

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ANÁLISIS DEL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN
LA CALLE HUAMANTANGA MEDIANTE LA
METODOLOGÍA DEL PAVEMENT CONDITION INDEX
(PCI), JAÉN - CAJAMARCA**

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

**Autores: Bach. Lizana Cusquisiban Cintia Stefani
Bach. Vargas Vasquez Jorge Gustavo**

Asesor: Dra. Ing. Zadith Nancy Garrido Campaña

Línea de investigación: Transporte

JAÉN - PERÚ, FEBRERO, 2024

NOMBRE DEL TRABAJO

ANÁLISIS DEL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE HUAMANTANGA MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL PAVEMEN

AUTOR

Lizana Cusquisiban Cintia Stef Vargas Vasquez Jorge Gustavo

RECuento DE PALABRAS

15817 Words

RECuento DE CARACTERES

82898 Characters

RECuento DE PÁGINAS

127 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

9.7MB

FECHA DE ENTREGA

Feb 23, 2024 9:05 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Feb 23, 2024 9:07 AM GMT-5

● **14% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Dr. *Ismael Zayed Apaza Panca*
RESPONSABLE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

“AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO”

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 22 de febrero del año 2024, siendo las 11:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón
Secretario : Mg. José Luis Piedra Tineo
Vocal : Dr. Marco Antonio Martínez Serrano

Para evaluar la Sustentación del **Informe Final** de:

- () Trabajo de Investigación
(**X**) Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: “**ANÁLISIS DEL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE HUAMANTANGA MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), JAÉN-CAJAMARCA**”, presentado por los bachilleres **Cintia Stefani Lizana Cusquisiban** y **Jorge Gustavo Vargas Vasquez**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- (**X**) Aprobar () Desaprobar (**X**) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (14) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

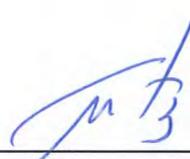
Siendo las 12:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Mg. BILLY ALEXIS CAYATOPA CALDERÓN
Presidente



Mg. JOSÉ LUIS PIEDRA TINEO
Secretario



Dr. MARCO ANTONIO MARTÍNEZ SERRANO
Vocal

ÍNDICE

RESUMEN	9
ABSTRACT	10
I. INTRODUCCIÓN	11
1.1 Realidad problemática	11
1.2 Formulación del problema	12
1.3 Justificación	12
1.4 Hipótesis	12
1.5 Objetivos	12
1.6 Antecedentes de la investigación	13
1.7 Marco Teórico.....	19
1.7.1 Pavimento.....	19
1.7.2 Evaluación de un pavimento	19
1.7.3 Tipos de evaluación de pavimentos	20
1.7.4 Método del Índice de condición del pavimento (PCI)	20
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	22
2.1. Ubicación del área de estudio.....	22
2.2. Población	23
2.3. Muestra	23
2.4. Muestreo	23
2.5. Variables de estudio.....	24
2.6. Fuentes de información	24
2.7. Métodos	24
2.8. Técnicas.....	24
2.9. Procedimiento.....	24
2.10. Análisis de datos.....	34
III. RESULTADOS	35

3.1. Caracterización de los tipos de fallas y grados de severidad encontrados	35
3.2. Calificación del pavimento rígido, según la evaluación del Método PCI	56
3.3. Alternativas de mantenimiento y/o reparación para las fallas encontradas.....	58
IV. DISCUSIÓN	61
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
5.1. Conclusiones.....	64
5.2. Recomendaciones	65
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
AGRADECIMIENTO	69
DEDICATORIA.....	70
ANEXOS	71

INDÍCE DE TABLAS

Tabla 1 Niveles de Severidad, según el tipo de falla	27
Tabla 2 Obtención del mayor valor deducido de la Unidad de Muestra (UM - 01)	29
Tabla 3 Valores equivalentes del ábaco para la obtención del valor deducido de la falla N°23.....	30
Tabla 4 Valores equivalentes del ábaco para el cálculo del valor deducido corregido	32
Tabla 5 Cálculo de los valores deducidos corregidos	34
Tabla 6 Rango de PCI.....	34
Tabla 7 Caracterización y severidad de falla de la UM - 01, CUADRA 9.....	35
Tabla 8 Caracterización y severidad de falla de la UM - 02, CUADRA 9 y 10.....	36
Tabla 9 Caracterización y severidad de falla de la UM - 03, CUADRA 10 y 11.....	37
Tabla 10 Caracterización y severidad de falla de la UM - 04, CUADRA 11 y 12.....	38
Tabla 11 Caracterización y severidad de falla de la UM - 05, CUADRA 12.....	39
Tabla 12 Caracterización y severidad de falla de la UM - 06, CUADRA 14.....	40
Tabla 13 Caracterización y severidad de falla de la UM - 07, CUADRA 15.....	41
Tabla 14 Caracterización y severidad de falla de la UM - 08, CUADRA 15 y 16	42
Tabla 15 Caracterización y severidad de falla de la UM - 09, CUADRA 16.....	43
Tabla 16 Caracterización y severidad de falla de la UM - 10, CUADRA 16 y 17.....	44
Tabla 17 Caracterización y severidad de falla de la UM - 11, CUADRA 17.....	45
Tabla 18 Caracterización y severidad de falla de la UM - 12, CUADRA 18.....	46
Tabla 19 Caracterización y severidad de falla de la UM - 13, CUADRA 18.....	47
Tabla 20 Caracterización y severidad de falla de la UM - 14, CUADRA 19.....	48
Tabla 21 Caracterización y severidad de falla de la UM - 15, CUADRA 19.....	49
Tabla 22 Caracterización y severidad de falla de la UM - 16, CUADRA 20.....	50
Tabla 23 Caracterización y severidad de falla de la UM - 17, CUADRA 20.....	51
Tabla 24 Caracterización y severidad de falla de la UM - 18, CUADRA 20.....	52
Tabla 25 Caracterización y severidad de falla de la UM - 19, CUADRA 20.....	53
Tabla 26 Caracterización y severidad de falla de la UM - 20, CUADRA 20.....	54
Tabla 27 Incidencia del tipo de falla en el pavimento evaluado	55
Tabla 28 Condición de las unidades de muestra de acuerdo a sus rangos según el método del PCI.....	56
Tabla 29 Categorías de acción para cada condición del pavimento de cada unidad muestral	59

Tabla 30 *Alternativas de mantenimiento y reparación para las categorías de acción de cada condición del pavimento evaluado 59*

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Índice de la Condición del Pavimento (PCI) y escala de clasificación.....</i>	21
Figura 2	<i>Macrozonificación del estudio</i>	22
Figura 3	<i>Microzonificación del estudio</i>	22
Figura 4	<i>Vista en planta del tramo intervenido.....</i>	23
Figura 5	<i>Inspección del tramo a estudiar.....</i>	25
Figura 6	<i>Ubicación de las primeras Unidades de muestreo</i>	25
Figura 7	<i>Ubicación de las 15 Unidades de muestreo restantes</i>	26
Figura 8	<i>Abaco del valor deducido para la falla N° 23 Losa dividida</i>	30
Figura 9	<i>Abaco para el cálculo del valor deducido corregido</i>	32
Figura 10	<i>Gráfico de fallas de la UM - 01</i>	35
Figura 11	<i>Gráfico de fallas de la UM - 02</i>	37
Figura 12	<i>Gráfico de fallas de la UM - 03</i>	38
Figura 13	<i>Gráfico de fallas de la UM - 04</i>	39
Figura 14	<i>Gráfico de fallas de la UM - 05</i>	40
Figura 15	<i>Gráfico de fallas de la UM - 06</i>	41
Figura 16	<i>Gráfico de fallas de la UM - 07</i>	42
Figura 17	<i>Gráfico de fallas de la UM - 08</i>	43
Figura 18	<i>Gráfico de fallas de la UM - 09</i>	44
Figura 19	<i>Gráfico de fallas de la UM - 10</i>	45
Figura 20	<i>Gráfico de fallas de la UM - 11</i>	46
Figura 21	<i>Gráfico de fallas de la UM - 12</i>	47
Figura 22	<i>Gráfico de fallas de la UM - 13</i>	48
Figura 23	<i>Gráfico de falla de la UM - 14.....</i>	49
Figura 24	<i>Gráfico de fallas de la UM - 15</i>	50
Figura 25	<i>Gráfico de fallas de la UM - 16</i>	51
Figura 26	<i>Gráfico de fallas de la UM - 17</i>	52
Figura 27	<i>Gráfico de fallas de la UM - 18</i>	53
Figura 28	<i>Gráfico de fallas de la UM - 19</i>	54
Figura 29	<i>Gráfico de fallas de la UM - 20</i>	55
Figura 30	<i>Porcentaje del tipo de falla presente en el pavimento evaluado</i>	56
Figura 31	<i>Condición del tramo evaluado.....</i>	57
Figura 32	<i>Correlación de categoría de acción con un rango de PCI (jugo, 2005)</i>	58

Figura 33 <i>Formato de inspección</i>	73
Figura 34 <i>Ubicación catastral de la zona intervenida en la ciudad de Jaén</i>	75
Figura 35 <i>Se muestra el tipo de falla Grieta de Esquina (código 22), cuya severidad de falla es Alta (H).</i>	118
Figura 36 <i>Se muestra el tipo de falla Losa Dividida (código 23), cuya severidad de falla es Alta (H).</i>	118
Figura 37 <i>Se muestra el tipo de falla Escala (código 25), cuya severidad de falla es Alta (H).</i>	119
Figura 38 <i>Se muestra el tipo de falla Sello de Junta (código 26), cuya severidad de falla es Alta (H).</i>	119
Figura 39 <i>Se muestra el tipo de falla Losa Dividida Carril/Berma (código 27), cuya severidad de falla es Alta (H).</i>	120
Figura 40 <i>Se muestra el tipo Grieta Lineal (código 28), cuya severidad de falla es Alta (H).</i>	120
Figura 41 <i>Se muestra el tipo de falla Parche Grande (código 29), cuya severidad de falla es Alta (H).</i>	121
Figura 42 <i>Se muestra el tipo de falla Parche Pequeño (código 30), cuya severidad de falla es Alta (H).</i>	121
Figura 43 <i>Se muestra el tipo de falla Pulimento de Agregados (código 31).</i>	122
Figura 44 <i>Se muestra el tipo de falla Popouts (código 32).</i>	122
Figura 45 <i>Se muestra el tipo de falla Punzonamiento (código 34), cuya severidad es Alta (H).</i>	123
Figura 46 <i>Se muestra el tipo de falla Desconchamiento (código 36), cuya severidad es Alta (H).</i>	123
Figura 47 <i>Se muestra el tipo de falla Descascaramiento de Esquina (código 38), cuya severidad es Alta (H).</i>	124
Figura 48 <i>Se muestra el tipo de falla Descascaramiento de Junta (código 39), cuya severidad es Alta (H).</i>	124
Figura 49 <i>Se muestra el tipo de falla Grieta de Esquina (código 22), cuya severidad es Media (M).</i>	125
Figura 50 <i>Se muestra el tipo de falla Losa Divida (código 23), cuya severidad es Media (M).</i>	125
Figura 51 <i>Se muestra el tipo de falla Grieta Lineal (código 28), cuya severidad es Media (M).</i>	126

Figura 52 <i>Se muestra el tipo de falla Parche Grande (código 29), cuya severidad es Media (M).</i>	126
Figura 53 <i>Se muestra el tipo de falla Punzonamiento (código 34), cuya severidad es Media (M).</i>	127
Figura 54 <i>Se muestra el tipo de falla Descascaramiento de Junta (código 39), cuya severidad es Media (M).</i>	127

RESUMEN

La presente investigación se ejecutó con el objetivo principal de examinar el estado del pavimento rígido de la calle Huamantanga, cuadras 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20 de la ciudad de Jaén utilizando la metodología del PCI, para lo cual se determinó que la población estudiada estuvo conformada por 400 losas de concreto, determinándose 20 unidades de muestreo, estando cada unidad conformada por 20 paños de concreto rígido, interviniéndose la totalidad de las muestras al 100% con la finalidad de obtener datos representativos y acertados que determinen el estado real del pavimento estudiado. Para tal efecto se determinó los tipos de patologías existentes en el pavimento, la severidad con la que se presentan y la cantidad de éstas; decretándose que las fallas con mayor presencialidad en el pavimento estudiado son: daño en sello de junta 21.80%, pulimentos agregados 16.13%, parche grande 15.69% y descascaramiento de junta 14.88%; además, se logró determinar que el valor promedio representativo del PCI de todo el tramo evaluado es 25.68, indicándonos que dicho tramo se encuentra en un estado de conservación Malo. También, se propuso alternativas preventivas y correctivas para los diferentes estados en que se encuentra el pavimento.

Palabras clave: Tipos de daño, severidad del daño, condición del pavimento.

ABSTRACT

The present investigation was carried out with the main objective of analyzing the state of the rigid pavement of Huamantanga street, blocks 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19 and 20 of the city of Jaén using the method of PCI, for which it was determined that the population studied was made up of 400 concrete slabs, determining 20 sampling units, each unit being made up of 20 rigid concrete panels, intervening all the samples at 100% in order to obtain representative and correct data that determine the real state of the studied pavement. For this purpose, the types of existing faults in the pavement were identified, the severity with which they occur and the number of them; It was decreed that the faults with the greatest presence in the pavement studied are: joint seal damage 21.80%, added polishing 16.13%, large patch 15.69% and joint peeling 14.88%; In addition, it was possible to determine that the representative average value of the PCI of the entire section evaluated is 25.68, indicating that said section is in a Bad state of conservation. Also, preventive and corrective alternatives were proposed for the different states in which the pavement is found.

Keywords: Types of damage, severity of damage, pavement condition.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

En el ámbito internacional, en Colombia los pavimentos rígidos enfrentan una serie de dificultades que afectan la calidad de la infraestructura vial del país, siendo uno de los problemas más significativos, la falta de inversión y mantenimiento adecuado, puesto que a medida que el tráfico vehicular aumenta los pavimentos rígidos se deterioran rápidamente. Además, las condiciones climáticas también son un factor crítico, porque incluye lluvias intensas y temperaturas extremas, sobre los pavimentos rígidos, causando erosión, deformaciones y grietas, ocasionando inseguridad vial y aumentando los costos de reparación. Asimismo, la falta de planificación y coordinación también es un obstáculo para mantener y mejorar la infraestructura vial de ese país (Monsalve *et al.*, 2022).

A nivel nacional se menciona que, los pavimentos rígidos en la ciudad de Lima sufren deterioros constantes que afectan la calidad de la infraestructura vial en la región metropolitana. Uno de los problemas más resaltantes es el constante crecimiento del parque automotor y el congestionamiento vehicular, lo que genera un desgaste acelerado de las vías de concreto. Esto se traduce en la formación de grietas y fisuras, que a menudo no se reparan a tiempo debido a la falta de recursos y planificación, lo que exige una mayor inversión en reparaciones y mantenimiento a largo plazo (Camargo & Suárez, 2020).

En el ámbito local, se afirma que el estado de las vías pavimentadas en la ciudad de Jaén es un factor que genera molestias a los usuarios habituales. Constantemente se observan fallas, tanto superficiales como estructurales, debido a la falta de estrategias de mantenimiento y políticas de inversión. Esto provoca un deterioro progresivo de las vías, muchas de las cuales no alcanzarán su vida útil prevista en su diseño y construcción (Calderón & Núñez, 2019).

La investigación se llevó a cabo en la ciudad de Jaén, donde la mayoría de las vías son de pavimento rígido, y gran parte de estas se encuentra con algunas grietas y fallas superficiales que son notorias e influyen en el tránsito de la ciudad, disminuyendo su servicio óptimo. Esto impide que se cumpla con su función fundamental de proporcionar seguridad y comodidad en el tránsito de vehículos y peatones durante su tiempo de vida

útil que debería ser de 20 a 30 años. Esta problemática afecta a casi toda la ciudad de Jaén, siendo especialmente notoria en la calle Huamantanga.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es el estado del pavimento rígido de la calle Huamantanga, mediante la metodología del Pavement Condition Index (PCI), Jaén – Cajamarca?

1.3 Justificación

Esta investigación se justifica desde el punto de vista técnico, porque debido a sus hallazgos, nos permite adentrarse en analizar en campo las diferentes patologías y estado en general de los pavimentos; brindar recomendaciones y alternativas de solución puntuales al problema encontrado, para que las entidades correspondientes puedan aplicarlas y alargar la vida útil de los pavimentos rígidos.

La justificación metodológica de esta investigación, radica en que incentiva la aplicación de esta metodología Pavement Condition Index (PCI) cuando se requiere saber la situación actual de un pavimento rígido o el ritmo de deterioro del mismo mediante un monitoreo continuo, mediante la inspección superficial.

La justificación científica de esta investigación, es que sus aportes pueden servir como base científica para la generación de otras investigaciones, y de esta manera se incentiva a la generación de mayor información sobre el estado de los pavimentos rígidos de la localidad.

1.4 Hipótesis

El estado del pavimento rígido de la calle Huamantanga analizado mediante la metodología del Pavement Condition Index (PCI) es regular.

1.5 Objetivos

General

Analizar el estado del pavimento rígido de la calle Huamantanga, mediante la metodología del Pavement Condition Index (PCI), Jaén - Cajamarca.

Específicos

- Caracterizar los tipos de fallas y el grado de severidad que presenta el pavimento rígido de la calle Huamantanga.
- Calificar el Pavimento Rígido, según la evaluación del método PCI.
- Proponer alternativas de mantenimiento y/o reparación, frente a las fallas que se presentan en el Pavimento Rígido, según el método PCI.

1.6 Antecedentes de la investigación

Internacionales

Ramírez & Botache (2021) llevaron a cabo una investigación con el objetivo principal de evaluar el estado funcional del pavimento de concreto hidráulico en la carrera 8, desde la calle 2 hasta la calle 21 en el municipio de El Espinal Tolima. Para lograr este propósito, aplicaron la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI), la cual se fundamenta en una evaluación funcional que permite definir el estado de la estructura. Esta metodología se utilizó con el fin de recopilar información sobre las patologías presentes en las vías y los diferentes pavimentos rígidos seleccionados, con el objetivo de generar un diagnóstico para su mantenimiento y recuperación. Los resultados obtenidos revelaron la presencia de diversos tipos de deterioros, incluyendo piel de cocodrilo (3%), agrietamiento en bloque (7%), abultamiento y hundimiento (3%), corrugación (0%), grieta de borde (3%), grieta de reflexión de junta (5%), grieta longitudinal y transversal (4%), parcheo (0%), pulimiento de agregados (4%), huecos (1%), hinchamiento (9%) y desprendimiento de agregado (57%). Como conclusión, determinaron que el tramo de la carrera 8 entre la calle 2 y la calle 21 posee un valor promedio de PCI de 61, lo que se clasifica como Bueno, ya que se encuentra dentro del rango de 56-70 (bueno), indicando que la vía está en condiciones aceptables, pero requiere mantenimientos parciales para mejorar su conservación.

Montes et al., (2021) llevaron a cabo una investigación con el propósito principal de evaluar el rendimiento de los pavimentos rígidos en Costa Rica a través de siete proyectos. Su metodología se fundamentó en una inspección visual y un levantamiento automático utilizando Geo 3D. Se analizó el deterioro en cada uno de los siete proyectos y se aplicó el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) para identificar el deterioro característico. Posteriormente, se examinaron las condiciones climáticas y de tráfico de cada proyecto y se establecieron correlaciones con los deterioros observados.

Por último, se utilizaron las relaciones encontradas para desarrollar modelos iniciales de predicción de deterioro. Como resultado, se determinó que los deterioros típicos en Costa Rica incluyen daños en el sellado de juntas (21,22 %), desconchado de agregados (13,58 %), pulido de agregados (13,10 %) y agrietamiento lineal (7,08 %). Concluyeron que estos deterioros están influenciados por la precipitación, la temperatura y el eje equivalente, y recomendaron que los hallazgos de su investigación sirvan como base para futuros modelos de predicción de deterioro.

Ramirez & Torres (2019) en su investigación tuvieron como objetivo principal, evaluar funcionalmente del pavimento rígido en las principales vías del barrio La Esperanza, Buenos Aires y La Colina, en el municipio de Girardot, Cundinamarca. Su metodología utilizada fue el Índice de Condición del Pavimento (PCI), que consistió en describir cada uno de los daños encontrados en el área de estudio, exponer sus posibles causas, clasificar su severidad y sugerir posibles soluciones de acuerdo a lo recomendado por dicha metodología. Los resultados obtenidos determinaron que la condición del pavimento en el lado derecho desde el kilómetro 0+400 hasta el kilómetro 0+500, obtuvo una calificación de 93.5, clasificándose como Bueno. El índice de condición de pavimento más bajo se da en el mismo carril, pero en el tramo que va desde el kilómetro 0+600 hasta el kilómetro 0+700, con un valor de 49,5 y una calificación de Malo. Además, el mayor índice de condición del pavimento se encontró en el carril izquierdo, en el tramo desde el kilómetro 0+200 hasta el kilómetro 0+300, con un valor de 89,1 y una calificación de Bueno. Por otro lado, el índice de condición de pavimento más bajo en el carril izquierdo se presentó en el tramo que va desde el kilómetro 1+100 hasta el kilómetro 1+200, con un valor de 68,2 y una calificación de Regular. Concluyeron que existe una estrecha relación entre el tramo con mayor tráfico y la calidad de pavimento más baja.

Nacionales

Barrera & Dávila (2019) en su investigación tuvo como objetivo principal determinar el análisis del pavimento rígido de la calle Bolognesi entre las avenidas Alfonso Ugarte con Cáceres y su relación con el incremento del deterioro en Iquitos 2019. Su metodología utilizada fue el Índice de Condición del Pavimento (PCI) y para ello se evaluaron un total de 17 unidades de muestra (UM) .Los resultados obtenidos fueron: grietas de esquina (22) representaron el 16.67%, las grietas lineales (28) tuvieron un

45.31%, los parches pequeños menores a 0,45 m² (30) representaron el 33.33%, los parches grandes mayores a 0,45 m² (29) representaron 26.77, el desconchamiento, mapa de grietas y craquelado (39) sumaron un 1,89%, las grietas de retracción (37) y el descaramiento de esquina (36) aparecieron un 15,70%, y el descaramiento de juntas (39) alcanzó un 18,24%. Concluyó que el pavimento estudiado se encuentra en un estado Regular, ya que cuenta con un promedio de PCI de 43.

En su investigación, Granda (2019) tuvo como objetivo principal evaluar la condición del pavimento rígido en el tramo Chaupimarca - Yanacancha - Pasco del Anillo Vial. Para lograr esto, aplicó la Metodología del Índice de Condición de Pavimento (PCI), que implica una inspección visual del pavimento seguida de un análisis matemático de los datos obtenidos. Los resultados revelaron que la Zona Z1 - Chaupimarca tiene un Índice de 46.26, clasificado como Regular; la Zona Z2 - Yanacancha Antigua tiene un índice de 22.23, clasificado como Muy Malo; y la Zona Z3 - San Juan Pampa tiene un índice de 20.98, también clasificado como Muy Malo. En conclusión, el índice de condición de pavimento para el estudio es 32, lo que indica una condición Malo del pavimento. Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Pasco realizar mantenimiento rutinario del Anillo Vial para mejorar la condición del pavimento.

Ostos (2019) en su investigación tuvo como objetivo principal, conocer el estado actual de las losas de pavimento rígido en el Jirón Mariscal Cáceres, que se extiende desde la intersección del Jr. Luis Scavino hasta el Jr. 2 de mayo en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, además, se buscó proporcionar soluciones para su rehabilitación. Su metodología utilizada fue el Índice de Condición del Pavimento (PCI) con el fin de identificar los daños presentes en los pavimentos y establecer su nivel de clasificación y severidad. La identificación de las patologías se llevó a cabo mediante un estudio visual, respaldado por hojas técnicas y fotografías. Tuvo como resultados la existencia de 6 tipologías de daños: daño de sellado de junta con un 38,25%, parche grande con un 11,80%, pulimiento de agregado con un 40,18%, losa dividida con un 3,58%, grietas lineales con un 10,32% y desconchamiento con un 4,35%. Se concluyó que el diagnóstico actual del pavimento rígido, está en un nivel Bueno con un PCI de 60,29% de grado de deterioro, y que el área no afectada representaba el 39,71% del total.

Regional

Neyra (2023) en su investigación tuvo como objetivo principal evaluar el estado de conservación de las calles de la urbanización Amauta entre los meses de mayo a julio del año 2022 en la ciudad de Cajamarca. Aplicó la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI) y para ello delimitó las calles a estudiar, luego continuó con la inspección visual, donde se identificaron fallas potenciales que presentaron cada unidad de estudio de muestreo, de acuerdo al manual de daños del pavimento; para la obtención de información recolectó datos con formato preestablecido donde incluye el tipo de falla, nivel de severidad. Los resultados obtenidos fueron, Muy bueno 45.45%, bueno 30.91%, regular 21.82%, excelente 1.82%, malo 0% y muy malo 0%. Concluyendo que el pavimento de estudio de manera generalizada resultó en estado Bueno obteniendo un promedio de 66.41, además, la falla con mayor incidencia es el pulimento de agregados 40.73%.

Cieza (2021) en su investigación tuvo como objetivo principal evaluar el estado de condición del pavimento rígido del Jirón Progreso de la ciudad de Cajamarca, para ello aplicó la metodología del Pavement Condition Index (PCI). El tramo en estudio estuvo comprendido entre la Sección 2 con calzada de pavimento rígido comprendida entre el jirón Juan XXIII y jirón Cumbe Mayo y la sección 3 constituida por pavimento rígido comprendida entre el jirón Cumbe Mayo y la Av. Atahualpa. Los resultados obtenidos fueron: En la Sección 2 pavimento rígido las fallas con mayor incidencia fueron: Descascaramiento de junta (15.94%), Descascaramiento de esquina (4.35%), Retracción (5.80%), Desconchamiento (1.45%), Popouts (5.80%), Pulimento de agregados (5.80%), Parcheo (pequeño) (5.80%), Parcheo (grande) (18.84%), Grieta lineal (1.45%), Sello de junta (13.04%), Escala (14.49%), Grieta de esquina (7.25%). En la Sección 3 pavimento rígido las fallas con mayor incidencia fueron: Descascaramiento de junta (15.69%), Descascaramiento de esquina (12.25%), Retracción (4.41%), Popouts (5.39%), Pulimento de agregados (5.39%), Parcheo (pequeño) (7.84%), Parcheo (grande) (11.27%), Grieta lineal (10.78%), Sello de junta (7.35%), Escala (12.75%), Losa dividida (0.98%), Grieta de esquina (5.88%). Se concluyó que la sección 3 presenta un PCI de 66.63 con una condición de Bueno y la sección 2 presenta un PCI de 64.72 encontrándose en una condición de Bueno.

Vásquez (2018) en su investigación tuvo como objetivo principal evaluar la condición de las calles de pavimento rígido en el sector Santa Rosa de la ciudad de Bambamarca, y para ello aplicó la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI). Llevó a cabo una inspección visual para recopilar datos sobre la clase, severidad y cantidad de fallas encontradas a lo largo de las unidades de demostración (UM). En total, se evaluaron 12 jirones pertenecientes al sector Santa Rosa, y se adquirieron datos de 39 unidades de pruebas. Los resultados revelaron que las fallas que más afectaron son las siguientes: parcheo grande con un 42.3% de incidencia, pulimiento de agregados con un 12.7%, grieta lineal con un 11.9%, descascamiento de junta con un 7,0%, losa dividida con un 6,7% y punzonamiento con un 6,6%. Concluyó que el pavimento estudiado obtuvo un valor de PCI de 43,92, estando en una condición Regular.

Local

Hernández & Ayala (2021) en su investigación tuvieron como objetivo principal, evaluar de la condición del deterioro superficial en el pavimento rígido de la avenida Pakamuros para determinar su serviciabilidad para los usuarios de la provincia de Jaén. Para ello aplicó la metodología del PCI donde la muestra consistió en un tramo de 1300 metros, que abarcaba desde las cuadras 8 hasta la 22 de la avenida Pakamuros, con intersección en la cuadra 18 de la avenida Mariscal Castilla y la calle Río La Cunia. Se determinó la condición de deterioro de la superficie de rodadura del pavimento utilizando el Índice de Condición del Pavimento (PCI) de acuerdo con la norma ASTM D 6433-07. Además, se determinó el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) medido con un Rugosímetro MERLIN y el Índice de Serviabilidad Presente (PSI). Los resultados obtenidos revelaron que las fallas predominantes encontradas fueron el pulimiento de agregados 37%, las grietas lineales 23%, los desconchamientos 9% y las losas divididas 7%; y un valor de PCI de 69,94 lo cual indica una condición Buena del pavimento. El valor del IRI fue de 4,97. La relación PSI/IRI fue de 2.03, lo cual se clasifica como Regular a Malo. No se encontró una relación significativa entre el PCI y el IRI, ni entre el PCI y el PSI. Sin embargo, se demostró una conexión negativa significativa entre el PSI y el IRI, lo que indica que, a mayor PSI, menor es el IRI, y a mayor IRI, menor es el PSI. Se concluyó que el diagnóstico de la condición del pavimento está asociado a los resultados del PSI, con un valor de 2.03, lo que indica un estado de condición Regular del pavimento.

Calderón & Nuñez (2019) en su estudio, tuvieron como objetivo principal determinar la situación actual y las causas que provocan el deterioro del pavimento rígido en la Avenida Pakamuros, desde la cuadra 10 hasta la cuadra 20, en la ciudad de Jaén. Su metodología fue del Índice de Condición del Pavimento (PCI), realizando una evaluación superficial del pavimento y caracterizando todos los deterioros superficiales presentes a lo largo del tramo estudiado. Los resultados obtenidos revelaron que las fallas más relevantes son, las grietas longitudinales 4.13%, el pulimento de agregados 30.28%, el daño al sello de juntas 27.52%, descascamiento de las juntas 26.30% y descascamiento de esquina 4.43%; y las condiciones son, Muy bueno 47%, Bueno 41% y regular 12%. Concluyeron que, para el pavimento en estudio, su estado general de conservación de la Avenida Pakamuros es "Bueno" con un PCI de 69,5.

En su investigación, Silva (2018) tuvo como objetivo principal evaluar el pavimento rígido en la calle Dos de Mayo, que consta de un total de cuatro cuadras en el distrito y provincia de Jaén, Cajamarca. Utilizó la metodología del Índice de Condición de Pavimento (PCI), dividiendo el tramo en siete unidades muestrales. A través de una evaluación superficial y un inventario detallado de las fallas superficiales en cada unidad de muestra del pavimento rígido, determinó el grado de deterioro presente en cada área de estudio. Los resultados mostraron que el grado de deterioro en la Unidad Muestral (UM) 01 es Fallado, con un valor de PCI de 9.11; en la UM 02 es Malo con un valor de PCI de 37.73; en la UM 03 es Fallado con un valor de PCI de 0; en la UM 04 es Malo con un valor de PCI de 28.31; en la UM 05 es Muy Malo con un valor de PCI de 21.10; en la UM 06 es Fallado y en la UM 07 es Fallado con un valor de PCI de 0. Se concluyó que en las siete Unidades de Muestra, la vía tiene un PCI promedio de 13.75, lo que indica la necesidad de una sustitución o cambio total del pavimento en toda la vía de las cuadras N° 01 a la 04 de la Calle Dos de Mayo. Esto se debe a que el pavimento tiene más de 20 años de vida útil y su periodo de diseño ya ha expirado, encontrándose en una condición de Muy Malo.

1.7 Marco Teórico

1.7.1 Pavimento

Los pavimentos representan soluciones para la infraestructura vial, concebidos, diseñados y construidos con el objetivo de mejorar y mantener condiciones óptimas para el tránsito de personas, bienes y servicios a lo largo de su ciclo de vida (Becerra, 2012, pág. 1).

Según el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2013), son estructuras compuestas por varias capas que se construyen sobre la subrasante del camino con el propósito de resistir y distribuir las tensiones generadas por los vehículos, mejorando así las condiciones de seguridad y confort para el tránsito (pág. 13). Montejo (2002) clasifica los pavimentos en nuestro entorno en dos tipos principales:

Pavimentos Rígidos: Estos están principalmente constituidos por losas de concreto hidráulico, las cuales se apoyan sobre la subrasante o sobre una capa de material seleccionado llamada subbase del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico y su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de esfuerzos se produce en una zona amplia. Además, dado que el concreto puede resistir ciertos niveles de tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es satisfactorio incluso cuando existen debilidades en la subrasante. La capacidad estructural de estos pavimentos depende de la resistencia de las losas, por lo tanto, el soporte de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento (pág. 5).

1.7.2 Evaluación de un pavimento

En el diseño de refuerzo de pavimentos, es crucial considerar la condición del pavimento existente. La evaluación de este se compone de tres elementos principales: la evaluación de la serviciabilidad (su condición funcional), la evaluación de la capacidad estructural y la observación visual del pavimento existente. Cualquiera de estas tres evaluaciones, o su combinación, contribuye a tomar una decisión sobre el tipo de refuerzo más adecuado para el proyecto (Montejo, 2002, pág. 8).

1.7.3 Tipos de evaluación de pavimentos

Para evaluar los pavimentos, existen varios métodos aplicables tanto a calles como a carreteras. Uno de estos métodos es el ASTM D 6433-99, conocido como Índice de Condición del Pavimento (PCI, por sus siglas en inglés). Este índice se utiliza para representar las degradaciones superficiales presentes en los pavimentos de hormigón. Se ha aplicado este método en la presente investigación, dado que ha sido adoptado a nivel mundial por algunas entidades encargadas de cuantificar los deterioros en la superficie de los pavimentos (INVIAS, 1997).

1.7.4 Método del Índice de condición del pavimento (PCI)

A. Definición

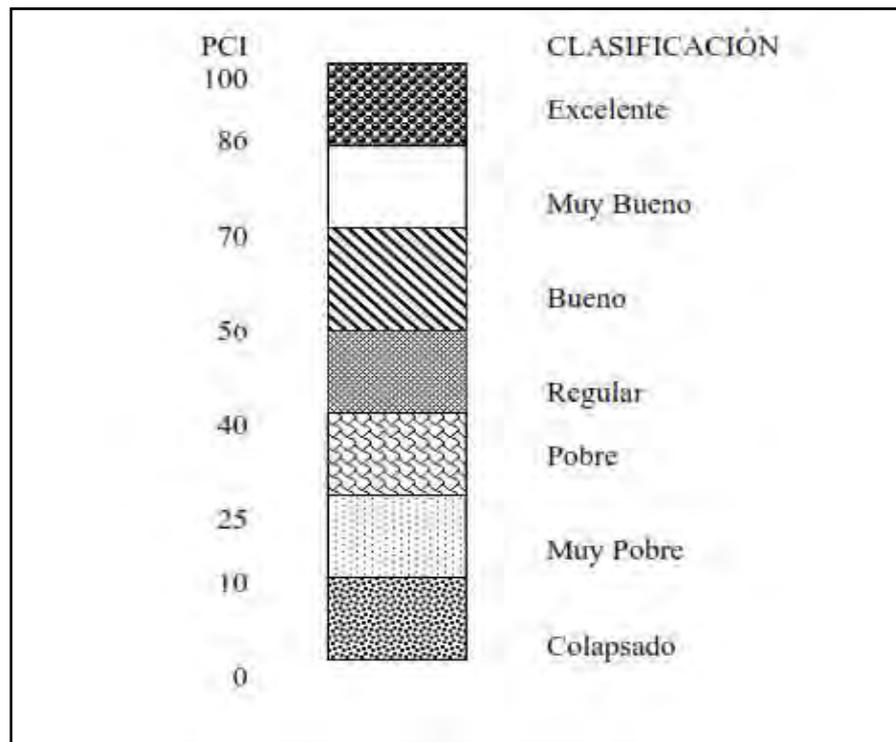
El método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) implica la división del pavimento en componentes, que a su vez se subdividen en secciones. Cada sección se fragmenta en unidades de muestra, donde se establece el tipo y grado de severidad de las fallas mediante una inspección visual. La cantidad de fallas se cuantifica según tablas de muestreo obtenidas en campo. Esta información se utiliza para calcular el PCI de cada unidad de muestra, y el PCI de la sección de pavimento se determina en función de los valores PCI de las unidades de muestra respectivas (INVIAS, 1997).

B. Significado y uso

El PCI es un indicador numérico que proporciona una calificación de las condiciones superficiales del pavimento. Ofrece una medida de las condiciones actuales del pavimento basada en las fallas observadas en su superficie, indicando también su integridad estructural y condiciones operativas, como la rugosidad localizada y la seguridad. Sin embargo, el PCI no puede medir directamente la capacidad estructural del pavimento, ni proporcionar una evaluación directa del coeficiente de resistencia a la fricción (resistencia al deslizamiento) o la rugosidad general. No obstante, ofrece una base objetiva y racional para determinar las necesidades y prioridades de reparación y mantenimiento. El seguimiento continuo del PCI se utiliza para establecer el ritmo de deterioro del pavimento, lo que permite identificar con anticipación las necesidades de rehabilitación mayores. Además, el PCI proporciona información sobre el rendimiento del pavimento que puede ser utilizada para su validación o para incorporar mejoras en su diseño y procedimientos de mantenimiento (INVIAS, 1997).

Figura 1

Índice de la Condición del Pavimento (PCI) y escala de clasificación



Fuente: Norma ASTM D 5340, 2004.

C. Herramientas

De acuerdo con la norma ASTM D 5340 (2005), las herramientas requeridas para esta investigación son las siguientes:

Hojas de datos o cualquier sistema de almacenamiento de información en campo que permita registrar: fecha, ubicación, componente, sección, tamaño de la unidad de muestra, número y tamaño de losa, tipos de falla, grado de severidad, cantidades y nombre del encargado de la inspección (pág. 4).

Regla de medición, de 12 pulgadas (300 mm) con una precisión de 1/8 de pulgada (3 mm) o mayor. Además, se necesita una regla adicional de 12 pulgadas (300 mm) para medir asentamientos en pavimentos de concreto (PCC) (pág. 6).

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del área de estudio

El trabajo de campo realizado en esta investigación se efectuó en el pavimento rígido de las cuadras 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20 de la calle Huamantanga de la ciudad de Jaén.

Ubicación Política

Departamento: Cajamarca

Provincia: Jaén

Distrito: Jaén

Calle: Huamantanga

Figura 2

Macrozonificación del estudio



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 3

Microzonificación del estudio



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 4

Vista en planta del tramo intervenido



Fuente: Elaboración propia, 2023.

2.2. Población

Considerando que Jwigodski (2010) establece que la población es el conjunto total de individuos o medidas que tienen características comunes observables en un lugar de estudio y en un momento explícito. Para esta investigación la población estuvo conformada por las cuadras 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20 de la calle Huamantanga, conteniendo un total de 400 losas de concreto rígido.

2.3. Muestra

La Norma ASTM D6433 establece que una **unidad de muestra** consta de 20 losas contiguas para pavimentos de Concreto de Cemento Portland (PCC), y 2500 pies² contiguos para pavimentos de Concreto Asfáltico (CA). Por lo tanto, para este estudio la fórmula queda expresada de la siguiente manera:

$$n = \frac{N^{\circ} \text{losas}}{\text{Rango}} \quad N = \frac{400 \text{ losas}}{20 \text{ losas}}$$

$$N = 20 \text{ unidades de muestreo}$$

2.4. Muestreo

El muestreo que se realizó fue no probabilístico. Pues como indica la Norma ASTM D6433 recomienda e idealiza que, para investigaciones, deben ser inspeccionadas

todas las unidades de muestra, para una mejor estimación del mantenimiento y reparaciones necesarias. Por tal motivo, para este estudio se ha evaluado las 20 unidades de muestreo, de las cuales cada unidad contiene 20 losas, esto es con la finalidad de obtener un diagnóstico más real del pavimento estudiado.

2.5. Variables de estudio

- **Variable independiente:** Tipo de falla, severidad del daño.
- **Variable dependiente:** Condición superficial del pavimento rígido.

2.6. Fuentes de información

Para este estudio se consultó fuentes de averiguación primaria, analizando y examinando informes técnicos, artículos científicos, páginas web, tesis, libros, etc. También se manejaron fuentes de investigación secundaria como fichas técnicas, manuales, guías técnicas, etc. Estas fuentes nos suministraron información complementaria y acertada.

2.7. Métodos

Se empleó una metodología descriptiva con un enfoque cualitativo y cuantitativo, puesto que se realizó una caracterización y posterior análisis del estado en que se encuentra la calle estudiada, además también se utilizó la numeración para otorgar valores y rangos los cuales fueron procesados y finalmente analizados para determinar el diagnóstico del pavimento, señalando las posibles causas, soluciones y su nivel de severidad de daño.

2.8. Técnicas

Se usó la evaluación o inspección visual, y mediante fichas técnicas de recolección de datos las cuales sirvieron como instrumento, se registró toda la información necesaria para cada unidad de muestra.

2.9. Procedimiento

- 1) Para iniciar la investigación se realizó un recorrido de las 11 cuadras a intervenir de la calle Huamantanga de la ciudad de Jaén, con el propósito de hacer reconocimiento del lugar y registrar la cantidad de losas existente en todo el tramo.

Figura 5

Inspección del tramo a estudiar

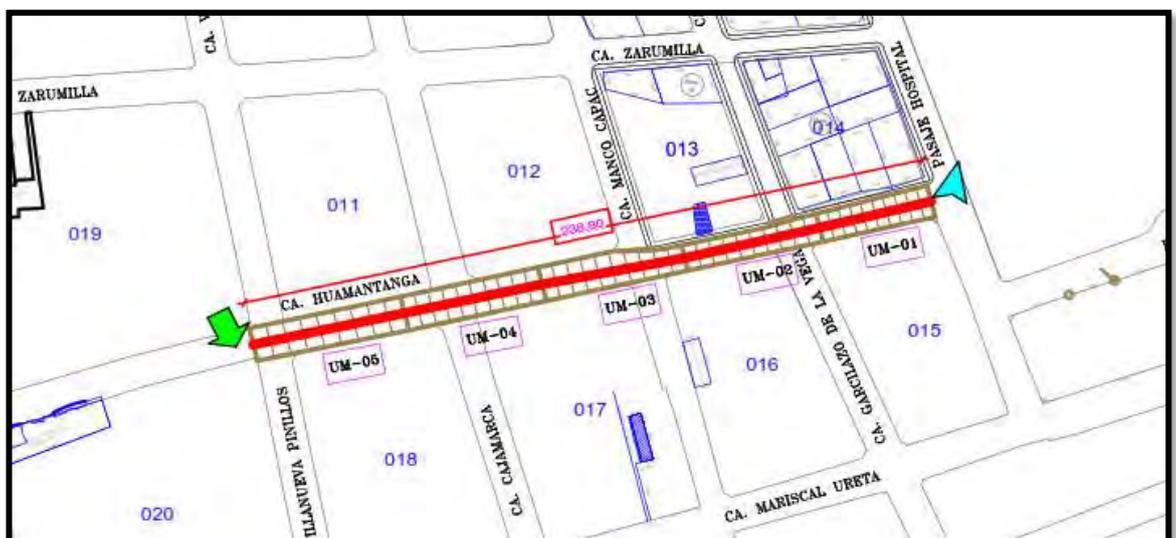


Fuente: Elaboración propia, 2023.

- 2) Conociendo el número de losas se determinó la cantidad y ubicación exacta de las unidades de muestreo a estudiar, se consideró el análisis de todas las unidades para obtener resultados confiables.

Figura 6

Ubicación de las primeras Unidades de muestreo



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 7

Ubicación de las 15 Unidades de muestreo restantes



Fuente: Elaboración propia, 2023.

- 3) Se realizó un diagnóstico de la situación actual del pavimento y se identificó los tipos de fallas que presenta cada unidad de muestreo teniendo en cuenta las patologías existentes y daños ocasionados.

Según la Normativa ASTM D 6433, nos indica que en un Pavimento Rígido se pueden presentar 19 tipos de fallas, siendo los siguientes:

Levantamiento/Pandeo, Grieta de Esquina, Losa Dividida, Grieta de de Durabilidad “D”, Escala, Daño en el sello de junta, Desnivel Carril-Berma, Grietas lineales, Parches Grandes, Parches Pequeños, Pulimento de Agregados, Popouts, Bombeo, Punzonamiento, Cruce de Vía Férrea, Desconchamiento - Mapa de Fisuras, Grieta de Retracción, Descascaramiento de Esquina, y Descascaramiento de junta.

- 4) Se determinó el nivel de severidad de cada tipo de falla de las unidades de muestreo, basándose en la tabla 1. Niveles de Severidad, según el tipo de falla.

Tabla 1*Niveles de Severidad, según el tipo de falla*

DESCRIPCION DE LOS TIPOS DE FALLAS	CODIGO DE FALLA	NIVELES DE SEVERIDAD		
		LEVE (L)	MEDIANA (M)	ALTA (H)
Blowup / Buckling	21	Sin medición (S/M)	S/M	S/M
Grieta de Esquina	22	Ligeramente agrietada	Medianamente agrietada	Muy agrietada
Losa Dividida	23	4-5 pedazos	6-8 pedazos	> a 8 pedazos
Grieta de Durabilidad “D”	24	< 15% área de la losa	> 15% área de la losa/no se desprende	>15% área de la losa/se desprende
Escalonamiento	25	3-10 mm	10-19 mm	> 19 mm
Daño del Sello de la Junta	26	Daño menor	Daño moderado	Daño severo
Desnivel Carril / Berma	27	20 – 51 mm	51 – 102 mm	> 102 mm
Grietas Lineales (G. Longitudinales, Lineales y diagonales)	28	< 12 mm	12 – 51 mm	> 51 mm
Parcheo grande (Mayor a 0.45 m2)	29	El parche funciona bien	Parche deteriorado	Parche dañado
Parche pequeño (Menor a 0.45 m2)	30	El parche funciona bien	Parche deteriorado	Parche dañado
Pulimento de Agregados	31	S/M	S/M	S/M
Popouts	32	S/M	S/M	S/M
Bombeo	33	S/M	S/M	S/M
Punzonamiento	34	2-3 pedazos	4-5 pedazos	> a 5 pedazos
Cruce de Vía Férrea	35	S/M	S/M	S/M
Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado	36	Solo se visualiza	< 15% área de la losa	> 15% área de la losa
Grietas de Retracción	37	S/M	S/M	S/M
Descascaramiento de Esquina	38	Profundidad < 25 mm	Profundidad (25 – 51) mm	Profundidad > 51 mm

Descascaramiento de Junta	39	< (ancho 102 mm/largo 600 mm)	Entre ancho 102 mm/largo 600 mm	> (ancho 102 mm/largo 600 mm)
---------------------------	----	-------------------------------	---------------------------------	-------------------------------

Fuente: Shahin, 2005.

- 5) Se contabilizó el número de losas en que aparece el tipo de falla y su nivel de severidad, para dividirlo entre la cantidad total de losas de la unidad de muestreo y multiplicar el resultado por 100 para obtener la densidad de cada tipo de falla.

$$Densidad = \frac{N^{\circ} \text{ losas}}{N^{\circ} \text{ total losas}} \times 100 = Res. \%$$

- 6) Se determina el Valor Deducido utilizando los ábacos para cada tipo de falla - severidad, como se muestra en la figura 7; se define el máximo valor deducido individual (HVD) de la unidad de muestra, para obtener el máximo admisible de valores deducidos (m), empleando la siguiente ecuación:

$$m = 1 + \frac{9}{98}(100 - HVD) = < 10$$

Luego se obtiene el valor deducido total y se determina el máximo valor deducido corregido.

- 7) Tomando como guía el manual de daños para pavimentos rígidos y los rangos de calificación del PCI (figura 5), se calculó el PCI restando a 100 el máximo valor deducido corregido, como se muestra en la ecuación:

$$PCI = 100 - \text{máx. VDC}$$

- 8) La información de campo fue registrada en formatos adecuados para tal fin.
- 9) Se propuso alternativas de mantenimiento y reparación ante las fallas identificadas en el pavimento rígido.

Para comprender el proceso del cálculo del PCI, se eligió la unidad de muestra UM-01 como ejemplar para realizar sucesivamente el cálculo de su estado actual. El procesamiento y registro de las demás unidades muestrales se encuentran tipificadas en el anexo 03.

Se ubica y caracteriza cada patología según su tipo y nivel de severidad, seguidamente se obtiene su densidad fraccionando la cantidad de losas en que esta falla se presenta entre la cantidad total de losas que conforma la muestra, expresando su valor en porcentaje, como se observa en la tabla 2. Por ejemplo, para la falla N°23 “Losa Dividida” tenemos que se encuentra presente solamente en 01 paño de concreto con severidad Media (M), entonces la densidad será:

$$Densidad = \frac{1.00 \text{ losa}}{20 \text{ losas}} = 5\%$$

Tabla 2

Obtención del mayor valor deducido de la Unidad de Muestra (UM - 01)

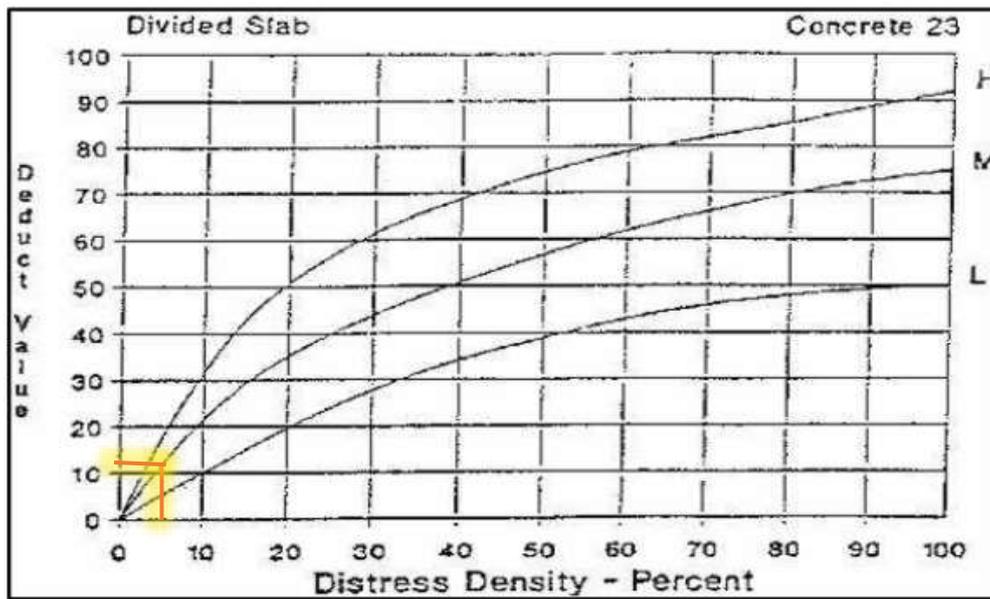
SEVERIDAD DE FALLA				
L = Leve		M = Medio		A = Alto
Tipo de Falla	Severidad	N° de Losas	Densidad (%)	Valor Deducido
22	H	1	5.00%	12.40
22	L	1	5.00%	3.70
23	M	1	5.00%	11.00
26	H	20	100.00%	8.00
27	L	2	10.00%	1.20
28	H	2	10.00%	19.00
28	M	5	25.00%	17.50
28	L	2	10.00%	6.00
29	H	5	25.00%	35.00
29	M	11	55.00%	35.50
31	-	20	100.00%	9.90
32	-	2	10.00%	1.40
34	H	2	10.00%	31.20
34	M	1	5.00%	11.40
36	H	1	5.00%	9.60
36	M	3	15.00%	12.10
36	L	4	20.00%	4.60
37	-	4	20.00%	0.00
38	M	1	5.00%	1.40
38	L	1	5.00%	0.60
39	M	2	10.00%	4.10
39	L	2	10.00%	2.30
Mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo			HDV =	35.50

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Seguidamente, se utiliza la representación gráfica de valor deducido para pavimento rígido correspondiente a la falla N°23 “Losa Dividida” según la ASTM D6433. Para este ejemplo ubicamos en el eje de las abscisas la densidad calculada 5% y prolongamos una recta hasta la curva “M”, la cual pertenece a severidad Media, luego se traza la intersección al eje de las ordenadas y de esta manera se determina el valor deducido 11.00 como se observa en la figura 8 y tabla 3.

Figura 8

Abaco del valor deducido para la falla N° 23 Losa dividida



Fuente: Shahin, 2005.

Por otro lado, también se puede obtener el valor deducido mediante la ubicación o interpolación de los valores correspondientes presentados en la tabla 3, el cual representa la intersección de las ordenadas (densidad) con las abscisas (valor deducido) para cada grado de severidad, como se apreció en la figura 8.

Tabla 3

Valores equivalentes del ábaco para la obtención del valor deducido de la falla N°23

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	LEVE	MEDIANA	ALTA
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	5.10	11.00	17.00
10.00	9.80	21.50	32.20

15.00	15.00	29.80	43.50
20.00	19.90	35.60	50.90
25.00	24.10	40.00	56.50
30.00	27.90	43.50	61.20
35.00	31.10	48.00	65.20
40.00	34.80	51.10	68.90
45.00	36.60	53.90	72.00
50.00	38.80	56.60	75.00
55.00	41.00	59.50	76.90
60.00	42.90	62.00	78.60
65.00	45.10	64.80	80.10
70.00	46.00	66.10	81.60
75.00	47.10	68.00	83.50
80.00	47.90	69.90	85.20
85.00	49.10	71.50	87.10
90.00	49.50	72.60	88.80
95.00	50.00	74.40	90.00
100.00	50.10	75.00	91.90

Fuente: Shahin, 2005.

Luego de determinado los valores deducidos de cada combinación Tipo de falla – severidad, se procede a elegir el mayor valor deducido , que para este ejemplo es de 35.5, como se observa en la tabla 2; y luego se determina el número máximo de valores deducidos (m) con la siguiente formula:

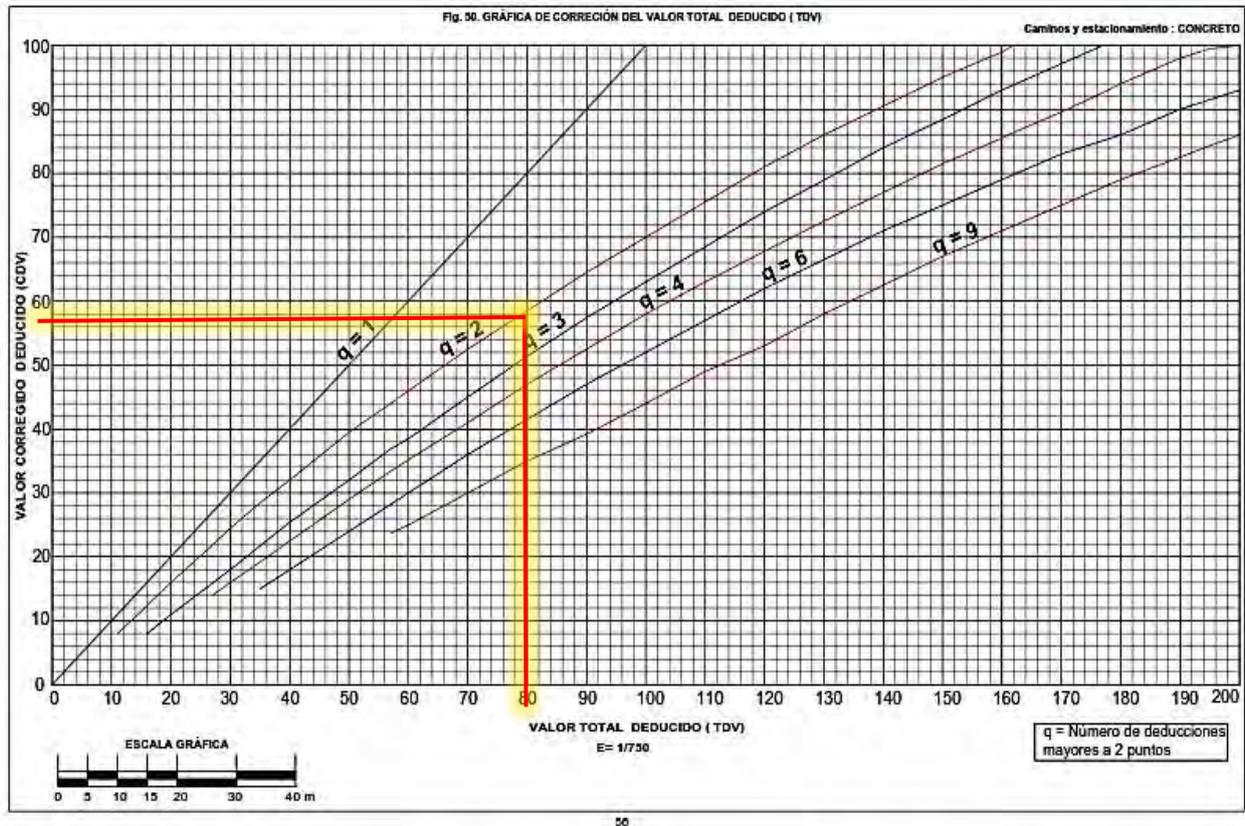
$$m = 1 + \frac{9}{98}(100 - 35.5) = 7$$

Como se conoce que el número máximo de valores deducidos (m) permitidos debe ser \leq que 10, y en este caso se tiene 7 valores deducidos los cuales todos son mayores que 2, entonces se utilizan la totalidad de estos para determinar el valor deducido total. Seguidamente para hallar el valor de deducción corregido (VDC) se ubica los valores deducidos de mayor a menor de tal forma de ingresar la sumatoria de ellos (VDT). Por

ejemplo, para el 80.50 se intercepta con el q=2 en el Ábaco, determinándose el valor deducido corregido 58.00 de acuerdo como se muestra en la figura 9.

Figura 9

Abaco para el cálculo del valor deducido corregido



Fuente: Shahin, 2005.

Además, también se puede obtener el valor de deducción corregido (VDC) mediante la ubicación o interpolación de los valores correspondientes presentados en la figura 5, el cual representa la intersección del valor de deducción total (VDT) con el “q” para cada número de entradas con valores de deducción mayores a 2, como se aprecia en la tabla 4.

Tabla 4

Valores equivalentes del ábaco para el cálculo del valor deducido corregido

Total, de valores deducidos	Valores Deducidos Corregidos					
	q1	q2	q3	q4	q6	q9
0	0.00					
10	10.00					

11	11.00	8.00				
16.4	16.40	12.30	8.30			
20	20.00	15.80	11.00			
28	28.00	22.20	16.30	14.80		
30	30.00	24.00	18.00	16.00		
35.3	34.40	28.00	21.90	19.20	15.10	
40	40.00	31.70	25.00	22.10	18.00	
50	50.00	38.80	32.00	28.30	23.80	
57	56.50	43.20	36.80	32.50	28.00	24.00
60	60.00	45.10	38.30	34.30	29.80	25.40
70	70.00	51.90	44.40	40.20	35.00	30.00
80	80.00	57.70	50.40	46.20	40.80	34.80
90	90.00	63.60	56.50	51.60	46.30	39.80
100	100.00	69.20	57.00	56.80	51.60	44.40
110		75.00	68.00	62.10	57.00	49.20
120		81.00	73.00	67.10	61.80	53.90
130		86.00	78.20	72.00	66.40	58.10
140		91.10	83.20	76.60	71.00	62.90
150		95.60	89.00	81.00	74.90	67.00
160		99.10	92.50	85.50	79.00	71.00
162		100.00	93.40	86.50	79.80	71.90
170			97.00	90.00	83.00	74.80
178			100.00	93.10	86.00	78.00
180				94.00	86.70	78.70
190				97.80	90.00	82.00
196				100.00	92.00	83.00
200					93.20	86.00

Fuente: Elaboración Propia, 2022.

Interpolamos

Numero de valor deducido: q2

VDT (Valor Deducido Total): 80.50

$$\left(\begin{array}{l} 80 = 57.7 \\ 80.50 = \mathbf{q2} \\ 90 = 63.60 \end{array} \right)$$

$$\boxed{\mathbf{q2} = 58}$$

Se ejecuta el mismo proceder para todos los valores deducidos sustituyendo el último valor deducido por el número 2 y reduciendo el valor de “q” en una unidad, hasta que obtenga al valor de q=1. Después de determinar todos los valores deducidos corregidos se escogerá el mayor valor de ellos como se observa en la tabla 5.

Tabla 5*Cálculo de los valores deducidos corregidos*

N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	CDV
1	35.50	35.00	31.20	19.00	17.50	12.40	11.17	161.77	7	77.07
2	35.50	35.00	31.20	19.00	17.50	12.40	2.00	152.60	6	75.97
3	35.50	35.00	31.20	19.00	17.50	2.00	2.00	142.20	5	74.71
4	35.50	35.00	31.20	19.00	2.00	2.00	2.00	126.70	4	70.38
5	35.50	35.00	31.20	2.00	2.00	2.00	2.00	109.70	3	67.67
6	35.50	35.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	80.50	2	58.00
7	35.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	47.50	1	47.50
								MAX.		
								CDV =		77.07

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Finalmente se calcula el PCI de la unidad muestreada con la siguiente ecuación:

$$PCI = 100 - \max VDC$$

$$PCI = 100 - 77.07 = 22.93$$

Tabla 6*Rango de PCI*

RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Fuente: Gárces, 2017.

Por tanto, la unidad de muestra UM-01 tiene un **PCI=22.93**, y de acuerdo a la tabla 6 lo clasifica como pavimento en estado **Muy Malo**.

2.10. Análisis de datos

Las variables fueron medidas una vez culminada la investigación. Para analizar los datos se utilizaron hojas de cálculo de Excel para elaborar tablas, gráficos, procesamiento de datos necesarios para representar los resultados alcanzados.

III.RESULTADOS

3.1. Caracterización de los tipos de fallas y grados de severidad encontrados

Tabla 7

Caracterización y severidad de falla de la UM - 01, CUADRA 9

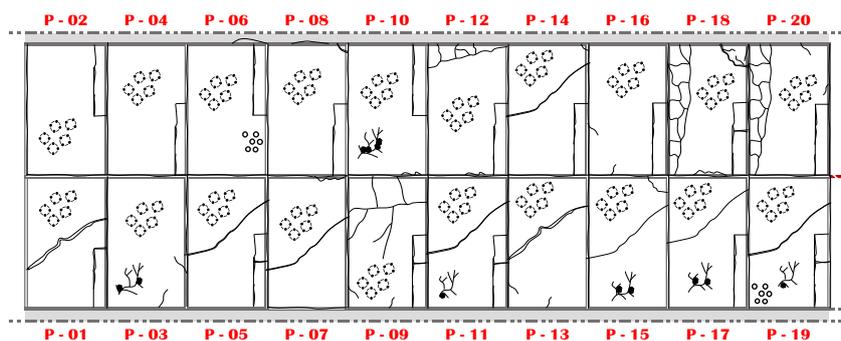
CARACTERIZACIÓN DE FALLA		SEVERIDAD DE FALLA		
CODIGO	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	Nº DE LOSAS	DENSIDAD (%)
22	Grieta de esquina	H	1	5.00%
22	Grieta de esquina	L	1	5.00%
23	Losa dividida	M	1	5.00%
26	Daño en el sello de la junta	H	20	100.00%
27	Desnivel carril/Berma	L	2	10.00%
28	Grieta Lineal	H	2	10.00%
28	Grieta Lineal	M	5	25.00%
28	Grieta Lineal	L	2	10.00%
29	Parche grande	H	5	25.00%
29	Parche pequeño	M	11	55.00%
31	Pulimento de agregados	-	20	100.00%
32	Popouts	-	2	10.00%
34	Punzonamiento	H	2	10.00%
34	Punzonamiento	M	1	5.00%
36	Desconchamiento, mapa de fisuras	H	1	5.00%
36	Desconchamiento, mapa de fisuras	M	3	15.00%
36	Desconchamiento, mapa de fisuras	L	4	20.00%
37	Retracción	-	4	20.00%
38	Descascaramiento de esquina	M	1	5.00%
38	Descascaramiento de esquina	L	1	5.00%
39	Descascaramiento de junta	M	2	10.00%
39	Descascaramiento de junta	L	2	10.00%

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 7, se observa que el mayor porcentaje de densidad de fallas, es el Daño del sello de junta y Pulimento de agregados.

Figura 10

Gráfico de fallas de la UM - 01



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la UM – 01 se encuentra como se ve en la imagen que la falla más representativa es la Grieta Lineal y Pulimento de agregados.

Tabla 8

Caracterización y severidad de falla de la UM - 02, CUADRA 9 y 10

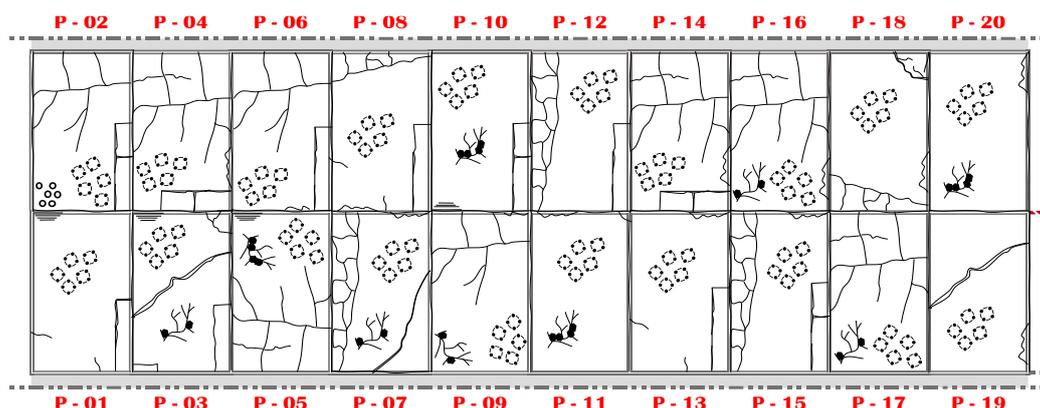
CARACTERIZACIÓN DE FALLA		SEVERIDAD DE FALLA		
CODIGO	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	Nº DE LOSAS	DENSIDAD (%)
22	Grieta de esquina	H	1	5.00%
22	Grieta de esquina	M	1	5.00%
23	Losa dividida	H	5	25.00%
23	Losa dividida	M	3	15.00%
25	Escalonamiento	H	4	20.00%
26	Daño en el sello de la junta	H	20	100.00%
28	Grieta lineal	H	2	10.00%
28	Grieta lineal	M	1	5.00%
29	Parche grande	H	6	30.00%
29	Parche grande	M	4	20.00%
29	Parche grande	L	1	5.00%
30	Parche pequeño	M	1	5.00%
31	Pulimento de agregados	-	20	100.00%
32	Popouts	-	1	5.00%
34	Punzonamiento	H	3	15.00%
34	Punzonamiento	M	2	10.00%
36	Desconchamiento, mapa de fisuras	H	5	25.00%
36	Desconchamiento, mapa de grietas	M	5	25.00%
37	Grieta de retracción	-	2	10.00%
38	Descascaramiento de esquina	L	1	5.00%
39	Descascaramiento de junta	H	5	25.00%
39	Descascaramiento de junta	M	5	25.00%
39	Descascaramiento de junta	L	2	10.00%

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 8, se puede observar que la mayor parte de las fallas, presentan grado de severidad alta.

Figura 11

Gráfico de fallas de la UM - 02



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la UM – 02 se nota que en el paño 05 es el más afectado, puesto que se concentra la mayor cantidad de fallas en dicho paño.

Tabla 9

Caracterización y severidad de falla de la UM - 03, CUADRA 10 y 11

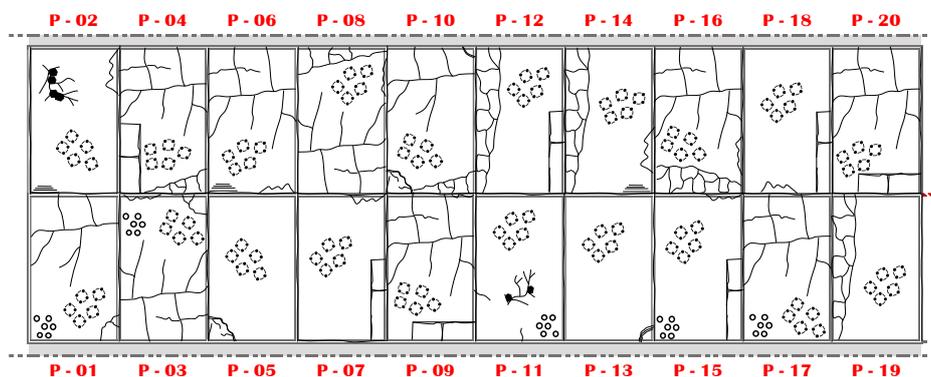
CARACTERIZACIÓN DE FALLA		SEVERIDAD DE FALLA		
CODIGO	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	Nº DE LOSAS	DENSIDAD (%)
		AD		
22	Grieta de esquina	H	2	10.00%
22	Grieta de esquina	M	2	10.00%
23	Losa dividida	H	8	40.00%
23	Losa dividida	M	2	10.00%
25	Escalonamiento	H	3	15.00%
26	Daño en el sello de la junta	H	20	100.00%
29	Parche grande	H	7	35.00%
31	Pulimento de agregados	-	20	100.00%
32	Popouts	-	5	25.00%
34	Punzonamiento	H	6	30.00%
34	Punzonamiento	M	1	5.00%
36	Desconchamiento, mapa de fisuras	H	1	5.00%
36	Desconchamiento, mapa de fisuras	M	1	5.00%
37	Grieta de Retracción	L	1	5.00%
38	Descascaramiento de esquina	H	1	5.00%
38	Descascaramiento de esquina	M	1	5.00%
39	Descascaramiento de junta	H	5	25.00%
39	Descascaramiento de junta	M	4	20.00%
39	Descascaramiento de junta	L	1	5.00%

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 9, se observa que la falla Descascaramiento de junta presenta los tres grados de severidad; alta, media y baja.

Figura 12

Gráfico de fallas de la UM - 03



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la UM – 03 se puede connotar que en esta unidad de muestreo se ve con mayor presencia la falla de Losa Dividida y Pulimento de Agregados.

Tabla 10

Caracterización y severidad de falla de la UM - 04, CUADRA 11 y 12.

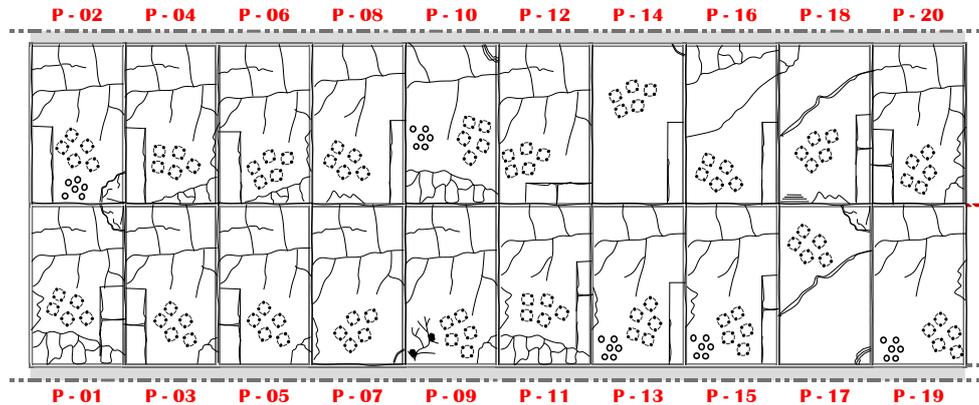
CARACTERIZACIÓN DE FALLA		SEVERIDAD DE FALLA		
CODIGO	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	Nº DE LOSAS	DENSIDAD (%)
22	Grieta de esquina	H	3	15.00%
22	Grieta de esquina	M	5	25.00%
23	Losa dividida	H	10	50.00%
23	Losa dividida	M	5	25.00%
23	Losa dividida	L	1	5.00%
25	Escalonamiento	H	1	5.00%
26	Daño en el sello de la junta	H	20	100.00%
28	Grieta lineal	H	2	10.00%
28	Grieta lineal	L	1	5.00%
29	Parche grande	H	7	35.00%
29	Parche grande	M	5	25.00%
29	Parche grande	L	2	10.00%
31	Pulimento de agregados	-	20	100.00%
32	Popouts	-	4	20.00%
34	Punzonamiento	H	3	15.00%
34	Punzonamiento	M	3	15.00%
36	Desconchamiento, mapa de fisuras	M	1	5.00%
38	Descascaramiento de esquina	H	2	10.00%
38	Descascaramiento de esquina	M	2	10.00%
39	Descascaramiento de junta	H	7	35.00%
39	Descascaramiento de junta	M	4	20.00%

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 10, se muestra que en cinco tipos de fallas con código 22, 23, 28, 34, 38 y 39, presentan al menos dos grados de severidad.

Figura 13

Gráfico de fallas de la UM - 04



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la UM – 04 se encuentra que la falla Losa Dividida es la que mayor presencia tiene en dicha sección.

Tabla 11

Caracterización y severidad de falla de la UM - 05, CUADRA 12

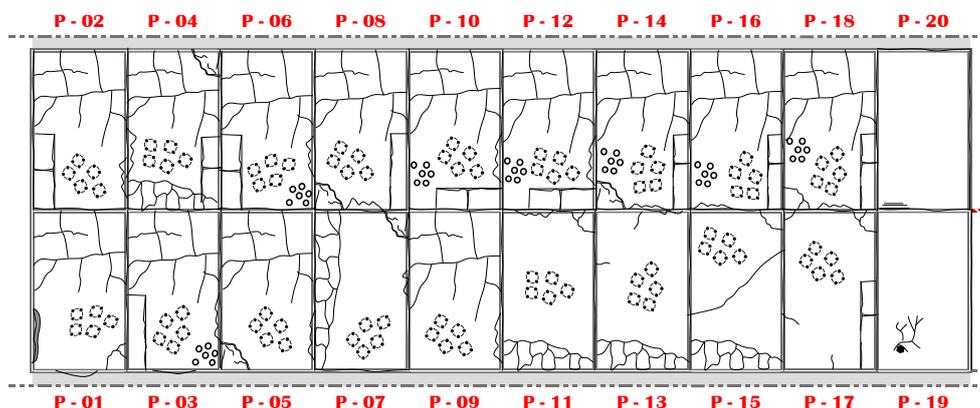
CARACTERIZACIÓN DE FALLA		SEVERIDAD DE FALLA		
CODIGO	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	Nº DE LOSAS	DENSIDAD (%)
22	Grieta de esquina	H	6	30.00%
22	Grieta de esquina	M	3	15.00%
22	Grieta de esquina	L	1	5.00%
23	Losa dividida	H	13	65.00%
25	Escalonamiento	L	1	5.00%
26	Daño en el sello de la junta	H	20	100.00%
27	Desnivel carril/Berma	H	1	5.00%
27	Desnivel carril/Berma	M	1	5.00%
28	Grieta lineal	L	1	5.00%
29	Parche grande	H	9	45.00%
29	Parche grande	M	2	10.00%
31	Pulimento de agregados	-	18	90.00%
32	Popouts	-	7	35.00%
33	Bombeo	-	1	5.00%
34	Punzonamiento	H	5	25.00%
36	Desconchamiento, mapa de fisuras	L	1	5.00%
37	Grieta de retracción	-	2	10.00%
38	Descascaramiento de esquina	L	1	5.00%
39	Descascaramiento de junta	H	7	35.00%
39	Descascaramiento de junta	M	6	30.00%
39	Descascaramiento de junta	L	2	10.00%

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 11, se observa que en la UM-05, se encuentran presentes la mayor parte de fallas a excepción de grieta de durabilidad “D”, parche pequeño y Cruce de Vía Férrea.

Figura 14

Gráfico de fallas de la UM - 05



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la UM – 05 se encuentra que la mayor cantidad de paños son de los más afectados de todas las cuadras.

Tabla 12

Caracterización y severidad de falla de la UM – 06, CUADRA 14

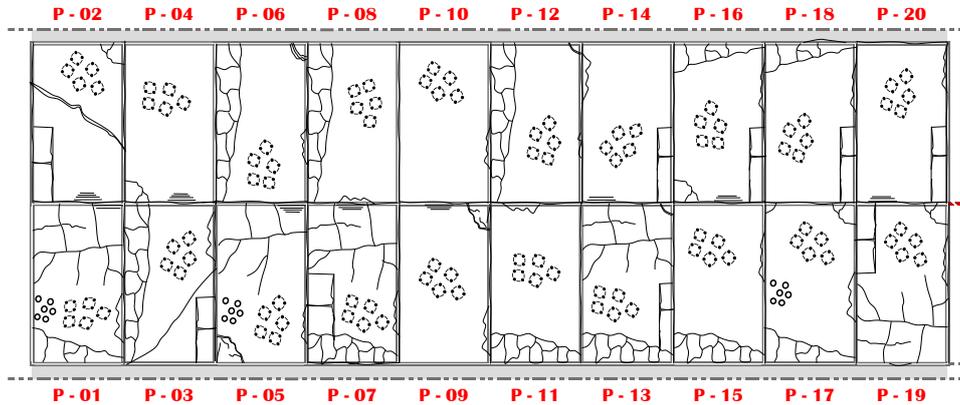
CARACTERIZACIÓN DE FALLA		SEVERIDAD DE FALLA		
CODIGO	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	Nº DE LOSAS	DENSIDAD (%)
22	Grieta de esquina	H	2	10.00%
22	Grieta de esquina	M	5	25.00%
23	Losa dividida	H	4	20.00%
23	Losa dividida	M	1	5.00%
25	Escalonamiento	H	3	15.00%
25	Escalonamiento	M	4	20.00%
25	Escalonamiento	L	3	15.00%
26	Daño en el sello de la junta	H	20	100.00%
27	Desnivel carril/Berma	M	1	5.00%
28	Grieta lineal	H	2	10.00%
28	Grieta lineal	L	1	5.00%
29	Parche grande	H	8	40.00%
29	Parche grande	M	1	5.00%
31	Pulimento de agregados	-	20	100.00%
32	Popouts	-	3	15.00%
34	Punzonamiento	H	9	45.00%
34	Punzonamiento	M	3	15.00%
38	Descascaramiento de esquina	H	2	10.00%
38	Descascaramiento de esquina	M	1	5.00%
38	Descascaramiento de esquina	L	1	5.00%
39	Descascaramiento de junta	H	6	30.00%
39	Descascaramiento de junta	M	10	50.00%
39	Descascaramiento de junta	L	1	5.00%

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 12, se muestra que las fallas con mayor porcentaje de Densidad, son Daño en el sello de la junta y Pulimento de agregados.

Figura 15

Gráfico de fallas de la UM - 06



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la UM – 06 se encuentra que la falla Pulimento de agregados es la más representativa de toda la unidad de muestreo.

Tabla 13

Caracterización y severidad de falla de la UM - 07, CUADRA 15

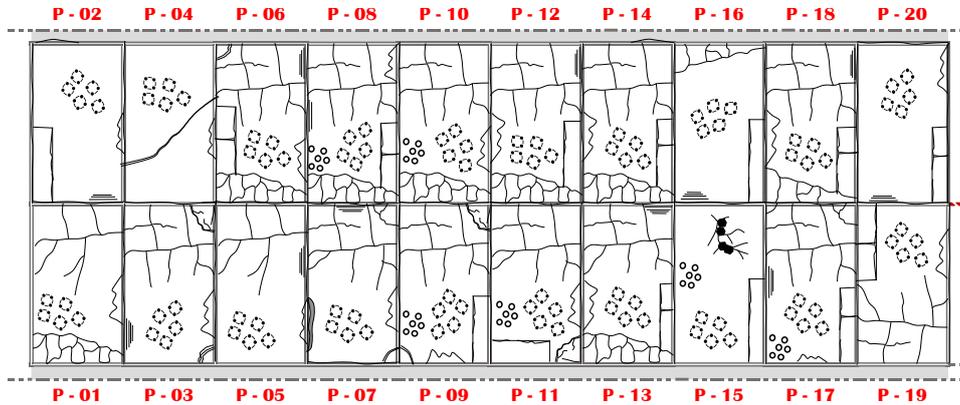
CARACTERIZACIÓN DE FALLA		SEVERIDAD DE FALLA		
CODIGO	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	Nº DE LOSAS	DENSIDAD (%)
22	Grieta de esquina	H	3	15.00%
22	Grieta de esquina	M	2	10.00%
23	Losa dividida	H	14	70.00%
23	Losa dividida	M	1	5.00%
25	Escalonamiento	H	3	15.00%
25	Escalonamiento	M	8	40.00%
25	Escalonamiento	L	1	5.00%
26	Daño en el sello de la junta	H	20	100.00%
27	Desnivel carril/Berma	M	2	10.00%
28	Grieta lineal	M	1	5.00%
29	Parche grande	H	8	40.00%
29	Parche grande	M	6	30.00%
31	Pulimento de agregados	-	20	100.00%
32	Popouts	-	6	30.00%
33	Bombeo	-	1	5.00%
34	Punzonamiento	H	7	35.00%
34	Punzonamiento	M	3	15.00%
36	Desconchamiento, mapa de fisuras	H	1	5.00%
38	Descascaramiento de esquina	H	1	5.00%
38	Descascaramiento de esquina	M	3	15.00%
39	Descascaramiento de junta	H	13	65.00%
39	Descascaramiento de junta	M	5	25.00%

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 13, se observa que las fallas descascaramiento de junta, losa dividida, Daño en el sello de la junta y pulimento de agregados, tienen el mayor porcentaje de densidad que va del 65% al 100%.

Figura 16

Gráfico de fallas de la UM - 07



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la UM – 07 se puede observar que desde el paño 06 y el paño 14, se encuentra las partes más afectadas de la sección.

Tabla 14

Caracterización y severidad de falla de la UM – 08, CUADRA 15 y 16

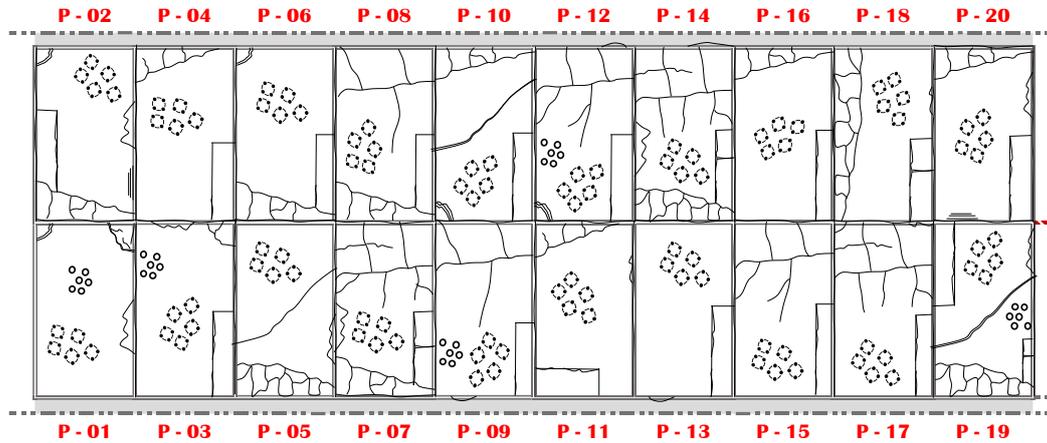
CARACTERIZACIÓN DE FALLA		SEVERIDAD DE FALLA		
CODIGO	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	Nº DE LOSAS	DENSIDAD (%)
22	Grieta de esquina	H	1	5.00%
22	Grieta de esquina	M	1	5.00%
23	Losa dividida	H	2	10.00%
23	Losa dividida	M	2	10.00%
23	Losa dividida	L	2	10.00%
25	Escalonamiento	M	2	10.00%
26	Daño en el sello de la junta	H	20	100.00%
27	Desnivel carril/Berma	L	3	3.00%
28	Grieta lineal	M	2	10.00%
28	Grieta lineal	L	1	5.00%
29	Parche grande	H	2	10.00%
29	Parche grande	M	11	55.00%
29	Parche grande	L	5	25.00%
30	Parche pequeño	H	1	5.00%
31	Pulimento de agregados	-	20	100.00%
32	Popouts	-	5	25.00%
34	Punzonamiento	H	4	20.00%
34	Punzonamiento	M	7	35.00%
34	Punzonamiento	L	2	10.00%
38	Descascaramiento de esquina	H	2	10.00%
38	Descascaramiento de esquina	M	3	15.00%
39	Descascaramiento de junta	H	3	15.00%
39	Descascaramiento de junta	M	5	25.00%
39	Descascaramiento de junta	L	3	15.00%

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 14, se muestra que la falla losa divide, presenta los 3 grados de severidad Alto, medio y bajo; con densidad del 10% cada uno de ellos.

Figura 17

Gráfico de fallas de la UM - 08



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la UM – 08 el paño más afectado por la mayor presencia de fallas son los paños 7, 8, 12 y 14.

Tabla 15

Caracterización y severidad de falla de la UM - 09, CUADRA 16

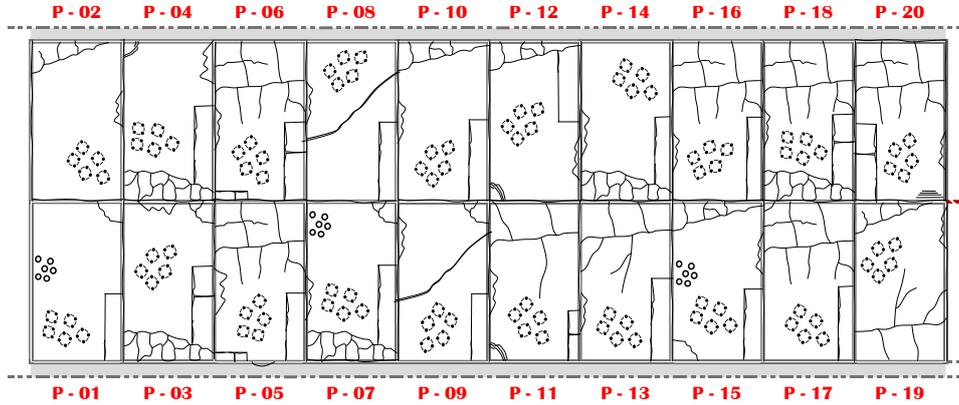
CARACTERIZACIÓN DE FALLA		SEVERIDAD DE FALLA		
CODIGO	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	Nº DE LOSAS	DENSIDAD (%)
22	Grieta de esquina	M	3	15.00%
22	Grieta de esquina	L	2	10.00%
23	Losa dividida	H	6	30.00%
23	Losa dividida	M	2	10.00%
23	Losa dividida	L	1	5.00%
25	Escalonamiento	H	1	5.00%
26	Daño en el sello de la junta	H	20	100.00%
27	Desnivel carril/Berna	L	1	5.00%
28	Grieta lineal	M	2	10.00%
29	Parche grande	H	4	20.00%
29	Parche grande	M	10	50.00%
29	Parche grande	L	3	15.00%
30	Parche pequeño	H	3	15.00%
31	Pulimento de agregados	-	20	100.00%
32	Popouts	-	3	15.00%
34	Punzonamiento	H	4	20.00%
34	Punzonamiento	M	3	15.00%
34	Punzonamiento	L	2	10.00%
38	Descascaramiento de esquina	H	2	10.00%
38	Descascaramiento de esquina	M	1	5.00%
39	Descascaramiento de junta	H	4	20.00%
39	Descascaramiento de junta	M	14	70.00%

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 15, se evidencia que la falla Parche Grande, tiene los tres grados de severidad, siendo la de mayor porcentaje en un 50%, el grado de severidad alto.

Figura 18

Gráfico de fallas de la UM - 09



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la UM – 09 las fallas más afectadas son los paños 05, 06, 16, 17, 18 ,20.

Tabla 16

Caracterización y severidad de falla de la UM - 10, CUADRA 16 y 17

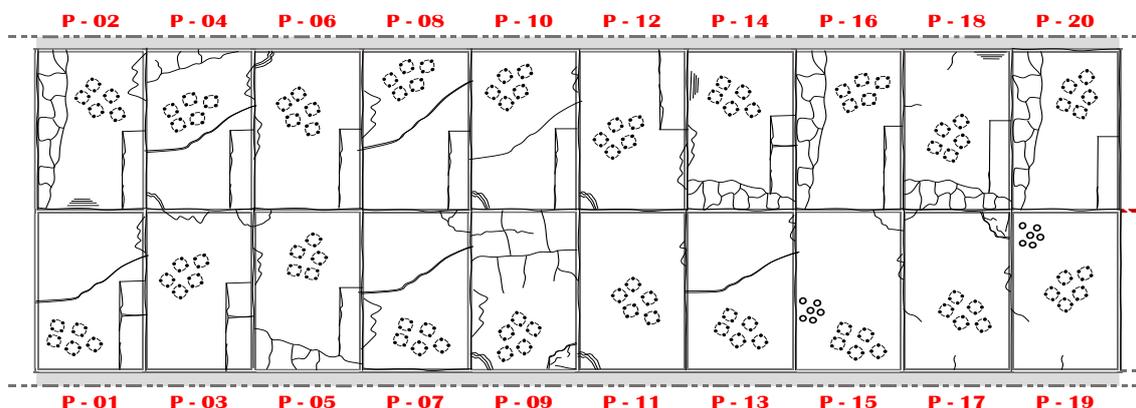
CARACTERIZACIÓN DE FALLA		SEVERIDAD DE FALLA		
CODIGO	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	Nº DE LOSAS	DENSIDAD (%)
22	Grieta de esquina	H	2	10.00%
22	Grieta de esquina	M	1	5.00%
22	Grieta de esquina	L	1	5.00%
23	Losa dividida	H	1	5.00%
25	Escalonamiento	H	3	15.00%
26	Daño en el sello de la junta	H	19	95.00%
26	Daño en el sello de la junta	M	1	5.00%
28	Grieta lineal	M	5	25.00%
28	Grieta lineal	L	1	5.00%
29	Parche grande	H	3	15.00%
29	Parche grande	M	7	35.00%
29	Parche grande	L	3	15.00%
31	Pulimento de agregados	-	20	100.00%
32	Popouts	-	1	5.00%
34	Punzonamiento	H	5	25.00%
34	Punzonamiento	M	1	5.00%
34	Punzonamiento	L	1	5.00%
37	Grieta de retracción	-	3	15.00%
38	Descascaramiento de esquina	H	5	25.00%
38	Descascaramiento de esquina	M	1	5.00%
38	Descascaramiento de esquina	L	2	10.00%
39	Descascaramiento de junta	H	5	25.00%
39	Descascaramiento de junta	M	6	30.00%
39	Descascaramiento de junta	L	5	25.00%

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 16, se observa que la falla con mayor porcentaje de densidad es, Pulimento de agregados con un 100%.

Figura 19

Gráfico de fallas de la UM - 10



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la UM – 10 se puede apreciar que en la mayoría de paños de esta sección se visualiza la presencia de parches grandes.

Tabla 17

Caracterización y severidad de falla de la UM – 11, CUADRA 17

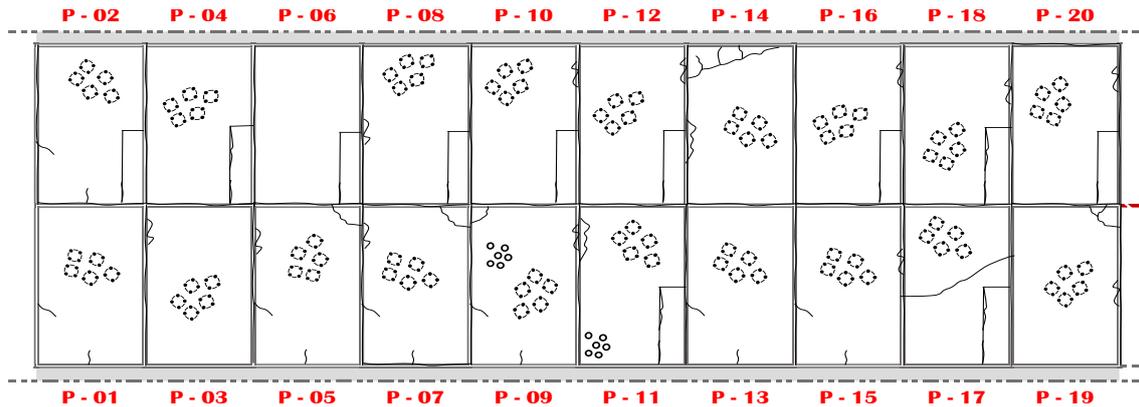
CARACTERIZACIÓN DE FALLA		SEVERIDAD DE FALLA		
CODIGO	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	Nº DE LOSAS	DENSIDAD (%)
22	Grieta de esquina	L	2	10.00%
22	Grieta de esquina	M	1	5.00%
26	Daño en el sello de la junta	H	20	100.00%
28	Grieta lineal	L	1	5.00%
29	Parche grande	L	7	35.00%
29	Parche grande	M	4	20.00%
31	Pulimento de agregados	-	20	100.00%
32	Popouts	-	2	10.00%
34	Punzonamiento	L	1	5.00%
37	Grieta de retracción	-	7	35.00%
38	Descascaramiento de esquina	L	1	5.00%
39	Descascaramiento de junta	L	12	60.00%
39	Descascaramiento de junta	M	2	10.00%

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 17, se observa que la falla Daño en el sello de junta es la única que presenta grado de severidad alta.

Figura 20

Gráfico de fallas de la UM - 11



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la UM – 11 se puede apreciar que las fallas más encontradas son Pulimento de agregados y Parche grandes.

Tabla 18

Caracterización y severidad de falla de la UM - 12, CUADRA 18

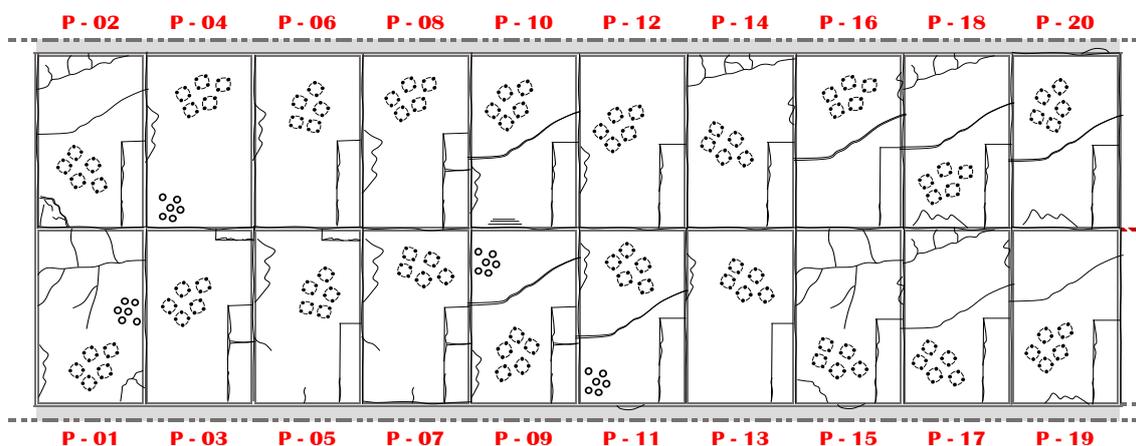
CARACTERIZACIÓN DE FALLA		SEVERIDAD DE FALLA		
CODIGO	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	Nº DE LOSAS	DENSIDAD (%)
22	Grieta de esquina	H	1	5.00%
22	Grieta de esquina	M	1	5.00%
22	Grieta de esquina	L	1	5.00%
23	Losa dividida	M	2	10.00%
25	Escalonamiento	M	1	5.00%
26	Daño en el sello de la junta	H	20	100.00%
27	Desnivel Carril/Berma	L	3	15.00%
28	Grieta lineal	M	6	30.00%
28	Grieta lineal	L	3	15.00%
29	Parche grande	H	4	20.00%
29	Parche grande	M	10	50.00%
29	Parche grande	L	4	20.00%
30	Parche pequeño	L	1	5.00%
31	Pulimento de agregados	-	20	100.00%
32	Popouts	-	3	15.00%
34	Punzonamiento	M	1	5.00%
34	Punzonamiento	L	3	15.00%
37	Grieta de retracción	-	2	10.00%
39	Descascaramiento de junta	H	5	25.00%
39	Descascaramiento de junta	M	9	45.00%
39	Descascaramiento de junta	L	4	20.00%

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 18, se observa que las fallas Grieta de esquina, Parche grande y Descascaramiento de junta, son las que presentan sus tres grados de severidad.

Figura 21

Gráfico de fallas de la UM - 12



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la UM – 12 se deduce que el paño 1 Y 15, son los más afectados ya que son los que presentan más fallas.

Tabla 19

Caracterización y severidad de falla de la UM - 13, CUADRA 18

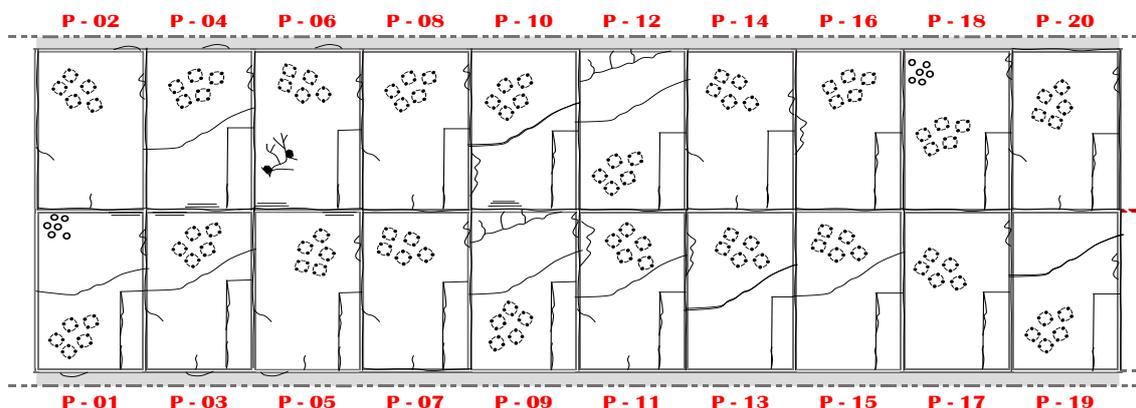
CARACTERIZACIÓN DE FALLA		SEVERIDAD DE FALLA		
CODIGO	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	Nº DE LOSAS	DENSIDAD (%)
25	Escalonamiento	L	5	25.00%
26	Daño en el sello de la junta	H	20	100.00%
27	Desnivel Carril/Berma	L	6	30.00%
28	Grieta lineal	M	3	15.00%
28	Grieta lineal	L	6	30.00%
29	Parche grande	H	1	5.00%
29	Parche grande	M	12	60.00%
29	Parche grande	L	7	35.00%
31	Pulimento de agregados	-	20	100.00%
32	Popouts	-	1	5.00%
34	Punzonamiento	L	2	10.00%
36	Desconchamiento, mapa de fisuras	M	2	10.00%
37	Grieta de Retracción	-	8	40.00%
39	Descascaramiento de junta	H	1	5.00%
39	Descascaramiento de junta	M	3	15.00%
39	Descascaramiento de junta	L	14	70.00%

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 19, se evidencia que las fallas con mayor porcentaje de densidad, son Daño del sello de la junta y Pulimento de agregados.

Figura 22

Gráfico de fallas de la UM - 13



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la UM – 13 se aprecia que las fallas Pulimento de agregados se encuentra en toda la sección, y la falla Parche grande se encuentran en todos los paños de la unidad de muestreo excepto en el paño 02

Tabla 20

Caracterización y severidad de falla de la UM – 14, CUADRA 19

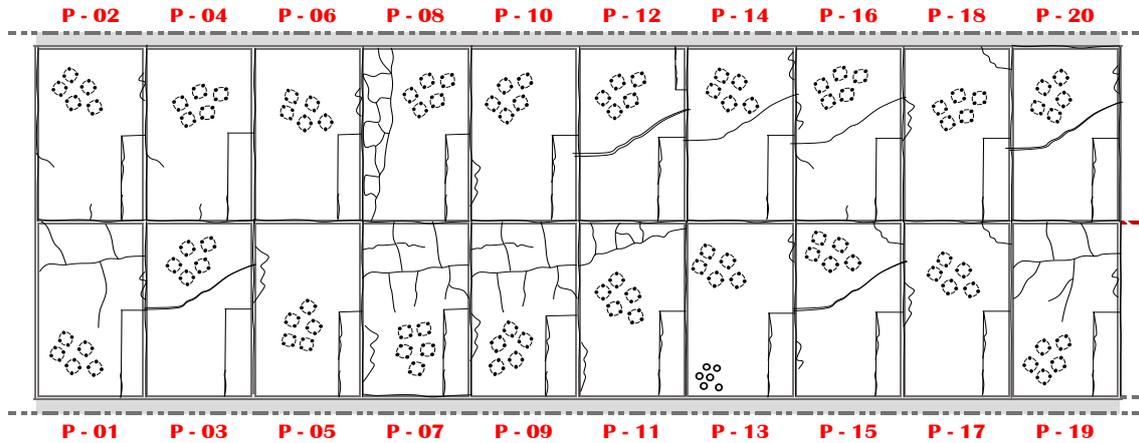
CARACTERIZACIÓN DE FALLA		SEVERIDAD DE FALLA		
CODIGO	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	Nº DE LOSAS	DENSIDAD (%)
22	Grieta de esquina	L	3	15.00%
23	Losa dividida	H	2	10.00%
23	Losa dividida	M	1	5.00%
23	Losa dividida	L	1	5.00%
26	Daño en el sello de la junta	H	20	100.00%
28	Grieta lineal	M	4	20.00%
28	Parche grande	H	2	10.00%
29	Parche grande	M	12	60.00%
29	Parche grande	L	8	40.00%
30	Parche pequeño	M	1	5.00%
31	Pulimento de agregados	-	18	90.00%
32	Popouts	-	1	5.00%
34	Punzonamiento	H	1	5.00%
34	Punzonamiento	M	1	5.00%
37	Grieta de retracción	-	3	15.00%
39	Descascaramiento de junta	H	2	10.00%
39	Descascaramiento de junta	M	5	25.00%
39	Descascaramiento de junta	L	9	45.00%

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 20, se observa que las fallas con código 23, 30, 32 y 34; se encuentran presenten en menor porcentaje en un 5%.

Figura 23

Gráfico de falla de la UM - 14



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la UM – 14 se observa que en los paños 1, 7, 8 y 19 son los paños en los que se encuentran las fallas de Losa dividida y por lo cual son los más afectados.

Tabla 21

Caracterización y severidad de falla de la UM - 15, CUADRA 19

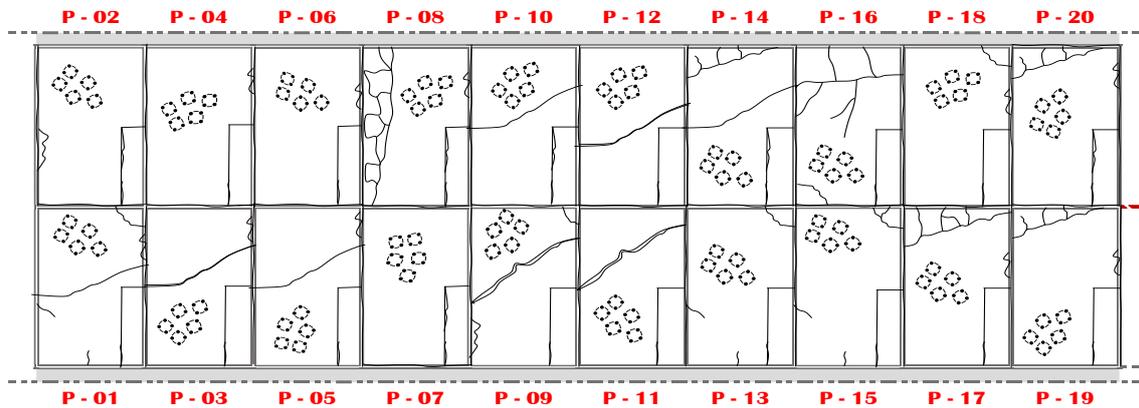
CARACTERIZACIÓN DE FALLA		SEVERIDAD DE FALLA		
CODIGO	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	Nº DE LOSAS	DENSIDAD (%)
22	Grieta de esquina	M	1	5.00%
22	Grieta de esquina	L	4	20.00%
23	Losa dividida	M	1	5.00%
26	Daño en el sello de la junta	H	20	100.00%
28	Grieta lineal	H	1	5.00%
28	Grieta lineal	M	2	10.00%
28	Grieta lineal	L	5	25.00%
29	Parche grande	M	7	35.00%
29	Parche grande	L	13	65.00%
31	Pulimento de agregados	-	20	100.00%
34	Punzonamiento	H	1	5.00%
34	Punzonamiento	M	1	5.00%
34	Punzonamiento	L	3	15.00%
37	Grieta de retracción	-	3	15.00%
38	Descascaramiento de esquina	L	1	5.00%
39	Descascaramiento de junta	M	2	10.00%
39	Descascaramiento de junta	L	10	50.00%

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 21, se muestra que las fallas de mayor porcentaje son Daño del sellado de junta y Pulimento de agregados.

Figura 24

Gráfico de fallas de la UM - 15



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la UM – 15 se puede decir que en la totalidad de los paños de la muestra se encuentra parche grande.

Tabla 22

Caracterización y severidad de falla de la UM - 16, CUADRA 20

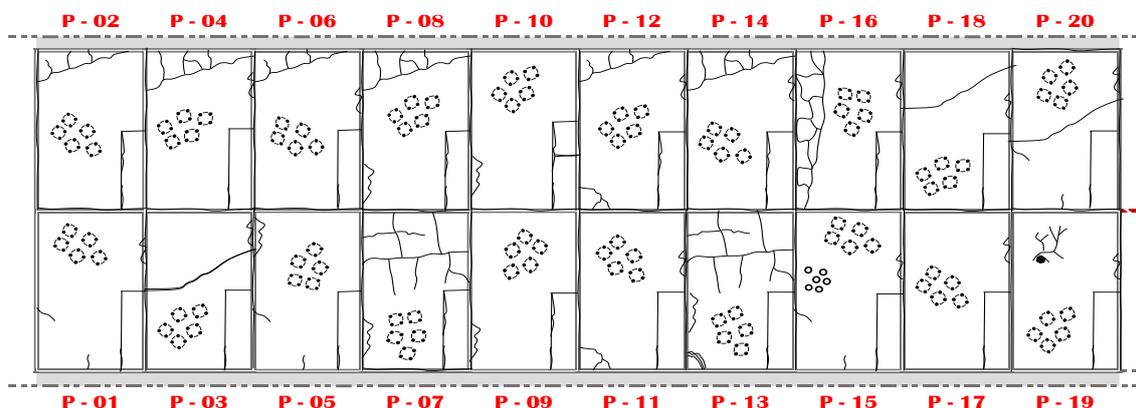
CARACTERIZACIÓN DE FALLA		SEVERIDAD DE FALLA		
CODIGO	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	Nº DE LOSAS	DENSIDAD (%)
22	Grieta de esquina	M	2	1.00%
23	Losa dividida	H	2	10.00%
26	Daño en el sello de la junta	H	20	100.00%
28	Grieta lineal	L	2	10.00%
29	Parche grande	H	1	5.00%
29	Parche grande	M	7	35.00%
29	Parche grande	L	12	60.00%
31	Pulimento de agregados	-	20	100.00%
32	Popouts	-	1	5.00%
34	Punzonamiento	H	1	5.00%
34	Punzonamiento	M	3	15.00%
34	Punzonamiento	L	2	10.00%
36	Desconchamiento, mapa de fisuras	L	1	5.00%
37	Grieta de retracción	-	4	20.00%
38	Descascaramiento de esquina	M	1	5.00%
39	Descascaramiento de junta	M	6	30.00%
39	Descascaramiento de junta	L	13	65.00%

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 22, se observa que en las fallas Parche grande y Punzonamiento, presentan los 3 grados de severidad.

Figura 25

Gráfico de fallas de la UM - 16



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la UM – 16 se encuentra que todos los paños han sido afectados por las fallas Pulimentos de agregados y Parche grande. Además, se encuentra que el paño 7 y 13 son los más afectados.

Tabla 23

Caracterización y severidad de falla de la UM - 17, CUADRA 20

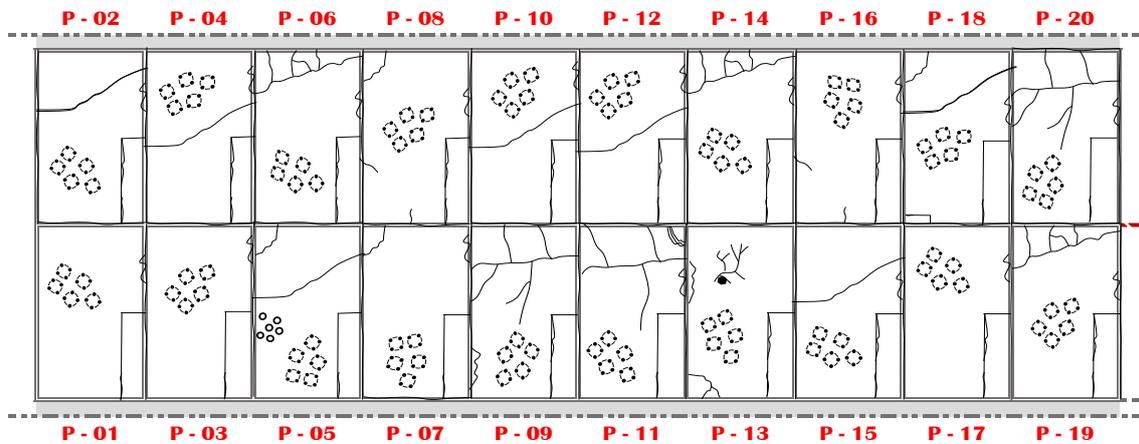
CARACTERIZACIÓN DE FALLA		SEVERIDAD DE FALLA		
CODIGO	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	Nº DE LOSAS	DENSIDAD (%)
22	Grieta de esquina	M	1	5.00%
22	Grieta de esquina	L	4	20.00%
23	Losa dividida	M	2	10.00%
23	Losa dividida	L	1	5.00%
26	Daño en el sello de la junta	H	20	100.00%
28	Grieta lineal	M	2	10.00%
28	Grieta lineal	L	5	30.00%
29	Parche grande	M	13	65.00%
29	Parche grande	L	7	35.00%
30	Parche pequeño	L	1	5.00%
31	Pulimento de agregados	-	20	100.00%
32	Popouts	-	1	5.00%
34	Punzonamiento	M	2	10.00%
36	Desconchamiento, mapa de fisuras	L	1	5.00%
37	Grieta de retracción	-	2	10.00%
38	Descascaramiento de esquina	M	1	5.00%
39	Descascaramiento de junta	M	2	10.00%
39	Descascaramiento de junta	L	16	80.00%

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 23, se muestra que la Falla parche grande de severidad media tiene un porcentaje de densidad del 65%.

Figura 26

Gráfico de fallas de la UM - 17



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la UM – 17 los paños con más presencia de fallas son los paños 9, 11 y 20; por lo tanto, son las más afectadas o en peor estado.

Tabla 24

Caracterización y severidad de falla de la UM – 18, CUADRA 20

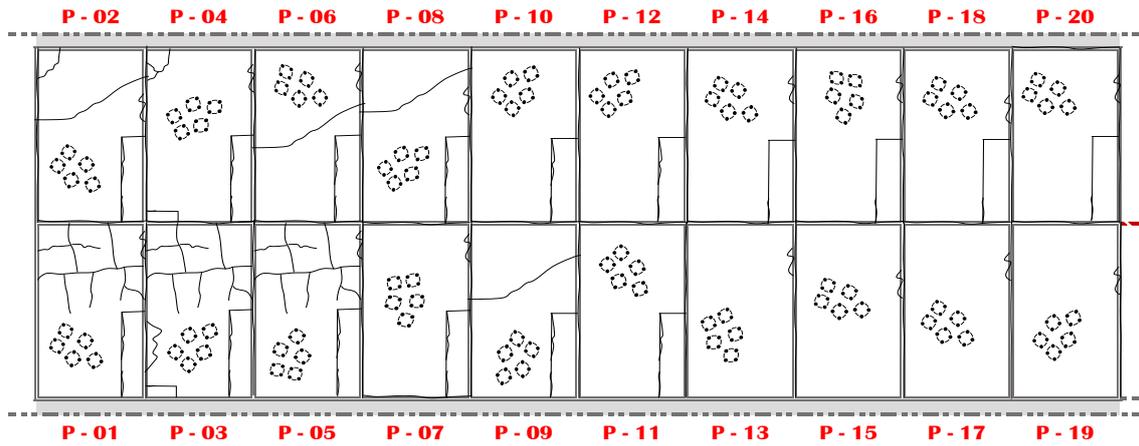
CARACTERIZACIÓN DE FALLA		SEVERIDAD DE FALLA		
CODIGO	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	Nº DE LOSAS	DENSIDAD (%)
22	Grieta de esquina	H	1	5.00%
22	Grieta de esquina	L	2	10.00%
23	Losa dividida	H	3	15.00%
26	Daño en el sello de la junta	H	20	100.00%
28	Grieta lineal	L	4	20.00%
29	Parche grande	M	12	60.00%
29	Parche grande	L	4	20.00%
30	Parche pequeño	H	2	65.00%
31	Pulimento de agregados	-	20	35.00%
39	Descascaramiento de junta	H	1	5.00%
39	Descascaramiento de junta	L	14	100.00%

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 24, se observa que la única falla con severidad media que se encuentra en esta unidad de muestreo es Parche grande.

Figura 27

Gráfico de fallas de la UM - 18



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la UM – 18 se ve que los paños 1, 3 y 5; son los más afectados, ya que hay más cantidad de fallas.

Tabla 25

Caracterización y severidad de falla de la UM - 19, CUADRA 20

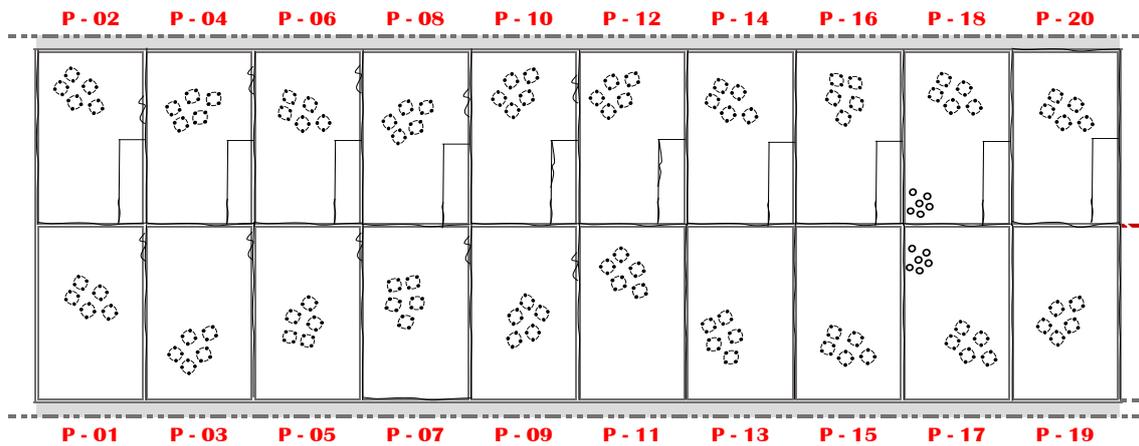
CARACTERIZACIÓN DE FALLA		SEVERIDAD DE FALLA		
CODIGO	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	Nº DE LOSAS	DENSIDAD (%)
26	Daño en el sello de la junta	H	20	100.00%
29	Parche grande	L	10	50.00%
31	Pulimento de agregados	-	20	100.00%
32	Popouts	-	2	10.00%
39	Descascaramiento de junta	L	10	50.00%

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 25, se muestra que la falla con menor porcentaje de densidad es, Popouts con un 10%.

Figura 28

Gráfico de fallas de la UM - 19



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la UM – 19 se observa que en la totalidad de paños se encuentra la falla Pulimento de agregados, y en la mitad de paños se encuentra la falla Parche grande.

Tabla 26

Caracterización y severidad de falla de la UM – 20, CUADRA 20

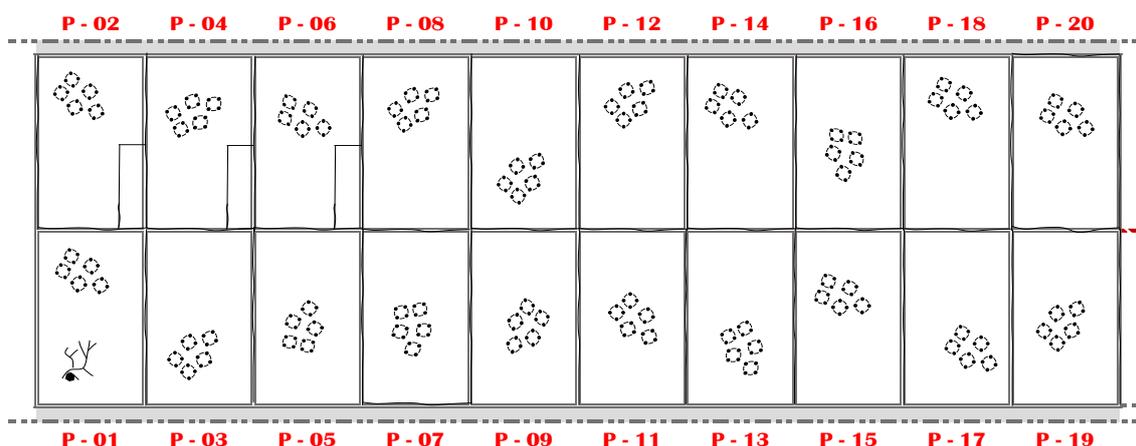
CARACTERIZACIÓN DE FALLA		SEVERIDAD DE FALLA		
CODIGO	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	Nº DE LOSAS	DENSIDAD (%)
26	Daño en el sello de la junta	H	20	100.00%
29	Parche grande	L	3	15.00%
31	Pulimento de agregados	-	20	100.00%
36	Desconchamiento, mapa de fisuras	H	1	5.00%

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 26, se observa que la falla Desconchamiento, se encuentra presente en un solo paño, con el menor porcentaje del 5%.

Figura 29

Gráfico de fallas de la UM - 20



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la UM – 20 se puede describir que todos los paños se encuentra Pulimento de agregados, además que en los paños 2, 4 y 6 se encuentra Parche grande.

Tabla 27

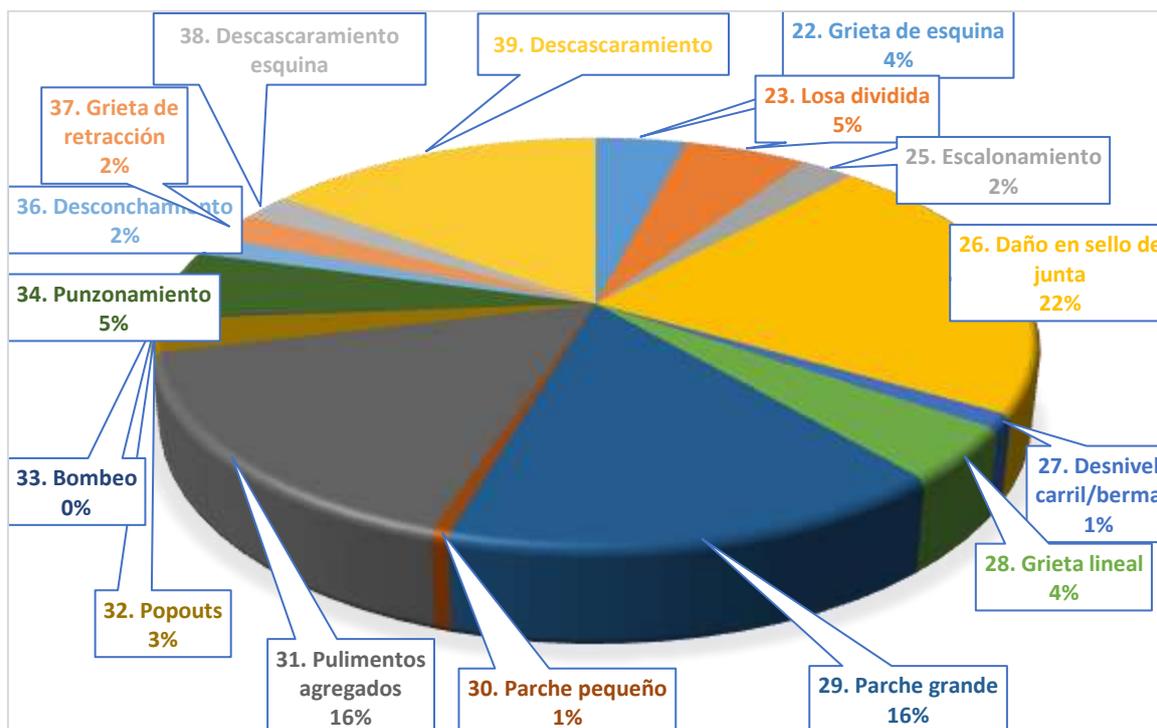
Incidencia del tipo de falla en el pavimento evaluado

TIPO DE FALLA	TOTAL	PORCENTAJE
22. Grieta de esquina	73	3.98 %
23. Losa dividida	99	5.40%
25. Escalonamiento	43	2.34%
26. Daño en sello de junta	400	21.80
27. Desnivel carril/berma	20	1.01%
28. Grieta lineal	77	4.20%
29. Parche grande	288	15.69%
30. Parche pequeño	10	0.54%
31. Pulimentos agregados	296	16.13%
32. Popouts	48	2.62%
33. Bombeo	2	0.11%
34. Punzonamiento	99	5.40%
36. Desconchamiento	28	1.53%
37. Grieta de retracción	41	2.23%
38. Descascaramiento esquina	38	2.07%
39. Descascaramiento junta	273	14.88%
TOTAL, DE FALLAS	1 835	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura 30

Porcentaje del tipo de falla presente en el pavimento evaluado



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 27 y figura 9, se muestran las fallas o daños presentes en el pavimento rígido de las 11 cuadras evaluadas de la calle Huamantanga de la ciudad de Jaén, apreciándose que las fallas con mayor incidencia son conocidas como Daño en sello de junta 21.80%, Pulimentos de agregados 16.13%, Parche grande 15.69% y Descascaramiento de junta 14.88% mientras que las fallas con menor incidencia son conocidas como Desconchamiento 1.53%, Desnivel carril/berma 1.01%, Parche pequeño 0.54% y Bombeo 0.11%. Además, la cantidad total de fallas o daños presentes en todo el tramo evaluado son 1835.

3.2. Calificación del pavimento rígido, según la evaluación del Método PCI

Tabla 28

Condición de las unidades de muestra de acuerdo a sus rangos según el método del PCI

N°de Muestra	Progresivas		PCI	Condición	PCI de todo el tramo	Condición de todo el tramo
	Desde	Hasta				
UM-01	00+000.00	00+040.50	22.93	Muy Malo		
UM-02	00+040.50	00+089.30	4.19	Fallado		
UM-03	00+089.30	00+140.40	0.39	Fallado		

UM-04	00+140.40	00+188.90	6.78	Fallado		
UM-05	00+188.90	00+238.80	0.76	Fallado		
UM-06	00+238.80	00+290.80	0.90	Fallado		
UM-07	00+290.80	00+333.50	0.49	Fallado		
UM-08	00+333.50	00+379.40	5.44	Fallado		
UM-09	00+379.40	00+442.20	5.22	Fallado		
UM-10	00+442.20	00+500.50	18.78	Muy Malo		
UM-11	00+500.50	00+549.30	63.35	Bueno		
UM-12	00+549.30	00+598.10	19.00	Muy Malo		
UM-13	00+598.10	00+650.80	44.88	Regular	25.68	MALO
UM-14	00+650.80	00+699.30	32.59	Malo		
UM-15	00+699.30	00+751.65	41.93	Regular		
UM-16	00+751.65	00+806.25	24.68	Muy Malo		
UM-17	00+806.25	00+861.65	31.30	Malo		
UM-18	00+861.65	00+915.45	35.1	Malo		
UM-19	00+915.45	00+950.45	72.68	Muy Bueno		
UM-20	00+950.45	00+985.45	82.12	Muy Bueno		

Fuente: Elaboración propia. 2022.

Figura 31

Condición del tramo evaluado



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 28 y figura 31, se representa la condición de las unidades de muestra en que se encuentra el pavimento rígido evaluado según el método PCI, que de manera acumulada ofrece un pavimento en estado Fallado 40%, Muy Malo 20%, Malo 15%, Regular 10%, Muy Bueno 10% y Bueno 5%, además, el PCI promedio representativo de todo el tramo evaluado es 25.68, indicándonos que de manera general el pavimento se encuentra en un estado **Malo**.

3.3. Alternativas de mantenimiento y/o reparación para las fallas encontradas

De acuerdo a los resultados específicos de cada unidad muestral, se evidencia que la mayoría del pavimento rígido intervenido se encuentra en un estado Fallado 40%; y acorde con los tipos de mantenimiento establecidos por Jugo (2005) citado por Garcés (2017) las alternativas de solución con la que se puede solucionar la problemática existente para cada unidad de muestreo se indican en la tabla 29, por lo que se recomienda a las entidades correspondiente realizar los estudios de ingeniería para posteriormente ejecutar las acciones necesarias para garantizar la transitabilidad en la vía.

Figura 32

Correlación de categoría de acción con un rango de PCI

Categoría de acción	Rango	Clasificación	Simbología
Mantenimiento Preventivo	100 – 85	Excelente	
Mantenimiento Preventivo Rutinario y/o Periódico	85 – 70	Muy Bueno	
	70 – 55	Bueno	
Mantenimiento Correctivo	55 – 40	Regular	
Rehabilitación – Refuerzo Estructural	40 – 25	Malo	
Rehabilitación – Reconstrucción	25 – 10	Muy Malo	
	10 – 0	Fallado	

Fuente: Adaptado de Morales, 2005.

Tabla 29*Categorías de acción para cada condición del pavimento de cada unidad muestral*

Nº de Muestra	PCI	Condición	Categoría de Acción
UM-01	22.93	Muy Malo	Rehabilitación y/o Reconstrucción
UM-02	4.19	Fallado	Rehabilitación y/o Reconstrucción
UM-03	0.39	Fallado	Rehabilitación y/o Reconstrucción
UM-04	6.78	Fallado	Rehabilitación y/o Reconstrucción
UM-05	0.76	Fallado	Rehabilitación y/o Reconstrucción
UM-06	0.90	Fallado	Rehabilitación y/o Reconstrucción
UM-07	0.49	Fallado	Rehabilitación y/o Reconstrucción
UM-08	5.44	Fallado	Rehabilitación y/o Reconstrucción
UM-09	5.22	Fallado	Rehabilitación y/o Reconstrucción
UM-10	18.78	Muy Malo	Rehabilitación y/o Reconstrucción
UM-11	63.35	Bueno	Mantenimiento Preventivo rutinario y/o Periódico
UM-12	19.00	Muy Malo	Rehabilitación y/o Reconstrucción
UM-13	44.88	Regular	Mantenimiento Correctivo
UM-14	32.59	Malo	Rehabilitación-Refuerzo Estructural
UM-15	41.93	Regular	Mantenimiento Correctivo
UM-16	24.68	Muy Malo	Rehabilitación y/o Reconstrucción
UM-17	31.30	Malo	Rehabilitación-Refuerzo Estructural
UM-18	35.1	Malo	Rehabilitación-Refuerzo Estructural
UM-19	72.68	Muy Bueno	Mantenimiento Preventivo rutinario y/o Periódico
UM-20	82.12	Muy Bueno	Mantenimiento Preventivo rutinario y/o Periódico

Fuente: Adaptado de Morales, 2005.

Tabla 30*Alternativas de mantenimiento y reparación para las categorías de acción de cada condición del pavimento evaluado*

Condición	Categoría de Acción	Actividades de mantenimiento y reparación
Fallado Muy Malo	Rehabilitación y/o	✓ Demolición y renovación en su totalidad de la unidad muestral.
	Reconstrucción	✓ Rehabilitación superficial mediante la aplicación de una nueva capa de concreto para restaurar la textura desgastada y nivel de la superficie.

Malo	Rehabilitación- Refuerzo Estructural	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mejoramiento de la base sobre la cual se asienta el pavimento, mediante la estabilización de suelos, compactación de la base existente o adición de nuevas capas de material. ✓ Reforzamiento del concreto mediante la inyección de resinas epoxi o la adición de fibras de refuerzo. ✓ Aumento del espesor del pavimento cuando no cumple con la capacidad de carga, agregando una capa adicional de concreto. ✓ Refuerzo con materiales compuestos como fibras de carbono o polímeros reforzados para mejorar la resistencia y la durabilidad del pavimento.
Regular	Mantenimiento Correctivo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Parcheo de agujeros y baches, mediante la utilización de concreto u otro material adecuado, para reparar los agujeros y baches de la superficie del pavimento. ✓ Reemplazo de losas o paneles, donde las losas individuales estén seriamente dañadas, se pueden reemplazar selectivamente para restaurar la integridad del pavimento.
Bueno	Mantenimiento Preventivo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Inspecciones visuales permanentes para identificar grietas, fisuras y deformaciones, las cuales permiten tomar medidas preventivas antes de que los problemas se agraven.
Muy bueno	rutinario y/o Periódico	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Limpieza de la superficie, para eliminar material suelto, escombros y suciedad, siendo esencial para el mantenimiento preventivo. ✓ Sellado de juntas, sellado de grietas y reparaciones menores, porque previene la infiltración de agua y evita que las grietas se agranden con el tiempo y prolonga la vida útil del pavimento.

Fuente: Adaptado de Morales, 2005.

Para el planteamiento de las alternativas de mantenimiento y reparación de las condiciones en que se encuentra el pavimento evaluado, se tomó como referencia la investigación de Morales (2005) en su obra “Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo”.

IV.DISCUSIÓN

Caracterización de los tipos de fallas y grados de severidad

De acuerdo a los hallazgos de este estudio se evidencia que las fallas o daños presentes en el pavimento rígido evaluado de las 11 cuadras de la calle Huamantanga del distrito y provincia de Jaén, se encuentran con mayor presencialidad los deterioros conocidos como; Daño en sello de junta 21.80% el cual se debe a la pérdida de adherencia de los márgenes de las losas por no realizar su limpieza apropiada antes de su sellado y por el levantamiento del material de sello debido al efecto del tráfico y movimientos de las losas; Pulimentos de agregados 16.13% el cual se debe al desgaste superficial de los agregados por el tráfico vehicular y la mala calidad del concreto, también se debe a la fundición del pavimento rígido en situaciones climáticas desfavorables; Parche grande 15.69% es debido a la insuficiente transmisión de cargas en las juntas de contracción y una mala construcción; y Descascaramiento de junta 14.88% que se debe a la colocación de pasadores mal alineados y empleo de barras de insuficiente longitud y diámetro que imposibilitan el movimiento normal de las juntas. Comparando estos resultados determinamos que no difieren con lo manifestado por Calderón & Núñez (2019) quienes evaluaron superficialmente la sección del pavimento rígido que se halla dentro de la cuadra 10 hasta la cuadra 20 de la Avenida Pakamuros de la ciudad de Jaén, para estudiar su estado actual y las causas que originan su deterioro, obteniendo como fallas más relevantes, Pulimento de agregados (30%), Daño al sello de junta (28%), Descascaramiento de junta (26%) y Descascaramiento de esquina (4%). Estas coincidencias y la relación entre sus resultados se deben, a que ambos pavimentos rígidos comparados fueron evaluados usando la misma metodología PCI; además, ambos pavimentos están expuestos a las mismas condiciones meteorológicas que los deteriora, encontrándose en la misma ciudad; y por último, se tiene conocimiento que ha ninguno de estos pavimentos comparados se le ha realizado actividades preventivas de mantenimientos periódicos y rutinarios.

Calificación del pavimento rígido, según la evaluación del Método PCI

Según los resultados de esta investigación, se puede determinar que el tramo intervenido se encuentra en estado Fallado 40%, Muy Malo 20%, Malo 15%, Regular 10%, Muy Bueno 10% y Bueno 5%, siendo el PCI promedio representativo de todo el tramo evaluado 25.68, indicándonos que de manera transversal el pavimento se encuentra en un estado Malo, este diagnóstico puede deberse a que dicho pavimento tiene una construcción de más de 20 años de antigüedad y de esta manera ya ha cumplido con su tiempo de diseño, además, también se tiene conocimiento que no existe la realización de actividades de mantenimiento periódico ni rutinario, consecuencia que amerita que dicho pavimento se encuentre en mal estado, siendo necesario una Rehabilitación-Refuerzo Estructural urgente o sustitución de las unidades muestrales muy deterioradas, con la finalidad de garantizar una buena servicialidad a la población usuaria de la vía. Comparamos estos hallazgos y coinciden con Silva (2019) que realizó la evaluación superficial del pavimento rígido en la calle Dos de Mayo que consta con un total de 4 cuadras del distrito y provincia de Jaén – Cajamarca, las cuales fueron divididas en 7 unidades muestrales. Determinó que todo el pavimento rígido estudiado contó con un PCI promedio de 13.75 estando en una condición de Muy Malo, afirmando que necesita una sustitución y/o cambio total en toda la vía desde la cuadra 01 a la 04 de la Calle Dos de Mayo, y esta condición del pavimento se debe a que dicha vía tiene más de 20 años de vida útil y su periodo de diseño ya cumplió, además, también no ha sido intervenida con actividades de mantenimiento periódico ni rutinario.

Alternativas de mantenimiento y/o reparación para las fallas encontradas

De acuerdo a los resultados de cada unidad muestral de esta investigación, se evidencian diversos estados de conservación en el que se encuentra el pavimento rígido del tramo estudiado, siendo la propuesta de solución de la siguiente manera: pavimento fallado y muy malo 60% (rehabilitación y/o reconstrucción), pavimento malo 15% (rehabilitación-refuerzo estructural), pavimento regular 10% (mantenimiento correctivo), pavimento muy bueno y bueno 15% (mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico) y pavimento excelente 0% (mantenimiento preventivo), en esta investigación no existe alguna unidad muestral que presente un pavimento en estado excelente. Estos hallazgos nos conllevan a manifestar que determinar el estado en que se halla un pavimento es

indispensable para poder forjar alternativas de rehabilitación o mantenimiento, mediante una anticipada evaluación funcional, no obstante, cuando se crean deterioros en los pavimentos, se pierde serviciabilidad y la vida útil de estos se ve reducida, es por este motivo que se debe medir el valor de la influencia de cada deterioro. Esta afirmación coincide con Puga (2018) quien menciona que antes de generar alternativas para el mantenimiento y reparación del pavimento es obligatorio meditar las posibles causas de los deterioros hallados junto con una clasificación de estos basados en el nivel de presencialidad en cada tramo. El mantenimiento es una técnica que resguardará la vida útil del pavimento, conservando su nivel actual y óptimo, restringiendo los deterioros que se pueden crear con el paso del tiempo. El autor también clasifica las técnicas de mantenimiento en actividades preventivas y correctivas, donde las primeras reparan el deterioro perfeccionando la funcionalidad y serviciabilidad del pavimento, en cambio, las segundas advierten la formación de deterioros conservando la serviciabilidad del pavimento.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- A. El análisis del estado del pavimento rígido de la calle Huamantanga, cuadras 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20 utilizando el método PCI, se realizó de manera eficiente debido a su capacidad para proporcionar evaluaciones rápidas y económicas de la condición del pavimento, obteniendo resultados confiables al utilizar un enfoque sistemático y estandarizado que, en comparación con técnicas más complejas o invasivas, permite evaluar grandes áreas de pavimento. Además, también se considera eficaz debido a su capacidad para generar información cuantitativa precisa que puede ser utilizada para la toma de decisiones en la gestión y mantenimiento de pavimentos y cumplir con objetivos.
- B. Las fallas con mayor presencialidad en el pavimento rígido de las 11 cuadras evaluadas de la calle Huamantanga son, Daño en sello de junta 21.80%, Pulimentos agregados 16.13%, Parche grande 15.69% y Descascaramiento junta 14.88%; mientras que las fallas con menor presencialidad son conocidas como Desconchamiento 1.53%, Desnivel carril/berma 1.01%, Parche pequeño 0.54% y Bombeo 0.11%. Siendo la cantidad total de 1835 las fallas o deterioros presentes en las 11 cuadras intervenidas.
- C. Habiendo aplicado la metodología del PCI, se pudo determinar que el promedio representativo de todo el tramo evaluado es 25.68, indicándonos de manera transversal que las cuadras 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20 de la calle Huamantanga se encuentra en un estado Malo.
- D. De acuerdo a las diversas condiciones en las que se encuentran las unidades muestrales evaluadas en el tramo estudiado, las alternativas de solución propuestas para cada condición son: para un pavimento fallado y muy malo se le debe realizar una rehabilitación y/o reconstrucción; para un pavimento malo se lo debe rehabilitar mediante refuerzo estructural, para un pavimento regular se le debe realizar un mantenimiento correctivo; y para un pavimento en estado bueno y muy bueno se le debe realizar un mantenimiento preventivo periódico y rutinario. De igual manera la falta de drenaje en el pavimento estudiado genera el deterioro del mismo.

5.2. Recomendaciones

- A. A las instituciones correspondientes realizar los estudios para determinar el estado en que se encuentran los pavimentos de la ciudad, y acorde a los resultados se pueda tomar la mejor decisión de solución de acuerdo a la condición en que se encuentre.
- B. Realizar estudios interviniendo el área total de la vía, con la finalidad de obtener resultados más acertados del diagnóstico real del tramo, puesto que mediante un muestreo sistemático existe menos representatividad de los datos y mucho margen de error en los resultados.
- C. Para futuras investigaciones, es necesario analizar el comportamiento estructural del pavimento y realizar ensayos en laboratorio para obtener un resultado más exacto del estado del pavimento.
- D. Ejecutar las alternativas de solución correspondientes a cada estado de pavimento: para un pavimento fallado y muy malo se le debe realizar una rehabilitación y/o reconstrucción; para un pavimento malo se le debe rehabilitar mediante refuerzo estructural; para un pavimento regular se le debe realizar un mantenimiento correctivo; y para un pavimento en estado bueno y muy bueno se le debe realizar un mantenimiento preventivo periódico y rutinario. Así mismo se recomienda adicionar a los proyectos de Pavimentos un sistema de drenaje adecuado, teniendo en cuenta que en la ciudad de Jaén, se presentan precipitaciones a lo largo del año, por ende es necesario contar con estos sistemas de drenajes pluviales, evitando así daños en la estructura del pavimento.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTM D6433. (2016). *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*. <https://www.document-center.com/standards/show/ASTM-D6433>
- Barragán Ramírez, B & Botache Másmela, R. (2021). *Evaluación funcional del pavimento rígido, mediante la metodología PCI de la carrera 8 entre las calles 2 hasta la calle 21 del municipio del Espinal Tolima* [Tesis de Pregrado, Universidad Piloto de Colombia]. Repositorio Institucional de la Universidad Piloto de Colombia. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/11511>
- Barrera Vela, J & Dávila Tamani, T. (2019). *Análisis del pavimento Rígido de la calle Bolognesi entre las avenidas Alfonso Ugarte y Cáceres en Iquitos 2019* [Tesis de Pregrado, Universidad Científica del Perú]. Repositorio Institucional de la Universidad Científica del Perú. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/914>
- Becerra, M. (2012). *Tópicos de Pavimentos de Concreto. Diseño, Construcción y Supervisión*. <https://es.scribd.com/doc/231155949/Libro-Completo-Con-Indice-2012>
- Calderón Tarrillo, J & Nuñez Alberca, M. (2019). *Determinación del Estado del Pavimento en la Avenida Pakamuros desde la Cuadra 10 Hasta la Cuadra 20* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/251>
- Cieza Irigoín, Y. (2021). *Evaluación del estado del pavimento mediante el método PCI del Jr. Progreso, en la ciudad de Cajamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4434>
- Granda Hinojosa, C. (2019). *Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial Tramo Chaupimarca - Yanacancha - Pasco - 2018* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/622>

- Hernández Hernández, O & Ayala, R. (2021). *Evaluación de la Condición del Deterioro Superficial en el Pavimento Rígido de la Avenida Pakamuros para Determinar la Serviciabilidad de los Usuarios, Provincia de Jaén, 2019* [Tesis de Pregado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/280>
- INVIAS. (1997). *Instituto Nacional de Vías: Manual Para Diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito*. <https://inteinsapavimentos.com.co/wp-content/uploads/2020/07/Manual-Pavimentos-Flexibles-INVIAS-Altos-Volumenes-de-Tra%CC%81nsito.pdf>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos..* https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf
- Montejo, A. (2002). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras Tomo I*. Stella Valbuena de Fierro. <https://samustuto.files.wordpress.com/2014/09/ingenieric3ada-de-pavimentos-para-carreteras-tomo-i-ed-3ra-alfonso-montejo-fonseca.pdf>
- Montes de Oca Hidalgo, M., Sequeira Rojas, W., Ávila Esquivel, T & Aguilar Moya, J. (2021). Evaluación del desempeño de los pavimentos Rígidos en Costa Rica. *Infraestructura Vial*, 23(42), 56-60. doi:<https://doi.org/10.15517/iv.v23i42.46947>
- Morales Olivares, J. (2005). *Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo* [Tesis de Pregado, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional de la Universidad de Piura. <https://hdl.handle.net/11042/1343>
- Neyra Castañeda, P. (2023). *Estado del Pavimento Rígido de los Jirones de la Urbanización Amauta mediante el Método PCI, 2022* [Tesis de Pregado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/5557>
- Norma ASTM D 5340. (2005). *Indice De Condicion De Pavimentos En Aeropuertos (PCI)*. <https://es.slideshare.net/EPAV/indice-de-condicionde-pavimentosenaeropuertospai>

- Ostos Lopez, O. (2019). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento rígido del jr. Mariscal Cáceres del distrito de Calleria provincia de Coronel Portillo región Ucayali. Año-2018* [Tesis de Pregrado, Universidad Católica los Ángeles de Chimbote]. Repositorio Institucional de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote. <https://hdl.handle.net/20.500.13032/14317>
- Ramirez Montaña, E & Torres Monsalve, J. (2019). *Evaluación funcional de pavimento rígido en las principales vías del barrio la Esperanza, Buenos Aires y la Colina del municipio de Girardot - Cundinamarca mediante la metodología PCI* [Tesis de Pregrado, Universidad Piloto de Colombia]. Repositorio Institucional de la Universidad Piloto de Colombia. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5687>
- Puga Álvares, C. (2018). *Evaluación funcional de pavimento rígido tramo avenida Loja (Cuenca)* [Tesis de Pregrado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional de la Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/31534>
- Silva Gonzales, W. (2018). *Evaluación superficial del pavimento rígido en la calle prolongación Pedro Cornejo cuadras N° 01 - 05 del distrito y provincia de Jaen - Cajamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2008>
- Vásquez Goicochea, A. (2018). *Evaluación del estado de conservación de las calles del sector Santa Rosa de la ciudad de Bambamarca utilizando los métodos de Índice de Conservación del Pavimento (PCI) y VIZIR* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2531>

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Jaén, alma mater del desarrollo intelectual y profesional, por permitirme cursar mis estudios de Ingeniería Civil satisfactoriamente. A la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por permitirme ser profesional, en los diferentes grados.

A los docentes de la carrera profesional de Ingeniería Civil, sus conocimientos rigurosos y precisos los llevaré en mi vida profesional. Les agradezco por su paciencia, conocimientos profesionales, y por su dedicación y tolerancia.

A mi Asesora, Ing. Zarith Garrido Campaña. Sin usted, su guía, su paciencia y constancia, no se hubiese logrado culminar satisfactoriamente esta investigación.

A mi familia, por su apoyo incondicional durante mis estudios Universitarios, por su paciencia y amor constante que nos demuestran día a día.

Gracias también a mi querida compañera de tesis y amigos, por acompañarnos durante toda la etapa Universitaria, apoyándonos mutuamente para así culminar a tiempo nuestra carrera profesional.

Cintia y Gustavo.

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi fuente de inspiración y otorgarme fuerzas para continuar en este procedimiento.

A mis queridos padres, por su trabajo, amor y sacrificio brindado en todos estos años de mi vida.

A mi hermana, por ser mi fortaleza y apoyo.

A mi compañera de tesis, porque juntos lo vamos a lograr.

Gustavo

A Dios, por darme la fuerza y voluntad de no rendirme y continuar en este proceso.

A mi querida madre, por su amor y apoyo incondicional en instantes de flaqueza y agotamiento, ya que, con su tolerancia, consejos y enseñanzas me ha brindado ese respaldo ilimitado para sobresalir en esta etapa de mi vida.

A mi hermana, por ser mi fortaleza y quien me impulsa para salir adelante.

A mi compañero de tesis, porque gracias al esfuerzo y empeño lo lograremos.

Cintia

ANEXOS

**Anexo 01: Formato de exploración de condición para carreteras con superficie en
concreto hidráulico**

Figura 33

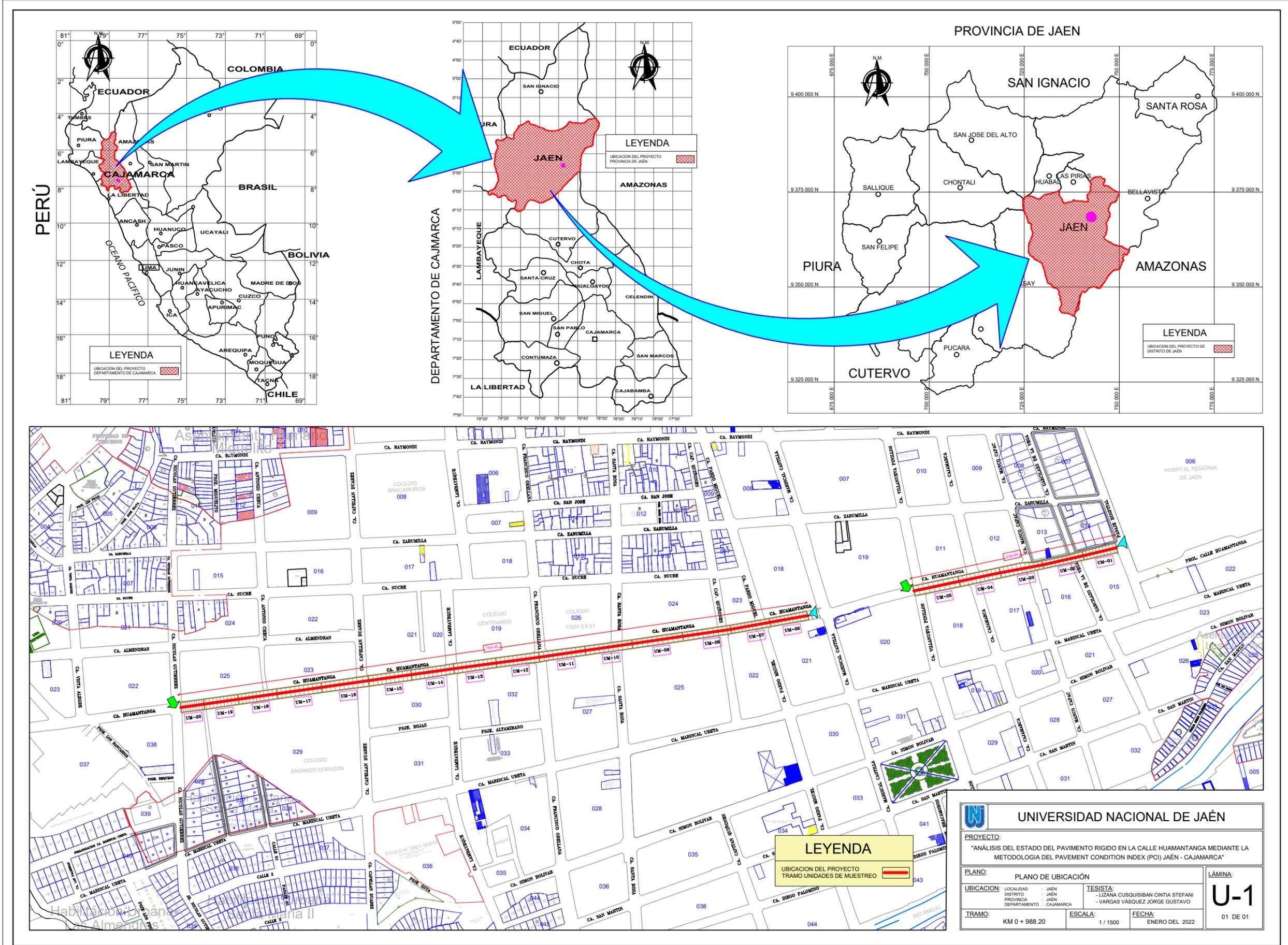
Formato de inspección

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO										
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO										
ZONA			ABSCISA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO				
CÓDIGO VÍA			ABSCISA FINAL			NUMERO 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	Losa dividida.		29	Parcheo (grande).		36	Desconchamiento			
24	Grieta de durabilidad "D".		30	Parcheo (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					
					0	0	0	0	0	
										10
					0	0	0	0	0	
										9
					0	0	0	0	0	
										8
					0	0	0	0	0	
										...
					0	0	0	0	0	
					1	2	3	4		

Anexo 02: Plano de ubicación del estudio

Figura 34

Ubicación Catastral de la zona intervenida en la ciudad de Jaén



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

PROYECTO:
"ANÁLISIS DEL ESTADO DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA CALLE HUAMANTANGA MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) JAÉN - CAJAMARCA"

PLANO: PLANO DE UBICACIÓN

UBICACION: LOCALIDAD: JAÉN
DISTRITO: JAÉN
PROVINCIA: JAÉN
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

TESISTA:
- LIZANA CUSQUISIBAN CINTIA STEFANI
- VARGAS VÁSQUEZ JORGE GUSTAVO

TRAMO: KM 0 + 988.20

ESCALA: 1 / 1500

FECHA: ENERO DEL 2022

LÁMINA:
U-1
01 DE 01

Anexo 03: Cálculo del PCI para cada Unidad de Muestra

TESIS: "ANÁLISIS DEL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE HUAMANTANGA MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), JAÉN - CAJAMARCA".

TESISTAS :

LIZANA CUSQUISIBAN CINTIA STEFANI

VARGAS VÁSQUEZ JORGE GUSTAVO

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES DEL PAVIMENTO RÍGIDO, UTILIZANDO EL METODO INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - BAJO LA NORMATIVA ASTM D 6433. (UM - 01)

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (M)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \leq 10$$

Donde:

$HDV_i =$ El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i

HDV = 35.50

m = 6.92 < 10

N° admisible de deducidos (m) = **7.00**

Número de deducidos > 2(q) = **7**

CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)

NRO	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	CDV		
1	35.50	35.00	31.20	19.00	17.50	12.40	11.17			161.77	7	77.07	
2	35.50	35.00	31.20	19.00	17.50	12.40	2.00			152.60	6	75.97	
3	35.50	35.00	31.20	19.00	17.50	2.00	2.00			142.20	5	74.71	
4	35.50	35.00	31.20	19.00	2.00	2.00	2.00			126.70	4	70.38	
5	35.50	35.00	31.20	2.00	2.00	2.00	2.00			109.70	3	67.67	
6	35.50	35.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			80.50	2	58.00	
7	35.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			47.50	1	47.50	
MAX. CDV =											77.07		

CÁLCULO DEL PCI DE LA UNIDAD DE MUESTREO

$$PCI = 100 - MAX. CDV$$

Índice de Condición del Pavimento (PCI) = **22.93**

RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO:

Muy Malo



TESIS: "ANÁLISIS DEL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE HUAMANTANGA MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), JAÉN - CAJAMARCA".

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES DEL PAVIMENTO RÍGIDO, UTILIZANDO EL METODO INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - BAJO LA NORMATIVA ASTM D 6433

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

SECTOR:		ABSCISA INICIAL:		UNIDAD DE MUESTREO:	
SECTOR - JAÉN		00+040.50		UM - 02	
CALLE - CUADRA:		ABSCISA FINAL:		NUMERO DE LOSAS	
CALLE HUAMANTANGA - CUADRA		00+089.30		P - 20	
INSPECCIONADA POR LOS TESISTAS:				FECHA:	
* LIZANA CUSQUISBAN CINTIA STEFANI		* VARGAS VÁSQUEZ JORGE GUSTAVO		Feb-22	
				ANCHO UM:	
				8.50 ML	

TIPO DE FALLA

21	Levantamiento/Pandeo	28	Grieta lineal	35	Cruce de vía Férrea
22	Grieta de esquina	29	Parche grande	36	Desconchamiento, mapa de fisuras
23	Losa Dividida	30	Parche pequeño	37	Grieta de Retracción
24	Grieta de Durabilidad "D"	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
25	Escalonamiento	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta
26	Daño en el sello de la junta	33	Bombeo		
27	Desnivel Caril/Berna	34	Patronamiento		

SEVERIDAD DE FALLA

Tipo de Falla	L = Leve			M = Medio		H = Alto									
	Severidad	N° de Losas	Densidad (%)	Valor Deducido		Distribución de Fallas en la Muestra									
22	H	1	5.00%	12.40											
22	M	1	5.00%	7.00											
23	H	5	25.00%	56.50		P-20	26H	31	36H	39H	P-19	26H	28H	31	39H
23	M	3	15.00%	29.80		P-18	27H	28H	31	34M	P-17	23H	28H	31	36M
25	H	4	20.00%	29.80		P-16	28H	28H	31	36M	P-15	26H	29M	31	36H
26	H	20	100.00%	8.00		P-14	28H	28H	31	36M	P-13	26H	29M	31	36H
28	H	2	10.00%	19.00		P-12	23H	26H	29H	31	P-11	26H	29M	31	36H
28	M	1	5.00%	4.60		P-10	26H	29M	31	34H	P-09	26H	29M	31	36H
29	H	6	30.00%	38.90		P-08	25H	26H	29H	31	P-07	26H	29M	31	34H
29	M	4	20.00%	12.90		P-06	26H	29M	31	34M	P-05	26H	29M	31	34H
29	L	1	5.00%	0.05		P-04	23M	26H	29H	31	P-03	23H	25H	26H	31
30	M	1	5.00%	0.05		P-02	23M	26H	29H	31	P-01	25H	26H	29M	31
31	-	20	100.00%	9.90											
32	-	1	5.00%	0.60											
34	H	3	15.00%	42.10											
34	M	2	10.00%	22.70											
36	H	5	25.00%	32.30											
36	M	5	25.00%	16.40											
37	-	2	10.00%	0.00											
38	L	1	5.00%	0.60											
39	H	5	25.00%	28.30											
39	M	5	25.00%	10.90											
39	L	2	10.00%	2.30											
			HDV =	56.50											

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES DEL PAVIMENTO RÍGIDO, UTILIZANDO EL METODO INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - BAJO LA NORMATIVA ASTM D 6433

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

SECTOR:	ABSCISA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:
SECTOR - JAÉN	00+140.40	UM - 04
CALLE - CUADRA:	ABSCISA FINAL:	NUMERO DE LOSAS
CALLE HUAMANTANGA - CUADRA 10	00+188.90	P - 20
INSPECCIONADA POR LOS TESISISTAS:		FECHA:
* LIZANA CUSQUISIBAN CINTIA STEFANI	* VARGAS VÁSQUEZ JORGE GUSTAVO	Feb-22
		ANCHO UM:
		8.20 ML

TIPO DE FALLA

21	Levantamiento/Pandeo	28	Grieta lineal	35	Cruce de vía Férrea
22	Grieta de esquina	29	Parche grande	36	Desconchamiento, mapa de fisuras
23	Losa Dividida	30	Parche pequeño	37	Grieta de Retracción
24	Grieta de Durabilidad "D"	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
25	Escalonamiento	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta
26	Daño en el sello de la junta	33	Bombeo		
27	Desnivel Carril/Berma	34	Punzonamiento		

SEVERIDAD DE FALLA

Tipo de Falla	Severidad	N° de Losas	Densidad (%)	Valor Deducido	Distribución de Fallas en la Muestra			
					L = Leve	M = Medio	H = Alto	
22	H	3	15.00%	33.50				
22	M	5	25.00%	33.90				
23	H	10	50.00%	75.00				
23	M	5	25.00%	40.00				
23	L	1	5.00%	5.10				
25	H	1	5.00%	8.20				
26	H	20	100.00%	8.00				
28	H	2	10.00%	19.00				
28	L	1	5.00%	3.00				
29	H	7	35.00%	42.50				
29	M	5	25.00%	16.10				
29	L	2	10.00%	1.90				
31	-	20	100.00%	9.90				
32	-	4	20.00%	3.40				
34	H	3	15.00%	42.10				
34	M	3	15.00%	32.30				
36	M	1	5.00%	4.30				
38	H	2	10.00%	6.80				
38	M	2	10.00%	3.00				
39	H	7	35.00%	35.00				
39	M	4	20.00%	8.50				
			HDV =	75.00				



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE IQUITOS

TESIS: "ANÁLISIS DEL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE HUAMANTANGA MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), JAÉN - CAJAMARCA".

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES DEL PAVIMENTO RÍGIDO, UTILIZANDO EL METODO INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - BAJO LA NORMATIVA ASTM D 6433

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

SECTOR:	ABSCISA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:
SECTOR - JAÉN	00+188.90	UM - 05
CALLE - CUADRA:	ABSCISA FINAL:	NUMERO DE LOSAS
CALLE HUAMANTANGA - CUADRA 11	00+238.80	P - 20
INSPECCIONADA POR LOS TESISTAS:		FECHA:
* LIZANA CUSQUISIBAN CINTIA STEFANI	* VARGAS VÁSQUEZ JORGE GUSTAVO	Feb-22
		ANCHO UM:
		8.70 ML

TIPO DE FALLA

21	Levantamiento/Pandeo	28	Grieta lineal	35	Cruce de vía Férrea
22	Grieta de esquina	29	Parche grande	36	Desconchamiento, mapa de fisuras
23	Losa Dividida	30	Parche pequeño	37	Grieta de Retracción
24	Grieta de Durabilidad "D"	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
25	Escalonamiento	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta
26	Daño en el sello de la junta	33	Bombeo		
27	Desnivel Carri/Berma	34	Punzonamiento		

SEVERIDAD DE FALLA

L = Leve		M = Medio			H = Alto		Distribución de Fallas en la Muestra							
Tipo de Falla	Severidad	N° de Losas	Densidad (%)	Valor Deducido										
22	H	6	30.00%	51.50										
22	M	3	15.00%	21.70										
22	L	1	5.00%	3.70										
23	H	13	65.00%	80.10										
25	L	1	5.00%	1.10										
26	H	20	100.00%	8.00										
27	H	1	5.00%	5.00										
27	M	1	5.00%	2.80										
28	L	1	5.00%	3.00										
29	H	9	45.00%	49.60										
29	M	2	10.00%	5.50										
31	-	18	90.00%	9.50										
32	-	7	35.00%	5.80										
33	-	1	5.00%	3.80										
34	H	5	25.00%	54.80										
36	L	1	5.00%	1.50										
37	-	2	10.00%	0.00										
38	L	1	5.00%	0.60										
39	H	7	35.00%	35.00										
39	M	6	30.00%	12.90										
39	L	2	10.00%	2.30										
				HDV =	80.10									

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

SECTOR:	ABSCISA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:
SECTOR - JAÉN	00+379.4	UM - 09
CALLE - CUADRA:	ABSCISA FINAL:	NUMERO DE LOSAS
CALLE HUAMANTANGA - CUADRA 15	00+444.20	P - 20
INSPECCIONADA POR LOS TESISTAS:		FECHA:
* LIZANA CUSQUISIBAN CINTIA STEFANI	* VARGAS VÁSQUEZ JORGE GUSTAVO	Feb-22
		ANCHO UM:
		6.50 ML

TIPO DE FALLA

21	Levantamiento/Pandeo	28	Grieta lineal	35	Cruce de vía Férrea
22	Grieta de esquina	29	Parche grande	36	Desconchamiento, mapa de fisuras
23	Losa Dividida	30	Parche pequeño	37	Grieta de Retracción
24	Grieta de Durabilidad "D"	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
25	Escalonamiento	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta
26	Daño en el sello de la junta	33	Bombeo		
27	Desnivel Carril/Berma	34	Punzonamiento		

SEVERIDAD DE FALLA

Tipo de Falla	Severidad	N° de Losas	Densidad (%)	Valor Deducido	Distribución de Fallas en la Muestra																							
					L = Leve				M = Medio				H = Alto				P-01				P-02							
22	M	3	15.00%	21.70																								
22	L	2	10.00%	8.10																								
23	H	6	30.00%	61.20																								
23	M	2	10.00%	21.50																								
23	L	1	5.00%	5.10																								
25	H	1	5.00%	8.20																								
26	H	20	100.00%	8.00																								
27	L	1	5.00%	0.00																								
28	M	2	10.00%	8.20																								
29	H	4	20.00%	29.50																								
29	M	10	50.00%	33.50																								
29	L	3	15.00%	4.00																								
30	H	3	15.00%	6.60																								
31	-	20	100.00%	9.90																								
32	-	3	15.00%	2.20																								
34	H	4	20.00%	48.90																								
34	M	3	15.00%	32.30																								
34	L	2	10.00%	15.20																								
38	H	2	10.00%	6.80																								
38	M	1	5.00%	1.40																								
39	H	4	20.00%	24.30																								
39	M	14	70.00%	22.20																								
				HDV =	61.20																							

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

SECTOR:	ABSCISA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:
SECTOR - JAÉN	00+500.4	UM - 11
CALLE - CUADRA:	ABSCISA FINAL:	NUMERO DE LOSAS
CALLE HUAMANTANGA - CUADRA 16	00+552.80	P - 20
INSPECCIONADA POR LOS TESISISTAS:		FECHA:
* LIZANA CUSQUISIBAN CINTIA STEFANI	* VARGAS VÁSQUEZ JORGE GUSTAVO	Feb-22
		ANCHO UM:
		5.60 ML

TIPO DE FALLA

21	Levantamiento/Pandeo	28	Grieta lineal	35	Cruce de vía Férrea
22	Grieta de esquina	29	Parche grande	36	Desconchamiento, mapa de fisuras
23	Losa Dividida	30	Parche pequeño	37	Grieta de Retracción
24	Grieta de Durabilidad "D"	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
25	Escalonamiento	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta
26	Daño en el sello de la junta	33	Bombeo		
27	Desnivel Carril/Berma	34	Punzonamiento		

SEVERIDAD DE FALLA

L = Leve		M = Medio			H = Alto		Distribución de Fallas en la Muestra											
Tipo de Falla	Severidad	N° de Losas	Densidad (%)	Valor Deducido														
22	L	2	10.00%	8.10														
22	M	1	5.00%	7.00														
26	H	20	100.00%	8.00														
28	L	1	5.00%	3.00														
29	L	7	35.00%	14.10														
29	M	4	20.00%	12.90														
31		20	100.00%	9.90														
32		2	10.00%	1.40														
34	L	1	5.00%	7.20														
37		7	35.00%	1.50														
38	L	1	5.00%	0.60														
39	L	12	60.00%	10.50														
39	M	2	10.00%	4.10														
				HDV =	14.10													



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

TESIS: "ANÁLISIS DEL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE HUAMANTANGA MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), JAÉN - CAJAMARCA".

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES DEL PAVIMENTO RÍGIDO, UTILIZANDO EL METODO INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - BAJO LA NORMATIVA ASTM D 6433.

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

SECTOR:	ABSCISA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:
SECTOR - JAÉN	00+601.60	UM - 13
CALLE - CUADRA:	ABSCISA FINAL:	NUMERO DE LOSAS
CALLE HUAMANTANGA - CUADRA 17	00+654.30	P - 20
INSPECCIONADA POR LOS TESISTAS:		FECHA:
* LIZANA CUSQUISIBAN CINTIA STEFANI	* VARGAS VÁSQUEZ JORGE GUSTAVO	Feb-22
		ANCHO UM:
		5.40 ML

TIPO DE FALLA

21	Levantamiento/Pandeo	28	Grieta lineal	35	Cruce de vía Férrea
22	Grieta de esquina	29	Parche grande	36	Desconchamiento, mapa de fisuras
23	Losa Dividida	30	Parche pequeño	37	Grieta de Retracción
24	Grieta de Durabilidad "D"	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
25	Escalonamiento	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta
26	Daño en el sello de la junta	33	Bombeo		
27	Desnivel Carri/Berma	34	Punzonamiento		

SEVERIDAD DE FALLA

L = Leve

M = Medio

H = Alto

Tipo de Falla	Severidad	N° de Losas	Densidad (%)	Valor Deducido	Distribución de Fallas en la Muestra
25	L	5	25.00%	10.00	
26	H	20	100.00%	3.70	P-20
27	L	6	30.00%	2.90	P-19
28	M	3	15.00%	11.50	P-17
28	L	6	30.00%	14.40	P-16
29	H	1	5.00%	9.00	P-14
29	M	12	60.00%	38.00	P-13
29	L	7	35.00%	14.10	P-12
31	-	20	100.00%	9.90	P-11
32	-	1	5.00%	0.60	P-10
34	L	2	10.00%	15.20	P-09
36	M	2	10.00%	8.50	P-08
37	-	8	40.00%	1.90	P-06
39	H	1	5.00%	7.10	P-05
39	M	3	15.00%	6.20	P-04
39	L	14	70.00%	11.40	P-03
			HDV =	38.00	P-02
					P-01

PROYECTO DE TESIS: "ANÁLISIS DEL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE HUAMANTANGA MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), JAÉN - CAJAMARCA".

TESISTAS : LIZANA CUSQUISI BAN CINTIA STEFANI
VARGAS VÁSQUEZ JORGE GUSTAVO

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES DEL PAVIMENTO RÍGIDO, UTILIZANDO EL METODO INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - BAJO LA NORMATIVA ASTM D 6433

CALCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (M)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \leq 10$$

Donde:

HDV_i = El mayor valo deducido individual para la unidad de muestreo i

HDV = 38.00

$m = 6.69 \leq 10$

Nº admisible de deducidos (m) = **7.00** Número de deducidos > 2(q) = **7**

CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)

NRO	VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	CDV
1	38.00	32.20	16.00	15.50	14.50	13.30	8.60				138.10	7	67.41
2	38.00	32.20	16.00	15.50	14.50	13.30	2.00				131.50	6	67.09
3	38.00	32.20	16.00	15.50	14.50	2.00	2.00				120.20	5	64.55
4	38.00	32.20	16.00	15.50	2.00	2.00	2.00				107.70	4	55.60
5	38.00	32.20	16.00	2.00	2.00	2.00	2.00				94.20	3	56.71
6	38.00	32.20	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00				80.20	2	57.82
7	38.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00				50.00	1	50.00
												MAX. CDV =	67.41

CÁLCULO DEL PCI DE LA UNIDAD DE MUESTREO

$$PCI = 100 - MAX. CDV$$

Índice de Condición del Pavimento (PCI) = 32.59

RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO : **Malo**



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN

TESIS: "ANÁLISIS DEL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE HUAMANTANGA MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), JAÉN - CAJAMARCA".

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES DEL PAVIMENTO RÍGIDO, UTILIZANDO EL METODO INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - BAJO LA NORMATIVA ASTM D 6433

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

SECTOR:		ABSCISA INICIAL:		UNIDAD DE MUESTREO:	
SECTOR - JAÉN		00+702.80		UM - 15	
CALLE - CUADRA:		ABSCISA FINAL:		NUMERO DE LOSAS	
CALLE HUAMANTANGA - CUADRA 18		00+755.20		P - 20	
INSPECCIONADA POR LOS TESISISTAS:				FECHA:	
* LIZANA CUSQUISIBAN CINTIA STEFANI		* VARGAS VÁSQUEZ JORGE GUSTAVO		Feb-22	
				ANCHO LM:	
				5.50 ML	

TIPO DE FALLA

21	Levantamiento/Pandeo	28	Grieta lineal	35	Cruce de vía Férrrea
22	Grieta de esquina	29	Parche grande	36	Desconchamiento, mapa de fisuras
23	Losa Dividida	30	Parche pequeño	37	Grieta de Retracción
24	Grieta de Durabilidad "D"	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
25	Escalonamiento	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta
26	Daño en el sello de la junta	33	Bombeo		
27	Desnivel Carril/Berma	34	Punzonamiento		

SEVERIDAD DE FALLA

L = Leve		M = Medio			H = Alto																																												
Tipo de Falla	Severidad	N° de Losas	Densidad (%)	Valor Deducido	Distribución de Fallas en la Muestra																																												
22	M	1	5.00%	7.00	<table border="1"> <tr><td>P-20</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-20	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-20	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
22	L	4	20.00%	17.10	<table border="1"> <tr><td>P-19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
23	M	1	5.00%	11.00	<table border="1"> <tr><td>P-18</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-18	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-18	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
26	H	20	100.00%	8.00	<table border="1"> <tr><td>P-17</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-17	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-17	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
28	H	1	5.00%	10.00	<table border="1"> <tr><td>P-16</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-16	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-16	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
28	M	2	10.00%	8.20	<table border="1"> <tr><td>P-15</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-15	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-15	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
28	L	5	25.00%	12.50	<table border="1"> <tr><td>P-14</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-14	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-14	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
29	M	7	35.00%	24.60	<table border="1"> <tr><td>P-13</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-13	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-13	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
29	L	13	65.00%	22.20	<table border="1"> <tr><td>P-12</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-12	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-12	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
31	-	20	100.00%	9.90	<table border="1"> <tr><td>P-11</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-11	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-11	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
34	H	1	5.00%	15.50	<table border="1"> <tr><td>P-10</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-10	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-10	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
34	M	1	5.00%	11.40	<table border="1"> <tr><td>P-09</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-09	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-09	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
34	L	3	15.00%	0.15	<table border="1"> <tr><td>P-08</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-08	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-08	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
37	-	3	15.00%	0.15	<table border="1"> <tr><td>P-07</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-07	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-07	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
38	L	1	5.00%	0.60	<table border="1"> <tr><td>P-06</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-06	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-06	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
39	M	2	10.00%	4.10	<table border="1"> <tr><td>P-05</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-05	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-05	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
39	L	10	50.00%	9.50	<table border="1"> <tr><td>P-04</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-04	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-04	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
					<table border="1"> <tr><td>P-03</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-03	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-03	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
					<table border="1"> <tr><td>P-02</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-02	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-02	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
					<table border="1"> <tr><td>P-01</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-01	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-01	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
					<table border="1"> <tr><td>P-00</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
					<table border="1"> <tr><td>P-00</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
					<table border="1"> <tr><td>P-00</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
					<table border="1"> <tr><td>P-00</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
					<table border="1"> <tr><td>P-00</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
					<table border="1"> <tr><td>P-00</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
					<table border="1"> <tr><td>P-00</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
					<table border="1"> <tr><td>P-00</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
					<table border="1"> <tr><td>P-00</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
					<table border="1"> <tr><td>P-00</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
					<table border="1"> <tr><td>P-00</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
					<table border="1"> <tr><td>P-00</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
					<table border="1"> <tr><td>P-00</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
					<table border="1"> <tr><td>P-00</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
					<table border="1"> <tr><td>P-00</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																						
P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																													
					<table border="1"> <tr><td>P-00</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td></tr></table>		P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35																										
P-00	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35																																	

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

SECTOR:	ABSCISA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:
SECTOR - JAÉN	00+755.20	UM - 16
CALLE - CUADRA:	ABSCISA FINAL:	NUMERO DE LOSAS:
CALLE HUAMANTANGA - CUADRA 18	00+809.80	P - 20
INSPECCIONADA POR LOS TESISTAS:		FECHA:
* LIZANA CUSQUISIBAN CINTIA STEFANI	* VARGAS VÁSQUEZ JORGE GUSTAVO	Feb-22
		ANCHO UM:
		5.50 ML

TIPO DE FALLA

21	Levantamiento/Pandeo	28	Grieta lineal	35	Cruce de vía Férrea
22	Grieta de esquina	29	Parche grande	36	Descondhamiento, mapa de fisuras
23	Losa Dividida	30	Parche pequeño	37	Grieta de Retracción
24	Grieta de Durabilidad "D"	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
25	Escalonamiento	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta
26	Daño en el sello de la junta	33	Bombeo		
27	Desnivel Carril/Bermá	34	Punzonamiento		

SEVERIDAD DE FALLA

Tipo de Falla	Severidad	N° de Losas	Densidad (%)	Valor Deducido	Imagen Falla Representativa	
					L = Leve	M = Medio
22	M	2	10.00%	14.80		
23	H	2	10.00%	32.20		
26		20	100.00%	8.00		
28	L	2	10.00%	6.00		
29	H	1	5.00%	9.00		
29	M	7	35.00%	24.60		
29	L	12	60.00%	20.90		
31	-	20	100.00%	9.90		
32	-	1	5.00%	0.60		
34	H	1	5.00%	15.50		
34	M	3	15.00%	32.30		
34	L	2	10.00%	15.20		
36	L	1	5.00%	1.50		
37	-	4	20.00%	0.00		
38	M	1	5.00%	1.40		
39	M	6	30.00%	12.90		
39	L	13	65.00%	11.00		
				HDV =	32.30	

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

SECTOR:	ABSCISA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:
SECTOR - JAÉN	00+809.80	UM - 17
CALLE - CUADRA:	ABSCISA FINAL:	NUMERO DE LOSAS
CALLE HUAMANTANGA - CUADRA 19	00+865.20	P - 20
INSPECCIONADA POR LOS TESISTAS:		FECHA:
* LIZANA CUSQUISIBAN CINTIA STEFANI	* VARGAS VÁSQUEZ JORGE GUSTAVO	Feb-22
		ANCHO UM:
		5.45 ML

TIPO DE FALLA

21	Levantamiento/Pandeo	28	Grieta lineal	35	Cruce de vía Férrea
22	Grieta de esquina	29	Parche grande	36	Desconchamiento, mapa de fisuras
23	Losa Dividida	30	Parche pequeño	37	Grieta de Retracción
24	Grieta de Durabilidad "D"	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
25	Escalonamiento	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta
26	Daño en el sello de la junta	33	Bombeo		
27	Desnivel Carril/Berma	34	Punzonamiento		

SEVERIDAD DE FALLA

Tipo de Falla	Severidad	N° de Losas	Densidad (%)	Valor Deducido	Distribución de Fallas en la Muestra																							
					L = Leve				M = Medio				H = Alto				P = Puntos											
22	M	1	5.00%	7.00																								
22	L	4	20.00%	3.70																								
23	M	2	10.00%	21.50																								
23	L	1	5.00%	5.10																								
26		20	100.00%	8.00																								
28	M	2	10.00%	8.20																								
28	L	5	25.00%	12.50																								
29	M	13	65.00%	39.50																								
29	L	7	35.00%	24.60																								
30	L	1	5.00%	0.00																								
31	-	20	100.00%	9.90																								
32	-	1	5.00%	0.60																								
34	M	2	10.00%	22.70																								
36	L	1	5.00%	1.50																								
37	-	2	10.00%	0.00																								
38	M	1	5.00%	1.40																								
39	M	2	10.00%	4.10																								
39	L	16	80.00%	12.20																								
				HDV =	39.50																							

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

SECTOR:	ABSCISA INICIAL:	UNIDAD DE MUESTREO:
SECTOR - JAÉN	00+865.20	UM - 18
CALLE - CUADRA:	ABSCISA FINAL:	NUMERO DE LOSAS
CALLE HUAMANTANGA - CUADRA 19	00+918.20	P - 20
INSPECCIONADA POR LOS TESISTAS:		FECHA:
* LIZANA CUSQUISIBAN CINTIA STEFANI	* VARGAS VÁSQUEZ JORGE GUSTAVO	Feb-22
		ANCHO UM:
		7.00 ML

TIPO DE FALLA

21	Levantamiento/Pandeo	28	Grieta lineal	35	Cruce de vía Férrea
22	Grieta de esquina	29	Parche grande	36	Desconchamiento, mapa de fisuras
23	Losa Dividida	30	Parche pequeño	37	Grieta de Retracción
24	Grieta de Durabilidad "D"	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
25	Escalonamiento	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta
26	Daño en el sello de la junta	33	Bombeo		
27	Desnivel Carril/Berma	34	Punzonamiento		

SEVERIDAD DE FALLA

L = Leve		M = Medio			H = Alto	
Tipo de Falla	Severidad	N° de Losas	Densidad (%)	Valor Deducido	Imagen Falla Representativa	
22	H	1	5.00%	12.40		
22	L	2	10.00%	8.10		
23	H	3	15.00%	43.50		
26		20	100.00%	8.00		
28	L	4	20.00%	10.00		
29	M	12	60.00%	36.00		
29	L	4	20.00%	6.20		
30	H	2	10.00%	4.40		
31	-	20	100.00%	9.90		
39	H	1	5.00%	7.70		
39	L	14	70.00%	11.40		
			HDV =	43.50		

PROYECTO DE TESIS: "ANÁLISIS DEL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE HUAMANTANGA MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), JAÉN - CAJAMARCA".

TESISTAS :	LIZANA CUSQUISIBAN CINTIA STEFANI
	VARGAS VÁSQUEZ JORGE GUSTAVO

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES DEL PAVIMENTO RÍGIDO, UTILIZANDO EL METODO INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - BAJO LA NORMATIVA ASTM D 6433

CALCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (M)

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \leq 10$$

Donde:

HDV_i = El mayor valo deducido individual para la unidad de muestreo i

$$HDV = 43.50$$

$$m = 6.19 \leq 10$$

Nº admisible de deducidos (m) = **7.00** Número de deducidos > 2(q) = **7**

CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)

NRO	VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	CDV
1	43.50	38.00	12.40	11.40	10.00	9.90	1.53				126.73	6	64.90
2	43.50	38.00	12.40	11.40	10.00	2.00	1.53				118.83	5	63.88
3	43.50	38.00	12.40	11.40	2.00	2.00	1.53				110.83	4	62.51
4	43.50	34.90	12.40	2.00	2.00	2.00	1.53				98.33	3	56.92
5	43.50	34.90	2.00	2.00	2.00	2.00	1.53				87.93	2	62.38
6	43.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.53				55.03	1	55.03

MAX. CDV = 64.90

CÁLCULO DEL PCI DE LA UNIDAD DE MUESTREO

$$PCI = 100 - MAX. CDV$$

Índice de Condición del Pavimento (PCI) = 35.1

RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO : **Malo**

Anexo 04: Panel fotográfico

Figura 35

Se muestra el tipo de falla Grieta de Esquina (código 22), cuya severidad de falla es Alta (H).



Figura 36

Se muestra el tipo de falla Losa Dividida (código 23), cuya severidad de falla es Alta (H).

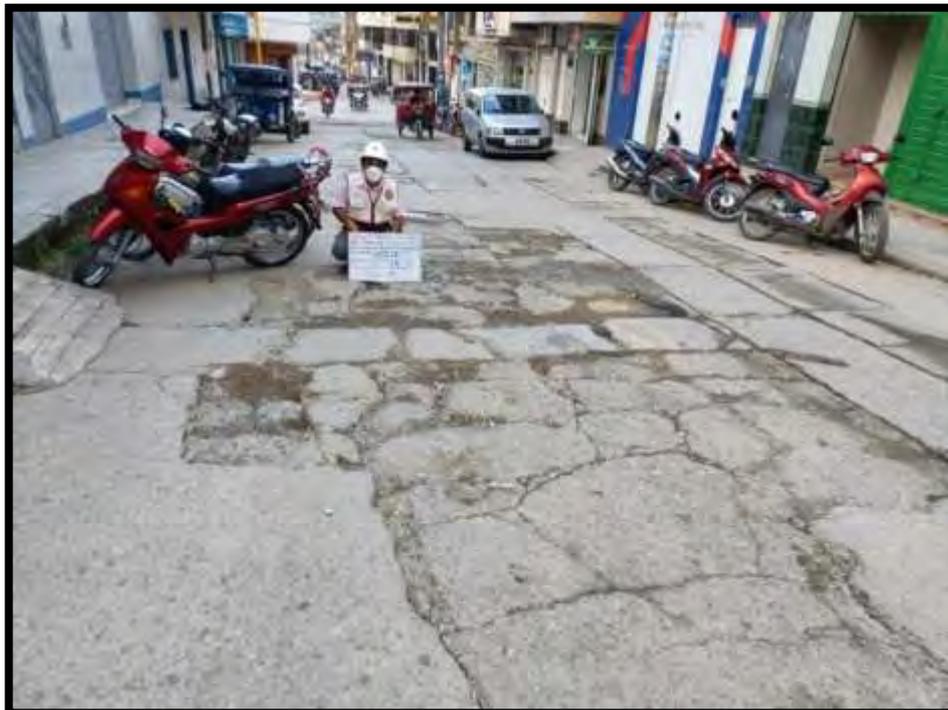


Figura 37

Se muestra el tipo de falla Escala (código 25), cuya severidad de falla es Alta (H).



Figura 38

Se muestra el tipo de falla Sello de Junta (código 26), cuya severidad de falla es Alta (H).



Figura 39

Se muestra el tipo de falla Losa Dividida Carril/Berma (código 27), cuya severidad de falla es Alta (H).



Figura 40

Se muestra el tipo Grieta Lineal (código 28), cuya severidad de falla es Alta (H).



Figura 41

Se muestra el tipo de falla Parche Grande (código 29), cuya severidad de falla es Alta (H).



Figura 42

Se muestra el tipo de falla Parche Pequeño (código 30), cuya severidad de falla es Alta (H).



Figura 43

Se muestra el tipo de falla Pulimento de Agregados (código 31).



Figura 44

Se muestra el tipo de falla Popouts (código 32).



Figura 45

Se muestra el tipo de falla Punzonamiento (código 34), cuya severidad es Alta (H).



Figura 46

Se muestra el tipo de falla Desconchamiento (código 36), cuya severidad es Alta (H).



Figura 47

Se muestra el tipo de falla Descascaramiento de Esquina (código 38), cuya severidad es Alta (H).



Figura 48

Se muestra el tipo de falla Descascaramiento de Junta (código 39), cuya severidad es Alta (H).



Figura 49

Se muestra el tipo de falla Grieta de Esquina (código 22), cuya severidad es Media (M).



Figura 50

Se muestra el tipo de falla Losa Divida (código 23), cuya severidad es Media (M).



Figura 51

Se muestra el tipo de falla Grieta Lineal (código 28), cuya severidad es Media (M).



Figura 52

Se muestra el tipo de falla Parche Grande (código 29), cuya severidad es Media (M).

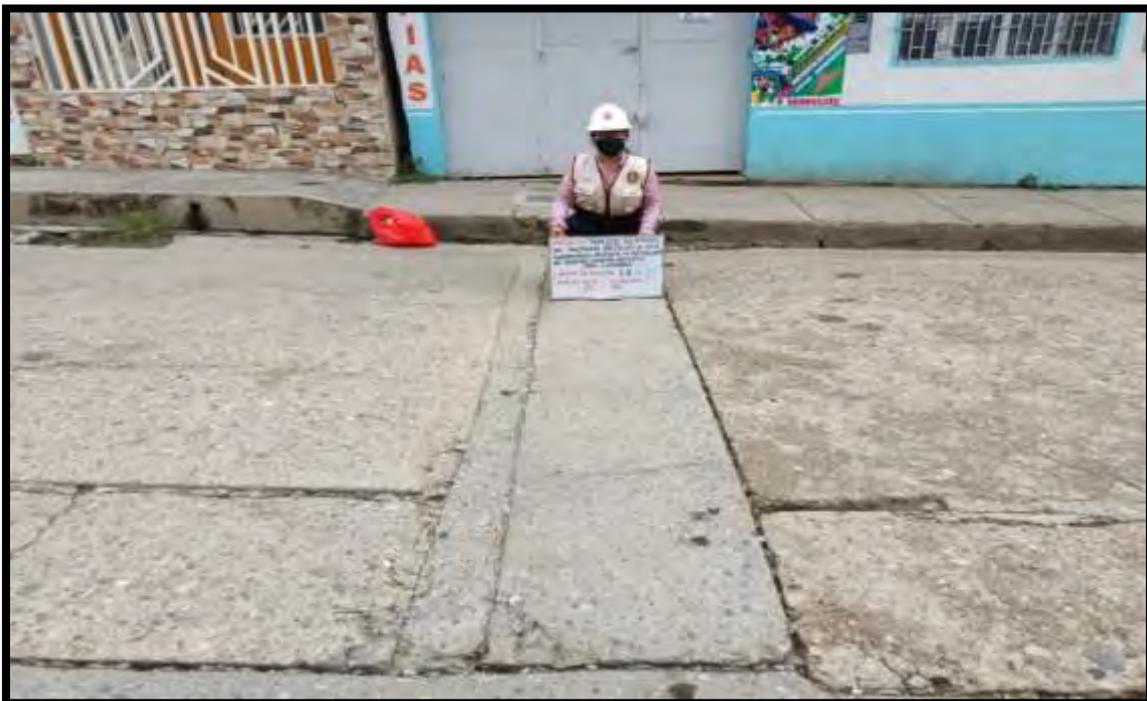


Figura 53

Se muestra el tipo de falla Punzonamiento (código 34), cuya severidad es Media (M).



Figura 54

Se muestra el tipo de falla Descascaramiento de Junta (código 39), cuya severidad es Media (M).

