.2. Discusión general.

Según los resultados, la evaluación de juntas en pavimentos rígidos indica que se reduce considerablemente el comportamiento óptimo ante el desempeño estructural, ya que se demostró con la evaluación del PCI el daño, severidad y cantidad de deterioro de cada zona evaluada, también se observó que todas las losas sufren un daño en el sello de las juntas, daño en las esquinas y descascaramiento de las juntas, estos daños están directamente relacionados con el factor clima ya que no tuvieron mantenimiento hasta la fecha desde la etapa de construcción, aceptando la hipótesis planteada **“la evaluación de juntas en pavimentos rígidos nos indicará el pésimo estado ante el desempeño estructural en las calles de Paucartambo”** coincidiendo con los resultados obtenidos por (Terrones, 2017) en su trabajo de investigación, ratificando los resultados donde nos dice que su evaluación del primer tramo utilizando el PCI fue un pavimento Regular con un CDV máximo de 52 dándole un PCI de 42, en el tramo 2 un pavimento malo de CDV máximo de 62 y un PCI de 38 y el tramo 3 un pavimento muy malo con un valor de CDV máximo de 75 que da un PCI de 25, según detalla en sus resultados obtenidos indicando que según el PCI obtenido el pavimento tiene un desempeño estructural de regular, malo y muy malo.

CONCLUSIONES

Específicas.

- A. Se puede apreciar que de los resultados la capacidad estructural analizados por el método PCI fueron reducidas considerablemente para que se presentaron daños en su estructura afirmando así la hipótesis planteada coincidiendo con otros trabajos ya realizados de acuerdo a sus lineamientos.
- B. El pésimo estado del sello de las juntas en pavimentos efectivamente nos indica que perjudica significativamente el desempeño estructural de las mismas con respecto a los resultados, también se considera que el sello que se usó es de arena y asfalto caliente, el cual se empezó a desprender a temprana edad afirmando así la hipótesis y corroborándola con la investigación analizada.
- C. El espaciamiento de la caja de las juntas está directamente relacionado con el diseño del sello de las juntas, los esparcimientos encontrados no cumplen con las especificaciones mínimas de diseño y construcción que se debería tener en cuenta en la etapa de construcción, también no se encontraron elementos de transmisión de carga de losa a losa los que afirma la hipótesis.

General.

La avenida denominada Vía alterna y sus intersecciones fueron evaluadas en su totalidad ya que el número de unidades de muestreo fueron mínimos por cada intersección, la parte más resaltante es que los daños en las juntas son en su totalidad lo que asegura definitivamente que el pavimento se encuentra en pésimo estado ante el desempeño estructural afectando la calidad del transporte urbano y público lo que afirmó la hipótesis desarrollada en la investigación dándole más realce con estudios ya realizados que se mencionaron en el marco teórico.

RECOMENDACIONES

- La evaluación PCI de los pavimentos rígidos en la vía alterna debe ser realizada periódicamente por los reguladores públicos y privados, ya que es un método confiable y estandarizado que permite brindar información y herramientas para la toma de decisiones, especialmente para los pavimentos rígidos en zonas con altas temperaturas y condiciones climáticas adversas. condiciones similares a Paucartambo.
- Se recomienda continuar con una evaluación minuciosa en los tramos siguientes de la vía, estableciendo los grados de severidad de los deterioros con la finalidad de implementar reparaciones técnicas adecuadas, garantizando así la vida útil de la estructura del pavimento.
- Se recomienda capacitar a los trabajadores e incluso al personal técnico que no cuenten con experiencia para la elaboración de las cajas de juntas y los sellos de juntas de un pavimento rígido.
- Se recomienda que los datos obtenidos de esta tesis sirvan para referenciar estudios posteriores de evaluación del pavimento ya que es un punto de partida para la conservación de la misma.
- El PCI debe monitorearse constantemente para que se pueda determinar la tasa de deterioro del pavimento y, por lo tanto, se identifiquen las necesidades predeterminadas de mantenimiento y mejora de la vía, si las haya.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referencias

- Alvariño, j. (2016). Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de la pista en la avenida las Malvinas, del distrito de Mazamari, provincia de Satipo. Tesis de grado, Universidad Católica los Angeles de Chimbote, Satipo.
- Aristizabal, M., Canizales, H., & Leiva, J. (2020). Evaluación del estado Del pavimento rígido en el segmento de vía de la avenida Ferrocarril entre calles 37 y 31 de la ciudad de Ibagué Tolima. trabajo de Grado, Universidad Cooperativa de Colombia, Ibagué - Tolima.
- Borja, M. (2012). Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo, Peú.
- Burgos, S. (2019). indicadores de desempeño para capacidad estructural y vibraciones del pavimento y serviciabilidad de paraderos, para modelo de niveles de servicio en carreteras congestionadas. Tesis de grado, Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso.
- Bustamante, E. (2018). Evaluación del estado actual del pavimento rígido en el jirón Angamos desde la intersección con el jirón Saramacdougall hasta el jirón Miguel Carducci - Cajamarca 2018. Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- Carrasco, S. (2005). Metodología de la investigación científica. Perú: Editorial San Marcos.
- Carvalho, A. (2001). Análisis del ciclo de vida de productor derivados del cemento - Aportaciones al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA, Escuela Técnico Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de barcelona, Barcelona, España.

- Chamberlain, A., Muri, W., & Pyres, C. (1997). Guía AASHTO para diseño de estructuras de pavimento. Sociedad Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transportes.
- Conceptos básicos de pavimento rígido. (14 de enero de 2019). Alicaresp: <http://alicaresp.com/2019/01/14/conceptos-basicos-de-pavimentos/>
- Condorchoa, C. (2019). "Factor clima y su relación con el deterioro de pavimentos rígidos en Ica año 2019". Tesis de Maestro en Ingeniería Vial con mención en Carreteras, Puentes y Túneles., Universidad Ricardo Palma, Maestría en ingeniería vial con mención en carreteras, puentes y túneles, Lima.
- definición de calle. (5 de noviembre de 2011). Wikipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/Calle>
- Definición de desempeño del pavimento. (8 de marzo de 2010). Pavimentos: <https://libro-pavimentos.blogspot.com/2010/03/definicion-de-desempeno-del-pavimento.html>
- García, R. (2017). Evaluación del pavimento rígido de la calle Ciruelos desde la avenida 42 hasta la avenida 44, sector Industrial Inmaconsa, Parroquia Tarquil, Cantón Guayaquil. Trabajo de titulación, Universidad de Guayaquil, Guayaquil.
- Garzón, D. (2019). "Eficiencia en la transferencia de cargas en juntas transversales de pavimento rígido reforzado con fibras metálicas". Tesis de Maestría, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Bogotá.
- Granda, C. (2018). "Evaluación de la condición del pavimento rígido por el Método Pci En El Anillo Vial Tramo Chaupimarca – Yanacancha – Pasco – 2018". Tesis de grado, Universidad Nacional Daniel A. Carrión, Pasco.
- Grupo Técnico - Convenio 587 de 2003. (2006). Manual para la Inspección Visual De Pavimentos Rígidos. Bogotá, Colombia: Instituto Nacional de Vías - INVIAS.

- Guía básica para juntas en pavimentos de concreto. (Versión 2019). Colombia: Euclid Group TOXEMENT.
- Hernández, J. (2020). Evaluación del desempeño de pavimentos rígidos en función a su índice de condición del pavimento (PCI) y criterios de sostenibilidad en tres segmentos del tramo CA-01 occidente de estación 018+815 a estación 124+200. Trabajo de graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Hernandez, R. (2014). Metodología de la Investigación. México: Mc GRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Javier, O. (11 de setiembre de 2007). Juntas en pavimentos de concreto: mayor durabilidad y vida de servicio. 360 EN CONCRETO: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:DbfcDCL4xdoJ:https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/juntas-en-pavimentos-de-concreto+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe>
- Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos. (2014). Lima, Perú: Ministerio de transportes y comunicaciones.
- Marcos, P. (24 de Julio de 2011). Capitulo I método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos rígidos 1.1 resumen. academia.edu: https://www.academia.edu/40279061/CAPITULO_I_M%C3%89TODO_AASHTO_93_PARA_EL_DISE%C3%91O_DE_PAVIMENTOS_R%C3%8DGIDOS_1_1_RESUMEN
- Miranda, R. (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Universidad Austral de Chile, Escuela de Construcción Civil. Valdivia: Periodístico.
- Ospina, J. (2018). Diseño estructural de pavimento rígido de las vías urbanas en el municipio del espinal - departamento del Tolima. tesis de Grado, Universidad Cooperativa de Colombia, Tolima.
- Packard, R. (1995). Diseño de espesores para pavimentos de hormigón en carreteras y calles método de la portland cement association. impreso en U.S.A. por la portland cement association PCA.

- Padilla, R. (2011). "Diseño del pavimento rígido para el Tramo el Empalme (abscisa 0+000) – Celica (abscisa 20+300) de la vía el Empalme – Celica – Alamor". Tesis de grado, Universidad Internacional del Ecuador, Quito.
- Pérez, L. (2016). Evaluación visual de fisuras tempranas en las losas de pavimento rígido MR41 en la variante del municipio de Urrao (dep. Antioquia). Proyecto de Grado, Universidad Militar Nueva Granada, Antioquia.
- Pino, J., Beltrán, R., & Terán, H. (2015). Resistencia de materiales teoría y cálculos prácticos. Sangolquí, Ecuador: Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.
- Ramos, R. (2021). "Evaluación estructural y superficial del pavimento de la av. Lambramani con fines de diagnóstico y rehabilitación". Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2010). Norma técnica de edificaciones CE. 010 Pavimentos Urbanos. Reglamento nacional de edificaciones.
- Tamayo, M. (2003). El Proceso de la investigación científica (Vol. IV). México: EDITORIAL LIMUSA, S.A. DE C.V.
- Terrones, N. (2017). Evaluación y análisis del pavimentos rígido en el jiron 28 De Julio, entre las cuadras 1 Al 9, ciudad de Bagua, Region Amazonas, al año 2017. Tesis de grado, Universidad César Vallejo, Chiclayo.
- Vásquez, L. (2002). PAVEMENT CONDITION INDEZ (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS. Manizales: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

ANEXOS

PANEL FOTOGRAFICO

Fotografía 1 – Grieta lineal



Fotografía 2 – Descascaramiento de Esquina



Fotografía 3 – Grita de esquina



Fotografía 4 – Losa dividida



Fotografía 5 – Escala



Fotografía 6 – Daño del sello de junta



Fotografía 7 – Parche grande



Fotografía 8 – Parche pequeño



Fotografía 9 – Pulimiento de agregados



Fotografía 10 – Popups



Fotografía 11 – Punzonamiento



Fotografía 12 – Descascaramiento de junta



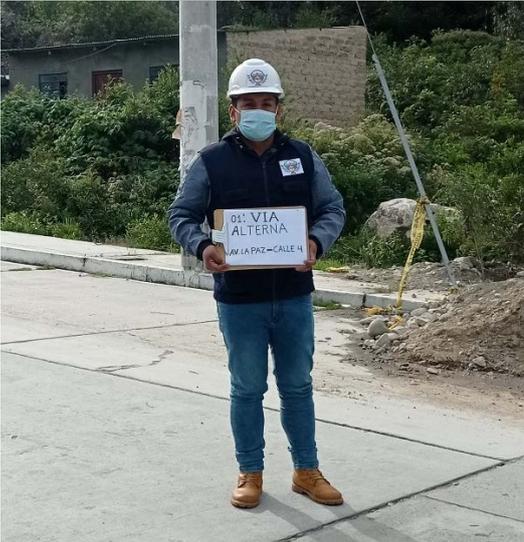
Fotografía 13 – Deterioro por Punzonamiento



Fotografía 14 – grieta de esquina



Fotografía 15 – zona 01 de evaluación



Fotografía 16 – zona 06 de evaluación



Fotografía 17 – zona 10 de evaluación



Fotografía 18 – zona 12 de evaluación



Fotografía 19 – Parche grande en pésimo estado



Fotografía 20 – caja de junta longitudinal



Fotografía 21 – pulimiento de los agregado



Fotografía 22 – caja de juntas transversales



Fotografía 23 – grieta lineal con daño alto (H)



Fotografía 24 – grieta lineal y escala en paños



SOLICITUD DE PERMISO DE INVESTIGACION

“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”

SOLICITO: Permiso para realizar estudios a nivel de investigación de tesis de la Vía alterna.

Señor: Ing. Luis Marín POMACHAGUA OSORIO

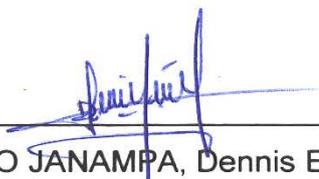
Alcalde de la Municipalidad Distrital de Paucartambo

Yo, **TAMAYO JANAMPA, Dennis Edward**, identificado con DNI. N° **42920198**, Bachiller de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana Los Andes sede Huancayo, solicito: realizar una investigación con fines de tesis denominado **“EVALUACION DE JUNTAS EN PAVIEMTOS RÍGIDOS Y SU RELACIÓN CON EL DESEMPEÑO ESTRUCTURAL EN LAS CALLES DE PAUCARTAMBO, 2022”**.

Que, teniendo la necesidad de realizar la investigación para la tesis mencionada anteriormente, solicito permiso para realizar evaluaciones a las losas de pavimento rígido no destructivos y métodos de inspección visual, así para poder obtener resultados que contribuyan a su tratamiento posterior.

Me despido, esperando que mi solicitud sea atendida, considerando su ardua labor en beneficio de la población.

Paucartambo, 06 de diciembre del 2021


TAMAYO JANAMPA, Dennis Edward
DNI: 42920198



PLANO

• **MATRIZ DE CONSISTENCIA**

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	JUSTIFICACION	MARCO TEORICO	OPERACIONALIZACION	METODOLOGÍA
<p>P. GENERAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Qué relación hay entre la evaluación de juntas en pavimentos rígidos y el desempeño estructural en las calles de Paucartambo en el 2022? <p>P. ESPECIFICO:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál será la capacidad estructural producida en la evaluación de juntas en pavimentos rígidos en las calles de Paucartambo en el 2022? ¿Cuál será el estado del sello de las juntas en pavimentos rígidos y su relación con el desempeño estructural en las calles de Paucartambo en el 2022? ¿Qué condiciones dará el espaciamiento de las cajas de las juntas en pavimentos rígidos en el desempeño estructural en las calles de Paucartambo en el 2022? 	<p>O. GENERAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> evaluar las juntas en pavimentos rígidos y su relación con el desempeño estructural en las calles de Paucartambo en el 2022. <p>O. ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> Analizar la capacidad estructural producida en la evaluación de juntas en pavimentos rígidos en las calles de Paucartambo en el 2022. Examinar el estado del sello de las juntas en pavimentos rígidos y su relación con el desempeño estructural en las calles de Paucartambo en el 2022. Determinar las condiciones que darán el espaciamiento de las cajas de las juntas en pavimentos rígidos en el desempeño estructural en las calles de Paucartambo en el 2022. 	<p>H. GENERAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> La evaluación de juntas en pavimentos rígidos nos indicara el pésimo estado ante el desempeño estructural en las calles de Paucartambo en el 2022. <p>H. ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> La reducción de la capacidad estructural en la evaluación de juntas en pavimentos rígidos será considerablemente negativa en las calles de Paucartambo en el 2022. El pésimo estado del sello de las juntas en pavimentos rígidos perjudica significativamente el desempeño estructural en las calles de Paucartambo en el 2022. El pésimo espaciamiento de las cajas de las juntas en pavimentos rígidos reduce el desempeño estructural en las calles de Paucartambo en el 2022. 	<p>J. SOCIAL: Constituirá en la evaluación de juntas en pavimentos rígidos con métodos, técnicas y análisis en el desempeño de sus características, y así comprobar su deterioro a corto y largo plazo la cual es perjudicial para la población de la zona de investigación.</p> <p>J. TEÓRICA: El estudio está dirigido a formular instrumentos de recopilación de información que permita hacer más eficiente el proceso de construcción de juntas en pavimentos rígidos. La investigación propuesta mediante la aplicación de la teoría de los conceptos básicos de la evaluación del proceso constructivo busca evitar errores en la elaboración de juntas para así poder obtener un mejor desempeño estructural en pavimentos rígidos.</p> <p>J. PRÁCTICA: La evaluación de juntas en pavimentos rígidos mejorará el desempeño estructural post construcción de la vía y así aumentará la calidad de vida de la población en base a sus necesidades como el tránsito vehicular y peatonal garantizando un ambiente adecuado.</p> <p>J. METODOLÓGICA: El estudio se hace con el propósito de establecer un conjunto de parámetros más eficaces que logren realmente Prevenir, y regularizar la mala práctica de la evaluación de juntas en pavimentos rígidos y su relación con el desempeño estructural, y orientar a la utilización de diseños adecuados y normas.</p>	<p>ANTECEDENTES:</p> <p>indicadores de desempeño para capacidad estructural y vibraciones del pavimento y serviciabilidad de paraderos, para modelo de niveles de servicio en carreteras concesionadas. Evaluación del Pavimento Rígido de la Calle Ciruelos Desde la Avenida 42 hasta la Avenida 44, Sector Industrial Inmaconsa, Parroquia Tarqui, Cantón Guayaquil.</p> <p>TEORIA DE INVESTIGACION:</p> <p>Introducción al pavimento rígido.</p> <p>Teoría de Cálculo Estructural de Estados Límites.</p> <p>NORMATIVIDAD:</p> <ul style="list-style-type: none"> Norma Técnica CE. 010 pavimentos urbanos. Manual de evaluación de pavimentos (PCI). Guía básica para juntas en pavimentos de concreto. 	<p>a). Variable (X):</p> <p>Evaluación de juntas en pavimentos rígidos.</p> <p>Dimensiones</p> <ul style="list-style-type: none"> Característica de las juntas <p>Sub dimensiones</p> <p>X1. Estado de juntas. X2. Estado de sello de juntas. X3. Espaciamiento la caja de juntas.</p> <p>b). Variable (y):</p> <p>desempeño estructural.</p> <p>Dimensiones</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad estructural <p>Sub dimensiones</p> <p>Y1: desplazamientos. Y2: deflexiones. Y3. Radio de curvatura.</p>	<p>TIPO: Aplicada Cuantitativa</p> <p>NIVEL: Descriptivo</p> <p>METODO: Método Científico -Análisis -Síntesis -Observación -Medición Método deductivo.</p> <p>DISEÑO: No experimental transversal</p> <p>ENFOQUE El enfoque de la investigación será cuantitativo.</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA</p> <p>Población: calles en el distrito de Paucartambo, Pasco.</p> <p>Muestra: Como muestra se tomaran 10 calles, 5 en el mismo distrito y 5 en un centro poblado.</p>